

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Jiří Rothanzl

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Karusel
Bakalářská práce

2024

Jiří Rothanzl

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jiří Rothanzl**
Osobní číslo: **I21065**
Studijní program: **B0714A150008 Automatizace**
Téma práce: **Konstrukce karuselového zásobníku**
Zadávající katedra: **Katedra řízení procesů**

Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je konstrukce zařízení typu karuselového zásobníku, který bude součástí celku modelu linky technologického procesu. Ke konstrukci řídicí jednotky zařízení bude použit vybraný typ jednočipového mikroprocesoru, např. řady ATmega, který může být součástí kompletního vývojového kitu. Zařízení bude disponovat sadou funkcí, kopírujících chování komerčně vyráběných zařízení, spadajících do této kategorie. Ovládání zařízení bude realizováno buď autonomním řídicím obvodem, nebo nadřazeným řídicím systémem, například osobním počítačem, PLC automatem atp. Komunikace řídicí jednotky s nadřazeným řídicím systémem bude realizována vybraným typem komunikačního rozhraní, například rozhraním USB a galvanicky oddělenými signály pro logický řídicí systém. Teoretická část bude obsahovat rešerši zadaného tématu se zaměřením na hlavní směry konstrukčního řešení srovnatelných technických zařízení a použitých konstrukčních prvků ve vlastním návrhu.

Praktická část bude zaměřena na podrobný popis konstrukce zařízení a jeho testování, včetně příslušného zhodnocení dosažených výsledků. Konstrukční řešení bude zpracováno převážně ve formě 3D modelů, ve vybraném typu návrhového 3D software a následně realizováno s využitím technologie 3d tisku. Firmware řídicí jednotky bude navržen a realizován v jazyce C pro mikrokontrolery (případně jeho klonu).

Nedílnou součástí práce bude i podrobně zpracovaná výrobní dokumentace, zdrojové kódy firmware mikroprocesoru a uživatelský manuál.

Rozsah pracovní zprávy: **40 – 50 stran A4**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

MATOUŠEK, D. Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR-3.díl, edice uP a praxe, 2. vydání, BEN – technická literatura, 2006, ISBN 80-7300-209-4
ZÁHLAVA, V., Návrh a konstrukce DPS, BEN-technická literatura, 2010, ISBN 978-80-7300-266-4
MAIXNER, L. a kol., Mechatronika, Brno, Computer Press, 2006, ISBN 80-251-1299-3
ŠMEJKAL, L., MARTINÁSKOVÁ, M. PLC a automatizace 1, BEN – technická literatura, Praha 1999
MARTINÁSKOVÁ, M., ŠMEJKAL, L. Řízení programovatelnými automaty, skriptum ČVUT FSI, Praha 1998, Praha 2004 – 2.vydání

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Libor Havlíček, Ph.D.**
Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **15. prosince 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **10. května 2024**

Ing. Zdeněk Němec, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

Ing. Daniel Honc, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. ledna 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem
jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze 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, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne XX. XX. 20XX

Jméno a příjmení autora v.r.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji mému vedoucímu práce Ing. Liboru Havlíčkovi, Ph.D. za odborné rady a vlídnost při tvorbě mé bakalářské práce

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá návrhem a konstrukcí karuselového zásobníku ovládané pomocí mikroprocesoru Arduino Mega 2560. V práci je uveden přesný popis postupu pomocí 3D modelů a elektronických schémat a obrázků karuselového zásobníku.

KLÍČOVÁ SLOVA

Automatizace, karuselový zásobník, Arduino, Grayův kód

TITLE

Carousel storage

ANNOTATION

The bachelor's thesis deals with designs and constructions of a carousel magazine controlled by an Arduino Mega 2560 microprocessor. The thesis provides a precise description of the procedure using 3D models and electronic diagrams and pictures of the carousel storage.

KEYWORDS

Automation, Carousel Storage, Arduino, Gray's Code

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	11
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	13
ÚVOD.....	14
1 REŠERŠE	15
1.1 Horizontální karuselový zásobník	15
1.1.1 Varianta 1 - automatický horizontální karusel Modula HC.....	15
1.1.2 Varianta 2 - automatický horizontální karuselový zásobník s pohybem po kružnici	16
1.1.3 Porovnání variant	16
1.2 Vertikální karuselový zásobník	17
1.2.1 Varianta 1 – vertikální karuselový zásobník model R500.....	17
1.2.2 Varianta 2 – vertikální výtahový karuselový zásobník.....	18
1.3 Výhody a nevýhody automatických karuselových zásobníků	19
1.3.1 Organizace skladu.....	19
1.3.2 Rychlý přístup k materiálům.....	19
1.3.3 Optimalizace prostoru.....	20
1.3.4 Snížení rizika úrazů	20
1.3.5 Vysoké počáteční náklady	20
1.3.6 Závislost na Elektrické energii	20
1.3.7 Údržba.....	20
2 HARDWER	21
2.1 Arduino	21
2.1.1 Mega 2560 rev 3	21
2.2 H můstek L298N.....	22
2.3 Stejnoseměrný motor s převodovkou DGA12-N20	23
2.4 Informační optický senzor FC-03	24
2.5 Informační optický senzor FC-51	24
2.6 Koncový spínač pákový 2A 125VAC	25
2.7 Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC Vigan (Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm dratek.cz, 2024)	26

3 3D MODELY SOUČÁSTEK.....	27
3.1 Vrchní ložisko.....	27
3.2 Vrchní část motoru.....	28
3.3 Úchyty motorů.....	29
3.4 Nástavce motorů.....	30
3.5 Horní kryt.....	31
3.6 Držák na přední senzor.....	31
3.7 Vnější spojka.....	32
3.8 Rotor prostřední.....	32
3.9 Rotor spodek.....	33
3.10 Spodní ložisko.....	34
3.11 Malá spojka.....	34
3.12 Píst.....	35
3.13 Prostřední noha.....	37
3.14 Ochrana pístu.....	38
3.15 Držák koncového spínače.....	38
3.16 Stojan.....	39
3.17 Podstavec karuselu.....	40
3.18 Podstavec pro elektronické součástky.....	40
4 ELEKTRONIKA.....	42
4.1 Blokové schéma.....	42
4.2 Schéma zapojení v Eaglu.....	43
5 SOFTWARE.....	44
5.1 Ovládání karuselového zásobníku.....	44
5.2 Určování polohy rotoru karuselového zásobníku.....	44
5.3 Vstupy a výstupy Arduina Mega 2560 použité v Karuselu.....	46

ZÁVĚR	47
POUŽITÁ LITERATURA	48
SEZNAM PŘÍLOH.....	50

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1: Automatický horizontální karuselový zásobník Modula HC (Modula-automaticky-horizontální-karousel, 2024).....	15
Obrázek 2: Automatický horizontální karuselový zásobník – Krmič rybiček (28795-1103039418_v.png, 2024)	16
Obrázek 3: : Princip vertikálního karuselového zásobníku (Industrial-Storage-Carousel.jpg, 2024)	17
Obrázek 4: Vertikální karuselový zásobník model R500 (Carousel-Access-Options, 2024) ..	18
Obrázek 5: Vertikální výtahový automatický karuselový zásobník (VLS-Sheet-Metal-Gallery-2,2024)	19
Tabulka 1: Parametry Mega 2560 Rev3 (LaskaKit Mega2560 rev3, 2024).....	21
Obrázek 6: Popis H můstku L298N (H-můstek-L298N, 2021).....	22
Tabulka 2: Parametry H můstku L298N (H-můstek-L298N, 2021).....	23
Obrázek 7: Stejnoseměrný motor s převodovkou DGA12 – N20 (3196, 2023)	23
Tabulka 3: Parametry Stejnoseměrného motoru s převodovkou DGA12 – N20 (3196, 2023)..	23
Obrázek 8: Infračervený optický senzor FC – 03 (49387, 2024)	24
Obrázek 9: Infračervený optický senzor FC-51(dsfa-4, 2024)	25
Obrázek 10: Princip a náčrt koncového pákového snímače (2465-1_koncovy-spinac-pakovy-2a-125vac, 2024)	25
Obrázek 11: celý model karuselového zásobníku.....	27
Obrázek 12: Vrchní ložisko	28
Obrázek 13: Vrchní část rotoru.....	28
Obrázek 14: úchyt motoru pohánějící rotor	29
Obrázek 15: úchyt motoru pohánějící píst.....	29
Obrázek 16: Nástavec motoru pro rotor karuselového zásobníku	30
Obrázek 17: Nástavec motoru pro píst	30
Obrázek 18: Horní kryt	31
Obrázek 19: Držák na přední senzor.....	31
Obrázek 20: Vnější spojka.....	32
Obrázek 21: Rotor prostřední	33
Obrázek 22: Rotor spodek	33

Obrázek 23: Spodní ložisko spodní díl	34
Obrázek 24: Malá spojka	34
Obrázek 25: : Píst.....	35
Obrázek 26: Rameno	36
Obrázek 27: Hlava pístu	36
Obrázek 28: Spojka do ložiska	36
Obrázek 29: Prostřední noha zezadu	37
Obrázek 30: Přední noha zepředu	37
Obrázek 31: Ochrana pístu	38
Obrázek 32: Držák koncového spínač	38
Obrázek 33: Stojan.....	39
Obrázek 34: Podstavec karuselového zásobníku.....	40
Obrázek 35: Podstavec pro elektronické součástky.....	41
Tabulka 4: Seznam součástek	42
Obrázek 36: Schéma zapojení v Eaglu	43
Obrázek 37: Pohled na rotor karuselového zásobníku.....	45
Obrázek 38: Princip Grayova kódu(Encoder_Disc_(3-Bit), 2024)	45
Tabulka 5: Vstupy a výstupy	47
Tabulka 6: Parametry karuselového zásobníku	47

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

A – analogový signál

AC – střídavé napětí

CNC – Computer Numerical Control, číslicové řízení

D – digitální signál

DC – stejnosměrné napětí

IDE – integrované vývojové prostředí

IR – infračervený snímač

PWM – Pulse width Modulation, pulsně šířková modulace

USB – Universal Serial Bus

ÚVOD

Ve své práci se budu věnovat karuselovému zásobníku, který bude součástí modelu linky. Model linky se bude skládat z karuselového zásobníku, dopravníkového pásu a manipulátorem. Úkolem bude vyjmout nebo uskladnit předmět z karuselového zásobníku pomocí manipulátoru, který přepraví předmět na dopravníkový pás.

Mým osobním úkolem je uskladnit předměty v karuselovém zásobníku nebo je vyjmout, tak aby mohly být uchopeny manipulátorem a odvezeny na dopravníkový pás. Karuselový zásobník bude řízen mikroprocesorem Arduino Mega2560 Rev 3. Celý model bude vyroben pomocí 3D tisku.

Karuselový zásobník je zařízení, které umožňuje uskladnění položek na rotační platformě nebo v regálu. Platforma se otáčí, na určené pozice, čímž umožňuje snadný přístup k jednotlivým položkám. Je často využíván v logistice nebo výrobě k organizaci a efektivnímu přístupu k různým dílům nebo součástem. Tímto způsobem může být manipulace s materiály rychlejší a účinnější. Jsou navrhovány tak, aby maximalizovaly využití prostoru a minimalizovaly čas potřebný na hledání a přístup k potřebným položkám. Jejich využití může přinést značné úspory času, nákladů a zlepšení pracovních postupů.

Schopnost karuselového zásobníku efektivně uskladnit a snadno vyjmout předměty usnadňuje celý proces linky.

1 REŠERŠE

Karuselový zásobník zefektivňuje proces skladování. Podle směru rotace karuselového zásobníku dělíme na dva základní typy. Prvním typem je horizontální a druhým je vertikální karuselový zásobník.

