

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

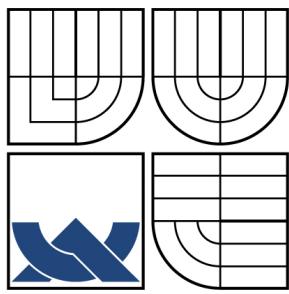
NÁZEV

S/B/D PRÁCE

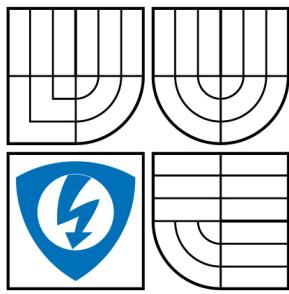
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LADISLAV DOCHVILNÝ

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

NÁZEV

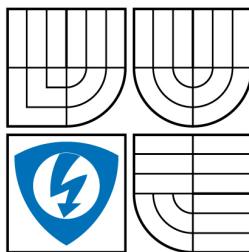
S/B/D PRÁCE

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LADISLAV DOCHVILNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR LABUS



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav telekomunikací

Semestrální práce

bakalářský studijní obor
Teleinformatika

Student: Ladislav Dochvilný

ID 12345

Ročník: 3

Akademický rok: 2009/2010

NÁZEV TÉMATU:

Elipsa, kruh a trojúhelník v praxi

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Nastudujte a popište metody ...

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] HANKERSON, Darrel, MENEZES, Alfred J., VANSTONE, Scott. Guide to Elliptic Curve Cryptography. [s.l.] : Springer, 2004. 311 s. ISBN 978-0387952734.
- [2] Elliptic Curve Cryptography [online]. 2009 [cit. 2009-10-13]. Dostupný z WWW: <<http://ecc.asp2.cz/>>.

Termín zadání: 9.10.2009

Termín odevzdání: 17.12.2009

Vedoucí práce: Ing. Petr Labus

prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor semestrální práce nesmí při vytváření semestrální práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

ABSTRAKT

Abstrakt práce v originálním jazyce

KLÍČOVÁ SLOVA

Klíčová slova v originálním jazyce

ABSTRACT

Překlad abstraktu v angličtině (nebo češtině pokud je originální jazyk angličtina)

KEYWORDS

Překlad klíčových slov v angličtině nebo češtině

ŠTĚTINA, Hynek *Název studentské práce:* diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2015. 28 s. Vedoucí práce byl prof. Ing. Křestní Starý, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Název studentské práce“ jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil(a) autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl(a) nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom(a) následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....
podpis autora(-ky)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. XXX, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno
.....
podpis autora(-ky)



Faculty of Electrical Engineering
and Communication
Brno University of Technology
Purkynova 118, CZ-61200 Brno
Czech Republic
<http://www.six.feec.vutbr.cz>

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum popsaný v této diplomové práci byl realizován v laboratořích podpořených z projektu SIX; registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operační program Výzkum a vývoj pro inovace.

Brno

.....
podpis autora(-ky)

OBSAH

Úvod	10
1 Vyhodnocování obrazu	11
2 Řídící elektronika	12
2.1 Firmware	12
2.2 Krokové motory a jejich drivery	14
2.3 USB a elektromagnetická kompatibilita	16
2.4 Zapojení konektorů	18
3 Řídící SW	20
4 Výsledky studentské práce	21
5 Závěr	22
Literatura	23
Seznam symbolů, veličin a zkratek	24
Seznam příloh	25
A Některé příkazy balíčku <i>thesis</i>	26
A.1 Příkazy pro sazbu veličin a jednotek	26
A.2 Příkazy pro sazbu symbolů	26
B Druhá příloha	27
C Obsah přiloženého CD	28

SEZNAM OBRÁZKŮ

1	Open Source Hardware.	10
2.1	Diagram řídící elektroniky.	12
2.2	DRV8825.	15
2.3	DRV8825.	16
2.4	Koncové dorazy.	16
2.5	Zapojení USB.	17
2.6	Zapojení USB.	18
2.7	Zapojení konektorů.	18
2.8	Osazená řídící elektronika ve verzi 1.0.	19

