

Stredná priemyselná škola elektrotechnická
Komenského 44, 040 01 Košice

STROJÁR INOVÁTOR

Gravírovač

2023
Košice

riešitelia
Martin Tóth
Martin Gizela
ročník štúdia: **štvrtý**

Obsah

Úvod	4
1 Problematika a prehľad literatúry	5
1.1 Arduino Mega 2650	5
1.2 Krokový motor	6
1.3 Laser	7
1.4 Relé	7
1.5 Displej s kvapalnými kryštálmi (LCD)	7
2 Ciele práce	8
3 Materiál a metodika	9
3.1 Konštrukcia (hardware)	9
3.2 Program (software)	11
3.2.1 Program pre arduino	11
3.2.2 Program pre počítač	11
4 Výsledky práce	13
5 Diskusia	14
6 Závery práce	15
6.1 Záver konštrukcie	15
6.2 Záver programovania	15
7 Zhrnutie	17
8 Resumé	18
9 Zoznam použitej literatúry	19
10 Prílohy	20

Zoznam značiek, skratiek a symbolov

Laser = skratka z anglického „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“

PWM = skratka z anglického „Pulse width modulation“

UART = skratka z anglického „Universal asynchronous receiver-transmitter“

USB = skratka z anglického „Universal Serial Bus“

ICSP = skratka z anglického „in-circuit serial programming“

LCD = skratka z anglického „Liquid crystal display“

PNG = skratka z anglického „Portable Network Graphics“

CNC = skratka z anglického „Computer Numeric Control“

Zoznam grafov, tabuliek a ilustrácií

Obr.1 Fotka gravírovača	Úvod
Obr.2 Pohľad na arduino mega 2560 zhora	1.1 Arduino Mega 2560
Obr.3 Fotka práce na konštrukcii gravírovača	3.1 Konštrukcia (hardware)
Obr.4 Obrázok programu pre počítač	3.2.2 Program pre počítač
Obr.5 Doska plošných spojov ktorú sme vytvorili	10 Prílohy
Obr.6 Návrh dosky plošných spojov	10 Prílohy
Obr.7 Schéma dosky plošných spojov	10 Prílohy
Obr.8 Výsledok gravírovania loga školy	10 Prílohy
Obr.9 Výsledok gravírovania fotografie Machu Picchu	10 Prílohy
Tab.1 Zoznam a popis príkazov ktoré arduino vie spracovať	10 Prílohy
Link1 Video testovania pohybu gravírovača	10 Prílohy
Link2 Video testovania gravírovania č.1	10 Prílohy
Link3 Video testovania gravírovania č.2	10 Prílohy

Úvod

Rozhodli sme sa pre tento projekt z dôvodu, že sme chceli skonštruovať niečo praktické, čo by sa nám v budúcnosti zišlo, niečo kde by sme si vedeli overiť naše skúsenosti a zároveň niečo, čo nás zaujíma. Chceli sme si skúsiť, aké to je vytvoriť celý prístroj od základov, či už jeho konštrukčnú (hardwarovú) časť, alebo jeho programovú (softwarovú) časť.

Naším cieľom bolo vytvoriť gravírovač, ktorý by zvládol gravírovanie do dreva pomocou laseru, a obrázky ktoré by gravíroval by používateľ zadával na počítači. Zároveň sme sa snažili použiť súčiastky, ktoré boli cenovo dostupnejšie.

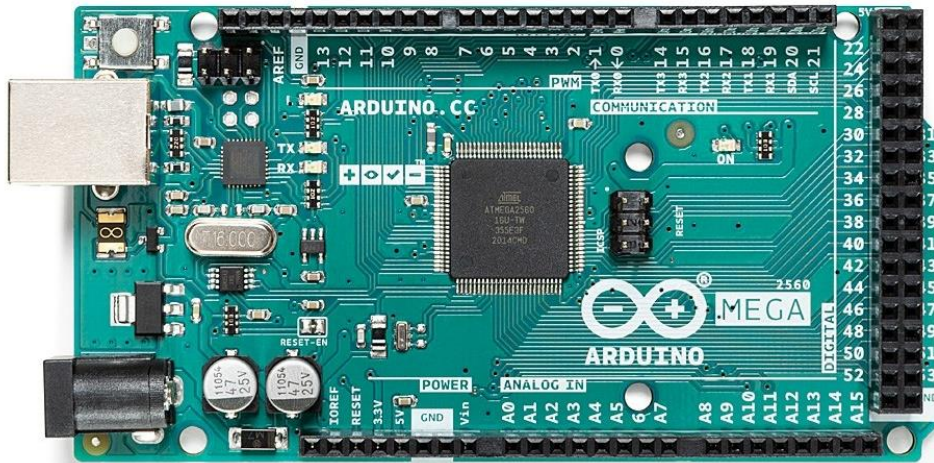


Obr.1 Fotka gravírovača

1 Problematika a prehľad literatúry

V problematike a prehľade literatúry si povieme o súčiastkach, ktoré sme použili a ich teoretický rozbor. Budeme sa podrobnejšie zaoberať arduinom, konkrétne Arduino Mega 2560, krokovým motorom, laserom, relé a LCD.

1.1 Arduino Mega 2560



Obr.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 (obr.2) je mikrokontrolér založený na ATmega2560. Má 54 digitálnych vstupno/výstupných pinov (z toho 15 možno použiť ako PWM výstupy), 16 analógových vstupov, 4 UART (hardvérové sériové porty), 16 MHz kryštálový oscilátor, USB pripojenie, napájací konektor, ICSP header, a resetovacie tlačidlo.