1.1 Horizontální karuselový zásobník

Směr otáčení rotující platformy horizontálního karuselového zásobníku je vodorovný. Vhodný tam, kde je potřeba nízký sklad a zároveň nevádí šířka karuselového zásobníku.

1.1.1 Varianta 1 - automatický horizontální karusel Modula HC

Horizontální karusel Modula HC se skládá ze skupiny regálových sloupců s policemi, které se horizontálně pohybují po oválné dráze z nerezové oceli a dopravují zboží přímo k rukám operátora na výdejní místo. Výhoda tohoto modelu je, že prostor v pohyblivých platformách se díky nastavitelným polohám železných desek dá upravit. Tento typ modelu je vhodný pro uskladňování vyšších předmětů. Výška se dá nastavit pomocí železných desek, ale šířka nikoliv. (Automatický horizontální karusel Modula HC — Bohemia - SysTech group, 2024)



Obrázek 1: Automatický horizontální karuselový zásobník Modula HC (Modula-automaticky-horizontální-karousel, 2024)

1.1.2 Varianta 2 - automatický horizontální karuselový zásobník s pohybem po kružnici

Horizontální karuselový zásobník s kruhovým pohybem tvoří většinou jeden motor, který rotuje platformu kruhovým pohybem a zastavuje na předem určená místa pomocí snímačů, nebo pokud je v modelu krokový motor, tak můžeme pomocí počítání kroků krokového motoru.

Níže na obrázku č.2 je vidět Automatický horizontální karuselový zásobník s pohybem po kružnici, který slouží na krmení ryb. Aby tento typ karuselového zásobníku byl plně automatický i bez zásahu člověka, je využit časovač, který pošle signál řídicímu obvodu a rotační platforma se posune na předem určenou pozici a krmení propadne otvorem do akvária.



Obrázek 2: Automatický horizontální karuselový zásobník – Krmič rybiček (28795-1103039418_v.png, 2024)

1.1.3 Porovnání variant

První varianta je složitější na výrobu, ale efektivně využívá prostor (všechny prostor je zaplněn úložným prostorem). Druhá varianta je levnější, ale nevyužívá celý prostor pro úložný prostor. Výběr tedy záleží na tom, co je cílem dosáhnout pomocí karuselového zásobníku

1.2 Vertikální karuselový zásobník

Směr otáčení rotující platformy horizontálního karuselového zásobníku je svislý. Vhodný tam, kde je potřeba využít výšku prostoru než jeho šířku.

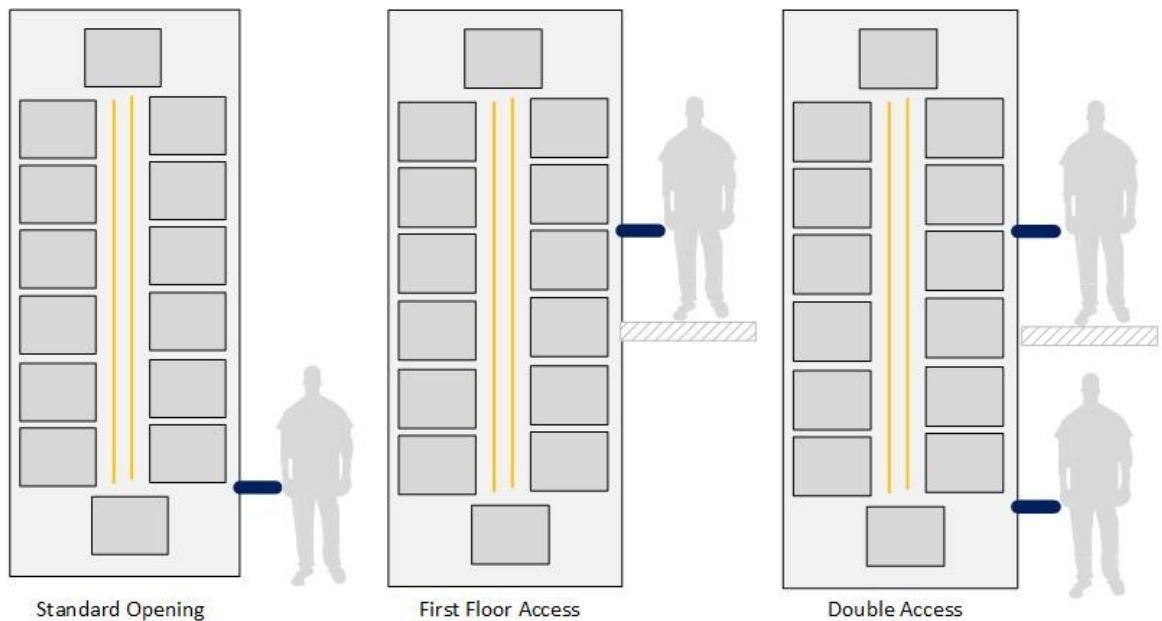
1.2.1 Varianta 1 – vertikální karuselový zásobník model R500

Vertikální karuselový zásobník model R500 funguje na principu rotující platformy ve svislém směru. Rotující platforma je poháněna elektronickým motorem přes ozubené kolo a tažný řetěz. Princip můžeme vidět níže na obrázku č.3. (Storage Carousel | Vertical Carousel | Small Parts Storage, 2024)



Obrázek 3: Princip vertikálního karuselového zásobníku (Industrial-Storage-Carousel.jpg, 2024)

Vertikální karuselový zásobník model R500 je relativně veliký a umožňuje mít dva přístupy odkud lidé mohou brát předměty z rotující platformy, které jsou svévolně nastavitelné. Znázorněno na obrázku č.4. Celkově model R 500 uzvedne až 12 tun.



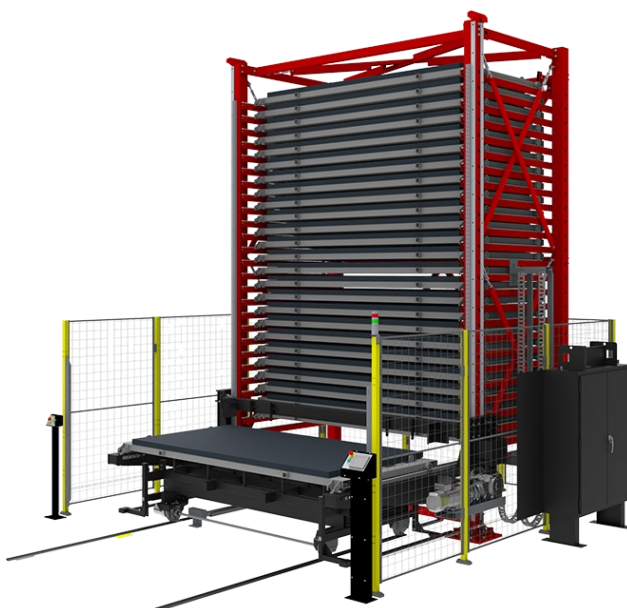
Obrázek 4: Vertikální karuselový zásobník model R500 (Carousel-Access-Options, 2024)

1.2.2 Varianta 2 – vertikální výtahový karuselový zásobník

Vertikální výtahový karuselový zásobník je inovativním systémem skladování, který využívá princip palet uspořádaných v jednom sloupci s minimálními mezemi mezi nimi. Tyto palety mohou být různých rozměrů a nosností a jsou umístěny ve vertikálním regálu. Klíčovou součástí tohoto systému je pohyblivá platforma, která se pohybuje po celé délce sloupce palet a umožňuje přesnou manipulaci s nimi.

Když je potřeba získat konkrétní paletu, systém automaticky lokalizuje a identifikuje požadovanou položku a pohyblivá platforma se přesune na příslušné místo. Poté vyjme vybranou paletu z regálu a přemístí ji na úroveň, která odpovídá požadované výšce manipulace. Tento proces je plně automatizovaný a umožňuje rychlé a efektivní získání materiálů nebo produktů bez zbytečných časových zdržení.

Vertikální výtahové karuselové zásobníky jsou oblíbené zejména v průmyslových a logistických provozech, kde je potřeba optimalizovat skladovací prostor a zvýšit efektivitu manipulace s materiály. Jsou široce využívány v různých odvětvích, jako jsou automobilový průmysl, výroba, distribuce, ale i ve skladech maloobchodních prodejců. Díky své flexibilitě a automatizovanému provozu představují vertikální výtahové karuselové zásobníky moderní a efektivní řešení pro skladování a manipulaci s materiály. (Sheet Metal VLS - Vdir Vertical Solutions, 2024)



Obrázek 5: Vertikální výtahový automatický karuselový zásobník (Carousel-Access-Options, 2024)

1.3 Výhody a nevýhody automatických karuselových zásobníků

Automatické karuselové zásobníky představují inovativní řešení pro efektivní skladování a manipulaci s materiály v různých průmyslových odvětvích. Tyto systémy nabízejí řadu výhod, ale současně se také mohou setkat s některými omezeními. V tomto textu se podíváme na obecné výhody a nevýhody automatických karuselových zásobníků, abychom lépe porozuměli jejich funkci a vhodnosti pro různé aplikace.

1.3.1 Organizace skladu

Jedna z hlavních výhod karuselových zásobníků je organizace skladu. Sklad musí být tvořen, tak aby obsluhvatelé skladu se mohly dostat k jakémukoliv zboží uskladněnému ve skladu bez větší námahy, a proto musí být ve skladech prázdná místa, kde nejsou skladovány žádné předměty. Toto místo nazýváme jako „uličky“. „Uličky“ slouží obsluhvatelům skladu jako cesta ke zboží.

S karuselovým zásobníkem, případně s více, tato starost zmizí. Stačí zadat do automatu karuselového zásobníku, co se potřebuje (např. číslo nebo celý název, podle toho, jak je sklad rozsáhlý) a za pár sekund je zboží na výdejním místě.

1.3.2 Rychlý přístup k materiálům

Tato výhoda se týká hlavně rozsáhlejších skladů. Kdy chůze na místo určeného zboží trvá dýl a zdržuje to celý např. výrobní proces. Do řídicího počítače zadá obsluha svůj příkaz a karuselový zásobník během několika vteřin pootočí platformu na které jsou umístěny určené předměty a obsluha daný předmět vyzvedne bez toho, aniž by musela něco hledat.

1.3.3 Optimalizace prostoru

Další výhoda je optimalizace skladu. Větší sklady musí být tvořeny tzv. „uličkami“, aby se obsluha dostala k určenému místu. Tento problém zmizí po zavedení karuselového zásobníku. Karuselový zásobník využije i místa kde předtím byly „uličky“ pro obsluhu skladu. Dokonce může využít prostor, kam obsluha nedostala. Myšleno je např. místa u stropu. Obsluha potřebovala žebřík nebo vysokozdvizný vozík, aby se tam dostala.

1.3.4. Snížení rizika úrazů

Výhoda některých karuselových zásobníků je, že můžeme nastavit výšku výdejního okna, jako např. u vertikálního karuselového zásobníku model R500, což snižuje zranění zad, než když předmět zvedáme od země.

1.3.5 Vysoké počáteční náklady

Jedna z počátečních nevýhod jsou vysoké náklady na pořízení karuselového zásobníku a jeho instalaci. Kupující si musí udělat velmi přesný finanční plán, aby zjistil za jak dlouho se mu investice vrátí.

1.3.6 Závislost na Elektrické energii

Automatický karuselový zásobník musí být připojen k elektrické síti jinak nebude fungovat. To může být dost velká komplikace. Obsluha karuselového zásobníku nebude moci vyzvednout uschovaný předmět uvnitř sítě a bude muset vyčkat na znovuoobnovení dodávek elektrické energie zpátky do sítě.

