

PÁSOVÝ DOPRAVNÍK S MOŽNOSTÍ TŘÍZENÍ VÝROBKŮ

Student: Patrik Skaloš
Tutor: Ján Lechman

Student: Tomasz Cymorek
Tutor: Václav Sedlák

Úvod

Technologická revoluce je tu již léta a dnes je automatizace klíčem k úspěšnému podnikání. Dnes stačí jedna osoba, kde byli v minulosti zapotřebí tři muži. Robotická ramena, CNC stroje a dopravní pásy se používají velmi často v různých průmyslových odvětvích. Byli jsme fascinováni a zvědaví, jak funguje běžný třídící stroj a jak se zdá, že každý den se stává silnější a silnější.

Líbila se nám představa pásového dopravníku, který by na základě svých fyzikálních vlastností třídil předměty do nádob. Rozhodli jsme se také, že použití programovatelného logického počítače bude naší nejlepší volbou. Potřebovali jsme učinit naše očekávání realistickými a přemýšlet o některých vlastnostech, se kterými musíme souhlasit, než začneme pracovat na něm. Rozhodli jsme se, že chceme, aby byl stroj kompaktní, vizuálně elegantní a plně automatický. Musí být připojen k PLC konektorem a ovládání by mělo být uživatelsky přívětivé. Také parametry třídícího procesu jsou nastavitelné a stroj bude sice komplikovaný, ale pro obvyčejného uživatele bude vypadat jednoduše.

Také jsme se rozhodli tisknout většinu dílů na 3D tiskárně pomocí PLA materiálu. To má zvýšit přesnost a přesnost všech domácích dílů, snížit náklady na některé části (proč bychom je koupili, když je můžeme vytisknout?) A možná nám nějaký čas ušetřit. Také to není tak snadné dostat soustruh a podobné velké nebo vzácné stroje do našich rukou.

Vše začalo návrhem vizuálního třídícího stroje ve 3D - nejprve na papíře, ale pak jsme data přenesli do aplikace Autodesk AutoCAD, takže je lze také tisknout ve 3D tiskárně. Pak jsme šli na nákupy a koupili většinu potřebných elektronických součástí a materiálů, jako jsou dřevěné desky, tranzistory, knoflíky a tak dále. Pak jsme začali postupně tisknout díly na 3D tiskárně a pomalu jsme začali stavět třídič. Posledním krokem bylo naprogramování PLC a po několika testech jsme byli hotovi.

Výsledkem této práce bylo automatické třídící zařízení řízené PLC. Zařízení třídí objekty podle jejich hmotnosti, barvy, výšky a feromagnetických vlastností.

Teoretická část

Průzkum trhu

Jak jsme již dříve uvedli, jsou dnes používány různé třídící stroje, ale většina z nich je velmi jednoduchých a nemůžete změnit vlastnosti třídění - budete muset stroj úplně přestavět. Nejčastěji se jedná o ovoce a zeleninu, jako jsou jablka nebo brambory, které jsou seřazeny podle velikosti. Komplexnější jsou stroje na třídění odpadu, které jsou na trhu poměrně nové a mohou třídit železné materiály, plastový odpad, těžké materiály jako cihly nebo sklo a sekundární těžké materiály, jako je vlhký papír nebo tvrdý plast. Tyto stroje jsou skutečně obrovské a opravdu drahé. I když jsme nemohli najít žádné menší třídící stroje, které by mohly například třídit baterie na základě jejich rozměrů nebo napětí.

Náš stroj bude kompaktní, levný a velmi snadno ovladatelný. Je schopen třídit produkty na základě čtyř různých a nezávislých vlastností objektů.

Technická analýza

Při stavbě třídíče bude použito několik dřevěných desek. Jedna jako platforma, tři nebo čtyři vpředu budou držet celou elektroniku a jednu stranu dopravního pásu. Další dva vzadu budou držet druhou stranu pásového dopravníku.

Pro přesun a dodání objektů jsme se rozhodli použít pásový dopravník podobný těm, které můžete vidět v obchodech (i když menší). Tento pásový dopravník bude poháněn stejnosměrným kartáčovým motorem se sníženým počtem otáček, ale vysokým točivým momentem, takže ho nebudeme muset sami upravovat. Protože motor běží na 12V, použijeme pro jeho ovládání relé. Dopravní pás bude umístěn na dvou válcích a oba tyto válce se budou otáčet na ložiskách. Aby se válec otočil, navrhne zuby na předním válci a také na hřídeli motoru. Oba se budou chovat jako dvě kola a válec se bude otáčet spolu s motorem.

V současné době je na trhu k dispozici velké množství servomotorů. To je proto, že jsou tak šikovné. Průměrný člověk si toho opravdu nevšimne, ale používá se v automobilech a letadlech. Menší, o kterých budeme hovořit, se používá hlavně v různých RC modelech. Nejpoužívanější servo je 9g. Je to malé, ale jeho točivý moment je obrovský, takže jsme se rozhodli použít je k posouvání předmětů na váhu a pásový dopravník ak pádu předmětů z dopravního pásu do kontejnerů.

Aby servomotor mohl posílat objekty lineárně, navrhne část nazvanou „lineární servo“, která se skládá z ozubeného kola a „tlačného zařízení“ s integrovanými zuby. Uvidíte, jak to funguje a jak to funguje v další kapitole. Na dalších dvou servach, které budou objekty z pásu vracet do kontejnerů, navrhne pouze nástavec na šachty, jak uvidíte v následující kapitole. Serva používají PWM signál, který má být řízen a pracují na 5 voltech, takže použijeme tranzistory k poklesu napětí signálu a budeme muset udělat, aby PLC generovalo PWM signál, což nemusí být snadné.

Pro detekci přítomnosti objektu použijeme několik infračervených optických bariér a Arduino pro převod analogového výstupu diody na digitální. Optická bariéra (optobariéra) funguje jako brána ze světelného paprsku. Jedna optobariéra se skládá z LED (světelný zdroj) a fotodiody (přijímače).

Vzhledem k tomu, že světlo je emitováno z LED a přijímáno fotodiodou, odpor fotodiody se mění na základě toho, kolik světla přijímá. Vzhledem k tomu, že LED diody, a tedy i světlo, které vyzařuje, je infračervené, není viditelné pouhým okem. Pokud je však mezi zdrojem a přijímačem něco, paprsek je odříznut a tato změna je to, co potřebujeme.

Výstup fotodiody je sice analogový, ale ve skutečnosti nemusíme vědět, kolik světla je tam (stačí znát „ano nebo ne“), analogový signál převedeme na digitální. To lze provést pomocí operačního zesilovače a několika odporů, ale mysleli jsme, že by bylo jednodušší nechat Arduino tuto konverzi. Arduino porovná hodnotu fotodiody s naprogramovanou hodnotou a zapne nebo vypne výstup. Z důvodu výstupního napětí které je pouze 5 voltů, budeme používat tranzistor pro přetvoření na 24 voltů.

Protože PLC pracuje na 24 voltech, motor pracuje na 12 voltech a další věci jako servo a Arduino pracují na 5 voltech, musíme použít relé a několik NPN tranzistorů (běžných jako 2N2222 nebo BC547). Pro zajištění těchto napětí používáme také 12V a 5V BEC (Battery Elimination Circuit). Tyto obvody jsou jen malé krabičky nebo desky plošných spojů a jsou nejrozšířenější v RC hračkách. Mohli bychom použít počítačový zdroj místo regulace napětí jinými elektronickými součástmi, ale tímto způsobem jsme ušetřili spoustu místa, pár babek a několik pinů konektoru.

Na trhu jsme zkontrolovali ceny a produkty, které jsou k dispozici pro detekci hmotnosti objektu, ale zjistili jsme, že na trhu je obrovský nedostatek jednoduchých vah a tenzometrů. Navrhování měřítka je dost složité, ale zjistili jsme, že nejlepším řešením je umístit pružinu uprostřed a zapuštěný šroub hned vedle ní, takže když je pružina stisknuta, její závit se dotkne hlavy šroubu a to bude fungovat jako vypínač. V další kapitole uvidíte, o čem mluvíme.

Vzhledem k tomu, že stupnice a první servo (podavač) jsou dost velké, budeme ho muset zvednout, ale když to uděláme, mezi stupnicí a pásem bude velký vertikální skok. Nechceme, aby objekty z této výšky padaly, takže také navrhujeme „skluzavku“. Její název říká, že vše - objekty se budou posouvat, ale při posouvání budou detekovány jejich feromagnetické vlastnosti a jejich barva. Budeme také používat optické bariéry jako výškový senzor a jako barevný senzor (můžeme detekovat barvu objektu při vyzařování světla a měření množství odraženého světla). Pro detekci feromagnetických vlastností použijeme indukční senzor IE 5295. Budeme také tisknout objekty na 3D tiskárně - vysoké, těžké, normální, bílé a světlé. Normální zabalíme do hliníkové fólie, aby vypadala jako kov. K propojení stroje a PLC použijeme dva konektory Centronics.

Použité technologie

Protože jsme chtěli, aby tento třídící stroj byl dokonalý, museli jsme být přesní. Jsou tam části, kde jedna desetina milimetru je velký problém a mnoho dalších, kde jeden milimetr může způsobit poruchu. Abychom mohli být kreativní, rozhodli jsme se vytisknout na 3D tiskárně co nejvíce dílů. Kdybychom například vyrobili všechny díly ze dřeva, trvalo by to věčně v případě, že bychom chtěli být dostatečně přesní. S 3D tiskárnou trvalo sotva týden, než jsme načrtli všechny části na papíře a další dva nebo tři týdny na jejich převedení do 3D prostředí. Použili jsme Autodesk AutoCAD k návrhu třídícího stroje, později exportovali každou část do formátu STL, používajíc software Cura, aby se řádně připravil proces tisku a nakonec jsme sledovali, jak se tiskne. Celý třídič byl navržen tak, aby byl šedý, takže jsme použili i šedé vlákno. Vzhledem k tomu, že ABS je velmi těžké tisknout a je pro tyto části příliš těžké (i když je to nejpoužívanější materiál ve světě 3D tisku), rozhodli jsme se použít PLA. Nevýhodami PLA jsou nízká teplota tání a skutečnost, že se rozkládá, když je nasáklá vodou. Nic z toho nás ale netrápilo.

