

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Šimon Vála

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Konstrukce lineárního manipulátoru
Bakalářská práce

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Šimon Vála**
Osobní číslo: **I21072**
Studijní program: **B0714A150008 Automatizace**
Téma práce: **Konstrukce lineárního manipulátoru**
Zadávající katedra: **Katedra řízení procesů**

Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je konstrukce zařízení typu lineárního manipulátoru, který bude součástí celku modelu linky technologického procesu. Ke konstrukci řídicí jednotky zařízení bude použit vybraný typ jednočipového mikroprocesoru, např. fy Atmel, 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 řešení 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
V Pardubicích dne 12. ledna 2024

L.S.

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

Prohlašuji:

Práci s názvem "Konstrukce lineárního manipulátoru" 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 10. 05. 2024

Šimon Vála v.r.

PODĚKOVÁNÍ

Chci poděkovat panu Havlíčkovi, vedoucímu práce, za ochotu a pomoc při konzultování této práce.

ANOTACE

Tato práce se zabývá návrhem lineárního manipulátoru s gripperem. Nejdříve navrhne 3D model. Poté pomocí elektronických součástek a mikroprocesoru Arduino Mega2560 práci zprovozníme.

KLÍČOVÁ SLOVA

automatizace, stejnosměrné motory, manipulátory, roboti, koncové spínače

TITLE

Linear manipulator

ANNOTATION

This project focuses on designing and constructing linear manipulator with a gripper. First, we will design a 3D model. Then using electronic components and an Arduino Mega2560 microcontroller, we will operationalize the project.

KEYWORDS

automation, DC engine, manipulators, robots, limit switches

OBSAH

SEZNEM ZKRATEK A ZNAČEK	12
ÚVOD	12
1 Příklady lineárních manipulátorů	13
1.1 3D Tiskárny	13
1.1.1 Princip 3D tiskáren	13
1.1.2 Typy 3D tiskáren	14
1.1.3 Využití 3D tiskáren	15
1.2 Automatizované sklady	16
1.3 Výrobní linky v elektronickém průmyslu	17
2 Hardware manipulátoru	18
2.1 Mikropočítač Arduino	18
2.1.1 Arduino MEGA 2560	19
2.2 H-můstek L298N	21
2.3 Koncový spínač pákový 2A 125VAC	23
2.4 Stejnoseměrný motor s převodovkou GA12-N20	24
2.5 Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC	25
3 Mechanika	26
3.1 Trapézová matice	26
3.2 Šroubovice	26
3.3 Vodící tyč	27
3.4 Ložisko	27
4 3D model	28
4.1 Stožáry	29
4.1.1 První část stožáru	29
4.1.2 Druhá část stožáru	30
4.1.3 Finální 3D návrh páru stožárů	30
4.2 Můstky	31
4.2.1 Spojka můstku	31
4.2.2 Můstek s DC motorem	31

4.2.3 Můstek s ložiskem	32
4.2.4 Krabička na DC motor	32
4.2.5 Dvojice stožárů s můstkem	33
4.3 Jezdec po ose X	34
4.3.1 Můstek pro jezdce osy X	34
4.3.2 Spojka jezdce s DC motorem	35
4.3.3 Spojka jezdce s vodící tyčí	36
4.3.4 Kompletní jezdec osy X	37
4.4 Jezdec osy Z a úchyt gripperu	37
4.5 Gripper	39
4.5.1 Dvouhlavá spojka gripperu	39
4.5.2 Trojhlavá spojka gripperu	39
4.5.3 Klepeto gripperu	40
4.5.4 Jezdec gripperu	40
4.5.5 Spojka šroubovice a DC motoru	41
4.5.6 Jezdec osy X a Z s gripperem	41
5 Postup konstrukce	42
5.1 Propojení dvou částí stožáru	42
5.2 Propojení stožáru a spojky můstku	42
5.3 Propojení stožáru s můstkem	43
5.4 Propojení můstku, krabičky a spojky	44
5.5 Propojení můstku s pomocí šroubovice a vodících tyčí	44
5.6 Konstrukce jezdce osy X	45
5.7 Připojení jezdce k ose X	45
5.8 Konstrukce gripperu	46
5.9 Připojení trojhlavých spojek	46
5.10 Připojení dvouhlavých spojek	47
5.11 Připojení klepet	47
5.12 Připojení gripperu k ose	

6 Schéma a počet součástí	49
6.1 Zapojení v Eaglu	49
6.2 Blokové schéma	49
6.3 Seznam součástí.....	50
7 Software	51
7.1 Ovládání lineárního manipulátoru.....	51
7.2 Vývojový diagram.....	51
7.2.1 První část vývojového diagramu	52
7.2.2 Druhá část vývojového diagramu.....	53
7.2.3 Třetí část vývojového diagramu	54
7.2.4 Čtvrtá část vývojového diagramu.....	55
7.2.5 Pátá část vývojového diagramu	56
Závěr.....	57
Použitá literatura	58

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1: FDM 3D tiskárna a její popis (Konstrukce-FDM-3D-tiskarny-1.png, 2024).....	14
Obrázek 2: SLS 3D tiskárna (Form3_Closed_Right_NoPART-sml.png, 2024)	15
Obrázek 3: Manipulátor v automatizovaném skladu (stageautomaticsmallpartsstorage.jpg, 2024).....	16
Obrázek 4: Manipulátor výrobní linky KUKA (2022_05_220524_kuka_obr_03.jpg, 2022) .	17
Obrázek 5: Arduino MEGA 2560 (mega-2560.jpg, 2024)	19
Tabulka 1: Parametry Arduino MEGA 2560 (Lekce 1 - Seznámení s Arduinem – 2024)	20
Obrázek 6: H-můstek L298N (368-5_368-5-h-mustek-pro-krokovy-motor-l298n-dualni-motorovy-modul.jpg, 2024)	21
Tabulka 2: Parametry H-můstku L298N (Modul dvojitého H-můstku L298N (pro DC motory nebo krokový motor) – 2024).....	22
Obrázek 7: Náčrt a rozměry koncového pákového spínače 2A 125 VAC(2465-1_koncovy-spinac-pakovy-2a-125vac.jpg, 2024)	23
Obrázek 8: Stejnsměrný motor s převodovkou GA12-N20 (5326.jpg, 2024)	24
Tabulka 3: Parametry stejnosměrného motoru s převodovkou GA12-N20 (GA12-N20 6V motor s převodovkou LaskaKit - 2024).....	24
Obrázek 9: Napájecí síťový adaptér (175101.jpg, 2024)	25
Tabulka 4: Parametry síťového adaptéru 12W, 6V/2A DC (Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm dratek.cz – 2024)	25
Obrázek 10: Trapézová matice (3412f9992ab36e069715c3f7b90f2b6c-260e46b6c7a586.png, 2024).....	26
Obrázek 11: Šroubovice (a24313d357d9d135b253b3546b0344bd-t8-8-mm-4-vinuti.png, 2024).....	26
Obrázek 12: Vodící tyč (82cdb02b9e2e51d25cff57e1847115a4-360e46b6786d41.jpg, 2024)	27
Obrázek 13: Ložisko (122929.jpg, 2024).....	27
Obrázek 14: kompletní 3D model lineárního manipulátoru s gripperem.....	28
Obrázek 15: První návrh stožáru pro lineární manipulátor	29
Obrázek 16: První část stožáru	29
Obrázek 17: Druhá část stožáru	30
Obrázek 18: Finální 3D návrh páru stožáru	30
Obrázek 19: Spojka můstku	31

Obrázek 20: Můstek s DC motorem.....	31
Obrázek 21: Můstek s ložiskem	32
Obrázek 22: Krabička na DC motor pro osu X.....	32
Obrázek 23: První dvojice stožárů s můstkem a ložiskem.....	33
Obrázek 24: Druhá dvojice stožárů s můstkem a DC motorem.....	33
Obrázek 25: Můstek jezdce osy X s trapézovou maticí	34
Obrázek 26: Spojka jezdce s DC motorem	35
Obrázek 27: Spojka jezdce s vodící	36
Obrázek 28: Kompletní jezdec osy X	37
Obrázek 29: Jezdec osy Z.....	38
Obrázek 30: Dvouhlavá spojka gripperu.....	39
Obrázek 31: Trojhlavá spojka gripperu.....	39
Obrázek 32: Klepeto gripperu	40
Obrázek 33: Jezdec gripperu	40
Obrázek 34: Spojka šroubovice a DC motoru.....	41
Obrázek 35: Jezdec osy X a Z s gripperem.....	41
Obrázek 36: Propojení dvou částí stožáru	42
Obrázek 37: Propojení stožáru a spojky můstku	42
Obrázek 38: Propojení můstku s DC motorem	43
Obrázek 39: Propojení můstku s ložiskem	43
Obrázek 40: Propojení můstku, krabičky a spojky	44
Obrázek 41: Propojení můstku pomocí šroubovice a vodících tyčí.....	44
Obrázek 42: Konstrukce jezdce osy X	45
Obrázek 43: Připojení jezdce k ose X	45
Obrázek 44: Konstrukce gripperu	46
Obrázek 45: Připojení trojhlavých spojek.....	46
Obrázek 46: Připojení dvouhlavých spojek	47
Obrázek 47: Připojení klepet.....	47
Obrázek 48: Připojení gripperu k ose Z	48
Obrázek 49: Schéma zapojení v Eaglu lineárního manipulátoru	49

Obrázek 50: Blokové schéma lineárního manipulátoru	49
Tabulka 5: Seznam elektronických součástek.....	50
Tabulka 6: Přiřazení funkcí k elektronickým součástkám	51
Obrázek 51: První část vývojového diagramu	52
Obrázek 52: Druhá část vývojového diagramu	53
Obrázek 53: Třetí část vývojového diagramu	54
Obrázek 54: Čtvrtí část vývojového diagramu.....	55
Obrázek 55: Pátá část vývojového diagramu	56
Tabulka 7: Parametry lineárního manipulátoru.....	57

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AC – střídavé napětí

DC – digitální signál

USB – Universal Serial Bus

IDE – integrované vývojové prostředí

PWM – pulzně šířková modulace

ÚVOD

V dnešní době se automatizace a robotizace stávají velkou součástí průmyslových procesů, přičemž se stále více dostávají do zájmu díky svému potenciálu zvyšovat efektivitu, produktivitu a přesnost výroby. S narůstajícími nároky na automatizaci se rozvíjejí nové technologie a metody, které umožňují vytvářet lepší systémy manipulace a montáže s vysokou spolehlivostí a flexibilitou. Jedním z hlavních prvků těchto systémů je lineární manipulátor, který poskytuje plynulý a přesný pohyb v jednom směru a umožňuje přesné umístění nástrojů nebo pracovních objektů.

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí a implementací lineárního manipulátoru, který bude součástí modelu linky technologického procesu. Hlavním cílem práce je navrhnout a realizovat řídicí jednotku tohoto zařízení, která umožní plně autonomní provoz.

V této práci budou zkoumány a použity moderní principy a metody řízení a regulace pro dosažení požadovaných funkcí a vlastností lineárního manipulátoru. Jako základní stavební prvek řídicí jednotky bude použit vybraný typ jednočipového mikropočítače, což v tomto případě bude Arduino MEGA.

Důraz bude kladen na simulaci chování zařízení podobného typu, pozicování s vysokou přesností a možnosti komunikace s řídicím systémem.

Cílem této práce není jenom postavit tento manipulátor, ale i porozumět tomu, jak ho řídit. Chceme vytvořit takovou řídicí jednotku, která umožní tomuto robotovi pracovat samostatně nebo v kooperaci s ostatními stroji v průmyslovém prostředí.

1. Příklady lineárních manipulátorů

Lineární manipulátor je zařízení, které se používá k pohybu nebo manipulaci s objekty v přímých trajektoriích. Skládá se z lineárního pohybového systému, jenž umožňuje v případě této bakalářské práce pohyb ve dvou osách, a z gripperu, který je připojen k pohyblivé části a slouží k interakci s objekty. Tato zařízení se často využívají v průmyslu, zdravotnictví, vědě a dalších oblastech ke zvýšení efektivity práce.

(Jeřábové a polohovací manipulátory – 2024)

1.1 3D tiskárny

3D tiskárny vytvářejí objekty ve všech třech směrech postupným nanášením materiálu vrstva po vrstvě. Základní mechanika spočívá v pohybu tiskové hlavy a pohybovým můstkem.

Tisková hlava se pohybuje po ose X. Tento pohyb umožňuje postupné nanášení materiálu na různé pozice v rámci jedné vrstvy.

Pohybový můstek se pohybuje po ose Z vertikálně nahoru a dolů. Tento pohyb umožňuje postupné budování tisknutého objektu vrstva po vrstvě, přičemž se pracovní stůl snižuje po dokončení každé vrstvy.

Pohyb po osách X a Z umožňuje tisknout třírozměrné objekty s vysokou přesností a detailností. Prostor tvořící pohyb po ose Z určuje maximální výšku tisknutého objektu, zatímco pohyb po ose X určuje šířku a délku.

1.1.1 Princip 3D tiskáren

Proces začíná digitálním modelem objektu, který může být vytvořen pomocí různých softwarů nebo získán pomocí 3D skenování existujícího objektu.

Software rozdělí digitální model na tenké vrstvy, jež se nazývají „slicing“. Každá vrstva je pak převedena do řady instrukcí pro tiskárnu, které určují, kde a jak materiál přesně aplikovat.

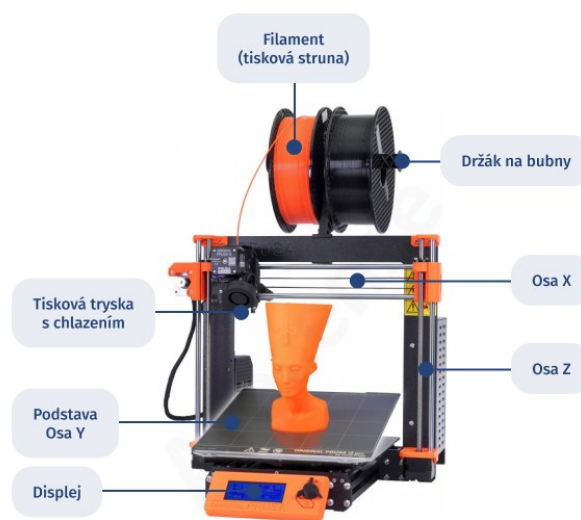
Poté, co je digitální model rozdělen, tiskárna začne postupně tvořit objekt. Materiál, který může být plast, kov, keramika, biologické materiály apod., je aplikován pomocí extrudéru, laseru nebo jiných metod.

