



Středoškolská technika 2018

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

AUTOMATICKÁ LINKA

Petr Krieglstein, Jan Mulač

Střední průmyslová škola strojnická a Střední odborná škola profesora Švejcara, Plzeň
Klatovská 109, 301 00 Plzeň

Prohlášení

Prohlašujeme, že jsme svou práci vypracovali samostatně a použili jsme pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašujeme, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce jsou shodné.

Nemáme závažný důvod proti zpřístupnění 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 Plzni dne 18. 5. 2018 Petr Krieglstein, Jan Mulač

Poděkování

Naše poděkování patří Petru Krieglsteinovi za poskytnutí prostorů pro výrobu a montáž linky, Pavlu Mulačovi za poskytnutí materiálu na konstrukci podstavce linky a vedoucímu učiteli tohoto projektu Ing. Petru Hlávkoví za věcné připomínky při tvorbě programů, dokumentace a prezentací.

Anotace

Myšlenka tohoto projektu vznikla při práci s plnicí linkou IPC-200, kterou vlastní naše škola. Zaujala nás problematika plnění nádob. Cílem bylo vytvořit plnicí linku s výrobní cenou nižší než byla pořizovací cena linky IPC-200.

Klíčová slova

Zásobování, Manipulace, Plnění, Uzavírání

Annotation

Idea of this project arised during work with filling station IPC-200, which is owning our school. We were interested in filling the containers. Goal of this project was make station with lower price of production, than was purchase price of station IPC-200.

Keywords

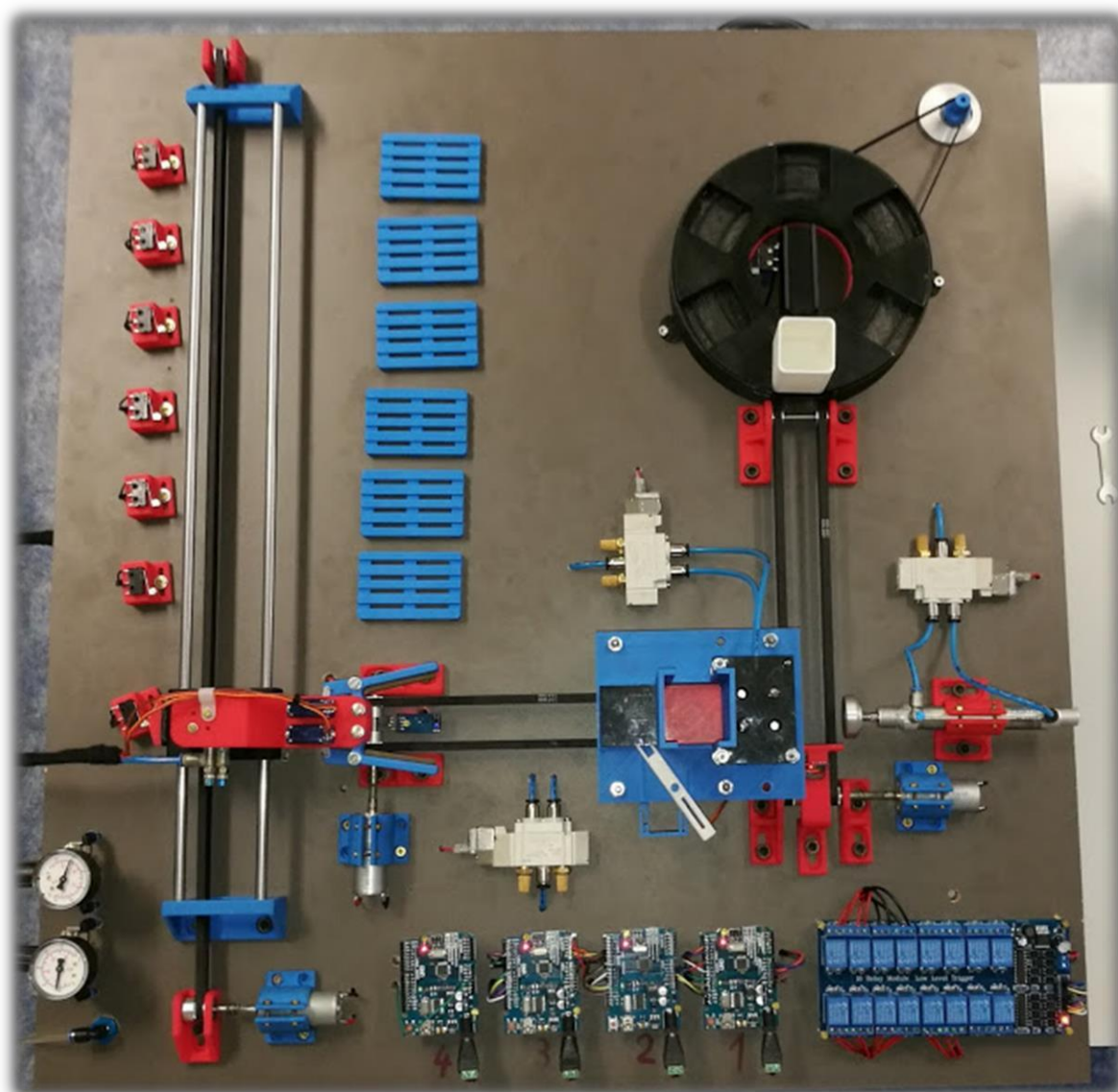
Supplying, Manipulation, Filling, Closing

Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Modelování v Autodesk Inventor	2
1.2	Technologie 3D tisku.....	4
1.3	Použité zařízení pro tisk:	5
1.4	Mikropočítač Arduino UNO.....	6
1.5	Pohony.....	7
1.6	Ovládání.....	8
2	Realizace	9
2.1	Nádobka.....	9
2.2	Dopravník	10
2.3	Zásobník	11
2.4	Plnění.....	12
2.5	Víčkování.....	13
2.6	Manipulační rameno	14
3	Elektropneumatické schéma	15
4	Elektrické schéma	16
5	Program.....	17
5.1	Program pro řízení zásobníku a prvního pásu (1. Arduino)	17
5.2	Program pro plnění, přesouvání, víčkování a druhý pás (2. Arduino)	18
5.3	Program pro manipulační rameno (3. Arduino)	19
6	Výukový cíl.....	22
6.1	Výuková metoda.....	22
7	Závěr	23
8	Použitá literatura	24

1 Úvod

Od zařízení nazvaného Automatická linka se očekává provedení kompletního výrobního, plnicího nebo balicího procesu, bez nutnosti ho řídit a nepřetržitě sledovat. Naše automatická linka se zaměřením na plnění nádob, byla navrhována podle zprvu navržené nádoby hranolovitého tvaru. Dalším bodem při navrhování byla celková orientace linky. Pro co nejnižší náročnost na prostor jsme zvolili rozmístění jednotlivých částí do tvaru U. Jelikož je tento model zmenšený v měřítku 1:16, oproti reálné velikosti nádoby, lze si uprostřed představit prostor, kde například za pomoci vysoko zdvižných vozíků, by mohlo být manipulováno s nádobami umístěnými na palety.