1.3.7 Údržba

Karuselové zásobníky vyžadují pravidelnou údržbu a servis, aby zůstaly v optimálním stavu. Nedodržováním pravidelné údržby zvyšujeme riziko poruchy.

2 HARDWARE

V této kapitole bude uveden popis elektronických komponent použitých v konstrukčním řešení návrhu karuselového zásobníku, který je součástí sestavy modelu manipulační linky.

2.1 Arduino

Arduino je vhodný nástroj pro vytváření interaktivních objektů. Díky němu můžeme snadno získávat data z různých snímačů a senzorů, jako je snímač osvětlení, vzdálenosti nebo jednoduché tlačítko, a na základě těchto informací ovládat různé výstupy, jako jsou LED diody, světla nebo motory. Aby Arduino vykonávalo požadované úkoly, musíme vytvořit program, který řídí chování mikrokontroléru. Arduino skládá mikrokontroler, krystal pro synchronizaci, napájecí zdroj s výstupem 5V a převodník pro komunikaci s počítačem.

Jeho výhody jsou nízkonákladovost, Arduino desku seženete komplet osazenou do 1000 Kč, multiplatformnost, Software Arduino funguje na operačních systémech Windows, Macintosh OSX a Linux. Software Arduino je open source nástroj, což znamená, že umožňuje lidem volně přistupovat k zdrojovému kódu softwaru, hardwaru nebo jiných projektů, ať už jde o programy, zařízení nebo něco jiného. Jazyk může být rozšířen přes knihovny C++. (Co je to Arduino?, 2014–2024)

2.1.1 Mega 2560 rev 3

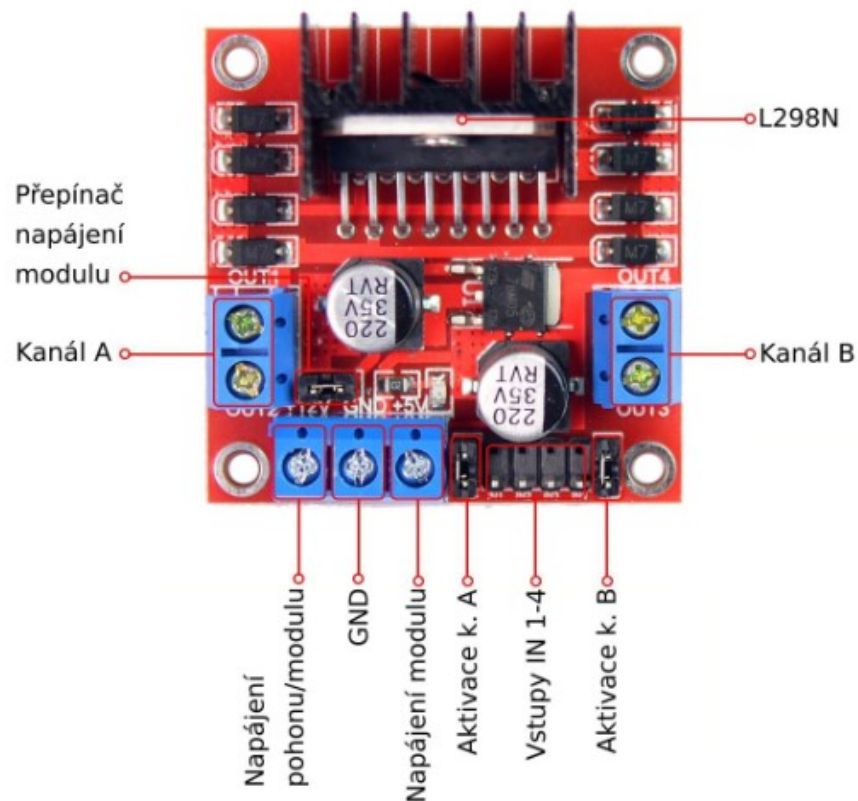
Do svého projektu jsem použil klon Arduina Mega 2560 Rev3, což je skoro totožná napodobenina desky od Arduina Mega 2560. Tato deska disponuje 54 digitálními vstupy a výstupy, 16-ti analogovými vstupy. Deska je napájena mikro USB konektorem nebo jackem.

Tabulka 1: Parametry Mega 2560 Rev3 (LaskaKit Mega2560 rev3)

Mikrokontrolér	ATmega2560
Krystal	16Mhz
Flash	256kB
SRAM	8kB
EEPROM	4kB
USB – Seriál převodník	ATmega16U2
Digitální I/O	54
PWM	14
Analogové Vstupy	16
DC Proud na pin	40mA
Vstupní napětí	6-12V doporučeno
5V max. proud	800mA

2.2 H můstek L298N

H můstek L298N slouží jako driver dvou stejnosměrných motorů nebo jednoho krokového. U stejnosměrných motorů dokáže měnit směr přepólováním výstupů a měnit rychlost pomocí pwm signálu. U krokových motorů můžeme regulovat počet kroků a směr otáčení. (1420490399.pdf, 2021)



Obrázek 6: Popis H můstku L298N (H-můstek-L298N, 2021)

Na obrázku č.6 můžeme vidět Kanál A a B. Tyto kanály se připojují na vstup motorů. Jeden kanál stačí na jeden stejnosměrný motor a dva kanály jsou potřeba na buzení krokového motoru. Proto tento H můstek může ovládat 2 stejnosměrné motory. Vstupy IN 1-2 na H-můstku L298N ovládají kanál A a vstupy IN 3-4 ovládají Kanál B. Po vysunutí propojky, která je na stranách vstupů IN 1-4 je možnost ovládat rychlost otáčení motorů pomocí pwm signálu. Je nutnost správně zvolit silové napájení motoru připojeného motoru, zajistit správné zapojení napájení H můstku L298N a vstupních obvodů elektroniky modulu, správně zapojit přepínač napájení modulu.

Tabulka 2: Parametry H můstku L298N (H-můstek-L298N, 2021)

Integrovaný obvod	L298N
Napájecí napětí	5 až 35VDC
Napěťová log. Úroveň	5 VDC
Max. proud kanál	2A
Lineární regulátor	78M05

2.3 Stejnoseměrný motor s převodovkou DGA12 – N20

„Jedná se o standardní komutátorový DC motor, u kterého je možné změnit směr otáčení přepólováním napájecích svorek. Převodovka je vyrobena z kovových slitin (ozubená kola, šasi i hřídel) a má dva montážní otvory (šroub M1,6x0,35) pro snadnou zástavbu.“
(1527593594 - 1527593594.pdf, 2023)



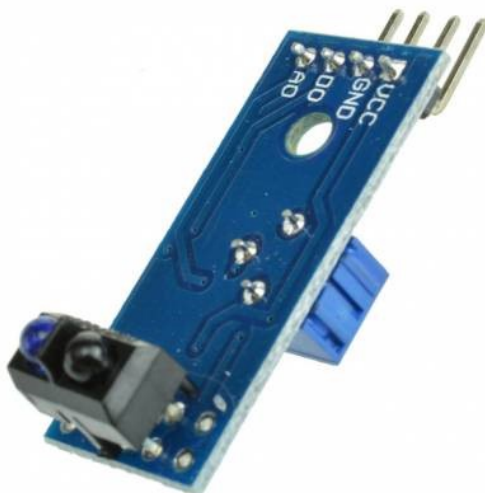
Obrázek 7: Stejnoseměrný motor s převodovkou DGA12 – N20 (3196, 2023)

Tabulka 3: Parametry Stejnoseměrného motoru s převodovkou DGA12 – N20 (3196, 2023)

Typ motoru	DGA12-N20
Napájecí napětí	3-9V DC
Provozní proud	35-500 mA
Jmenovité otáčky	11 ot. /min
Otáčky bez zatížení	15 ot. /min

2.4 Infračervený optický senzor FC – 03

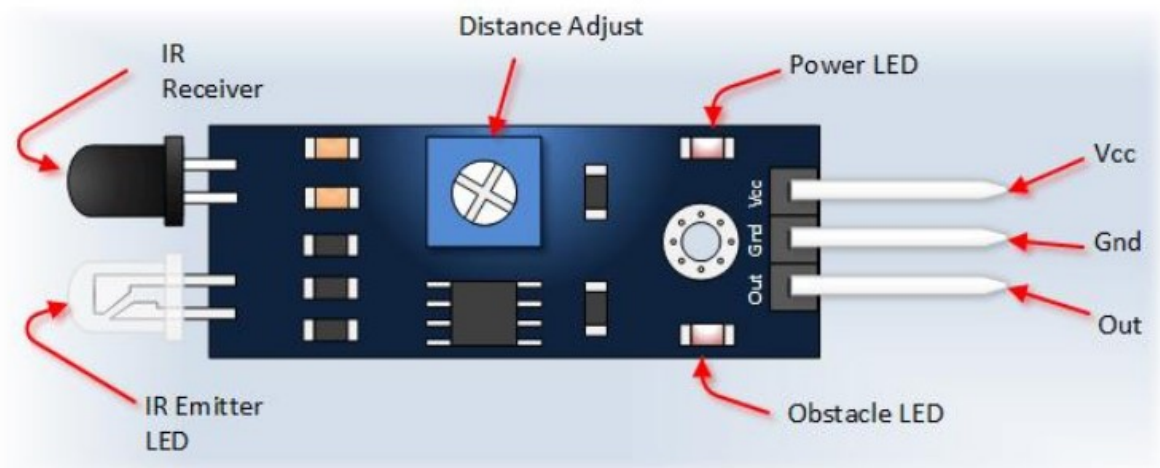
Infračervený optický senzor má mnoho možností, jak být využit. Součástka se skládá z infračervené diody a optického senzoru. Funguje to na principu, že infračervená dioda vyšle světelný pulz, který se odrazí od případné překážky zpět a je zachycen optickým detektorem. Podle množství dopadajícího světla se pak adekvátně otevře tranzistor a díky operačnímu zesilovači umístěnému na modulu můžeme na výstupu měřit analogové napětí v rozmezí 0–5 V. Tento senzor může zhruba měřit až na 20 cm, ale nepřesnější je na 5 cm. Vzdálenost, na kterou senzor měří, se upravuje potenciometrem. Senzor obsahuje 4 piny. 2 piny jsou napájení, 1 pin digitální výstup a poslední pin analogový vstup. Senzor se tak může použít např. na rozeznávání barev, nebo přibližující překážky, či měření otáček kola. (Infračervený optický senzor | Návod Drátek, 2024)



Obrázek 8: Infračervený optický senzor FC – 03 (49387, 2024)

2.5 Infračervený optický senzor FC – 51

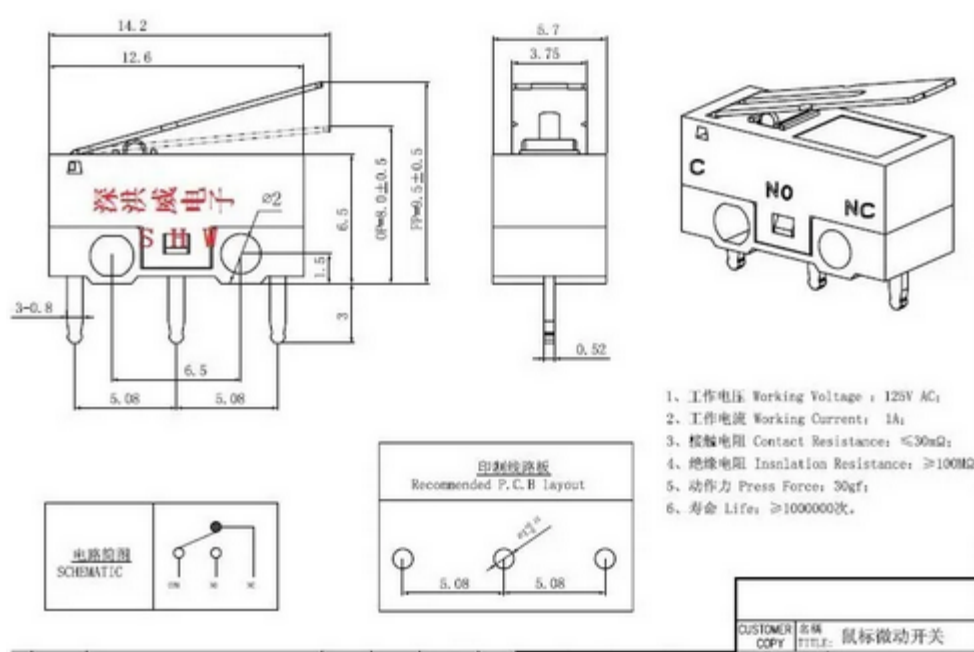
Senzor pracuje v rozmezí od 2 do 30cm. Senzor se skládá ze dvou pinů na napájení a z jednoho pinu jako výstup senzoru. Senzor využívá infračervenou LED diodu, která produkuje infračervené záření a po odrazu od překážky fotodiode snímá infračervené záření, které se nadále vyhodnocuje v komparátoru a pinem „out“ se pošle buď logická jednička nebo logická nula. Potenciometrem s nastavuje vzdálenost, na kterou senzor snímá. (Infračervený senzor pro vyhýbání se překážkám – Techfun.sk – Nej Arduino shop)



Obrázek 9: Infračervený optický senzor FC – 51 (dsfa-4, 2024)

2.6 Koncový spínač pákový 2A 125VAC

Koncový spínač má 3 piny a funguje jako přepínač. Princip je vidět na obrázku č. 10. Tento mikrospínač lze využívat na snímání koncových poloh např. v 3D tiskárnách.



