



Středoškolská technika 2015

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

TŘÍDÍCÍ PÁSOVÝ DOPRAVNÍK

Ondřej Šrámek

**Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola
Karla IV. 13, Pardubice**

Anotace

Práce se zabývá návrhem a konstrukcí třídícího pásového dopravníku. Třídící parametr je detekován barevným senzorem. Použity jsou 2 textilní pásy, pro výtah mezi pásy je použit vozík vedený lineárním vedením. Pohon pásů i výtahu je zajištěn pomocí stejnosměrných elektromotorů s permanentními magnety. Pro dávkování a třídění jednotlivých kusů se používají pneumatické písty, které jsou ovládané elektromagnetickými ventily. Jako řídicí procesor byl použit ATmega 2560, který zajišťuje celý běh dopravníku.

Annotation

The work deals with design and construction of automatical tracked classifier. Sorting parameter detected by colour sensor. There are used 2 textil belts, between this belts is elevator realized by linear direction. Gearing of belts and elevator is secured by DC electric engine with permanent magnets. Pneumatic piston is used for dosing and moving, which are controlled by electromagnetic valves. As controller is used ATmega 2560, this controller secure work of whole machine.

Key words:

Color sensor, linear direction, DC engine, pneumatic pistons, ATmega 2560

Tabulka použitých značek, zkratek a symbolů

Značka	Jednotka v odvozené soustavě SI	Název fyzikální veličiny
U	Volt	Napětí
Hz	Hertz	Frekvence
l	Metr	Délka
I	Amper	Elektrický proud
W	Watt	Výkon
Ω	Ohm	Elektrický odpor
t	Sekunda	Čas

Zkratka	Význam
MIPS	Výpočetní výkon procesoru – milion unstrukcí za sekundu
RAL	Průmyslový vzorník barev
PWM	Pulzní šířková modulace

Obsah

1	Úvod	8
2	Základní pojmy a problematika	9
2.1	Způsob řízení.....	9
2.1.1	PLC	9
2.1.2	ATmega 2560	9
2.2	Detekce třídícího parametru	9
2.2.1	Barevný senzor	10
2.2.2	Videokamera	10
2.3	Zajištění přepravy.....	10
2.3.1	Materiál běhounu pásu.....	11
2.3.2	Pohon pásu v praxi.....	11
2.3.3	Pohon pásu modelové situace	12
2.3.4	Přenos výkonu motoru	12
2.3.5	Řešení výtahu.....	13
2.4	Třídění kusů	14
2.5	Počítání kusů	15
3	Vlastní řešení	17
3.1	Blokové schéma	17
3.2	Elektrické schéma	17
3.2.1	Vstupní obvody.....	17
3.2.1.1	Napájecí část.....	18
3.2.1.2	Optické závory.....	18
3.2.1.3	Obvod pro obnovení náběžných hran.....	18
3.2.2	Výstupní obvody	19
3.2.2.1	Ovládání elektromagnetických ventilů.....	19

3.2.2.2	Ovládání stejnosměrných motorů.....	20
3.3	Mechanické řešení.....	21
3.3.1	Zásobník.....	21
3.3.2	Přepavní pás.....	23
3.3.3	Výtah.....	23
3.3.4	Třídící pás	24
3.4	Programová část	24
4	Závěr práce	27
	Seznam zdrojů a použité literatury	28
	Seznam obrázků.....	Chyba! Záložka není definována.
	Seznam použitých elektronických součástek.....	Chyba! Záložka není definována.
	DPS vstupní obvody	Chyba! Záložka není definována.
	DPS výstupní obvody	Chyba! Záložka není definována.
	Připojené součástky	Chyba! Záložka není definována.
	Seznam příloh	Chyba! Záložka není definována.
	Seznam souborů na CD.....	Chyba! Záložka není definována.

1 Úvod

V dnešní době se automatizované provozy objevují čím dál častěji, a to ve všech odvětvích průmyslu. Tato skutečnost je však z pohledu podnikatelů logická, neboť zautomatizováním celého, nebo alespoň částečného lze eliminovat lidský faktor a také nestálou výrobní kvótu. Z této skutečnosti však vyplívají nesmírně rozmanité požadavky na třídění, měření nebo kontrolu výrobků. Automatizace výroby nebo skladů se tak dále velmi rychle rozvíjí a vylepšuje, a proto je možné automatizovat stále rozmanitější druhy výroby nebo zpracování. Pro automatizaci je však nezbytné výrobek kvalitně a přesně roztrždit, změřit nebo zkontrolovat. Po splnění základní podmínky je nutné ho mezi jednotlivými částmi výroby transportovat. K přepravě se tak často používají dopravníky. Dle potřeby a také druhu výrobků se používají dopravníky pásové, řemenové, modulární, destičkové, paletové, šnekové nebo vibrační. Pro přesné zakládání výrobků je nutné použít automatické jeřáby nebo robotické ruce.

V mé práci se zabývám konstrukcí modelu, který je schopen přepravovat a třídit barevné válečky. Válečky jsou vyrobeny z jasanového dřeva, které nemá tak znatelné letokruhy. Aby bylo možné válečky třídit, byly nastříkány pěti akrylátovými barvami dle RAL vzorníku.

2 Základní pojmy a problematika

2.1 Způsob řízení

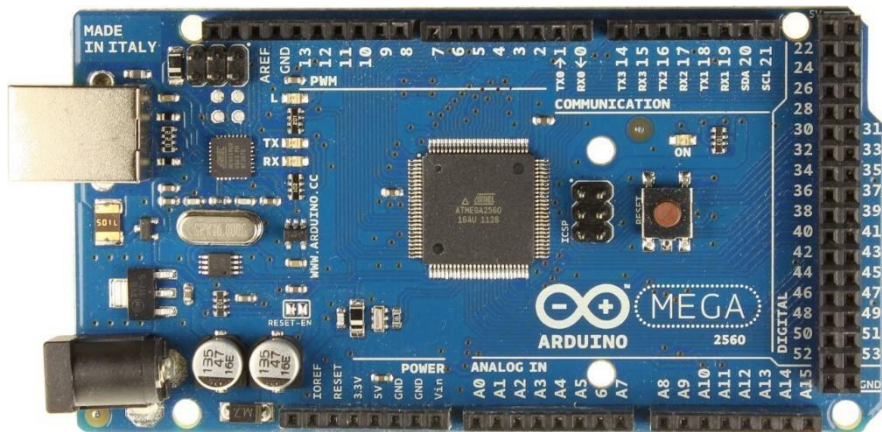
2.1.1 PLC

Tato zkratka je popisem programovatelného logického kontroléru, který je používán pro automatizaci procesů v reálném čase. Jejich vstupy a výstupy jsou přímo uzpůsobené pro používání v průmyslu bez nutnosti dalších obvodů. Používají normované proudové a napěťové rozsahy. Jsou odolné vůči rušení i vnějším vlivům tak, aby byla stále zajištěna plná funkčnost. Jejich cena je však pro modelovou situaci příliš vysoká. Z toho důvodu jsem se rozhodl použít dostupný mikroprocesor a veškeré periferie vytvořit.