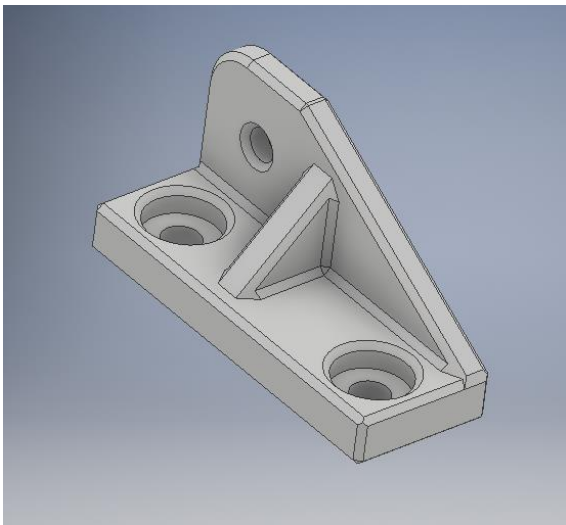
Obr.1 Pohled shora na celou linku

1.1 Modelování v Autodesk Inventor

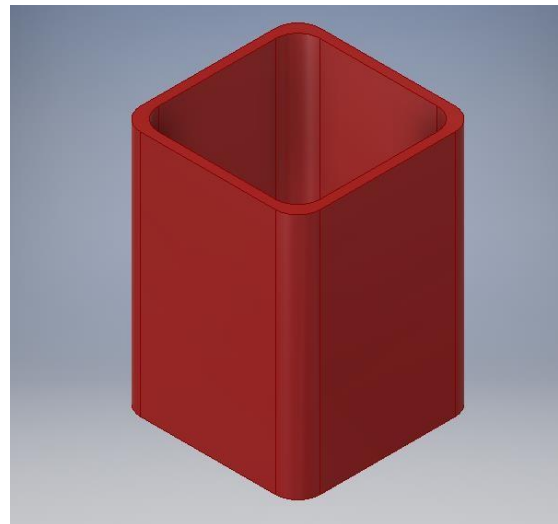
Pro kreslení modelů jsme zvolili software Autodesk Inventor 2018 ve studentské verzi. Jeho předností je snadné a rychlé vytvoření jednoduchých 3D modelů. Dále umožňuje exportovat hotové modely do formátu .stl. Model v tomto formátu vkládáme do programu, který vytvoří pro 3D tiskárnu program, podle kterého se bude pohybovat.

Autodesk Inventor je parametrický, adaptivní 3D modelář. Je to softwarová CAD aplikace firmy Autodesk. Konkurenčními aplikacemi je například SolidWorks, Catia, nebo Solid Edge.

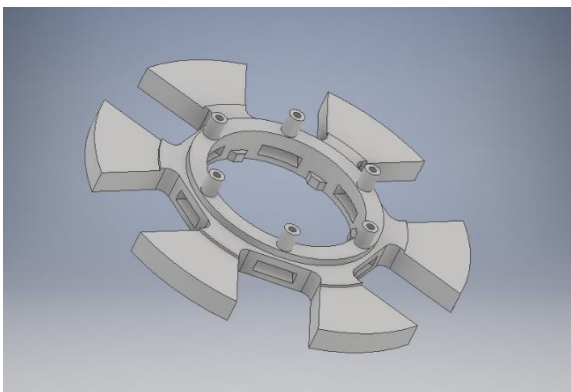
Zde ukázka výkresů:



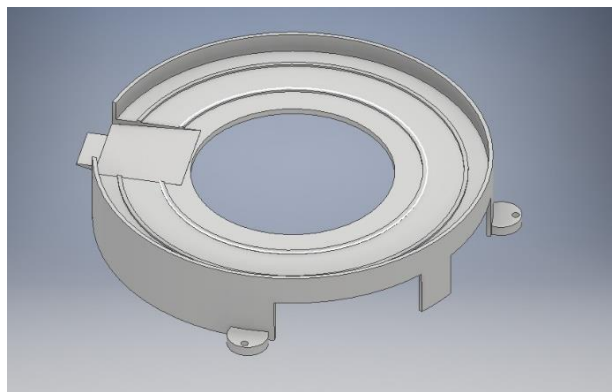
Obr.2 - Bok dopravníku



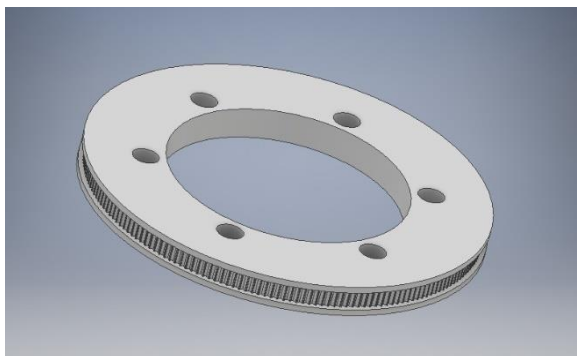
Obr.3 - Nádobka



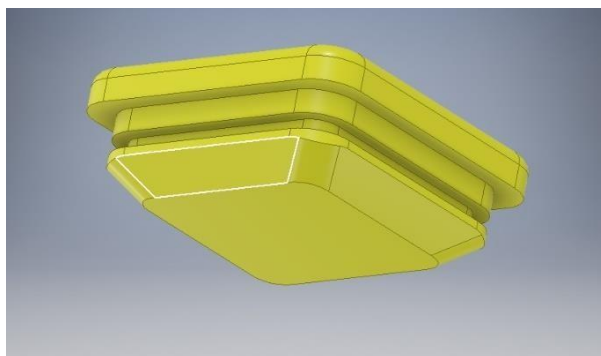
Obr.4 – Revolverová hlava (zásobník)



