

Úvod

Pre tému Návrh a riadenie CNC kresliaceho zariadenia som sa rozhodol pretože téma CNC zariadení je veľmi aktuálna a aj s pomocou tejto práce sa rozšíril môj prehľad o ich funkčnosti, možnostiach ich využitia, ich výhodách a nevýhodách.

CNC zariadenia alebo počítačom riadené stroje sú v dnešnej dobe na každom kroku. Je to hlavne kvôli zvýšeniu bezpečnosti, presnosti, rýchlosti a kvality výrobkov s ktorými stroj pracuje, počítač alebo riadiaca jednotka stroja dokáže na základe programu zadaného človekom vykonávať jednotlivé operácie v procese výroby výrobkov bez ďalšieho fyzického zásahu človeka. Nevýhodou sú však vyššie odborné znalosti potrebné pre zadávanie rôznych úloh CNC zariadeniu, túto nevýhodu dnes vieme odstrániť pomocou kognitívnych robotických zariadení, tie ale nie sú vhodné pre každého a tak sú CNC zariadenia stále veľmi aktuálne.

V praktickej časti mojej práce budem riešiť hlavne dizajn a polohu osí v karteziánskom systéme a ich funkčnosť, budem navrhovať spôsoby a materiálové riešenia pri zostrojení modelu, softwarové riešenie, riešenie riadiacej jednotky a samotného elektrického zapojenia.

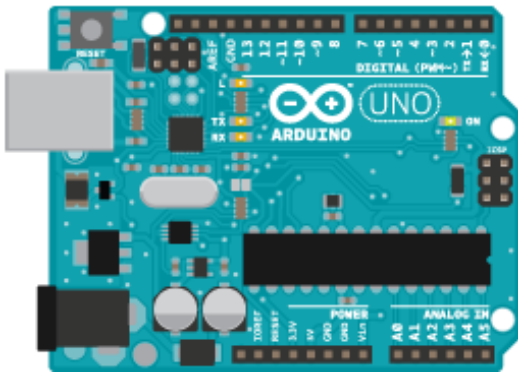
V teoretickej časti históriu a druhy podobných zariadení, výhody a nevýhody, porovnanie s inými typmi zariadení, použitie v praxi, typy ovládacích zariadení, návrh druhov a typov zariadení a mechanizmov použitých pri výrobe.

Výsledkom riešenia celej problematiky je model CNC kresliaceho zariadenia.

Cieľ práce

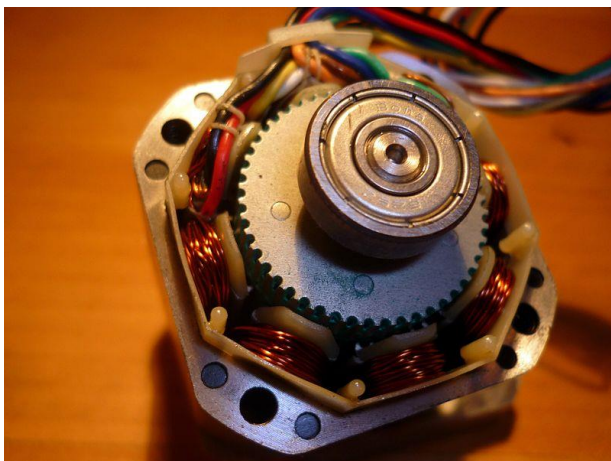
Hlavným cieľom práce je vyrobenie funkčného kresliaceho zariadenia ktoré má kresliť obrázky zadané osobou obsluhujúcou zariadenie. Vedľajšie ciele práce sú vyriešenie elektrického zapojenia, konštrukcie, riešenie riadenia a programu riadiacej jednotky.

Elektronické použité zariadenia



Obrázok 1 Arduino (Zdroj : <https://www.arduino.cc/>)

napájaním cievok ako jednotlivých pólových dvojíc. Pohyb rotora krokového motora je pri nízkych rýchlostiach nesúvislý, rotor sa pohybuje medzi stabilnými polohami vždy v určitom uhle - hovoríme o pohybe v krokoch. Počet krokov (stabilných kľudových polôh) je



Obrázok 2 Stator a rotor krokového motora
(Zdroj: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stepper_motor.jpg)

viest' k nestabilite pri pohybe.