2.1.2 ATmega 2560

Tento mikroprocesor je nízkopříkonový 8bitový CMOS RISC mikrokontrolér. Výpočetní výkon dosahuje téměř 1 MIPS. Taktovací frekvence je 16 MHz. Jádro AVR (označení pro 8 bitovou RISC rodinu mikročipů společnosti Atmel) kombinuje bohatý set instrukcí s 32 registry pro obecné použití, které jsou připojeny k aritmeticko-logické jednotce, což dovoluje jedné instrukci během jednoho hodinového cyklu přístup do dvou registrů najednou. Výsledná architektura je výrazně efektivnější a poskytuje až desetkrát vyšší výkon než konvenční CISC mikrokontroléry.

V této konstrukci je použito Arduino Mega 2560, které má 53 digitálních vstupněvýstupních portů. Mezi nimi jsou 4 hardwarové sériové porty, 14 8bitových PWM generátorů a I2C rozhraní. Navíc k těmto 53 portům Arduino MEGA nabízí 16 vstupních 10bitových A/D převodníků.



Obr. 1: Arduino Mega 2560

2.2 Detekce třídícího parametru



Obr. 2: Snímač barvy

Pro automatizování procesů je nutné umět přesně automaticky měřit nebo se rozhodovat. Pro třídění podle barvy je nutné znát přesné úrovně jednotlivých složek.

2.2.1 Barevný senzor

Já se pro modelovou situaci rozhodl použít barevný senzor, který vyrábí firma Parallax. Skládá se z dvou hlavních částí, které vyhodnocují barvu. Měření probíhá pomocí RGB LED diody, u které je střídavě buzena červená, zelená i modrá složka. Po rozsvícení každé barvy dojde k přepnutí do režimu detekce. V tomto režimu je intenzita odraženého záření převedena na napětí, které se zesílí a v A/D převodníku převede na 8bitové slovo, které senzor odesílá přes 1vodičovou sériovou linku. Toto čidlo by mělo podle rozeznávací schopnosti teoreticky rozeznat až 16 777

216 barev (True Color). Reálná rozeznávací hodnota je však nižší, jelikož je nutné nastavit vhodnou toleranci. Po nastavení tolerancí je snímač schopný rozeznávat až 32 768 barev (Low Color). Skutečnou rozeznávací schopnost by bylo možné určit systematickým měřením, které by však bylo neúměrně náročné vzhledem k jeho použití.

2.2.2 Videokamera

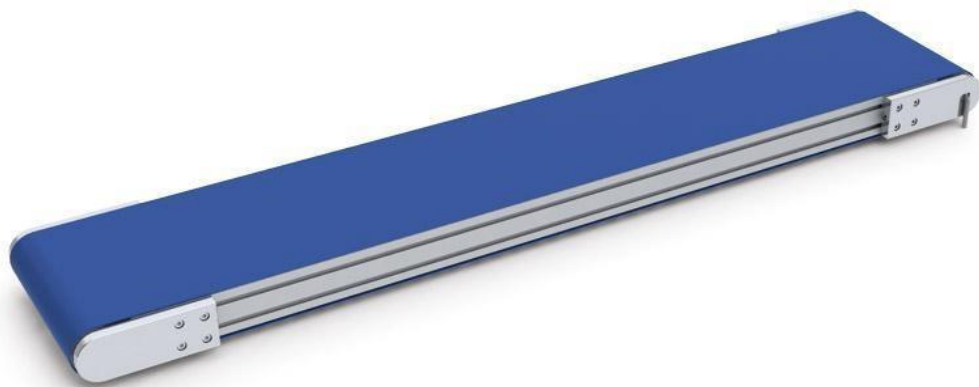
Pro kvalitnější měření je lepší volbou videokamera. Tento snímací prvek je velmi adaptivní, jelikož úpravou programu lze bez úprav zařízení třídít místo barvy například podle tvaru, velikosti nebo čárových kódů. Třídění podle čárových kódů je možné využít v automatizaci skladů nebo výdejních míst.

2.3 Zajištění přepravy

Přeprava jednotlivých kusů je zajištěna pásovým dopravníkem. Toto řešení je poměrně levné, spolehlivé a nabízí dostatečně velkou zatížitelnost. Nevýhodou je možnost malého převýšení na trati, při použití holého pásu bez zářezek, a také neschopnost zatočit. Pro překonání výškových nesnází se používají výtahy nebo dopravníky s přehrazením. Pro oblouky se používají lamelové dopravníky, které díky kloubovému spoji jsou schopné zatáčky.



Obr. 3: Videokamera



Obr. 4: Textilníkový dopravní pás

2.3.1 Materiál běhounu pásu

Materiál běhounu pásu pásového dopravníku je nejčastěji vyroben z textilního pásu nebo z PVC. Povrch však záleží na požadavcích přepravovaného materiálu s důrazem na chemickou nebo mechanickou odolnost a také dobu běhu, rozběhovou zátěž a četnost spínání.

2.3.2 Pohon pásu v praxi

V průmyslových podmínkách je pohon pásu nejčastěji zajištěn střídavými asynchronními motory s kotvou nakrátko. Řízení jejich otáček je řízen pomocí frekvenčních měničů. Frekvenční měnič principiálně funguje tak, že usměrní vstupní střídavé napětí, které poté stabilizuje, vyfiltruje a pomocí střídače vytvoří střídavé napětí, které má ovšem regulovatelnou velikost a také frekvenci. Díky tomu je frekvenční měnič schopný vytvořit různě rychle rotující synchronní magnetické pole.

Pokud je nutné pás přesně polohovat za účelem nakládání do přesně stanovené polohy je nutné zvolit jako pohonnou jednotku krokový motor, který je schopný přesný pohon zajistit.

2.3.3 Pohon pásu modelové situace

Pro pohon pásů a výtahu je v modelové situaci použit stejnosměrný motor s trvalými magnety, přestože mají tyto motory řadu nevýhod, mezi které například patří nutnost přivedení budícího napětí na rotor motoru pomocí uhlíkových kartáčů. Kartáče jsou vyrobeny z elektrografitu, který se vyrábí ze sazí spálené nafty. Saze se spojí pryskyřicí, vypečou a poté impregnují cínem za účelem zvýšení elektrické vodivosti. Tento materiál má také velmi dobrý koeficient tření, který však závisí na čistotě a míře impregnace.

