



## **Středoškolská technika 2016**

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

# **SOUŘADNICOVÁ FRÉZKA**

**Michael Moucha**

**Střední průmyslová škola sdělovací techniky  
Panská 2, Praha 1**

Tato práce se zabývá stavbou tříosé CNC frézky. Primární funkce CNC frézky je frézování tištěných obvodů. Osy X a Y jsou poháněny krokovými motory NEMA 23. Osa Z je poháněná NPM PF35. Krokové motory jsou řízeny drivery DRV8825. Celé toto zařízení řídí Arduino UNO s mikroprocesorem ATmega328P. Zadávání dat je možné pouze přes rozhraní USB. Součástí této práce je kompletní stavba konstrukce.

### **Hlavní komponenty pro stavbu CNC frézky**

- 4x Lineární ložiska vnitřní průměr 12mm
- 2x Lineární ložiska vnitřní průměr 4mm
- 4x Kladky pro lineární vedení
- 2x Krokové motory NEMA 23
- 1x NPM PF35
- 1x Arduino UNO
- 1x CNC shield v3.0
- 3x driver pro řízení krokových motorů
- 1x PWM regulace motoru
- Hliníkové profily typu L, tyče
- 4x Nerezové tyče průměr 12mm
- Závitové tyče M12, M6, M4
- Teflon

### Základní specifikace:

- Rozměry frézky: 400mm x 480mm x 220mm
- Váha 11kg
- pracovní plocha: 120mm x 120mm
- přesnost:
  - X = 114 kroků/mm
  - Y = 200 kroků/mm
  - Z = 400 kroků/mm
- napájecí zdroj: 19,5V 4A / 5V 1,5A

### Výroba konstrukčního rámu:

Rozhodl jsem se konstrukci frézky postavit z hliníku, protože je cenově dostupný a dobře se obrábí. Hliník jsem objednal od firmy A + A Pardubice spol. s r.o., která sídlí v Pardubicích a prodává hliníkové profily na míru. Mezi další rozhodnutí bylo objednat ložiska, lineární ložiska, krokové motory, úchyty pro lineární vedení a Arduino v Číně. Na spodní nosný rám jsem použil dvě ploché tyče o rozměru 50mm x 15mm x 600mm a hliníkový profil tvaru L 60mm x 30mm x 300mm. Do tyčí jsem vyvrtal díry podle strojních tabulek, které určují průměr vrtáku podle daného vnitřního závitu. A poté jsem vyřezal vnitřní závit M8x40 z každé strany dvakrát to znamená celkem 16 závitů. Po stranách tyči jsem vyvrtal ještě dvě díry ze strany pro uchycení osy Y



### **Výroba osy X:**

Při výrobě osy X bylo potřeba nařezat nerezové tyče o průměru 12mm. Na tyto tyče byla nasazena čtyři lineární ložiska o vnitřním průměru 12mm. Pro upevnění nerezových tyčí jsou zde namontovány na nosnou konstrukci frézky úchyty o vnitřním průměru 12mm. Pohyb zajišťuje závitová tyč M12, která je upravená do požadovaného tvaru na soustruhu.



### **Výroba osy Y:**

Při výrobě osy Y jsem dostal k dispozici stroj na podávání SMD součástek, který má místo lineárních ložisek kladkový systém. Z tohoto stroje jsem si vypůjčil jeho držák lineárního vedení hlavně kvůli přesnému navrtání děr pro lineární tyče a jeho pevnosti. Tento držák jsem sešrouboval s držákem osy Y. Dalším krokem bylo upevnit krokový motor NEMA 23.

### **Výroba osy Z:**

Osa Z byla největší problém. Jelikož osa Y nemá lineární ložiska, ale kladkový systém, který je orientován vodorovně a ne horizontálně, jako u většiny konkurenčních frézek, byl zde zásadní problém s místem a dokončením pojezdu osy Z. Lineární posuv zde zajišťují dvě lineární ložiska a závitová tyč M4. K závitové tyči je uchyceno jedno ze dvou ozubených kol, která jsou vytisknuta na 3D tiskárně. Druhé ozubené kolo je přiděláno na krokovém motoru NPM PF34. Motor a závitová tyč nemůžou být kvůli rozmístění kladek ve stejné rovině, jelikož se u předchozích os osvědčil teflon místo matice, je zde použit také.

## Vřeteno

Primární využití této CNC frézky je výroba tištěných obvodů, proto jsem zvolil nejjednodušší cestu, a to frézování gravírovacím vrtákem. Další způsoby jsou vypalování laserem nebo kreslení fixou. Vybral jsem nevhodnější motor. Pro ten jsem si nechal vytisknout na 3D tiskárně pouzdro, které motor udrží. Mezi rotor motoru a sklíčidlo jsem vysoustružil redukci. Na redukci jsem udělal závit M8 se stoupáním 0,75mm. Sklíčidlo jsem koupil v od firmy Proskit.

