STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a komunikace

Robotický tank KVD 1.3.8

Vojtěch Drahota a Kryštof Vrba Hlavní město Praha

Praha 2022

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a komunikace

Robotický tank KVD 1.3.8

Robotic tank KVD 1.3.8

Autoři: Vojtěch Drahota a Kryštof Vrba

 Škola: Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola dopravní, Praha 1, Masná 18
Kraj: Praha
Konzultant: Mgr. Jarmila Kulíšková

Praha 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 24.3.2022 Vojtěch Drahota, Kryštof Vrba

Anotace

V této práci se zabýváme s naším robotem KVD 1.3.8, výsledkem je hotový model robota, který umí řadu funkcí. Popíšeme si procesy, které předcházeli jeho vzniku. Jako první začínáme realizací návrhu a stavbou podvozku, poté se věnujeme věži, kde je součástí modelování, tisknutí a jednotlivé plány pro uskutečnění věže.

Dále práce obsahuje informace o programování v jazyku C, kde využíváme software ze stavebnice Robotis.

Klíčová slova

Robot, procesy, programování v jazyku C, model

Annotation

In this work we deal with our robot KVD 1.3.8. The result is a finished model of the robot, which can perform a number of functions. We will describe the processes that preceded its creation. I'd like to start with the design and construction of the chassis, then focus on the tower, where it includes modeling, printing and individual plans for the realization of the tower.

Furthermore, the work contains information about programming in C language, where we use software from the Robotis kit.

Keywords

Robot, processes, programming in C language, model

OBSAH

1	Úvo	od1	
2	Rea	lizace návrhu a sestavení podvozku2	
3	Náv	rh věže	
	3.1	Fáze 17	
	3.2	Fáze 27	
	3.3	Fáze 3	
	3.4	Postup plánování částí	
4	Pro	vedení vlastního modelu – fáze 49	
	4.1	Tvoření modelu v Blenderu 10	
	4.2	Problémy pří provedení11	
	4.3	Tisk modelů – fáze 5	
	4.4	Sestavení modelu – fáze 6	
5	Pro	gramování	
	5.1	Programování senzorů	
	5.2	Programování pohybů robota	
	5.3	Začátek programu	
	5.4	Manuální mód	
	5.5	Fungování automatického nabití a výstřelu	
	5.6	Automód	
6	Záv	ěr	
7	Sezi	nam Příloh	
8	3 Přílohy		

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Robot ze spodní strany	3
Obrázek 2: Robot z boční strany	4
Obrázek 3: Přední část tanku	5
Obrázek 4: Tank z pohledu ze shora	6
Obrázek 5: Ukázka postupu nabití mechanismu část 1	9
Obrázek 6: Ukázka postupu nabití mechanismu část 2	9
Obrázek 7: Ukázka postupu nabití mechanismu část 3	. 10
Obrázek 8: Ozubené kolo, které je vyrobeno v Blenderu	. 10
Obrázek 9: Původní upevnění mechanismu (lepeno)	. 11
Obrázek 10: Aktuální upevnění mechanismu (vrtáno)	.12
Obrázek 11: Ukázka vrstvení modelu	. 13
Obrázek 12: Mechanismus část 1	. 14
Obrázek 13: Mechanismus s částí 2 a 3	. 15
Obrázek 14: Mechanismus s častí 1, 2 a 3 (kromě horní komory se zásobníkem)	. 15
Obrázek 15: Mechanismus část 4	. 16
Obrázek 16: Kompletní věž	. 16
Obrázek 17: Kompletní robo tank (model KVD 1.3.8)	. 17
Obrázek 18: Programování senzorů	. 18
Obrázek 19: První podmínka	. 19
Obrázek 20: Druhá podmínka	. 19
Obrázek 21: Třetí podmínka	. 19
Obrázek 22: Čtvrtá podmínka	. 20
Obrázek 23: Začátek programu	. 21
Obrázek 24: Manuální mód	. 22
Obrázek 25: Manuální mód – podmínky	. 23
Obrázek 26: Manuální mód – podmínky	. 24
Obrázek 27: Funkce – manuální mód	. 25
Obrázek 28: Funkce – manuální mód	. 26
Obrázek 29: Roboplus motion	. 27
Obrázek 30: Automód – začátek	. 29
Obrázek 31 Pokračování automódu	. 30
Obrázek 32: Konec programu v automódu	. 30

1 ÚVOD

V dnešní době je trendem všechno modernizovat, automatizovat a robotizovat. Za účelem zvýšení efektivity a popřípadě i bezpečnosti. Proto se neustále roboti více využívají a vyvíjí pro náhradu za člověka. Roboti na rozdíl od lidí mohou svou práci konat neustále, dále umožňují práci na nedostupných místech pro člověka. Zároveň roboti jsou daleko přesnější oproti člověku a mají menší riziko chyb. Ačkoliv je člověk, jakkoliv znalý, tak nelze vyloučit lidská chyba. Při nebezpečné práci je lepší nasadit robota než člověka, protože nevystavujeme nebezpečí lidi ale stroje.

Z toho důvodu jsme se rozhodli vybrat práci zaměřenou na roboty, jelikož vidíme v tomto oboru velký potenciál. Konkrétně v této práci se zabýváme kompletní stavbou našeho robotického tanku KVD 1.3.8. Cílem našeho projektu bylo vytvořit naše vlastní vozidlo, které má velmi podobné vlastnosti jako tank. Také jsme chtěli tím ukázat, že pokud člověk má zájem o daný obor, tak je schopen vytvořit cokoliv i přes problémy, které k tomu patří.

Po přečtení naší práce budete seznámeni, co obnáší sestavení a vytvoření vlastního robota a zároveň se čtenář dozví pár informací o modelování, programování a tisknutí na 3D tiskárně.

2 REALIZACE NÁVRHU A SESTAVENÍ PODVOZKU

Realizace probíhala v mluvené formě, tedy rovnou jsem sestavoval a nekreslil obrázky. Byl předem vymyšlený koncept, z kterého jsem vycházel. Inspirovali jsme se tanky ze hry World of Tanks.

Pak začínalo první sestavování, a to základní desky ne které bude tank postaven. Skládá se celkově z 12 plastových destiček čtvercového a obdélníkového tvaru. Výsledný tvar je obdélníkový.

Dále probíhala příprava pásů, rozmýšlelo se, jaký budou mít tvar a podle toho se začali dávat ostatní součástky na základní desku.