1.1.2 Typy 3D tiskáren

Fused Deposition Modeling (FDM): Tento typ tiskárny používá termoplastický materiál, který je zahřátý a následně extrudován skrz trysku. Materiál tuhne a přilne k předchozí vrstvě. FDM tiskárny jsou poměrně levné a široce dostupné.

+Výhody této tiskárny jsou větší kvantita tisknutí, kde díky větší ploše je možné tisknout více kusů v různých velikostech.

Nevýhody jsou ale takové, že těmto tiskárnám trvá delší dobu vytisknout objekt a taky zanechávají větší vrstevové čáry.



Obrázek 1: FDM 3D tiskárna a její popis (Konstrukce-FDM-3D-tiskarny-1.png, 2024)

Stereolithography (SLA): SLA tiskárny vytvářejí objekty pomocí UV světla na fotopolymerním rezervoáru. UV světlo vytvrdí jednu vrstvu materiálu a postupně tiskne objekt.

Tyto tiskárny se většinou používají pro tisk menších kousků, které vyžadují přesnější tisk, jako jsou například šperky, nebo drobné součástky.

Díky této vlastnosti dokáže tato tiskárna tisknout s minimální viditelností vrstevových čar.

Mezi nevýhody těchto tiskáren patří: menší plocha na tisknutí (takže není možné tisknout větší objekty) a také to, že tiskárna vydává nepříjemný puch, když je aktivní.



Obrázek 2: SLS 3D tiskárna (Form3_Closed_Right_NoPART-sml.png, 2024)

1.1.3 Využití 3D tiskáren

Medicína: V medicíně se 3D tisk využívá k vytváření protéz, modelů orgánů pro chirurgické plánování, a dokonce i tkání a orgánů pro transplantace.

Průmyslová výroba: 3D tisk se využívá pro výrobu součástek a nástrojů čím dál tím více, díky možnosti rychle vyrábět různě komplexní tvary.

Automobilový průmysl: Automobilový průmysl využívá 3D tisk k výrobě prototypů, nástrojů, a dokonce i některých konečných součástek.

(3D tisk: jak funguje, kde stáhnout předlohy a jak začít? | Alza.cz)

1.2 Automatizované sklady

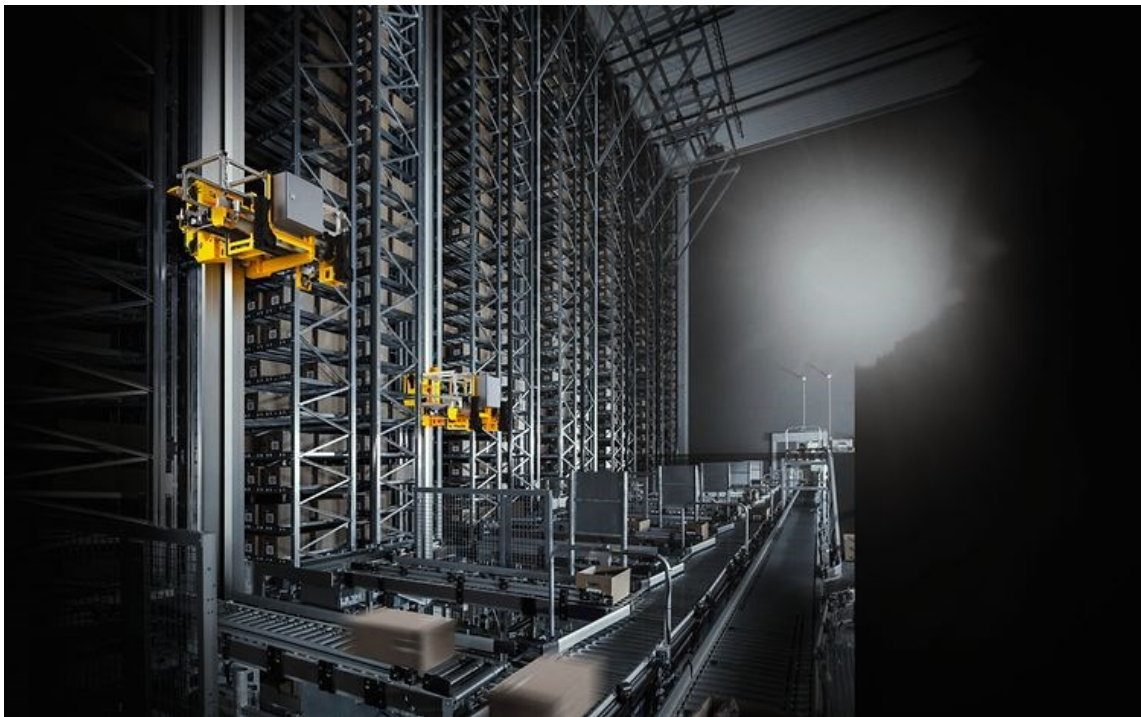
Automatizované sklady využívají roboty a manipulátory k automatické manipulaci s paletami, kontejnery nebo přepravkami. Tyto manipulátory se taky mohou používat pro výrobu velkých kovových svařenců.

Manipulační zařízení se pohybuje po ose X horizontálně podél regálů nebo skladových polic. Tento pohyb umožňuje přesné umístění manipulačního nástroje nad požadovaným regálem.

Při manipulaci s nákladem se často využívá pohyb po ose Z, aby se manipulační nástroj mohl pohybovat nahoru a dolů a zvedat nebo snižovat náklad.

Pohyb po osách X a Z umožňuje efektivní organizaci a manipulaci s nákladem ve velkých skladech. Manipulátory jsou schopné dosáhnout různých pozic v regálech a výškách.

(Automatizované sklady | Dexion – 2024)



Obrázek 3: Manipulátor v automatizovaném skladu (stageautomaticsmallpartsstorage.jpg, 2024)

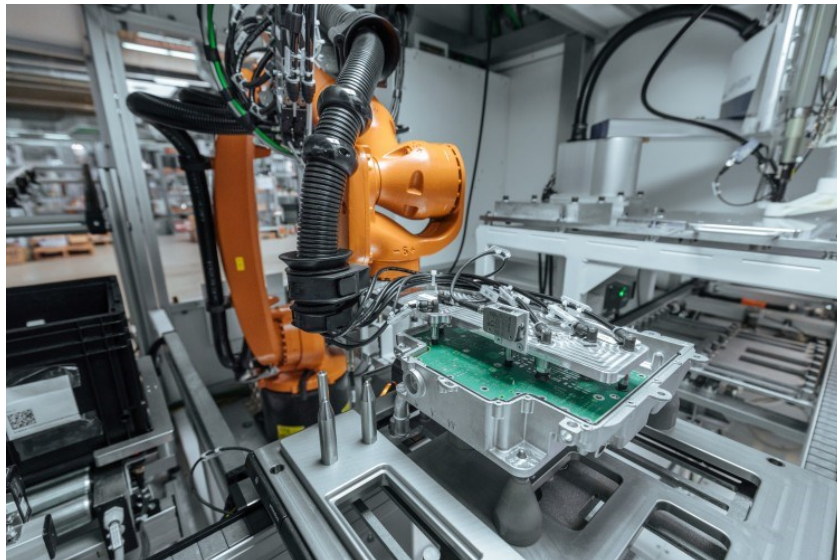
1.3 Výrobní linky v elektronickém průmyslu

Výrobní linky v elektronickém průmyslu zahrnují zařízení pro montáž desek plošných spojů, osazování součástek a testování elektronických zařízení.

Manipulační zařízení se pohybuje po ose X horizontálně nad pracovní plochou, aby mohlo přesně umístit součástky na desky plošných spojů.

Pohyb po ose Z umožňuje manipulačnímu zařízení snížit se a umístit součástky na desku plošného spoje nebo provést jiné montážní operace.

(„Kardiostimulátor“ elektromobility | MM Průmyslové spektrum – 2022)



Obrázek 4: Manipulátor výrobní linky KUKA (2022_05_220524_kuka_obr_03.jpg, 2022)

2. Hardware manipulátoru

Lineární manipulátor se skládá z několika elektronických součástí, které zajišťují, aby se objekty dostaly bezpečně z bodu A do bodu B.

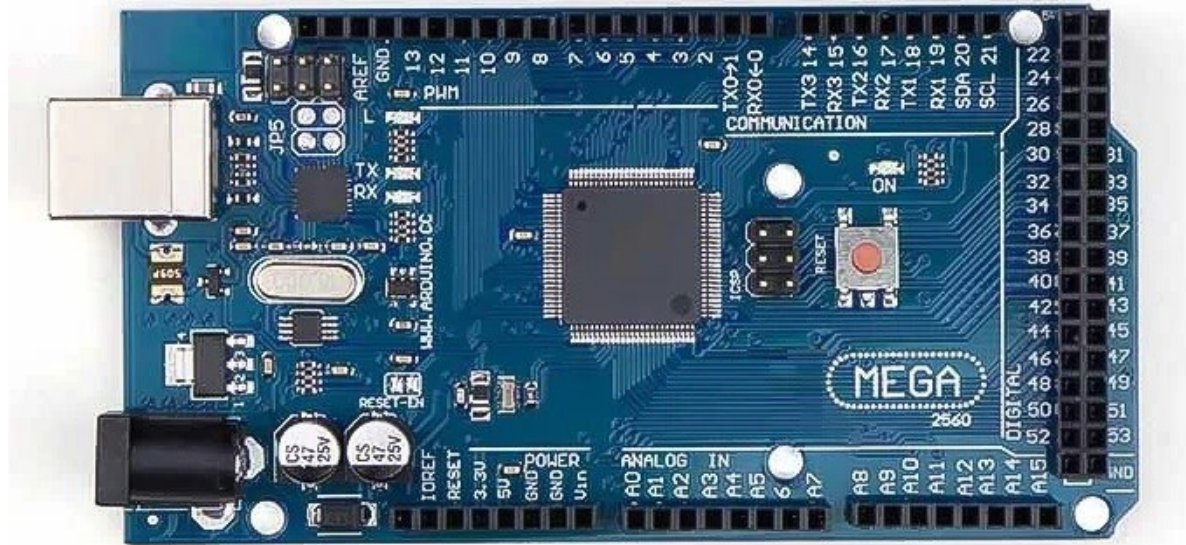
2.1 Mikropočítač Arduino

Arduino je mikropočítač, který převádí logické, aritmetické a další operace. Existuje spousta mikrokontrolerů, ale Arduino je z nich pravděpodobně nejznámější, nejrozšířenější díky jeho jednoduchosti, užitečnosti a taky kvůli zábavě s ním pracovat. Největší výhodou mikropočítačů, jako je Arduino, je to, že dělají pouze a jen to, co jim přikáže uživatel. Nemají tedy žádné před-definované funkce. Další výhodou Arduina je jeho vysoká kompatibilita s mnoha součástkami neboli komponenty. Díky tomuto je Arduino ideální pro začátečníky v elektronickém a programovacím světě.

Pro správnou funkčnost Arduina je zapotřebí model Arduina, napájecí zdroj a převodník pro komunikaci s počítačem. Mezi základní modely Arduina patří Arduino Nano, Arduino UNO a Arduino Mega 2560.

Tyto různé druhy mikropočítačů z linky Arduino se liší hlavně velikostí a počtem pinů. Jelikož pro naprogramování toho lineárního manipulátoru používáme Arduino MEGA 2560, tak ho použijeme jako příklad pro představení desky jednoho z modelů.

2.1.1 Arduino MEGA 2560



Obrázek 5: Arduino MEGA 2560 (mega-2560.jpg, 2024)

Na desce Arduino MEGA 2560 nalezneme:

USB port – na připojení USB kabelu

Napájecí jack – jack je konektor, který je schopný pracovat s napětím od 6 V do 20 V, doporučený rozmezí je ale 7 V až 12 V. Pokud napájení překročí hranice 12V, tak může dojít k přehřátí a následně se může mikropočítač stát nestabilním.

Mikroprocesor ATmega 2560 – Uprostřed desky najdeme hlavní část mikropočítače a tím je mikroprocesor.

ICSP konektor – Vedle procesoru je ICSP konektor, kterým je možné k procesoru přistupovat.

Podobný ICSP konektor – Na desce se nachází ještě jeden podobný ICSP konektor, který nám umožňuje přeprogramovat převodník sériového portu.

Integrovaná dioda – LED diody TX a RX, indikují komunikaci na sériové lince. Led dioda L je připojena na pin 13. Na desce se nachází ještě jedna dioda, která indikuje napájení a je umístěna nad tlačítkem reset a svítí zeleně.

Resetovací tlačítko – Resetovací tlačítko program spustí znovu a vymaže hodnoty v proměnných.

Napájení – Dolní levý roh obsahuje sérii pinů, které se používají pro napájení. Obsahuje 2 GND piny, na které se připojuje zem. Dále 5V a 3,3V, které jsou výstupní a potom pin reset.

Analogové piny – Lišta vedle napájení obsahuje sérii analogových pinů, které slouží jako vstupní.

Základní piny – Piny 2-13 s GND slouží ke klasickému použití, ale na pinech 0 a 1 je sériová linka

Sériové linky – hodí se pro komunikaci s Bluetooth

Další piny – Výhodou MEGA je obrovské množství pinů. Na tomto modelu jich najdeme až 53 (Lekce 1 - Seznámení s Arduinem – 2024)

Tabulka 1: Parametry Arduino MEGA 2560

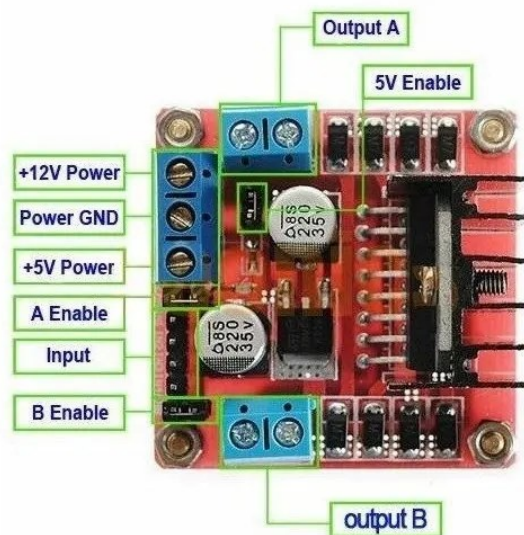
Mikro kontrolér	ATmega2560
Provozní napětí	5 V
Vstupní napětí	7-12 V (doporučeno)
Vstupní napětí (limit)	6-20 V
Digitální I/O piny	54
Analogové vstupní piny	16
DC na I/O pin	20 mA
DC na 3.3V pin	50 mA
Paměť Flash	256 kB (8 kB bootloader)
SRAM	8 kB
EEPROM	4 kB
Clock	16 MHz
LED	13
Délka	101,52 mm
Šířka	53,3 mm
Hmotnost	37 g

(Lekce 1 - Seznámení s Arduinem – 2024)

2.2 H-můstek L298N

H-můstek L298N se vyznačuje schopností řízení motorů a udržování nízkých teplot. Tento model může řídit buďto jeden 2-fázový nebo 4-fázový krokový motor nebo dva stejnosměrné motory. U stejnosměrných motorů je možno měnit rychlost pomocí PWM signálu. Modul má vestavěný 5 V stabilizátor, který se dá používat i pro napájení mikrokontroleru při vstupním napětí 7-35V. Doporučuje se používat externí napájení 5 V, když je napájecí napětí větší než 12 V.