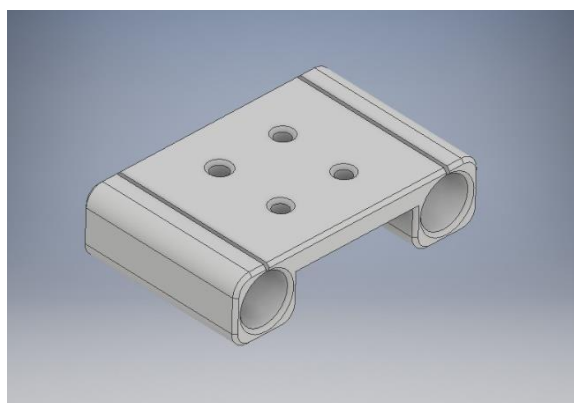
Obr.5 – Podstavec (zásobník)



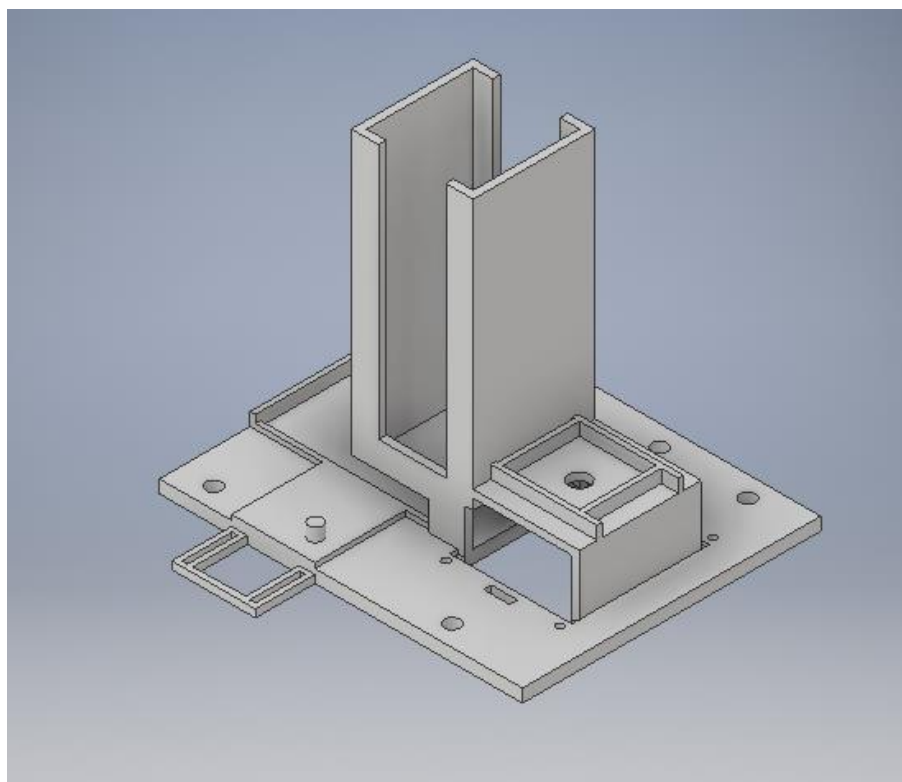
Obr.6 – Řemenice (zásobník)



Obr.7 - Víčko



Obr.8 – Pojezd (manipulační rameno)

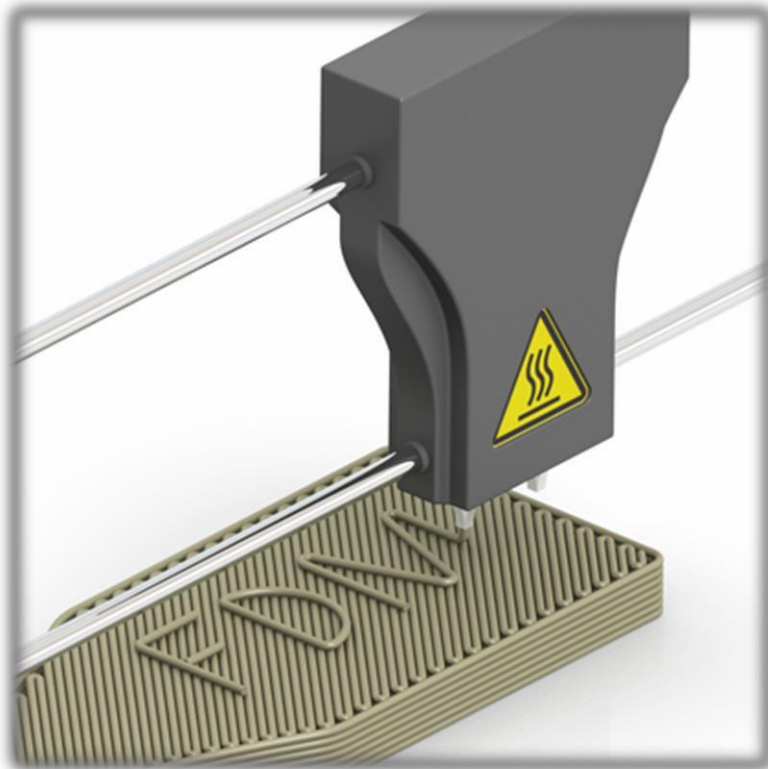


Obr.9 – Víčkování

1.2 Technologie 3D tisku

3D tisk neboli **aditivní výroba** je proces tvorby třídimenzionálních pevných objektů z digitálního souboru. FDM – Fused Deposition Modeling je nanášení materiálu v tenké vrstvě.

Poté co je vytvořen nebo stažen 3D objekt se ještě musí provést převod 3D modelu do formátu .STL nebo .OBJ tak, aby software pro naprogramování tiskárny přečetl a vytvořil z něj samotné instrukce pro tiskárnu (pohyb motorů, ovládání trysky, ...). Tyto instrukce se nazývají tzv. G-Code, pro jejich vytvoření se využívají nejčastěji programy Skeinforge, Slicer, Cura, atd... G-Code se pošle tiskárně, která pak daný objekt vytiskne.



Obr.10 – Technologie tisku

1.3 Použité zařízení pro tisk:

Díly byly zhotoveny na vlastní 3D tiskárně Průša i3 MK2. Která má tiskový prostor o rozměrech 250 x 210 x 200 mm s výškou vrstvy od 0,05 mm. K tisku lze využít několik druhů materiálů (PLA, ABS-T, PET, apod.)