Pro realizaci programu jsme použili PLC AMAP 99/12 od firmy AMIT (příloha 1, strana 17). Toto PLC má 21 digitálních a 15 analogových vstupů. Výstup může být analogový (6), reléový (19) nebo digitální řízený tranzistorem (4). PLC komunikuje s počítačem přes RS232. To zpravidla komplikuje programování, protože notebooky nemají COM port. Musíte mít převodník USB na port COM nebo pracovat se stolním počítačem. AMAP má také možnost pracovat s displeji s integrovanou klávesnicí. Paměť AMAP je poměrně malá, 256kB RAM a 512kB Flash, ale je to stále dost pro práci. Pro připojení našeho modelu k PLC používáme 25 a 8 žilových kabelů zakončených 24 pinovými centronics konektory (příloha 2, strana 17). PLC, stejně jako třídič, je napájeno 24V DC ze zdroje.

Pro napsání softwaru pro třídičku jsme použili program DetStudio od firmy AMIT. Používají se většinou dva jazyky, C a RS (reléové schéma). Jazyk RS je druh grafického jazyka. Software je tvořen bloky vzájemně propojenými (příloha 3, strana 18). Každý blok má svou jedinečnou funkci, jako je časové zpoždění nebo logická funkce. V tomto programu pracujeme se vstupy a výstupy jako aliasy. Jeden alias může být pouze jeden vstupní nebo výstupní signál. Používáme také konstanty pro hodnoty, které se používají pouze v softwaru pro systémovou logiku - to nejsou ani vstupy ani výstupy. V programu jsme použili asi 22 aliasů a ještě více konstant.

Finanční Analýza

Vzhledem k tomu, že neexistuje žádný stroj podobný našemu, nemůžeme srovnávat ceny bez ohledu na to, jak moc se snažíme.

Mimochodem, první věc, kterou jsme museli udělat před nákupem všech potřebných částí bylo shromáždit jejich ceny a zkontrolovat rozpočet. Nejprve jsme uvedli všechny části, které potřebujeme nebo můžeme potřebovat. Poté jsme položky třídili na základě jejich důležitosti. Jak jsme zjistili, že cena byla mnohem vyšší než 100 eur, rozhodli jsme se nekupovat několik dílů, které nejsou nutné nebo je možné je replikovat. Například jsme nemuseli kupovat barevný senzor, protože jsme si jej sami zkonstruovali (ten, který měl být poskytován naší školou, nefungoval, takže jsme chtěli koupit další). Vzhledem k tomu, že jsme měli věci, jako jsou teplem smrštitelné trubičky nebo nějaké „zbytky“ kovových tyčí, použili jsme je a nemuseli jsme je kupovat, i přesto byly zahrnuty do rozpočtu.

Jelikož jsme cenu co nejvíce stlačili, konečná cena všech dílů byla jen o něco více než 100 €. Bylo to 97 € bez dřevěných desek. Bylo těžké předpovědět jejich cenu v rozpočtu.

Zde je malá SWOT analýza našeho třídícího stroje:

Strengths

(Silné stránky)

Spolehlivost

Přesnost

Design

Jediný svého druhu

Weaknesses

(Slabé stránky)

Složité pro sestavení

Třídíčka může třídit pouze kulaté předměty se stejným průměrem

Opportunities

(Příležitosti)

schopnost třídit více různých vlastností nebo jejich kombinace

Threats

(Ohrožení)

Desky Arduino mohou být schopny nahradit PLC

Praktická část

Elektronika

Začneme tímto, stroj nemůže fungovat bez dopravního pásu poháněného motorem. Jak jsme uvedli dříve, pásový dopravník (60 mm široký a 1400 mm dlouhý) je umístěn na dvou 3D tištěných válcích a jeden z nich má zuby na boku. K dispozici je také motor se zuby na hřídeli a my jsme navrhli "držák motoru" část takovým způsobem, že tyto zuby se dotýkají a veškerá energie z motoru je dodávána na dopravní pás. Motor je kartáčový a pracuje s 12V stejnosměrným proudem, takže jsme museli nastavit napětí pro něj a dát relé před motorem. Také tyto kartáčové motory mají vždy vysoké otáčky (mluvíme o tisících), takže jsme se museli ujistit, že je součástí převodovka, která je v našem případě převádí na 100RPM. Motor vyžaduje při provozu průměrně 0,5A a ne více než 1A. Chcete-li zjistit, jak tato ozubená kola vypadají, podívejte se na *Přílohu 4 na straně 18*.

Pro ovládání třídícího stroje jsou k dispozici čtyři tlačítka. Každá z nich bude mít svou vlastní funkci:

- Zelená: Start - Zapnutí všech senzorů, inicializace programu a proměnných. V případě, že dokovací stanice není prázdná, motor se začne otáčet a začíná proces třídění.
- Žlutá: Pauza - Vypnutí motoru. Vzhledem k tomu, že v programu není žádný časovač (dobře, existuje několik menších), stačí motor vypnout a proces třídění je dočasně zastaven. Program, proměnné a snímače stále běží, pouze motor ne. Opětovným stisknutím tohoto tlačítka motor opět zapnete.
- Modrá: Dokončit - Dokončení procesu třídění a vypnutí stroje. Objekty, které již jsou tříděny, budou seřazeny, ale po dokončení se systém vypne. To je správný způsob, jak vypnout třídič.
- Červená: STOP - Okamžitě zastaví každý jednotlivý proces, obnoví všechny proměnné a vypne vše. Toto tlačítko má být použito v případě nouze.

Typické servo má tři vodiče: 5V, uzemnění a signál. Připojili jsme 5V a zemi, ale nemohli jsme připojit signální kabel, protože PLC poskytuje pouze 24 voltů a to je příliš mnoho, takže jsme se rozhodli použít tranzistory 2N2222, zavěsit jejich bázi na výstup PLC a jejich výstup na servo.

Doufali jsme, že to bude fungovat, ale fungovalo to jen tehdy, když jsme po několika hodinách přemýšlení, co je špatně, přepnuli tranzistory na BC547. Nicméně stále nevíme, proč to nefungovalo s 2N2222. Viz schéma v Příloze 5, strana 18.

První servo se nazývá podavač - je to druh podávání třídícího stroje objekty. Jelikož se servo pohybuje pouze radiálně a potřebujeme tam lineární pohyb, navrhli jsme část nazvanou lineární servo, která se skládá ze dvou částí: lineárního posunu se zuby pod ním a rotujícího ozubeného kola se zuby všude kolem. Převodovka je zavěšena na servomotoru a když se otáčí a dodává energii do tlačného stroje, posunovač se pohybuje lineárně a to je způsob, jakým může pohybovat objekty. Pusher může být ve čtyřech různých stavech:

- nečinný stav – posunovač je v zadní části a neovlivňuje žádný objekt
- Pozice 1 – pohyb objektu na váhu
- Pozice 2 – posunutí posunovače zpět jen trochu, takže se nedotýká objektu
- Pozice 3 – pohyb objektu na skluzavku

Můžete vidět, jak lineární servo vypadá v Příloze 6, strana 19.

Dvě další serva jsou mnohem jednodušší - jen jsme vytiskli součást, abychom prodloužili jejich hřídel a dali je na své místo. Mohou být ve třech různých stavech:

- nečinný stav – prodloužená hřídel je rovnoběžně s pásem a neovlivňuje žádný objekt
- Poloha třídění objektu do kontejneru 1 nebo 3 (kolem 45°)
- Poloha třídění objektu do kontejneru 2 nebo 4 (kolem 135°)

Tyto dvě serva můžete vidět v Příloze 7, strana 20.

Protože chceme, aby paprsek optických bariér byl stejně tenký jako LED, navrhli jsme pro ně pouzdro. Vypadá to také hezčí, jak je vidět v Příloze 8, strana 21.

Schéma optických bariér a jak je konvertováno napětí je uvedeno v Příloze 9, strana 22.

Navrhování měřítka bylo opravdu složité, ale nějak se nám to podařilo a můžete vidět měřítko v Příloze 10, strana 22.

Když je na váhu položen těžký předmět, pružina se ohýbá natolik, že se dotkne zapuštěného šroubu, takže proud může proudit, takto jsme dosáhli digitální váhy. I když by mohla být citlivé na třepání, a kalibrace může být nezbytné, nemohli jsme vymyslet nic lepšího. Díky tomu, že je navržena tak, jak je, můžeme nastavit citlivost a kalibrovat ji třemi různými způsoby. Vzhledem k tomu, že část obsahující dok, podavač a váhu je mnohem vyšší než dopravní pás, navrhli jsme „skluzavku“, kterou jsme později vytiskli. Na tuto část jsme umístili senzor barvy a indukční senzor pro detekci dalších vlastností objektu při posouvání. Snímek je zobrazen v Příloze 11, strana 23.

Celkově máme tyto senzory:

- Optická bariéra detekující, zda existuje objekt, který se má třídit
- Optická bariéra, která se spustí při třídění vysokého objektu
- Váha s digitálním výstupem
- Indukční senzor
- Obousměrná optická bariéra působící jako barevný senzor
- Pět optických bariér, každý pro jeden kontejner, potvrzující, že objekt byl úspěšně tříděn

Programy

Hlavní program je vytvořen v AMAP 99/12 PLC firmy AMIT. Zvolili jsme toto PLC, protože má dostatek digitálních vstupů (potřebujeme minimálně 10) a digitálních výstupů, ve kterých můžeme vytvořit PPM nebo PWM signál. PLC je napájeno 24 volty a komunikuje s PC přes COM port. Pro vytvoření samotného programu jsme použili program DetStudio, kde používáme RS (reléově schematický) jazyk. To znamená, že program je tvořen mnoha různými bloky spojenými dohromady. Je to přehlednější, ale ve složitějších programech se můžete ztratit.