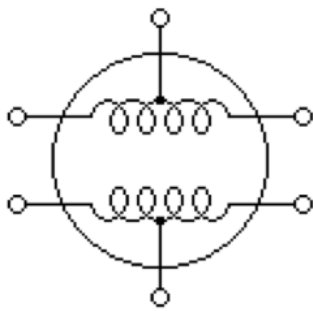
Arduino sme použili pre jeho jednoduchosť a kompatibilitu s veľkým množstvom zariadení vďaka tomuto je najvhodnejším typom riadiaceho zariadenia plusom je aj cenová hladina v ktorej sa pohybuje vďaka množstvu klonov.

Krokové motory

Krokový motor je synchronne krútiaci sa stroj, väčšinou napájaný impulzmi jednosmerného prúdu. Magnetické pole je generované postupným

daný počtom pólových dvojíc, tiež môže byť ovplyvnený spôsobom ovládania. K pohybu tohto motora je vždy potrebná riadiaca elektronika - ovládač krokového motora takzvaný budič. K mechanickému kontaktu a teda oteru nedochádza u krokových motorov 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

Unipolárne krokové motory Unipolárne krokové motory obsahujú dve cievky. Tie sú



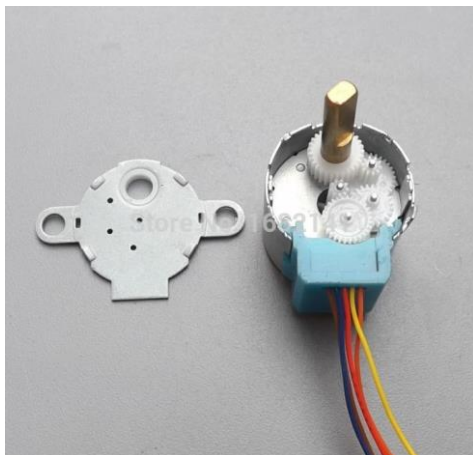
Obrázok 3 Unipolárny krokový motor

(Zdroj: <http://www.posterus.sk/?p=2840>)

identické a nie sú elektricky spojené. Každá z cievok má stredový vývod – ten vychádza zo stredu cievky medzi jej jedným a druhým koncom (Obr. 21). Pri unipolárnom riadení sa na vinutie pripája napätie vždy len jednej polarity. Pri praktickej realizácii je výhodou unipolárneho riadenia fáz jednoduchšie hardvérové riešenie. Stredné vodiče pripojíme ku kladnému pólu zdroja. Uzemňovaním jednotlivých koncov môžeme vytvoriť požadovanú sekvenciu na otáčanie motora. Keďže máme k dispozícii „4 cievky“ je tu možnosť

nastaviť rôzne sekvencie pre riadenie.

Krokový motor 27BYJ-48

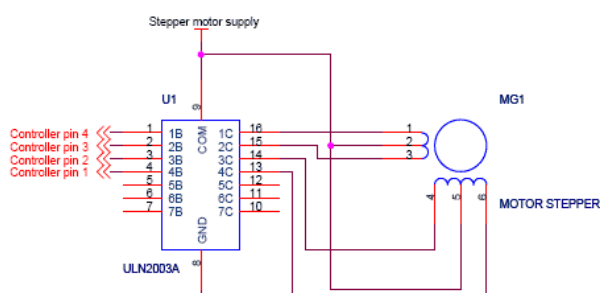


Obrázok 4 Krokový motor (Zdroj: <https://www.aliexpress.com/item/28BYJ-48-5V-4-Phase-5-Wire-DC-5V-Gear-Step-Stepper-Motor/32325029151.html>)