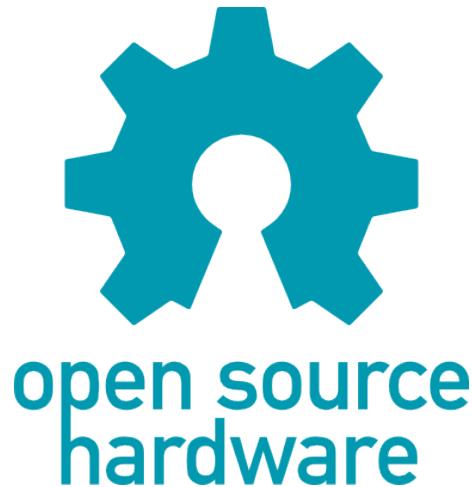
SEZNAM TABULEK

2.1	Katalogové parametry motoru SX17-1005LQEF	14
2.2	Mikrokrokování	15
2.3	Zapojení konektorů	19
A.1	Přehled příkazů pro matematické prostředí	26

ÚVOD

Osazovací automaty pro povrchovou montáž, též známe pod názvem pick and place (PnP), jsou stroje sloužící na osazování desek plošných spojů SMD součástkami. Hrají tak nedílnou součást v celém procesu výroby elektronických zařízení. Na výrobních linkách pro sériovou výrobu mají svoje místo již desetiletí. Na druhou stranu v mlosériové výrobě (jednotky kusů) a prototypové výrobě se s nimi skrz jejich vysokou pořizovací cenu setkáváme zřídka. Osazování DPS lze poptat také jako službu, která je již cenově dostupnější. Pro prototypovou výrobu to ale naráží na fakt, že dodavatelé těchto služeb vyžadují součástky ve strojově zpracovatelné formě. Tedy na rolích, platech a v tubách. V prototypové a malosériové výrobě se ale pracuje spíše se stříženými páskami a jednotlivými součástkami.

V posledních letech se čím dál častěji setkáváme s fenoménem Open Source Hardware. Je to filozofie tvorby hardware a jeho sdílení včetně všech zdrojových souborů s komunitou. Tedy jakási obdoba známého Open Source Software.



Obr. 1: Open Source Hardware.

Vzhledem k mojí potřebě častého prototypování a přispívání právě k Open hardware je cenově dostupný osazovací automat velice žádaný. Jak plynne se zadání, cílem této diplomové práce je tedy kompletní tvorba vlastního osazovacího automatu na SMD součástky za dostupnou cenou. Jedná se tak o komplexní projekt vyžadující schopnosti od návrhu mechanické konstrukce, elektroniky a řídícího software.

Celá práce je vedena v duchu opensource a open hardware, všechny části projektu včetně zdrojových kódů jsou tak volně dostupné na internetu pro širokou veřejnost.

1 VYHODNOCOVÁNÍ OBRAZU

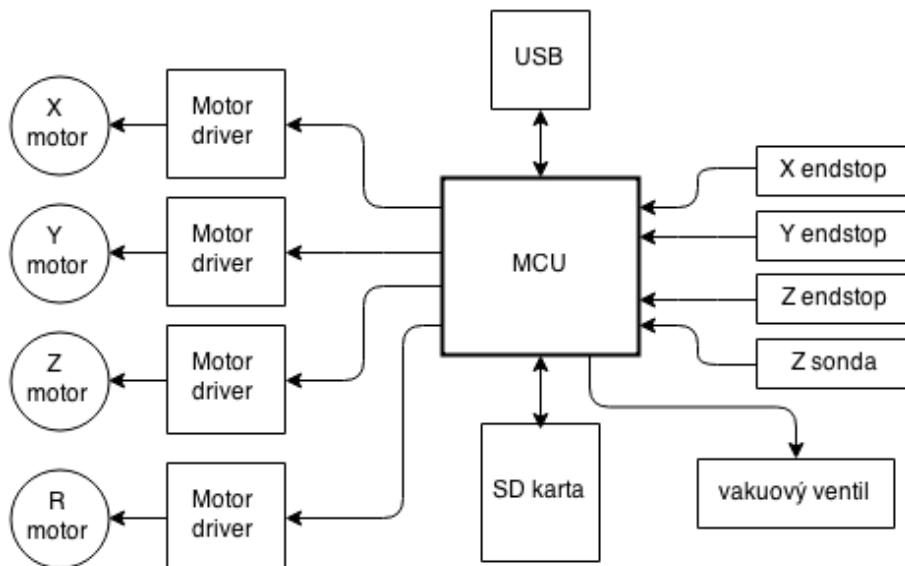
2 ŘÍDÍCÍ ELEKTRONIKA

Řídící elektronika osazovacího automatu má za úkol obstarávat následující funkce:

- komunikace s počítačem přes USB rozhraní
- řízení motorů pro osy X, Y, Z, R (rotace)
- řízení a měření vakua

Elektronika je založena na mikrokontroléru LPC1769 od firmy NXP. Je to moderní 32-bitový mikrokontrolér bežící na frekvenci 120 MHz s celou řadou integrovaných funkcí jako USB, ADC, DAC, UART a další. Jádrem mikrokontroléru je ARM® Cortex® M3.