Pro spuštění běhu potřebujeme vstupní a výstupní signály. Všechny vstupy jsou digitální (0 nebo 1), také výstupy jsou digitální, ale musí ovládat serva, takže reléové výstupy relé nelze použít, protože jsou příliš pomalé pro signály PPM a PWM. Proto použijeme digitální výstupy ovládané tranzistory. Je pouze jedna výjimka pro motor pásového dopravníku.

Program funguje takto: když stiskneme tlačítko start a infračervený signál optické bariéry v doku je přerušen, hodiny se rozběhnou. Počítadlo, které je připojeno k hodinám, pomalu mění hodnotu PWM tak, aby servo pomalu změnilo svou polohu. Rozhodli jsme se to udělat tak, protože když jsme se snažili okamžitě změnit hodnotu PWM, posunul objekt tak rychle, že ve většině případů spadl na zem. První pozice je před infračerveným optobariérem, druhá pozice je na stupnici, kde měříme, zda je objekt těžký nebo ne, a poslední pohyb tlačí objekt na sklíčko a pás. Na objekt čekají dvě třídící serva. Všechny jsme naprogramovali testováním různých délek pulzů. Když stiskneme tlačítko pauza, pás se zastaví, ale všechny třídící komponenty jsou stále aktivní. Opětovné stisknutí stejného tlačítka ukončí pauzu. Když stiskneme tlačítko stop nebo dokončit (stejně jako zastavení, ale zastaví se po ukončení procesu třídění), všechny vstupy jako optobariéry budou aktivní, ale serva je budou ignorovat, takže to vypadá, že serva jsou vypnuta (žádný signál v servech). Také když je dok prázdný, stroj se zastaví, protože zde není co třídit. Když je stroj vypnutý, můžete se dotknout všeho, neudělá to chaos, protože vše se resetuje v dalším procesu třídění.

Pro Arduino jsme jej naprogramovali ve výchozím programovacím prostředí - Arduino IDE.

Programovací jazyk zde používaný je hodně známý jazyk C. Rychlý popis funkce našeho programu: Definování a deklarování všech potřebných proměnných; deklarování, zda bude pin použit jako výstup nebo vstup; definování konstanty pro každou optickou bariéru - tato konstanta byla měřena dříve; čtení hodnoty na fotodiodě → porovnání této hodnoty s naší konstantou → pokud je nižší, zapněte výstupní pin a pokud je vyšší než konstanta, otočte výstupní pin OFF → proveďte to s každou jednotlivou fotodiodou a opakujte.

Zdrojový kód naleznete v Příloze 12, strana 24.

Mechanika

Opravdu jsme si vzali čas a navrhli celý třídič v 3D prostředí AutoCADu. Celkově bylo navrženo asi 50 různých dílů a 3D tisk, aby bylo možné provést náš třídící stroj a my jsme použili téměř 2 kg materiálu. Vše bylo vytištěno na levné 3D tiskárně GEEETECH i3, která nestojí více než 150 €. Díky toho, že tato 3D tiskárna není majetkem naší školy, mohli jsme tisknout i v noci.

Začneme dokem (trubkou) je to dvoudílný dutý válec, ve kterém jsou objekty uloženy před tříděním. Tyto dvě části jsou spojeny třemi šrouby M3 a celou trubku pak na čtyřech nohách pomocí čtyř dlouhých šroubů M3, jak je uvedeno na obrázku v příloze 12, strana 25.

Tímto způsobem jsme schopni umístit dok pro snadnější přepravu.

Přední dvě nohy, spolu s držákem trubky, také drží pouzdra optických překážek. Zadní mají v sobě otvory a tam, kde jsou dvě tyče 6 mm - části lineárního servopohonu. Podívejte se, jak vypadá v Příloze 14, strana 25.

Na boku jsou tlačítka, takže je dáme do krabice. Každý kabel z této strany prochází touto skříní a na druhou stranu, kde jsme umístili veškerou elektroniku. Viz obrázek v Příloze 15, strana 25.

Rozhodli jsme se nedávat elektroniku do jedné krabice, ale spíše navrhnout několik vrstev, které dohromady tvoří krabici. Díky tomu je mnohem snazší postavit třídící stroj dohromady. V tomto poli jsme umístili všechny tranzistory, relé, BEC, konektory a tak dále. Můžete vidět, jak se elektronika nachází v Příloze 16, strana 26.

Dřevěné desky je spojíme dohromady pomocí zapuštěných vrtů ze dřeva a zadní (trojúhelníky) se spojí s předními závitovými tyčemi M8. Pod trojúhelníky jsme vytvořili něco jako kolejnice a přišroubováním matic na tyči můžeme utáhnout pás dopravníku, což je velmi důležité. U trojúhelníků se nachází jeden šroub, který vychází zespodu někde uprostřed trojúhelníku a také jsme použili 3D tištěné úhly, které držely trojúhelníky dolů, jak je vidět na fotografii v příloze 17, strana 27.

Jak jsme uvedli, válce se musí otáčet, Proto jsme je dali na ložiska.

Můžete vidět v Příloze 17, strana 27.

S kontejnery byl první plán je dát je velmi blízko k dopravnímu pásu, ale uvědomili jsme si, že to není dobrá volba. Potřebovali jsme více místa pro serva, oba M8 pruty a všechny fotodiody. Plány jsme upravili a aby jsme dostali objekty z pásu do kontejneru, opět jsme použili skluzavky. Na každé straně jsou dvě skluzavky a oba páry jsou spojeny 6mm kovovou tyčinkou, aby je udržely v pravém úhlu. Tyto skluzavky jsou umístěny a přišroubovány k prutům M8 a drží také optické závory. Na jedné straně také drží obě serva. Můžete vidět, že v Příloze 7, strana 20.

Vytiskli jsme také mnoho kotev, které pomáhají našemu kabelovému vedení a úhlům držet dřevěné desky v úhlu 90 ° a dalším drobnostem, které nebyly nutné, ale přidali jsme je, aby byl stroj stabilnější. Podívejte se na návrh třídícího stroje v příloze 18, strana 27.

Testování

Každý chce fungující program a hardware bez jakýchkoliv problémů nebo rizik. To je hlavní důvod, proč několikrát testujeme, abychom se ujistili, že je vše v pořádku.

Nejprve jsme testovali všechny senzory, než byly namontovány do modelu. Většina z nich pracovala správně kromě barevného senzoru. Tento senzor musel dát signál pouze v případě, že je v okolí světlá barva. Problém byl v tom, že tento senzor nám dal stejný signál bez ohledu na barvu objektu, který byl vedle něj, i když jsme je měřili ze stejné vzdálenosti. Změnili jsme ho s jiným námi vyrobeným senzorem - obousměrnou optickou bariérou.

Po provedení programu, kdy byl model téměř hotový, jsme objevili spoustu problémů spojených s první částí třídiče. Tím máme na mysli problémy s podavačem, dokem, skluzavkou a detektorem kovů.

První problém je spojen s podavačem a kontejnerem. Když podavač zatlačí objekt, na servo další kapka klesne. Pak se pohybuje se servem a mezitím druhý objekt spadne vedle něj. Toto je chyba, ve stejném čase nemohou být dva objekty. Tyto objekty také mohou spadnout z podavače.

Vymysleli jsme bariéry kolem doku, abychom minimalizovali riziko pádu. Na straně, která servo tlačí objekty, které jsme namontovali pružinu kvůli vysokým objektům. Pouze posunované objekty mají dostatek energie k průchodu.

Druhým problémem byl příliš rychlý podavač, který vytlačil předměty do vzduchu a na podlahu.

Problém byl vyřešen změnou v programu. Místo toho, abychom dělali jeden velký krok (změnu) v PWM signálu, udělali jsme desítky malých kroků. Tato aktualizace výrazně zpomalila podavač.

Posledním problémem byla skluzavka a detektor kovů. Nejprve jsme si mysleli, že skluzavka bude fungovat perfektně. Mýlili jsme se. Někdy, když jsme třídili vysoký objekt, začal se kutálet jako míč. Potřebovali jsme to zpomalit a udělat něco, co to zastaví. Mezitím jsme objevili, že když kovový předmět prochází, je to velmi rychlé. Detektor jej detekuje, ale PLC je příliš pomalé na to, aby si toho všimlo. Rozhodli jsme se spojit tyto problémy do jednoho. Rozhodli jsme se přidat další servo k zastavení objektů na skluzavce, takže budeme mít dost času na to, aby PLC dostal signál a zpomalil objekty před pádem na pás.

Model jsme testovali nejen pro programové nebo modelové chyby, ale také pro servo hodnoty.

Abychom měli dobrou pozici serva, museli jsme mít dobrý a přesný signál. Nechali jsme serva běžet, ale měnili jsme jeho hodnoty signálu, abychom našli ten nejlepší. Když bylo servo na dobrém místě, uložili jsme poslední hodnoty. Pro všechny jsme dělali stejný proces.

Jediný problém, který jsme nevyřešili (protože to asi není možné) se nezdá být tak velký. Během třídění jsou všechny měřicí senzory zapnuty. To znamená, že když se někdo otočí rukou přes optobariér, PLC si bude myslet, že je to obvyklý objekt a dává signál PLC. Tato situace pokazí proces třídění. Chcete-li opravit proces, musí někdo stisknout tlačítko STOP, vzít všechny objekty, které byly v pohybu, a pak znovu stisknout tlačítko ON. Tlačítko ON resetuje hodnoty. Povolení k práci s tímto strojem by mělo být uděleno pouze vyškolenému personálu.