Pre túto prácu sme zvolili unipolárny krokový motor 28BYJ-48 z dôvodu jednoduchšieho riadenia. Je to motor napájaný 5V a je určený pre použitie jednosmerného prúdu. Medzi výhody tohto krokového motora patrí jednoduché otočenie o ľubovoľný uhol, veľká sila aj v kľudovej polohe, alebo okamžitá odozva pri spustení alebo zastavení motora. Charakteristika: 32 krokov na otáčku motora prevod 64:1 2048 krokov na otáčku hriadeľa, 512 priebegov zodpovedá 360°, Frekvencia 100Hz, Samočinný krútiaci moment > 34,3mN.m, Krútiaci moment 600-1200 g / cm , Vytiahne krútiaci moment

300 gf.cm, Izolovaný odpor > 10MΩ (500 V), Izolačný stupeň A, Hluk <35 dB (120 Hz, bez zaťaženia, 10 cm)

6.2.4 Rozhranie krokového motora

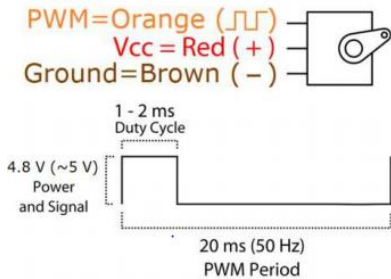


Obrázok 5 Pripojenie krokového motora pomocou ULN 2003 (Zdroj: <https://krokovye-motory.webnode.sk/>)

Ako budič pre tento motor budeme používať ULN 2003 APG v tomto zapojení (Obr.24). Budič pozostáva zo 7 tranzistorov NPN, vstupný odpor je 2,7 kΩ, maximálny výstupný prúd je 500 mA, vstupné napätie je od 0,5 do 30 V, napätie na diódu v závernom smere 50V, maximálny prúd na diódu 500mA.

Servo

V práci používame jednoduché Servo na zapínanie a vypínanie pera-koncového zariadenia. Servo SG-90 použité v práci sa môže otáčať približne o 180 stupňov (90 v každom smere) a funguje rovnako ako štandardné druhy ale je menšie. Je to jednoduché



servo bez spätnej väzby riadi sa dĺžkou impulzu. Poloha "0" (pulz 1,5 ms) je stredná, "90" (~ 2 ms impulz) je úplne doprava, "-90" (~ 1 ms pulz) je celá cesta doľava. Charakteristika : Napätie 4,6V -6 V, Krútiaci moment 2,5 kg/cm.

Zdroj

Základom je zdroj LC-A350ATX ktorý je vybraný z počítača

Obrázok 6 Impulz servomotora a označenie vstupov do serva SG-90

(Zdroj: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf)