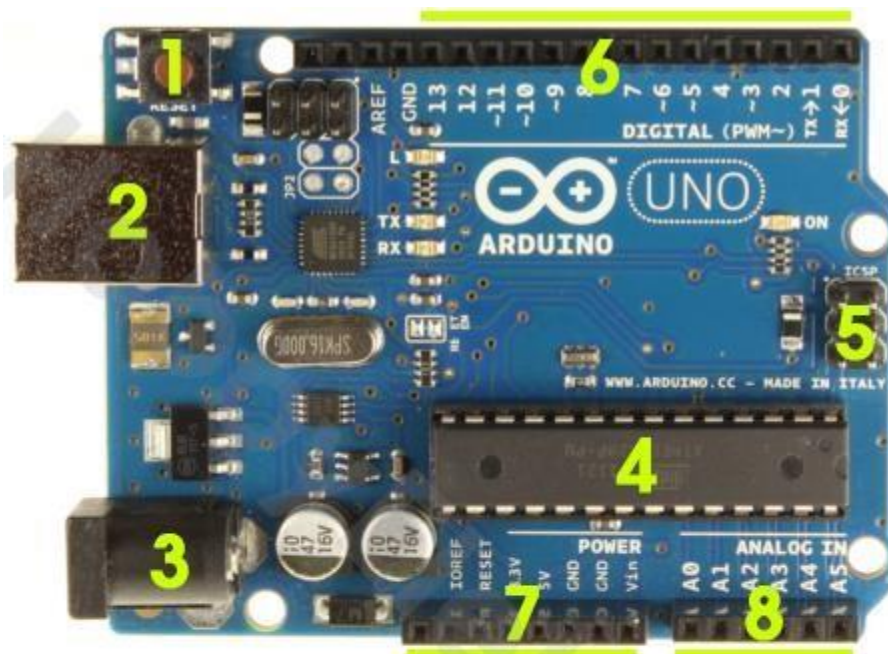


Obr.11 – 3D tiskárna Průša

1.4 Mikropočítač Arduino UNO

Arduino UNO (obr.1) je mikrokontrolérová vývojová deska s procesorem ATmega328. Deska obsahuje 14 digitálních vstupně/výstupních pinů z toho může být 6 použito jako výstupy pro pulsně šířkovou modulaci (PWM), 6 analogových vstupů, ke komunikaci s PC je využito připojení USB.

Arduino nabízí více druhů desek (UNO, mini, MEGA), které se liší svojí velikostí, počtem vstupů a provozním napětím. K desce se dále nechá připojit rozšíření (shield) v podobě připojení k internetu, displeje, nebo třeba řídicí jednotka pro motory.



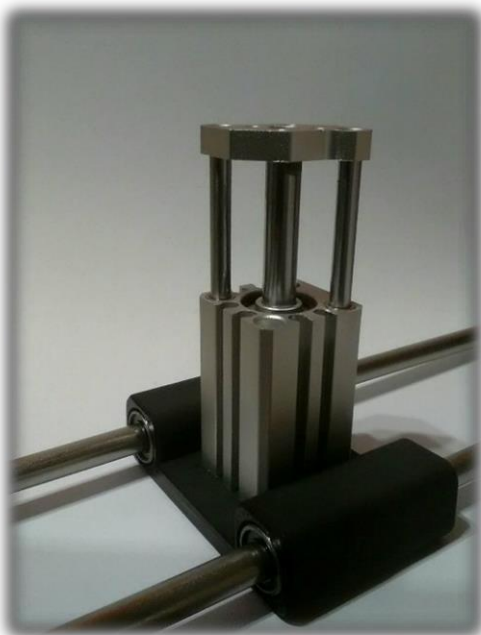
- 1 - tlačítko reset
- 2 - USB konektor
- 3 - napájecí konektor
- 4 - mikroprocesor
- 5 - AVR ISP konektor
- 6 - digitální piny
- 7 - napájecí piny
- 8 - analogové piny

Obr.12 – Arduino UNO

1.5 Pohony

Na lince jsou použity dva rozdílné druhy pohonů, lišící se zdrojem energie.

Jedním jsou pneumotory (obr.1), které využívají energie stlačeného vzduchu. Použity jsou pneumotory ovládané monostabilními rozvaděči (obr.2), které jsou napájeny 12V. Řízení rychlosti pneumotorů se provádí škrtkovými ventily.



Obr.13 - Píst



Obr.14 - Rozvaděč

Druhým jsou elektromotory, které využívají elektrické energie. Použity jsou stejnosměrné motory s převodovkou (obr.1), čerpadlo (obr.2) které je použito pro plnění a servomotory (obr.3), které zajišťují kyvné pohyby.



Obr.15 – Motor



Obr.16 - Čerpadlo

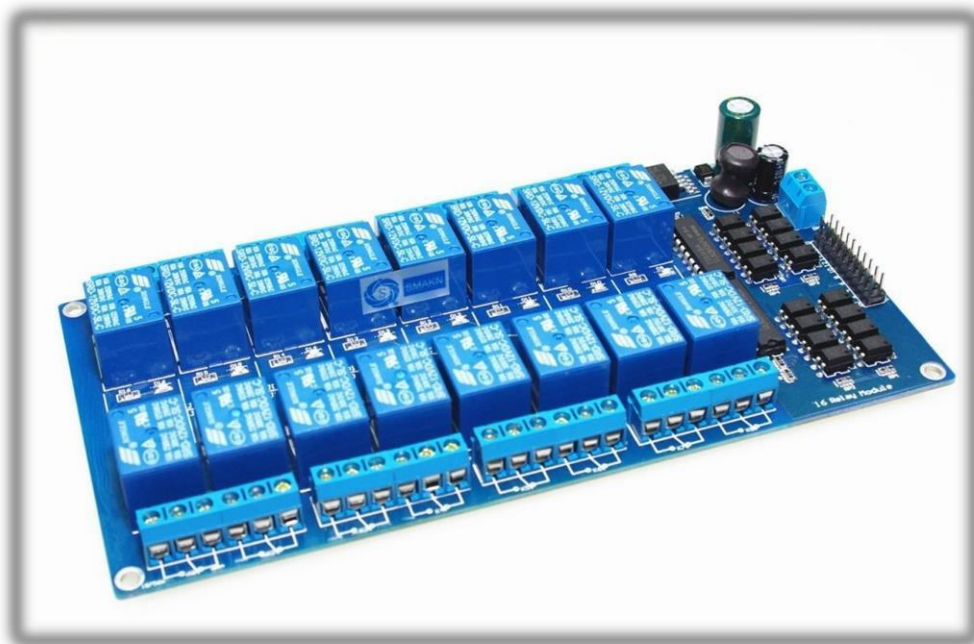


Obr.17 - Servo

1.6 Ovládání

Pro ovládání motorů, rozvaděčů a čerpadla je použit relé modul s šestnácti kanály (obr.1). Každý kanál je schopný spínat až 250V, 10A.