První se umístily motory, kterými bude tank pohánět pásy. Zároveň jsem začal sestavovat díly k uchycení ozubených koleček, aby bylo dosaženo výsledného tvaru pásů. Ovšem k tomu se naskytli jisté problémy, a to v případě možností součástek, avšak byly vyřešeny. Taky díky tomu vznikla originální konstrukce, dále se uvažovalo nad dřevěnou konstrukcí desky, ale bylo od toho upuštěno, z důvodu problematičtějšího sestavování, řešení a také kvůli hmotnosti.

Když byly připevněné motory a součástky k pásům, tak se nasadily pásy, potom se uchytila řídící jednotka a baterka. Pokračovalo se k připevnění IR senzorů a dálkového senzoru, ne všechno šlo podle plánu a objevovali se jisté komplikace, ale našli se úspěšná řešení, která dovolila dále pokračovat v sestavování.

Typický problém nastával u délky kabelů, kdy umístění snímače od řídící jednotky bylo moc daleko, ale díky obdržení delších kabelů bylo vše vyřešeno.



Obrázek 1: Robot ze spodní strany

Na obrázku vidíme část robota ze spodní strany. Jak již předchozích kroků vyplývá, tak tento obrázek je konečný stav spodní strany.

Na spodní straně se nachází celkově 3 motory, 3 senzory a součástky podvozku. Motor, který se nachází uprostřed desky je na otáčení věže tanku.

Další motory jsou pro pohon tanku, jak je vidět z obrázku. Za prostředním motorem jsou součástky pro uchycení ozubených koleček, jsou nižší, než je výška motorů, tedy pomocí toho byl vyřešen náklon podvozku. Díky tomu ve výsledku hlavní deska není v rovině, ale je nakloněná.

Dále propojující část, která je přichycena k držákům ozubených koleček hned za prostředním motorem, byla dodána až později. Kvůli prohýbání a lepšího upevnění se dala zpevňovací osa, která má za úkol zabránit prohýbání součástky, která stojí. Způsobeno je to tím, jelikož plasty jsou pružné a neustojí moc velkou váhu. Při větším zatížením se začnou prohýbat, a proto byla přidána propojující osa.

Další součástka s ozubeným kolečkem za osou, nám vytváří výsledný tvar pásu. Zároveň se všechno spojí pomocí šroubků a matiček či speciálních plastových držáků. Také na obrázku vidíme propojení motorů a snímačů, snímače jsou zapojené do řídící jednotky samostatně, ale motory jsou propojené mezi sebou, tedy potom máme jenom jeden výstup z motorů, který je připojen k řídící jednotce.

Stavebnice Robotis nabízí možnosti propojení několik aktivních součástek najednou do jednoho výstupu, avšak senzory musejí být zvlášť zapojené vzhledem k jejich vlastnostem, kde není možné informace ze všech senzorů dát do jednoho výstupu. K jedné řídící jednotce lze připojit až 6 senzorů.



Obrázek 2: Robot z boční strany

Zde vidíme robota z boční strany, kde je vidět výsledný tvar pásů a naklonění základní desky důsledkem tvaru pásů. Na samotné desce je uchycena řídící jednotka s baterkou a zařízením sloužící k propojení a komunikaci řídící jednotky s dálkovým ovladačem.

Na prostředním motoru je připevněno zařízení na ovládání věže, ze součástek jsou to 2 motory a 2 desky, jedna obdélníková a druhá čtvercová, na čtvercovou desku se potom připevní věž tanku.



Obrázek 3: Přední část tanku

V přední části není toho moc k vidění, skoro všechno už je popsané z předchozích obrázků, ale je tu krásně vidět konstrukce zařízení na uchycení věže. Kde spodní obdélníková deska je uchycena na tvarově specifické součástky, které mají dobrou velikost a pevnost, tudíž jsou vhodné pro spojení motoru s konstrukcí věže.

Na obdélníkové desce jsou uchyceny 2 motory pro naklápění věže, původně se počítalo s jedním, avšak bylo to přehodnoceno kvůli velikosti a váhy věže. Potom se museli upevnit na motory součástky, které umožní pohybu motorů a zároveň dostatečné velikosti pro upevnění čtvercové desky.

Tedy dvě součástky použité na obrázku splnily tento účel, ale nevycházel délkový rozptyl, tudíž na jsem musel najít řešení pro zamezení mezery mezi otočným zařízením motoru a součástkou, ale jenom z pohledu obrázku na levé straně.

Tak jako nejvhodnější vyšla matička, díky závitů pro uchycení motoru, to šlo provést tímto způsobem. Finální produkt je vidět na **obrázku 3.**



Obrázek 4: Tank z pohledu ze shora

Horní strana tanku nám lépe ukazuje řídící jednotku a baterku. Baterka je 12 V a je typu lithiová s docela velkou kapacitou, ovšem to přestane platit, pokud se jedná o velkého a těžkého robota se spousty motory, protože motory mají velkou sílu a výkon, tudíž mají velkou spotřebu a vybijí baterku během chvíle.

V rozmezí zhruba 15-45 min v příkladě našeho tanku se 7 motory. Na samotné řídící jednotce jsou tlačítka, kterými se také může ovládat robot, ale není to úplně praktické, když se robot pohybuje. Řídící jednotka má 3 módy, které mají jinou funkci.

První mód slouží k nahrávaní programu do paměti řídící jednotky, a zároveň ke čtení informací z kontrolní tabulky pro uživatele.

Druhý mód je pro přímé programování do jednotky skrz pohybového programu, se kterým je možné řídit motory v průběhu samotného programování, který stačí potom uložit do řídící jednotky.

A třetí mód je právě ke spuštění samotného programu. Tedy po přepnutí do třetího módu se zmáčkne tlačítko start a program vámi nahraný se spustí. V tomhle módu se robot používá. Tedy proto aby robot dělal úkony vámi dané musíte přepnout řídící jednotku do třetího módu.

3 NÁVRH VĚŽE

Navrhnout věž nebylo vůbec snadné, jelikož bylo potřeba, aby všechny díly bylo možné vytisknout na 3D tiskárně. Celá věž kromě pružin a elektromotorů měla být vytisknuta na 3D tiskárně, což vyvolalo řadu otázek, například zda bude materiál dost pevný na to, aby dokázal napnout pružinu. Na to se nedalo dopředu odpovědět.