(Modul dvojitého H-můstku L298N (pro DC motory nebo krokový motor) – 2024)



Obrázek 6: H-můstek L298N (368-5_368-5-h-mustek-pro-krokovy-motor-l298n-dualni-motorovy-modul.jpg, 2024)

Popis zapojení:

IN1, IN2 – logika řízení motoru 1

IN3, IN4 – logika řízení motoru 2

EN A – aktivace motoru 1

EN B – aktivace motoru 2

OUT1, OUT2 – připojení motoru 1

OUT3, OUT4 – připojení motoru 2

+12 V – silové napájení obou motorů

+5 V – napájení logiky modulu

GND – zem

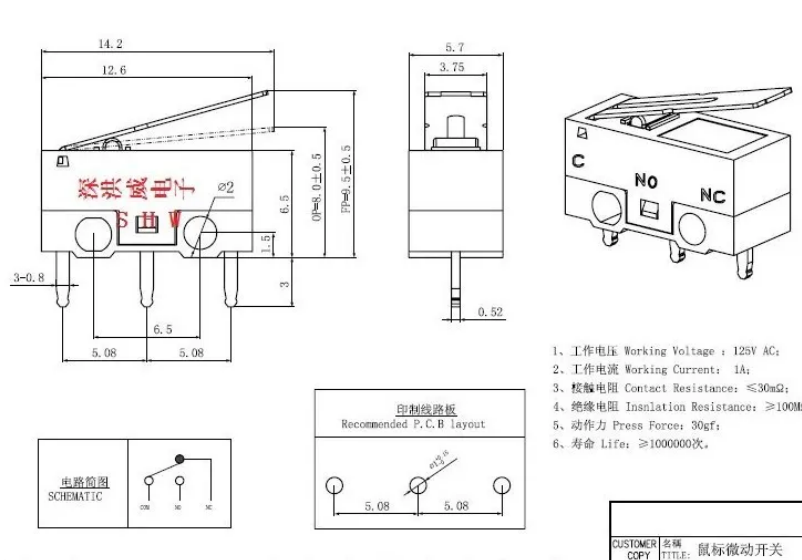
Tabulka 2: Parametry H-můstku L298N

Integrovaný obvod	L298N
Napětí motorů	5 V-35 V
Maximální proud na jeden motor	2 A (3 A max)
Logická úroveň	5 V(vhodné např. pro Arduino)
Proud logických vstupů	0-36 mA
Maximální výkon	25 W
Rozměry	43 mm x 43 mm x 27 mm
Hmotnost	30 g

(Modul dvojitého H-můstku L298N (pro DC motory nebo krokový motor) – 2024)

2.3 Koncový spínač pákový 2A 125VAC

Jedná se o typ mikrospínače, který má 3 piny. Tento spínač se využívá například pro snímání koncových poloh.



Obrázek 7: Náčrt a rozměry koncového pákového spínače 2A 125VAC (2465-1_koncovy-spinac-pakovy-2a-125vac.jpg, 2024)

2.4 Stejnospěrný motor s převodovkou GA12-N20

V této práci se používají dva různé typy DC motorů stejného označení, jen s jinými otáčkami. Jeden má 30RPM, a další dva 150 RPM. Používá se jako pohonná jednotka pro konstrukci robotů. Zařízení může být napájený napětím až 9 V a efektivní výkon je vyšší než 3 W. Neoptimálnější napětí je 6 V.

(GA12-N20 6V motor s převodovkou | LaskaKit - 2024)



Obrázek 8: Stejnospěrný motor s převodovkou GA12-N20 (5326.jpg, 2024)

Tabulka 3: Parametry stejnosměrného motoru s převodovkou GA12-N20

Napájení	6 V DC
Model	N20
Točivý moment	15 N.cm
Točivý moment (stall)	100 N.cm
Převodovka	kovová
Rychlost	30/150 RPM
Celková délka	36 mm
Rozměry motoru	12 x 26 mm
Rozměry hřídele	3 x 10 mm
Tvar hřídele	D

(GA12-N20 6V motor s převodovkou | LaskaKit - 2024)

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

Síťový adaptér s parametry 12W, 6V/2A DC je zařízení, které přeměňuje (AC) z elektrické sítě na stejnosměrný proud (DC) s výstupním 6V a proudem 2A.

(Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm | dratek.cz – 2024)



Obrázek 9: Napájecí síťový adaptér (Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm | dratek.cz – 2024)

Tabulka 4: Parametry síťového adaptéru 12W, 6V/2A DC

Vstupní napětí	110 - 240 V AC
Výstupní napětí	6 V DC
Výstupní proud	2A
Výstupní výkon	12 W

(Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm | dratek.cz – 2024)

3. Mechanika

3.1 Trapézová matice

Trapézová matice se skládá ze dvou různých matic o průměru 8mm. Jedna matice má čtyři otvory na úchyt o průměru 3,5 mm a druhá nemá žádný. Mezi maticemi je pružina. Matice se na sebe nasunou a následně přišroubují na šroubovici pod objekt, který mají posouvat.

Každý pohon v této práci je posouván trapézovou maticí. V této práci jsou dohromady tři trapézové matice.



Obrázek 10: Trapézová matice (3412f9992ab36e069715c3f7b90f2b6c-260e46b6c7a586.png, 2024)

3.2. Šroubovice

Šroubovice je tyč válcového tvaru se závitem a průměru 8 mm. Šroubovice se v této práci otáčí pomocí DC motoru a spojky. Pomocí šroubovice se posouvá gripper a tělesa po ose X a Z. Tato práce obsahuje tři šroubovice ve třech různých délkách, které jsou 305 cm, 68 cm a 170 cm.



Obrázek 11: Šroubovice (a24313d357d9d135b253b3546b0344bd-t8-8-mm-4-vinuti.png, 2024)

3.3 Vodící tyč

Vodící tyče jsou dlouhé tyče vyrobené z kovu. Vodící tyče propojují dvojice stožárů a zároveň stabilizuje pohyb gripperu po ose Z. Umožňují tedy jak pohyb po ose X, tak i Z. Vodivé tyče jsou v této práci tři, z čehož dvě mají délku 300 mm a jedna 200 mm.



Obrázek 12: Vodící tyč (82cdb02b9e2e51d25cff57e1847115a4-360e46b6786d41.jpg, 2024)

3.4 Ložisko

Ložisko je mechanická součástka, která má na konci dva přichycovací otvory o průměru 3 mm a uprostřed točivé ložisko s otvorem o průměru 8mm. Do ložiska se vloží šroubovice a ložisko následně pomáhá motoru šroubovici otáčet a zajišťuje tak i stabilitu na druhém konci od motoru. Pro uchycení šroubovice má ložisko dva uchycovací body se šroubky. Tato práce celkově obsahuje tři ložiska ke každému motoru a šroubovici.

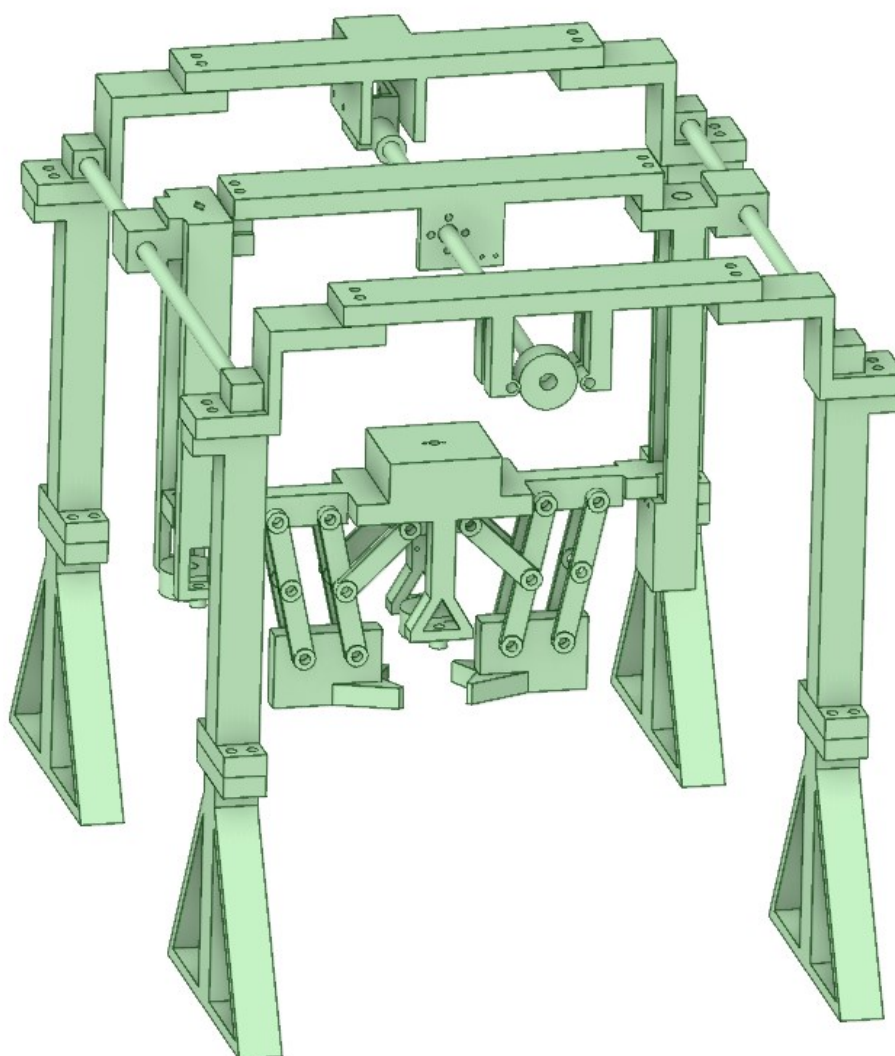


Obrázek 13: Ložisko (122929.jpg, 2024)

4. 3D model

Třetí kapitola této bakalářské práce se bude zabývat kompletním návrhem 3D modelu lineárního manipulátoru. Lineární manipulátor byl navržený v programu s názvem „Design Spark Mechanical“, což je zdarma 3D CAD (computer-aided design) modelovací software.

Výroba kompletního 3D modelu trvala přibližně 40 hodin. Součástky 3D modelu byly následně rozděleny do menších částí, ať už z důvodu toho, že byly moc velké na tiskovou desku, nebo že zkrátka by bylo velmi složité je vytisknout najednou.



Obrázek 14: kompletní 3D model lineárního manipulátoru s gripperem

4.1 Stožáry

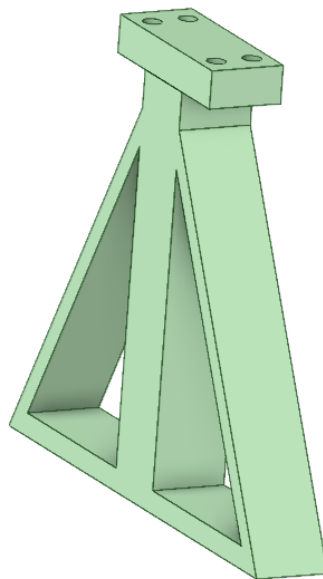
Stožáry slouží jako podpora celého lineárního manipulátoru. Stožár musel být rozdělen do dvou částí, jelikož celý stožár by se nevešel na plochu na tisk. Návrh stožáru měl několik verzí a až teprve po pátém pokusu jsem se dopracoval na ten finální.



Obrázek 15: První návrh stožáru pro lineární manipulátor

4.1.1 První část stožáru

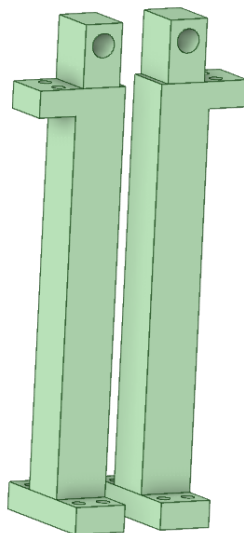
Spodní část stožáru začíná ze spodu trojúhelníkovým tvarem, který zajišťuje podporu zbytku stavby. Poté následuje malý výčnělek, který má funkčnost jako spojka se zbytkem stožáru. Obnáší celkem čtyři otvory, do kterých se zašroubují šrouby o velikosti 4 mm.



Obrázek 16: První část stožáru

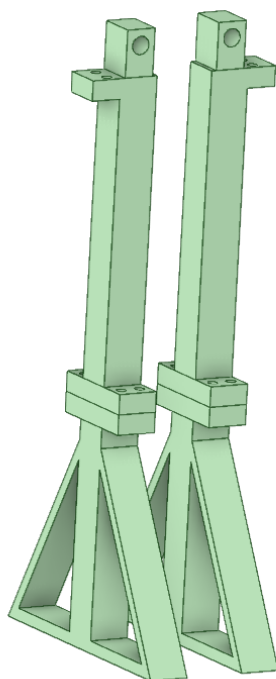
4.1.2 Druhá část stožáru

Druhá část stožáru začíná spojkou se čtyřmi otvory na šrouby o velikosti 4 mm. Poté je velký sloup, na který se napojuje hlava s dírou, do které se zasune vodící tyč. Vedle výstupku jsou dvě dírky, které pojmou dva šrouby o velikosti 4 mm na spojení se spojkou na můstek.