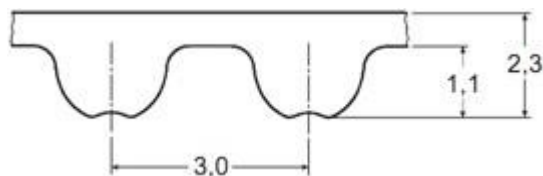
Hlavní výhodou stejnosměrného motoru s permanentními magnety je velmi snadné řízení. Lze je řídit změnou budícího napětí. Druhou možností řízení je použít pulzní šířkovou modulaci, při které je konstantní amplituda napájecího napětí, ale mění se střída obdélníků přiváděných na spínací prvek, který přivádí napětí na motor. Tento prvek však musí být dostatečně rychlý, aby byl schopný spínat frekvenci odpovídající šířkové modulaci. Proto není možné použít elektromagnetické relé, které díky velké době přitahu a odpadu kontaktů nevyhovuje. Další nevýhodou toho řešení by bylo to, že relé se nehodí pro neustálé spínání, jelikož by docházelo k velkému namáhání kontaktů a k častým poruchám. Dalším požadavkem na spínací prvek je nízký odpor, kvůli snížení ztrát při spínání. Proto je ideálním řešením unipolární tranzistor, který tyto požadavky splňuje.

Další výhodou elektromotoru je také jeho bezpečnost a přijatelné rozměry pro modelovou situaci.

2.3.4 Přenos výkonu motoru

Přenos výkonu v praxi i modelové situaci je řešen obdobně. Pohon je zajištěn pomocí ozubeného řemene **PowerGrip® HTD®**. Tento neoprenový řemen vyztužený skelnými vlákny je určen pro nejširší průmyslové užití, protože je schopný přenášet výkony do 1 kW a zvládá až 20 000 ot/min. Tento typ je k dostání s dvěma různými druhy roztečí zubů, a to 3 a 5 mm. Pro přenos vyšších výkonů lze použít řemeny s vyšší roztečí zubů. S rostoucím přenášeným výkonem je nutné řemeny dostatečně rozšířit. Výroba různě širokých řemenů není nijak problematická, jelikož jsou řemeny vyrobeny řezáním z nekonečné nohavice. Pro modelovou aplikaci je použita šíře řemenu 10 mm, která je dostačující.

Obr. 5 Provil
zubu řemenu
HTD 3M



Obr. 6 Řemen HTD 3M

2.3.5 Řešení výtahu

U výtahu se nabízí několik druhů řešení. Lze využít dopravníků, které jsou schopné překonávat převýšení. Další možností je připevnění vozíku na ozubený řemen a následný vertikální pohyb přes napínací řemenice. Toto řešení však není vhodné pro větší zatížení a přesné vedení. Výtah lze realizovat také pomocí lineárního vedení. Poslední řešení je vhodné spíše pro menší převýšení s požadavkem na vyšší rychlost. Výhodou je také lepší přesnost než u výtahu, který je řešen pomocí řemenu. Lineární vedení je tvořeno přesnými



Obr. 7 Lineární vedení

kolejnicemi, po kterých se pohybuje vozík. Tento vozík je připevněn k matce kuličkového šroubu zajišťující jeho pohyb.

Kuličkový šroub je moderní druh šroubu, který není určen pro spojování částí, ale pro přeměnu otáčivého na přímočarý pohyb. Slouží jako přesný pohon pro polohování CNC strojů. Závit je tvořen drážkou pro pohyb kuliček. Kuličky jsou umístěny spolu s mazacím tukem umístěny v matce. Díky kuličkám má tento šroub mnohem vyšší účinnost, díky tomu lze snížit krouticí moment pohonné jednotky.



Obr. 8 Detail matky kuličkového šroubu

2.4 Třídění kusů

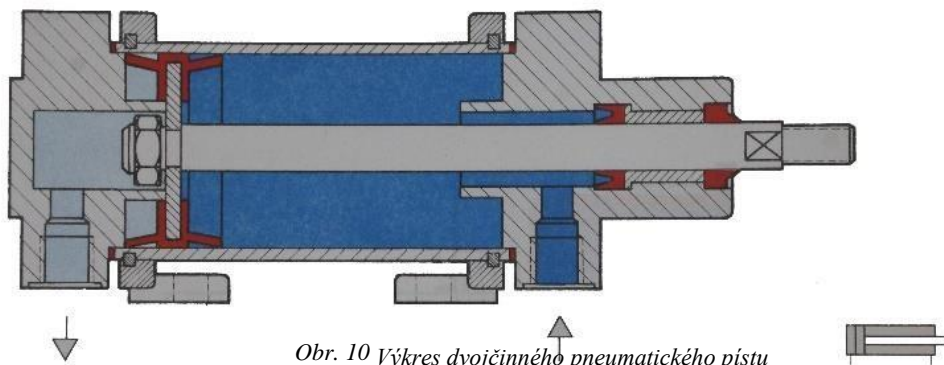
Pro třídění přepravovaných kusů lze použít ovládaných pístů, které přepravované kusy posouvají, přehrazují jim cestu apod. V automatizaci lze použít 2 nejrozšířenější typy, mezi které patří pneumatické a hydraulické.

Pneumatické jsou konstrukčně velmi jednoduché, protože se jedná pouze o uzavřený válec se vstupy na koncích, mezi kterými se pohybuje kvalitně utěsněný váleček osazený táhlem. Konstrukčně se dělí na dva typy. Jednočinné používají pouze jeden vstup pro stlačené médium. Zpětného pohybu je dosaženo pomocí pružiny zajišťující opačný pohyb. Druhým řešením jsou písty dvočinné. Pro pohyb na obě strany je nutné přívod stačeného média. U tohoto řešení lze řídit rychlost sunu v obou směrech. Toto řešení je vidět i na obrázku níže.

Pro jejich funkčnost je však nutné zajistit přísun čistého vzduchu. Směs může být také obohacena olejem, za účelem zvýšení životnosti těsnění. Pro jejich ovládání je však nutné používat elektromagnetické nebo mechanické ventily, kterými se písty ovládají.



Obr. 9 Obrázek dvočinného pneumatického pístu



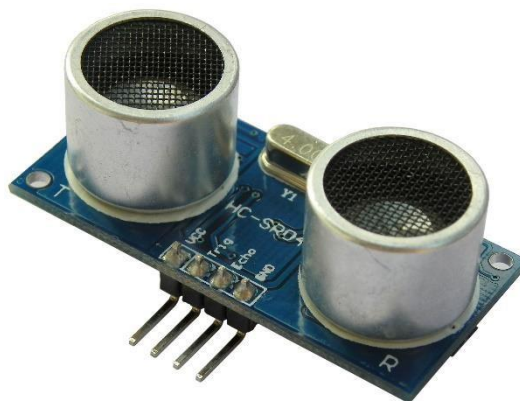
Obr. 10 Výkres dvojčinného pneumatického pístu

Hydraulické písty se používají při

požadavku na velmi vysokou tlačnou sílu. Velkou nevýhodou je však nutnost čerpadla, které bude neustále vytvářet tlak na rozdíl od stlačeného vzduchu, který můžeme uchovávat.