Obrázek 10: Princip a náčrt koncového pákového snímače (2465-1_koncovy-spinac-pakovy-2a-125vac, 2024)

2.7 Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC Vigan

Spínaný napájecí adaptér je zařízení, které transformuje vstupní střídavé napětí (110 – 240V AC) na stabilizované výstupní napětí, které je vhodné pro napájení elektronických zařízení.

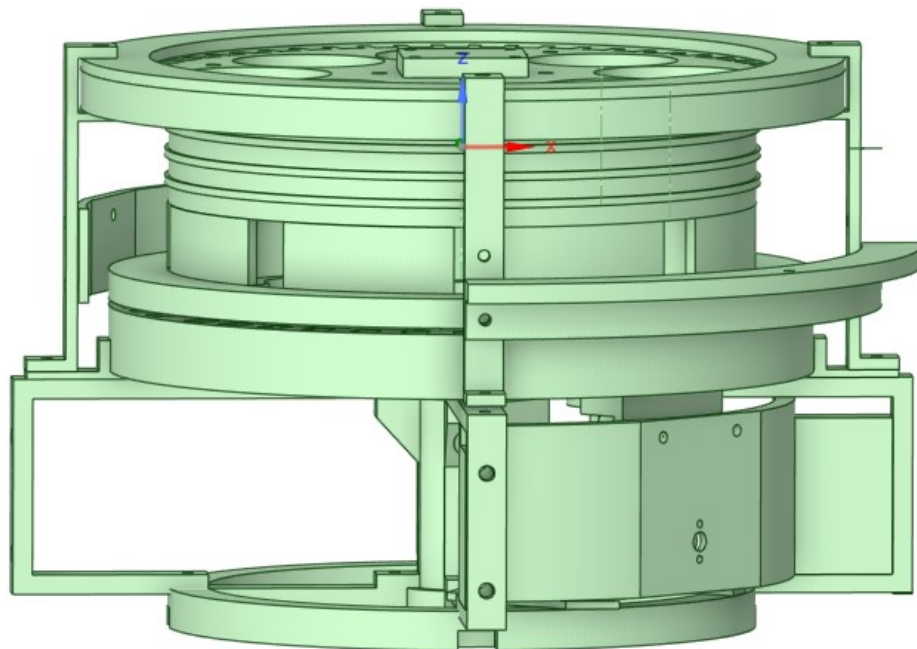
Jeho stabilizovaná vlastnost znamená, že poskytuje konstantní výstupní napětí při různých podmínkách vstupního napětí, teploty a zátěže. To je důležité pro ochranu elektronických zařízení před přepětím nebo nadproudem, což může poškodit jejich citlivé komponenty.

Spínané adaptéry jsou často vybaveny různými konektory a adaptéry, aby bylo možné je použít s různými typy zařízení. Jsou běžně využívány k napájení mobilních telefonů, notebooků, LED osvětlení, domácích spotřebičů a dalších elektronických zařízení.

Díky širokému rozsahu vstupního napětí (110 – 240V AC) jsou tyto adaptéry často nazývány "univerzálními adaptéry", protože jsou schopny fungovat v různých částech světa, kde se liší napětí elektrické sítě. To znamená, že je lze používat jak v regionech s nižším napětím (např. 110V v USA), tak i v regionech s vyšším napětím (např. 220-240V v Evropě). (Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm | dratek.cz, 2024)

3 3D modely součástek

V této kapitole se bude probírat detailní návrh 3D součástek karuselového zásobníku. Výsledkem detailního návrhu 3D součástek je kompletní soubor digitálních modelů, které slouží jako základ pro výrobu fyzických součástek. Ty mohou být vyrobeny pomocí různých technologií, jako je CNC obrábění, 3D tisk nebo lití, s důrazem na přesnost a kvalitu výsledných komponent. Já osobně preferuju 3D tisk.

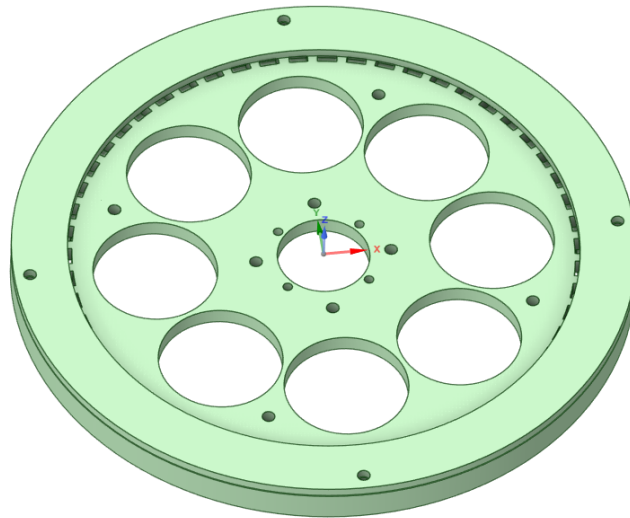


Obrázek 11: celý model karuselového zásobníku/ (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.1 Vrchní ložisko

Vrchní ložisko se skládá ze 3 dílů „ložisko nahore“, „ložisko vnejsi“ a „vnitnilozisko_vrchnidil_ozubenekolo“. Na obrázku č.11 najdeme vrchní ložisko jako nejvýše postavenou součástku. Na obrázku č. 10 je vidět celý vrchní ložisko. Funguje na principu ozubeného kola, které je svíráno dvěma díly „ložisko nahore“ a ložisko vnejsi“, aby zabránili úniku ozubeného kola a zajistili otáčivý pohyb. Ozubené kolo má mezi zuby airsoftový kuličky, které pomáhají ozubenému kolu se pohybovat plynuleji bez zbytečného

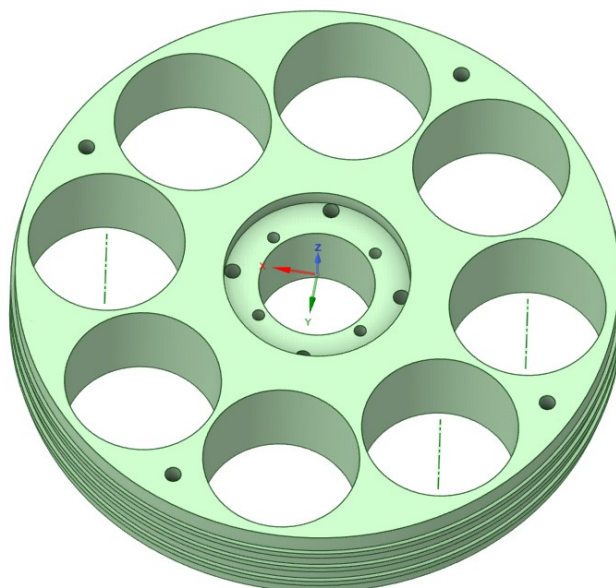
tření. Vrchní ložisko drží pohyblivou část karuselového zásobníku, tak aby zabránilo pohybu do stran.



Obrázek 12: Vrchní ložisko/ (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.2 Vrchní část rotoru

Vrchní část rotoru slouží k uchycení válce uvnitř rotoru. Vnější část vrchního rotoru je rozdělena 3-mi výstupky. Mezery mezi výstupky slouží jako plocha na grayův kód. Tato plocha se olepí bílou a černou izolepou. Olepí se pouze 3 spodní mezery mezi výstupky a vrchní část zůstane prázdná z důvodu, že nám stačí pouze 3 mezery mezi výstupky k určení 8-mi poloh stejně jako je míst na přepravovaný tělesa uvnitř karuselového zásobníku. Jak přesně funguje určování polohy karuselu si povíme v jiné kapitole.



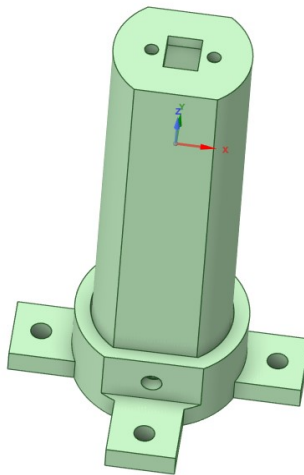
Obrázek 13: Vrchní část rotoru/ (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.3 Úchyty motorů

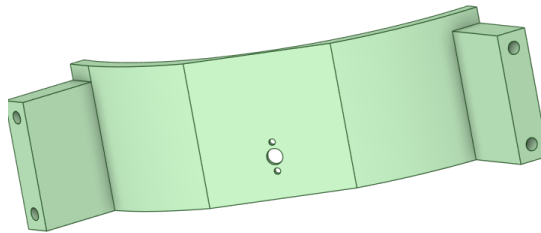
Úchyty motorů, jak z názvu vyplývá, je úchyt motoru k modelu karuselového zásobníku. Kvůli malé mezeře mezi hřídelí a uchycovacími šrouby je zapotřebí udělat úchyt motoru velmi přesný a zároveň tloušťka materiálu úchyty motoru nesmí být větší než 5mm. Šroub, který pasuje do motoru je pouze široký 1.6 mm a takové šrouby se vyrábí do délky 6mm.

Úchyty motorů jsou v modelu dva. Stejně jako počet motorů. První úchyt můžeme vidět na obrázku č. 14, který nelze vidět na obrázku č.11, protože je zabudovaný uvnitř karuselového zásobníku a motor zabudovaný v tomto úchyty pohání rotor karuselového zásobníku. Kvůli obtížnějšímu 3d tisku byl úchyt motoru rozdělen na dvě části.

Druhý úchyt lze vidět na obrázku č.15 a má více funkcí než jen držet motor. O tomto dílu se rozepíše ještě v dalších kapitolách.



