



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

ELEKTROPNEUMATICKÝ MANIPULÁTOR

Vojtěch Štěpánek, Jakub Lustyk

Integrovaná střední škola technická

Mládežnická 324, Vysoké Mýto

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

ELEKTROPNEUMATICKÝ MANIPULÁTOR

Jakub Lustyk
Vojtěch Štěpánek

Vysoké Mýto 2013

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 9. Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

ELEKTROPNEUMATICKÝ MANIPULÁTOR

Autoři: Vojtěch Štěpánek, Jakub Lustyk

Škola: Integrovaná střední škola technická Vysoké Mýto,
Mládežnická 324

Konzultant: Ing. Milan Solil

Vysoké Mýto 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

Ve Vysoké Mýtě dne 22.4.2013

Podpis:

Poděkování.

Děkuji Ing. Milanu Solilovi a Ing. Pavlu Novotnému za obětavou pomoc a podnětné připomínky, které mi během práce poskytovali.

ANOTACE

Cílem této práce je vyrobit a ovládat elektropneumatický manipulátor. Nedílnou součástí je vyhotovení technologických postupů a výkresové dokumentace pro jednotlivé části manipulátoru. Finální částí je tvorba programu, pro využití manipulátoru k prezentaci fotografií.

Klíčová slova

Manipulátor, technologický postup výroby, výkres, řízení

Obsah

1. ÚVOD	8
2. NÁVRH A KONSTRUKCE	9
3. VÝROBNÍ ČÁST	13
4. SOFTWAREOVÁ ČÁST	19
5. ZÁVĚR	28
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	28
7. PŘÍLOHY	28

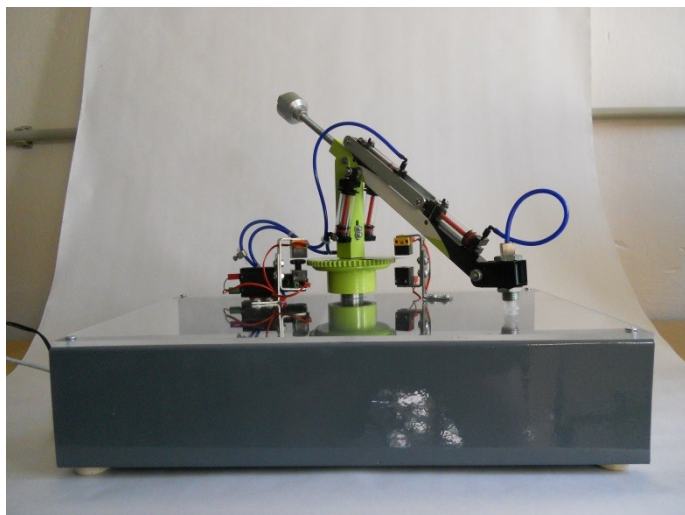
1. ÚVOD

Již na začátku roku 2012 jsme dostali jako budoucí maturanti za úkol na výrobu manipulátoru, který měl sloužit jako naše tablo právě v době maturitních zkoušek. Vycházeli jsme přitom ze stavebnice ROB1-3, což byl robotický manipulátor se třemi stupni volnosti, programovaný v BASICU na procesoru PICAXE. Znamenalo to tedy pouze oměřit již hotový výrobek, vymyslet uchycení podtlaku a celý systém naprogramovat.

Z plánu nakonec sešlo a my jsme se na začátku čtvrtého ročníku rozhodli navrhnout elektropneumatický manipulátor úplně sami. To znamenalo několik hodin společného navrhování a poté rozebrání si jednotlivých dílů v naší skupině, vše propočítat, udělat veškerou výkresovou a výrobní dokumentaci a vést výrobu a nakonec zpracovat rozsáhlou seminární práci.

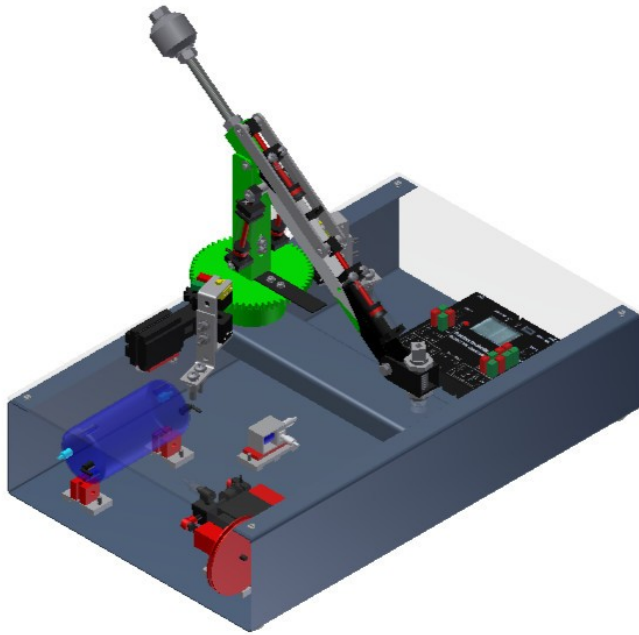
Už delší dobu bylo plánem našeho konzultanta Ing. Milana Solila, a obecně celého učitelského sboru, vytvořit z naší školy jakési simulování fungování opravdové strojírenské firmy, což znamená, že studenti střední školy by projekty navrhovali a tvořili potřebnou dokumentaci (Odpisy, výkresy, technologické postupy, atd.) a studenti učebních oborů by součásti vyráběli a konzultovali případné problémy.

Celý mechanismus, jak můžete vidět na obrázku (**Obr.1**), je vcelku jednoduchý kompresor umístěný v plechové bedně naplní vzdušník tlakem, které rozdělovače nejprve převedou do dvou pístů, umístěných na sloupu, a tím umožní zvednutí ramena. Elektromotor poté zařídí otáčení spodní točny, kde vymezení samotného otočení zaručují dva světelné senzory. Vytvoření podtlaku k přisátí objektu má na starosti dvojice pístů, spojených táhly. Poté dojde znovu ke zvednutí ramena otočení k druhým sensorům, sklopení ramena a samotné vypouštění podtlaku. Tento proces opakujeme podle volby v programu kolikrát chceme, přičemž příkazy z počítače mění na elektronické impulzy driver přidělaný v plechové bedně.



Obr. 1

S nadsázkou se tedy dá říct, že jsme udělali výtah z podrobného 300 stránkového rozboru o elektropneumatickém manipulátoru. Snažili jsme se ukázat ty nejzásadnější věci od návrhu až po samotnou konstrukční část zakončenou programováním manipulátoru a soustředit se především na výkresy, samotnou sestavu celého 3D modelu (**Obr. 2**) (sestavení trvalo přibližně 5hodin čistého času) a samotný program.



Obr. 2

2. NÁVRH A KONSTRUKCE

V prvotním stádiu návrhu manipulátoru jsme udělali asi dvě desítky nákresů, přitom jsme pracovali s určitým typem polotovaru, který jsme měli k dispozici a se stavebnicí FISHERTECHNIK ROBO PNEUVAC, ze které jsme použili veškerou pneutechniku (tzn. Písty, rozdělovače, hadičky, driver, atd.). Konečný vzhled manipulátoru se tedy odvíjel zejména od výše zmíněných předpokladů a také od dalších normalizovaných součástí jako bylo např. ložisko. Všechny nákresy jsme prováděli v naší speciální třídě pneumatiky a robotiky, která byla zřízena teprve před dvěma lety. Díky skvělé výbavě (CAD systémy, programovací softwary, pneumatické pomůcky, drsnoměr, tvrdoměr, atd.) jsme mohli naplno využít naši kreativitu.