Problém se zdála být také velikost. Vzhledem k tomu, že elektromotory jsou dost velké, bylo potřeba, aby samotný střílecí mechanismus byl co nejmenší, ale současně měl dostatečnou sílu na odpálení kuličky.

Zároveň se muselo počítat s tím, že čím větší objekt se bude tisknout, tím déle tisk potrvá a tím větší také bude šance, že se při tisku něco pokazí. Bylo tedy potřeba, aby byla celá věž co nejmenší, a to už také kvůli podvozku tanku. Mechanismus tanku jsem si rozdělil do 4 částí.

3.1 Fáze 1

Nejprve jsem si celý mechanismus představil v hlavě a přemýšlel o jeho proveditelnosti.

Jako první jsem se zaměřil na hlavní část střílecího mechanismu, na vzhled horní a dolní komory, a také jaký bude celkový princip nabíjení, to byla nejdůležitější část.

Postupoval jsem podle 6 fází. První fáze byla moje představa mechanismu (**viz. příloha 1 a 2**). V druhé fázi jsem své představy zakreslil na papír ve formě náčrtů.

Třetí fáze se zabývala definováním rozměrů v plánech.

Ve čtvrté fázi dochází k vymodelování objektu, pátá fáze se zabývá tiskem a šestá kompletací.

3.2 Fáze 2

Poté, co jsem měl jasnou představu o tom, jak bude vypadat první část mechanismu, nakreslil jsem si jeho náčrt na papír. Bylo to velmi užitečné, jelikož jsem objevil řadu chyb, které by způsobovaly celkové zhoršení funkčnosti mechanismu či dokonce úplnou nefunkčnost.

Než jsem tedy přešel do další fáze, udělal jsem řadu úprav. Asi největší změnou prošla odpalovací část, která měla na starost odpálení kuličky, když už byl mechanismus nabitý.

3.3 Fáze 3

Když jsem byl spokojený s náčrtem, přešel jsem ke třetí fázi, a to k definování rozměrů a vyhotovení plánů. Nejtěžší bylo rozhodnout o rozměrech dolní komory, protože podle ní se odvíjely všechny ostatní části. Zároveň jsem musel předem vypočítat rozměr pístu a vodicí tyčky s pružinkou. Bylo potřeba vypočítat, jakou bude mít píst s tyčkou délku, když bude mechanismus nabitý nebo volný.

Bylo potřeba brát ohled také na to, jak bude pružinka dlouhá, jak moc půjde stlačit a jakou bude mít sílu.

Poté co bylo vše vypočítané a naplánované, mohl jsem definovat jaký rozměr bude mít dolní komora a píst. Podle nich jsem pak určil rozměry horní komory, zubů a pásů. Rozhodl jsem, že komora bude mít 10 cm, přišlo mi to jako ideální kompromis mezi sílou výstřelu a velikostí mechanismu (viz. příloha 2 až 6).

3.4 Postup plánování částí

Když jsem měl první část hotovou vrátil jsem se zpátky do fáze 2 s druhou a třetí častí. Část 2 zahrnovala část mechanismu, kterou budou elektromotory vykonávat svoji činnost. Jednalo se o ozubená kolečka a také o část, kterou budou ozubenými koly uvádět do pohybu. Část 3 zahrnovala základní desku na kterou se upevnil celý mechanismus.

Po vyřešení všech chyb jsem přešel zase do fáze 3 a definoval rozměry všech objektů. Ty byly závislé na časti jedna. Zde bylo potřeba brát ohled na místo a na velikost točivé časti elektromotorů.

Když byly části 1, 2 a 3 naplánovány, mohl jsem přejít do fáze 4 - modelování.

Část 4 zahrnovala kryty a kanón, tudíž ji nebylo potřeba dělat hned. Daná část nebyla potřeba k fungování tanku a jelikož se v průběhu mohly ještě některé časti 1-3 změnit, část 4 se bude dělat, až všechny ostatní častí budou hotové, otestované a zkompletované. Část 4 tedy zůstala jen ve fázi 2.

4 PROVEDENÍ VLASTNÍHO MODELU – FÁZE 4

Model je proveden tak, aby nedošlo k žádnému problému s výstřelem. Celý model funguje na principu natažení pístu, který při nabití napíná pružinu. Píst má válcovitý tvar a je uvnitř komory (komora se skládá ze spodní a horní komory), celý píst se pohybuje na dlouhé tyčce, která je v ohnisku komory. Za pístem je pružina, která je při nabíjení stlačována. Píst je stlačován ozubeným pásem, který je na obou stranách vedle komory a ve stejné výšce jako spodní komora. Je poháněn ozubeným kolem, které je upevněno na elektromotoru.



Obrázek 5: Ukázka postupu nabití mechanismu část 1

Ve spodní komoře ve středu je díra, ze které, pokud je píst nabit, vyskočí zub, který brání vypadnutí kuličky a udržuje nabitý píst do doby výstřelu. Zub má takový tvar, aby jen část z něj vnikla do komory. Celý zub je umístěn na tyčce, která brání vyskočení zubu. Pod zubem je pružina, která tlačí zub do komory. Když je potřeba stlačit zub dolu, vidlice poháněna ozubeným kolem na elektromotoru, stlačí zub dolu a nepustí ho do komory.



Obrázek 6: Ukázka postupu nabití mechanismu část 2

Teprve když zapadne kulička ze zásobníku, který je umístěn na horní komoře, se muže ozubený pás vrátit zpátky na svoji původní pozici. Píst s kuličkou je pak už jen držen zubem.



Obrázek 7: Ukázka postupu nabití mechanismu část 3

Jakmile, je vydán pokyn k výstřelu, je zub stlačen vidlicí a píst s kuličkou se velkou rychlostí posune zpátky na původní pozici, kromě kuličky, ta opustí komoru. Celý tento proces se stále opakuje dokola.

4.1 Tvoření modelu v Blenderu

Ve fázi 4 byly všechny modely z částí 1, 2 a 3 vytvořeny v Blenderu. Při vytváření jsem se držel rozměrů dle plánů modelu. Díky tomu, že jsme se učili modelovat v Blenderu ve škole, nebyl to zase takový problém. Jediné, s čím jsem měl trochu problém, bylo vytvoření ozubeného kola. Nejprve jsem problém vyřešil tak, že jsem ozubené kolo stáhnul. Nakonec, jsem však vyrobil své vlastní ozubené kolo, a to za pomoci rozšiřujícího balíčku v Blenderu, který přidával několik nových funkcí.