Relé modul je použit pro součástky, které nelze napájet přímo z mikropočítače Arduino. Modul má své napájení, proto pro sepnutí relé stačí připojit daný pin na zem. Tento způsob ovládání je potřeba zohlednit při programování.



Obr.18 – Relé modul

2 Realizace

2.1 Nádobka

Hranolovitá nádobka osazená víčkem s těsnícím o-kroužkem.



Obr.19 – Nádobka

2.2 Dopravník

Dopravník se skládá z řemenů GT2, ložisek, hřídelek, bočnic, spojky, ozubených řemenic, optického čidla, DC motoru s držákem (obr.20) a řemenic s integrovanými ložisky (obr.21).



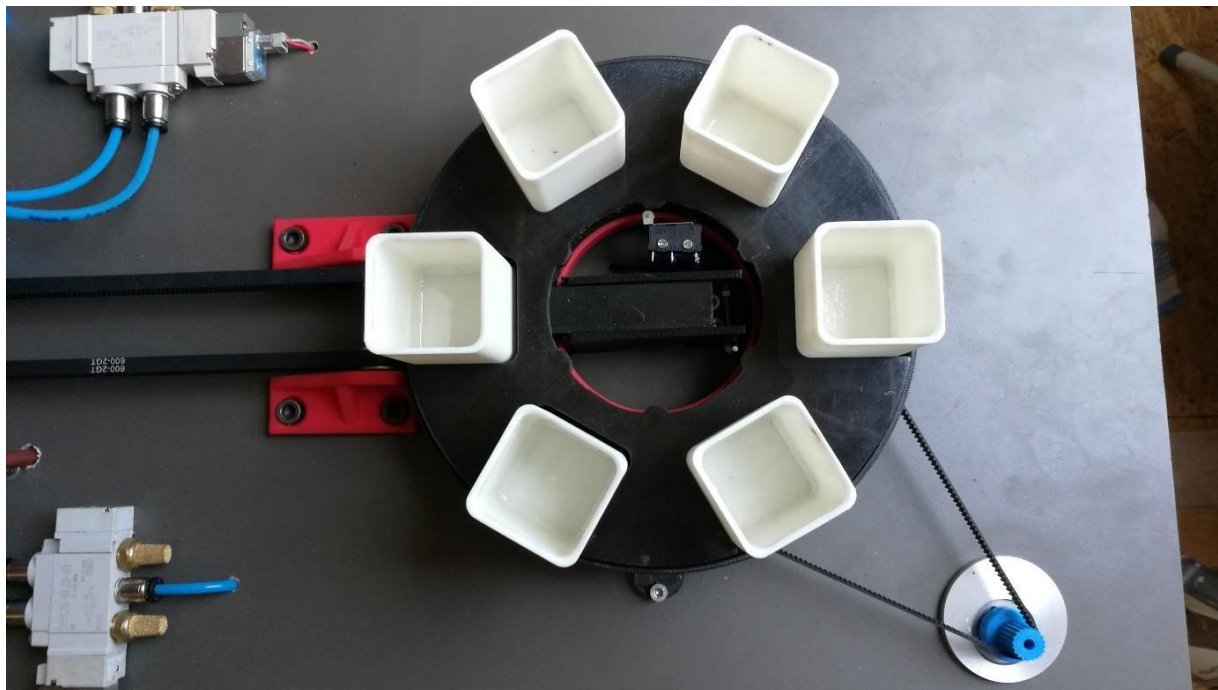
Obr.20



Obr.21

2.3 Zásobník

Dopravník se skládá z rámu, otočné hlavy, výsuvného jazýčku, pákového mechanismu se servomotorem, řemenu GT2, ozubených řemenic GT2, DC motoru s napínacím mechanismem, koncového spínače (obr.22 a 23).



