



Vyšší odborná škola
a Střední průmyslová škola
elektrotechnická,
Plzeň, Koterovská 85

ROČNÍKOVÁ PRÁCE S OBHAJOBOU

Téma: Model automatické
třídící linky

Autor práce: Aleš Macháček
Třída: 3.L
Vedoucí práce: Jiří Švihla
Dne: 30.04.2024

Hodnocení:

Anotace

Práce se zabývá tvorbou modelu automatické třídící linky schopné na základě čárových kódů rozpoznat a naložit k sobě zásilky na příslušné paletky a dále tyto paletky roztrždit dle NFC tagů na „export“. To vše podle online databáze zásilek.

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.“

V Plzni dne:

Podpis:

Annotation

The thesis deals with the creation of a model of an automatic sorting line capable of barcode-based recognition and loading of shipments onto the appropriate pallets and further sorting these pallets according to NFC tags into „export“. All this according to an online database of shipments.

„I declare that I have prepared this thesis independently and used literary sources and information that I cite and list in the list of literature and information sources used.“ In

Pilsen on:

Signature:

Obsah

1	Úvod	6
2	Pásky	7
2.1	3D modely	7
2.1.1	Pás 1	8
2.1.2	Pás 2	8
2.1.3	Pás 3	9
2.1.4	Osy	9
2.1.5	Paletky a kostičky	9
2.2	Výroba a sestava	10
3	Elektronika	11
3.1	Použité součástky	11
3.2	Zapojení	12
3.2.1	Napájení	12
3.2.2	Propojení s Raspberry	12
4	Závěr	13
5	Seznam příloh	14

1 Úvod

Již od dob průmyslové revoluce, potřeba něco přepravit, naskládat i roztřídit neustále stoupá. Dokonce by se dalo tvrdit, že většina věcí kolem nás, od dopisů po automobily, prošla někdy tímto procesem. Tento projekt jsme si tedy vybrali inspirování realitou, s cílem vyzkoušet si navrhnout i postavit vlastní řešení tohoto problému.

V reálném světě samozřejmě existuje mnoho variací takového procesu upravených k potřebám specifického problému, který řeší. Při tvorbě naší linky jsme tedy uvažovali, že jsme například určitý výrobce, který potřebuje dát dohromady produkty dle objednávek zákazníků a následně objednávky poslat na export dle místa doručení. Potřebujeme tedy něco, co nám pomůže tento proces automatizovat, urychlit, udělat spolehlivější, levnější a snadno škálovatelný. A tímto by měla být naše třídící linka.

Jedná se o dvouletý projekt, jehož cílem je vytvořit automatickou třídící linku sestávající se z prvního pásu, po kterém přijíždějí předměty ke třídění, šestiosého ramena, které tyto předměty skládá na připravené paletky, druhého pásu, který tyto paletky přepravuje a třetího pojízdného pásu, který je dle požadavků třídí na správná místa. Produkty (reprezentované kostičkami) budou tradičně třízeny dle čárových kódů a paletky budou identifikovány dle NFC tagů.

Co se týče této ročníkové práce, cílem v tomto roce je vytvořit zmenšený prototyp linky, zatím s limitovanou funkcí třídění. Tvorba prototypu nám umožnila vyzkoušet si, jak naše řešení funguje v praxi a nabýt zkušeností pro tvorbu plně funkčního modelu příští rok. Moje práce se skládala z návrhu všech pásů, jejich sestavení a také zapojení elektroniky.

2 Pásy

K vytvoření obou modelů pásů v naší práci jsem využil technologii 3D tisku. Výhodou této metody je možnost relativně rychle a levně vytisknout součást téměř jakéhokoliv tvaru. Nevýhodou je, že tato technologie je špatně škálovatelná, což byl hlavní důvod k vytvoření tohoto prototypu v polovičním měřítku. Dvakrát větší by tento model měl totiž poloviční relativní nosnost a hlavně by na jeho výrobu bylo potřeba zhruba osmkrát více materiálu (Galilei 1638). Jak se později ukázalo, použití zmenšeného modelu přineslo určité problémy. Model v plné velikosti bude tedy třeba vytvořit (alespoň částečně) použitím jiných technologií.