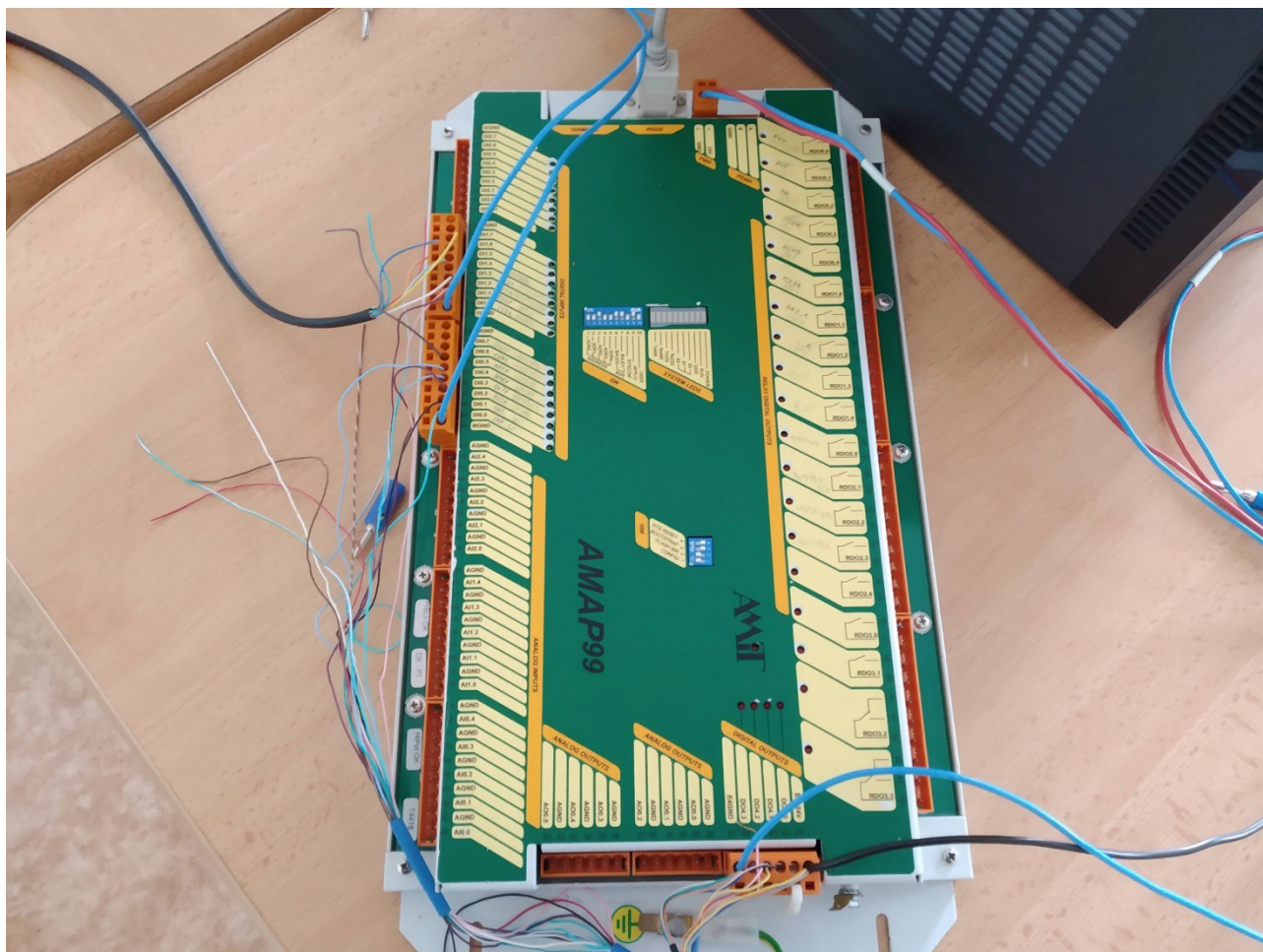
Závěr

V tomto projektu jsme museli vyrobit pásový dopravník s možností třídění vysokých, těžkých, různě barevných a kovových předmětů. Když byl projekt zahájen, byli jsme oba velmi vzrušeni, ale také nervózní, protože to byl první náš projekt (práce s cizincem z jiné země). Vše začalo přijetím e-mailu s informacemi o projektu a naší práci. Později jsme dostali další s e-mailovou adresou druhého studenta, se kterým bychom měli pracovat. Iniciování kontaktu nebylo snadné a od začátku nebylo hodně komunikace, ale když jsme se poprvé setkali, nebylo to vůbec špatné. Společně jsme téměř rok pracovali, když Češi přijeli na Slovensko. V době, kdy jsme udělali hodně, ale to bylo většinou jen design, i když, mnoho částí byly již vytištěny. Je to legrační, jak se těchto 6 hodin ve škole většinou jeví jako celý život, ale když jsme spolu pracovali, letěla tak rychle, že jsme si toho vůbec nevšimli a rozloučili jsme se. Na Slovensku jsme se zaměřili na hardware a provedli jen několik testů s PLC. Neexistující stroj není programovatelný. V době, kdy Slováci přišli do Česka, měl být dokončen veškerý hardware (dokud jsme nezjistili, že to nefunguje a musí ho opravit) a hlavním cílem druhé mobility bylo naprogramovat stroj. Při ohlédnutí se většina práce odehrála během dvou týdnů, kdy jsme spolu pracovali v jedné místnosti. Těchto 10 dní bylo jediné, kdy jsme mohli pracovat jak s třidičem, tak s PLC. Můžeme říci, že náš projekt je úspěšný i přes překážky, jako je nemožnost testování programu, protože PLC bylo v České republice a stroj byl na Slovensku. Doposud jsme provedli několik drobných vylepšení, takže aby byl projekt kompletně dokončen, potřebujeme jen trochu času, abychom mohli provést poslední ladění a test. Bylo to podivné, ale povzbudivé, když jsme viděli, jak dáváme hlavy dohromady. To, co jeden z nás nemohl znát, druhý věděl. Trvalo to den nebo dva, než si na sebe zvykli, pak jsme skvěle spolupracovali. Myslíme si, že je pro nás v budoucnu velmi důležité, abychom mohli dobře spolupracovat s kýmkoli. Bylo také dobré naučit se spravovat náš čas, protože jsme měli jen hodně omezený čas. Efektivní práce nebyla možností, byla to nutnost. Je to neuvěřitelné, kolik nečekaných problémů, s nimiž jsme se setkali během naší práce, ale jsme hrdí, že můžeme říci, že jsme každý z nich vyřešili. Po dokončení projektu Erasmus + přesně nevíme, co bude s naším prototypem. Pravděpodobně ho vylepšíme a pokusíme se vyhrát nějaké soutěže. Uvidíme něco jiného - především temné stránky našeho projektu, přísní lidé nám řeknou, co si o tom myslí. Každopádně existuje malá pravděpodobnost, že budeme stále spolupracovat, protože jsme stále studenti a žijeme opravdu daleko od sebe. Pokud by však někdo cestoval do města v blízkosti druhého města, tak bychom si

asi stejně dali pivo.

Projekt Erasmus + byl pro každého z nás velmi užitečný. V životě jsme udělali něco nového a naučili jsme se hodně. Nejen o vytvoření třídícího stroje, ale také o jiných žácích, školách a jejich výhodách a nevýhodách. Jednou z nejdůležitějších věcí je, že jsme zažili mezinárodní spolupráci. To je pro střední školu dost neobvyklé. Lidé se obvykle s tím setkávají až na univerzitě nebo v práci. Myslíme si, že to byla velká možnost a doporučil by to komukoliv.