Obrázek 8: Ozubené kolo, které je vyrobeno v Blenderu

4.2 Problémy pří provedení

Při provedení bylo potřeba předejít několika možným problémům. Největší problém byl ten, že část, která drží komoru na základní desce, by nemusela vydržet silný nátlak při nabíjení. Nad tímto problémem jsem několikrát přemýšlel. Nakonec jsem došel závěru, že držení komory nebude provedeno držákem, který bude vrtán do základní desky, ale že se bude jednat o dva páry držáků, které budou proti sobě a budou lepeny.

Nakonec ve fázi realizace, bylo zjištěno, že tato metoda je nevyhovující a že dochází k rychlé únavě materiálu, a to už po pár výstřelech. Problém se vyřešil dvojitým navrtáním na dva páry držáků a novým upevněním ozubeného kola, jelikož daná část mechanismu často praskala a ozubené kolo se na tyči ohýbalo. Taktéž byly zjištěny chyby v rozměrech, týkající se prostorů v komoře pro kuličku (**viz. příloha 7 až 8**).



Obrázek 9: Původní upevnění mechanismu (lepeno)

Na obrázku 10, mužeme vidět upevnění mechanismu, který už bylo schopný vydržet nápor.



Obrázek 10: Aktuální upevnění mechanismu (vrtáno)

Další část, která byla řešena, je prostor mezi zubem a pístem a v jakou chvíli a při jakém napnutí má zapadnout kulička. Jestli je provedení vyhovující šlo zjistit až při realizaci. Díra má spád kuličky, který není hned za otvorem na zub, ale těsně za ním. Zároveň kulička nezapadne až po maximálním napnutí ale o něco trochu dříve. Při realizaci byla objevena spousta dalších chyb, které byly postupně opravovány.

4.3 Tisk modelů – fáze 5

Když bylo vše připraveno, mohl jsem začít s fází 5 a 3D modely z Blenderu exportovat do formátu stl. Tento formát byl nejlepší pro používání v programu Cura, ve kterém jsem připravoval modely na vytisknutí.

Při realizace modelu, jsem musel brát v potaz, jak moc bude objekt zatěžován, podle toho jsem vždy určil kolik procent má být výplň, a také jakou plochou má být položen na tisknoucí desce. To bylo důležité, jelikož model byl více náchylný k prasknutí ve vertikálním směru. Důvod, proč tomu tak bylo byl, že tiskárna tiskne ve vrstvách, které jsou jednoduší na odtrhnutí mezi sebou než odtrhnutí skrze vrstvy.



Obrázek 11: Ukázka vrstvení modelu

Když bylo jasné, jakým způsobem bude model vytisknut, nechal jsem program všechno vypočítat, nahrál na SD kartu a nechal vytisknout. U některých modelů byl problém s dobou trvání tisku, největší model trval až 1 den a 3 hodiny. U těchto modelů, bylo velmi důležité, aby se nestala žádná chyba. Nejčastější příčinou chyby tisku, byla špatná přilnavost materiálu (kvůli nečistotám) nebo kvůli špatné kalibraci. Jelikož, mám 3D tiskárnu s manuální kalibrací, byla to asi nejvíce nepříjemná a zdržující část tisku. Pokud kalibrace 3D tiskárny, nebyla provedena dobře, hrozilo že během tisku dojde tak k fatální chybě, že se na místo modelů vytiskne velké klubko vlákna, což by bylo u velkého modelu docela nešťastné. Nebylo by to jen plýtvání materiálem, ale taky velké mrhání časem, takže bylo potřeba na toto dávat velký pozor.

Když byla tiskárna připravena, mohl jsem začít s 3D tiskem. Začal jsem s modely v časti jedna. Vždy když byl model dotisknut, byl řádně zkontrolován a otestován, jestli sedí do ostatních modelů. Takto jsem pokračoval, dokud nebyly všechny modely z části jedna dokončeny.

Jakmile byly všechny modely z části jedna dokončeny, byly všechny modely dány k sobě a byla otestována jejich kompletní funkčnost. Díly nebyly do sebe zkompletovány, jen byly na sebe dány, aby se ověřilo, zda je rozměr v pořádku.

Takto jsem vždy po odstranění chyb pokračoval i s častí 2 a 3. Část 4 jsem zatím nedělal, ta bude udělána až po kompletaci části 1, 2 a 3.

4.4 Sestavení modelu – fáze 6

Když byla část 1, 2 a 3 připravena, začal jsem díly kompletovat. První jsem začal kompletovat část 1 ta se skládala z těchto částí (spodní komora, horní komora, píst, pružinu a kryt pásu). Všechny dané díly, stačilo přilepit vteřinovým lepidlem. U této časti nebyl žádný větší problém.



Obrázek 12: Mechanismus část 1

Druhá část byla oproti první časti rychlejší na tisk, ale za to se zde objevilo pár drobných problému. Problém byl s ozubením a kolem, které úplně nesedělo na ozubený pás. Nakonec muselo být kolo několikrát upraveno, než naprosto správně sedělo. Tisk zahrnoval tyto modely (zub, pás, vidlice, ozubená kola a pružinu).

V této části nebylo nic lepeného, jelikož se všemi modely bylo hýbáno ozubeným kolem, a to buď přímo nebo nepřímo. Jediné, co bylo lepené bylo ozubené kolo k držákům, držáky byli však nejdříve přišroubovány k elektromotorům, než bylo ozubené kolo přilepeno.



Obrázek 13: Mechanismus s částí 2 a 3

Třetí část obsahovala základní desku a držáky elektromotoru. Toto byla ta nejrizikovější část, která by v mechanismu mohla selhat, jelikož panovaly obavy, že by držení mezi základní deskou a komorou nemuselo vydržet, což byla bohužel pravda. Nedalo se nic dělat a původní držení se muselo předělat z lepeného na celé vrtané.

Elektromotory, které byly šroubované ke dvou držákům a následně byly tyto držáky přilepeny k základní desce, to bylo zcela v pořádku.



Obrázek 14: Mechanismus s častí 1, 2 a 3 (kromě horní komory se zásobníkem)

Když byla část 1, 2 a 3 zkompletována, byla část 4 rychle naplánována, vymodelována a následně vytisknuta. Ta zahrnovala kryt mechanismu a kánon. V této části se nevyskytl žádný problém.