Mikrokontrolér (μC z angl. microcontroller, MCU z angl. microcontroller unit) je monolitický integrovaný obvod obsahujúci úplný mikropočítač. Na jednom čipe je integrovaný procesor, pamäťový systém aj periférne obvody a na svoj beh tak nevyžaduje ďalšie podporné obvody. Mikrokontroléry sa spravidla vyznačujú veľkou spoľahlivosťou a kompaktnosťou, bývajú súčasťou vnorených systémov a využívajú sa predovšetkým pre jednoúčelové aplikácie v oblasti riadenia, regulácie a pod.

Mikrokontroléry sa používajú najmä na jednoduché riadiace aplikácie (aj jednoduché spracovanie signálov – DSP), kde nezáleží príliš na výpočtovom výkone ale je podstatná nízka cena. Obvykle sa používajú ako vstavané zariadenia, t. j. hlavne v koncových aplikáciách. Nezriedka sa v bežných zariadeniach spotrebnej aj priemyselnej elektroniky používa väčšie množstvo špecializovaných mikrokontrolérov, napr. jeden môže riadiť sekciu

motorov a aktuátorov, iný riadi displej a sleduje tlačidlá, ďalší riadi celkovú funkciu, vrátane predchádzajúcich dvoch, a pod.

Vysokovýkonný mikrokontrolér Atmega2650, 8-bitový mikročip AVR® RISC s nízkou spotrebou energie kombinuje 256 KB ISP flash pamäte, 8 KB SRAM, 4 KB EEPROM, 86 všeobecných vstupno/výstupných liniek, 32 všeobecných pracovných registrov v reálnom čase. počítadlo, šesť flexibilných časovačov/počítačov s porovnávacími režimami, PWM, štyri USARTy, bajtovo orientované dvojvodičové sériové rozhranie, 16-kanálový 10-bitový analógovo/digitálny prevodník a rozhranie JTAG na ladenie na čipe. Zariadenie dosahuje priepustnosť 16 MIPS pri 16 MHz a pracuje medzi 4,5-5,5 V.

Vykonávaním výkonných inštrukcií v jednom hodinovom cykle dosahuje zariadenie priepustnosť blížiacu sa jednému MIPS na MHz, čím vyrovnáva spotrebu energie a rýchlosť spracovania.

1.2 Krokový motor

Krokový motor je synchronný stroj, väčšinou napájaný impulzmi jednosmerného prúdu. Magnetické pole je generované postupným napájaním jednotlivých pólových dvojíc. Pohyb rotora krokového motora je pri nízkych rýchlostiach nespojitý, rotor sa pohybuje medzi stabilnými polohami vždy v určitom uhle – hovoríme o pohybe v krokoch. Počet krokov (stabilných kľudových polôh) je daný počtom pólových dvojíc, taktiež môže byť ovplyvnený spôsobom ovládania. Na pohyb tohto motora je vždy potrebná riadiaca elektronika – ovládač krokového motora. K mechanickému kontaktu a teda oteru nedochádza pri krokových motoroch inde ako v ložiskách. Vyznačujú sa preto veľkou mechanickou odolnosťou, dlhou dobou života a prevádzkou takmer bez údržby. Nevýhodou krokových motorov je tzv. strata kroku, ktorá nastáva pri prekročení medzného zaťaženia a sklon k mechanickému zakmitávaniu, ktoré môže viesť k nestabilite pri pohybe. Obe tieto negatívne vlastnosti je možné vopred vylúčiť voľbou vhodného motora a ovládača s prihliadnutím na momentové charakteristiky pohonu.

1.3 Laser

Laser je zdroj monochromatického koherentného svetla, ktorý vznikne umiestnením zosilňovača svetla do optického rezonátora naladeného na príslušnú vlnovú dĺžku.

Zosilnenie svetla vzniká vďaka stimulovanej emisii. Ide vlastne o druh luminiscencie, pričom elektróny z vybudených stavov neprechádzajú na základné stavy za sprievodu vyžiareného fotónu spontánne (náhodne) ale vplyvom interakcie s iným fotónom zodpovedajúcej vlnovej dĺžky. Takto vyžiarený „nový“ fotón má rovnakú frekvenciu aj fázu ako „pôvodný“ fotón. Vďaka umiestneniu do rezonátora (najčastejšie Fabry-Perotov, t. j. dve rovnobežné zrkadlá), spontánne vyžiarený fotón opakovane prechádza materiálom, vyvoláva stimulovanú emisiu a takto vznikajúce fotóny vyvolávajú ďalšiu stimulovanú emisiu – dochádza k lavínovému efektu. Pochopiteľne, spontánna emisia prebieha aj naďalej a po určitom čase môže prevážiť „balík“ fotónov pochádzajúci od iného spontánne vyžiareného fotónu. Tento čas (v jeho priemernej hodnote) udáva koherentnú dĺžku.

Niektoré druhy laserov je možné „ladiť“ (meniť vlnovú dĺžku vyžiareného svetla) v úzkom rozsahu, ak sa zabezpečí zhoda rezonančnej vlnovej dĺžky rezonátora a oblasti zosilnenia aktívnej látky.

1.4 Relé

Relé je súčiastka, ktorá pozostáva zo spínača a cievky (elektromagnetu), ktorá pôsobením elektrického prúdu (prípadne svetla alebo tepla) v jednom obvode zapne alebo preruší elektrický prúd v druhom elektrickom obvode. Relé sa používa na riadenie malých zariadení ako osvetlenie alebo signálne systémy.