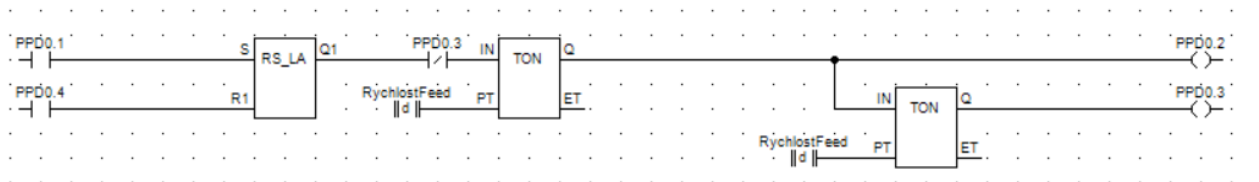
Přílohy



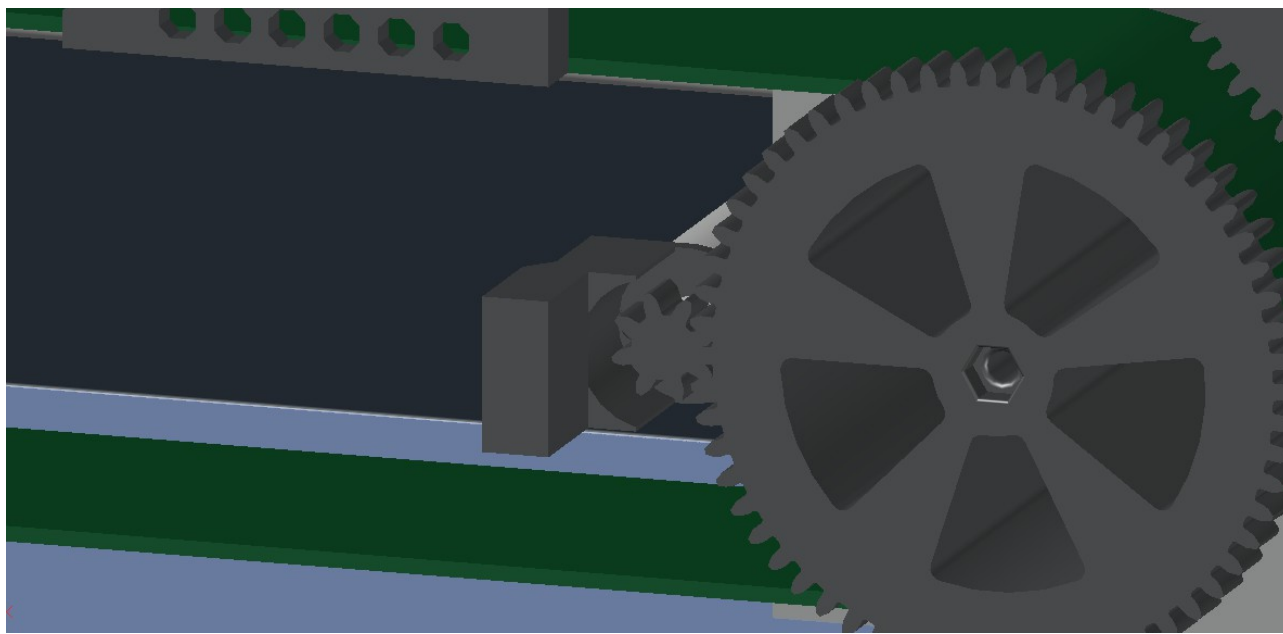
Příloha 1 – AMIT AMAP99



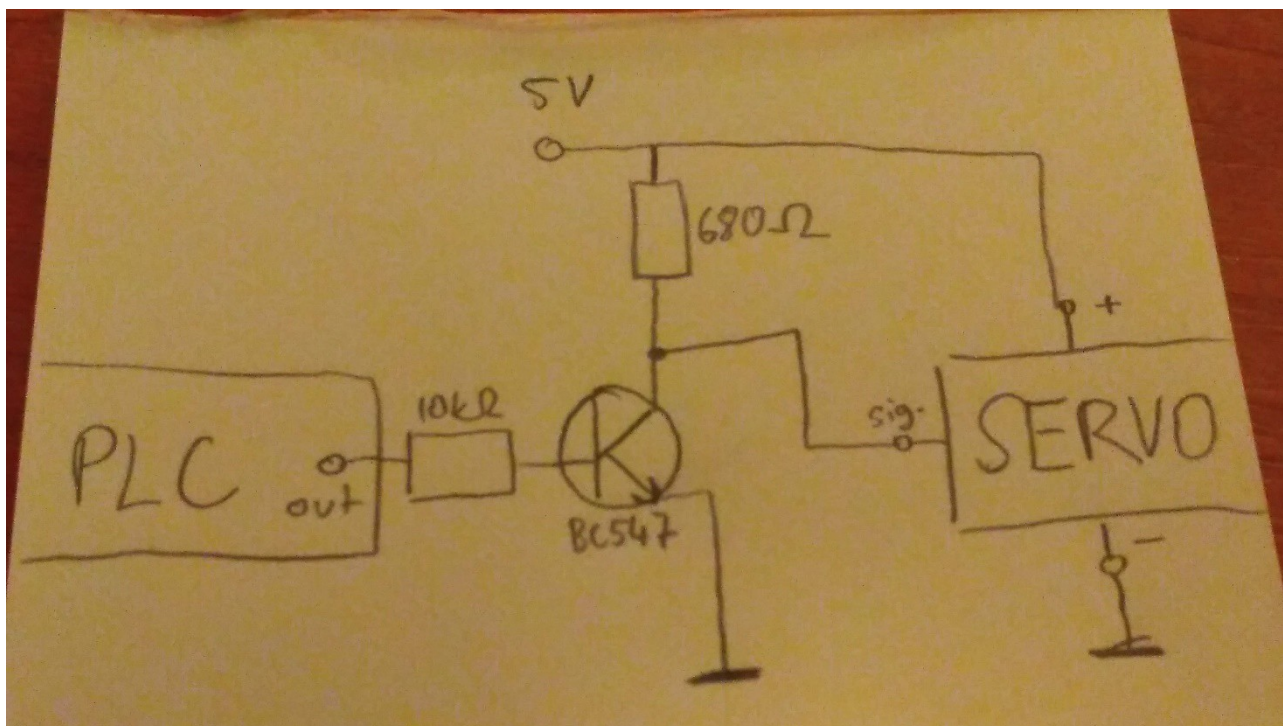
Příloha 2 – Centronics konektor



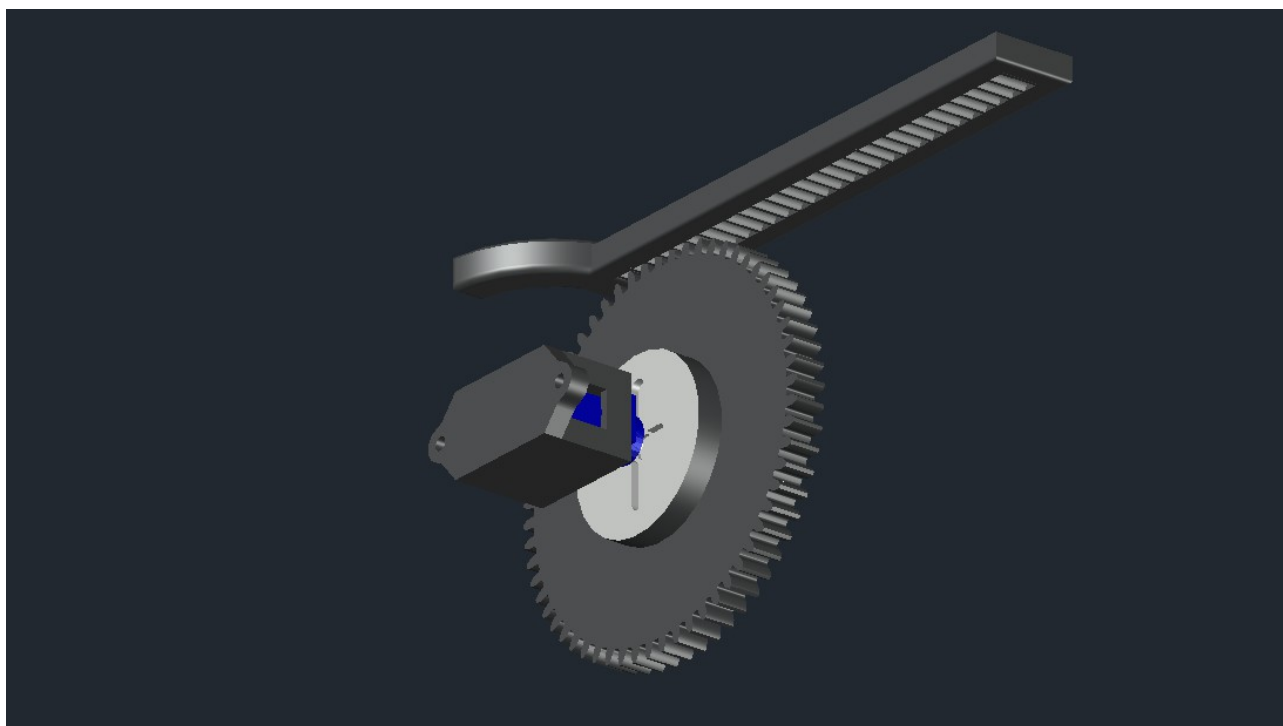
Příloha 3 – Vzorek kódu