Obrázek 15: Mechanismus část 4

Poté co byl celý mechanismus zkompletován, se natáhly k elektromotorům kabely. Původní nápad byl, protáhnout kabel od nabíjecího elektromotoru skrze dvě díry ke spouštěcímu elektromotoru a pak z něj vést jeden kabel k ohýbacímu elektromotoru. Ale vzhledem k tomu, že nebyl k dispozici žádný dostatečně dlouhý kabel, byl kabel nakonec natáhnut jen přes jednu díru.

Pak už stačilo jen upevnit věž na podvozek, který byl vytvořen mým kolegou. Věz se montovala na 3 šrouby k podvozku.



Obrázek 16: Kompletní věž

Nyní byl celý robo tank hotov a již stačilo jen vytvořit a nahrát program do mechanismu, který by hýbal s motory tak, jak bude potřeba.



Obrázek 17: Kompletní robo tank (model KVD 1.3.8)

5 PROGRAMOVÁNÍ

5.1 Programování senzorů

V této kapitole se seznámíme s částí programu věnována senzorům na našem tanku. Vysvětlíme jednotlivé příkazy a kroky, které ovládají robota.

le(F) Ec	k(E) Program(P) Tool(T) Help(H)	
🗳 🖬	③ ※ 20 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 1	
	}	
	IF (<mark>✓ PORT[4]:IR Sensor</mark> >= 150 && ✓ PORT[5]:IR Sensor >= 150)	
	{	
	B ID[6]: S Moving Velocity = CW:0 + rovne	
	B ID[7]: K Moving Velocity = CCW:0 + rovne	
	}	
	IF (<mark>✓ PORT[4]:IR Sensor</mark> <= 150 && <mark>✓ PORT[5]:IR Sensor</mark> >= 150)	
	{	
	ID[6]: Si Moving Velocity = CW:0 + rovne	
	B ID[7]: B Moving Velocity = CW:0 + rovne	
	WAIT WHILE (
	}	
	IF (
	ID[6]: Moving Velocity = CCW:0 + rovne	
	B ID[7]: S Moving Velocity = CCW:0 + rovne	
	WAIT WHILE (
	}	
	IF (
	D[6]: Ed Moving Velocity = CCW:0	
	ID[7]: Ed Moving Velocity = CCW:0	
	WAIT WHILE (Remocon RXD != 20)	
	D[6]: EX Moving Velocity = CW:0 + rovne	
	■ ID[/]: Moving Velocity = CCW:0 + rovne	
	WAIT WHILE (V PORT[4]: IR Sensor <= 150 && V PORT[5]: IR Sensor <= 150)	
	}	
		Į
0	Sem zadejte hiedaný výraz 🛛 🛱 👩 📻 👘 🌀 🚥 🧌 🐙 👔 👔	Ì

Obrázek 18: Programování senzorů

Na obrázku je senzorová část programu, která je součástí našeho automódu (o tom více v bodě 5.6). Programování pomocí senzorů není nic těžkého, jenom je potřeba správně si uvědomit, jak fungují. Hodnoty senzorů získáváme pomocí programu Roboplus manager, který nám právě zobrazuje kontrolní tabulku motorů a senzorů.

Po přepnutí na senzory definujeme řídící jednotce, na kterém portu jsou jednotlivý senzory a o které se jedná, následně řídící jednotka načte senzor a začínají se zobrazovat hodnoty. V první podmínce IF je definováno: Pokud se IR senzor na portu 4 je větší nebo rovno 150 a IR senzor na portu 5 je také větší nebo rovno 150, tak motory ID 6 se bude točit po směru hodinových ručiček a motor ID7 se bude točit proti směru hodinových ručiček. Což způsobí pohyb tanku vpřed, jelikož motory jsou přetočené vůči sobě.

IF (- (<mark>४ PORT[4]:IR Sensor</mark> >= 150 && <mark>¥ PORT[5]:IR</mark>	Sensor >= 150)
{		
	ID[6]: A Moving Velocity = CW:0 + rovne	
	ID[7]: A Moving Velocity = CCW:0 + rovne	
}		

Obrázek 19: První podmínka

Druhá podmínka IF nám říká: Pokud se IR senzor na portu 4 je menší nebo rovno 150 a IR senzor na portu 5 je větší nebo rovno 150, tak motory ID 6 a ID 7 se budou točit po směru hodinových ručiček, a to způsobí pohyb doleva. Robot pojede doleva do té doby, dokud je splněna podmínka: IR senzor na portu 4 je menší nebo rovno 150 a IR senzor na portu 5 je větší nebo rovno 150. To nám zajišťuje příkaz wait while, v překladu počkej než.



Obrázek 20: Druhá podmínka

Ve třetí podmínce je definováno: Jestli se IR senzor na portu 4 je větší nebo 150 a IR senzor na portu 5 menší nebo rovno 150, tak motory ID 6 a ID 7 se budou točit proti směru hodinových ručiček, to způsobí pohyb doprava. Díky příkazu wait while pojede robot doprava do té doby, dokud je splněna podmínka: Jestli se IR senzor na portu 4 je větší nebo 150 a IR senzor na portu 5 menší nebo rovno 150. Stejný princip jako u druhé podmínky.



Obrázek 21: Třetí podmínka

Čtvrtá podmínka nám říká: Jestli IR senzor na portu 4 se rovná nebo je menší 150 a IR senzor je menší nebo rovno 150, tak motory ID 6 a ID 7 se přestanou točit, tudíž se zastaví. Zároveň pokud na dálkovém ovladači zmáčkneme tlačítku U, tak se motory opět dají do pohybu, a to ve směru dopředu, a to do té doby, dokud se IR senzory budou menší nebo rovné 150. Opět je to zajištěno pomocí příkazů wait while.