Mikrokontrolér komunikuje s řídícím SW přes USB rozhraní. Obstarává veškerou režii řízení krovkových motorů a zároveň řídí všechny vstupně výstupní periferie. Blokový diagram je znázorněn na obrázku 2.1, jednotlivé bloky jsou pak popsány v následujících podkapitolách.



Obr. 2.1: Diagram řídící elektroniky.

2.1 Firmware

Firmware slouží jako mezičlánek mezi PC a hardwarem osazovacího automatu. Přijmá příkazy od řídícího SW a ty pak vykonává.

Ověřeným standardem pro instruování CNC strojů jsou tzv G-kódy. Programovací jazyk G, specifikován pod standardem RS274D umožňuje pomocí jednoduchých instrukcí řízení celého stroje. Bohužel standard RS274D ale není striktně dodržován

a výrobci CNC strojů a řídících kontrolérů si upravují a vytváří vlastní specifické G-kódy.

Struktura G-kódu je následující: **G<číslo> <parametry>**.

Pomocí **G<číslo>** se rozlišuje o jaký příkaz se jedná a **<parametry>** jsou vstupní parametry příkazu. Jako ukázka poslouží kód na pohyb v osách **G0**, ten bere parametry název osy a cílovou pozici osy.

G0 X-10.3 Z12

Parametry X-10.3 a Z12 tedy udávají, jaké osy a kam se mají pohnout. Není však specifikováno, jestli se jedná o absolutní, nebo relativní pohyb. K tomu slouží příkazy **G90** (absolutní) a **G91**(relativní) pohyb. Všechny příkazy jsou vykonávány v posloupnosti tak, jak je mikrokontrolér obdrží. Následující posloupnost příkazů tedy nastaví stroj z počáteční pozice na pozici X0, Y10, Z0,4, poté provede relativní pohyb X5, Z2. Výsledná pozice stroje je tedy X5, Y12, Z0,4.

```
G90  
G0 X0 Y10 Z=0.4  
G91  
G0 X5 Z2
```

Obdobou G příkazů jsou M příkazy, které slouží na vykonávání příkazů přímo nesuvisejících s pohybem stroje. Pro příklad příkaz **M42** slouží ke spínání vakuového ventilu.

Z důvodu komplexnosti celé diplomové práce by bylo napsání kvalitního firmware příliš časově náročné. Proto byl jako základ použit firmware Smoothie od autora Arthura Wolfa napsaný v programovacím jazyku C++. Pro uzpůsobení firmware pro osazovací automat bylo potřeba provést celou řadu úprav. Ne všechny požadované funkce byly totiž ve firmware dostupné. Chyběla hlavně podpora tlakového senzoru. Zajímavou funkcí firmware je možnost jeho konfigurace přes textový soubor uložený na SD kartě. Ke každému pinu mikrokontroléru lze v konfiguračním souboru přiřadit libovolnou funkci. Jako ukázka je uvedena konfigurace motoru k ose X. K pinu 0 na portu 2 mikrokontroléru byl přiřazen signál step (krok) motoru. Ovládání směru otáčení je na pinu 5 port 0, kde vykříčník znamená invertování směru otáčení. K portu 1 pinu 4 je nakonec přiřazen signál enable, který aktivuje motor.

```
alpha_step_pin 2.0  
alpha_dir_pin 0.5!  
alpha_en_pin 1.4
```

Protože firmware čte konfigurační soubor z SD karty, bylo zapotřebí ošetřit možnost zapnutí řídící elektroniky bez zasunute karty. Pokud by taková situace

nastala, jednotlivé piny by byly v nedefinovaném stavu a mohlo by dojít k poškození osazovacího automatu. Proto byla ve firmware ke každnému použitému pinu přiřazena defaultní hodnota. Tato hodnota se dá později pomocí konfiguračního souboru změnit.