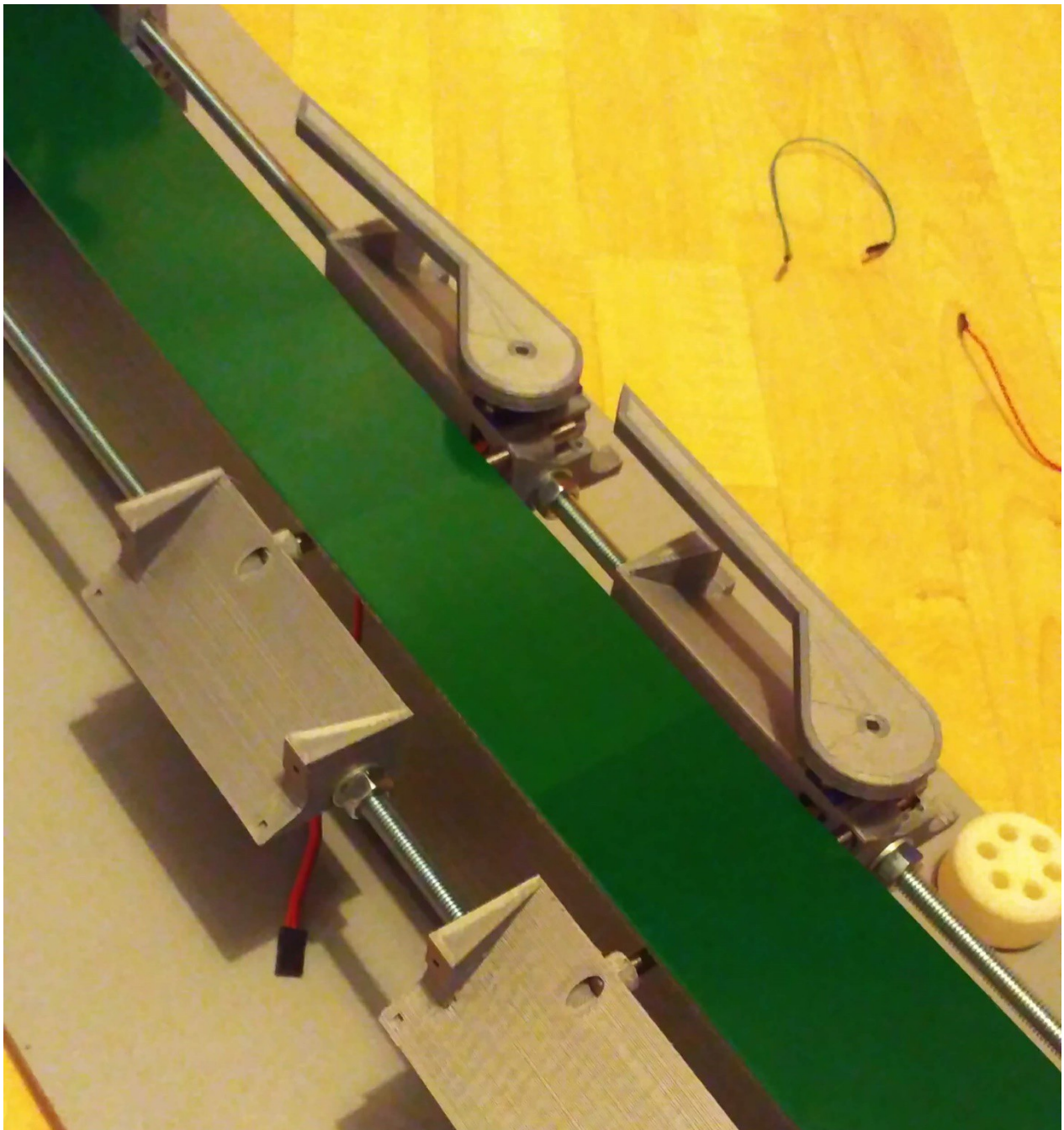
Příloha 4 – Ozubená kola



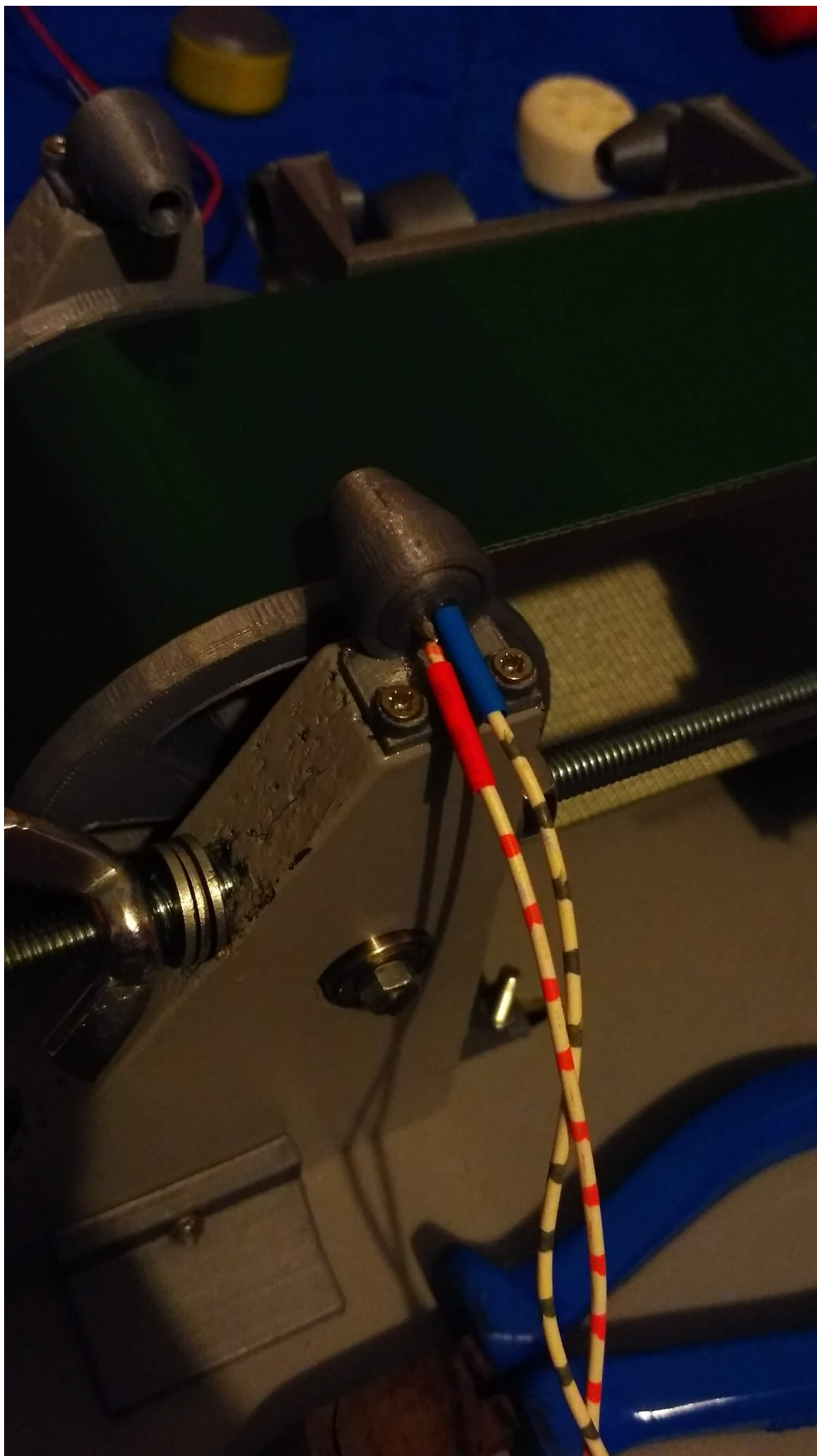
Příloha 5 – Schéma serva



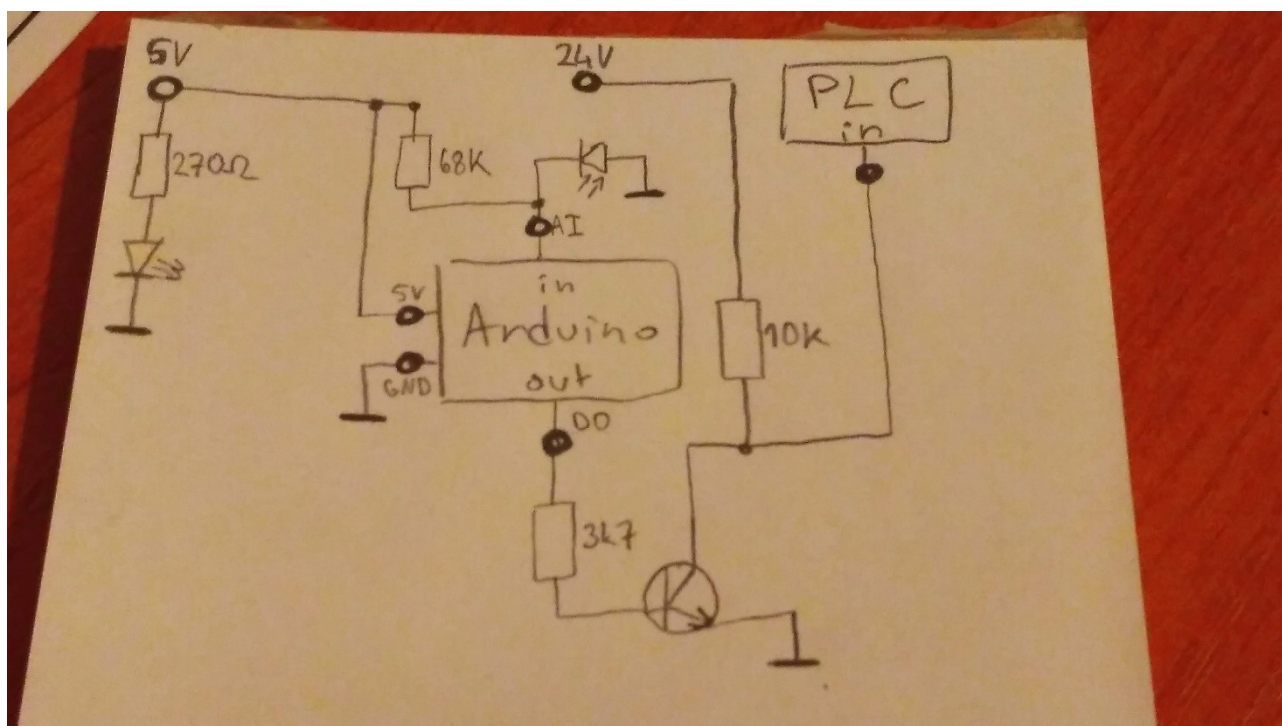
Příloha 6 – Lineární servo



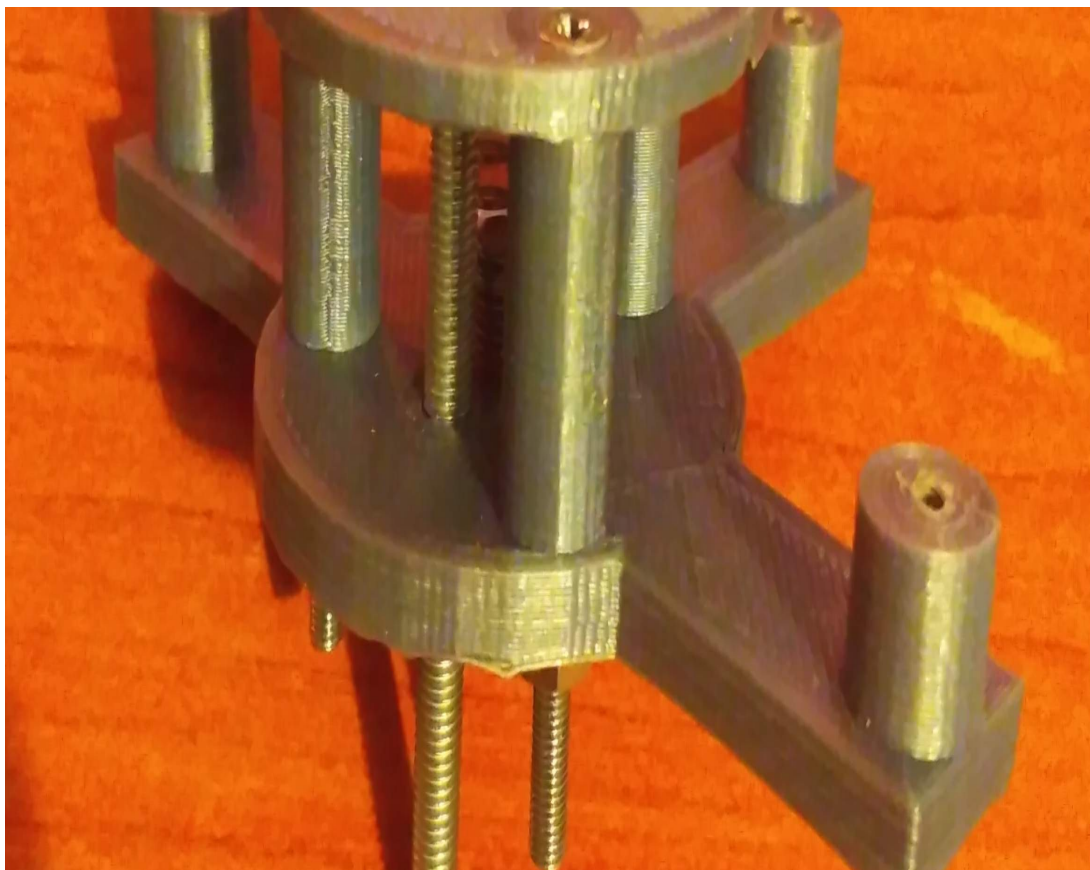
Příloha 7 – Serva a kontejnerové skluzavky