Obrázek 17: Druhá část stožáru

4.1.3 Finální 3D návrh páru stožárů

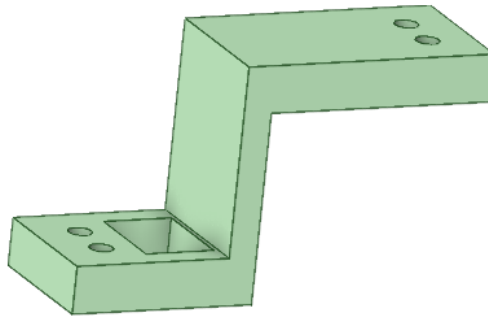


Obrázek 18: Finální 3D návrh páru stožárů

4.2 Můstky

4.2.1 Spojka můstku

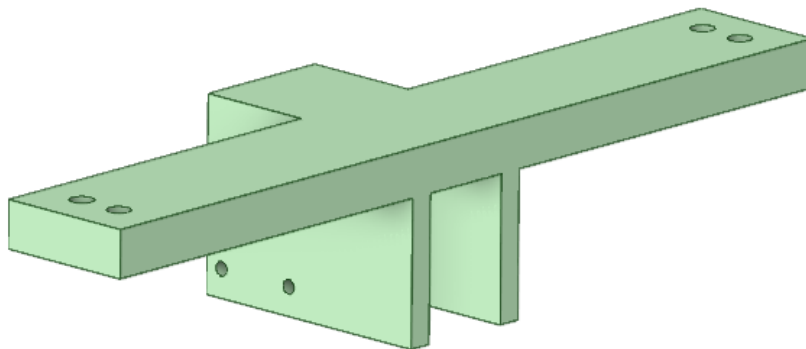
Spojka můstku propojuje můstek s vrchní částí stožáru. Začíná dvěma otvory na šrouby 4 mm a otvorem na protlačení hlavy na vodící tyč. Horní část spojky je ve tvaru L, která na konci obsahuje dva otvory na šrouby 4 mm, které propojí vrchní část spojky s můstkem.



Obrázek 19: Spojka můstku

4.2.2 Můstek s DC motorem

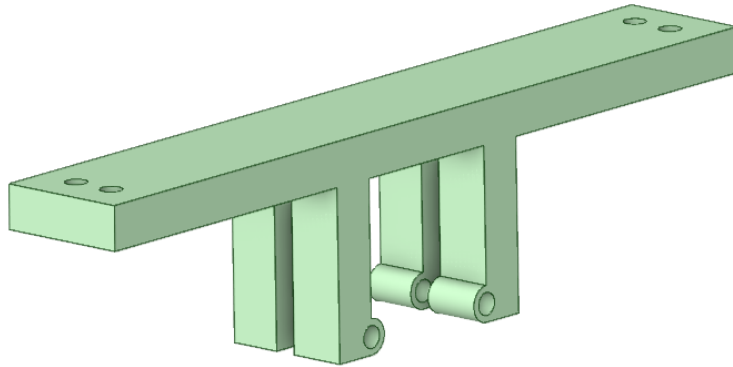
Dva páry stožárů propojují dva můstky, které se převážně liší svým středem. Oba můstky charakterizuje jejich dlouhá část, jež obsahuje dva otvory na šrouby o velikosti 4 mm na každé straně, které se propojí se spojkou k stožárům. Uprostřed prvního můstku je výrůstek, který obsahuje čtyři otvory o velikosti 2 mm na přišroubování krabičky na DC motor



Obrázek 20: Můstek s DC motorem

4.2.3 Můstek s ložiskem

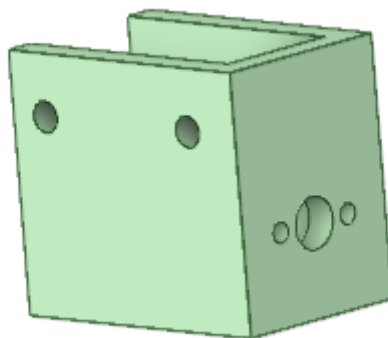
Druhý můstek obsahuje identickou dlouhou část jako první můstek, ale z jeho středu visí čtyři mohutná ramena, která podporují ložisko. Ložisko se připevní přišroubováním k otvorům ramen šrouby o velikosti 3 mm.



Obrázek 21: Můstek s ložiskem

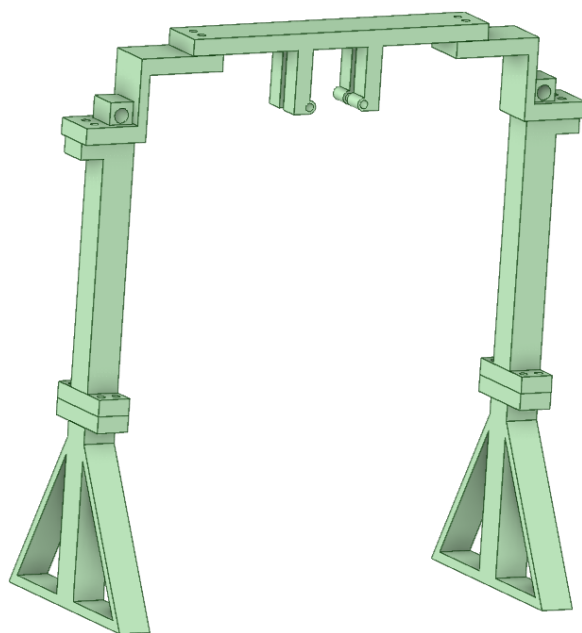
4.2.4 Krabíčka na DC motor

Krabíčka se připevní k prvnímu můstku pomocí dvou 2 mm šroubů. Krabíčka obsahuje zepředu tři otvory. Dva z nich slouží k přišroubování DC motoru šroubky 1,6 mm. Prostřední otvor je využíván pro volné protáčení hřídele motoru. Motor má otáčky 150 RPM, což zajišťuje rychlé přesouvání od jednoho můstku k druhému

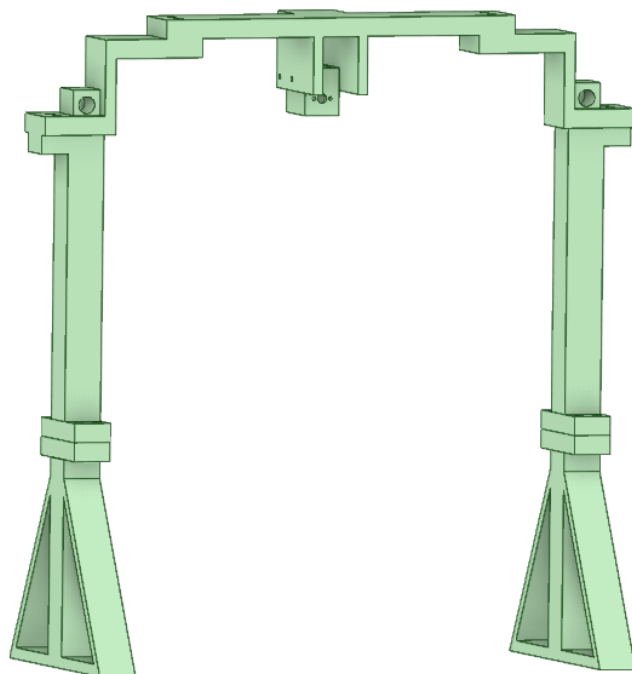


Obrázek 22: Krabíčka na DC motor pro osu X

4.2.5 Dvojice stožárů s můstkem



Obrázek 23: První dvojice stožárů s můstkem a ložiskem

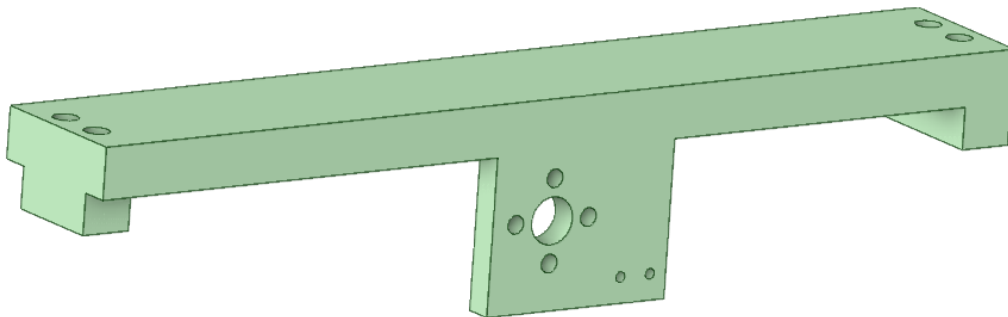


Obrázek 24: Druhá dvojice stožárů s můstkem a DC motorem

4.3 Jezdec po ose X

4.3.1 Můstek jezdce osy X

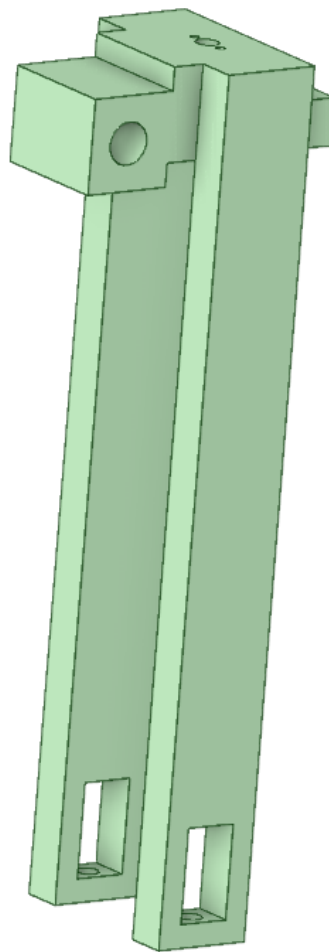
Můstek jezdce osy X obsahuje dlouhou část s dvěma stupínky na každém konci. V těchto stupíncích jsou dvě díry o velikosti 5 mm. Tyto díry slouží na propojení se spojkou, která umožní jezdcovi hladký posun po vodících tyčích. Uprostřed můstku je výčnělek, který obsahuje dvě malé díry na přišroubování koncového spínače, který kontroluje pohyb po ose Z. Vedle něho jsou čtyři díry o velikosti 3,5 mm, přes které se k jezdcovi přimontuje trapézová matice. Trapézová matice následně umožní jezdcovi pohyb po ose X. Větší otvor uprostřed o průměru 9 mm slouží k objetí šroubovice.



Obrázek 25: Můstek jezdce osy X s trapézovou maticí

4.3.2 Spojka jezdce s DC motorem

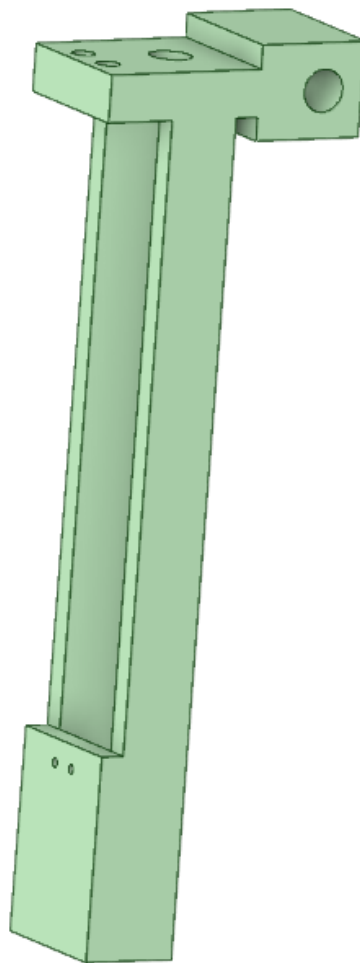
Spojka jezdce obsahuje otvor o velikosti 9 mm na posun po vodící tyči. Na vrcholu spojky s nachází otvor na připevnění motoru a na prostrčení hřídele. Tento motor má otáčky 150 RPM, takže zajišťuje rychlý posun po ose Z. Spodní část spojky obsahuje dvě ramena, které mají na konci díрку o velikosti 4 mm na připevnění ložiska. K hřídeli motoru se připevní spojka na šroubovici. Šroubovice se připevní z druhé strany k ložisku a umožní tak pohyb po ose Z pomocí trapézové matice.



Obrázek 26: Spojka jezdce s DC motorem

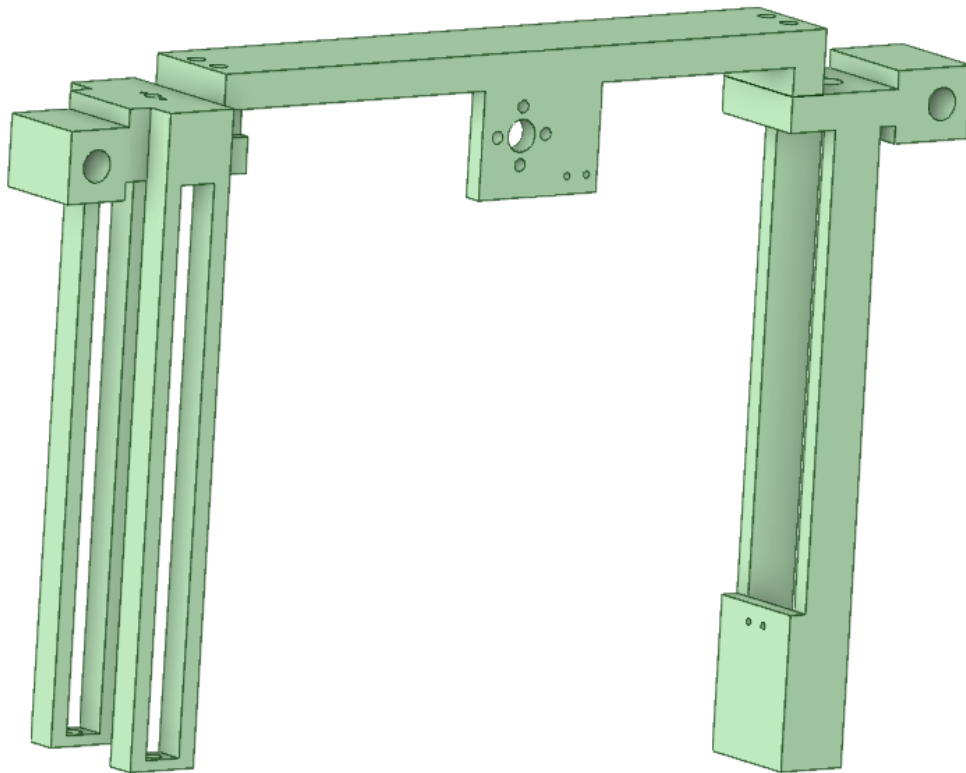
4.3.3 Spojka jezdce s vodící tyčí

Spojka jezdce s vodící tyčí má téměř stejnou funkci jako spojka s DC motorem. Místo upevnění motoru a pohybování šroubovicí tento model slouží k zakotvení vodící tyče, která stabilizuje pohyb gripperu po ose Z. Na konci spojky jsou dvě dírky o velikosti 2 mm, které slouží k připevnění koncového spínače, který kontroluje pozici gripperu na Z ose ze spodní strany.