1.5 Displej s kvapalnými kryštálmi (LCD)

Displej s kvapalnými kryštálmi alebo zobrazovač z tekutých kryštálov alebo displej z tekutých kryštálov, (angl. liquid crystal display, skratene LCD) je tenké a ploché zobrazovacie zariadenie skladajúce sa z veľkého počtu farebných alebo čiernobielych pixelov zoradených pred zdrojom svetla, alebo reflektorom. Vyžaduje pomerne malé množstvo el. energie, preto je vhodný pre použitie v prístrojoch bežiacich na elektrické batérie.

2 Ciele práce

Naším hlavným cieľom bolo sa čo najviac priblížiť priemyselným CNC gravírovačom. Chceli sme vyhotoviť funkčný model gravírovača, ktorý by bol ľahko ovládateľný, celkom presný a cenovo dostupný. Zároveň sme chceli vytvoriť aj program pre počítač ktorý by ovládal gravírovač a ktorý by bol ľahko použiteľný pre používateľov. Taktiež sme nechceli, aby bol gravírovač veľmi veľký, ale skôr menší, ľahší a prenosnejší. Taktiež sme chceli aby bol mal náš gravírovač elegantný dizajn, s cieľom čo najviac ušetriť materiál. Ešte bolo cieľom pridať aj núdzové tlačidlo, vďaka ktorému by v prípade poruchy bolo možné celý gravírovač núdzovo vypnúť.

Jedným z našich ďalších cieľov je vylepšiť gravírovač pomocou nového lasera, aby zvládal nie len gravírovanie do dreva, ale aj do plechov, a zároveň aby s ním bolo možné aj rezať drevo. Ďalším cieľom do budúca je pridať ochranný kryt na laser, ktorý by mal UV filter. Taktiež sme chceli pridať odvetrávanie pri lasery, aby výpary z vypáleného materiálu nevstupovali do šošovky laseru a tým sa chránila šošovka laseru a účinnosť laseru.

3 Materiál a metodika

V časti materiál a metodika sa budeme zaoberať konštrukciou celého gravírovača a taktiež programom ktorý sme vytvorili pre ovládanie gravírovača. Popíšeme materiál ktorý sme použili, postup pri práci ale aj z čoho sa to skladá a čo sa približne kde nachádza.

3.1 Konštrukcia (hardware)



Obr.3 Práca na konštrukcií

Na konštrukciu sme zvolili materiál hliník, hlavne kvôli jeho váhe. Keďže sme chceli niečo, čo by bolo prenosné, museli sme zredukovať váhu.

Ako prvé sme si rozrezali hliníkový panel na konkrétne kusy, ktoré tvoria hlavnú podstavu. Do týchto panelov sme neskôr vyvrtali diery, vďaka ktorým sme prichytili nosník osi X. Nosník osi X tvorí dutá hliníková tyč štvorcového tvaru, na ktorú sme upevnili guľčkovú koľajnicu. Pre guľčkovú koľajnicu sme sa rozhodli kvôli jej presnosti a ľahkému pohybu. Na tejto koľajnici je upevnená konštrukcia na úchyt krokových motorov a úchyt nosníka pre os Y, ktorá je tiež vytvorená z hliníkového panelu. Taktiež sú na nej upevnené aj koncové snímače polohy pre os X. Nosník osi Y taktiež pozostáva z dutej hliníkovej tyče štvorcového tvaru, na ktorej je upevnená ďalšia guľčková koľajnica. Na tejto guľčkovej koľajnici je uchopenie pre laser, ktorého výška je manuálne nastaviteľná, a zároveň tam sú uchytené aj koncové spínače pre os Y.

Na konštrukcii sú uchopené remene, vďaka ktorým je umožnený pohyb lasera po X-ovej a Y-ovej osi. Taktiež sa tam nachádzajú aj vodiace koľajnice na káble, ktoré idú pozdĺž osí X a Y.

Taktiež sme pripevnili krokové motory, koncové snímače polohy a laser na miesto a káble vedúce k nim sme naviedli cez vodiace koľajnice na káble. Vodiace koľajnice na káble sme sa rozhodli použiť kvôli lepšiemu dizajnu a väčšej bezpečnosti.

Z boku je uchytený rozvádzač, v ktorom sa nachádza hlavná časť elektroinštalácie vrátane Arduina, LCD, núdzového tlačidla atď.

3.2 Program (software)

Program pozostáva z dvoch častí, z jedného programu, ktorý je uložený v arduino a druhý ktorý je na počítači. Programy sú navrhnuté tak aby program z počítača vedel komunikovať s programom v arduino a naopak.

3.2.1 Program pre arduino

Program v arduino má za úlohu ovládať gravírovač a jeho hlavné časti ako napríklad pohyb krokových motorov alebo silu lasera. Jeho úlohou je taktiež kontrolovať koncové snímače polohy a zároveň ovládať ventilátor alebo výpis na LCD. Vďaka sériovej komunikácii medzi počítačom a arduinom prijíma text z počítača, ktorý najprv skontroluje, či je príkaz, ak je príkaz, skontroluje či taký príkaz existuje a ak existuje tak začne vykonávať danú funkciu.

3.2.2 Program pre počítač

Program na počítač sa skladá z viacerých častí. Prvou časťou je možnosť úprava fotiek ktoré chceme vygravírovať. Vloženú fotku program automaticky najprv premení do sivej škály, takže obrázok ktorý bude v programe je už rovno pripravený na gravírovanie. Ďalej sa dajú nastavovať veľkosť v pixeloch, čo určí aj veľkosť vypáleného obrázka na dreve, možnosť zapnúť mód, kedy bude použitá škála čiernej a bielej a zároveň sa dá nastaviť od akých tmavých pixelov má meniť na biele, a zvyšok zmení na čierne. Taktiež je tam ešte možnosť invertovať farby a posúvať celú škálu obrázka hore alebo dole (obrázok bude svetlejší/tmavší). Nakoniec tam je ešte možnosť premeniť celkom priehľadné pixely, ak bol vložený obrázok formátu napríklad PNG, na čierne, keďže ich program základne mení na biele.