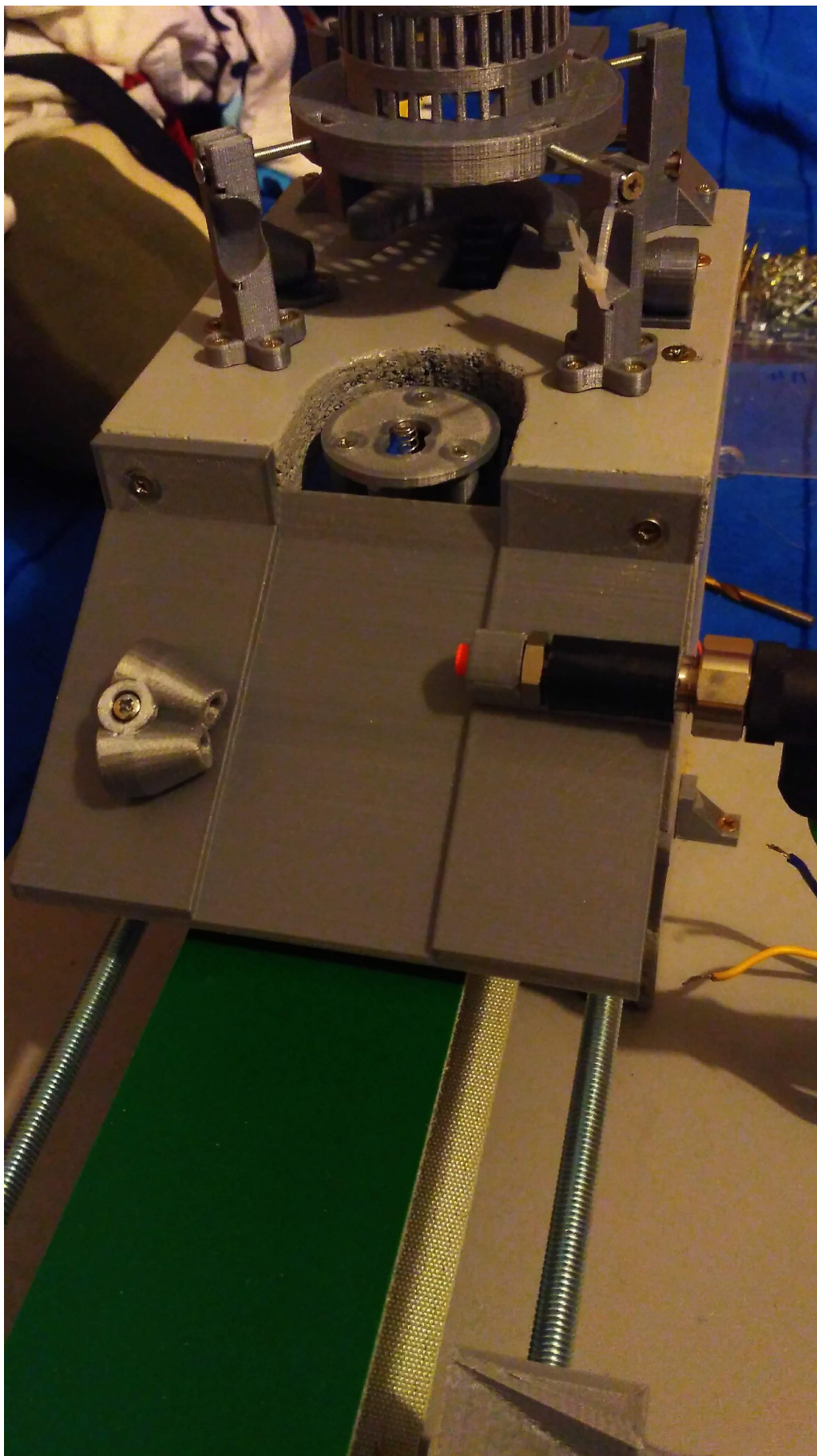
Příloha 8 – Koncová optická brána



Příloha 9 – Schéma optické brány



Příloha 10 - Váha

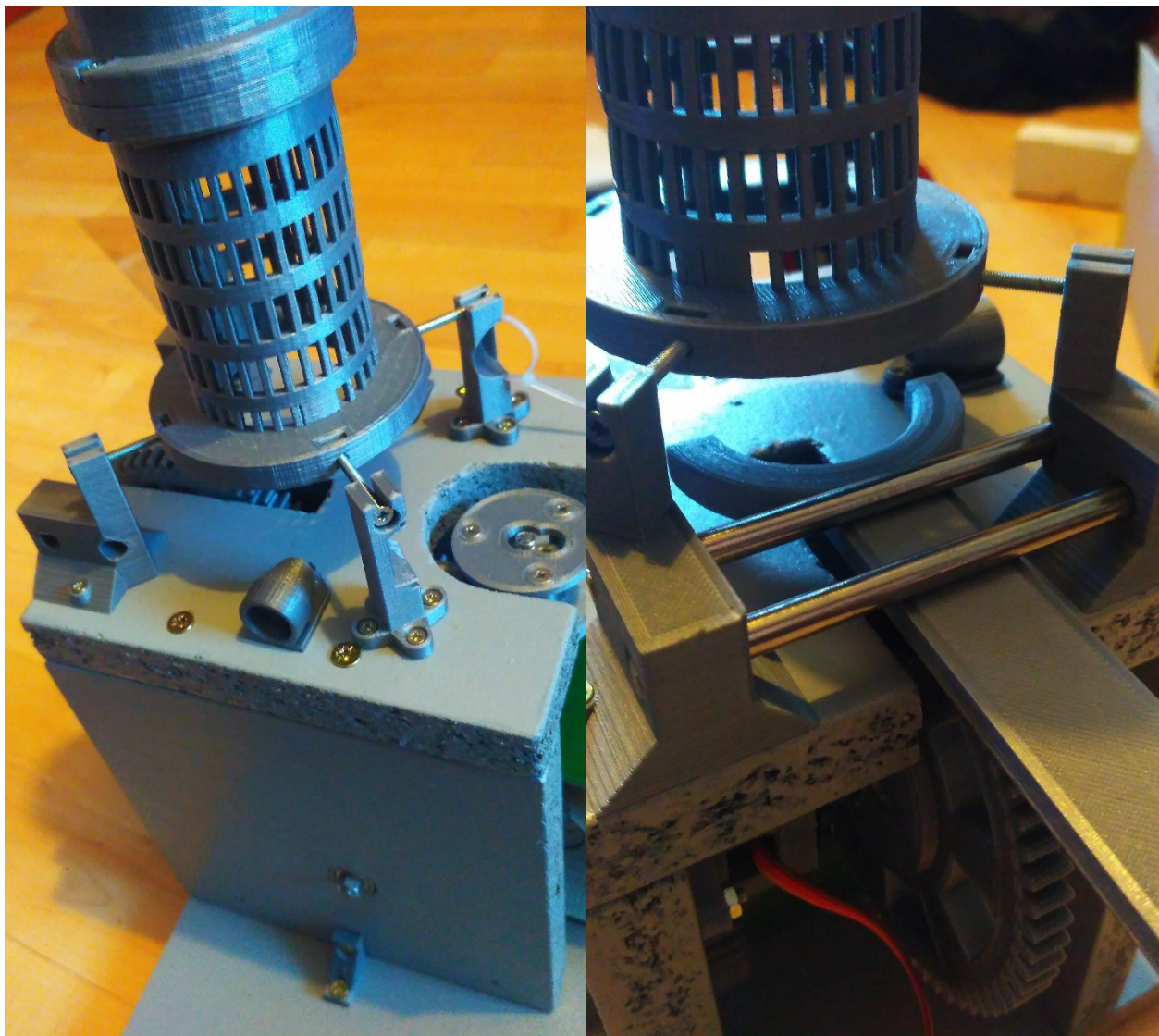


Příloha 11 - Skluzavka


```
void dock() {  
  dockRead = analogRead(inDock);  
  dockVal = dockRead * (5.0 / 1023.0);  
  
  if (dockVal < dockComp) digitalWrite(outDock, HIGH);  
  else digitalWrite(outDock, LOW);  
}  
  
void height() {  
  heightRead = analogRead(inHeight);  
  heightVal = heightRead * (5.0 / 1023.0);  
  
  if (heightVal < heightComp) digitalWrite(outHeight, HIGH);  
  else digitalWrite(outHeight, LOW);  
}  
  
void cont() {  
  contRead = analogRead(inCont);  
  contVal = contRead * (5.0 / 1023.0);  
  
  if (contVal < contComp) digitalWrite(outCont, HIGH);  
  else digitalWrite(outCont, LOW);  
}  
  
void color() {  
  colorRead = analogRead(inColor);
```

Done Saving.