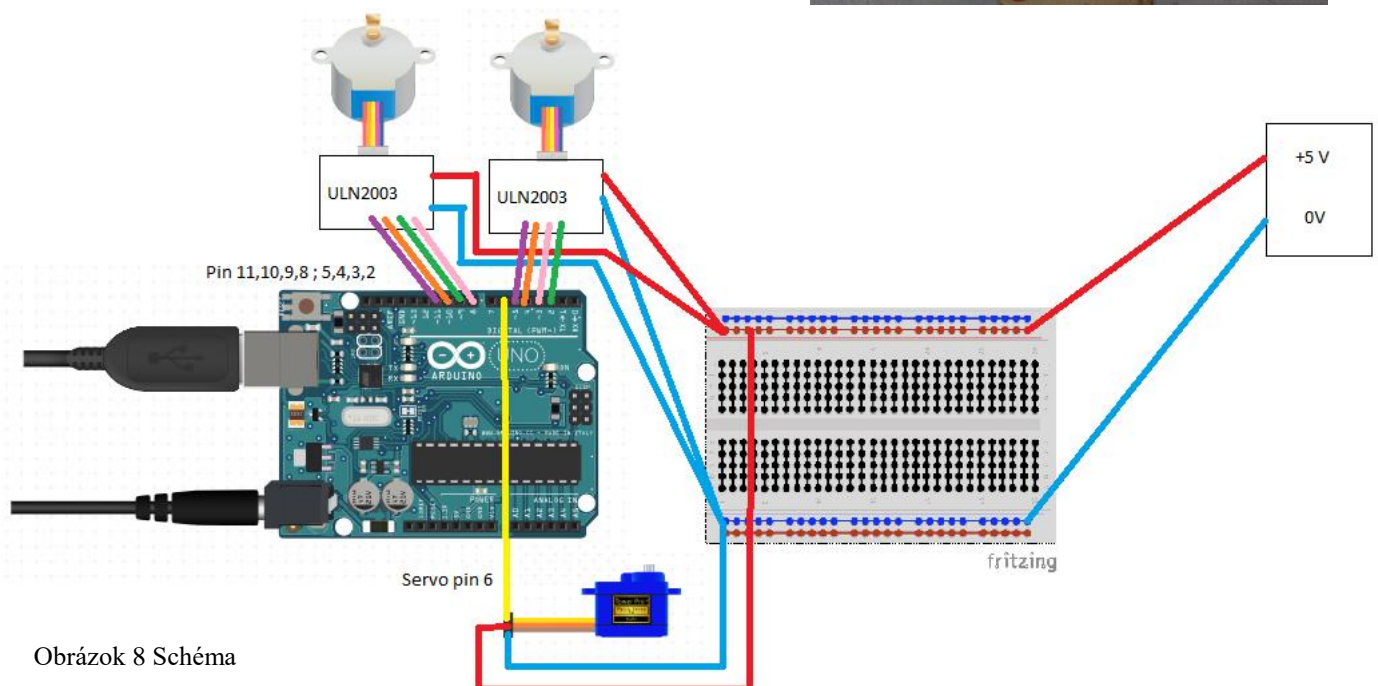
poskytuje výstup na 3.3V, 5V, 12V, -5V,-12V. Po vymontovaní zdroja zo starého počítača sme zospájkovali zelený vodič a čierny vodič tým sme ho uzemnili zelený vodič

slúži na elektronické zapnutie zdroja. Následne sme pocínovali všetky konce vodičov a vodiče rovnakej farby sme dali do jedného vstupu čokoládky.

Obrázok 7 Popis vodičov zdroja LC-A350ATX (Zdroj: <https://microdream.co.uk/tsunami-lc-a350atx-atx-350w-psu-power-supply.html#.XBYJclxKjIU>)



Elektrická schéma a jej zapojenie



Obrázok 8 Schéma

Pomocou schémy zapojíme obvod. Arduino ako riadiaca jednotka posiela cez pin 6 riadiaci impulz do servomotora ktorý je pripojený na zdroj 5V, ďalej cez piny 2,3,4,5 a 8,9,10,11 posiela informáciu budičom ktoré budia jednotlivé vynutia na krokovom motore výsledkom je riadený pohyb krokových motorov a servomotora krokové motory su tiež napájané 5V napätím zdroja, arduino je napájané skrz dátový kábel z počítača.