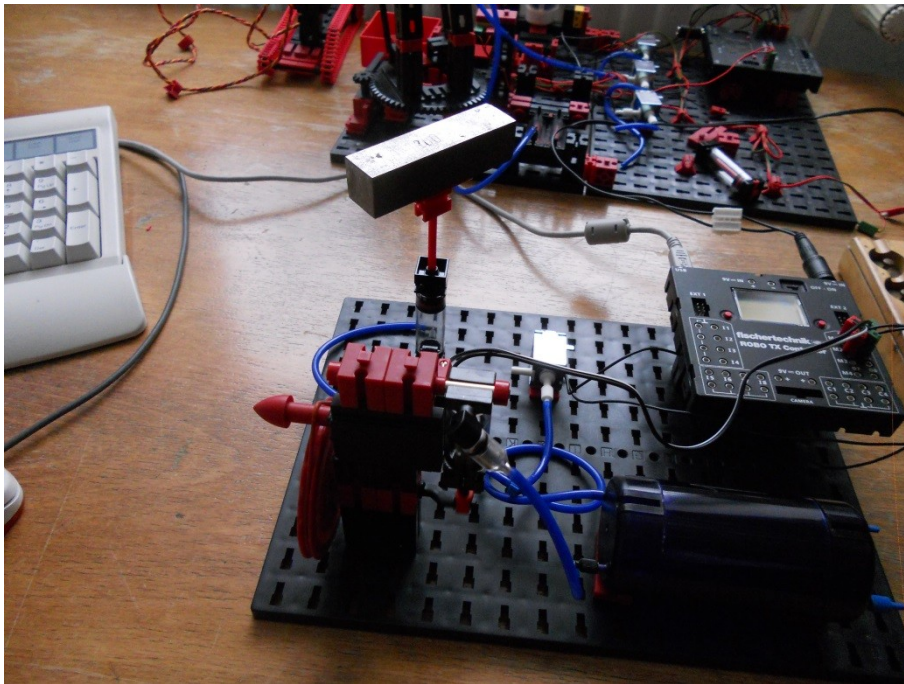
Při volbě materiálu a polotovaru jsme měli práci velice usnadněnou jelikož, materiál pro základní součásti robota dodala firma Alupa s. r. o., odlitek točny zajistila firma Slévárna Vysoké Mýto s níž jsme konzultovali pouze typ slitiny. Polotovar pro ostatní fragmenty stroje jsme vybírali v našem školním skladu (**Obr. 3**).



Obr. 3

U manipulátoru se prováděli všechny standardní výpočty mezi které patřily kontrola ramena a sloupu na ohyb, výpočet rovnovážných sil důležitých při tvorbě závaží. U točny manipulátoru pak samozřejmě výpočet počtu zubů, modulu, roztečné kružnice, atd. Díky tomu, že se většina součástí strojně obráběla, měli jsme možnost vyzkoušet si drsnoměr vyrobený firmou Mitutoyo a analogový tvrdoměr Rockwell.

Asi nejzajímavější činnost spjatá s návrhem a konstrukcí bylo testování plastových pístů, které jsme získali z již zmíněné německé stavebnice. Měření jsme prováděli pomocí kompresoru, vzdušníku a malých závaží, kterými jsme postupně zatěžovali písty (**Obr. 4**).

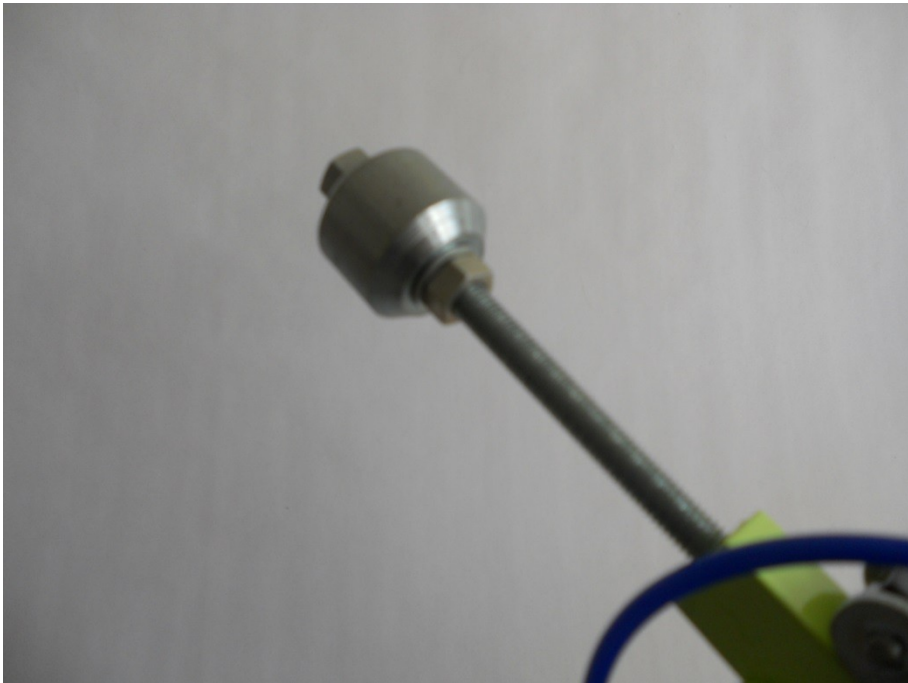


Obr. 4

Při tvorbě návrhu a při samotné výrobě se samozřejmě vyskytly některé chyby nebo problémy, které jsme museli řešit, což nám ale na druhou stranu přineslo mnoho užitečných zkušeností do budoucna. Mezi základní problémy, které řeší většina středních škol, byl přechod z teoretické roviny do roviny praktické v tak malých tolerancích a hodnotách obecně. Z toho také vycházel první problém, jeden píst zvedl pouze 250g, což by nestačilo ani na rameno s uchopením pro podtlak. Tato situace se nakonec vyřešila připojením druhého pístu a vytvoření protizávaží (**Obr.6**) tak, aby písty zatěžoval pouze zvedaný objekt. Připojení protizávaží mělo, ale další efekt a to rázy, které způsobovala celá horní část manipulátoru (tzn. Rameno, písty, táhla, upevnění podtlaku, závitová tyč a závaží). V nebezpečí tak bylo jak ložisko tak víko bedny tvořené z plexiskla. Vše jsme nakonec vyřešili umístěním škrtkové sponky, kterou jsme usměrnili šroubkem (**Obr. 5**).



Obr. 5



Obr. 6

3. VÝROBNÍ ČÁST

Veškerou výkresovou dokumentaci jsme v této verzi použili jako přílohy.

Při tvorbě manipulátoru jsme použili jak strojů konvenčních tak nekonvenčních. Díky tomu, že je naše dílna vybavena nadprůměrně dobře, neměli jsme, až na některé výjimky, problémy s výrobou. Zde uvádíme pouze výrobní označení strojů pro případnou představu výroby.

Vrtačko-frézka MARK SUPER



Sloupová vrtačka VS 20 B

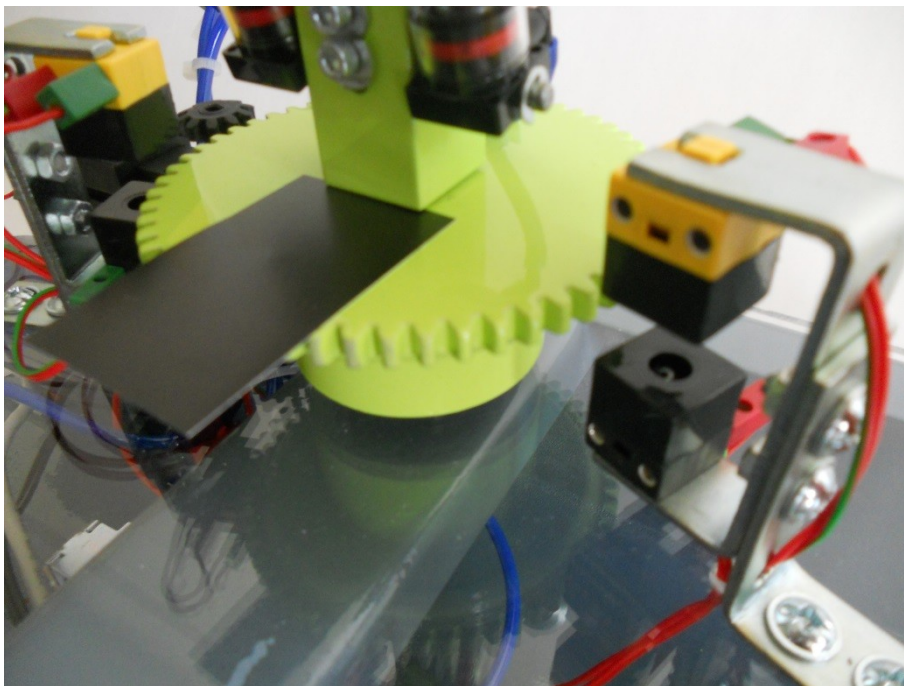


Hrotový univerzální soustruh SN 32



Dále se jednalo o CNC frézku a CNC soustruh, ohýbačku plechů, ruční vrtačku, lis, atd.