49 Arduino Pro or Pro Mini, ATmega328P (5V, 16 MHz) on COM4

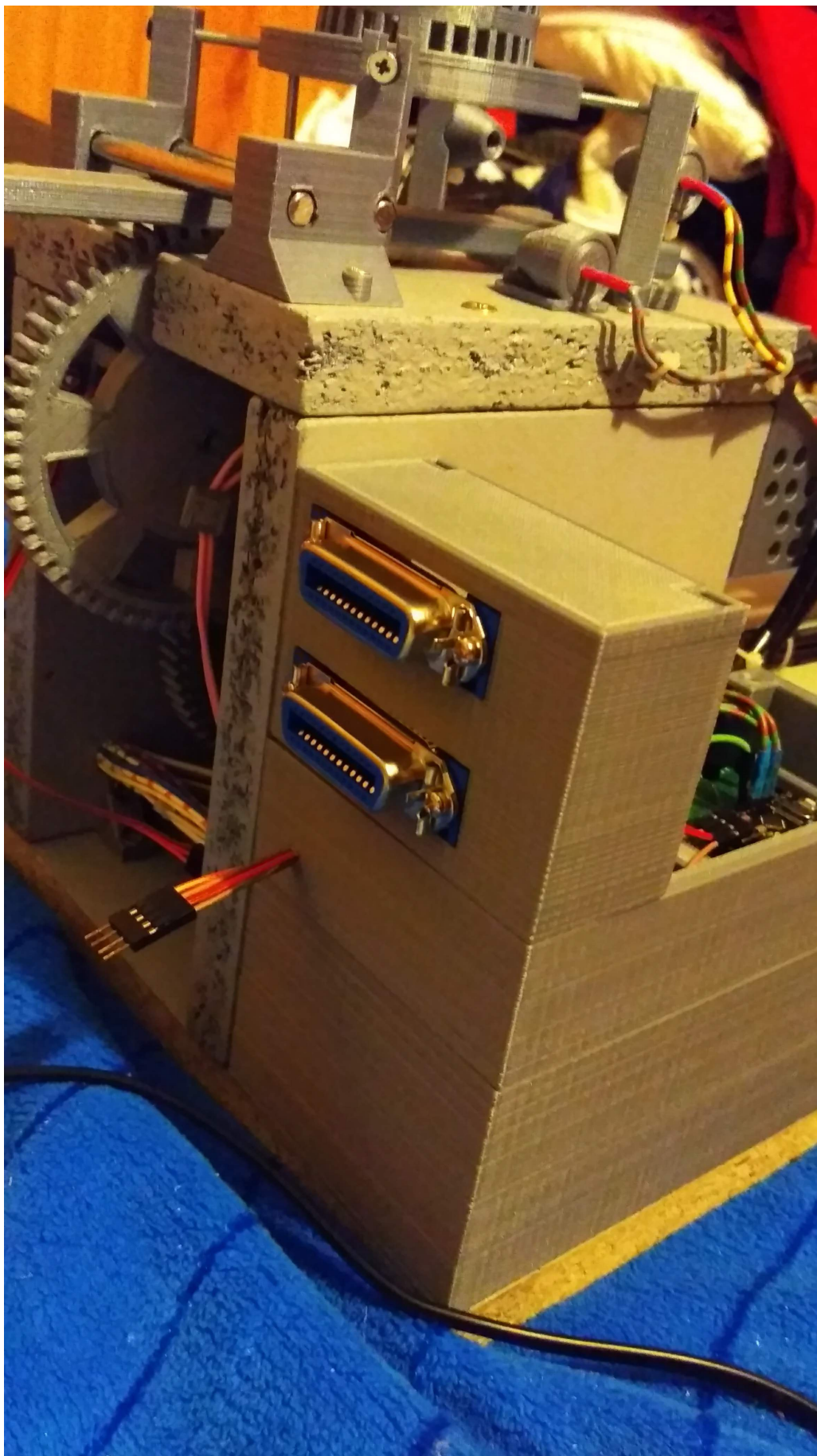


Příloha 13 – Trubka and dok

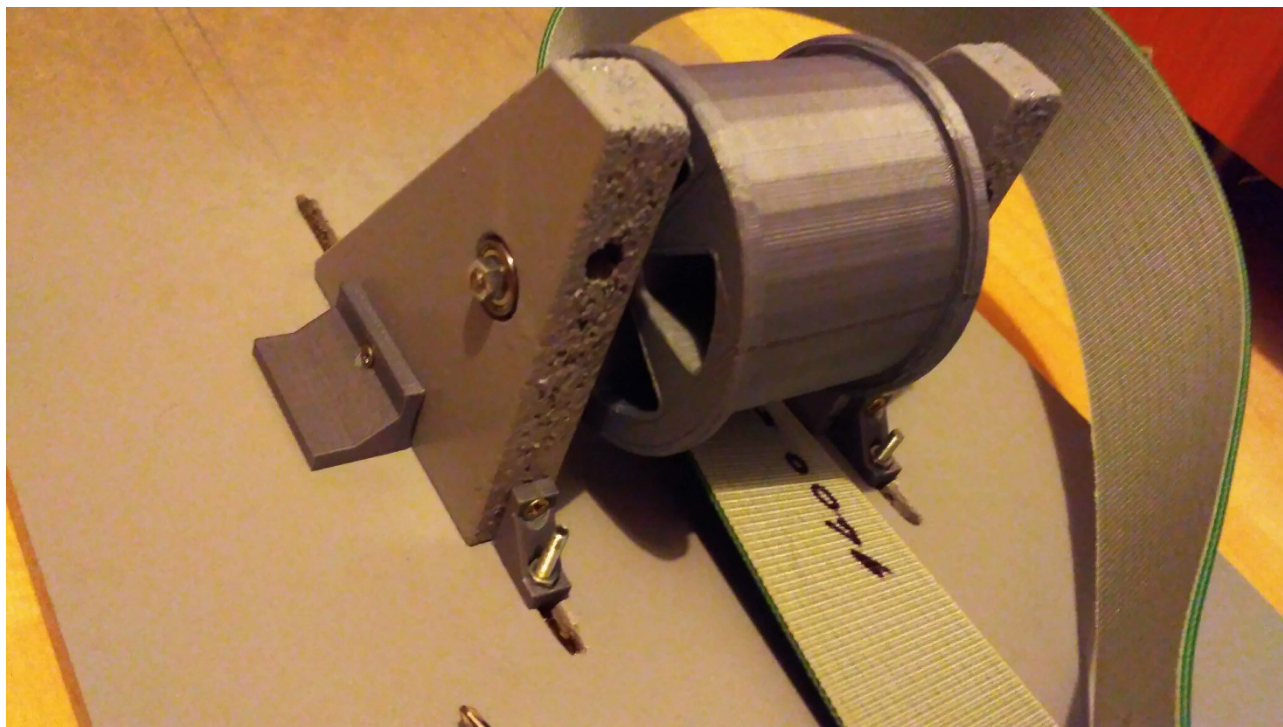
Příloha 14 – Zadní zábradlí



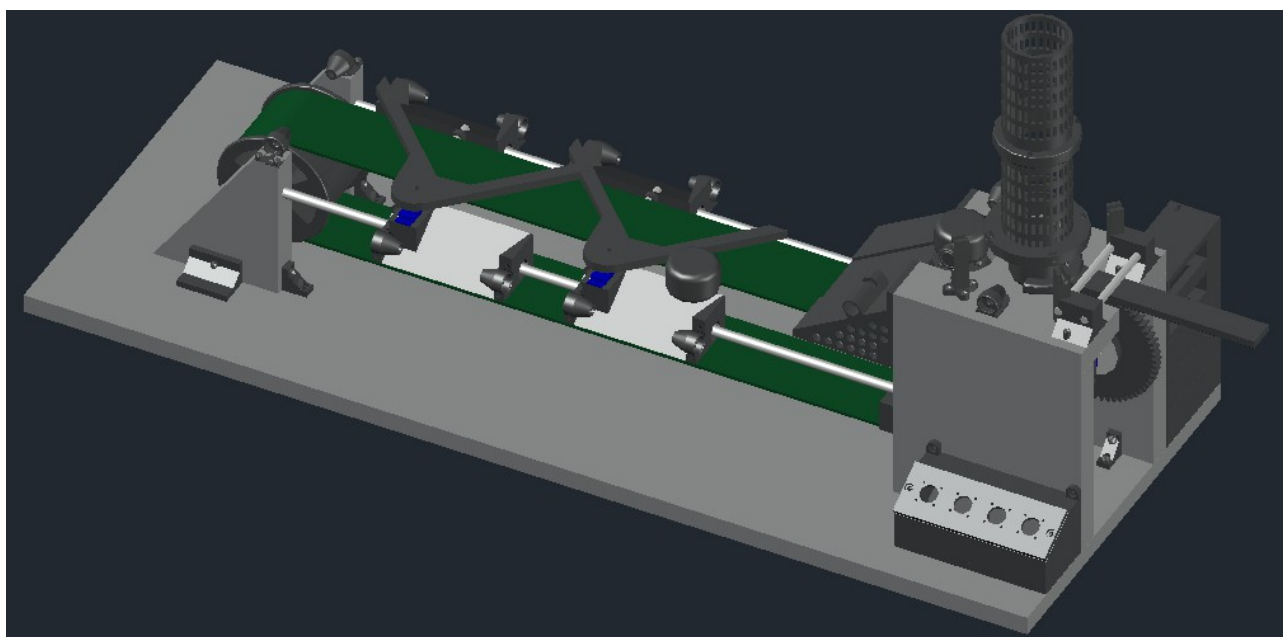
Příloha 15 - Tlačítka



Příloha 16 – Skříň s elektronikou



Příloha 17 – Zadní kolejnice a válec



Příloha 18 – 3D model třídičky