Kompletní firmware s doprogramovanými funkcemi lze najít v příloze C. Jedná se již o zkompilovaný firmware ve formátu .bin Z důvodu nadměrné velikosti nejsou zdrojové soubory součástí přílohy. Aktuální verzi zdrojových kódů modifikovaného firmware je ale možné získat přes internet za pomocí programu GIT příkazem:

```
git clone https://github.com/Hyna/Smoothieware.git
```

2.2 Krokové motory a jejich drivery

Horní a spodní kamera se připojuje přes USB rozhraní přímo do počítače nezávisle.

Jelikož je osazovací automat koncipován spíše na prototypovou výrobu, případně na první sérii DPS, není rychlosť osazování kritická. I přesto byl ale kladen důraz na dosažení co největší osazovací rychlosti.

Jako vhodný typ motorů připadaly v úvahu krokové motory a servo motory. Servo motory by byly lepší volbou pro svůj velký kroutící moment a uzavřenou smyčku řízení. Oproti krovkovým motorům jsou ale náročnější na řízení a mají vyšší cenu. Volba tak padla na krokové motory u kterých je řízení jednodušší. Za použití driveru je lze ovládat jen pomocí signálu Krok a Směr (STEP a DIRECTION). Řízení je pak otevřenou smyčkou, krovkový motor nemá žádnou zpětnou vazbu.

Může řídit jen jen zátěž, která je v rozsahu na kterou byl dimenzován. V opačném případě dochází ke ztrátě kroku a tím i pozice.

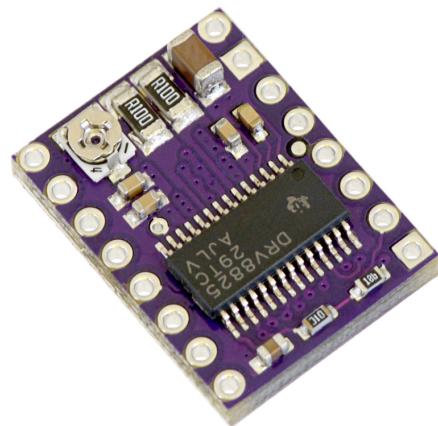
U krovkového motoru se vzrůstající rychlosť rotace klesá kroutící moment. Od jakých otáček dochází k poklesu je ale zavislé na napájecím napětí. To je názorně vidět na momentové charakteristice pro motor SX17-1005LQEF od české firmy Microcon. Právě tento motor byl do konstrukce použit.

Tab. 2.1: Katalogové parametry motoru SX17-1005LQEF

Statický moment [Nm]	Příruba	Jmenovitý proud [A]	Krok [°]
0,51	Nema 17	1,0	1.8

Konečná volba napájecího napětí byla dána s ohledem na vakuové ventily. Ty potřebují pro spolehlivý provoz napájení 24V, viz kapitola Vakuum. Celé zařízení tedy bude používat jednotné napájení 24V, aby odpadla nutnost mít dva různé napájecí zdroje.

Pro řízení motorů byl použit Pololu driver s integrovaným obvodem DRV8825 od Texas instruments. Driver je schopný bez aktivního chlazení do motoru dodávat až 1.5A při napájecím napětí do 45V. Plně tak vyhovuje pro použití s vybraným typem motoru SX17-1005. Navíc disponuje variabilně nastavitevným mikrokrokováním os 1/2 až do 1/32. Zvolený motor má krok 1.8° což odpovídá 200 krokům na otáčku. Na volbě mikrokroků tak bude záviset teoretická přesnost pozicování.



Obr. 2.2: DRV8825.

Jednoduchým výpočtem pak zjistíme, kolik kroků bude potřeba pro pohyb dané osy na jeden mm a teoretickou přesnost pozicování. Parametry kroky/mm je později použit na kalibraci os.