Mezi nejdůležitější součásti celého robota patřila určitě točna manipulátoru, na které jsme měli možnost se maximálně vybit po strojařské stránce. Vše začalo už výběrem polotovaru, jelikož se nám zdálo zbytečné plýtvání materiálu při výběru kulatiny tak velkého průměru. Proto jsme oslovili místní slévárnu a po konzultaci jsme se dohodli, že si točnu odlejeme (**Obr. 9**) v pískové formě. V dílně jsme si vytvořili pouze dělený dřevěný model (**Obr. 8**). Dalším aspektem výroby točny byla volba technologie pro vytvoření ozubení. Celou dobu jsme totiž mysleli, že se o výrobu ozubení postará externí firma, ale na poslední chvíli se v dílně objevila dělička se správnou modulovou frézou. Na **obrázku č. 7** můžete vidět detail na již hotové ozubení.



Obr. 7

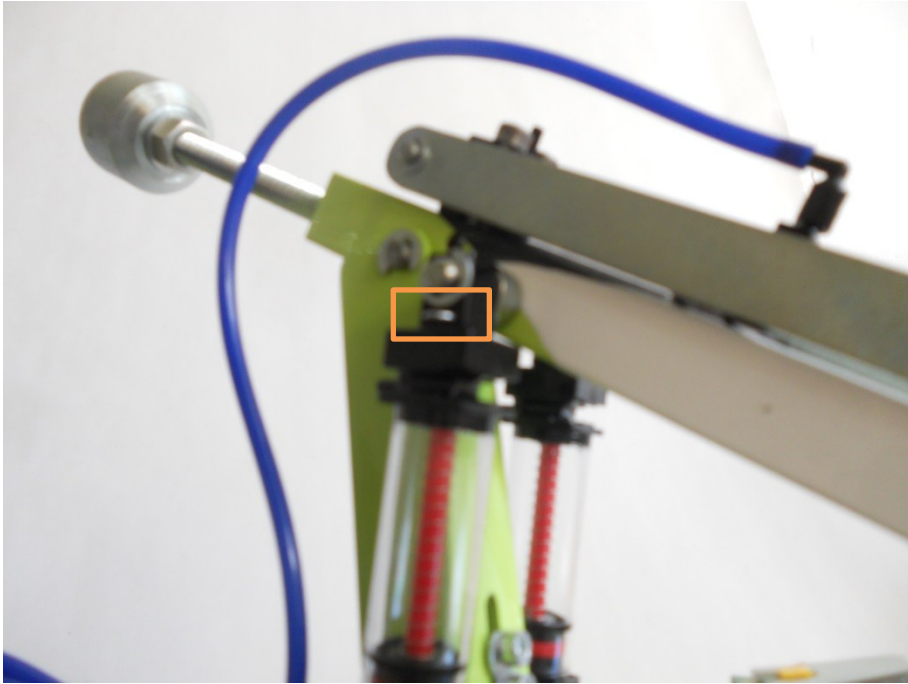


Obr. 8

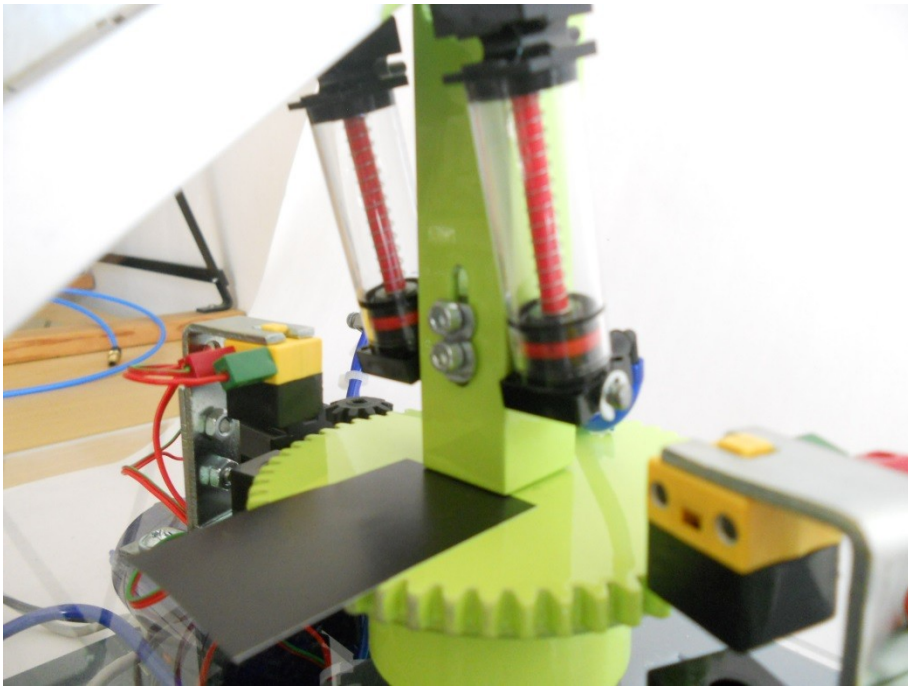


Obr. 9

Dalším zajímavým konstrukčním prvkem je způsob upnutí závitových tyček k čepům. Po vzoru zmíněné stavebnice jsme vytvořili kostičky s dírou pro tyčku a dvěma milimetrovými otvory pro drátek, který bude zajišťovat tyčku v axiálním směru (Pokus o detail můžete vidět na **Obr. 10**). Na dalších ilustracích můžete sledovat způsoby zajištění jednotlivých součástí (**Obr. 11 a 12**).



Obr. 10



Obr. 11



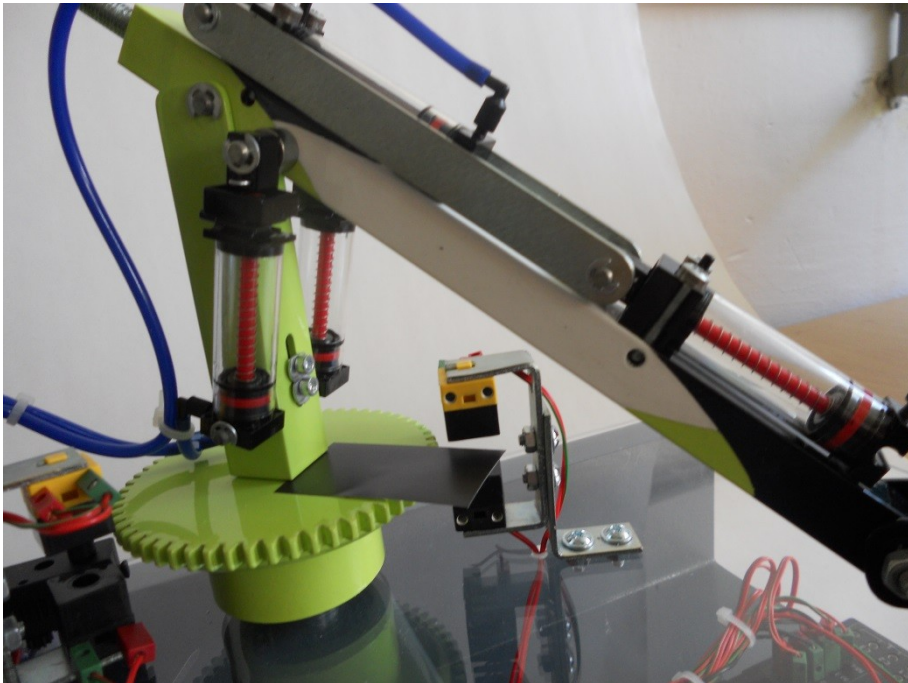
Obr. 12

I když jsme většinu součástí dokázali vyrobit sami, je samozřejmě zcela přirozené, že jsme použili některé normalizované prvky. Většina šroubů potřebovala pouze stočit hlavy na soustruhu, aby se vešli vedle sebe na horní část ramena a zůstala zachována osová vzdálenost. K zajištění čepů jsme použili třmenový pojistný kroužek, jelikož je oproti segerově kroužku hospodárnější, jednodušší a po vložení do drážky trvale pruží. Největší normalizovanou součástí bylo dvouřadé kuličkové ložisko s kosouhlým stykem, které jsme vybrali pro jeho zachycování jak radiálních tak axiálních sil.