2.5 Počítání kusů

Pro určení přesného množství kusů v zásobníku je nutné použít vhodný snímač. Lze použít ultrazvukový nebo infračervený senzor pracující na principu výpočtu času, po který putuje paprsek k měřenému objektu a zpět. Čas se tak musí rozpůlit, jelikož paprsek letí nejdříve k objektu a poté opět ke



snímači. Tento způsob je vhodný, pokud jsou počítané kusy z takového materiálu, aby záření

Obr. 11 Ultrazvukový snímač vzdálenosti

nepohlcovaly a odrazily zpět. Podobně by bylo možné použít i optická měřidla, která jsou už schopná měřit vzdálenosti na setiny milimetru a poskytla by nám tak velmi přesný údaj o zaplnění zásobníku.

Pokud by to nebylo vhodné řešení, bylo by možné použít jiné řešení snímání. Například indukční snímače polohy. Kde by však bylo možné detekovat pouze vyprázdnění zásobníku, respektive jednu nastavenou úroveň což je značná nevýhoda oproti předchozímu řešení. V případě, že známe přesný počet kusů je možné průběžně zásobník bezpečně doplňovat.

V dalších případech, kdy nejsou kusy v zásobníku nijak srovnány, je vhodné měřit naplnění zásobníku například tenzometry schopné převádět mechanické zatížení na elektrický odpor. Zapojují se do můstku a rozvážením se měří jejich namáhání. Průmyslová tenzometrická měřidla jsou však připravena k připojení na logické automaty nebo na sběrnice dat. Proto fungují v napětřovém režimu 0-10 V nebo častěji v proudovém 4-20 mA.

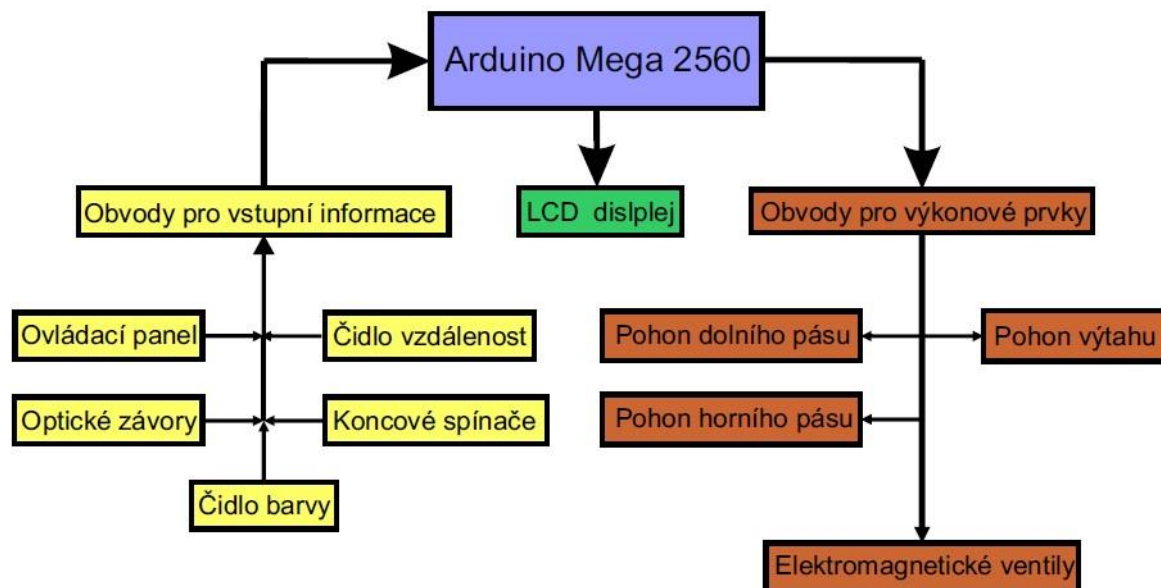


Obr. 12 Tenzometr

3 Vlastní řešení

3.1 Blokové schéma

Blokové schéma



Obr. 13 Blokové schéma zařízení

Zařízení se skládá z několika hlavních částí. Nejdůležitější částí je mikroprocesor ATmega 2560 zajišťující běh celého zařízení. Dále jsou k procesoru připojeny vstupní a výstupní periferie. Obvody pro vstupní informace slouží k připojení, napájení a zpracování vstupní informace. Mezi důležité vstupní prvky patří infračervené závory a koncové spínače zajišťující bezpečnou přepravu válečků, které reprezentují tříděné zboží. Výtah je také osazen havarijními spínači zabezpečujícími vypnutí v případě překonání normálních koncových spínačů. Důležité jsou také ovládací tlačítka sloužící k zapnutí a vypnutí dopravníku. Základním kamenem třídění je samozřejmě snímač, který je také připojen pomocí těchto obvodů. Pro komunikaci s uživatelem slouží alfanumerický LCD displej, který provede uživatele až ke spuštění třídičky a poskytuje mu všechny důležité informace. V průběhu třídění je na něm také dostupná informace o počtu kusů v zásobníku a stavu dopravníku. V případě havárie informuje uživatele o potřebných úkonech. Obvody pro výkonové prvky slouží k řízení výkonových prvků pomocí logických signálů z mikroprocesoru.

3.2 Elektrické schéma

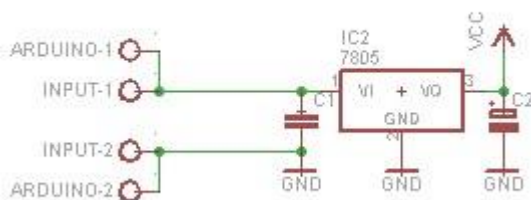
3.2.1 Vstupní obvody

Na této desce plošných spojů jsou soustředěny obvody pro připojení vstupních periférií a napájení logických obvodů. Je k ní také připojen alfanumerický LCD displej. Z důvodu přehlednosti a bezpečnosti je oddělena od desky obsahující výkonové prvky zajišťující chod celého zařízení. Jelikož se zde nevyskytují žádné výkonové prvky, není zde použita ochrana proti proudovému přetížení.

3.2.1.1 Napájecí část

Celé zařízení napájí 12V spínaný zdroj o

výkonu 120 W. Hlavními výhodami spínaného zdroje jsou jeho malé rozměry a vyšší účinnost než u zdrojů klasické koncepce. Napájecí napětí je připojeno na svorkovnice INPUT, které napájí všechny vstupní obvody, a svorkovnice ARDUINO Obr. 14 Napěťový stabilizátor



zajišťující napájení mikroprocesoru.