Obrázek 27: Spojka jezdce s vodící tyčí

4.3.4 Kompletní jezdec osy X



Obrázek 28: Kompletní jezdec osy X

4.4 Jezdec osy Z a úchyt gripperu

Jezdec osy Z byl nejkompexnějším dílem této práce. Jezdec neslouží jen k pohybu po ose Z, ale je i bází pro gripper a jeho pohon. Z levé strany má otvor na prostrčení vodící tyče. Tato vodící tyč slouží ke stabilizaci jezdce a k hladkému posunu po ose Z.

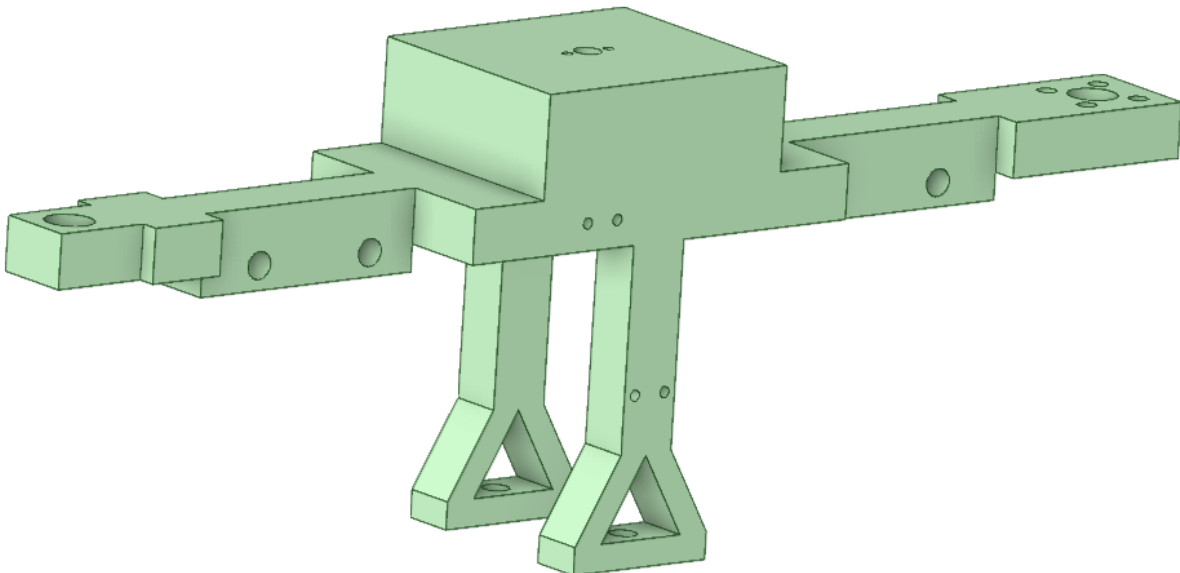
Vedle toho je výčnělek, který v sobě má dvě díry o průměru 5 mm. Tyto díry slouží k přišroubování trojhlavých spojek gripperu, které následně budou ovládat klepeta gripperu. Uprostřed jezdce se nachází krabíčka, která byla navržena na úschovu pohybu gripperu.

Na vrchní části krabíčky se nachází dva otvory o průměru 2 mm, které slouží k připevnění DC motoru. Prostřední otvor o průměru 5 mm slouží na prostrčení hřídele. DC motor použit na pohon gripperu má otáčky 30 RPM. Použil jsem menší otáčky, jelikož šroubovice, kterou otáčí, je krátká, a tak velké otáčky nebyly třeba.

Zevnitř krabičky, která je dutá, se připevní spojka k hřídeli a z druhé strany spojky se připevní šroubovice. Podél krabičky jdou dvě ramena s trojúhelníkovým koncem. Tyto konce v sobě mají otvor o průměru 4mm, který slouží k přišroubování ložiska.

K ložisku se přišroubuje druhý konec šroubovice, čímž je šroubovice upevněná. Uvnitř krabičky jsou dvě díry o průměru 2 mm na upevnění koncového spínače. Funkcí tohoto spínače je zabránit nárazu jezdce gripperu z dolní strany. Druhý spínač, jenž zamezuje nárazu jezdce gripperu z horní strany, je připevněn k jednomu z ramen, které visí z krabičky.

Na druhé straně krabičky jsou další dvě díry také o průměru 5 mm, které slouží k upevnění trojhlavých spojek. Na druhém konci jezdce je otvor na upevnění trapézové matice. Každá ze čtyř děr pro upevnění matice má průměr 3,5 mm a otvor uprostřed má průměr 9 mm.

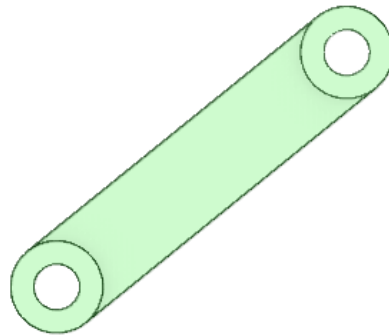


Obrázek 29: Jezdec osy Z

4.5 Gripper

4.5.1 Dvouhlavá spojka gripperu

Jezdec osy Z, jezdec gripperu a klepeta propojují dvě různé spojky. Menší z těchto dvou spojek je spojka dvouhlavá, která se z jedné strany přišroubuje k jezdcu gripperu a z druhé k prostřední hlavě trojhlavé spojky. Model gripperu dohromady obsahuje čtyři dvouhlavé spojky. Obě hlavy mají průměr 5 mm.

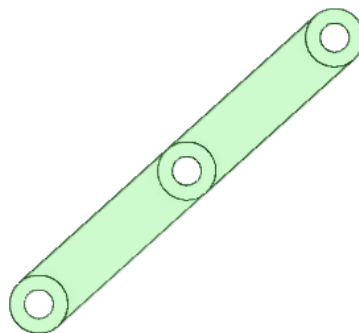


Obrázek 30: Dvouhlavá spojka gripperu

4.5.2 Trojhlavá spojka gripperu

Ta větší z dvou spojek, které ovládají pohyb klepet gripperu, je trojhlavá spojka. Model gripperu obsahuje osm těchto spojek.

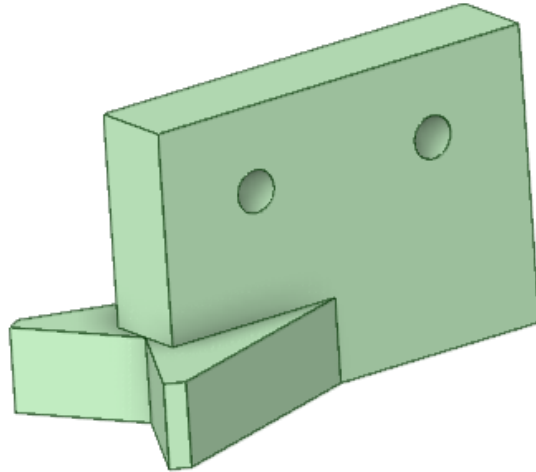
První hlava je připojena k jezdcu osy Z. U čtyřech spojek je druhá, střední hlava je připojena ke dvouhlavé spojce a zbylé čtyři zůstávají nepřipojeny. Poslední hlava je připojena ke klepetu gripperu. Všechny tři hlavy mají průměr 5 mm.



Obrázek 31: Trojhlavá spojka gripperu

4.5.3 Klepeto gripperu

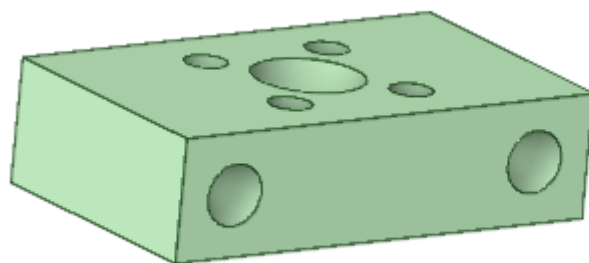
Klepeto gripperu má dva otvory o průměru 5 mm, které se připojují k spodním hlavám trojhlavých spojek. Na spodní straně klepetu jsou výčnělky uzpůsobené na to, aby byly schopné nabrat předmět a přesunout ho z bodu A do bodu B.



Obrázek 32: Klepeto gripperu

4.5.4 Jezdec gripperu

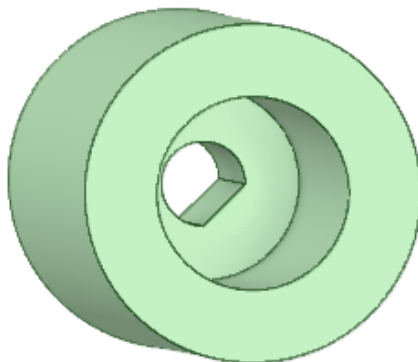
Jezdec gripperu slouží k pohybu klepet. Na obou koncích jezdce je otvor o průměru 5 mm sloužící k připojení dvouhlavé spojky z obou stran. Uprostřed jsou čtyři otvory na upevnění trapézové matice a uprostřed je díra na prostrčení šroubovice.



Obrázek 33: Jezdec gripperu

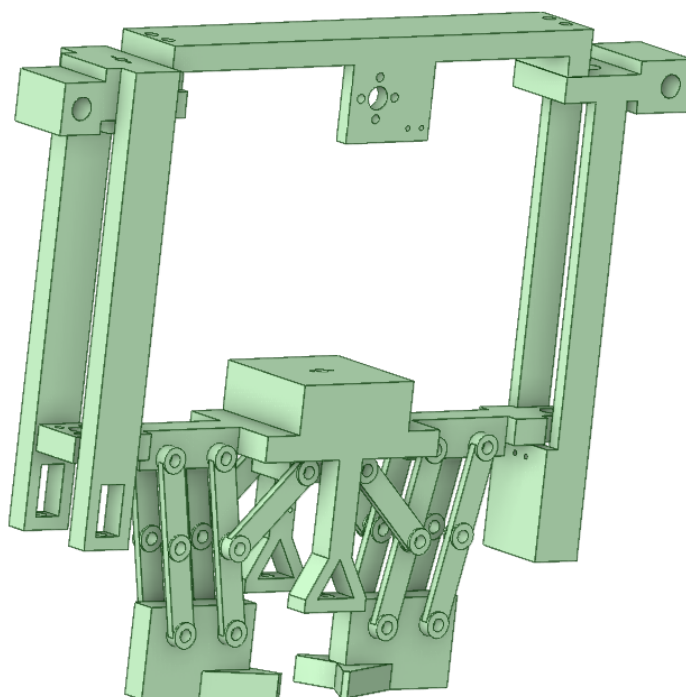
4.5.5 Spojka šroubovice a DC motoru

Spojka má tvar válce. Z jedné strany má otvor na hřídel DC motor ve tvaru D s průměrem v nejdelší části 3,5 mm a otvor je hluboký 8 mm, z druhé strany je otvor na šroubovici o průměru 8 mm a hloubce 15 mm. Tyto spojky jsou celkem tři na každý ze třech DC motorů.



Obrázek 34: Spojka šroubovice a DC motoru

4.5.6 Jezdec osy X a Z s gripperem



Obrázek 35: Jezdec osy X a Z s gripperem

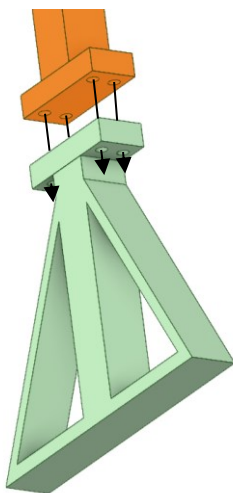
5. Postup konstrukce

Tato kapitola obsahuje kompletní plán pro sestavení mého lineárního manipulátoru.

Ukazuje na pasující díly, otvory na utáhnutí šroubů a rozměry šroubů.

5.1 Propojení dvou částí stožáru

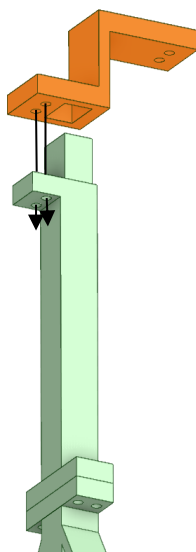
Čtyřmi otvory prostrčíme šrouby o velikost M4 x 20mm. Tímto spojíme obě části stožáru.



Obrázek 36: Propojení dvou částí stožáru

5.2 Propojení stožáru a spojky můstku

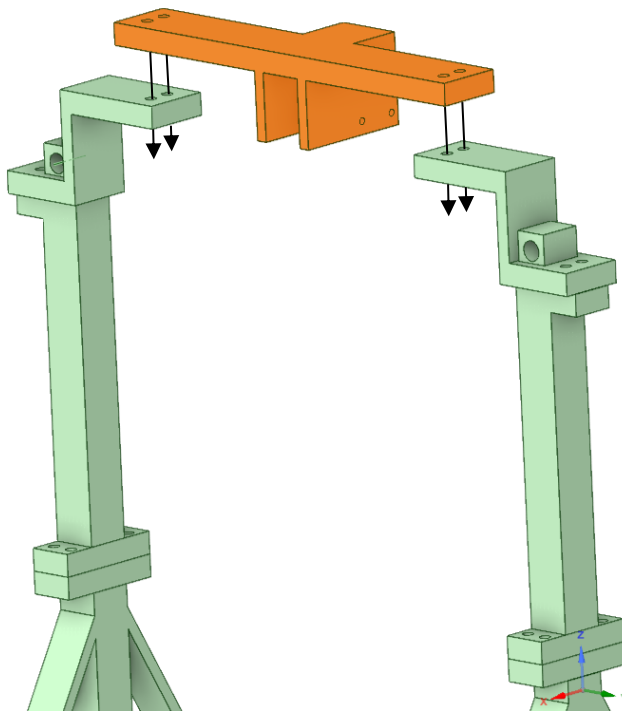
Skrz horní část stožáru protáhneme spojku pro propojení můstku a stožáru. Dvěma otvory po boku prostrčíme šrouby o velikost M4 x 20mm.