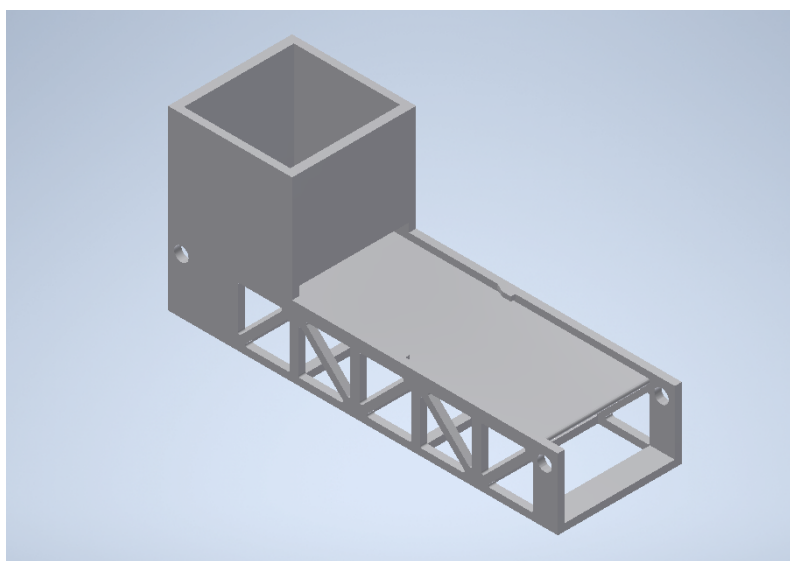
2.1 3D modely

3D modely pásů jsem vytvořil s použitím programu Autodesk Inventor. Ten jsem si vybral hlavně kvůli tomu, že jej ve škole využíváme k výuce, tudíž jsem s ním již uměl pracovat a věděl jsem tedy, že bude k této práci vhodný.

Jak jsem si mohl vyzkoušet, tvorba modelu z ničeho, bez podkladů, tak aby fungoval v realitě byla poměrně náročná. Nejdříve jsem si změřil součásti, které bylo potřeba do modelů zakomponovat. Dále jsem se nechal inspirovat reálnými průmyslovými pásy a stroji. Například boky pásů byly inspirovány věžovými jeřáby, jejíž konstrukce založená na trojúhelníkovém tvaru jim umožňuje dosáhnout vysoké pevnosti za použití méně materiálu. Tento tvar totiž teoreticky, při použití dokonale nestlačitelného materiálu, eliminuje veškeré namáhání na ohyb (Weisstein 2024). Ze stejného důvodu jsem zde i odstranil některé ostré hrany, které by sloužily jako koncentrátoři napětí. Tyto úvahy a drobné úpravy sice nejsou pro takto malý prototyp s lehkou zátěží příliš podstatné, ovšem je dobré na ně myslet již při tvorbě takového modelu, jelikož v praxi by na nich záleželo.