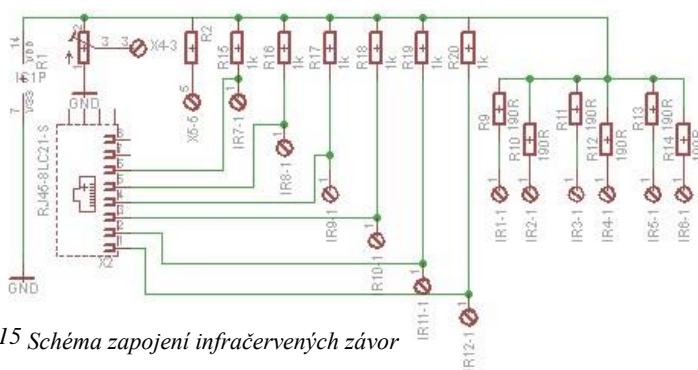
Integrovaný stabilizátor napětí IC2 typu LM7805 zajišťuje napájení logických obvodů, LCD displeje, IR LED diod a fototranzistorů.

3.2.1.2 Optické závory

Takto zapojené prvky tvoří optické závory, které vidíme na obrázku 12. IR diody se připojují na konektory IR 1-6. Na 5 V jsou připojeny přes 190Ω rezistor omezující protékající proud na 40 mA. Trimer slouží k nastavování kontrastu připojeného LCD displeje. Fototranzistory citlivé na vlnovou délku 940 nm, kterou vyzařují i LED diody, se připojují na konektory IR 7-12. Měřené napětí rozhodující o přerušení závory se přes konektor RJ45 přivádí pomocí vyrobené propojky na vývody mikroprocesoru.

Zatím jsou využité pouze tři optické závory. Další slouží jako rezervní pro případné rozšíření projektu.

3.2.1.3 Obvod pro obnovení náběžných hran



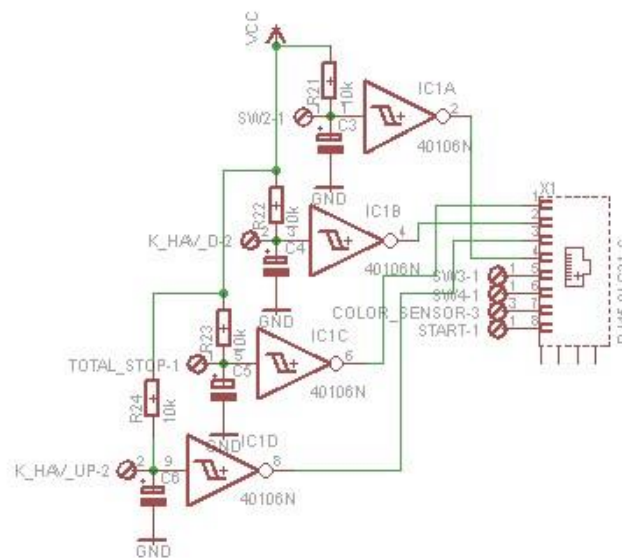
Obr. 15 Schéma zapojení infračervených závor

Pro přesnou detekci stisku tlačítka nebo havarijního spínače, který ovládá bezpečnostní přerušeni, je vhodné použít Schmittův klopný obvod.

Tento má invertující výstup, takže stisk tlačítka

připojeného na vstupní pin a zemní vodič, vygeneruje na výstupu neporušený obdélníkový impulz bez zámků. Chová se tedy jako monostabilní klopný obvod.

Výstupní piny jsou opět přes konektor RJ45 Obr. 16 Schéma zapojení obnovovače náběžných hran připojeny pomocí vyrobené propojky připojené k digitálním pinům mikroprocesoru.



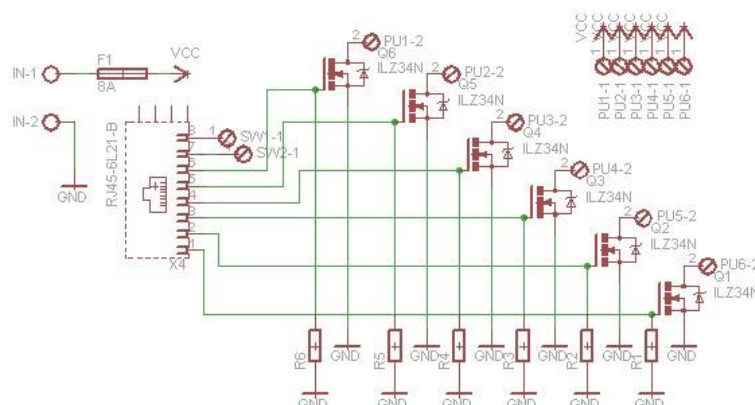
3.2.2 Výstupní obvody

Na tato deska plošných spojů slouží pro připojení elektromagnetických ventilů a elektromotorů. Kvůli přítomnosti výkonových prvků jsou spoje vyleptané v dostatečné síle a jsou v celé délce pocínované. Pro další rozšíření je zde také možné využít čtyři konektory pro připojení spínačů. Pro možnost proudového přetížení v důsledku zastavení motorů, kterými poteče zkratový proud, je na této desce přítomna 8A tavná pojistka, která zajistí bezpečné odpojení od napájecího napětí v případě poruchy.

3.2.2.1 Ovládání elektromagnetických ventilů

Pro ovládání pneumatických pístů je nutné přepínání toku stlačeného média. Pro změnu stavu pístů se nejčastěji používají elektromagnetické ventily, které pomocí cívky přitahující kontakty přepínají tok média na jeden nebo druhý výstup. Tím pouští vzduch na jednu nebo druhou stranu pístu. Pro spínání jsou použité unipolární tranzistory IRLZ 34N schopné spínat až 30

A. Hlavní výhodou je však



Obr. 17 Schéma zapojení ovládání elektromagnetických ventilů

velmi nízké prahové napětí, které umožňuje spínání hradla tranzistoru TTL logikou tedy i mikroprocesorem. Pro ochranu hradla je řídicí elektroda připojena přes 10kΩ rezistor na zem. Pro sepnutí cívky však stačí pouze

300 mA, a proto není nutné tranzistory chladit.

Na obrázku je vidět elektromagnetický ventil sloužící k ovládnání dvojčinného pístu. Pro

propojení ventilu a pístu slouží polyuretanové

Obr. 18 Elektromagnetický ventil pneumatické hadice, které jsou spojovány



speciálními rychlospojkami zajišťujícími kvalitní spojení. Pro zajištění stálého tlaku na vstupu se používají regulační ventily zajišťující konstantní výstupní tlak. Také je lze použít pro změnu rychlosti, kterou však nelze ovlivnit řízením.