Ďalšou časťou je samotné pripájanie na arduino. V tejto časti sa dá zvoliť daný sériový port, na ktorom sa gravírovač nachádza a následne sa pokusí na neho pripojiť do 10 sekúnd. V prípade že pripojenie bude úspešné, bude možné komunikovať s arduinom, v opačnom prípade sa počítač nenapojí a bude sa to dať skúsiť znova.

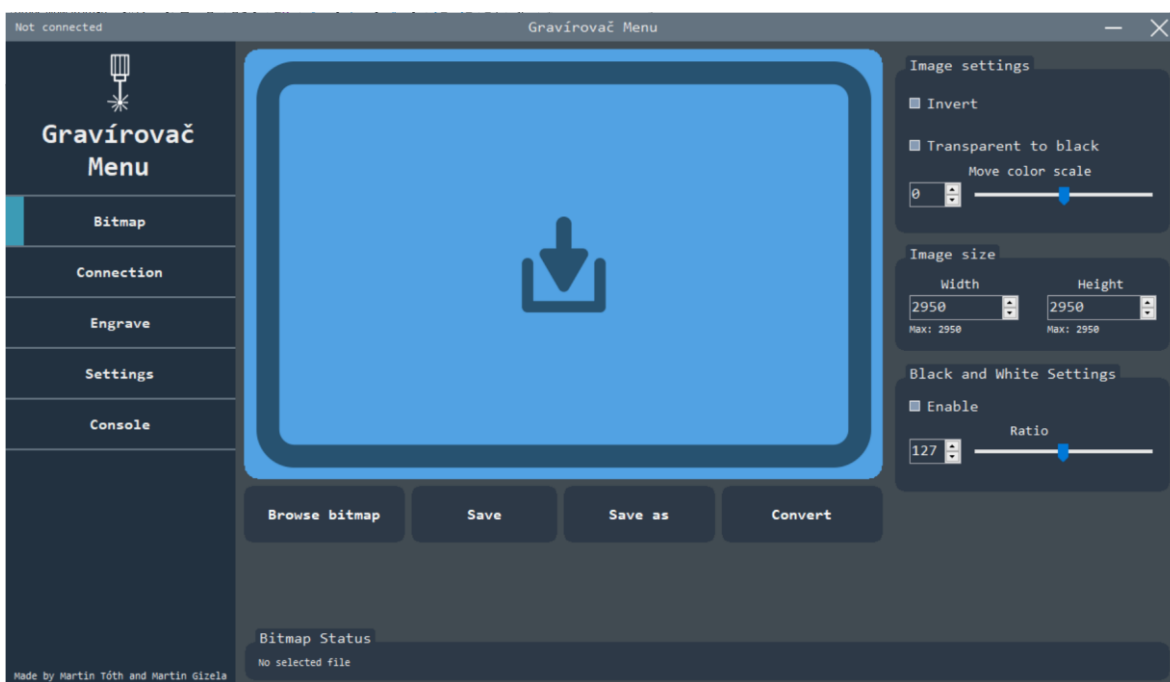
V tretej časti programu sa dá spustiť samotné gravírovanie obrázka. Program nedovolí začať gravírovať ak chýba obrázok alebo/a zároveň chýba pripojenie na gravírovač. Taktiež sa tam nachádza približný prehľad o tom ako to bude vyzeráť hotové na dreve.

V prípade ak nastane chyba pri gravírovaní, celý proces sa zastaví (napríklad počas gravírovania sa dotkne niektorých z koncových snímačov polohy).

Štvrtú a predposlednú časť tvorí nastavenie rôznych parametrov pre gravírovač, ako je napríklad celková plocha gravírovača v milimetroch, odstup ktorý si má laser držať od úplného kraja (koncevých snímačov polohy), počet krokov na jeden milimeter, veľkosť vypáleného miesta (veľkosť jedného pixelu) v milimetroch, rýchlosť pohybu lasera a chladenie. Väčšinu týchto vecí treba nakalibrovvať pred spustením gravírovača pre správne fungovanie.

Nakoniec je tam konzola, ktorá zobrazuje komunikáciu medzi arduinom a počítačom. Táto konzola môže pomôcť odhaliť nejaké chyby a zároveň sa z nej dajú manuálne zadať príkazy pre arduino na otestovanie.

Program bol vytvorený vo visual studio 2022, so štruktúrov .NET framework/C#. Všetko v programe je popísané po anglicky, aby bol dostupný pre širšiu verejnosť a možnosť prepínať jazyk tam nie je. Taktiež sme sa snažili program nadizajnovať tak, aby bol ľahko ovládateľný.



Obr.4 Obrázok programu pre počítač

4 Výsledky práce

Náš gravírovač funguje tak, že na počítači si užívateľ najprv zvolí obrázok ktorý chce vygravírovať a zadá ho do programu. Následne sa uistí v nastaveniach, že je všetko nastavené a nakalibrované správne. Potom si upraví obrázok podľa potreby a napojí sa na gravírovač. Po napojení gravírovača môže dať začať gravírovať. Program začne meniť obrázok na príkazy pre gravírovač, vďaka ktorým začne hýbať laserom na dané pozície kde musí niečo vypáliť. V nastaveniach sa dá nastaviť veľkosť celkovej plochy gravírovača, veľkosť okrajov, veľkosť jedného pixela, počet krokov v 1 milimetry, rýchlosť a chladenie gravírovača. Obrázok z počítača nie je posielaný do gravírovača, do gravírovača sú posielané už iba povely pre gravírovač, ktoré sú robené spätnou komunikáciou (spätnou komunikáciou rozumej to, že počítač čaká na odpoveď gravírovača, či bol schopný povel vykonať alebo nie, a následne pokračuje ďalej).