Většina součástí manipulátoru byla nalakována ve školní lakovně (**Obr. 13**), přičemž návrh jsme si udělali sami, tak aby nezanikli jednotlivé segmenty celé sestavy (**Obr. 14**). Hliníkové jsme měli v plánu eloxovat, k čemuž bohužel pro nedošlo.



Obr. 13

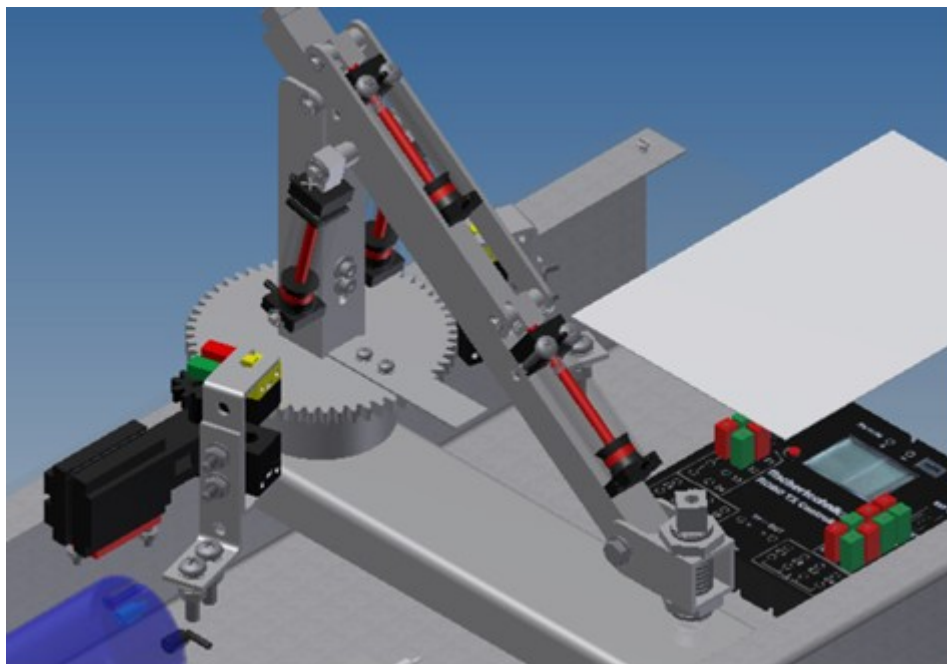


Obr. 14

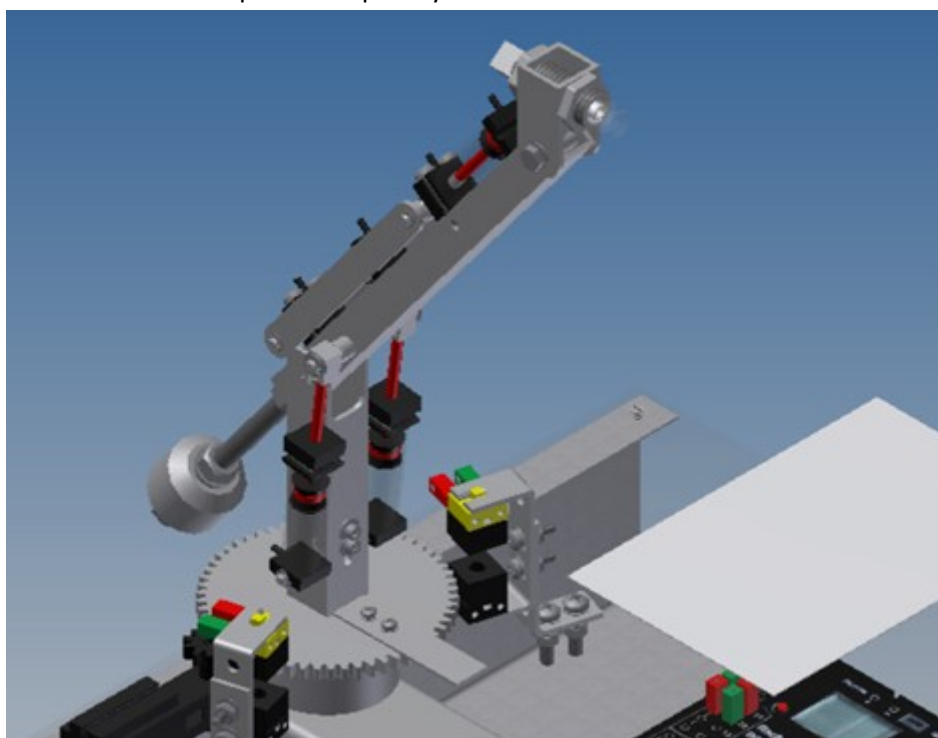
4. SOFTWAREVÁ ČÁST

V této kapitole začneme podrobnějším rozebráním celého cyklu při pohybu doleva pomocí ilustrací z programu Inventor 2012, ve kterém jsme celý model tvořili. Při opačném pohybu je vytvořen identický program pouze s opačným smyslem. Celý cyklus se může opakovat vícekrát.

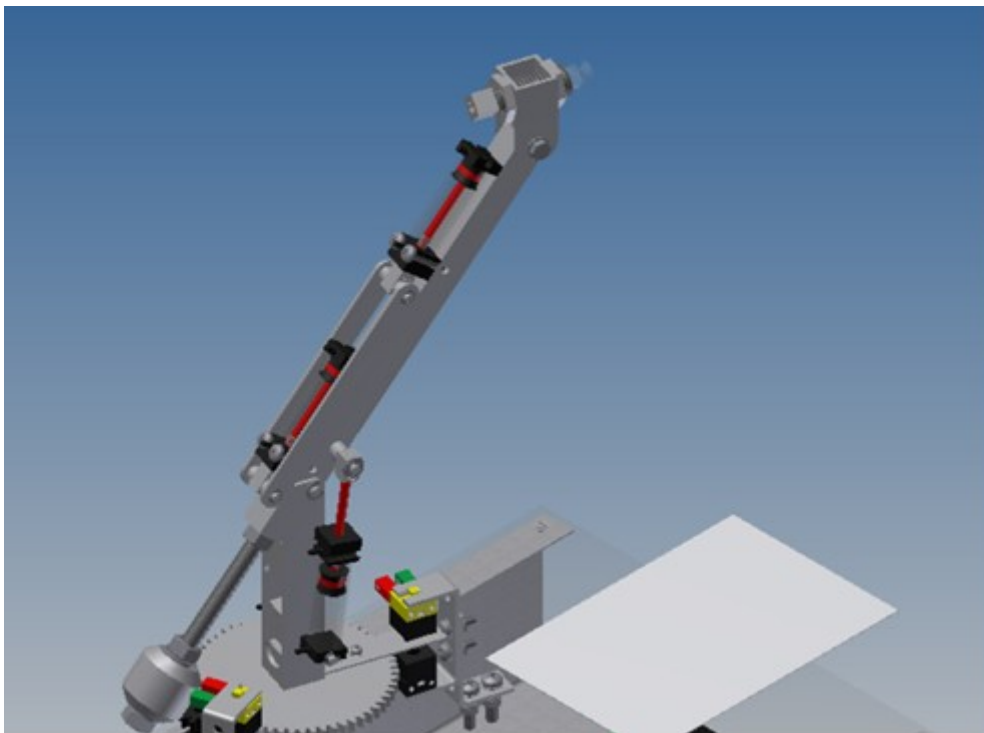
Rameno začíná ve středu osy otáčení.