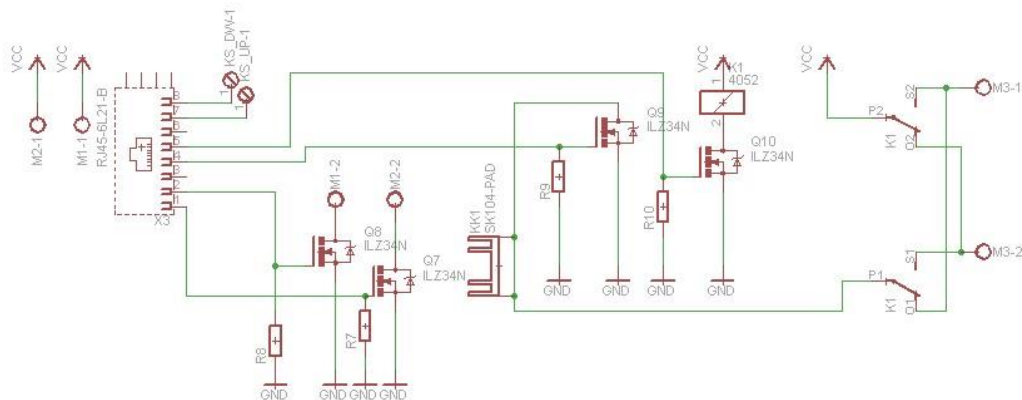
Obr. 19 Regulační ventil

Toto řešení však vyžaduje zapojení regulačního ventilu do směru vyfukování, aby docházelo k pomalému vysunutí/zasunutí pístnice. Rychlost lze nastavit úrovní škrcení průtoku vzduchu.

Pro řízení rychlosti průtoku stlačeného média by bylo možné použít vícecestné ventily, díky kterým jsme schopni rychlost regulovat plynule a měnit ji.

3.2.2.2 Ovládání stejnosměrných motorů

Pro ovládání stejnosměrných motorů s permanentními magnety jsou použity také unipolární tranzistory IRLZ 34N. Pro spínání a řízení výkonnějších prvků je však nutné opatřit tranzistory chladičem. Řízení rychlosti otáčení hřídele jsou použity PWM generátory integrované v mikroprocesoru. Díky této skutečnosti lze nastavit 256 úrovní střídy budícího signálu. Díky tomu lze celkem plynule řídit otáčky. Pro reverzaci motoru na výtahu je použito relé, které připíná napájecí napětí na počátek a konec vinutí nebo opačně. Ochranu proti přepětovým špičkám při rozepnutí tranzistoru není nutné připojovat, protože v tranzistoru už je dioda integrována.



Obr. 20 Schéma zapojení ovládní elektromotorů

3.3 Mechanické řešení

Celá konstrukce třídičky je tvořena dvěma pásy, které jsou ukotveny pomocí hliníkových profilů, zásobníkem připevněným na pás v dolní úrovni a také výtahem zajišťujícím přepravu válečků mezi oběma pásy. Tyto profily jsou také připevněny k dřevěné



desce stolu, na které je celá třídička zkonstruována. K

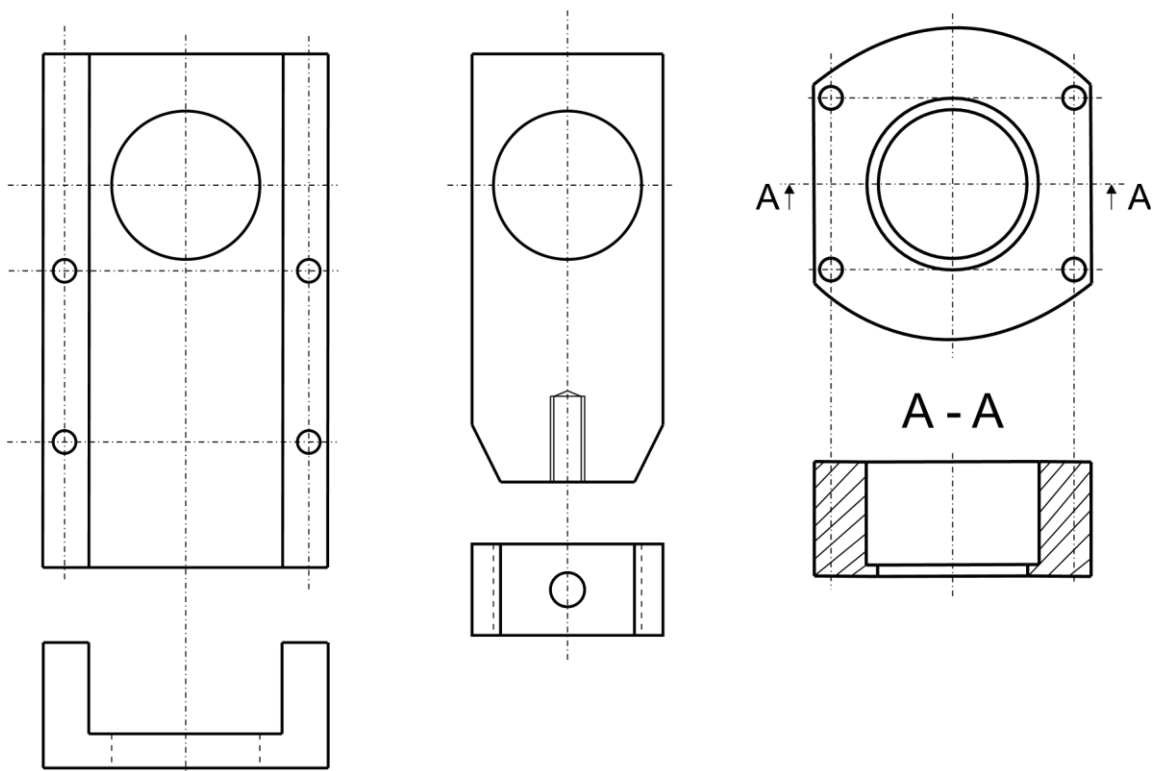
desce *Obr. 21 Hliníkový nosný profil* je ze spodní strany také přidělaná kompletní elektroinstalace, ukrytá v rozvaděči, a také tlaková nádoba na stlačený vzduch.

3.3.1 Zásobník

Zásobník, ve kterém jsou skladovány barevné válečky, je tvořen polyuretanovou trubicí, která je zasunuta do hliníkového držáku, který je šrouby připevněn k „U“ profilu zajišťujícímu pohyb vykládacímu nástavci, který je připevněn na pístnici. Celý mechanismus je připevněn na vodící lišty zajišťující správné vedení válečků až k vypadnutí na výtah. Na opačném konci trubice je na držáku připevněn ultrazvukový snímač vzdálenosti sloužící k výpočtu počtu kusů. Je připevněn nástavcem, který se v držáku dá otáčet o $\pm 90^\circ$ a v polohách -90° , 0° a 90° je nástavec aretován pomocí zápichu. Po obvodu nástavce je vytvořena drážka sloužící vedení kuličky. Ve význačných polohách je pak vytvořen zápich, který umožní setrvání v požadované poloze za účelem plnění zásobníku.