Program

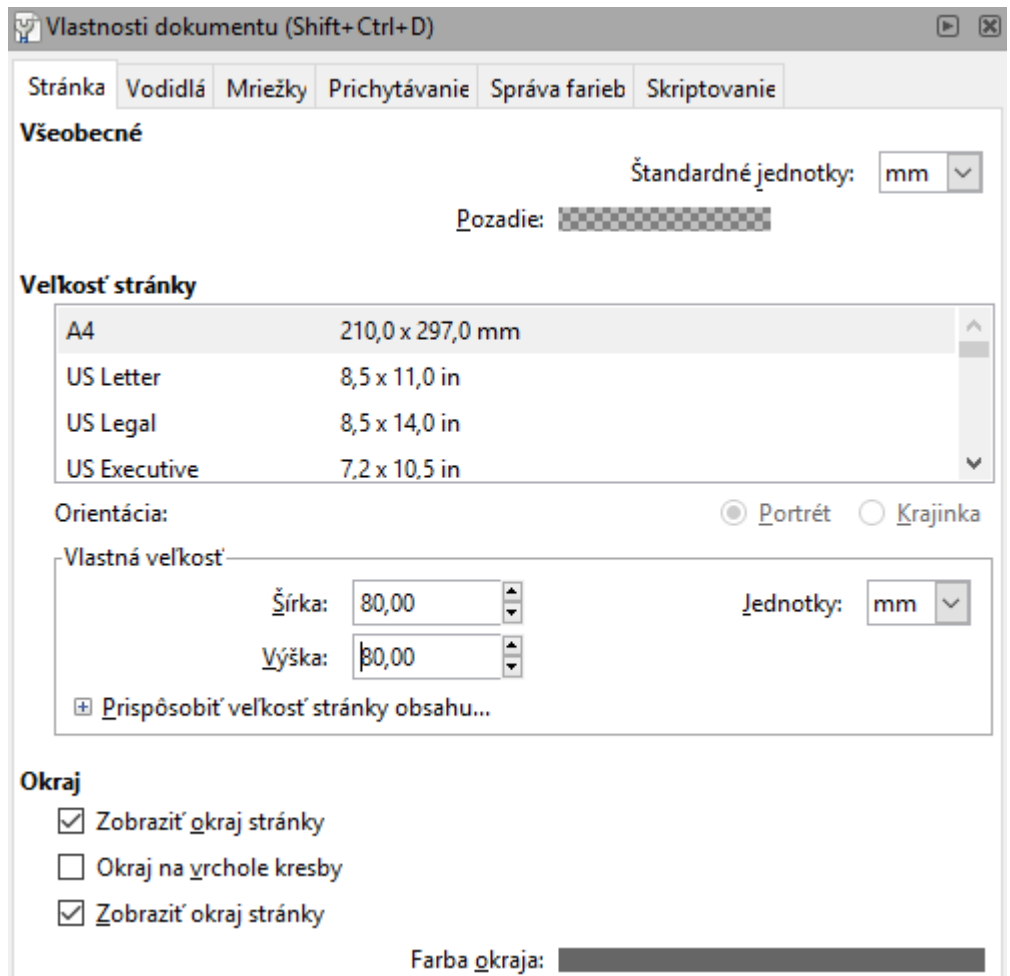
Program nahraný v arduino vykonáva pokyny z programu processing sú v ňom definované výstupy piny na ktorých sú pripojené elektromotory. Ďalej sú v programe nastavené hodnoty ako rýchlosť pohybu elektromotorov počet krokov potrebných k otočeniu krokového motorčeka tak aby vedenie posunul o 1 mm. Následne sú v programe premenné ktoré doň dosadzuje druhý program Processing spustený počítačom. Zariadenie preto funguje len ak ma prísun dát z počítača. Na základe týchto premenných vykonávajú motorčeky pohyb.

Program Processing zabezpečuje čítanie G-kódu a nahrávanie informácií do arudina a skrz tento program sa aj celé zariadenie ovláda.

Tvorba vlastného G-kódu

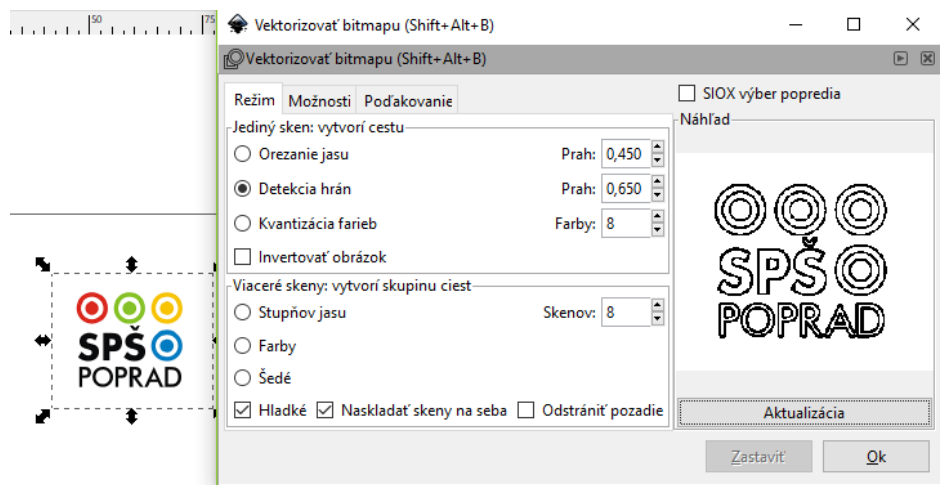
G-kód vytvoríme v Grafickom editore inkscape do tohto programu musíme pridať rozhranie Unicorn G- code a to tak že tento súbor stiahneme a vložíme do programových súborov aplikácie inkscape . Následne spustíme inkscape.