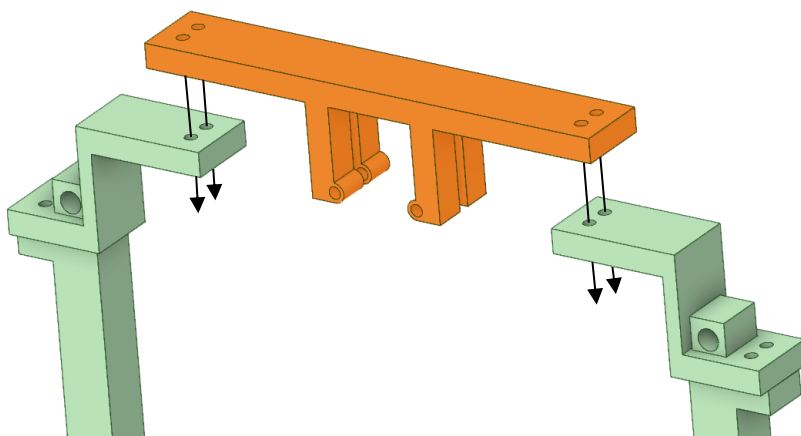
Obrázek 37: Propojení stožáru a spojky můstku

5.3 Propojení stožárů s můstkem

Poté co přešli proces zopakujeme u každého ze čtyř stožárů, tak přiložíme ke dvojicím můstky tak, aby se otvory protínaly s druhou stranou spojek. Poté těmito otvory prostrčíme šrouby o velikost M4 x 20mm.



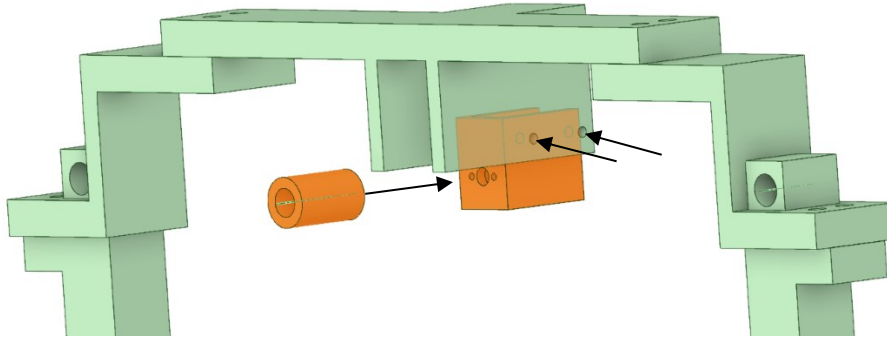
Obrázek 38: Propojení můstku s DC motorem



Obrázek 39: Propojení můstku s ložiskem

5.4 Propojení můstku, krabičky a spojky

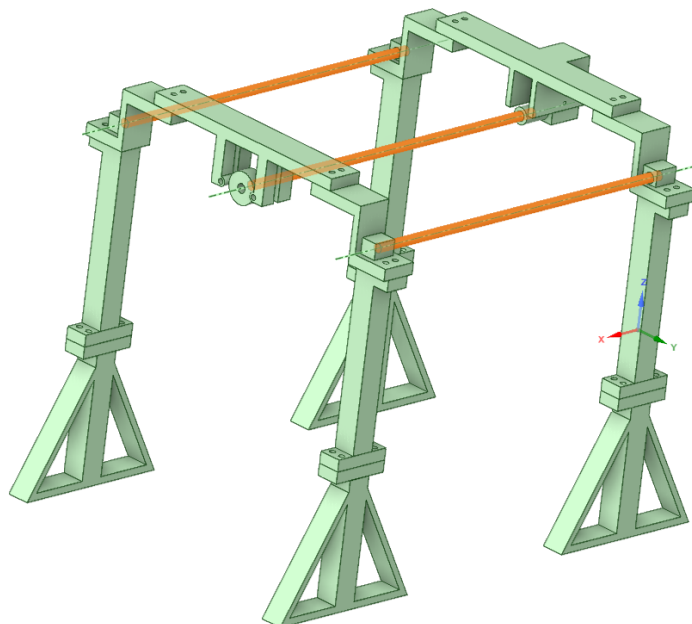
Následně k jednomu můstku připevníme ložisko a k druhému přišroubujeme krabičku pro DC motor. Po vložení a přišroubování motoru se k hřídeli připevní spojka, která propojuje hřídel motoru a šroubovici s ložiskem.



Obrázek 40: Propojení můstku, krabičky a spojky

5.5 Propojení můstků pomocí šroubovice a vodících tyčí

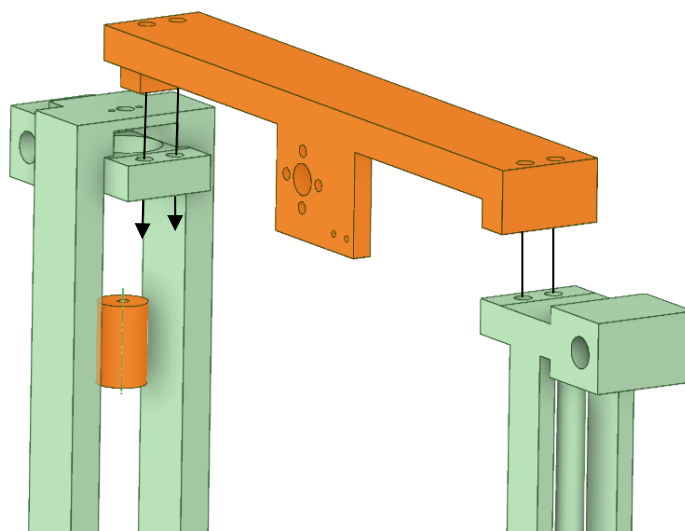
Aby pohyb a konstrukce stožárů byli stabilní, tak se dvojice propojí vodícími tyčemi z boků a šroubovicí ze středu.



Obrázek 41: Propojení můstku pomocí šroubovice a vodících tyčí

5.6 Konstrukce jezdce osy X

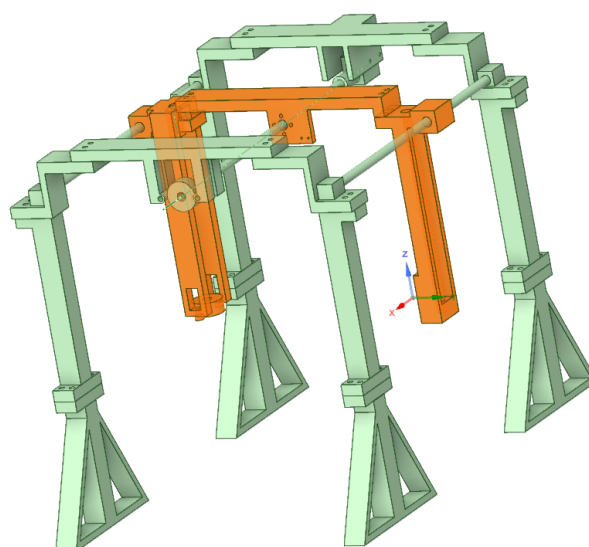
Můstek jezdce se propojí s dvěma komponenty, které slouží pro pohyb po ose Z. Po srovnání těchto komponentů a jejich děr se jimi protáhnou šrouby o velikosti M4 x 35mm.



Obrázek 42: Konstrukce jezdce osy X

5.7 Připojení jezdce k ose X

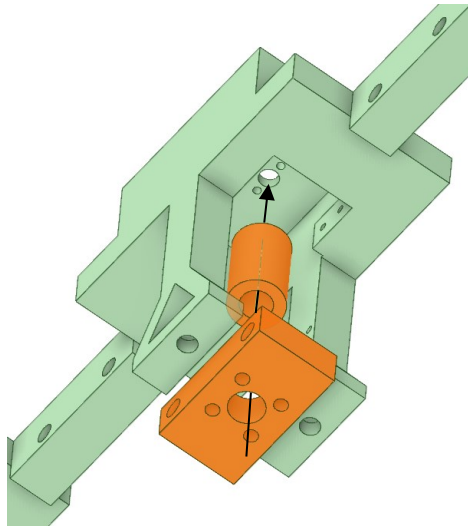
Jezdec se trapézovou maticí přichytí na šroubovici. Boční komponenty pro pohyb osy Z se přichytí k vodivým tyčím, aby se jezdce pohyboval stabilně.



Obrázek 43: Připojení jezdce k ose X

5.8 Konstrukce gripperu

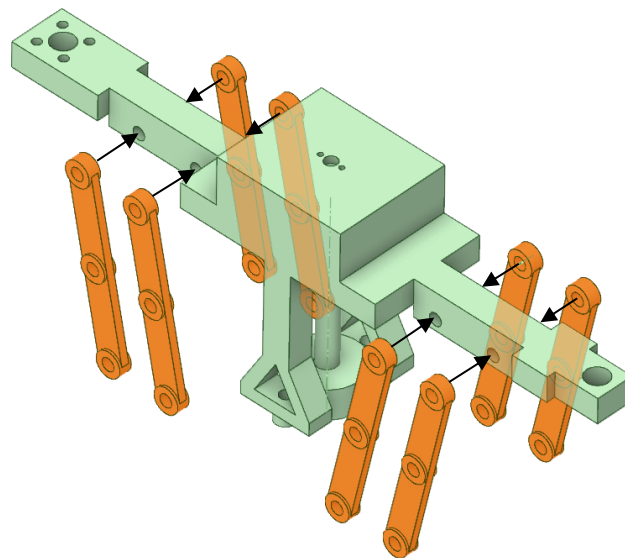
Pohyb osy Z slouží jako nádoba pro gripper. Vnitřek vrchního kvádry je dutý. Z vrchu se připevní motor, který bude vnitřkem propojovat spojku se šroubovicí. Šroubovicí se následně protáhne jezdec gripperu připevněný k trapézové matici a šroubovice se upevní do ložiska.



Obrázek 44: Konstrukce gripperu

5.9 Připojení trojhlavých spojek

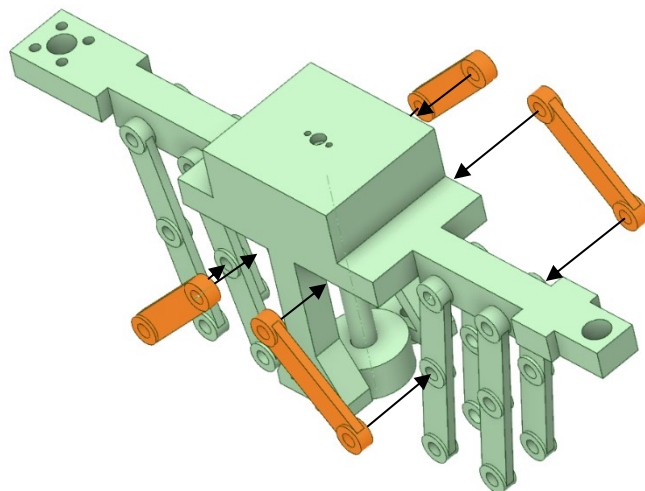
Paže gripperu v sobě mají otvory na připevnění trojhlavých spojek. Tyto spojky upevníme do gripperu pomocí šroubů o velikosti M4 x 35mm.



Obrázek 45: Připojení trojhlavých spojek

5.10 Připojení dvouhlavých spojek

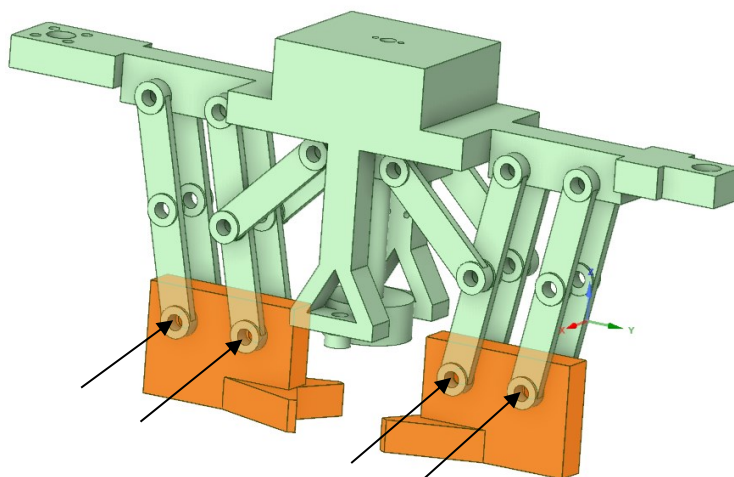
Aby gripper mohl fungovat, tak musíme propojit čtyři z celkových osmi trojhlavých spojek skrz jejich prostřední hlavu s jezdcem gripperu. Na propojení těchto součástek použijeme šrouby o velikosti M4 x 40mm.



Obrázek 46: Připojení dvouhlavých spojek

5.11 Připojení klepet

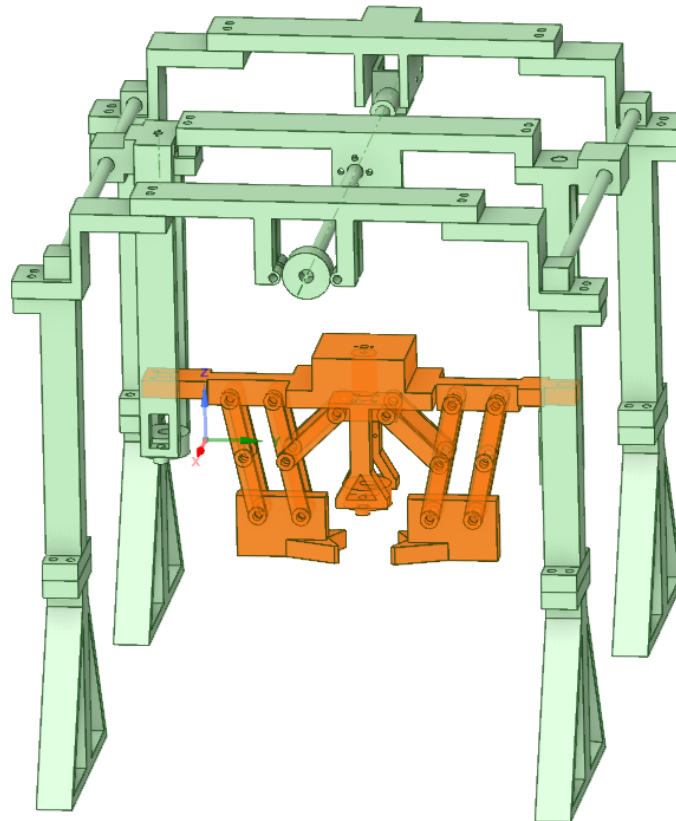
Klepeta, která slouží pro nabírání předmětů připevníme k zbylým otvorům trojhlavých spojek pomocí šroubů M4 x 35mm.



