

# SMALL CNC MACHINE

**Tomáš Bajus**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xbajus01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Petyovský

E-mail: petyovsky@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This thesis deals with design of small CNC milling machine and its mechanic construction, sensors and control electronics such as using of stepper motor driver, connection of SD card and communication with PC via USB.

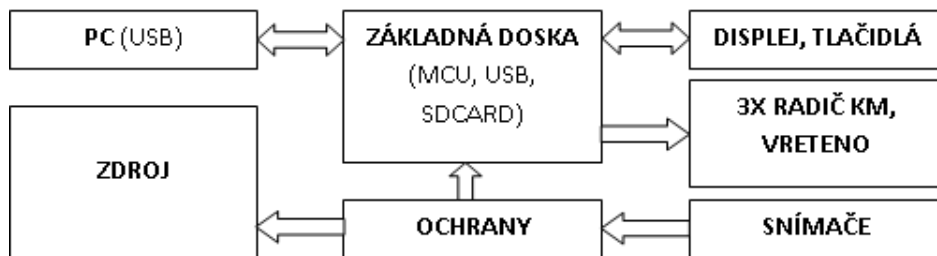
**Keywords:** CNC milling machine, stepper motor control, PIC24, TB6560

## 1. ÚVOD

Výrobný proces sa vo väčšine priemyselných odvetví kvôli zrýchleniu, spresneniu a zefektívneniu výroby automatizuje. Vďaka vývoju výpočtovej techniky a softvéru dnes automatizovaná výroba nie je doménou iba vo veľkovýrobe a dostupnosť počítačom riadených strojov CNC (computer numerical control) rastie. Táto práca sa zaoberá návrhom malej CNC frézky určenej na obrábanie mäkkých materiálov ako je drevo, plast, nežeľzné kovy.

## 2. RIADIACA JEDNOTKA A PODPORNÁ ELEKTRONIKA

Riadiaca elektronika je rozdelená na jednotlivé moduly. Každý modul má svoju funkciu a je navrhnutý na vlastnú DPS. Vo finálnej podobe budú DPS týchto modulov uložené v spoločnom priestore. Toto rozdelenie uľahčuje prípadné opravy chýb, ktoré sa môžu prejaviť až pri testovaní zariadenia ako celku.



**Obrázok 1:** Bloková schéma zapojenia modulov riadiacej elektroniky

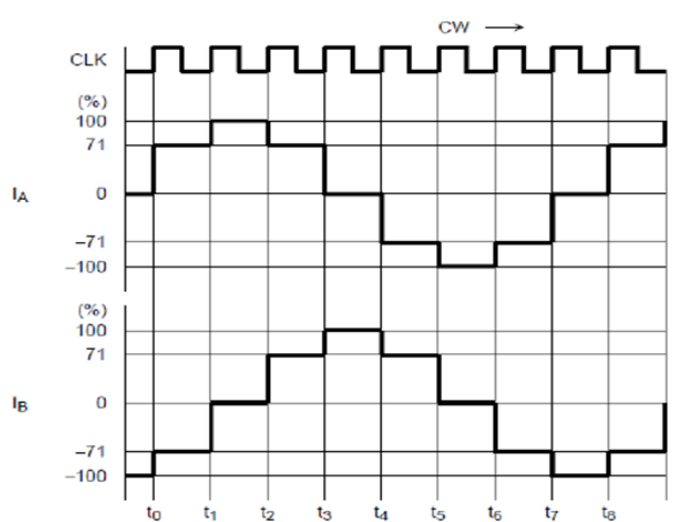
### 2.1. ZÁKLADNÁ DOSKA

Pri stavbe akéhokoľvek zariadenia je nutné poriadne zvážiť výber vhodného typu mikrokontroléra tak, aby nedošlo k zbytočnému predraženiu celej aplikácie alebo k problémom s nedostatočným výkonom MCU a tým pádom k novému začiatku s výkonnejším typom MCU. Hlavné požiadavky na MCU boli: dostatočný výpočtový výkon, dostatočná veľkosť pamäte RAM a pamäte programu (flash), vhodný počet I/O pinov, podpora komunikácie USB, potrebné periférie (A/D, PWM, SPI), vhodné puzdro na osadenie aj v neprofesionálnych podmienkach, prijateľná cena. Na základe týchto požiadaviek bol vybraný mikrokontrolér od firmy Microchip, konkrétne typ PIC24FJ256GB206. Ide o 16-bitový mikrokontrolér v puzdre 64-pin TQFP. Tento MCU disponuje pamäťou programu až 256kB, RAM 96kB, výpočtovým výkonom 16 MIPS pri 32MHz a ponúka 44 I/O pinov. [1]

## 2.2. MODUL RADIČA PRE KROKOVÝ MOTOR

Posun vo všetkých troch osiach zabezpečujú krokové motory. V dnešnej dobe sú na trhu dostupné radiče krokových motorov. Sú to integrované obvody špeciálne vyrobené práve na riadenie krokových motorov. Použitie týchto obvodov výrazne zjednoduší riadiacu elektroniku. Pre toto zariadenie bol vybraný obvod od firmy Toshiba, konkrétne typ TB6560AHQ. Tento obvod je určený na riadenie jedného krokového motora v bipolárnom zapojení. Obvod obsahuje priamo v sebe 2 H-mostíky a PWM modul. Vďaka tomu dokáže plynule meniť veľkosť aj smer prúdu cievkami motora. Maximálny prúd cievkou motora je 3A, špičkovy 3,5A pri napätí 34V, maximálne 40V. Tieto hodnoty sú dostatočné pre aplikáciu v tomto zariadení. Radič komunikuje s procesorom pomocou troch logických signálov: hodinové impulzy pre vykonanie daného kroku, signál pre smer otáčania a signál pre povolenie spínania výstupných tranzistorov. Všetky tri signály sú oddelené optočlenmi kvôli ochrane procesora a eliminácii rušenia od skokového spínania prúdu v cievkach motora. [2]

Veľmi užitočnou vlastnosťou obvodu TB6560AHQ je možnosť delenia kroku – mikrokrokovania. Umožňuje totiž použitie krokových motorov ktoré nemajú dostatočne jemný krok aj v presných aplikáciách. Princíp mikrokrokovania spočíva v regulácii prúdu cievkami motora pomocou PWM. Obvod TB6560AHQ dokáže jeden krok motora rozdeliť až na 16 medzikrokov.