Po spustení sa preklikneme do vlastností dokumentu (Shift + ctrl + D) kde si nastavíme jednotky na milimetre a veľkosť kresliacej plochy tak aby sa zhodovala s plochou nášho zariadenia. Následne vložíme obrázok cez funkciu importovať alebo nejaký vytvoríme v našom prípade je to logo školy.



Obrázok 1 Nastavenie vlastností dokumentu

Tento obrázok je potrebné prekonvertovať do vektorovej grafiky. To spravíme cez funkciu vektorizovať bitmapu (Shift + Alt + B) a zvolíme funkciu detekcia hrán.



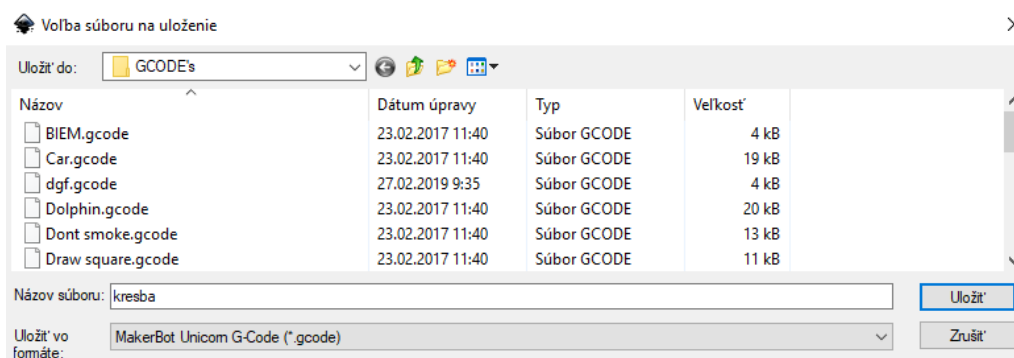
Obrázok 9 Vektorizovanie bitmapy pred a potom

Následne obrázok umiestníme do pravého horného rohu kresilacej plochy a zvolíme funkciu objekt na cestu (Shift + Ctrl + C) to vytvorí cesty na danom obrázku v príkazovom riadku zistíme počet uzlov dvojitým kliknutím na obrázok môžeme zbytočné uzly premazať a proces kreslenia tak urýchliť alebo zvoliť funkciu zjednodušiť (Ctrl + L) tá však nemusí fungovať vždy správne ak sme s výsledkom spokojný môžeme prejsť na samotný G-kód.