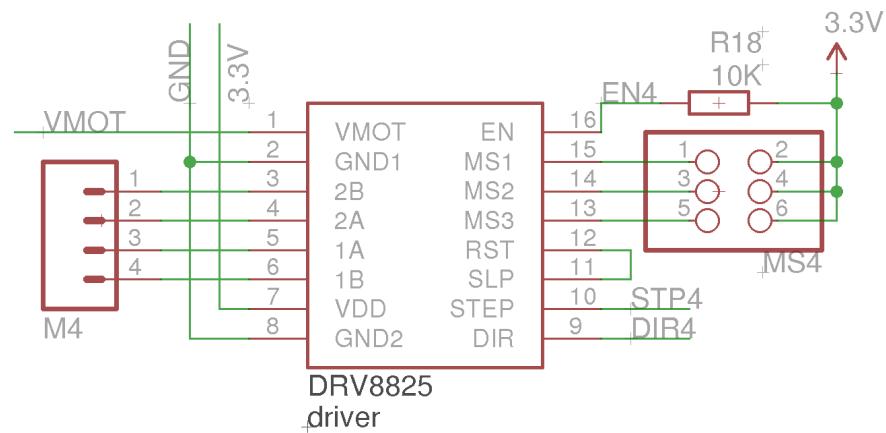
Použitý řemen GT2 má rozteč 2mm a řemenice má 20 zubů – viz kapitola o mechanické konstrukci. Krok na mm = (kroků na otáčku * mikrokroky) / (rozteč zubů řemenu * počet zubů řemenice) přesnost pozicování se pak vypočte jako převrácená hodnota počtu kroků na mm.

Tab. 2.2: Mikrokrokování

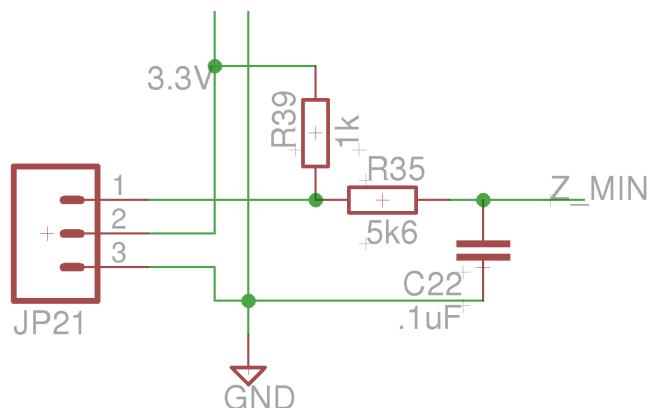
Mikrokrokování	Kroků na mm	Přesnost pozicování [um]
1 – celý krok	5	200
1/2	10	100
1/4	20	50
1/8	40	25
1/16	80	12,5
1/32	160	6,25

Jak vyplývá z tabulky, pro režim mikrokrokování 1/32 vychází teoretická přesnost 6,25 um. Co nejpřesnější pozicování je při osazování součástek žádoucí, proto

byl driver nakonfigurován do tohoto režimu pomocí jumperů na konektoru MS4. Pro režim 1/32 se signály MS1, MS2 a MS3 pripojují na Log 1. Driver je ovládán signály EN – aktivace driveru, STEP - krok a DIR – směr přímo z procesoru. Konektor M4 pak slouží pro připojení krokového motoru. Význam a konfiguraci dalších pinů driveru lze najít v datasheetu.



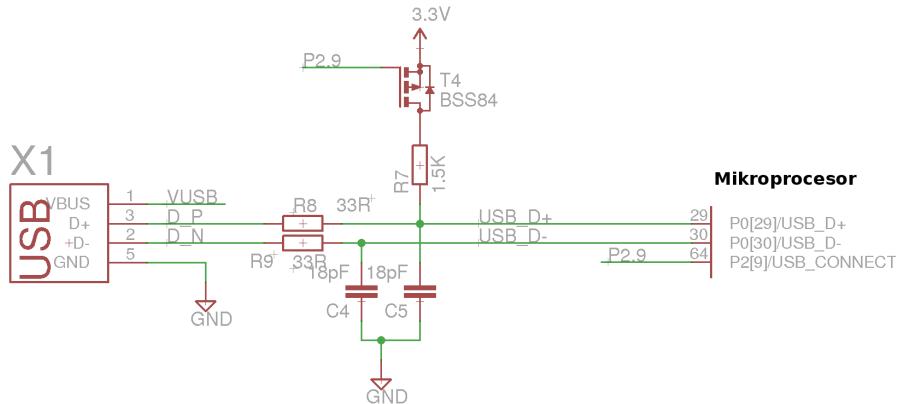
Obr. 2.3: DRV8825.



Obr. 2.4: Koncové dorazy.