Výsledkom gravírovača je vypálený obrázok do dreva. V prípade nejakej poruchy sa gravírovanie preruší, aby nedošlo k poškodeniu gravírovača. Taktiež sa tam nachádza aj tlačidlo na núdzové vypnutie v prípade, ak by sa arduino zaseklo alebo ak by to bolo nutné. Veľkosť vypáleného obrázka bude podľa toho, ako bol obrázok nastavený v programe pre počítač.

5 Diskusia

Pre ovládanie gravírovača sme mohli použiť napríklad aj raspberry pi, ktoré funguje ako malý počítač a zvládne robiť viac funkcií naraz, čo by urýchlilo a pravdepodobne aj spresnilo proces gravírovania, rozhodli sme sa pre arduino kvôli tomu, že sme s ním už pracovali. Zároveň kvôli nedostupnosti polovodičových súčiastok na trhu v tomto období by bolo ťažké zohnať raspberry pi, a zároveň aj viac nákladné. Aj keby bolo lepšie kúpiť raspberry pi oproti arduino, z týchto dôvodov sme sa radšej rozhodli pre arduino.

Na arduino sme taktiež kúpili CNC shield, ktorý má za úlohu pomocou ovládačov ovládať krokové motory. Nanešťastie nie je kompatibilný s arduino mega a treba robiť prepoje aby fungoval aj na arduino mega. Snažili sme sa nájsť náhradu pre tento CNC shield, ale väčšina zaberala všetky piny, čo nám nevyhovovalo, preto sme sa radšej rozhodli urobiť dosku plošných spojov, ktorá je nasaditeľná na arduino mega a urobí potrebné prepoje aby CNC shield fungoval aj pre arduino mega, a zároveň ostanú piny ktoré sa dajú využiť na niečo iné.

Čo sa týka krokových motorov, tie sme veľmi nevyberali, ale namiesto kusovej kúpi sme našli balenie kde sa nachádzali 3 krokové motory, ovládače na krokové motory, koncové snímače polohy a taktiež už spomínaný CNC shield. Vyšlo nás to oveľa výhodnejšie a zároveň dané krokové motory (17HD48002H-22B) majú uhol kroku 1.8 stupňa, čo je celkom dobré kvôli presnosti.

Laser ktorý sme zvolili pre náš gravírovač sme zvolili kvôli jeho malej veľkosti, kvalite a cene. Aj keď jeho výkon je len 10 wattov, pre náš projekt kde nám stačí gravírovať do dreva je dostačujúci a zároveň sme ho opäť zvolili aj kvôli cene, keďže sme sa snažili urobiť gravírovač, ktorý by bol cenovo dostupnejší.

Pre ovládanie gravírovača cez program na počítači sme sa rozhodli kvôli tomu, lebo sme usúdili, že to bude bezpečnejšie, a zároveň ľahšie pre používateľov. Táto možnosť vyzerala ako jedna z najlepších pre náš projekt, a preto sme sa rozhodli práve pre túto možnosť.

6 Závěry práce

V tejto časti sa budeme venovať problémom ktoré nastali počas konštruovania gravírovača, alebo počas vytvárania programu pre gravírovač, a náš názor na riešenie s ktorým sme daný problém vyriešili.

6.1 Záver konštrukcie

Jeden z prvých problémov pri konštrukcii bolo spojzdenie krokových motorov. Snažili sme sa prísť na príčinu prečo sa naše krokové motory nechcú hýbať a zistili sme, že CNC shield ktorý používame na ovládanie krokových motorov nie je kompatibilný s naším arduinom (arduino mega). Ako prvé riešenie sme skúsili nájsť nový CNC shield ktorý by bol kompatibilný s naším arduinom, ale ani jeden nám nevyhovoval. Ďalšie riešenie bolo skúsiť pomocou káblikov prepojiť CNC shield inak ako je stavaný, aby fungoval na arduino mega a to sa nám podarilo. Káblíky boli iba dočasné riešenie, ktoré sme nahradili doskou plošných spojov (obr.5 6 a 7), vďaka ktorej sme urobili potrebné prepojenie bez káblikov.

6.2 Záver programovania

Prvý problém ktorý nastal pri programovaní bolo napojenie počítača na arduino cez program na počítači. Pre toto riešenie sme použili komponent zvaný Serial Port ktorý umožňuje sa napojiť na sériový port a komunikovať so zariadeniami, ktoré sú na ňom napojené. Potom sme si na skúšku vytvorili zvlášť program aby sme otestovali, či táto komunikácia je úspešná tak, že daný program mal za úlohu zapínať len 3 rôzne ledky. Poslali sme čísla podľa toho, ktoré tlačidlo sme v programe na počítači stlačili do arduina, a na arduine sme vytvorili program ktorý mal tieto hodnoty prečítať a následne vykonať dané funkcie. Keďže tento test bol úspešný, neskôr sme to prerobili, aby to posielalo celé texty, a urobili sme program na arduino ktorý tieto texty dokáže spracovať a vykonať dané funkcie.

Ďalším problémom bola úprava fotiek. Zo začiatku sme plánovali laser, ktorý by gravíroval iba škálu čiernej a bielej, ale neskôr sme to zmenili na sivú škálu. Taktiež sme nechceli, aby sa ľudia museli ešte namáhať a upravovať fotky v inom softvéri pred tým ako ich vygravírujú, preto sme sa snažili zakomponovať základné úpravy, ktoré by používatelia mohli chcieť.