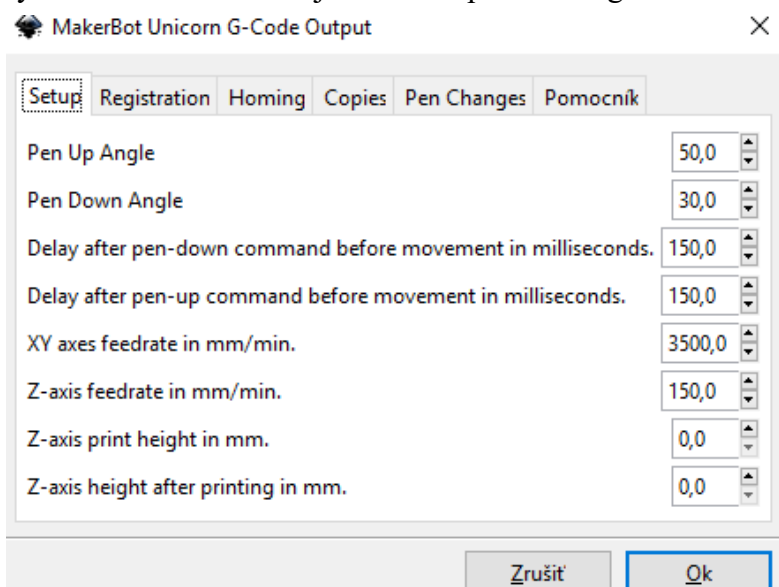
Obrázok 10 Zobrazenie uzlov v cestách

Zvolíme funkciu uložiť ako a vyberieme príponu (*.gcode.)



Obrázok 4 Voľba typu súboru

Po stlačení tlačidla uložiť nám vyskočí tabuľka v ktorej navolíme parametre g-kódu. Tu zvolíme hodnoty ako uhol natočenia serva pri zapnutí alebo vypnutí pera výška osi Z ak tlačíme na niečo vysoké v prípade frézovania zvolíme aj hodnotu výška výtlaku po procese. Dá sa tu nastaviť taktiež oneskorenie po zapnutí respektíve vypnutí pera. Nulový bod a tiež je tu možnosť výmeny pera v



Obrázok 11 Nastavenie G- kódu

prípade farebnéj tlače na to však musí byť obrázok spravený v rôznych vrstvách.

Konštrukcia

Obal modelu je z dreva jeho veľkosť určuje veľkosť použitých súčiastok hlavnou a zároveň najväčšou časťou je zdroj LC-A350ATX. Drevená konštrukcia bola vytvorená na základe nami navrhnutým zostavným výkresom.

Koncové zariadenie

Koncové zariadenie sme vytlačili na 3D tlačiarni Prusa ako prvé sme si pozreli rozmery servomotora pomocou nich sme v programe solidedge vytvorili 3D model presných rozmerov ktorý sme uložili vo formáte .stl, následne sme model otvorili v programe PrusaControl a uložili ho na pracovný stôl navolili sme správny typ materiálu a typ povrchovej úpravy potom sme vygenerovali g-kód a vytlačili model.

Obal modelu

Dosku sme si napílili na potrebné tvary a kusy následne sme všetko spojili samoreznými skrutkami zo zápusťou hlavou podľa zostavného výkresu. Lineárne vedenie bolo vytvorené z hliníkovej tyče $\varnothing 6$ ktorú sme si narezali na 4 rovnako dlhé časti a zrazili sme hrany, tyče sme osadili ložiskom LM6UU. Na ložiská sme pripevnili pracovný stôl a nástavec na pero.

Zhrnutie

Výsledkom našej práce je funkčný model CNC plottru v práci sme sa oboznámili s základnou definíciou plottrov ich funkciou a použitím v praxi. Ďalej sme sa oboznámili z ich konštrukčnými prevedeniami a ich typovým rozdelením. Zistili sme aké mechanizmy tieto zariadenia využívajú definovali si ich funkciu. Výsledkom bola možnosť výberu najvhodnejšieho typu mechanizmu pre náš projekt. Oboznámili sme sa zo základnou problematikou krokových elektromotorov a servomotorov. Navrhli sme riadenie týchto elektromotorov výberom najvhodnejšieho typu budičov. Navrhli sme najvhodnejšie riadiace zariadenie ktorým je mikrokontrolér Arduino UNO, oboznámili sme sa z programovacím prostredím Arudina a Processing. Pracovali sme v programe pre tvorbu výkresovej dokumentácie AutoCAD a vytvorili si základný zostavný výkres pre tvorbu modelu. A prácou v dielňach sme vytvorili funkčný model CNC kresliaceho zariadenia.