2.3 USB a elektromagnetická kompatibilita

Mikrokontrolér disponuje nativní podporu USB protokolu verze 2.0, nebylo tak nutno žádných externích převodníků. Zapojení vychází z katalogového doporučení od výrobce mikrokontroléru. Odpory R8 a R9 na impedanční přizpůsobení, kondenzátory C4 a C5 na potlačení rušivých vysokofrekvenčních sgnálů.



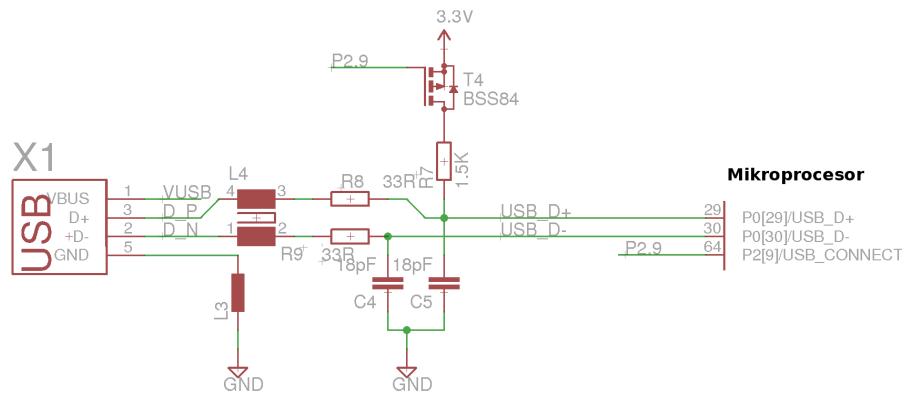
Obr. 2.5: Zapojení USB.

Na následujícím obrázku je vidět původní zapojení prototypu řídící elektroniky. Jak bylo řečeno, vychází z doporučeného zapojení od výrobce a bylo navíc doplněno o kondenzátory C4 a C5 pro potlačení rušení dle [2]. V průběhu testování a psaní řídícího SW se ale bez zjevné příčiny stávalo, že došlo k přerušení komunikace s mikrokontrolérem. První podezření bylo na zamrzající (je to spisovný?) firmware mikrokontroléra a jeho reset. Pro ověření této doménky byl k desce připojen externí převodník USB na sériové rozhraní. Po zamrznutí USB rozhraní se ale dalo stále připojit externím převodníkem a komunikovat s mikrokontrolérem. Problém tedy byl jen se samotným nativním USB rozhraním. První podezření na elektromagnetickou kompatibilitu nastalo až při zapojování vakuové pumpy do rozvodné sítě. Deska reprodukovatelně přestávala komunikovat přes USB rozhraní. Měřením na osciloskopu se neprokázalo, že by se rušení šířilo vedením – napájecími kably. Jednalo se tedy o rušení indukované. Za použití nacvakávacích feritů byl identifikován jako hlavní zdroj rušení USB kabel. Při používání feritů je důležité umisťovat je co nejbližší koncům kabelů. Použitý propojovací USB kabel byl značky Goobay od Německého dodavatele a disponoval značkou CE. Rovněž použití jiných USB kabelů nepřinášelo bez feritu žádné zlepšení.

- [19328.017144] hub 6-3:1.0: port 7 disabled by hub (EMI?), re-enabling...
- [19328.380201] usb 6-3.7: USB disconnect, address 4

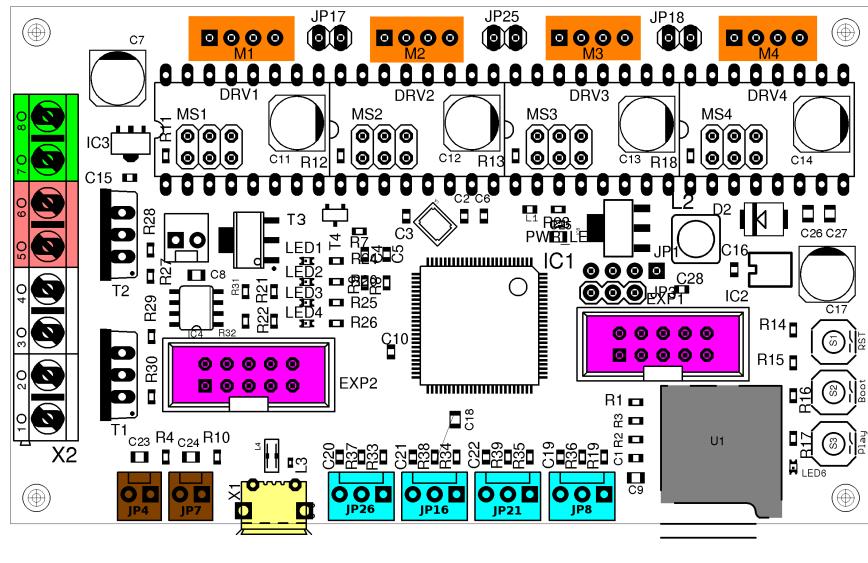
Pro potlačení elektromagnetické susceptibility byl obvod upraven do následující podoby. Na signálových vodičích D+ a D- byl doplněn tzv common mode filtr 744232161 od WURTH ELEKTRONIK (USB signál je diferenciální). Rovněž signálová zem USB konektoru byla připojena přes ferit. Po této úpravě začal být obvod plně spolehlivý.