2.1.1 Pás 1

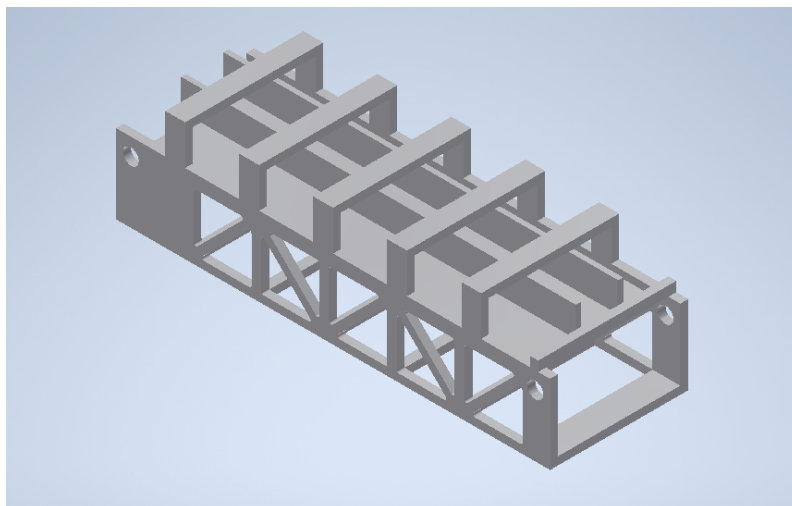
Tento pás slouží k posouvání předmětů představujících například zásilky produktů k odeslání k robotickému ramenu. V našem případě jsou tyto předměty kostičky o straně 1,5 cm, které jsem si snadno vytvořil a vytiskl spolu s pásem. Dále jsem navrhl přepážky, sloužící k oddělení řad těchto kostiček a zarážku na konci pásu, která zabraňuje kostičkám z pásu vyjet. Pod celým pásem jsem také vytvořil plochu, která nese přepravovaný náklad, čímž jsem minimalizoval síly působící na osy a motor. Oba pásy také mají díry na umístění os. 3D model tohoto pásu lze vidět na Obrázku 1. Jeho výkres lze vidět v Příloze 1.



Obrázek 1: 3D model - Pás 1

2.1.2 Pás 2

Tento pás jsem vymodeloval na základě prvního pásu. Narozdíl od něj však slouží k přepravě samotných palet s naloženými kostičkami. Odstranil jsem tedy zmíněné přepážky a místo nich jsem vytvořil zásobník palet a také středící zarážky kvůli jejich vyrovnaní do správné polohy pro nakládání. 3D model tohoto pásu lze vidět na Obrázku 2. Jeho výkres lze vidět v Příloze 2.



Obrázek 2: 3D model - Pás 2

2.1.3 Pás 3

Třetí pás má za úkol vytrdit naložené paletky na požadovaná místa. Jedná se o krátký pás který se zároveň celý pohybuje do stran na vlastní „koleji“. Součástí prototypu měly původně být všechny tři pásy. Kvůli jeho tvorbě v poloviční velikosti, se nám ho však nakonec nepodařilo vytvořit, jednoduše proto, že se do něj potřebné komponenty nevešly. Byli jsme tedy nuceni ho z prototypu vynechat.

2.1.4 Osy

Pro každý pás jsem dále vymodeloval dvě osy, které se otáčejí spolu s ním. Na jednu z nich je vždy připojen motor a jde tedy o osu hnací. Pro tento účel jsem změřil osu motorů které používáme a vymodeloval pro ni díru v osách pásu. Při vytváření jsem si dal pozor, aby osy i díry na ně měli takovou velikost a byly umístěné tak, aby byly nahoře přesně zarovnané s plochou, po které pás jezdí.

2.1.5 Paletky a kostičky

Kromě samotných pásů bylo také potřeba vytvořit již zmíněné paletky a kostičky, které po nich budou přepravovány. Paletky jsem jednoduše navrhl tak, aby se vešly na pás a zároveň tak, aby se do nich pohodlně vešly kostičky i se započítanou tolerancí.

2.2 Výroba a sestava

Všechny 3D tištěné části byly vytisknuté z PLA+ filamentu. Jelikož se jedná o druh plastu, výsledné modely byly velmi pevné a odolné, ale zároveň velmi lehké a modifikovatelné. To byl další důvod ke zvolení této technologie. Jelikož jsme se rozhodli pásy tisknout v celku, bylo potřeba při tisku využít podpůrných struktur, které pak bylo třeba odstranit.

Při sestavě modelů dohromady se vyskytlo hned několik problémů.