Ďalším problémom bolo už vyššie spomínané premieňanie textu, ktoré arduino prijíma cez sériový port, na príkazy a podľa nich vykonávať funkcie. Vytvorili sme pár

základných funkcií ako napríklad pohyb lasera, gravírovanie alebo funkciu na pripájanie ktorá ma za úlohu odpovedať počítaču že je pripojený. Každý príkaz sa začína so znakom „#“ vďaka ktorému arduino vie že pôjde o príkaz, a nasleduje nejaký príkaz napísaný veľkými písmenami bez diakritiky ako napríklad „STARTPOS“. Za týmto príkazom ide pomlčka a následne ďalšie informácie pre arduino ako napríklad rýchlosť pohybu lasera, kde každá informácia je oddelená pomlčkou, aby program vedel, že za pomlčkou začína ďalšia informácia. Toto riešenie bolo jedným z najlepších a najvýhodnejších, ktoré nás napadli, a preto sme ho použili.

7 Zhrnutie

Naším cieľom bolo zostrojiť funkčný model gravírovača, ktorý by sa čo najviac priblížil priemyselným CNC gravírovačom. Taktiež sme chceli, aby bol ľahší, prenosnejší, celkom presný, cenovo dostupný a ľahko ovládateľný. Taktiež sme sa ho snažili upraviť, aby mal pekný dizajn. Ku gravírovaču sme taktiež vytvorili 2 programy, jeden pre arduino mega ktoré riadi gravírovač a druhý pre počítač ktorý dáva príkazy gravírovaču a v ktorom sa vyberá fotka ktorú chce užívateľ vygravírovať.

Prácu sme si rozdelili na 2 hlavné časti, jedna časť bola konštrukcia celého gravírovača a zapojenie, a druhá bola program pre gravírovač a program pre počítač. Každý z nás mal na starosť jednu časť, ale zároveň sme si navzájom pomáhali.

Pri výrobe konštrukcie sme postupovali tak, že sme hliníkový panel rozrezali na konkrétne kusy, ktoré tvoria hlavnú podstavu. Na tieto kusy sme potom vyvrtali potrebné diery na úchyt nosníka osi X, ktorý pozostáva z dutej hliníkovej tyči štvorcového tvaru. Na túto tyč sme upevnili koľajnicu, na ktorú sme namontovali konštrukciu na úchyt krokových motorov a druhú tyč ktorá tvorí os Y. Na túto druhú tyč sme upevnili druhú koľajnicu, na ktorú sme namontovali konštrukciu na úchyt lasera. Potom sme na potrebné miesta primontovali koncové snímače polohy, vložili sme do konštrukcie remene vďaka ktorým je umožnený pohyb a z boku sme uchytili rozvádzač.

Pri písaní programu sme postupovali tak, že sme najprv vytvorili testovný program na pohyb krokových motorov, aby sme v prípade ich nefunkčnosti vedeli doobjednať nové kusy, potom sme vytvorili program pre počítač, ktorý má za úlohu premieňať obrázky na povely pre arduino, vďaka ktorým arduino vie o koľko krokov sa má posunúť a ktorým smerom. Potom sme vytvorili program pre gravírovač ktorý má za úlohu ovládanie krokových motorov, lasera, LCD a relé ktoré spína obvod pre ventilátor. Tento program má za úlohu zároveň snímať text na sériovom porte, a v prípade ak je tento text nejaký príkaz, tak podľa daného príkazu vykoná danú funkciu.

Zistili sme, že pri projekte ako je tento, kde sa používa už aj silnejší zdroj napätia ako len napájanie arduina, sa oplatí mať chladenie pre komponenty ktoré sa prehrievajú ako napríklad ovládače krokových motorov. Taktiež sme zistili, že guľčkové koľajnice sú oveľa presnejšie a sú perfektné pre projekty ako je tento.

8 Resumé

Our goal was to create a functional model of an engraving machine that would come as close as possible to industrial CNC engravers. We also wanted it to be lighter, more portable, accurate, affordable, and easy to operate. Additionally, we tried to modify it to have a nice design. We also created two programs for the engraver, one for the Arduino Mega which controls the engraver and another for the computer which sends commands to the engraver and where the user selects the image to be engraved.

We divided the work into two main parts, one part was the construction of the entire engraver and the wiring, and the other was the program for the engraver and the program for the computer. Each of us was responsible for one part, but we also helped each other.

In the construction process, we cut the aluminum panel into specific pieces that make up the main frame. We then drilled the necessary holes in these pieces to attach the X-axis carriage, which consists of a square-shaped hollow aluminum rod. We attached a rail to this rod and mounted the structure for holding the stepper motors and the second rod that makes up the Y-axis. We attached a second rail to this second rod, on which we mounted the structure for holding the laser. Then we mounted the limit switches in the required places, inserted belts into the structure to enable movement, and mounted the wiring on the side.