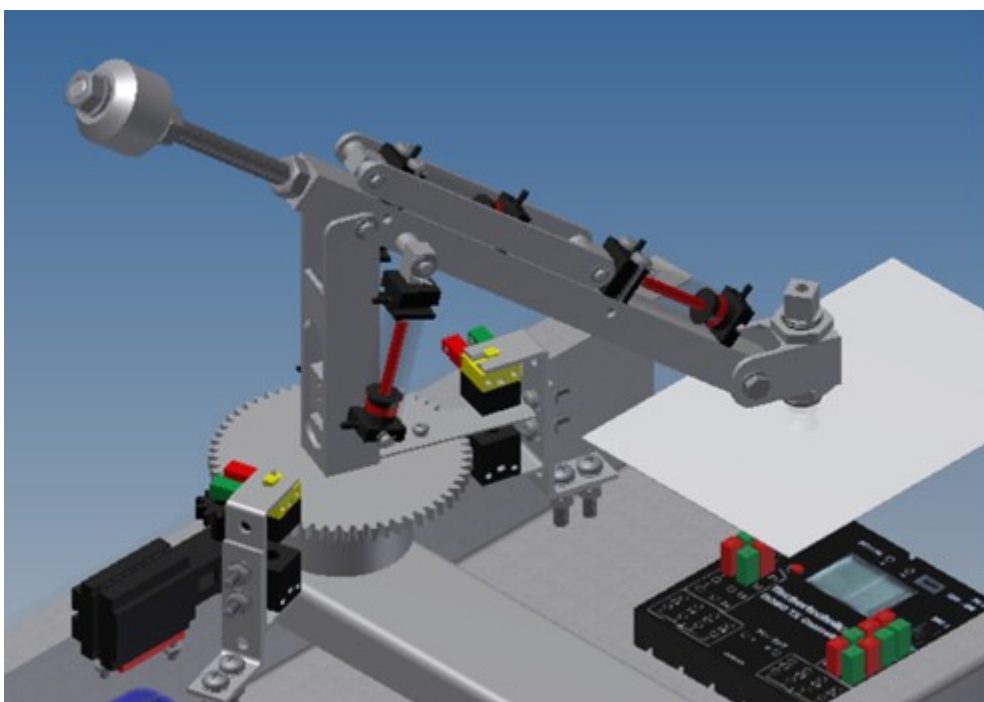
Rameno se zvedá z počáteční polohy nahoru.



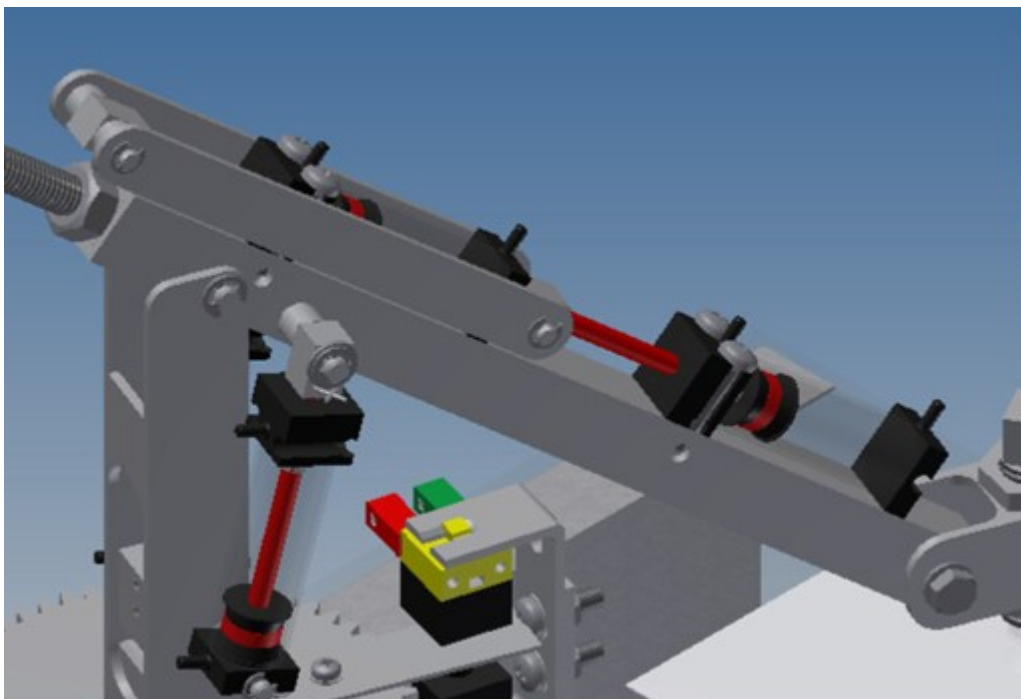
Rameno se otáčí doleva dokud ho nezastaví senzor 2.



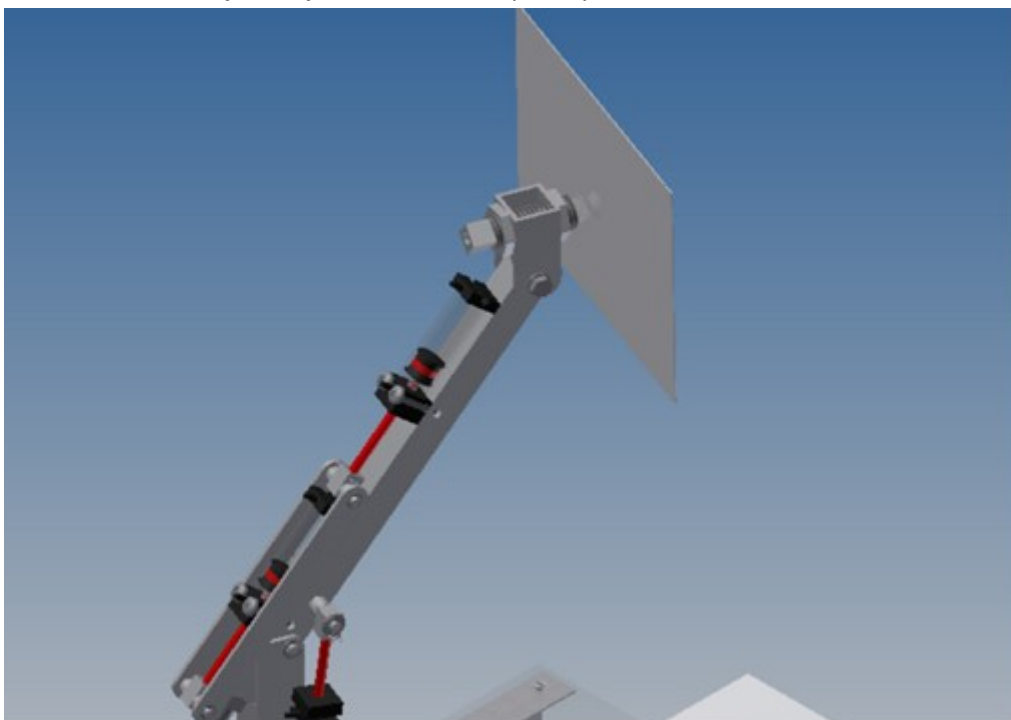
Rameno klesá dolů.



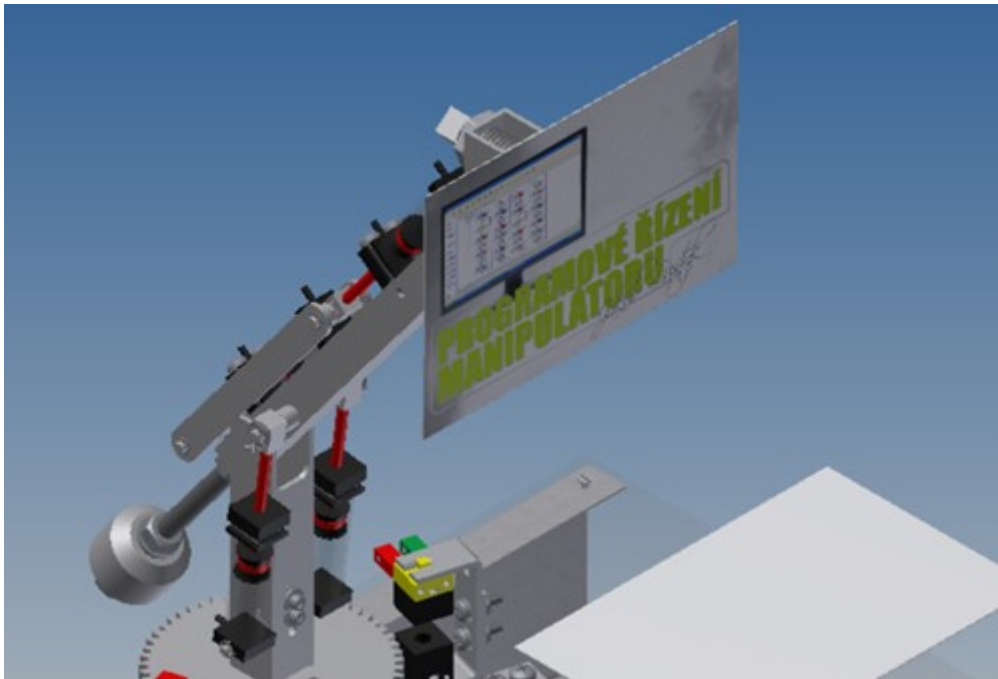
Tlak ze vzdušníku přivede příslušný rozvaděč do pístu, který tlakem vytáhne druhý píst vytvářející podtlak.