Obrázek 47: Připojení klepet

5.12 Připojení gripperu k ose Z

Kompletní gripper potom připevníme z jedné strany k šroubovici osy Z pomocí trapézové matice a z druhé strany k vodící tyči, která stabilizuje pohyb gripperu nahoru a dolů po této ose.

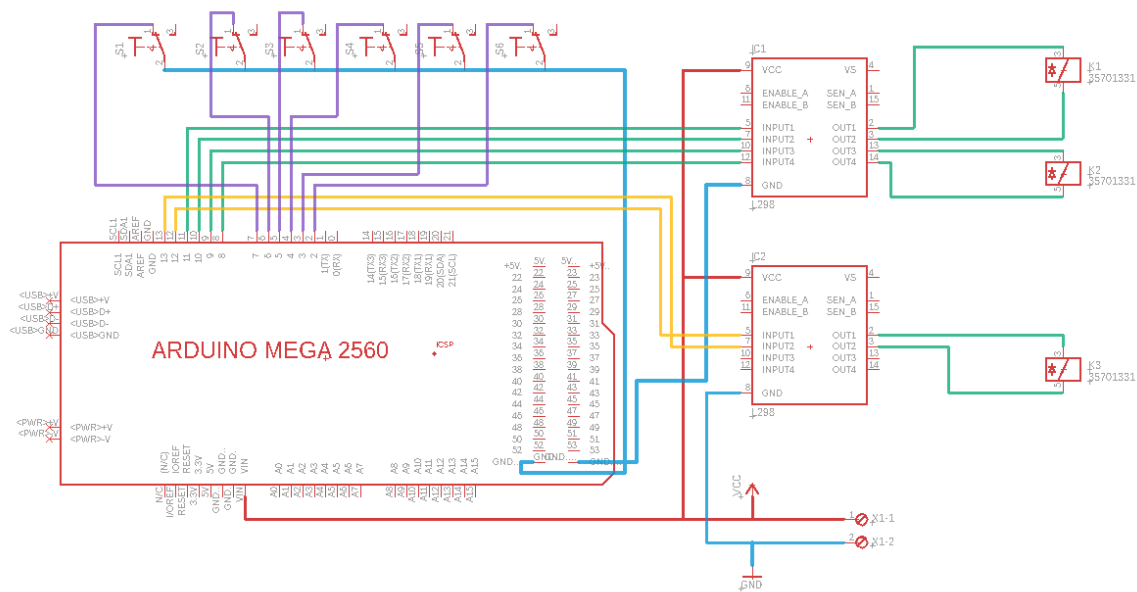


Obrázek 48: Připojení gripperu k ose Z

6. Schéma a počet součástek

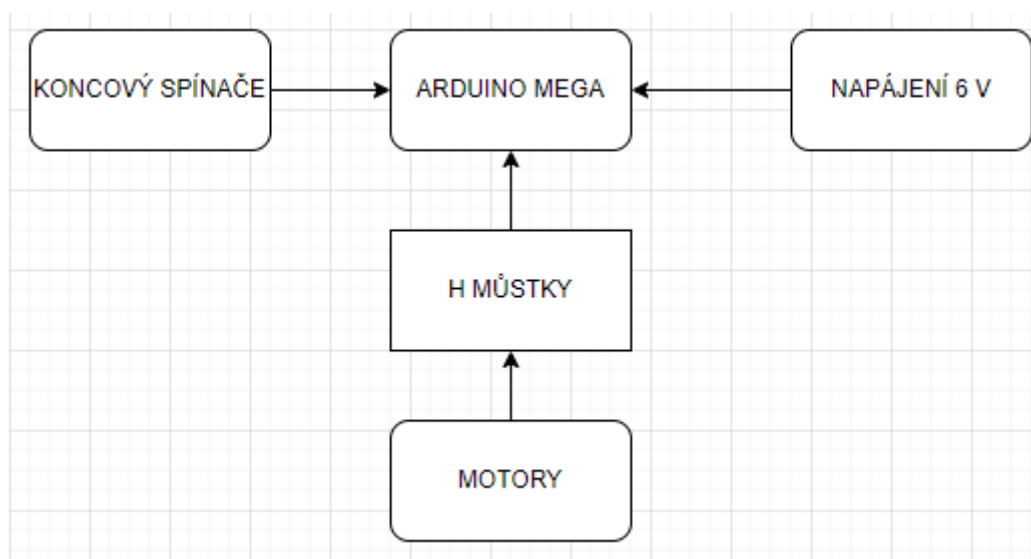
V této kapitole si shrneme seznam součástek a ukážeme si blokové schéma a zapojení v Eaglu.

6.1 Zapojení v Eaglu



Obrázek 49: Schéma zapojení v Eaglu lineárního manipulátoru

6.2 Blokové schéma



Obrázek 50: Blokové schéma lineárního manipulátoru

6.3 Seznam součástek

Tabulka 5: Seznam elektronických součástek

H-můstek L298N	2x
Stejnoseměrný motor s převodovkou 30RPM 6V	1x
Stejnoseměrný motor s převodovkou 150RPM 6V	2x
Koncový spínač páčkový	6x
Arduino Mega2560	1x
Napájecí adaptér 6V 12W	1x

7 Software

7.1 Ovládání lineárního manipulátoru

Lineární manipulátor je ovládaný pomocí vývojového prostředí Arduino IDE přes sériový monitor. Při stisku čísla 1 se jezdec osy X rozjede doleva. Poté, co dorazí na druhou stranu osy a stiskne koncový spínač, tak se spustí motor na jezdcích a gripper začne klesat po ose Z. Následně se gripper zastaví o koncový spínač ze spodní strany a tím se spustí pohon gripperu, který sevře svá klepeta kolem daného objektu. Potom se gripper začne opět zvedat s objektem, dokud nedosáhne maximální výšky. Následně po dosažení maximální výšky se jezdec začne posouvat zpět k pravé straně. Gripper se opět spustí dolů a pustí objekt na vybranou platformu. Na závěr se gripper vrátí do své startovní pozice.

7.2 Vývojový diagram

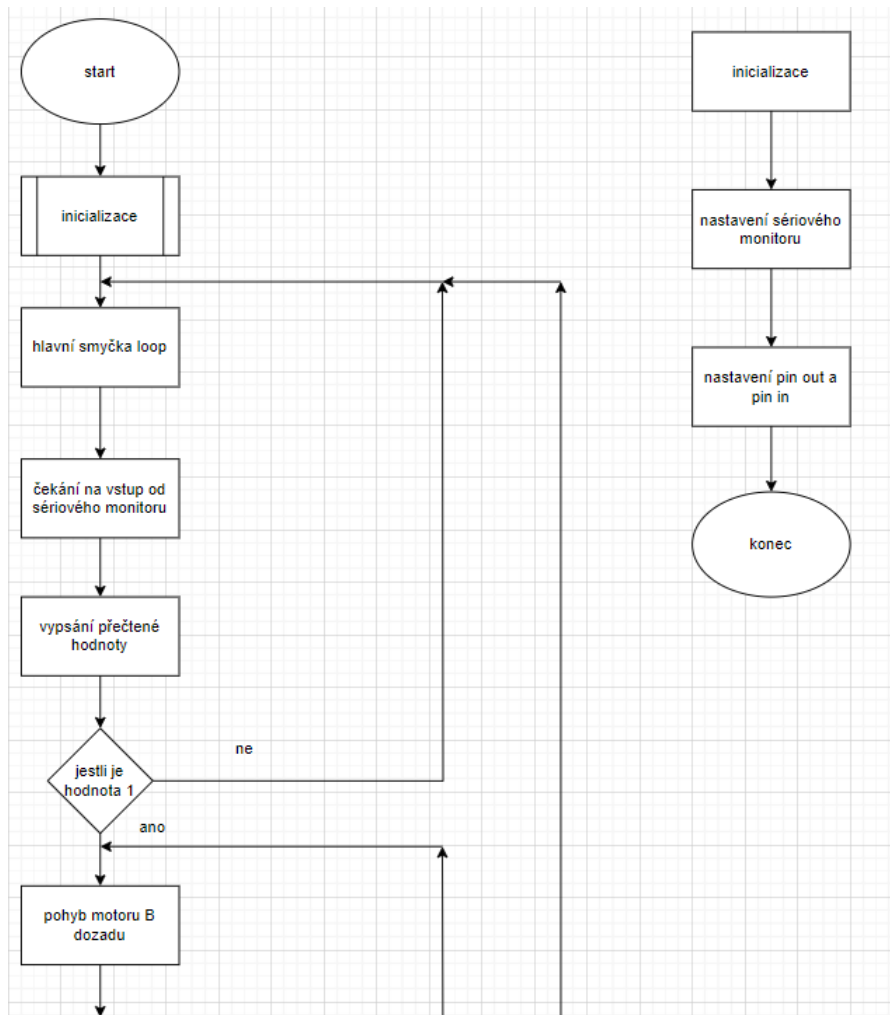
Tabulka 6: Přiřazení funkcí k elektronickým součástkám

Pohyb na ose X	Motor A
Pohyb na ose Z	Motor C
Pohyb gripperu	Motor B
Koncové spínače osy X	spínač 1 a 2
Koncové spínače osy Z	spínač 3 a 4
Koncové spínače gripperu	spínač 5 a 6

7.2.1 První část vývojového diagramu

Vývojový diagram nám ukazuje začátek programu, kde po spuštění čísla 1 proběhne kontrola, jestli klepeta gripperu jsou oddělená od sebe.

Kontrola proběhne tak, že program spustí motor B, který se začne otáčet dozadu. Jakmile je koncový spínač 6 sepnut, tak se pohyb motoru B zastaví a program pokračuje dál.

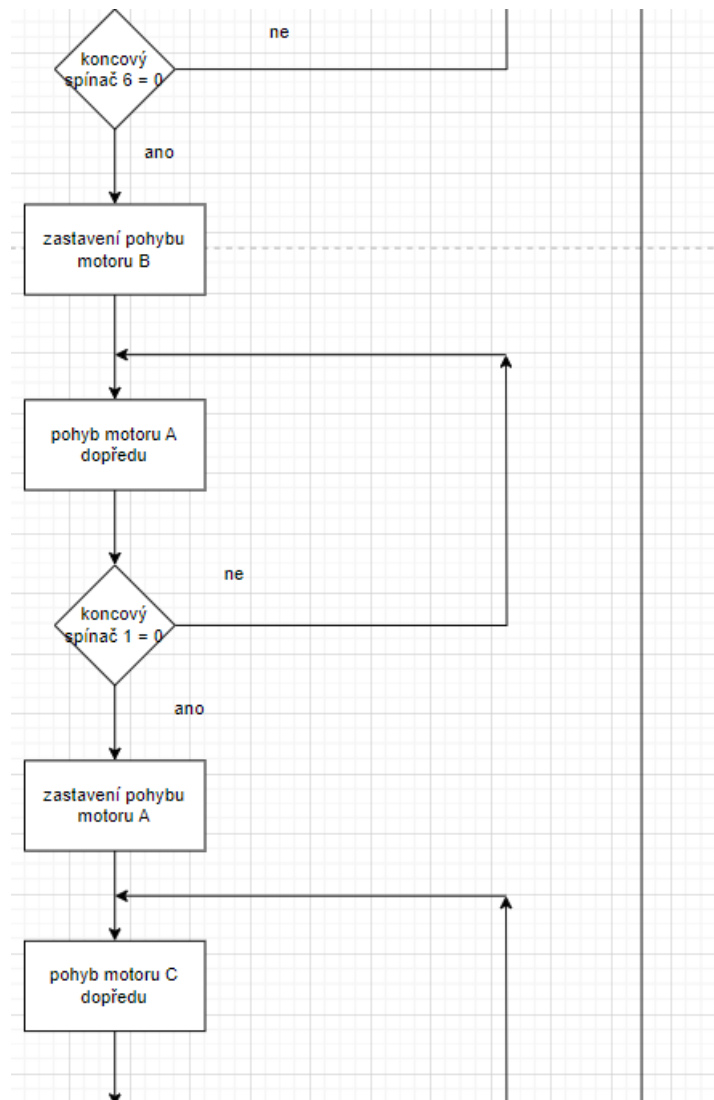


Obrázek 51: První část vývojového diagramu

7.2.2 Druhá část vývojového diagramu

Pokud je koncový spínač už sepnut od začátku, tak se motor A, což je motor, který umožňuje pohyb po ose X, začne otáčet dopředu, dokud jezdec, který je poháněný tímto motorem nespustí spínač 1.

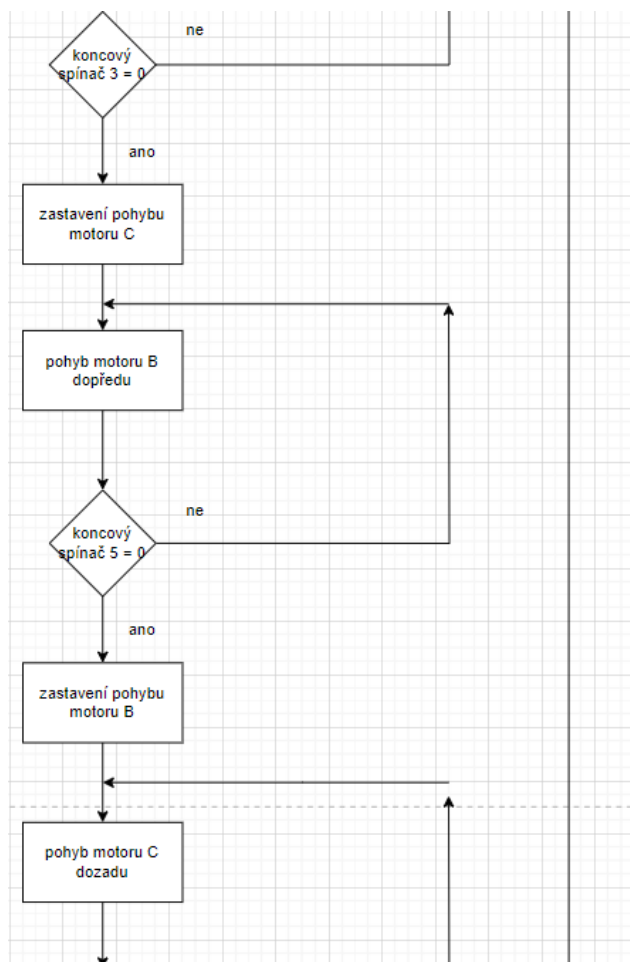
Po stisku spínače 1 se motor A zastaví a spustí motor C, který se začne otáčet dopředu. Tento motor umožňuje pohyb gripperu po ose Z. Motor C se zastaví po stisknutí spínače 3, který je na spodku jezdce.