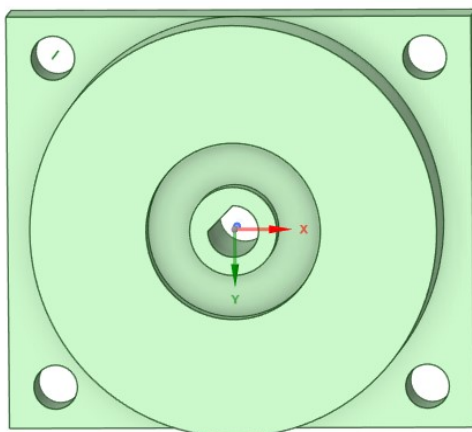
Obrázek 14: úchyt motoru pohánějící rotor / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)



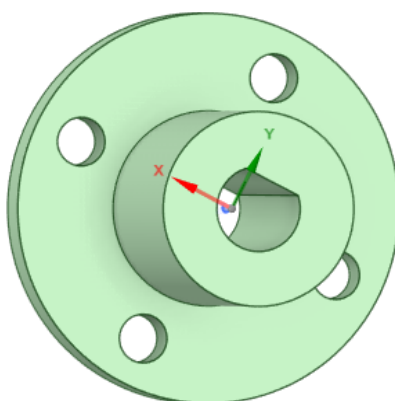
Obrázek 15: úchyt motoru pohánějící píst/ (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.4 Nástavce motorů

Nástavce motorů slouží jako zvětšení dosahu hřídele motoru a jejich upevnění k pohybující se části. Nástavce motoru v tomto případě musí mít měsíkový otvor, kam se strčí hřídel a přenáší otáčivý pohyb hřídele na nástavec a nástavec dále na součástku, s kterou se bude pohybovat. Na obrázku č. 16 lze vidět nástavec motoru, který přenáší točivý moment z hřídele motoru na rotor karuselu. Můžete si taky všimnout prohlubně kolem měsíkového úchyty. To je určeno, aby nástavec pro motor hřídele nenarážel do šroubů umístěných na motoru. Na obrázku č.11 nalezneme nástavec motoru úplně nahoře. Na obrázku č. 17 lze vidět nástavec motoru, který přenáší točivý moment z hřídele motoru na píst.



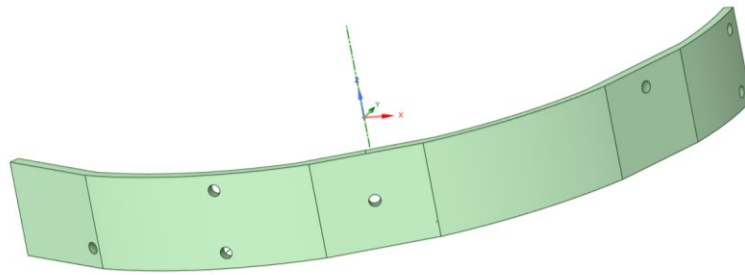
Obrázek 16: Nástavec motoru pro rotor karuselového zásobníku / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)



Obrázek 17: Nástavec motoru pro píst / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.5 Horní kryt

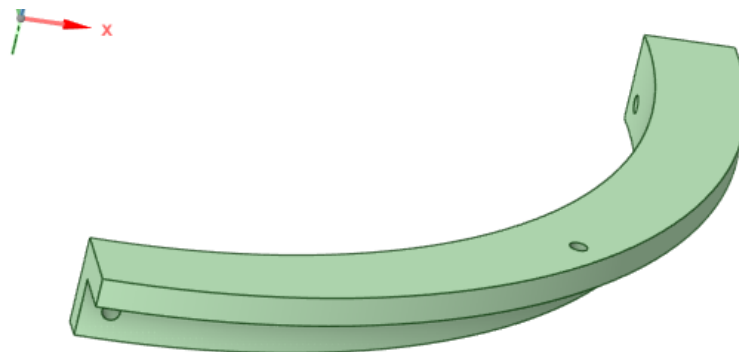
Horní kryt slouží k uchycení infračervených optických senzorů FC – 03. Jsou od sebe přesně 45° a 7 mm mezerou pod sebou. Tyto snímače slouží k snímání vrchního rotoru, který lze vidět na obrázku č. 13. Horní kryt nalezneme na horní části karuselového zásobníku připevněný k vnějším spojkám. Na obrázku č. 18 lze vidět horní kryt



Obrázek 18: Horní kryt / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.6 Držák na přední senzor

Držák na přední senzor nalezneme na spodní části rotoru. Držák na přední senzor má za úkol uchycovat infračervený optický senzor FC – 51, který dokáže snímat překážku na vzdálenost 2 až 30 cm. Vzdálenost, na kterou detekuje se nastavuje potenciometrem. Proto je skvělá volba jako senzor pro detekci tělesa uvnitř karuselového zásobníku. Na obrázku č. 19 lze vidět Držák na přední senzor.

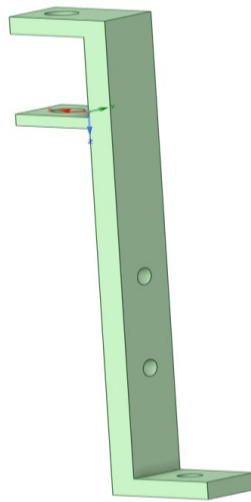


Obrázek 19: Držák na přední senzor / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.7 Vnější spojka

V mém karuselovém zásobníku najdete 4 vnější spojky. Každá po 90° je umístěna v horní části karuselového zásobníku. Hlavním úkolem vnější spojky je držet vrchní a spodní část

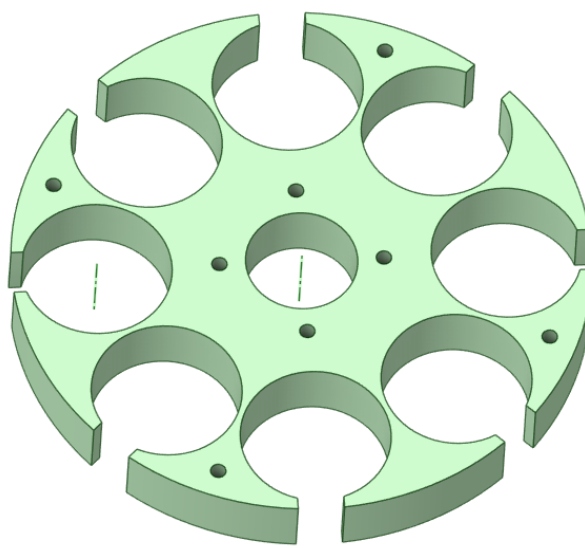
karuselu. Vnější spojka musí být přesně navrhnutá na desetiny milimetru, aby se udržovala přesná mezera mezi vrchním a spodním dílem. Kdyby vnější spojka byla moc vysoká, tak by rotor karuselu byl moc vysoko nad spodním ložiskem a nebyl by zaručený vodorovný pohyb. Když vnější spojka bude moc nízká, tak rotor bude svojí vahou zabraňovat spodnímu ložisku otáčení a rotor karuselového zásobníku se zasekne. Vnější spojka nadále uchycuje horní kryt a držák na přední senzor. K čemu slouží tyto součástky jsem se zmínil v kapitolách 3.5 a 3.6. Na obrázku č. 20 lze vidět vnější spojku.



Obrázek 20: Vnější spojka / (vytvoreno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.8 Rotor prostřední

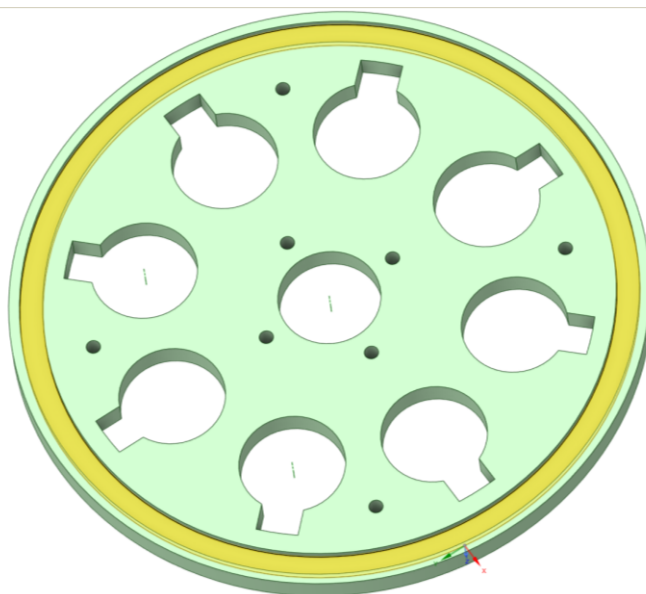
Rotor je rozdělen na 3 díly. Na rotor vrchní, prostředek a spodek. Rotor prostřední je jediná součástka z rotoru, která v sobě má otvor pro infračervený optický senzor FC – 51, který detekuje předmět uvnitř rotoru. Zároveň pozorovatel má možnost vidět do karuselového zásobníku, aby věděl, co se v něm děje. Na obrázku č.21 lze vidět součástka rotor prostředek.



Obrázek 21: Rotor prostřední / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.9 Rotor spodek

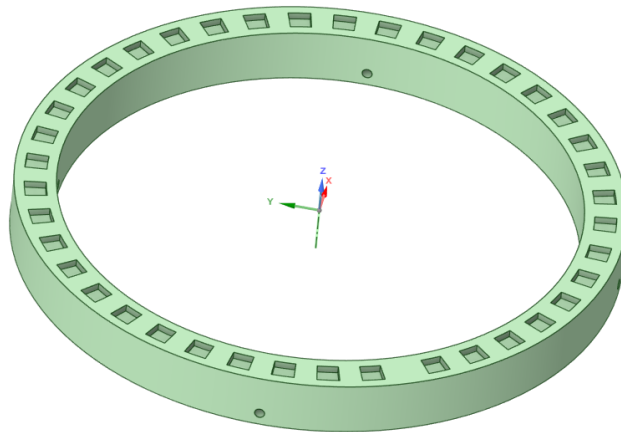
Rotor spodek je nejspodnější díl rotoru karuselového zásobníku a je taky součástí spodního ložiska. Na obrázku č.22 si můžeme všimnout, že rotor spodek obsahuje prohlubeň po celém obvodu součástky. Tato prohlubeň složí jako strop pro airsoftový kuličky, které jsou uloženy ve spodním díle spodního ložiska a zajišťují vodorovný pohyb. Je to taky nejspodnější část karuselového zásobníku, kde se nachází uskladněný předmět.



Obrázek 22: Rotor spodek / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.10 Spodní ložisko

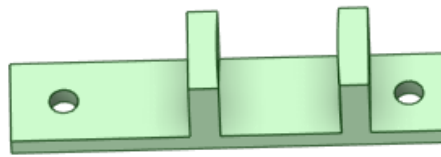
Spodní ložisko je tvořeno ze dvou dílů „rotor spodek“ a „spodní ložisko spodní díl“. Řeč bude hlavně o součástce „spodní ložisko spodní díl“. Součástka „spodní ložisko spodní díl“ je tvořena pravidelnými prohlubeninami vymodelované přesně tak, aby airsoftový kuličky, které jsou vloženy do prohlubenin, nevypadly a zároveň, aby trčela alespoň půlka airsoftový kuličky, která zapadne do dílu „rotor spodek“. Součástka „rotor spodek“ je pohyblivá, ale součástka „spodní ložisko spodní díl“ je nepohyblivá. Součástku „spodní ložisko spodní díl“ lze vidět na obrázku č.23.



Obrázek 23: Spodní ložisko spodní díl / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.11 Malá spojka

Malá spojka je určená k přichycení součástky „spodního ložiska spodní díl“ ke stojanu. Všimněte si na obrázku č. 23 jak na součástce „spodní ložisko spodní díl“ jsou vymodelovány otvory, aby malá spojka mohla být přichycena k této součástce. Malá spojka bohužel zabírá víc místa, než by měla, kvůli tomu, že by se tam nevešly šrouby, a proto celkový model je širší, než by měl. Na obrázku č. 24 je vidět malá spojka.