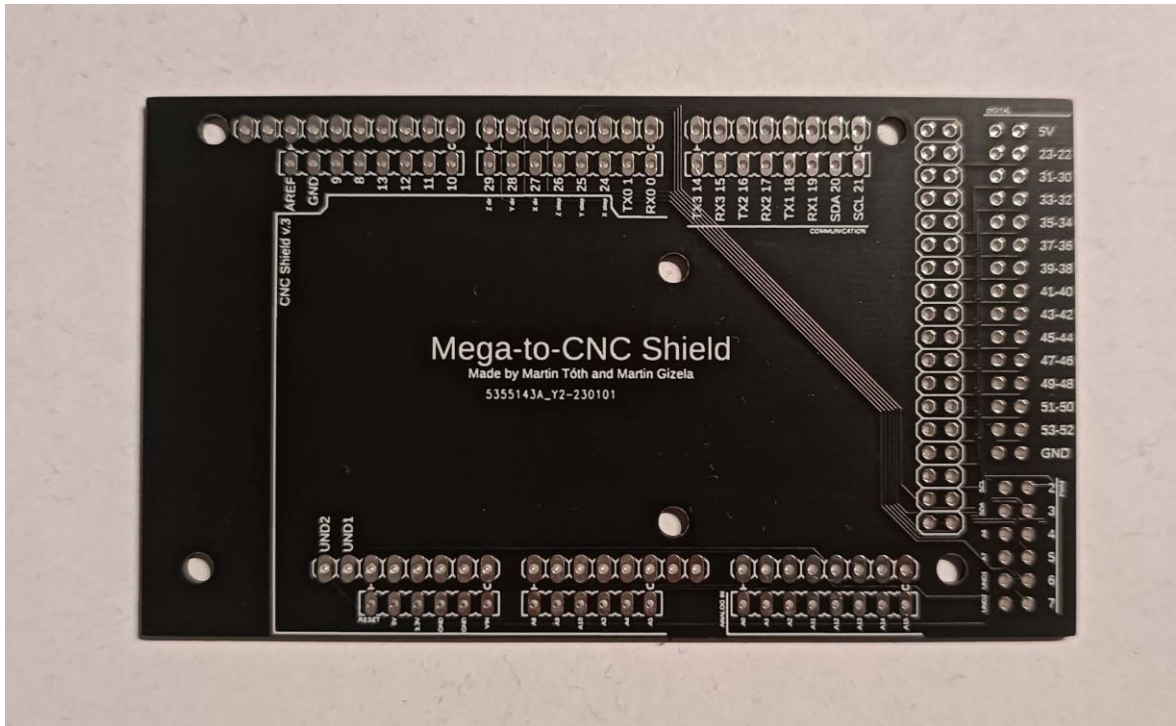
In writing the program, we first created a test program for the movement of the stepper motors so that in case of malfunction, we could order new parts. Then we created a program for the computer that converts images into commands for the Arduino, which tells it how many steps to move and in which direction. Then we created a program for the engraver, which controls the stepper motors, laser, LCD, and relay that switches the circuit for the fan. This program also reads text on the serial port and, if this text is a command, performs the corresponding function.

We found that in a project like this, where a stronger power source is used than just powering the Arduino, it is beneficial to have cooling for components that overheat, such as stepper motor drivers. We also found that ball-bearing rails are much more precise and are perfect for projects like this.

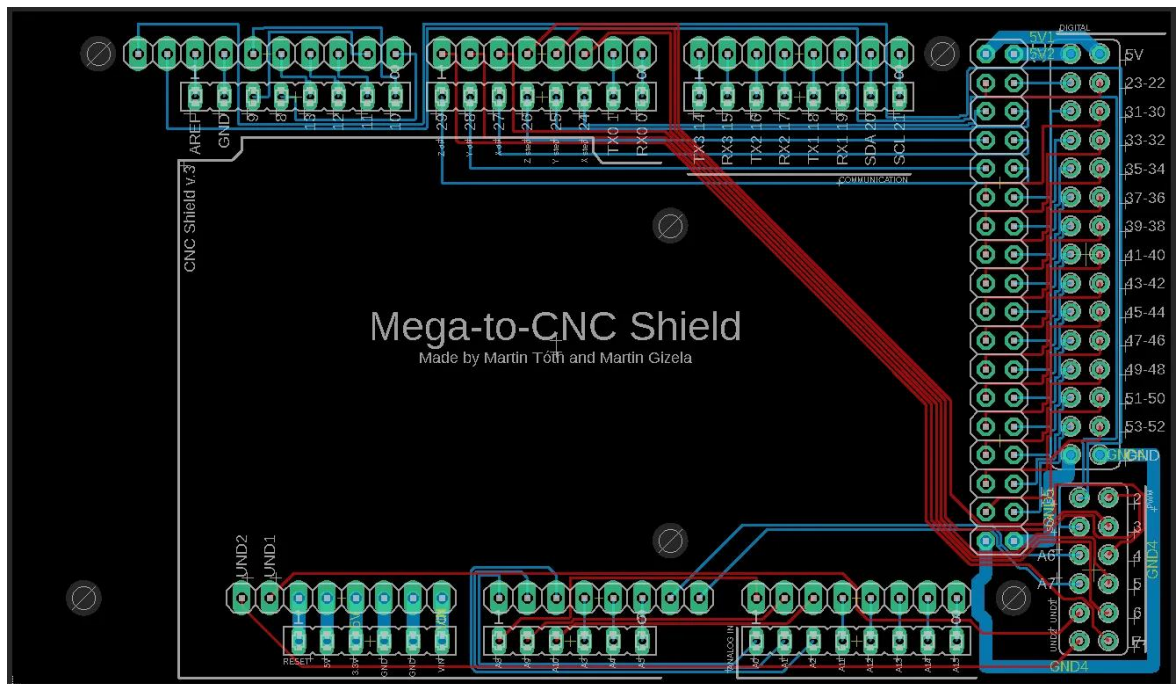
9 Zoznam použitej literatúry

- Arduino Documentation: Arduino Mega 2560 Rev3
<https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560> (13.2.2023)
- Mikrokontrolér – Wikipédia
<https://sk.wikipedia.org/wiki/Mikrokontrol%C3%A9r> (13.2.2023)
- ATmega2560 - Microchip Technology
<https://www.microchip.com/en-us/product/Atmega2560> (13.2.2023)
- Krokový motor – Wikipedie
https://cs.wikipedia.org/wiki/Krokov%C3%BD_motor (13.2.2023)
- Laser – Wikipédia
<https://sk.wikipedia.org/wiki/Laser> (13.2.2023)
- Relé – Wikipédia
<https://sk.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9> (13.2.2023)
- Displej s kvapalnými kryštálmi – Wikipédia
https://sk.wikipedia.org/wiki/Displej_s_kvapaln%C3%Bdmi_kry%C5%A1t%C3%A1lmi (13.2.2023)