## Elektronika CNC frézky

Pro řízení CNC frézky jsem si vybral Arduino UNO + CNC shield v3.0 + driver pro řízení krokových motorů.

### PWM regulace + zpětný chod

PWM (pulse width modulation) regulátory se používají na regulaci výkonu různých zařízení. V mém projektu PWM regulaci využívám pro nastavení otáček vřetena. Tato regulace využívá změnu střidy, proud i napětí zůstává stejné, ale mění se aktivní doba, kdy prochází proud motorem. Regulace je prakticky bezztrátová, protože tranzistor přechází do plně otevřeného stavu velice rychle. Zde je zapojený přepínač pro změnu směru otáčení motoru.

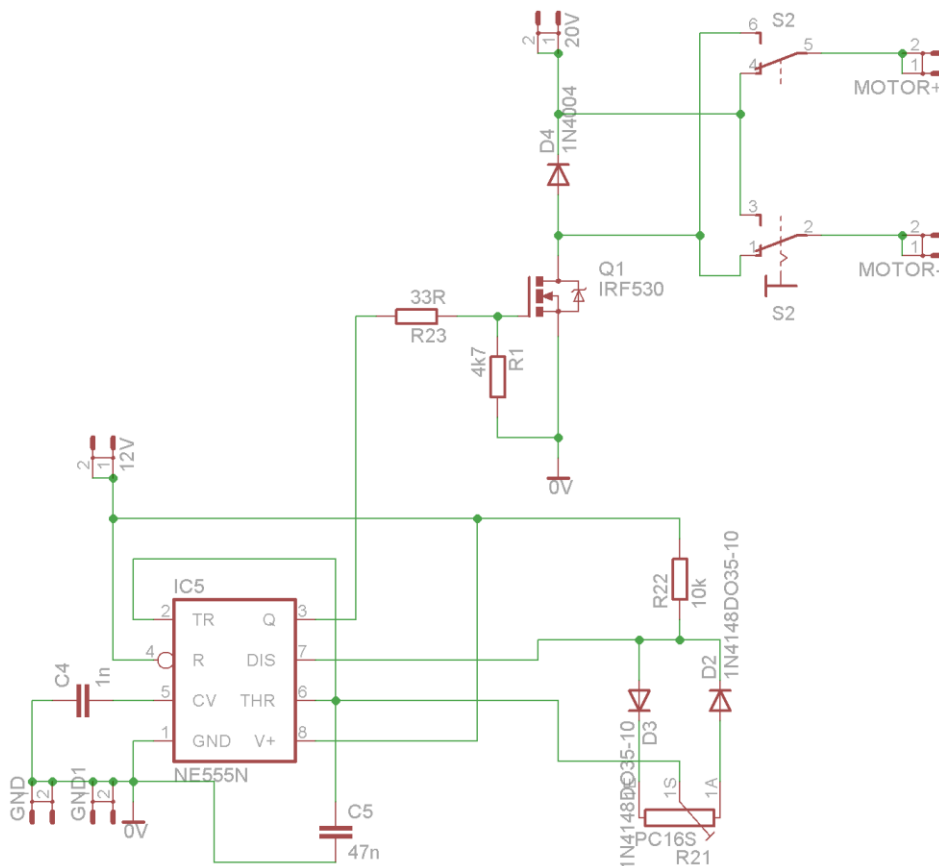
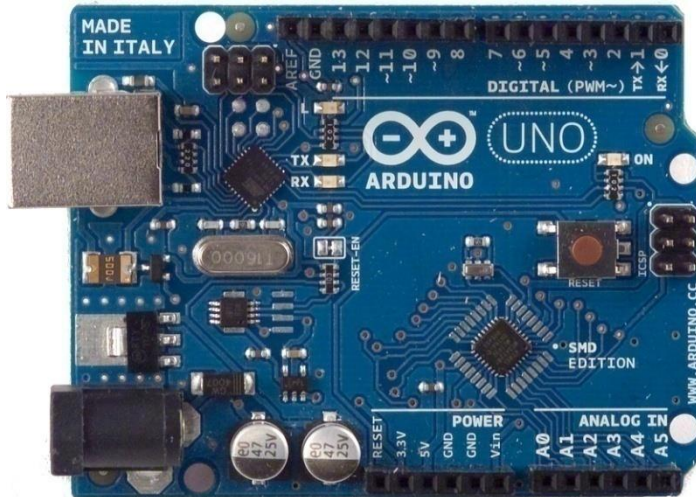