Obrázek 24: Malá spojka / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

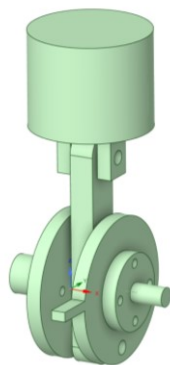
3.12 Píst

Píst, klíčový prvek v konstrukci karuselového zásobníku, je složen z celkem šesti dílů, z nichž každý má svou specifickou roli a funkci. Tato složitá sestava zahrnuje rameno, hlavičku pístu, nástavec do motoru, spojky do ložiska, úchyt ramene a úchyt ramene se snímačem. Každá součást je pečlivě navržena tak, aby společně tvořily funkční a spolehlivý mechanismus pro manipulaci s předměty v karuselovém zásobníku.

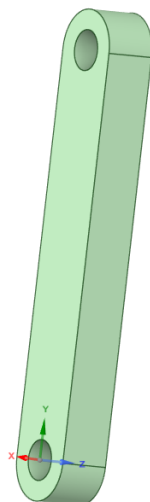
Princip fungování pístu spočívá v tom, že hřídel motoru je nasunuta na nástavec do motoru, který je následně připevněn na úchyt ramene. Úchyt ramene, rameno a úchyt ramene se snímačem jsou spojeny jedním šroubem a matkou. Úchyt ramene se snímačem je dále přišroubován do spojky ložiska, která je umístěna v ložisku zabudovaném v součástce "prostřední noha". Otáčivý moment motoru způsobuje otáčivý pohyb součástí jako je nástavec do motoru, spojky do ložiska, úchyt ramene a úchyt ramene se snímačem.

Samotné rameno je konstruováno tak, aby přenášelo pohyb na kruhový pohyb posunutý o 90°, zatímco hlavička pístu provádí přímočarý pohyb dopředu a dozadu. Díky tomuto složitému mechanismu je píst schopen v karuselovém zásobníku zdvihnout předmět o 2 cm výše, což je klíčové pro manipulaci s materiály nebo výrobky.

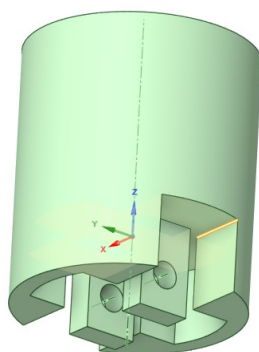
Na obrázcích č. 26–28 jsou zobrazeny jednotlivé součástky použité v pístu, což umožňuje detailní pohled na jejich konstrukci a propojení. Celkově lze konstatovat, že píst představuje technicky náročný prvek karuselového zásobníku, který kombinuje rotační a lineární pohyby pro efektivní manipulaci s předměty v průběhu výrobního procesu.



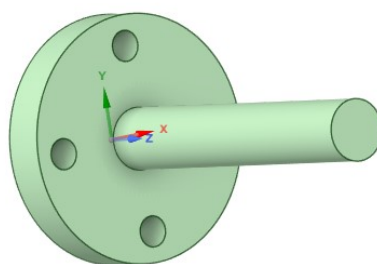
Obrázek 25: Píst / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)



Obrázek 26: Rameno / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)



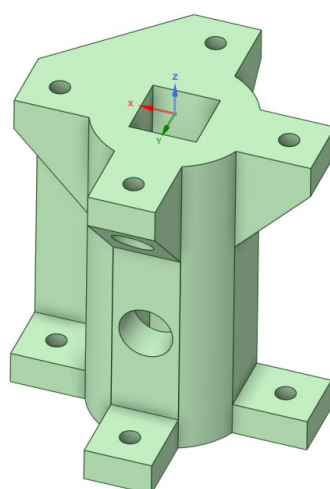
Obrázek 27: Hlava pístu / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)



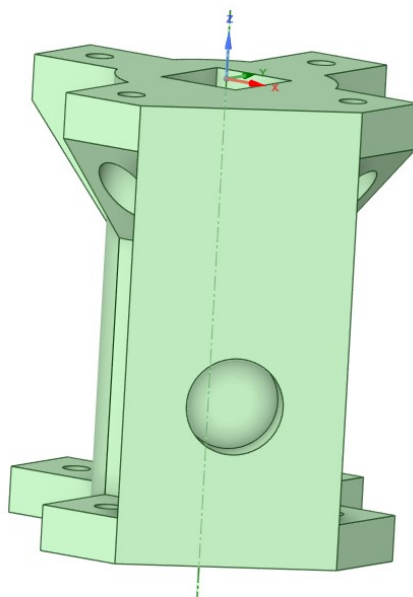
Obrázek 28: Spojka do ložiska / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.13 Prostřední noha

Prostřední noha má více funkcí v karuselovém zásobníku. Za prvé je k ní přišroubován úchyt motoru, který drží motor pohánějící rotor karuselového zásobníku. Za druhé prostřední noha drží ložisko, které upevňuje ložisko, které ulehčuje pohyb pístu. Nachází se v něm propojky, které jsou vyváděny zadní částí prostřední nohy. Lze to spatřit na obrázku č. 29 a 30. Prostřední noha je uzel celého modelu, která zpevňuje model a vytváří větší stabilitu.



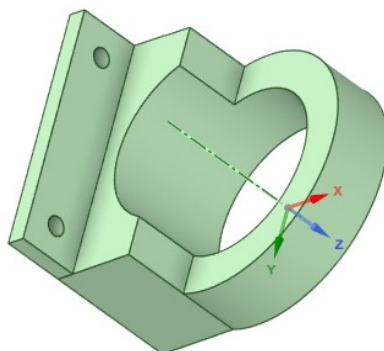
Obrázek 29: Prostřední noha zezadu / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)



Obrázek 30: Prostřední noha zepředu / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.14 Ochrana pístu

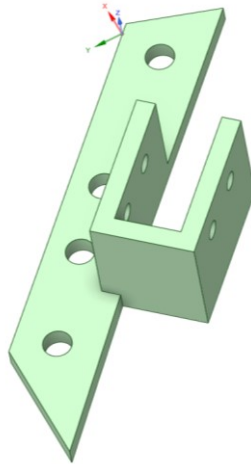
Součástka „Ochrana pístu“ slouží k udržení hlavičky ve vertikálním směru, a aby se vytahoval píst správným směrem. Bez této součástky by píst stáhla gravitace dolů a byl by vzhůru nohama. Je to v podstatě něco jako obal pístu. Součástka „Ochrana pístu“ se nachází v přední části karuselu těsně pod rotorem karuselového zásobníku. Součástka je přišroubovaná k spodnímu krytu. Na obrázku č. 31 lze vidět součástku „Ochrana pístu“.



Obrázek 31: Ochrana pístu / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.15 Držák koncového spínače

Součástka „držák koncového snímače“ uchycuje koncový spínač na obou stranách pístu. Koncový spínač určuje konečnou polohu pístu. Jedna poloha je vysunuto a druhá zasunuto. Na obrázku č. 25 je vidět kus materiálu vyčuhujícího mimo píst. Je to výběžek, který narazí do koncových spínačů a zastaví píst. Tak se určuje, jestli píst je vysunutý nebo zasunutý. Na obrázku č.32 lze vidět součástku „Držák koncového spínače“.



Obrázek 32: Držák koncového spínače / (vytvoreno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

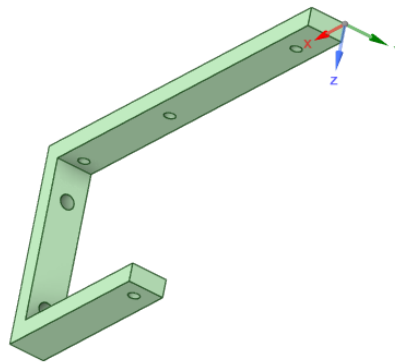
3.16 Stojan

Konstrukce karuselového zásobníku se skládá z čtyř stojanů, které jsou umístěny tak, aby procházely spodní částí modelu od jednoho konce k druhému. Tyto stojany mají klíčovou roli při upevnění celého zásobníku a zajišťují mu stabilitu a pevnost nezbytnou pro jeho správné fungování. Jejich účelem je udržovat model v optimální pozici, což umožňuje plynulý pohyb a rotaci v souladu s daným procesem.

Díky této konstrukci je karuselový zásobník schopen minimalizovat riziko poškození nebo ztráty materiálu či výrobků a zároveň maximalizovat efektivitu manipulace. Stojany jsou navrženy tak, aby poskytovaly dostatečnou podporu a pevnost, což zajišťuje bezproblémový chod zařízení i při manipulaci s těžšími nebo objemnějšími předměty. Jejich konstrukce je obvykle robustní a odolná, což zvyšuje celkovou spolehlivost a životnost karuselového zásobníku.

Kromě toho, že stojany zabezpečují stabilní podporu celého zařízení, také umožňují optimalizovat prostor a umístění materiálů či výrobků, což je zvláště důležité v průmyslových provozech s omezeným prostorem. Tímto způsobem karuselový zásobník přispívá ke zlepšení produktivity a efektivity výrobního procesu.

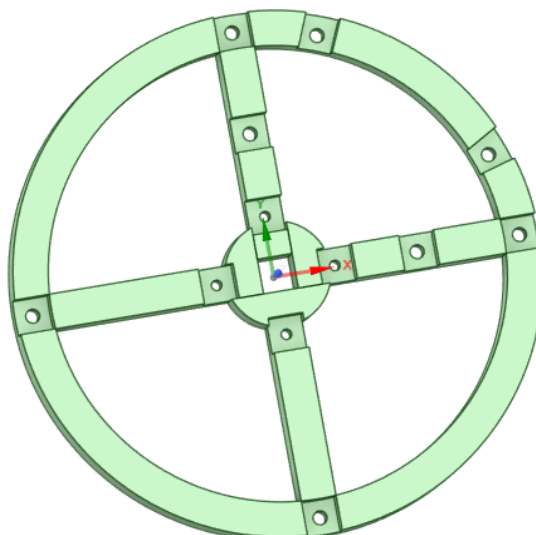
Celkově lze konstatovat, že stojany karuselového zásobníku jsou klíčovým prvkem jeho konstrukce, který zajišťuje jeho stabilitu, pevnost a optimální funkčnost. Jsou navrženy tak, aby odolaly nárokům průmyslového prostředí a umožnily bezproblémovou manipulaci s materiály či výrobky, což přispívá k efektivnímu a spolehlivému provozu zařízení. Na obrázku č.33 lze vidět součástku „Stojan“.



Obrázek 33: Stojan / (vytvoreno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.17 Podstavec karuselu

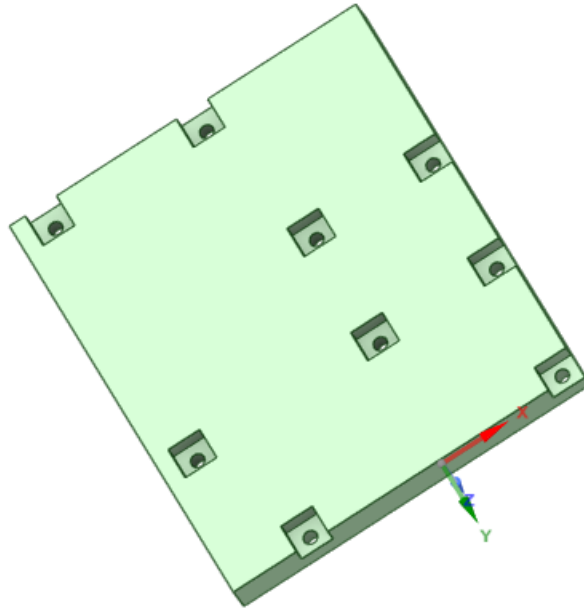
Podstavec hraje klíčovou roli v celkové stabilitě a pevnosti karuselového zásobníku. Jeho konstrukce je navržena tak, aby poskytovala pevnou oporu pro čtyři stojany, dva držáky koncového spínače a prostřední nohu zařízení. Tímto způsobem podstavec přispívá k upevnění a spojení klíčových částí karuselového zásobníku, což je nezbytné pro jeho správné fungování. Na druhé straně podstavce jsou umístěny prohlubně, které slouží k přijetí matic a zajištění, že se podstavec nevyklání či nepřeklání. Tato konstrukční úprava je důležitá pro udržení stability a rovnováhy celého zařízení. Na obrázku č.34 lze vidět součástku „Podstavec karuselu“.