IF(<mark>✔ PORT[4]:IR Sensor</mark> <= 150 && <mark>✔ PORT[5]:IR Sensor</mark> <= 150)
{
ID[6]: Key Moving Velocity = CCW:0
ID[7]: A Moving Velocity = CCW:0
WAIT WHILE (Remocon RXD != 2 U)
ID[6]: A Moving Velocity = CW:0 + rovne
ID[7]: A Moving Velocity = CCW:0 + rovne
WAIT WHILE (🖌 PORT[4]:IR Sensor <= 150 && 🖌 PORT[5]:IR Sensor <= 150)
}

Obrázek 22: Čtvrtá podmínka

Toto je tedy senzorová část, je naprogramována tak, aby se tank pomocí senzorů držel určité dráhy. Tato dráha musí být černé barvy kvůli vlastnostem IR senzoru, konkrétně jeho hodnot. Ve výsledku tank, když najede na černou barvu, tak se jí v podstatě snaží vyhnout, aby dosahoval vyšších hodnot, proto dělá pohyby, které jsou v podmínkách. Tedy když zaznamená barvu IR senzor na portu 4 černou barvu, tak tank zatočí doleva jelikož je vychýlen podle dráhy a musí se srovnat. To samé platí i u IR senzoru na portu 5, ale rozdílem je směr otočení, bude obrácený, tedy doprava. Když oba senzory zachytí černou barvu, tak tank zastaví a následně si sami můžete určit, co dál, jestli má pokračovat nebo převezmete řízení.

5.2 Programování pohybů robota

Teď si vysvětlíme jednotlivé kroky celého programu vyjma senzorové části, která už je vysvětlena. Na začátek si řekneme, co by měl umět náš tank a podle toho jsme skládali program. Náš tank by měl umět 2 módy. Automatický a manuální. To znamená, že pokud jste v manuálním módu, tak řízení tanku je plně pod vaší kontrolou, tudíž zatáčení, zastavení, střílení a další ovládáte vy.

V módu automatickém je řízení převzato pomocí senzoru, tedy tank pojede podle určité dráhy sám, ale vždy můžete zasáhnout a tank zastavit. Avšak s věží pohybujete manuálně i při automatickém módu, to samé platí i o střílení. Samotný program se potom definuje v aplikaci Roboplus task.

5.3 Začátek programu



Obrázek 23: Začátek programu

Na začátku programu jsme zavedli proměnné, který mají určitou hodnotu. Pomocí nich potom jednoduše určujeme výkon motoru pro daný úkon.

Dále je tu oddělení volbaMode, které slouží k vybrání módu na začátku programu.

Každý krok v programu, který chceme provádět opakovaně musí být v Endless loop (nekonečné smyčce).

V první podmínce IF máme definované: Jestli se na dálkovém ovladači zmáčkne tlačítko 1, tak program skočí do manuálního módu.

V další podmínce, je stejný příkaz, ale s rozdílem tlačítka a módu. Tedy pokud se na dálkovém ovladači zmáčkne tlačítko 3, tak skoč do automódu.

5.4 Manuální mód

101	Double-circk to edit]
102	
103	ENDLESS LOOP
104	{
105	B ID[5]: Goal Torque = 263
106	B ID[12]: Goal Torque = 263
107	// nastaví komunikaci na všechny kanály
108	RC-100 Channel = CH0
109	IF (Remocon Data Received == TRUE)
110	(
111	
112	
113	IF (∂ Remocon RXD == ∂ U)
114	{
115	CALL vpred
116	}
117	IF(JRemocon RXD != JU && JRemocon RXD != JR && JRemocon RXD != JL && JRemocon RXD != JD)
118	{
119	CALL zastav
120	}
121	IF (A Remocon RXD == A D)
122	{
123	CALL vzad
124	}
125	IF (Remocon RXD == 2)
126	
127	CALL vievo
128	}

Obrázek 24: Manuální mód

Opět program musí začínat nekonečnou smyčkou, pro opakování příkazů. Jako první věc jsme definovali maximální otáčky motorů ID 5 a ID 12, které nám natáčejí věží, aby byl plynulejší pohyb naklápění. V dalším kroku nastavujeme komunikaci s dálkovým ovladačem. Příkaz na 108.řádku nám nastavuje komunikaci s ovladačem na všechny kanály.

První podmínka nám určuje, jestli jsou data od ovladače přijata, pokud ano, tak vykonej činnosti, které zahrnuje tahle podmínka, což jsou všechny činnosti tanku. Teď už definujeme jednotlivé pohyby. Tedy krok na řádku 113 nám říká, pokud se zmáčkne tlačítko U, tak vyvolej funkci vpřed.

Další krok znamená, jestli se není zmáčknuté tlačítko U, R, L a D tak vyvolej funkci zastav.

Čtvrtá podmínka udává, pokud se zmáčkne tlačítko D, tak vyvolej funkci vzad.

A poslední podmínka na tomto obrázku nám říká, jestli se zmáčkne tlačítko L, tak vyvolej funkci vlevo.



Obrázek 25: Manuální mód – podmínky

Další podmínka definuje, pokud se zmáčkne tlačítko R, tak vyvolej funkci vpravo. Potom pokud se zmáčkne tlačítko 2, tak vyvolej funkci otacvlevo. Na dalším řádku je podmínka, která určuje, co se děje, když tlačítka 1, 2, 3, 4 nejsou zmáčknuta. Tedy jestli nejsou zmáčknuta, tak motor ID 8 se přestane točit, zastaví se. Motor ID 8 slouží k otáčení věže.

Dále se nastaví cílová pozice motorům ID 5 a ID 12 že se rovná s aktuální pozicí, tedy se taky zastaví. Příkazy jsou odlišné kvůli tomu, že motory se nastavují buď jako kloub nebo kolo. V kloubu je omezený rádius otočení a to 360°, ale kolo se točí, tudíž má neomezený rádius.

Další krok nám opět určuje, co má dělat, když se zmáčkne některé tlačítko. Tedy pokud se zmáčkne tlačítko 4, tak vyvolej funkci otacvpravo. Také když se zmáčkne tlačítko 1 a aktuální pozice motoru ID 12 je menší nebo rovno 625, tak vyvolej funkci naklapenivpred. Náklon věže má určité hranice, proto přidáváme do podmínky aktuální pozici. Potom jestli se zmáčkne tlačítko 3, tak vyvolej naklápění vzad.



Obrázek 26: Manuální mód – podmínky

Pokud je zmáčknuto tlačítko číslo 5, tak vyvolej funkci nabití. Dále jestli je zmáčknuté tlačítko číslo 6 a aktuální pozice motoru ID 3 je menší nebo rovno 106, tak vyvolej strileni. Přidaný atribut podmínky je tam z podobného důvodu jako u naklápění věže, ale tady jsme to dali kvůli tomu abychom doplnily zabezpečení mechanismu střílení. Tedy aby se podmínka splnila tak musí být splněny oba atributy. Na řádku 163 podmínka skočí do automódu, pokud se zmáčknou tlačítka 1 a 4 společně.