Například osy byly chybně vytisklé horizontálně a v kombinaci s nízkými tolerancemi to zapříčinilo to, že neseseděly jak na osy motorů, tak do děr v pásech. Bylo je tedy zapotřebí zdlouhavě brousit dokud neměly požadované rozměry.

Dále jsme zjistili chybu v návrhu prvního pásu, kvůli které bylo potřeba odstranit části přepážek. Zde tedy bude potřeba zvážit úpravu pro model v plné velikosti.

Také kvůli prototypu v polovičním měřítku se mi nepodařilo napasovat elektromagnetický zámek, který měl dávkovat paletky na páse a tak jsem se rozhodl zásobník paletek odstranit.

I přes tyto menší problémy se mi podařilo pás sestavit. Osy jsem pogumoval aby neprokluzovaly a nakonec jsem na ně umístil samotný pás.

3 Elektronika

Co se týče elektroniky modelu, bylo zapotřebí vyřešit jak napájet komponenty z 24V zdroje (který byl nepodmíněnou součástí práce) a jak je následně připojit k Raspberry.

3.1 Použité součástky

Linku řídíme pomocí Raspberry Pi Pico W s provozním napětím 1.8-5.5V a s 2MB flash pamětí(LaskaKit 2024c).

Robotické rameno používá 6 servomotorů MG996R s provozním napětím 4.8 - 7.2V, odběrem 500-900mA (6V) a točivým momentem 11kg.cm (6V)(LaskaKit 2024d).

Na pohon pásů používáme TT motory s převodovkou 48:1, s provozním napětím 3-6V a odběrem 100mA (5V) (LaskaKit 2024e).

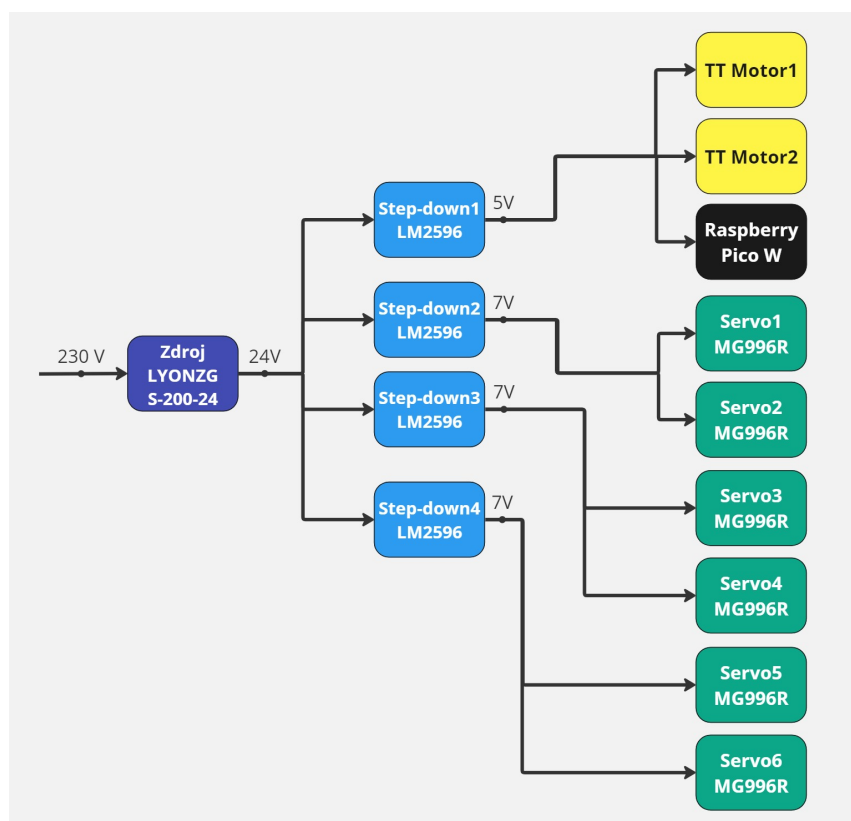
K ovládání motorů používáme relé modul 5VDC 250VAC s provozním napětím 5V (LaskaKit 2024a).