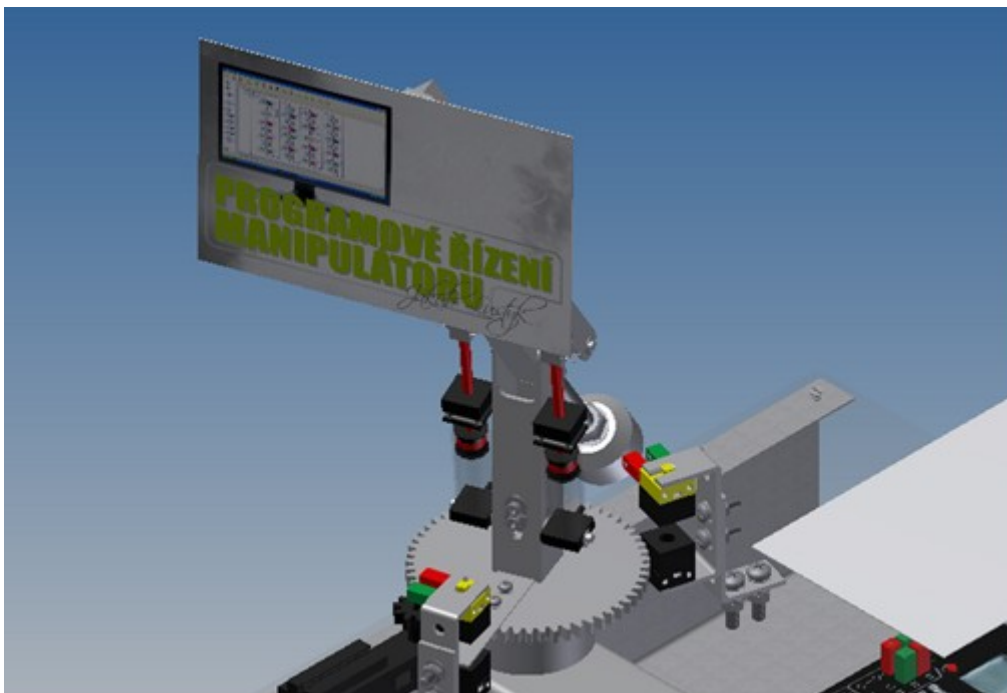
Rameno se zvedá, již s objektem, do horní polohy.



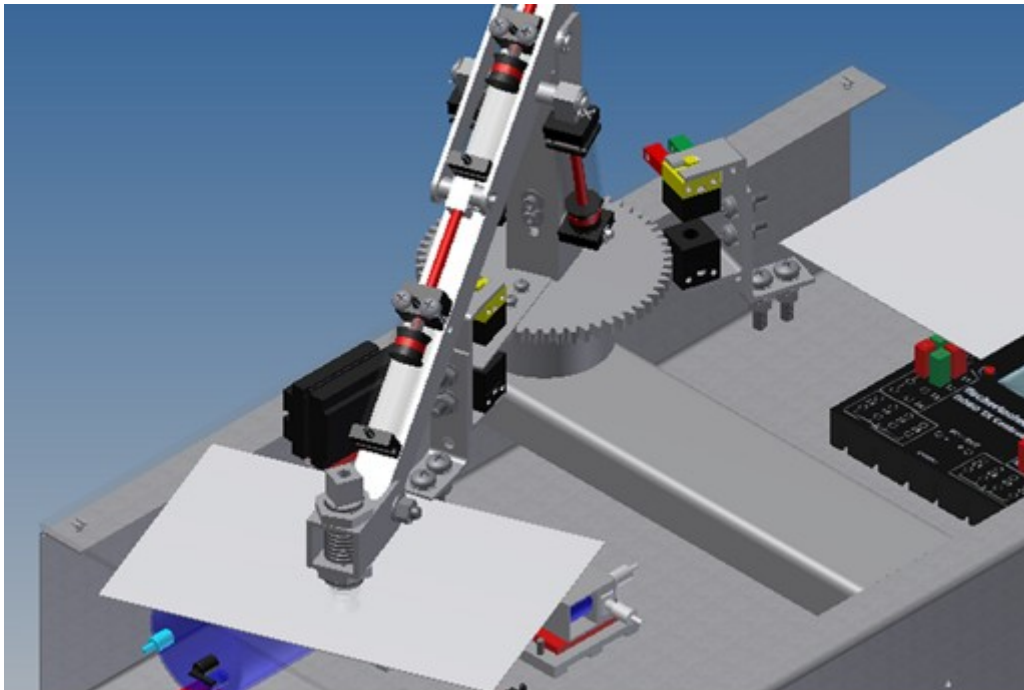
Rameno se otáčí do středu osy otáčení a ukazuje objekt po dobu 5ti sekund.



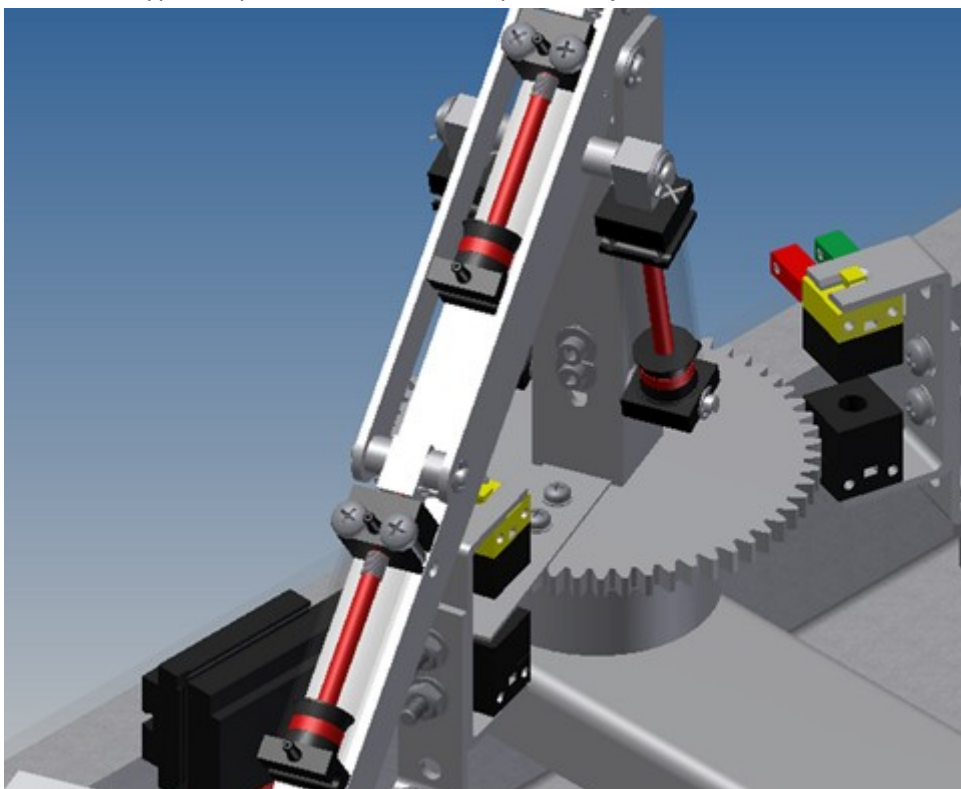
Rameno se otáčí doprava dokud ho nezastaví senzor 1.