V této kapitole byly vyzdvíženy jen nejdůležitější části obvodu, celé schéma zapojení je pak možé najít v příloze A



Obr. 2.6: Zapojení USB.

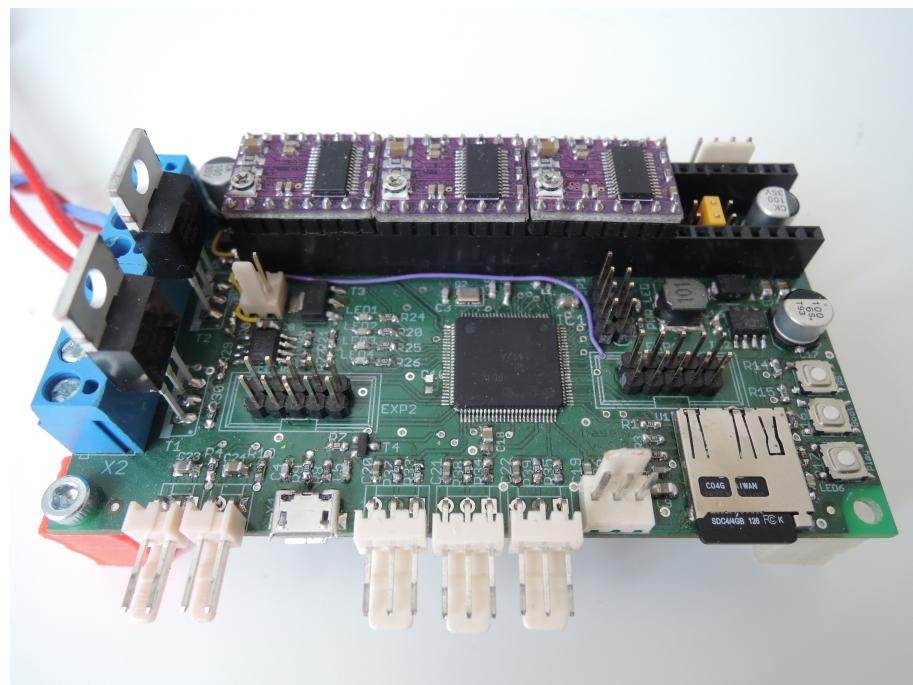
2.4 Zapojení konektorů



Obr. 2.7: Zapojení konektorů.

Tab. 2.3: Zapojení konektorů.

Barva	Reference	Význam
-	M1, M2, M3, M4	Motory X, Y, Z a R
-	U1	SD karta
-	X1	USB konektor pro propojení s PC
-	X2-7, X2-8	Napájení +24V
-	X2-5, X2-6	Ventil pro řízení vakua
-	EXP1, EXP2	Konektory pro připojení externího displaye
-	JP4, JP7	ADC pro měření úrovně vakua



Obr. 2.8: Osazená řídící elektronika ve verzi 1.0.

3 ŘÍDÍCÍ SW

Teoretické zázemí studentské práce vhodně rozdělené do částí.

(Struktura navržená v této šabloně je nehrubší možná, po konzultaci s vedoucím je vhodné zvolit přiléhavější.)

4 VÝSLEDKY STUDENTSKÉ PRÁCE

Praktická část a výsledky studenstské práce vhodně rozdělené do částí.

5 ZÁVĚR

Limitace velikost soucastek, nedostatek vakua.