Celá linka je napájena zdrojem LYONZG S-240-24 AC-DC ze sítě 230V. Zdroj produkuje 24V při 10A (LaskaKit 2024b).

3.2 Zapojení

3.2.1 Napájení

Vzhledem k vysokému proudu i napětí, které naše elektronika potřebovala, bylo nutné projekt napájet externě. To bylo dosaženo pomocí zmíněného 24V zdroje připojeného do sítě. Z něj bylo potřeba snížit napětí pomocí již také zmíněných step-down měničů. Jelikož tyto step-down měniče jsou omezeny maximálním proudem 3A, bylo jich zapotřebí využít hned 4. Jeden pro každé dva servomotory šestiosého ramena a jeden pro napájení Raspberry a motorů pohánějících pásy. Step-down měniče musely být nastaveny na výstupní napětí 7V u servomotorů a 5V u raspberry. Na Obrázku 3 níže, je vidět schéma napájení.



Obrázek 3: Schéma napájení

3.2.2 Propojení s Raspberry

Raspberry je na výstupních pinech připojeno ke všem šesti servomotorům a také k relé modulu. Přes ten jsou zároveň připojeny oba motory. Podrobné schéma zapojení lze vidět v Příloze 3.

4 Závěr

Cílem této ročníkové práce bylo vytvořit prototyp automatické třídičky, zatím s omezenou funkcí třídění. Chtěli jsme vyzkoušet jak námi navržené řešení funguje v praxi a nabýt zkušeností pro tvorbu plně funkčního modelu příští rok. Mou prací bylo navrhnout, vytvořit a zapojit všechny pásy.

Při tvorbě této práce jsme se setkal s mnoha problémy. Hlavně se mi nepodařilo vytvořit třetí pás, jelikož mé řešení se nevešlo do zmenšeného prototypu. Také se vyskytly problémy s řešením i metodou výroby u některých součástí. I přes to si myslím, že se nám podařilo získat mnoho zkušeností, dovedností a znalostí, díky kterým budeme moci příští rok vytvořit plně funkční model v plné velikosti. Proto, i přes všechny chyby, považuji tuto práci za úspěšnou.

5 Seznam příloh

- Příloha 1 - Výkres pásu 1
- Příloha 2 - Výkres pásu 2
- Příloha 3 - Schéma zapojení

Seznam použité literatury a zdrojů informací

Galilei, Galileo (1638). *Two New Sciences*. Lodewijk Elzevir.

LaskaKit (2024a). *2-kanály relé modul 5VDC 250VAC 10A* / *LaskaKit*. URL: <https://www.laskakit.cz/2-kanaly-rele-modul--5vdc-250vac-10a/> (cit. 22. 04. 2024).

— (2024b). *LYONZG S-200-24 modulový napájecí 230V AC-DC zdroj 24V/8,3A 200W* / *LaskaKit*. URL: <https://www.laskakit.cz/lyonzg-s-200-24-modulovy-napajeci-230v-ac-dc-zdroj-24v-8-3a-200w/> (cit. 22. 04. 2024).

— (2024c). *Raspberry Pi Pico W* / *LaskaKit*. URL: <https://www.laskakit.cz/raspberry-pi-pico-w> (cit. 22. 04. 2024).

— (2024d). *Servo MG996 s kovovými převody 180°* / *LaskaKit*. URL: <https://www.laskakit.cz/servo-mg996-s-kovovymi-prevody-180---extra-silne/> (cit. 22. 04. 2024).

— (2024e). *TT motor s převodovkou - plastové převody* / *LaskaKit*. URL: <https://www.laskakit.cz/tt-motor-s-prevodovkou-plastove-prevody/> (cit. 22. 04. 2024).

Weisstein, Eric W. (2024). *Gigid Graph*. URL: <https://mathworld.wolfram.com/RigidGraph.html> (cit. 12. 04. 2024).