Obrázek 27: Funkce -manuální mód

V této části jsou definované funkce, pomocí, kterých ovládáme robota, jsou v nich samotné úkony motorů. Slouží k lepší ovládání, přehlednosti v programu a zároveň i k usnadnění. Začneme funkcí vzad, kde máme dané, že motor ID 6 se má točit proti směru hodinových ručiček a to silou, kterou určuje proměnná jízda. A motor ID 7 se má točit po směru hodinových ručiček se stejnou silou. Tedy pohyb bude směrem dozadu. Potom máme funkci vpred, kde je dáno, že motor ID 6 se má točit po směru hodinových ručiček a motor ID 7 se má točit naopak, takže výsledný pohyb je dopředu.

Funkce vpravo udává pohyb směrem doprava. Motory ID 6 a ID 7 se budou točit proti směru hodinových ručiček, opět se stejnou silou. Funkce vlevo definuje pohyb směrem doleva. Kdy motory ID 6 a ID 7 se točí po směru hodinových ručiček. Funkce zastav, jak plyne z názvu má za úkol zastavit tank, tudíž motory ID 6 a ID 7 se po vyvolání této funkce přestanou točit.



Obrázek 28: Funkce – manuální mód

Funkce otacvlevo slouží k otáčení věže směrem doleva, tedy motor ID 8 se točí proti směru hodinových ručiček a s rychlostí definovanou v proměnné otaceni.

Funkce otacvpravo otáčí s věží směrem doprava, tudíž motor ID 8 se musí točit na druhou stranu než u funkce otacvlevo, potom tedy se točí po směru hodinových ručiček se stejnou rychlostí. Funkce naklapenivpred děla pohyb naklápění směrem dolů. Potom tedy cílová pozice motoru ID 5 je rovna aktuální pozici -10 a cílová pozice motoru ID 12 je rovna aktuální pozici +10. To nám říká, že pokud je funkce vyvolána, tak motory se začnou posouvat na cílové pozice, tudíž se začnou pohybovat ve směru pohybu dolů. Rozdílné znaménko znamená, že motory jsou vůči sobě přetočené, takže se otáčejí na druhou stranu.

Funkce naklapenivzad definuje úplně to samé akorát výsledný pohyb je směrem nahoru. Tedy stačí jenom znaménka prohodit. Funkce strileni vyvolá pohyb, který je dán sérií kroků udělaných v Roboplus motionu.

🕉 RoboPlus Motion	- 0 ×
Files(F) Edit(E) Robot(R) Tool(T) Help(H)	
🗋 📸 🛃 🕼 Port: COM3 🔹 🖉 🎉 🖡 🕨 🔤 🖨	
	Basic Pose Editor Pose Utility Edit All page
Name Next Exit A Pause Time	<pose of="" step=""> <pose of="" robot=""></pose></pose>
▶1 pabli 0 0 ► STEP 0 0 12	Value Value
2 vystrel 3 0 STEP1 0 1.2	ID[1] 512 ID[3] 106
3 0 0 STEP 2 0 1.2	ID[2] 512 □ ►ID[4] 270
4 0 0 STEP3 0 1.2	ID[3] 44 🗹 ID[5] 509
5 0 0 STEP 4 0 1.2	ID[4] 956 V ID[6] 386
6 0 0	
7 0 0	
9 0 0	
12 0 0 Page Parameters	ID[11] 512
13 0 0 Repeat time: [I Goint Softness]	ID[12] 0
	ID[13] 512
15 0 0 Speed rate. 1.0 😴 ID[1] 5	ID[14] 512 270 👻
16 0 0 Ctrl Inertial force: ID[2] 5	ID[15] 512
17 0 0 ° SK 😴 ID(3) 5	
18 0 0 Real Play Time ID[4] 5	
19 0 0 (6.000eec / 1.0)x 1 ID(5) 5	
21 0 0 1 10[7] 5	
22 0 0 0 ID[8] 5	
24 0 0 10[9] 5	
25 0 0 0	
26 0 0 ID[11] 5	
27 0 0 0 10[12] 5	
28 0 0 1013 5	
23 0 0 0 10[14] 5	
30 0 0 V	
Ready	
💪 📋 🍳 💸 🚳	► ING 8:32 ► ING 8:32 ► ING 8:32

Obrázek 29: Roboplus motion

V Roboplus motionu si určíme, se kterými motory budeme pracovat, následně jimi můžeme hýbat. Díky tomu potom si můžete lehce naprogramovat pohyb a zároveň při samotném průběhu programování budou vámi vybrané motory vykonávat pohyb. Následně v tomto programu zapíšete pozice motorů, které máte určené, do jednotlivých kroků, které se v motionu po sobě vykonají v určitém čase. Čas následně můžete upravovat. Důležité je správnost určených motorů, kterými chceme dělat pohyb. Pokud budete mít zaškrtnutý i jiný motor může pak právě tento motor způsobit problémy. Například jak se nám stalo v našem případě. Kdy jsme chtěli vyřešit trhavé pohyby při naklápění věže. Právě jsme to řešili pomocí motionu, ale stalo se, že jsme nechali zaškrtnuté i jiné motory, které se resetovali na základní pozici, která je u všech motorů stejná. Když jsme motion naprogramovali do roboplus task, tak při odzkoušení se začali točit i motory, které jsou ve věži pro nabíjení a střílení. Dostali se do pozic, do kterých neměli. Tedy potom to způsobilo poškození střílecího mechanismu a tank nebyl už schopný střílet. Tak jsme museli to rychle opravit a dát dohromady, abychom stihli odevzdaní, což se nám naštěstí povedlo.

5.5 Fungování automatického nabití a výstřelu

Program, který má čtyři kroky funguje následovně. Při prvním kroku elektromotor uvolní zub, to znamená, že jakmile bude díra v komoře volná, tak bude zablokována zubem.

V druhém kroku, elektromotor posune ozubený pás, který tlačí píst dozadu, a to tak dlouho, dokud nevyskočí zub a komora se nenaplní kuličkou. ^

Ve třetím kroku se ozubený pás vrátí na původní pozici a píst zůstane s kuličkou zablokován zubem, na píst zároveň v tomto kroku působí tlak od pružiny. Tank je připraven k výstřelu, jakmile bude přijat pokyn výstřelu pomocí dálkového ovladače.