Nakládání válečků na zásobník probíhá pomocí pneumatické pístnice, která ovládá táhlo s otvorem. Pístnice nastaví díry v profilu i nástavci do sousední polohy, ve které váleček propadne na pás a je tak naložen. Poté se nástavec posune zpět pod válečky a dojde tak k nasunutí dalšího kusu do nástavce připraveného na další vyložení. Tento způsob nakládání je nenáročný, jelikož se používá pouze jedna pístnice. Využívá principu stříhu

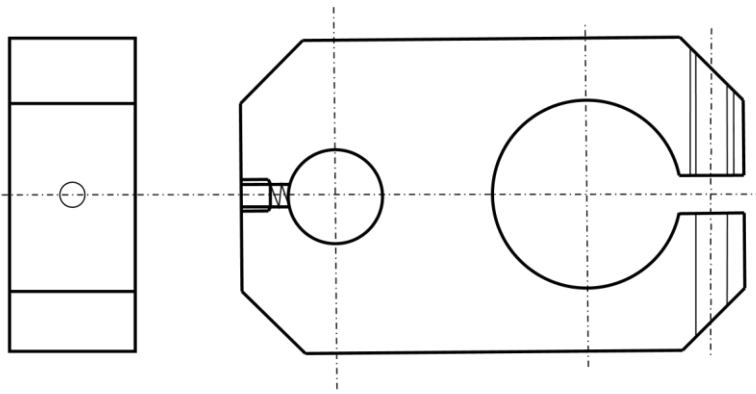
sloupce válečků.



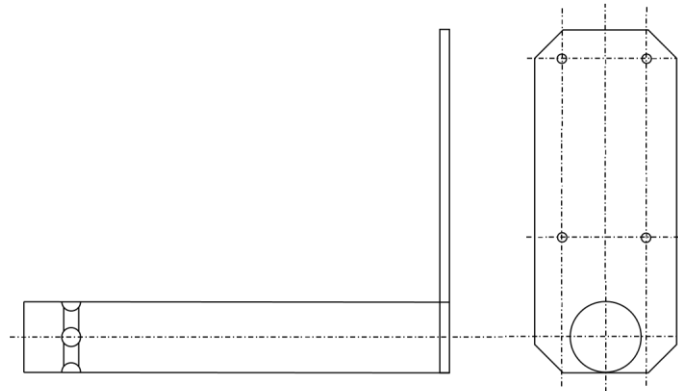
Obr. 23 U profil a dávkovací nástavec

Obr. 22 Držák trubice

Na dalším výkresu je zobrazen držák ultrazvukového senzoru, který je přes šroub připevněn na polyuretanovou trubici stažením šroubu. V menší díře se ve třech polohách otáčí tyč se zápichem a třemi dírami vymezujícími význačné úhly. Tyč je v držáku držena kuličkou, kterou přitlačuje pružinka stlačovaná červem.



Obr. 24 Základna držáku



Obr. 25 Držák ultrazvukového senzoru

Ultrazvukový senzor se k držáku připevňuje pomocí distančních sloupků, které jsou upevněny šrouby. Pro nejvyšší přesnost leží senzor v ose trubice, aby nedocházelo ke zkreslení

odrazem o stěny trubice. Díky stahovacímu šroubu lze libovolně nastavit vzdálenost senzoru od hrdla trubice.

3.3.2 Převodní pás

Funkcí převodního pásu je přepravit naložené válečky až k naložení na výtah, které proběhne spadnutím do připraveného vozíku. Pokud není vozík přítomen, dojde na konci pásu k přerušení infračervené závory, které způsobí zastavení pásu na dobu tak dlouhou, než proběhne přistavení vozíku do správné polohy. O pohon pásu se stará stejnosměrný motor osazený řemenicí HTD 3M. Poměr zubů řemenic na motoru a pásu je 0,5 za účelem zvýšení momentu síly. Přenos výkonu tímto ozubeným řemenem je přesný a úspornější než přímé ozubené soukolí, které má podstatně vyšší nároky na krouticí moment. Rychlost pásu je nastavena PWM generátorem stabilně na hodnotu 180 což odpovídá 70% výkonu motoru. Rychlost převodního pásu je konstantní. Bylo by ji však možné upravovat pomocí firmwaru tak, aby například pokud je přítomný vozík a není naložen, pás zrychlil a zvýšil tak efektivitu. Je samozřejmé, že by vše šlo načasovat tak, aby pás nezastavoval a ani výtah nečekal, ale z důvodu nutnosti ošetření kritických stavů je zvoleno takto.

3.3.3 Výtah

Jako výtah je v konstrukci použito lineární vedení se stoupáním 5 mm. Vedení je poháněné stejnosměrným motorem osazeným ozubenou

řemenicí s převodovým poměrem 0,25, aby byla zajištěna optimální rychlost posunu vozíku. Ten je upevněn na matku šroubu spolu s plechem zajišťujícím spínání koncových spínačů při dosažení správné polohy. Pro případ poruchy je výtah vybaven dalším párem spínačů, které zajistí zastavení celého procesu třídění. Výtah je poháněn stejnosměrným motorem s krouticím momentem 0,1 Nm. Tento motor dosahuje 3000 ot/min při běhu naprázdno.

3.3.4 Třídící pás

Třídící pás je stejné konstrukce jako Obr. 26 Fotografie výtahu pás dopravní. Jediným rozdílem je to, že

přepavní je osazen vodícím vedením pro správné naložení na výtah. Třídící pás má vedení pouze na levé straně. Na pravé straně je připevněn vykládací mechanismus. Ten je složen z čepu, na kterém se otáčí hradítka ovládané pneumatickou pístnicí. Ve výchozí poloze jsou pístnice vysunuty a hradítka jsou zavřena. Pás se pohybuje 60% rychlostí, aby bylo zajištěno bezproblémové naložení přepravovaného kusu. Po detekování barvy válečku, která je v paměti, proběhne zrychlení pásu na maximální rychlost, aby proběhlo rozřídění co nejrychleji. Spolu se zrychlením pásu dojde k otevření správného hradítka.

Hradítka se po uplynutí určeného času nutného pro bezpečné rozřídění opět zavře.

Výkres pásu je přiložen v příloze.

Oba pásy jsou poháněny identickým stejnosměrným motorem s krouticím momentem 0,01 Nm. Motor je osazen převodovkou, a proto dosahuje pouze 100 ot/min při běhu naprázdno.