Schéma PWM + zpětný chod motoru

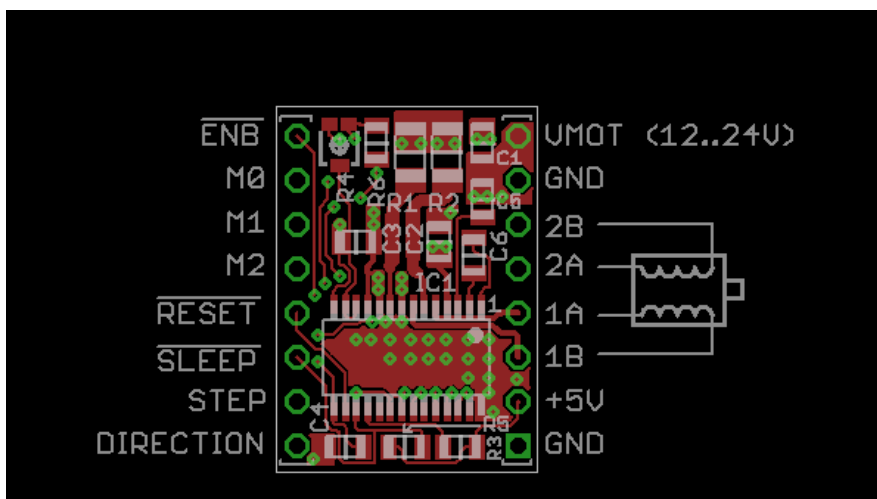
## Arduino

Frézku řídí Arduino, konkrétně Arduino UNO. Jedná se o jednodeskový počítač s mikroprocesorem ATmega328. Programovací rozhraní je USB.



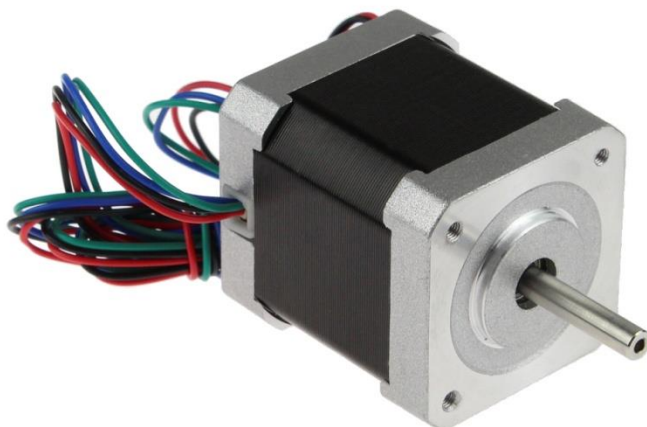
## Driver pro krokový motor

Jedná se o driver DRV8825, který vyrábí firma Texas Instruments. Plošný spoj je plně kompatibilní se shieldem CNC v3.0. Obvod obsahuje 16 pinů. Dále plošný spoj obsahuje potenciometr, kterým se nastavuje efektivní hodnota proudu tekoucí vinutím krokového motoru. Integrovaný obvod DRV8825 je určen pro bipolární zapojení krokového motoru. Maximální napájecí napětí je 35 V a maximální proud při aktivním chlazení je  $\pm 2A$ . Součástí je tepelná, proudová ochrana a PWM regulátor proudu. Napájecí napětí krokového motoru je 8-35V.



## Krokový motor

Krokový motor je elektromechanické zařízení, které je napájeno impulsy stejnosměrného proudu. Hřídel krokového motoru se otáčí v diskrétních krocích při správné sekvenci řídicích impulsů. Otáčení hřídele závisí na množství parametrů. K mechanickému kontaktu a tudíž otěru nedochází u krokových motorů jinde než v ložiscích. Vyznačují se proto velkou mechanickou odolností, dlouhou dobou života a provozem téměř bez údržby. Nevýhodou krokových motorů je tzv. ztráta kroku.



## Závěr

Jsem rád, že jsem si vybral toto téma jako svoji absolventskou práci. Získal jsem obrovské zkušenosti v tomto směru, až teď si dokážu představit, jak probíhá výroba takového stroje od úplného začátku. A tím myslím od návrhu hlavní konstrukce až po elektroniku, která tento stroj řídí a její kalibraci. Kdybych někdy něco podobného stavěl, určitě bych lépe zvolil tloušťku materiálu podle funkce dané frézky. Další nedostatek frézky byl takový, že vřeteno nebylo pevně ukotvené. Proto jsem ke konci stavby musel dodělat speciální ukotvení pomocí ložisek a destičky cuprextitu, které tento nedostatek řeší. Dále jsem měl problém se sklíčidlem, které mělo špatně vytočený vnitřní závit. Myslím si, že frézka je předimenzovaná, což vůbec funkčnosti nevádí, ba naopak, ale je finančně náročnější. Do budoucna bych chtěl dodělat optozávory na konce os.