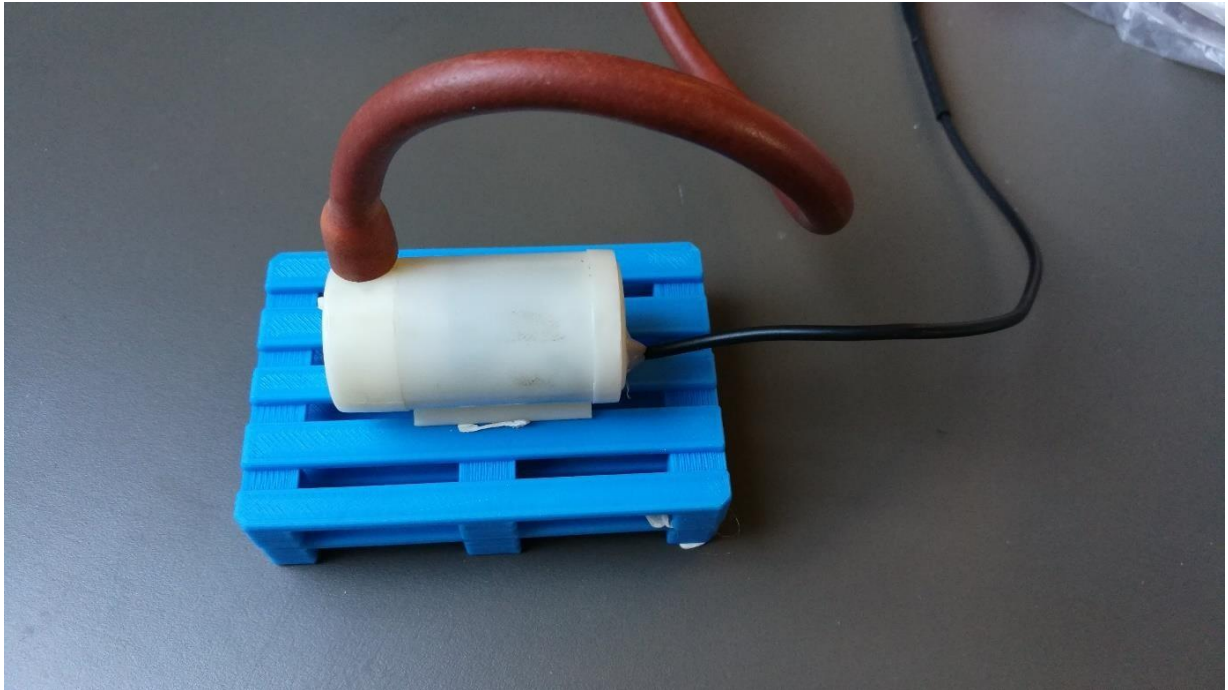
Obr.22



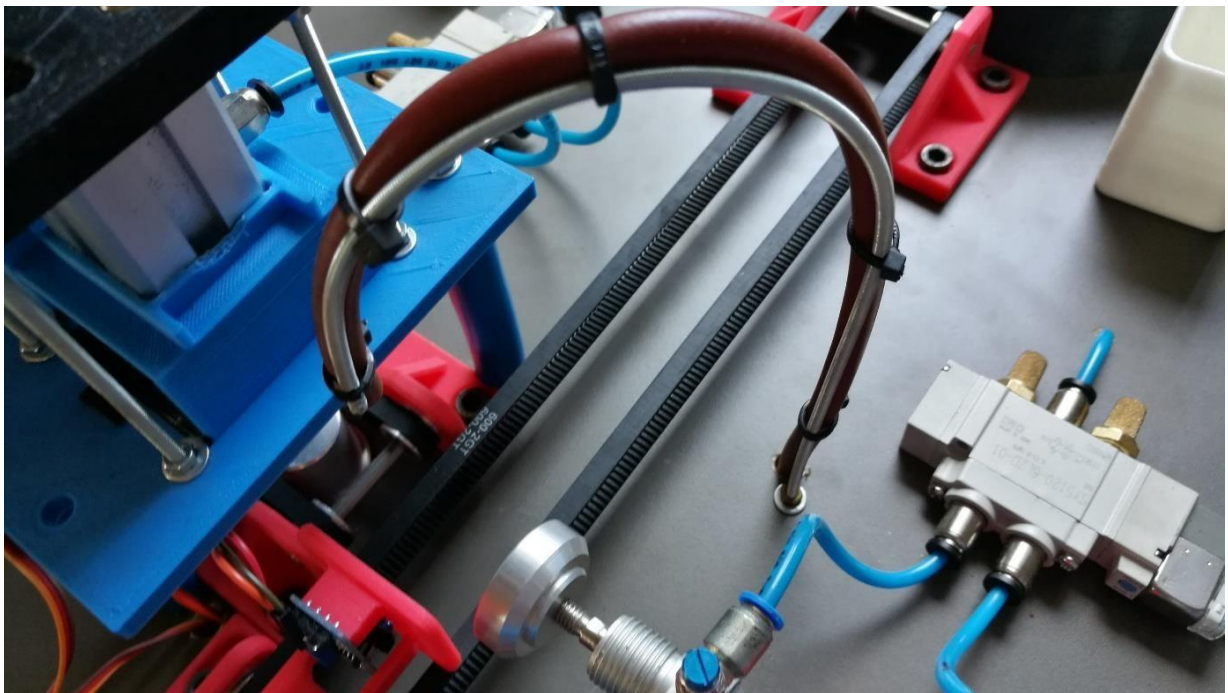
Obr.23

2.4 Plnění

Plnění se skládá z čerpadla (obr.24) a vyústění gumové hadičky nad dopravníkem (obr.25)