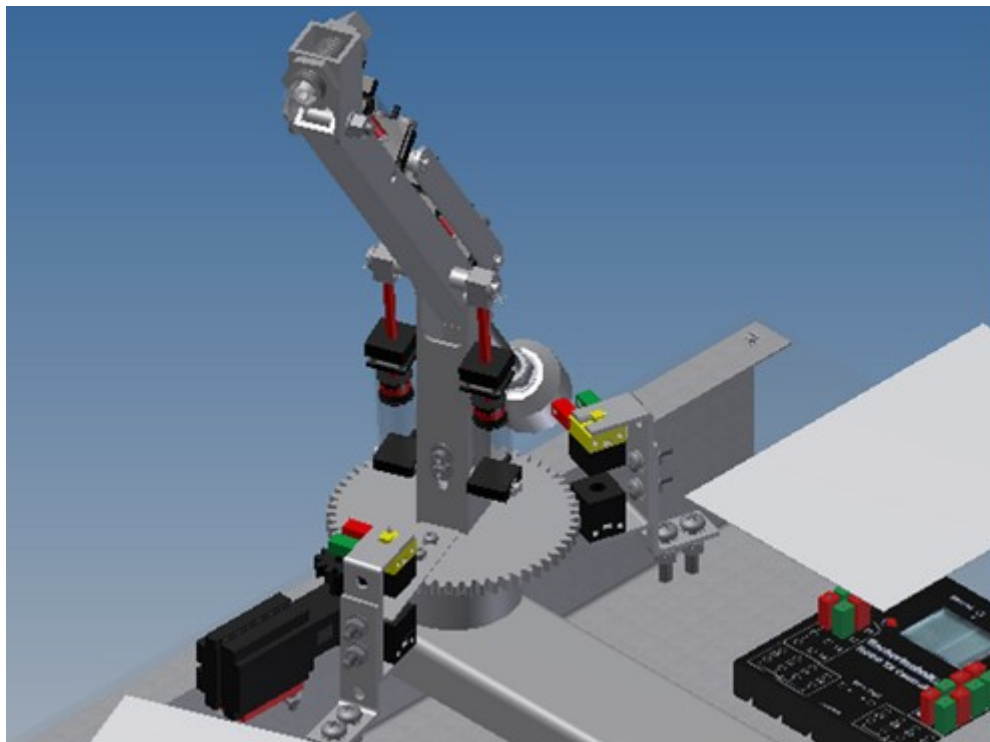
Rameno klesá na víko bedny.



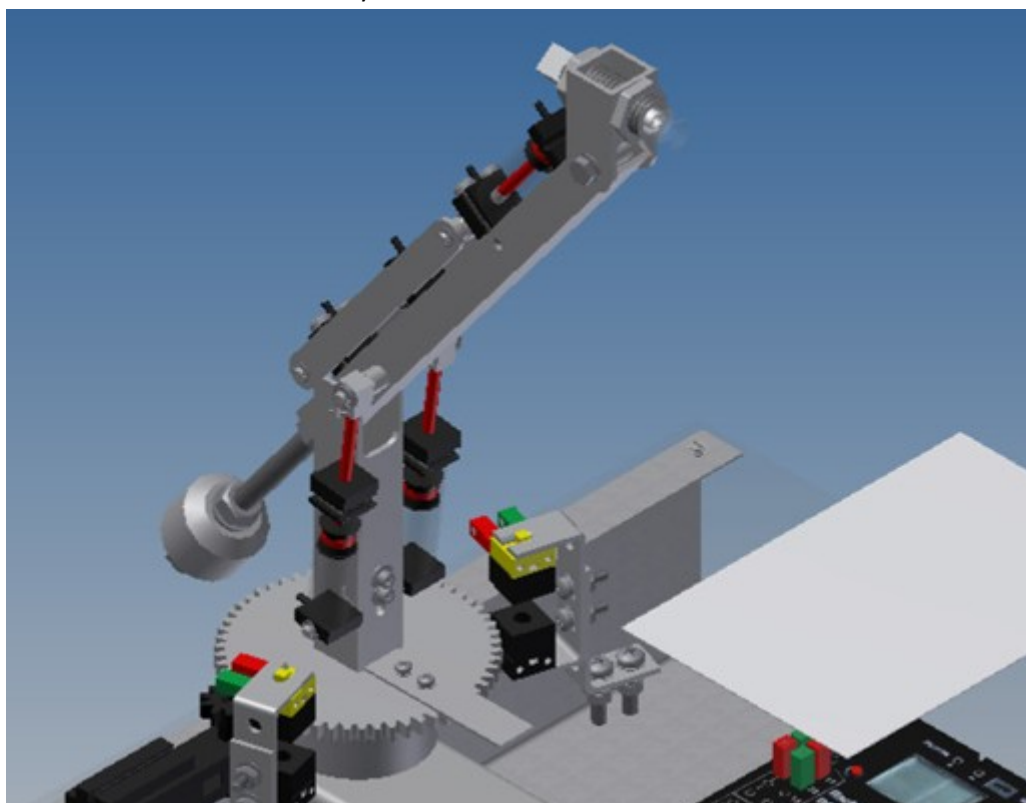
Rozvaděč vypouští podtlak a rameno tak použít objekt.



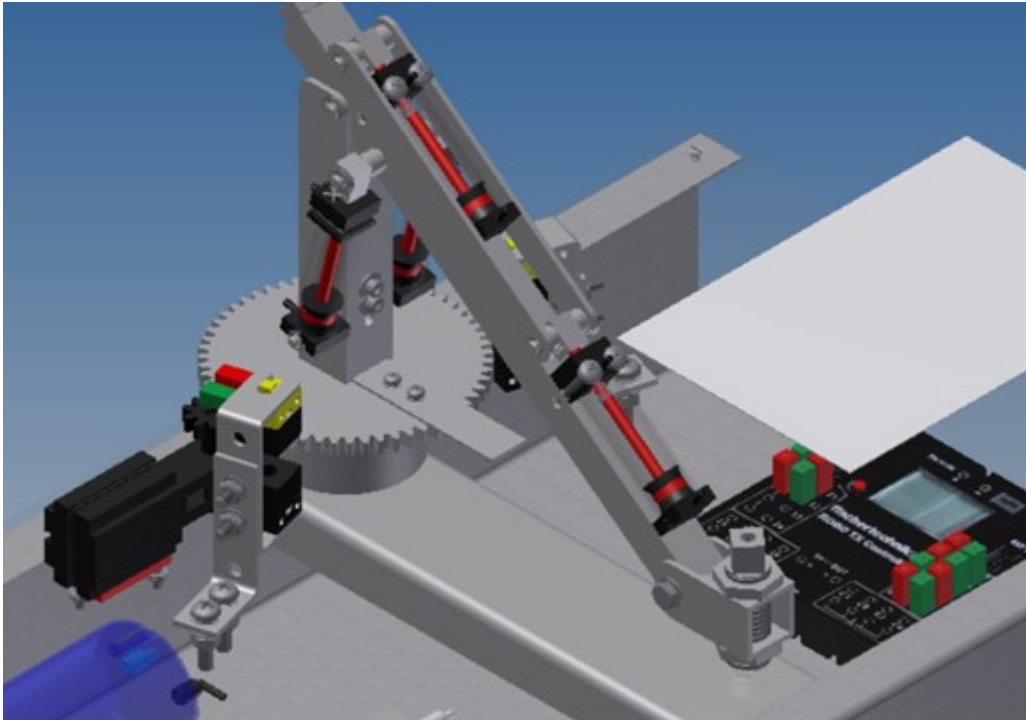
Rameno se zvedá do horní polohy.



Rameno se otáčí do středu osy otáčení.