Jakmile, je přijat pokyn dálkovým ovladačem, elektromotor podle čtvrtého kroku pohne s vidlicí, která stlačí zub a píst velkou rychlostí vystřelí kuličku z komory. Tato část byla dělána v programu Robotis, ale zde byla použita funkce v programu motion.

Jednoduše řečeno, každý krok je dělán postupně, další krok se muže provést teprve až poté kdy je dokonán aktuální krok. Poslední krok 4 je programu oddělen a muže být proveden, až poté, co nastaly první tři kroky. To je zajištěno tak, že je v programu podmínka, že poloha elektromotoru hýbající se zubem, musí mít polohu takovou, která byla nastavena v kroku jedna. Tudíž není možné začít odděleným krokem čtyři, když poloha elektromotoru je jiná. Důvodem, proč je krok 4 oddělen od ostatních je ten, aby tank hned nevystřelil, ale počkal až bude vydán pokyn uživatele.

5.6 Automód

Jak již je známo z názvu, tak se jedná o automatický mód, kde robot je schopen pohyby jako zatáčení, jízdu vpřed a vzad zvládat sám podle určité dráhy. To je zajištěno pomocí senzorů, které reagují na dráhu, která je v černé barvy.

20	autoMode :
21	ENDLESS LOOP
22	{
23	IF(<mark>≫ Remocon RXD</mark> == ≫ D)
24	{
25	ID[6]: A Moving Velocity = CCW:0
26	ID[7]: A Moving Velocity = CCW:0
27	WAIT WHILE (2 Remocon RXD != 2 L)
28	}

Obrázek 30: Automód – začátek

Na obrázku vidíme začátek automódu, kde jako první věc musí být nekonečná smyčka. Jako první příkaz je, co tank bude dělat při zmáčknutí tlačítka D. Když se zmáčkne tlačítko D, tak se tank zastaví, tedy motory ID 6 a 7 se přestanou točit. Zároveň je přidána podmínka: Zůstaň v tomto stavu, dokud se na ovladači zmáčkne tlačítko L, tedy jakmile se zmáčkne tlačítko L, tak se tank rozjede. Dále v programu se nachází senzorová část, která je vysvětlena v kapitole programování senzorů.

63	IF (Remocon RXD == 2))
64	{
65	CALL otacvievo
66	}
67	IF(J Remocon RXD != J 2 && J Remocon RXD != J 1 && J Remocon RXD != J 4 && J Remocon RXD != J 3)
68	{
69	BID[8]: E Moving Velocity = CCW:0
70	📳 ID[12]: 🏳 Goal Position = 📳 ID[12]: 🖓 Present Position
71	ID[5]: → Goal Position = 8 ID[5]: → Present Position
72	}
73	IF (Remocon RXD == 24)
74	{
75	CALL otacvpravo
76	}
77	IF(J Remocon RXD == J & & B ID[12]:
78	{
79	CALL naklapenivpred
80	}

Obrázek 31 Pokračování automódu

Na obrázku 31 je pokračování za senzorovou částí, avšak tato část je úplně stejná jako v manuálním módu, jelikož i v automódu věž a střílení ovládáme manuálně.



Obrázek 32: Konec programu v automódu

Podmínky, které jsou na obrázku 32 jsou totožné s podmínkami v manuálním módu, tedy vše je vysvětleno v bodu 6.2. Jediný rozdíl se nachází v poslední podmínce, kde je určeno: Pokud se zmáčkne tlačítko 1 a 3 současně, skoč do manualMode (manuální mód).

6 ZÁVĚR

Během naší práce jsme se hodně naučili a zároveň čerpali znalosti z výuky naší školy. Při závěrečné kompletaci následovala řada problémů, které jsme museli vyřešit. Nejčastěji se jednalo o problémy velikosti dílů a navázání na ně. Součástí byla dobrá komunikace a spolupráce, ve které nás tato práce velmi rozvinula. Díky tomu jsme dokázali všechny problémy vyřešit. Tím vás práce naučí řešit dané problémy co v nejkratším čase. Zároveň při této práci se naučíte zručné a precizní práce, jako práce s vrtačkou, lepidlem a malými součástkami jako jsou šrouby a matičky. Přínosem naší práce jsou získané nové zkušenosti, znalosti a celková radost z výrobku. Povedlo se nám splnit naše očekávání od výrobku. Naše vozidlo splňuje všechny nároky, které jsme měli, a proto můžeme i nadále rozvíjet další plány do budoucna, které mohou zahrnovat i vylepšení našeho robotického tanku KVD 1.3.8.

7 SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha 1:	Orientační plán mechanismu	34
Příloha 2:	Řešení problému při realizaci	35
Příloha 3:	Plán mechanismu část 1	36
Příloha 4:	Plán mechanismu část 2	37
Příloha 5:	Plán mechanismu část 3	38
Příloha 6:	Plán mechanismu část 4	39
Příloha : 7	Plánek s řešením závad část 1	40
Příloha 8:	Plánek s řešením závad část 2	41

8 PŘÍLOHY



Příloha 1: Orientační plán mechanismu



Příloha 2: Řešení problému při realizaci

E 24 a o as 1 epis 0 20/ 80 0/25 211 10 2 T27

Příloha 3: Plán mechanismu část 1

FL VRBX NOSNA POO MACR BOF 25 NAP 10,6 75 16 分的科 MECANNER 50 KOL ALLI

Příloha 4: Plán mechanismu část 2

KAYT PASU VABA SHOPA BAX 6 0.15 T 17 7,5 17 08 6,4 6.4 KRYT VEZE TLOUSTK DR=018 10,2 0,75 1.5.8 17

Příloha 5: Plán mechanismu část 3

KANON BOK 915 11-11 3,3 ¥ н 175 KRY PAS 9 BOK To 7,4 0,25 5,45

Příloha 6: Plán mechanismu část 4

2 SEZNAM ZAVAD: 1. PÁS VYSKAKUJE 2. KOLO PODINÁPOREM PRASKA 3. MEZERA PRO PÁD KULIČKY JE MALA 1.5t \$ 1. KE SENÍ 375 65 155 10,6 +STONEN SAMOSTANY PIC 1.9 DOLNÍ KIMORA No. Con 1×10

Příloha : 7 Plánek s řešením závad část 1

P2 maron 10 KOLO, VAL 03 TOHS 2,75 NE NA BITA NABITA P3 reser 0,9 4,6 9,9 512

Příloha 8: Plánek s řešením závad část 2