3.4 Programová část

Program pro mikroprocesor byl napsán v programovacím jazyce Wiring, který je velice podobný jazyku C++. Jako vývojové prostředí posloužil program Arduino. V procesoru je nahrán bootloader, který se stará o načtení řídicího programu a slouží pro jednoduché



```
Tridicka_zeleniny_plne_funkcni | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help

Tridicka_zeleniny_plne_funkcni
LCD.begin(20,4); // nastaveni velikosti displeje
LCD.setCursor(2,0); // nastavi kurzor na třetí znak prvního řádku
LCD.print("Tridicka zeleniny"); // vypíše na displej
if(digitalRead(13)==HIGH) {
  LCD.setCursor(0,0); // nastavi kurzor na třetí znak prvního řádku
  LCD.print("Probiha tlakovani"); // vypíše na displej
  LCD.setCursor(0,1); //nastavi kurzor na třetí znak třetího řádku
  LCD.print("po dosazeni tlaku");
  LCD.setCursor(0,2); //nastavi kurzor na třetí znak třetího řádku
  LCD.print("4 sra prepnete do");
  LCD.setCursor(0,3); //nastavi kurzor na třetí znak třetího řádku
  LCD.print("do beh a zresetujte");
  while(true);
};
for(byte d=0;d<2;d++){
  for(byte c=0;c<8;c++){
    for(byte a=0;a<8;a++){
      digitalWrite(8, LOW);
      delayMicroseconds(2);
      digitalWrite(8, HIGH);
      delayMicroseconds(10);
      digitalWrite(8, LOW);
      delka = pulseIn(8, HIGH); // Spočítá vzdálenost, která odpovídá atmoferickým podmínkám
      delay(20); //počká 1 milisekundu
    };
    osminax1=max(vzdálenost[0],vzdálenost[1]);
    osminax2=max(vzdálenost[2],vzdálenost[3]);
    osminax3=max(vzdálenost[4],vzdálenost[5]);
    osminax4=max(vzdálenost[6],vzdálenost[7]);
    semimax1=max(osminax1,osminax2);
    semimax2=max(osminax3,osminax4);
    maxinum=max(semimax1,semimax2);

    osminim1=min(vzdálenost[0],vzdálenost[1]);
    osminim2=min(vzdálenost[2],vzdálenost[3]);
    osminim3=min(vzdálenost[4],vzdálenost[5]);
    osminim4=min(vzdálenost[6],vzdálenost[7]);
    semiminim1=min(osminim1,osminim2);
    semiminim2=min(osminim3,osminim4);
    mininum=min(semiminim1,semiminim2);
  };
};
};

Arduino Mega 2560 or Mega ADK on COM4
```

Obr. 27 Programovací prostředí Arduino

přeprogramování přes USB rozhraní. Procesor zajišťuje celý běh zařízení a stará se o komunikaci s obsluhou. Po zapnutí se běh programu větví na dvě části podle toho, jestli je zapnuto tlakování připojeného kompresoru, nebo je zařízení pomocí třípolohového přepínače přepnuto do polohy běhu. V první poloze (vlevo) je zapnut stejnosměrný kompresor a na alfanumerickém displeji jsou vypsány pokyny obsluhy pro patřičné nahuštění. Po přepnutí do polohy běh (vpravo) je třídička připravena pro zahájení třídění. Nutnými úkony důležitými pro zapnutí obsluhu provede opět displej. Ovládání je intuitivní a ovládací panel tak obsahuje pouze přepínač sloužící k zapnutí a tlačítko start. Pro případ havárie je ovládací panel vybaven červeným tlačítkem STOP, které zařízení v případě nouze vypne. Nedojde však k odpojení napájení, protože to by způsobilo i vypnutí řídicí části což je nežádoucí. Pro opětovné uvedení do provozu ze stavu havárie je nutné, aby pověřená obsluha zařízení zkontrolovala a stiskla tlačítko START. Poté se znovu uvede do provozu a bude třídít.

Po přepnutí do polohy „běh“ zajistí obsluha naplnění zásobníku a kontrolu tlaku vzduchu. Pokud je vše v pořádku, obsluha stiskne START. Před spuštěním vlastního třídění dojde ke spočítání počtu kusů v zásobníku, kalibraci optické závory a také sjetí výtahu do výchozí polohy na dolní koncový spínač. Poté se spustí vlastní třídění. Pomocí pneumatické pístnice zásobníku dojde k naložení válečků na přepravní pás každých 2400 ms v případě, že se pás pohybuje. Pokud je v dolní poloze přítomen vozík výtahu dojde k naložení válečku, v opačném případě pás zastaví a vyčká přistavení. Po úspěšném naložení, které je detekováno přerušením infračervené závory výtahu dojde k vyvezení vozíku na horní koncový spínač, kde je ihned provedeno vyložení pneumatickou pístnicí. Kvůli snížení rychlosti vysouvání tak, aby nedocházelo k vystřelení válečku pryč, je zařazen regulační ventil omezující odtok vzduchu z pístnice. Po úspěšném vyložení proběhne naložení na horní pás, na kterém proběhne třídění. Třídění je řešeno tím, že je při průchodu válečku pod snímačem barvy přerušena další infračervená závora. Při přerušení se uloží aktuální barevné hodnoty, které jsou následně vyhodnoceny. Poté se podle barvy přehradí pás ve správném místě, aby došlo k vypadnutí ve správné části. S přehrazením je také pás zrychlen na maximální rychlost. Při vyhodnocení špatné barvy jsou kusy odvezeny maximální rychlostí na konec pásu. Pokud však barvu nelze určit z důvodu absence tohoto odstínu v paměti procesoru není pás urychlen. Možnost urychleného odvozu nedetekovatelného válečku by však obnášelo pouze malé úpravy v kódu.

4 Závěr práce

Nejprve bylo nutné sestavit mechanickou konstrukci zařízení. Po sestavení mechanické konstrukce přišlo na řadu navrhnout systém řízení. Při programování se vyskytlo několik menších problémů, které byly rychle a úspěšně vyřešeny. Velkým problémem bylo rušení motory způsobující nahodilé symboly na displeji. Tento problém byl vyřešen použitím stíněného kabelu, který veškeré problémy s rušením odstranil. Pro případ havárií byla přidána dvojice koncových havarijních spínačů umístěných nad a pod spínače užívané pro fungování třídičky.

Do budoucna bych chtěl vybavit zařízení převodníkem tlak-napětí, aby bylo možné kontrolovat tlak stlačeného vzduchu v tlakové lahvi a v případě nedostatku zvýšit tlak kompresorem. Dalším vylepšením je také plánované připojení videokamery jako detekčního členu. Kamera by byla schopná detekovat i tvarově nestandardní, nebo jinak poškozené kusy.

Seznam zdrojů a použité literatury

- [1] Parallax [online]© Parallax Inc. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: www.parallax.com
- [2] Arduino [online]. 2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: www.arduino.cc
- [3] Haberkorn [online]© Haberkorn Ulmer [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: www.haberkorn.cz
- [4] SKF [online]© SKF [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: www.skf.com/cz
- [5] Festo [online]© Festo [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: www.festo.com/cms/cz
- [6] Stasto automation [online]© Stasto [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: www.stasto.cz
- [7] Ovládání displeje [online]© arduino8.cz [cit. 2015-03-14]. arduino8.webnode.cz