Obrázek 52: Druhá část vývojového diagramu

7.2.3 Třetí část vývojového diagramu

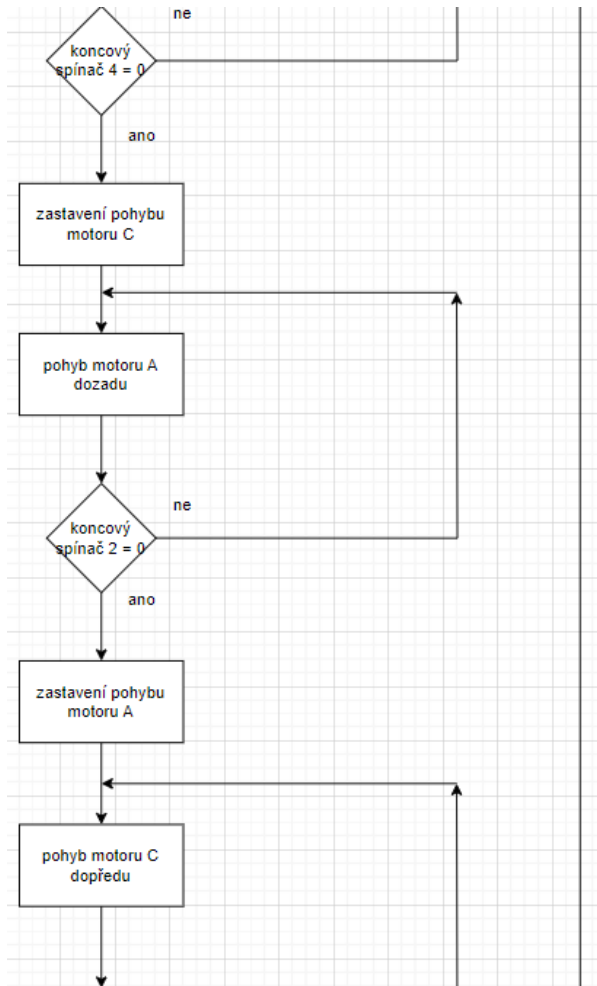
Po stisku tohoto spínače se začne motor B pohybovat dopředu. Motor B způsobí svírání klepet kolem objektu, dokud se nespustí spínač 5, který pohyb zastaví. Tento spínač poté spustí motor C, který se začne otáčet dozadu.



Obrázek 53: Třetí část vývojového diagramu

7.2.4 Čtvrtá část vývojového diagramu

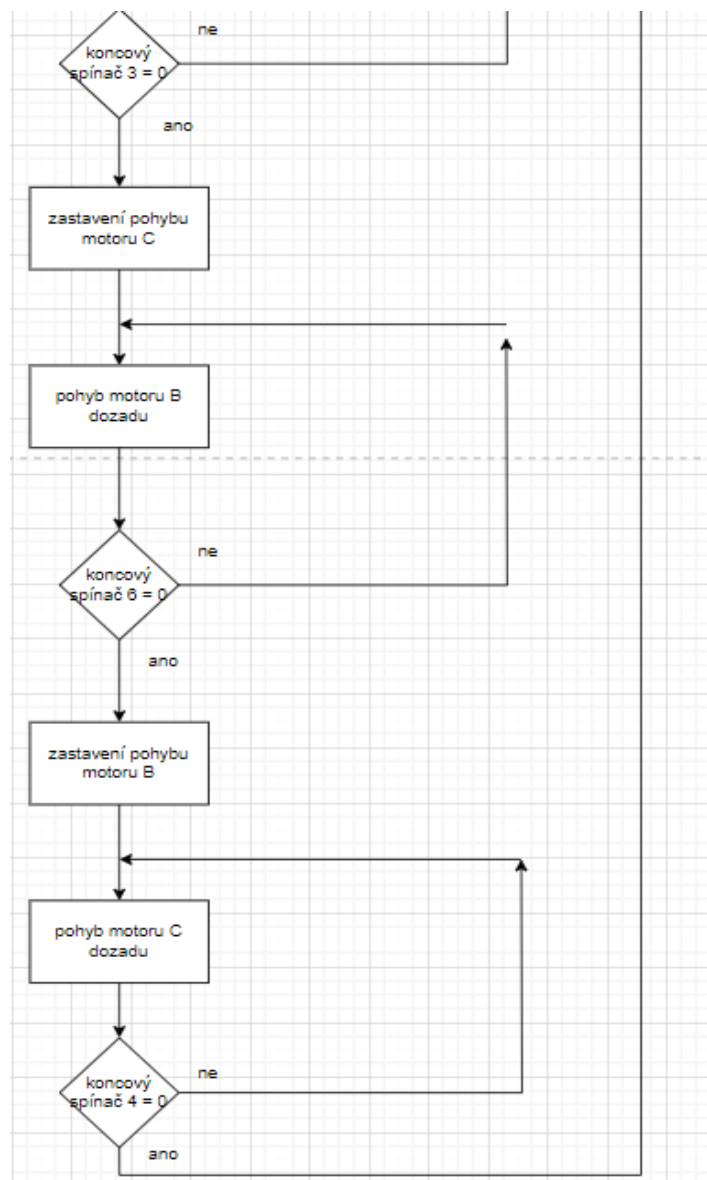
Motor C se začne otáčet dozadu a začne zvedat gripper s daným objektem nahoru dokud nenarazí na spínač 4. Po stisknutí spínače se začne motor A točit dozadu, dokud se nesezne koncový spínač 2. Tento spínač zastaví motor A a poté spustí motor C, který se začne otáčet dopředu.



Obrázek 54: Čtvrtá část vývojového diagramu

7.2.5 Pátá část vývojového diagramu

Motor C se začne otáčet dopředu a tím začne opět snižovat gripper dolů. Poté co spustí spínač 3, který pohyb zastaví se spustí pohyb motoru B, který se začne otáčet dozadu a umožní gripperu povolit klepeta a položit předmět na danou platformu. Následně se spustí koncový spínač 6, který zastaví roztahování klepet a spustí motor C, který se začne otáčet dozadu. Motor C začne zvedat gripper do své původní polohy a koncový spínač 4 ukončí celou smyčku.



Obrázek 55: Pátá část vývojového diagramu

ZÁVĚR

Cílem byl návrh a zrealizování 3D modelu lineárního manipulátoru, který měl sloužit jako součástí simulace linky vývojového procesu. Cíl jsem dosáhl s menšími nedostatky, ale práce je jinak plně funkční. Celá práce byla navržena v programu Design Spark a následně vytisknuta v 3D tiskárně. Po sestavení jsem naprogramoval postupný pohon všech tří motorů ve vývojovém prostředí Arduino IDE.

Během vývoje této práce jsem narazil na několik nedostatků, které by mohli sloužit jako prostory pro zlepšení. Do budoucna by se mohlo zlepšit ovládání této práce. Místo ovládání přes sériový monitor vývojového prostředí Arduino IDE, by se mohlo navrhnout ovládání přes maticovou klávesnici a LED displej. Další prostor pro zlepšení by se našel v pohonu osy Z, kde posun jezdce umožňuje na jedné straně šroubovice a na druhé vodící tyč. Problém s tímto přístupem je takový, že šroubovice s trapézovou maticí sebou táhne veškerou váhu jezdce a samotná vodící tyč jí pořádně nestabilizuje. Tento problém by se vyřešil, kdyby šroubovice byla uprostřed jezdce a vodící tyče by byly dvě místo jedné z každé strany. Tímto by se jezdec stabilizoval a posun by byl bez problémů.

Tabulka 7: Parametry lineárního manipulátoru

max. délka	435,47mm
max. šířka	330mm
max. výška	341mm
Délka celého cyklu	2:03min
Délka přesunu objektu	1:06min
Délka přesunu po ose X	35s
Délka přesunu po ose Z	10s
Délka zavření a otevření gripperu	6s
napájení	6V

POUŽITÁ LITERATURA

Automatizované sklady | Dexion. Online. Dexion | Skladovací řešení | Official Site. C2024. Dostupné z <https://www.dexion.cz/skladovaci-reseni/automatizovane-sklady/> [cit. 2024.-05-14]

a24313d357d9d135b253b3546b0344bd-t8-8-mm-4-vinuti.png. Online. ★☆ Vše pro 3D tisk a CNC - Sharplayers s.r.o. ★★. C2024. Dostupné z <https://sharplayers.s18.cdn-upgates.com/cache/a/2/a24313d357d9d135b253b3546b0344bd-t8-8-mm-4-vinuti.png> [cit. 2024.-05-14]

Form3_Closed_Right_NoPART-sml.png. Online. 🍁 Shop3D.ca - Official Canadian Partner for Ultimaker & Formlabs. C2024. Dostupné z https://shop3d.ca/cdn/shop/products/Form3_Closed_Right_NoPART-sml.png?v=1571758713 [cit. 2024.-05-14]

GA12-N20 6V motor s převodovkou | LaskaKit. Online. E-shop pro bastlíře | LaskaKit. C2024. Dostupné z https://www.laskakit.cz/ga12-n20-6v-motor-s-prevodovkou/?variantId=1862&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwupGyBhBBEiwA0Ucq_aKGzUCafIVmM5CyrRKGwr2HO-P1y1G_gskxKY3yOCC-7wKT01chfhBoC4U8QAvD_BwE [cit. 2024.-05-14]

Jeřábové a polohovací manipulátory. Online. Zdvihací technika, jištění osob a nerezová architektura. C2024. Dostupné z <https://www.carlstahl-zvedacitechnika.cz/manipulatory.htm> [cit. 2024.-05-14]

„Kardiostimulátor“ elektromobility | MM Průmyslové spektrum. Online. MM Průmyslové spektrum - nejčtenější strojírenský časopis a jeho digitální obsah | MM Průmyslové spektrum. C2022. Dostupné z <https://www.mmspektrum.com/clanek/kardiostimulator-elektromobility> [cit. 2024-05-14]

Konstrukce-FDM-3D-tiskarny-1.png. Online. Arecenze | Testy, slevy, recenze a novinky ze světa nákupů. C2024. Dostupné z <https://www.arecenze.cz/wp-content/uploads/2024/04/Konstrukce-FDM-3D-tiskarny-1.png> [cit. 2024.-05-14]

Lekce 1 - Seznámení s Arduinem. Online. itnetwork.cz - Učíme národ IT. C2024. Dostupné z <https://www.itnetwork.cz/hardware-pc/arduino/programovaci-jazyk/arduino-seznameni> [cit. 2024.-05-14]

mega-2560.jpg. Online. Buy Electronic Components online Lowest Price – Olelectronics. C2024. Dostupné z <https://www.olelectronics.in/wp-content/uploads/mega-2560.jpg> [cit. 2024.-05-14]

Modul dvojitého H-můstku L298N (pro DC motory nebo krokový motor). Online. Pájeničko.cz. C2024. Dostupné z https://pajenicko.cz/modul-dvojiteho-h-mustku-l298n-pro-dc-motory-nebo-krokovy-motor?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwupGyBhBBEiwA0UcqalGZsgb6-dIa-iw-u8r6Z3xR7vkyNBgaIHETbZgh1Jl3jc5oY-2DLRoCWckQAvD_BwE [cit. 2024.-05-14]

Napájecí síťový adaptér 12W, 6V/2A DC VSZ-06-02 5,5 - 2,1 mm | dratek.cz. Online. dratek.cz: 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> [cit. 2024.-05-14]

stageautomaticsmallpartsstorage.jpg. Online. Automatické skladové systémy | Jungheinrich. C2024. Dostupné z https://media-live2.prod.scw.jungheinrichcloud.com/resource/image/490116/landscape_ratio16x10/750/469/68a72e13fd257b004915a9cf51a3f5f7/D8CA2E0D53A2989116EADA17855F51E3/stageautomaticsmallpartsstorage.jpg [cit. 2024.-05-14]

122929.jpg. Online. dratek.cz: VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z <https://dratek.cz/photos/produkty/f/122/122929.jpg?m=1653466174> [cit. 2024.-05-14]

82cdb02b9e2e51d25cff57e1847115a4-360e46b6786d41.jpg. Online. ★☆ Vše pro 3D tisk a CNC - Sharplayers s.r.o. ☆★. C2024. Dostupné z <https://sharplayers.s18.cdn-upgates.com/cache/8/2/82cdb02b9e2e51d25cff57e1847115a4-360e46b6786d41.jpg> [cit. 2024.-05-14]

3412f9992ab36e069715c3f7b90f2b6c-260e46b6c7a586.png. Online. ★☆ Vše pro 3D tisk a CNC - Sharplayers s.r.o. ☆★. C2024. Dostupné z <https://sharplayers.s18.cdn-upgates.com/cache/3/4/3412f9992ab36e069715c3f7b90f2b6c-260e46b6c7a586.png> [cit. 2024.-05-14]

175101.jpg. Online. dratek.cz: VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z <https://dratek.cz/photos/produkty/f/175/175101.jpg?m=1692696534> [cit. 2024.-05-14]

5326.jpg. Online. dratek.cz: VELKOOBCHOD, MALOOBCHOD S ARDUINEM. C2024. Dostupné z https://dratek.cz/photos/produkty_gal/f/5/5326.jpg?m=1523440008 [cit. 2024.-05-14]

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/big/2465-1_koncovy-spinac-pakovy-2a-125vac.jpg?61d95cd8 [cit. 2024.-05-14]

368-5_368-5-h-mustek-pro-krokovy-motor-l298n-dualni-motorovy-modul.jpg. Online. E-shop pro bastlíře | LaskaKit. C2024. Dostupné z https://cdn.myshoptet.com/usr/www.laskakit.cz/user/shop/big/368-5_368-5-h-mustek-pro-krokovy-motor-l298n-dualni-motorovy-modul.jpg?61d95ccb [cit. 2024.-05-14]

2022_05_220524_kuka_obr_03.jpg . Online. „Kardiostimulátor“ elektromobility | MM Průmyslové spektrum. C2022. Dostupné z https://mmspektrum.s3.amazonaws.com/mmspektrum/production/files/2022/04/22/12/11/27/3590bff8-b028-4f07-83db-e8cdb2d2c1e8/2022_05_220524_kuka_obr_03.jpg [cit. 2024.-05-14]

3D tisk: jak funguje, kde stáhnout předlohy a jak začít? | Alza.cz. Online. Alza.cz – rychlý a pohodlný nákup odkudkoliv | Alza.cz. C2024. Dostupné z <https://www.alza.cz/3d-tisk> [cit. 2024.-05-14]