Obrázok 2: priebeh prúdu cievkami motora pri delení kroku [2]

## 2.3. OCHRANNÝ MODUL A SNÍMAČE

Pri výpadku napájania, prehriatí motorov alebo elektroniky, zlyhaniu procesora alebo inej poruche je potrebné zabezpečiť aby frézka okamžite zastavila. V opačnom prípade by mohlo dôjsť k poškodeniu obrobku, nástroja, alebo samotnej frézy, v krajnom prípade k ublíženiu na zdraví. O bezpečný chod frézy sa stará modul, ktorý sníma všetky poruchové signály (výpadky napájania, prehrievanie, pohyb mimo vymedzený pracovný priestor, prekročenie maximálneho prúdu). V prípade vyskytnutia problému okamžite odpojí napájanie výkonových častí. Poruchové signály nie sú spracovávané procesorom ale samostatným logickým obvodom na báze logických hradíel.

Frézka je v prvej verzii vybavená kontaktnými snímačmi polohy. Tie slúžia na vymedzenie pracovného priestoru a počiatočnú kalibráciu stroja. Riadenie sa spolieha na to, že motory nevynechajú krok. Po otestovaní chodu budú v prípade potreby pridané ďalšie snímače pre kontrolu správneho pohybu.

## 2.4. OVLÁDANIE A INFORMÁCIE O STAVE PROCESU

Frézka je ovládaná automaticky pomocou obslužného softvéru v PC. Komunikácia prebieha cez rozhranie USB. Taktiež je možné pohyb frézy ovládať tlačidlami na ovládacom paneli. Stav procesu bude odosielaný do PC a taktiež zobrazovaný na vstavanom LCD displeji. Vo finálnej verzii

bude mať frézka slot pre SD kartu, z ktorej bude možné načítať potrebné dáta pre automatický chod frézky aj bez nutnosti pripojenia počítača.

### 3. MECHANICKÁ KONŠTRUKCIA

Nosná konštrukcia frézky je vyrobená z hliníkových profilov L 20x20mm a je upevnená na základnej drevotrieskovej doske hrúbky 21mm. Celkové rozmery frézky sú 420x420x380mm.

Vedenie pohyblivých častí je možné zabezpečiť niekoľkými spôsobmi. V praxi sa používajú koľajnice (pre väčšie hmotnosti pohybujúcich sa dielov a rozsahy pohybov), alebo brúsené tyče (len pre ľahšie pohyblivé diely a menší rozsah pohybu kvôli možnému prehnutiu tyče). Medzi týmito dvoma variantmi je značný cenový rozdiel. Kompromisom medzi koľajnicou a brúsenou tyčou je podoprená tyč. Na túto frézku je vzhľadom na jej nízku hmotnosť a rozsah pohybu cca 300mm použitá nepodoprená tyč hrúbky 12mm.

Prevod rotačného pohybu na lineárny je vyriešený závitovou tyčou. V praxi sa používajú buď guľôčkové (vyššia presnosť), alebo trapézové (nižšia presnosť) závitové tyče. Pre túto aplikáciu bol zvolený lacnejší variant – trapézová tyč priemeru 12mm so stúpaním 6mm/ot.



**Obrázok 3:** ukážky lineárneho vedenia: (zľava) koľajnica s vozíkom, nepodoprená a podoprená tyč s ložiskami a približný vzhľad frézky vo finálnej podobe [3]

### 4. ZÁVER

Frézka je zatiaľ v štádiu vývoja a postupných úprav doposiaľ navrhnutých častí. Je vyrobený základ mechaniky, ktorej vlastnosti sa budú testovať. Taktiež je navrhnutá a oživená riadiaca jednotka a modul radiča pre krokové motory. Predmetom ďalšej práce je skompletizovať mechanickú aj elektronickú časť a vytvoriť firmvér pre mikrokontrolér a jednoduchý obslužný softvér pre riadiaci počítač, ktorý zabezpečí správnu funkciu tejto frézky.

### REFERENCIE

- [1] MICROCHIP. PIC24FJ256GB210 Family Data Sheet. [online]. [cit. 2014-2-20]. Dostupné z WWW: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39975a.pdf>>
- [2] TOSHIBA. TB6560AHQ,TB6560AFG [online]. [cit. 2014-02-22]. Dostupné z WWW: <[http://www.toshiba.com/taec/components2/Datasheet\\_Sync/201103/DST\\_TB6560-TDE\\_EN\\_27885.pdf](http://www.toshiba.com/taec/components2/Datasheet_Sync/201103/DST_TB6560-TDE_EN_27885.pdf)>
- [3] Internetový portál 4isp. [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z WWW: <<http://cnc.inshop.cz/stolnifrezky/cncb-4030-stolnifrezka400x300x65mm%5BCNCB-4030%5D?ItemIdx=1>>