Obrázek 34: Podstavec karuselového zásobníku / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

3.18 Podstavec pro elektronické součástky

Jeho hlavní funkcí je poskytovat stabilní platformu pro umístění a upevnění různých elektronických součástek, jako je Arduino Mega2560, H můstek L298N, svorkovnice. Tento podstavec je navržen tak, aby zajistil bezpečnou a spolehlivou fixaci součástek, což je klíčové pro správnou funkci elektronického zařízení. Na obrázku č.35 lze vidět součástku „Podstavec pro elektronické součástky“.



Obrázek 35: Podstavec pro elektronické součástky / (vytvořeno v „DesignSpark Mechanil v.6.0.1“)

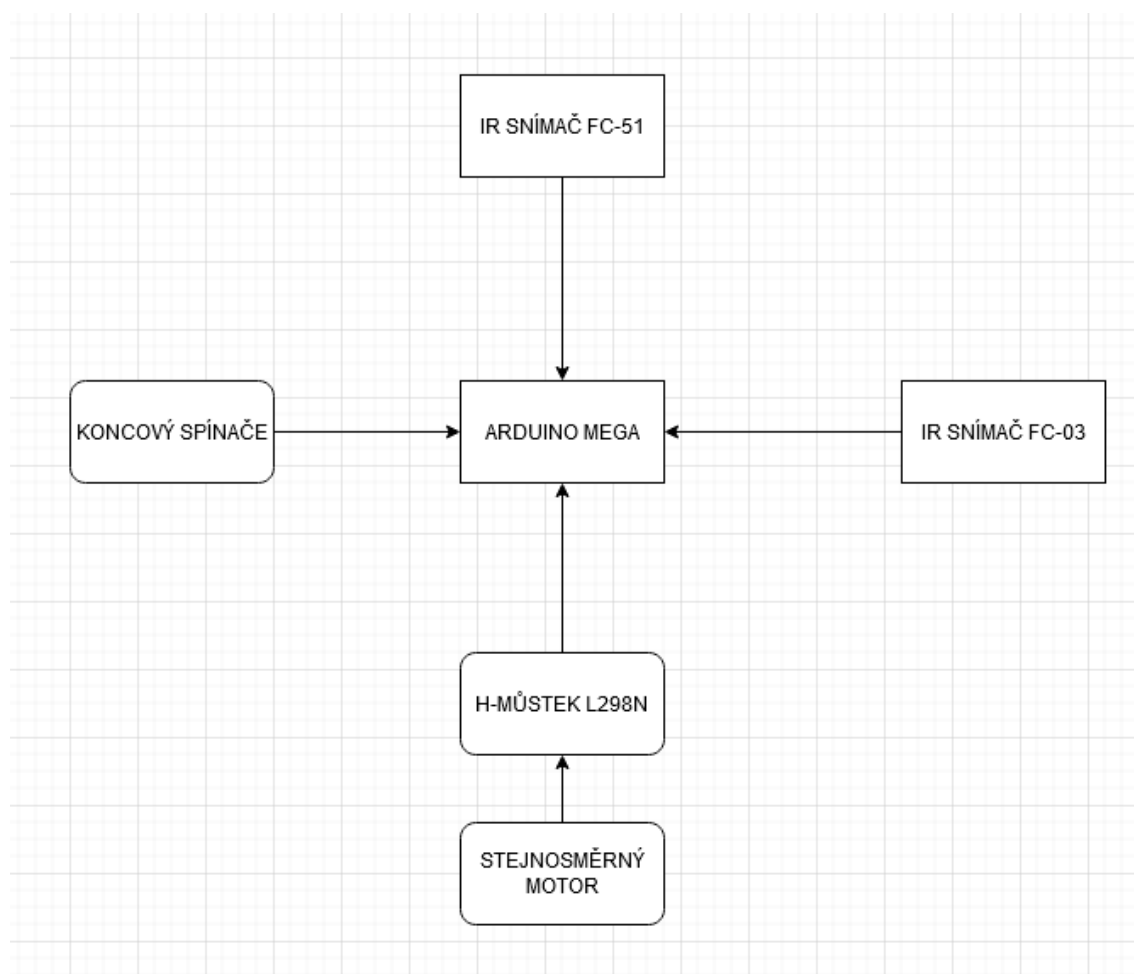
4 Elektronika

Tato kapitola obsahuje všechny informace o tom, jakou elektroniku jsem použil a jak ji zapojit, aby karuselový zásobník fungoval po vložení mého kódu do Arduina.

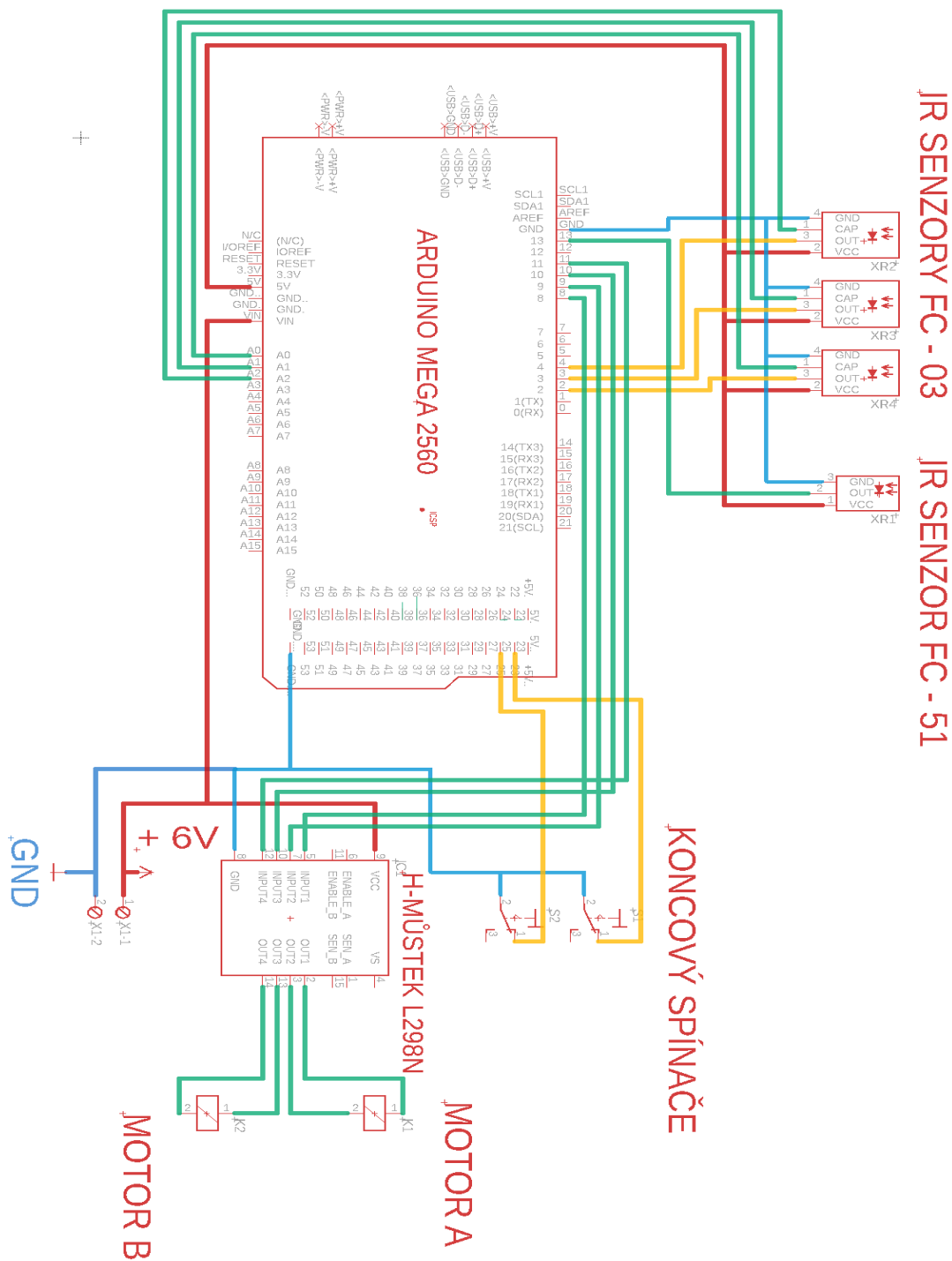
Tabulka 4: Seznam součástek

Jméno součástky	počet kusů
Napájecí adaptér 6V	1x
H můstek L298N	1x
IR snímač FC - 03	3x
IR snímač FC - 51	1x
stejnsměrný motor s převodovkou 15 Rpm	2x
koncový snímač	2x
Arduino Mega2560 Rev3	1x

4.1 Blokové schéma



4.2 Schéma zapojení v Eaglu



Obrázek 36: Schéma zapojení v Eagle(vytvořeno v Eagle, v.7.0)

5 Software

5.1 Ovládání karuselového zásobníku

Karuselový zásobník se ovládá pomocí sériového monitoru v prostředí Arduino IDE. Vše se ovládá pomocí čísel od 1 do 9. Jako první se program zeptá, jestli chci vyjmout nebo vložit předmět do karuselového zásobníku a poručí mi ať zvolím možnost „1“ (vložit), možnost „2“ (vyjmout) nebo „9“ (volně točit karuselovým zásobníkem, dokud se znova nezmáčkne možnost „9“).

Po zvolení „1“ nebo „2“ možnosti se nás znovu zeptá program kam chceme předmět vložit nebo vyjmout a musíme zvolit možnosti „1“ - „9“. Možnosti „1“ – „8“ udávají pozici rotoru karuselu, na kterou se to otočí. Možnost „9“ je escape. Po zmáčknutí „9“ se program vrací na začátek a ptá se, jestli chceme zvolit možnost „1“ (vložit) nebo možnost „2“ (vyjmout).

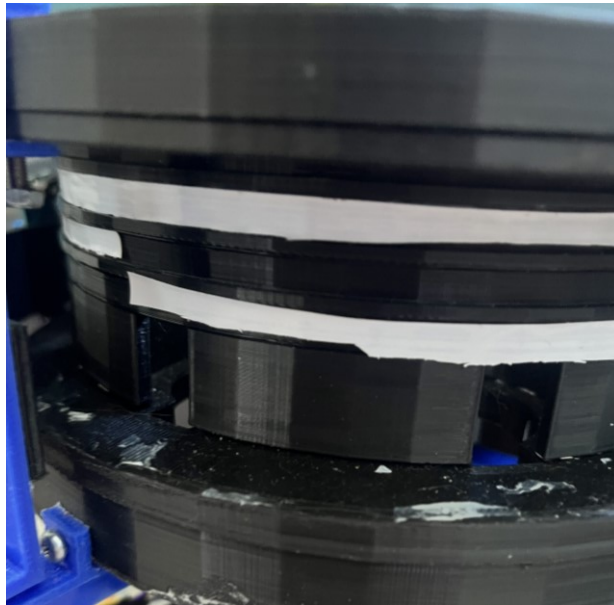
Když zvolíme možnost „1“ – „8“ a rotor karuselu se otočí na danou pozici, zkontroluje se senzorem, jestli na daném místě je předmět nebo ne a podle toho se postupuje dále. Když jsme zadali na začátku programu „1“ (vložit) a sensor snímá že už tam předmět je, tak se tě program zeptá, jestli chcete zadat jinou pozici. Po zadání nové pozice se rotor karuselového zásobníku pootočí na danou pozici a pokud tentokrát sensor nesnímá žádný předmět, tak pošle informaci manipulátoru, že pozice je volná.