SW: Mnou stanovený požadavek na multiplatformí SW byl splněn, ale bohužel nedošlo na jeho verifikaci v praxi. Všechny testy byly prováděny pouze na operačním systému Fedora 21 (Linux). Možná inkompatibilita hrozila v různém přístupu systémů k hardware, konkrétně k sériovému portu a dále v kompatibilitě grafického rozhraní. Pro eliminaci problémů s HW byla použita knihovna PySerial, která je dostupná ve verzích pro Windows, Linux i MacOS/X. Stejně tak použitý framework na grafické rozhraní PyQt je dostupný pro již zmíněně operační systémy. Při spoušení programu na jiných platformách než Linux se tak nepředpokládají žádné problémy.

HW: Při návrhu a následném testování elektroniky jsem získal velice cenné zkušenosti z oblasti elektromagnetické kompatibility. První prototyp navržené elektroniky byl náchylný na elektromagnetickou susceptibilitu a z toho důvodu docházelo k výpadkům komunikace přes USB rozhraní. Po nastudování nesčetných zdrojů se povedlo v druhé revizi problém eliminovat. A to za pomocí filtrů na signálových cestách a striktním dodržení návrhových pravidel daných výrobcem mikrokontroléru.

Využití: Jak bylo naznačeno v kapitole XXX, osazovací automat může být po úpravě řídícího SW využit i pro automatickou optickou inspekci (AOI) osazených a zapájených DPS. Spojil by tak dva kroky výrobního procesu DPS do jednoho přístroje. Realizovaná konstrukce je poměrně univerzální a mohla by najít využití také jako manipulační robot.

LITERATURA

- [1] BOLDIŠ, P. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2* [online]. 2001, poslední aktualizace 11. 11. 2004 [cit. 17. 2. 2005]. Dostupné z URL: <<http://www.boldis.cz/citace/citace.html>>.
- [2] INTEL CORPORATION. *Power Delivery Design Issues for Hi-Speed USB on Motherboards* [online]. 2002 [cit. 10. 3. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.usb.org/>>.

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

PCB	Deska plošných spojů
AOI	Automatická Optická Inspekce
PnP	Pick and Place
USB	Universal Serial Bus

SEZNAM PŘÍLOH

A Některé příkazy balíčku <i>thesis</i>	26
A.1 Příkazy pro sazbu veličin a jednotek	26
A.2 Příkazy pro sazbu symbolů	26
B Druhá příloha	27
C Obsah přiloženého CD	28

A NĚKTERÉ PŘÍKAZY BALÍČKU THESIS

A.1 Příkazy pro sazbu veličin a jednotek

Tab. A.1: Přehled příkazů pro matematické prostředí

Příkaz	Příklad	Zdroj příkladu	Význam
<code>\textind{...}</code>	β_{\max}	$\$\\beta_{\\textind{max}}$$	textový index
<code>\konst{...}</code>	U_{in}	$\$\\konst{U}_{\\textind{in}}$$	konstantní veličina
<code>\prom{...}</code>	u_{in}	$\$\\prom{u}_{\\textind{in}}$$	proměnná veličina
<code>\komplex{...}</code>	u_{in}	$\$\\komplex{u}_{\\textind{in}}$$	komplexní veličina
<code>\vekt{...}</code>	\mathbf{y}	$\$\\vekt{y}$$	vektor
<code>\matice{...}</code>	\mathbf{Z}	$\$\\matice{Z}$$	matice
<code>\jedn{...}</code>	kV	$\$\\jedn{kV}$ či \\jedn{kV}$	jednotka

A.2 Příkazy pro sazbu symbolů

- `\E`, `\eul` – sazba Eulerova čísla: e,
- `\J`, `\jmag`, `\I`, `\imag` – sazba imaginární jednotky: j, i,
- `\dif` – sazba diferenciálu: d,
- `\sinc` – sazba funkce: sinc.
- `\mikro` – sazba symbolu mikro stojatým písmem¹: μ.

Všechny symboly jsou určeny pro matematický mód, vyjma `\mikro`, jenž je použitelný rovněž v textovém módu.

¹znak pochází z balíčku `textcomp`

B DRUHÁ PŘÍLOHA

C OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

Nezapomeňte uvést, co čtenář najde na přiloženém médiu. Je vhodné komentovat obsah každého adresáře, specifikovat, který soubor obsahuje důležitá nastavení, který soubor je určen ke spuštění atd. Také je dobré napsat, v jaké verzi software byl kód testován (např. Matlab 2010b).