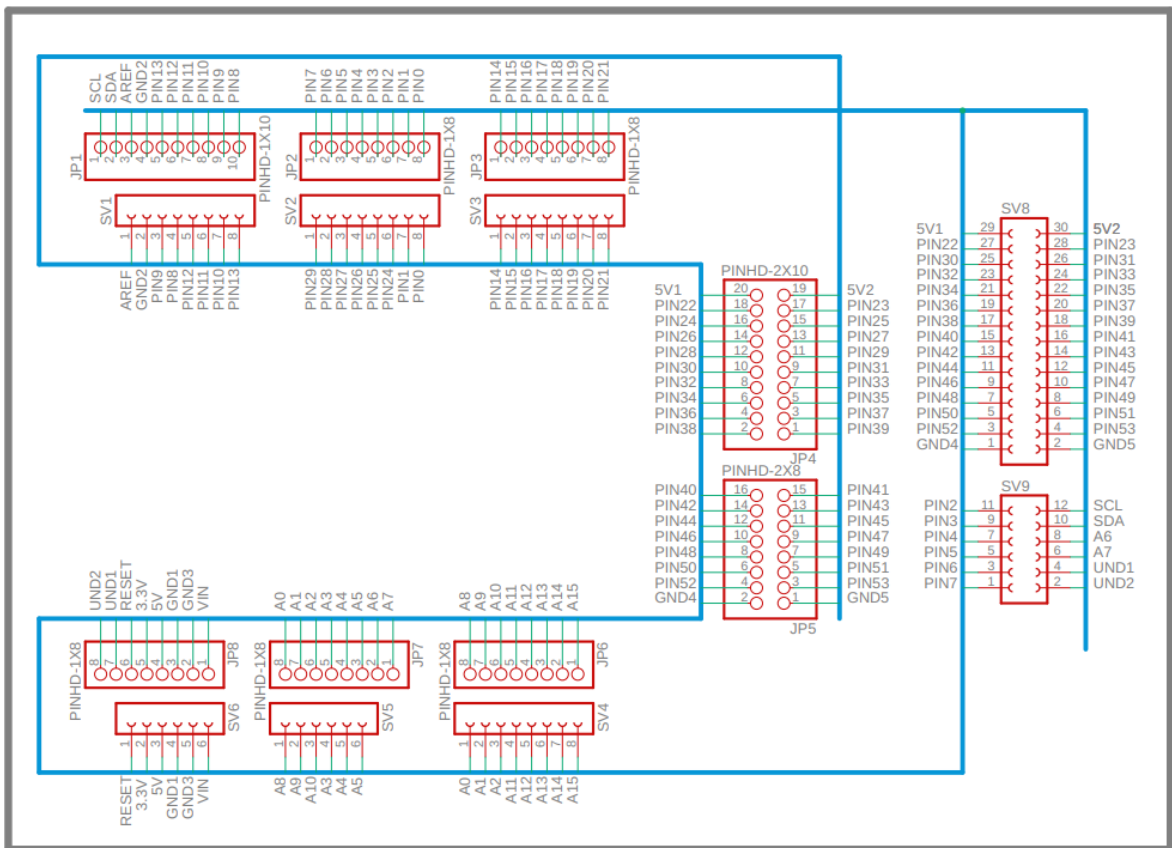
10 Prílohy



Obr.5 Doska plošných spojov



Obr.6 Návrh dosky plošných spojov



Obr.7 Schéma dosky plošných spojov



Obr.8 Výsledok gravírovania – Logo školy



Obr.9 Výsledok gravírovania – Krajinka

#STARTPOS-rýchlosť	Posunie laser do pozície 0 na X-ovej osi a 0 na Y-ovej osi (štartovná pozícia) preddefinovanou rýchlosťou (dĺžka pauzy medzi jednotlivými krokmi)
#MOVETOPOS-smer-počet-rýchlosť	Posunie laser do daného smeru (0 = vpravo, 1 = vľavo, 2 = hore, 3 = dole, 4 = stop) o daný počet krokov preddefinovanou rýchlosťou
#ENGRAVE-smer-počet-sila lasera-rýchlosť	Posunie laser do daného smeru o daný počet krokov preddefinovanou rýchlosťou a na novom mieste vypáli laserom s určenou silou
#MEASURE-rýchlosť	Posunie laser do štartovnej pozície, zo štartovnej pozície sa presunie na opačnú stranu, a potom sa vráti do štartovnej pozície a vypíše dĺžku X-ovej a Y-ovej osi v krokoch (W = os X a H = os Y)
#DISPLAY-text1-text2	Vypíše daný text1 do prvého riadku LCD a text2 do druhého riadku LCD
#COOLING-stav	Zapne alebo vypne ventilátor podľa daného stavu (0 = zapnúť, 1 = vypnúť)

Tab.1 Zoznam a popis príkazov ktoré arduino vie spracovať

Link1 Video testovania pohybu gravírovača:

<https://www.youtube.com/watch?v=psQAmEW0tzE>

Link2 Video testovania gravírovania č.1:

<https://www.youtube.com/watch?v=voPItwjVplQ>

Link3 Video testovania gravírovania č.2:

https://www.youtube.com/watch?v=G_tnk7v_KQ0