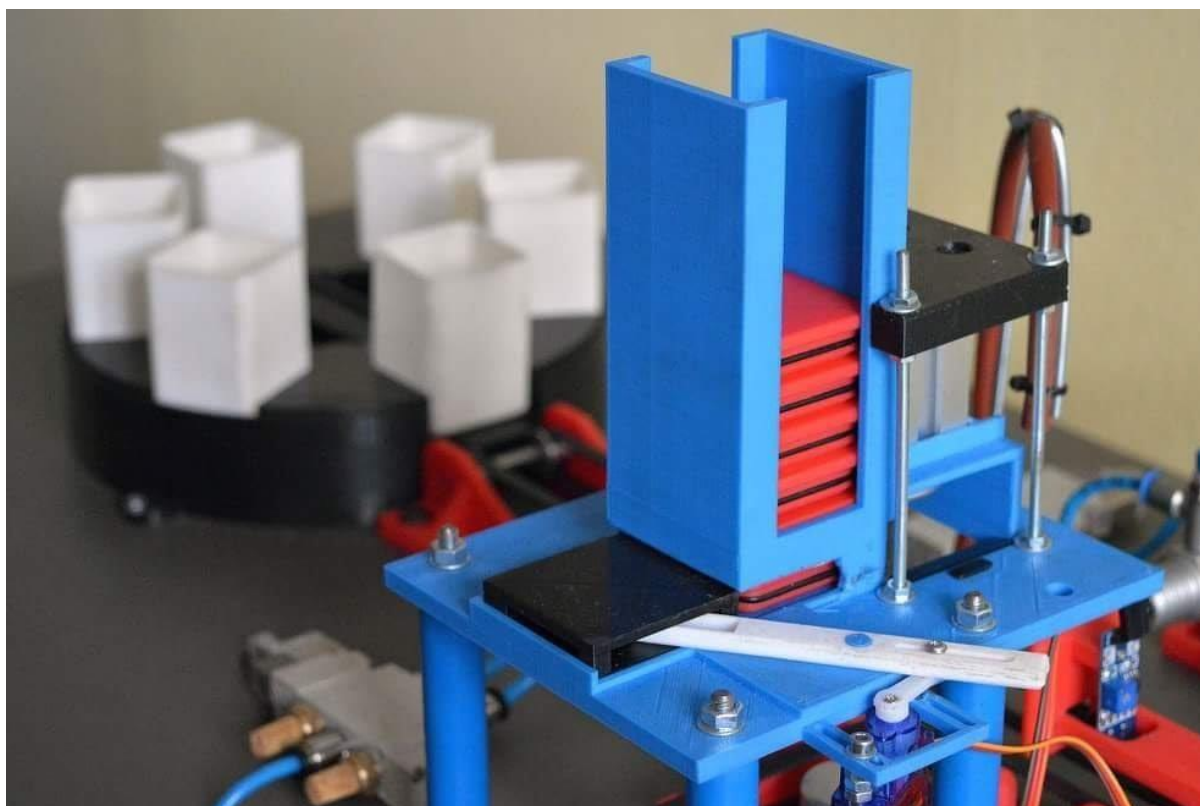
Obr.24



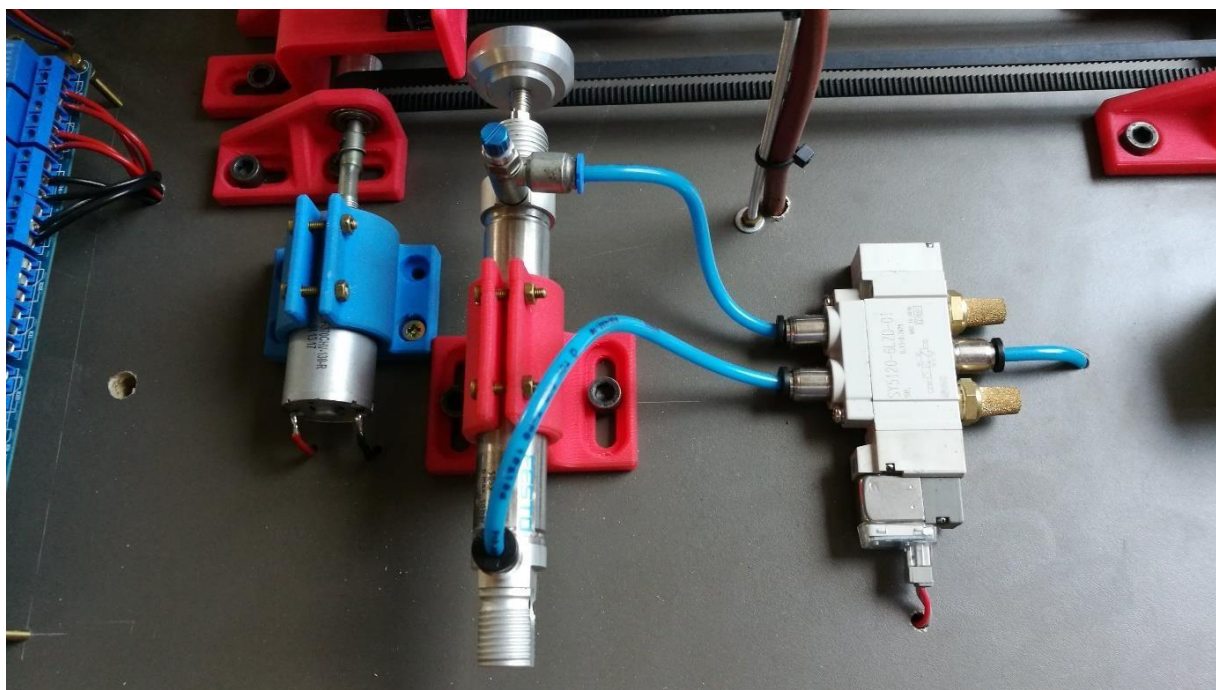
Obr.25

2.5 Víčkování

Víčkování se skládá z pneumotoru pro uzavírání, pákového mechanismu se servomotorem pro nasouvání víček (obr.26) a pneumotoru pro přesouvání nádobek na druhý pás (obr.27).