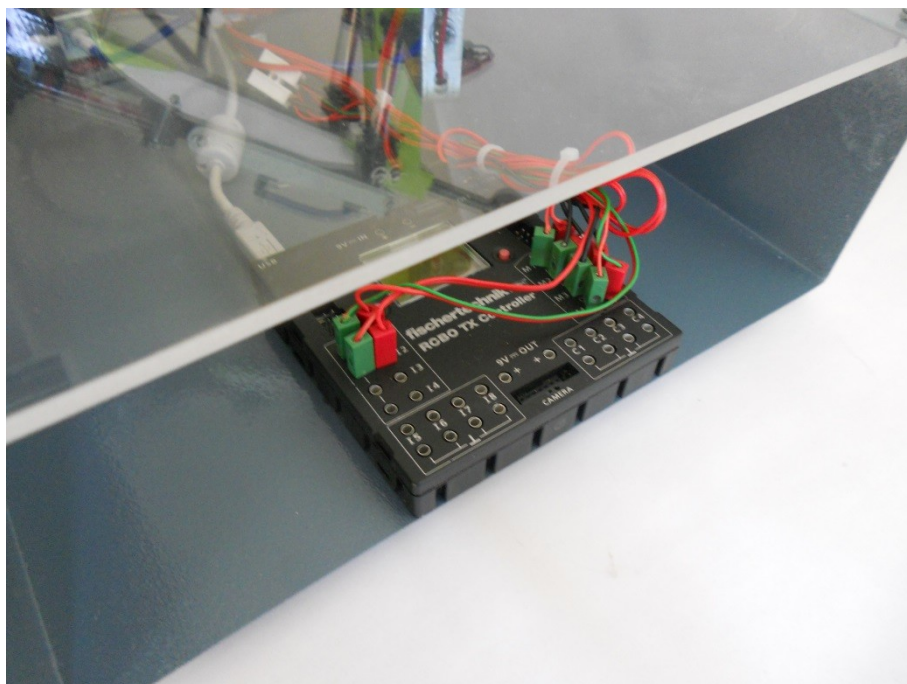


Rameno klesá dolů.



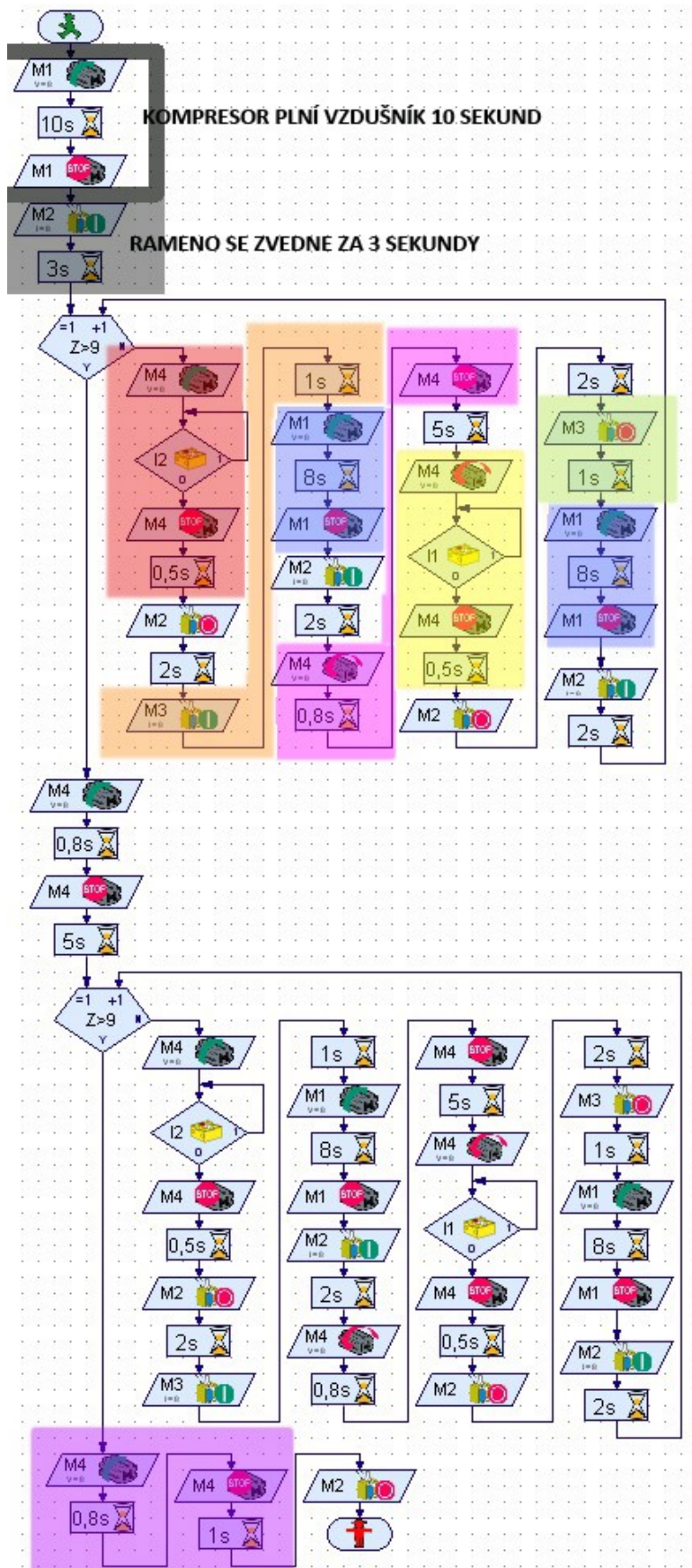
Celý program byl proveden v programu ROBO Pro. Je to grafický programovací jazyk s velice vřelým uživatelským prostředím. Obsahuje všechny prvky moderního programovacího jazyka jako jsou pole, funkce, rekurze, objekty, atd. Program převádí složitý strojový kód do jednotlivých grafických bloků. Pomocí toho programu lze naprogramovat i jednoduché Teach-IN programy, což jsou programy, které si ukládají cestu nástroje do mezipaměti, nebo přenášet data s jiným softwarem Windows.

Srdcem celého programování je pak již zmínění driver (**Obr. 15**), který je srdcem celého ustrojí a převádí příkazy z programu na elektronické impulzy do jednotlivých částí systému. Je napájen 9V trafem a pomocí mikroUSB připojen k počítači.



Obr. 15

V této části si předvedeme celou verzi programu navíc s podrobně popsánymi bloky, které jsou pro chod systému významné. Neoznačené části jsou většinou zvedání ramene nebo ukázka (**Obr 16**).



Obr. 16

- OTÁČENÍ RAMENA K SENZORU 1

- VYTVOŘENÍ PODTLAKU VYSUNUTÍM PÍSTŮ

- KOMPRESOR PLNÍ VZDUŠNÍK 8 SEKUND

- OTÁČENÍ RAMENA DO STŘEDU OSY OTÁČENÍ POMOCÍ MOTORU

- OTÁČENÍ RAMENA K SENZORU 1 POMOCÍ MOTORU

- ZRUŠENÍ PODTLAKU ZASUNUTÍM PÍSTŮ

Horní část celého diagramu je pohyb doleva a dolní část je tedy pohyb doprava. Bloky jsou jak už jsme vysvětlili identické pouze otočené. Značka zeleného a červeného panáčka na začátku a konci značí logicky začátek a konec programu.

5. ZÁVĚR

Při konstruování manipulátoru, jsme se získali nové zkušenosti, jak v oblasti námi studovaného oboru, tak ve věcech pro nás nových, jako bylo například programování a robotika obecně. Díky výrobě a konstrukci jsme si oživilí některé technologie, hodící se jak k maturitní zkoušce, tak ke studiu na dalším stupni vzdělávání.

Můžeme tedy konstatovat, že práce pro nás byla z odborného hlediska velice přínosná a navíc zábavná.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

<http://www.odmaturuj.cz/technika/prumyslove-roboty-a-manipulatory/>

http://www.edumat.cz/texty/Roboty_manipulatory.pdf

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Programov%C3%A1n%C3%AD>

<http://www.isstvm.cz/>

7. PŘÍLOHY

MIV-MAT-001-001

MIV-MAT-001-002

MIV-MAT-002-001

MIV-MAT-003-001

MIV-MAT-003-002

MIV-MAT-003-003

MIV-MAT-003-004

MIV-MAT-003-005

MIV-MAT-004-001

MIV-MAT-004-002

MIV-MAT-004-003

MIV-MAT-007-001

MIV-MAT-007-002

MIV-MAT-007-003

MIV-MAT-007-004

MIV-MAT-007-005

MIV-MAT-008-001

MIV-MAT-008-002

MIV-MAT-008-003

MIV-MAT-009-001

MIV-MAT-009-002

MIV-MAT-009-003

MIV-MAT-009-004

Jedná se o výrobní výkresy.