Když jsme zadali na začátku programu „2“ (vyjmout) a sensor nesnímá žádný předmět, tak se tě program zeptá, jestli chcete zadat jinou pozici. Po zadání nové pozice se rotor karuselového zásobníku pootočí na danou pozici a pokud tentokrát sensor snímá předmět, tak se rozpohybuje píst a vytlačí předmět o 2 cm výš a vydá informaci manipulátoru, že předmět se může odnést. Po odnesení předmětu manipulátorem se píst vrátí do původní polohy. Program se nás pak znovu zeptá, jestli chceme možnost „1“ (vložit) nebo možnost „2“ (vyjmout).

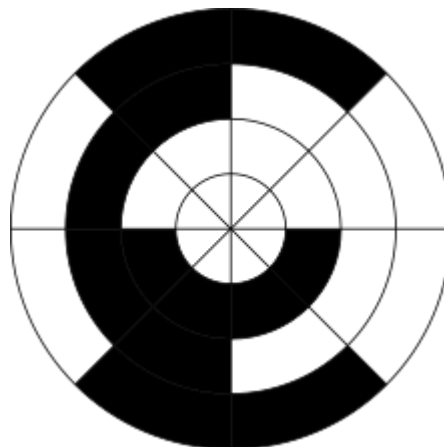
5.2 Určování polohy rotoru karuselového zásobníku

Na obrázku č. 37 lze vidět nalepená bílá izolepa. Ta je důležitá při snímání polohy rotoru karuselového zásobníku. Celé to funguje na principu Grayova kódu. Princip Grayova kódu je založen na snímači a snímatelným povrchu, který má na sobě v nějaké formě stopy. V mém případě to jsou bílá a černá místa na rotoru karuselového zásobníku. Kolik je cest, v mém případě to jsou 3 cesty skládajících se z černých a bílých míst na rotoru, tolik musí být snímačů.

Na každou cestu musí být jeden. Princip Grayova kódu můžete vidět na obrázku č. 38. Bílé a černá políčka musíme rozložit tak, aby vyšlo po každém pootočení vyšla jiná kombinace bílých a černých políček. V mém případě můžu mít maximálně 8 různých kombinací, což je akorát pro můj model karuselového zásobníku. Při zavedení další cesty bílých a černých políček a přidání dalšího snímače vytvoříme až 16 kombinací a tím pádem 16 různých poloh pro můj karusel.



Obrázek 37: Pohled na rotor karuselového zásobníku



Obrázek 38: Princip Grayova kódu (Encoder_Disc_(3-Bit), 2024)

5.3 Vstupy a výstupy Arduina Mega 2560 použité v Karuselu

Celkově využíváme na Arduinu Mega 2560 6 digitální vstupů D2, D3, D4, D13, D23 a D25. D2 – D4 se využívají pro IR senzory FC – 03, pro IR senzory FC - 51 se využívá D13 a pro koncové spínače je určen D23 a D25. 4 digitální výstupy D8, D9, D10 a D11 jsou pro ovládání H – můstku a 3 analogové vstupy (A0, A1 a A2) pro IR senzory FC – 03. Celé schéma je vidět na obrázku č. 36.

Tabulka 5: Vstupy a výstupy

DI 2, DI 3, DI4	IR snímače FC- 03
DI 13	IR snímač FC- 51
DI 23, 25	Koncový spínače
DO 8 , DO 9, D 10, D 11	H-můstek L298N
A0, A1, A2	IR snímače FC- 03

ZÁVĚR

Cílem této práce byl návrh a následná realizace karuselového zásobníku. Práce ukazuje, že návrh a implementace tohoto zařízení přinesla pozitivní výsledky a splnila stanovené cíle. Předmět uvnitř zásobníku je připraven k vyzvednutí nejdéle do 12 sekund po udělení příkazu. Karuselový zásobník nakonec pojme, až 8 předmětů velikosti 38 mm x 50 mm. Pro zvýšení kapacity karuselového zásobníku by bylo zapotřebí doplnit a pozměnit návrh konstrukce se zaměřením na úpravu rotující části karuselu. Zároveň by bylo nutné rozšířit počet snímačů FC – 03 ze 3 na 4. Po tomto rozšíření by bylo možné, bez větší zásahu do konstrukce umístit do karuselu až 16 objektů.

Skutečné rozměry karuselového zásobníku jsou 217 mm x 145 mm (šířka x výška). Vysunutí předmětu, tak aby ho manipulátor mohl uchopit, je maximálně 152 mm a při velikosti předmětu uskladněného v karuselovém zásobníku 38 x 50 mm. Rychlost otáčení rotoru karuselového zásobníku je 11 otáček / minutu, což odpovídá cca 12 cm / s.

Navržený model je možné napájet dostupným na USB portu. Tento typ napájení, může způsobit nepravidelný pohyb pohonu rotoru karuselového zásobníku. Je vhodné použít samostatný zdroj 6V, tak je uvedeno v dokumentaci. Karuselový zásobník je možné ovládat pomocí příkazu sériového monitoru, který je součástí programovacího prostředí Arduino IDE.

Jako možné vylepšení by bylo možné doplnění modelu o informační displej, který by umožnil zobrazení informací o aktuálním stavu karuselového zásobníku a doplnit další ovládací prvky, např. maticovou klávesnici.

Tabulka 6: Parametry karuselového zásobníku

Název	Parametry
Napájení karuselového zásobníku	6V
Rychlost otáčení rotoru	11 ot. / min
Maximální doba vystavení objektů do koncové polohy	12 sekund
rozměry karuselu (š, v, h)	217 x 145 x 392 mm
rozměry manipulovaného předmětu (š, v)	38 * 50 mm

POUŽITÁ LITERATURA

Automatický horizontální karusel Modula HC — Bohemia - SysTech group. Online. Chcete automatizované sklady? — Bohemia – SysTech group. C2024. Dostupné z:

<https://systechgroup.cz/automaticke-skladovaci-systemy/modula/modula-automatically-horizontalni-karousel>. [cit. 2024-05-15].

Carousel-Access-Options.jpg. Online. Automated Storage Solutions | Vertical Storage Lifts | Storage Carousels. C2024. Dostupné z: <https://www.autoscanuk.co.uk/wp-content/uploads/2020/02/Carousel-Access-Options.jpg>. [cit. 2024-05-15].

Storage Carousel | Vertical Carousel | Small Parts Storage. Online. Automated Storage Solutions | Vertical Storage Lifts | Storage Carousels. C2024. Dostupné z: <https://www.autoscanuk.co.uk/vertical-storage-carousels/industrial-carousels/>. [cit. 2024-05-15].

Co je to Arduino? Online. Úvodní stránka - Bastlírna HWKITCHEN. C2014-2024. Dostupné z: <https://bastlirna.hwkitchen.cz/co-je-to-arduino/>. [cit. 2024-05-15].

dsfa-4.jpg. Online. Techfun.sk – Naj Arduino shop – Vývojové dosky, senzory, robotika a ďalšie. C2024. Dostupné z: <https://techfun.sk/wp-content/uploads/2017/09/dsfa-4.jpg> [cit. 2024-05-15].

Encoder_Disc_(3-Bit).svg.png. Online. Wikimedia Commons. C2024. Dostupné z https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9b/Encoder_Disc_%283-Bit%29.svg/220px-Encoder_Disc_%283-Bit%29.svg.png [cit. 2024-05-15].

H-můstek-L298N. Online. VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z: <https://dratek.cz/docs/produkty/1/1271/1420490399.pdf> [cit. 2024-05-15].

Industrial-Storage-Carousel.jpg. Online. Automated Storage Solutions | Vertical Storage Lifts | Storage Carousels. C2024. Dostupné z: <https://www.autoscanuk.co.uk/wp-content/uploads/2018/01/Industrial-Storage-Carousel.jpg> [cit. 2024-05-15].

Infračervený optický senzor | Návod Drátek Online. VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z: <https://navody.dratek.cz/navody-k-produktum/infracerveny-opticky-senzor.html>. [cit. 2024-05-15].

Infračervený senzor pro vyhýbání se překážkám – Techfun.sk – Nej Arduino shop Online. Techfun.sk – Nej Arduino shop – Vývojové dosky, senzory, robotika a další. C2024. Dostupné z: https://techfun.sk/cs/produkt/infracerveny-senzor-pre-vyhybanie-sa-prekazkam/?lang=cs¤cy=CZK&gad_source=1&gclid=EAJalQobChMIjeyh-cSKhgMVWS0GAB04IA56EAQYCSABEgKc2_D_BwE. [cit. 2024-05-15].

LaskaKit Mega2560 rev3 | LaskaKit . Online. E-shop pro bastlíře | LaskaKit. C2024. Dostupné z <https://www.laskakit.cz/arduino-mega2560/> [cit. 2024-05-15].

Modula-automaticky-horizontalni-karousel. Online. Chcete automatizované sklady? — Bohemia – SysTech group. C2024. Dostupné z: https://systechgroup.cz/images/2022/02/25/modula_hc.jpg [cit. 2024-05-15].

Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm | dratek.cz . Online. VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z https://dratek.cz/arduino/175101-napajeci-sitovy-adapter-12w-6v-2a-dc-vs-06-02-5-5-2-1-mm.html?gad_source=1&gclid=EA1aIQobChM1rvHZkdGRhgMVDaODbx26mgCPEAQYA SABEgJ_O_D_BwE

Sheet Metal VLS - Vdir Vertical Solutions. Online. Vdir Vertical Solutions. C2024. Dostupné z: <https://vidirsolutions.com/products/sheet-metal-vls>. [cit. 2024-05-15].

VLS-Sheet-Metal-Gallery-2.png. Online. Vdir Vertical Solutions. C2024. Dostupné z: <https://vidirsolutions.com/wp-content/uploads/2022/01/VLS-Sheet-Metal-Gallery-2.png> [cit. 2024-05-15].

1420490399.pdf Online. dratek.cz: VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z: <https://dratek.cz/docs/produkty/1/1271/1420490399.pdf>. [cit. 2024-05-15].

1527593594 - 1527593594.pdf Online. VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z: <https://dratek.cz/docs/produkty/1/1906/1527593594.pdf>. [cit. 2024-05-15].

28795-1103039418_v.png Online. Největší obchod s akvaristikou | Invital Rostlinna-akvaria.cz. C2024. Dostupné z: https://cdn.rostlinna-akvaria.cz/upload/28795-1103039418_v.png [cit. 2024-05-15].

3196.jpg. Online. VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z: <https://dratek.cz/photos/produkty/d/3/3196.jpg?m=1527593585> [cit. 2024-05-15].

49387.jpg. Online. VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z: https://dratek.cz/photos/produkty_gal/d/49/49387.jpg?m=1646040607 [cit. 2024-05-15].

2465-1_koncovy-spinac-pakovy-2a-125vac.jpg. Online. E-shop pro bastlíře | LaskaKit. C2024. Dostupné z: https://cdn.myshoptet.com/usr/www.laskakit.cz/user/shop/related/2465-1_koncovy-spinac-pakovy-2a-125vac.jpg?61d95cd8 [cit. 2024-05-15].

[cit. 2024-05-15].

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Návod k obsluze

Příloha B: 3D komponenty

Příloha C: Zdrojový kód karuselového zásobníku