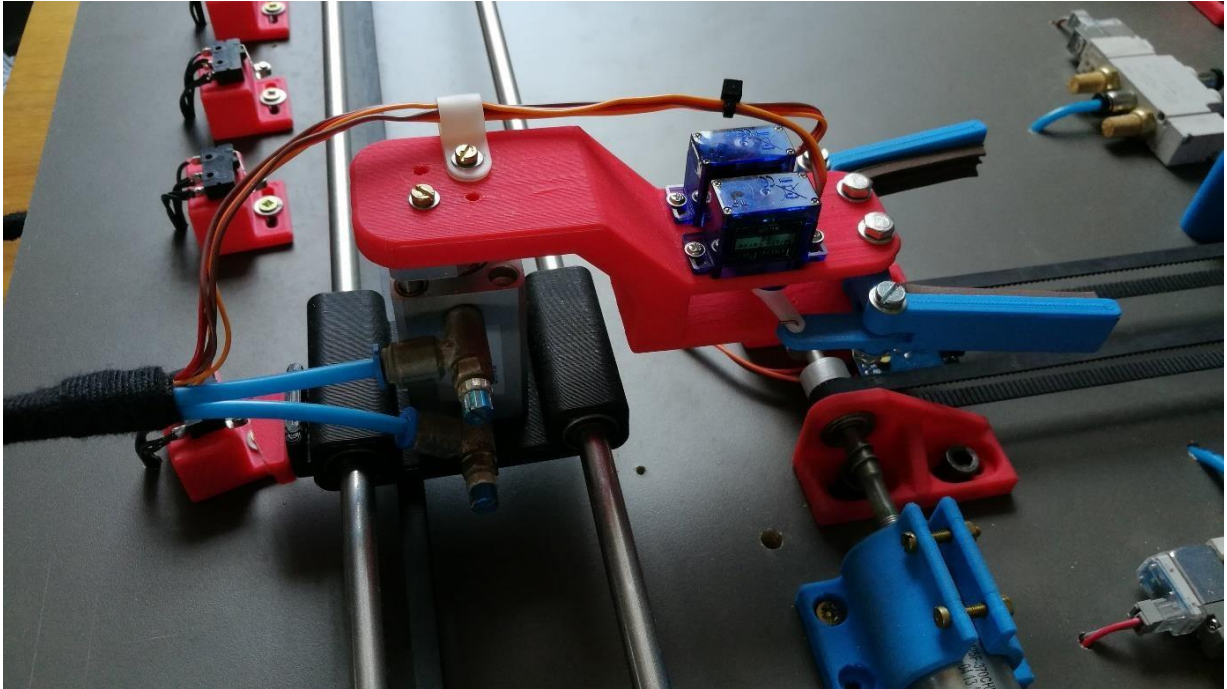
Obr.26



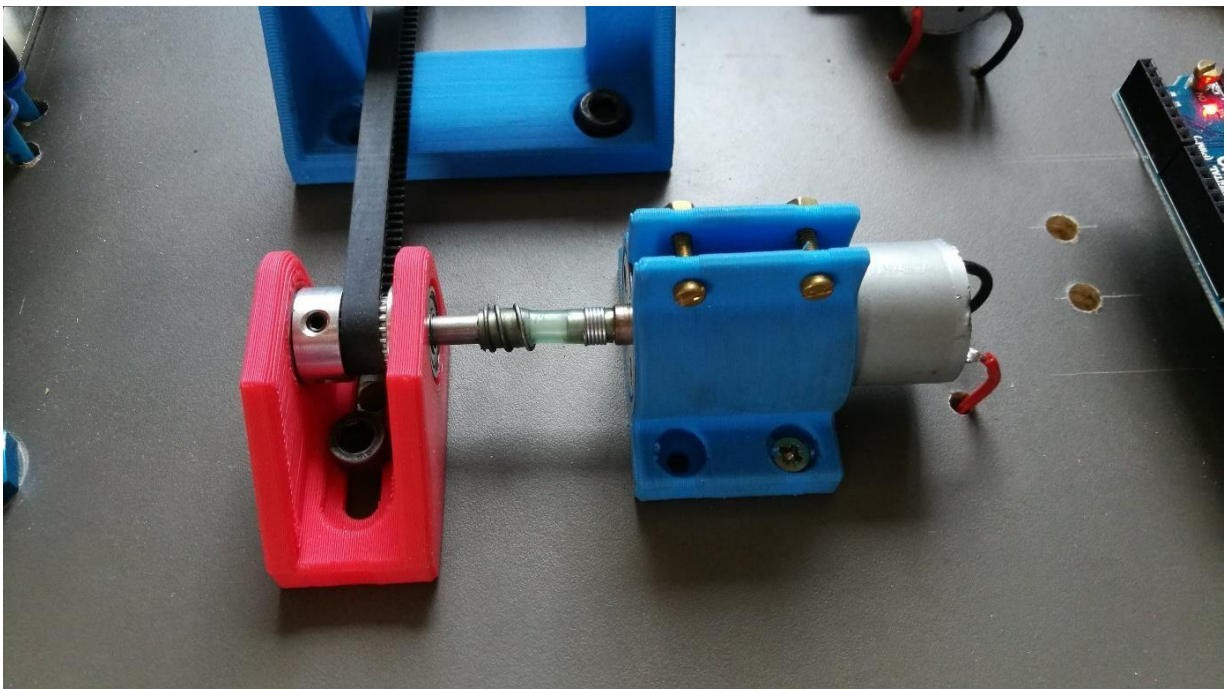
Obr.27

2.6 Manipulační rameno

Manipulační rameno se skládá z pojezdu, pneumotoru pro zdvihání, kleští poháněné servomotory, koncových spínačů (obr.28) a motoru s převodovkou, spojkou spojeného s řemenicí(obr.29)



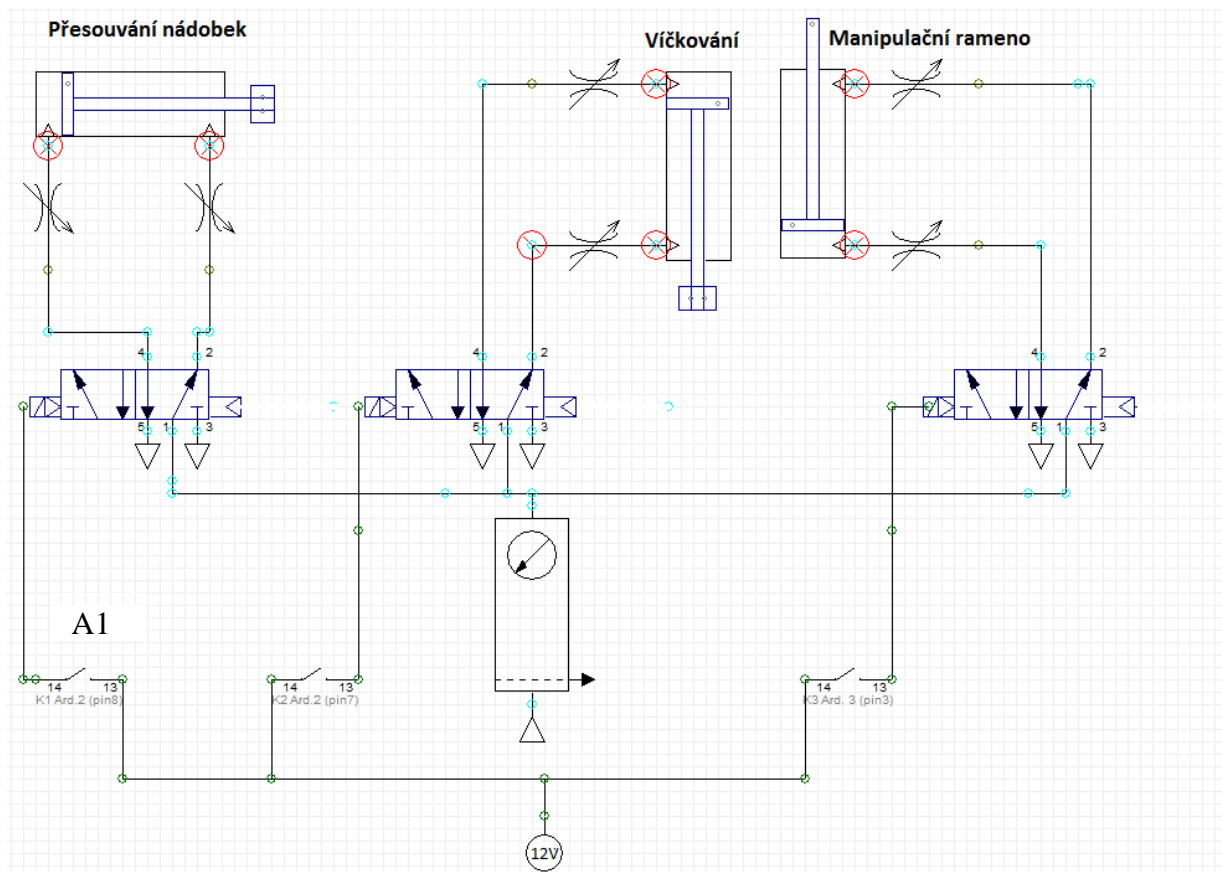
Obr.28



Obr.29

3 Elektropneumatické schéma

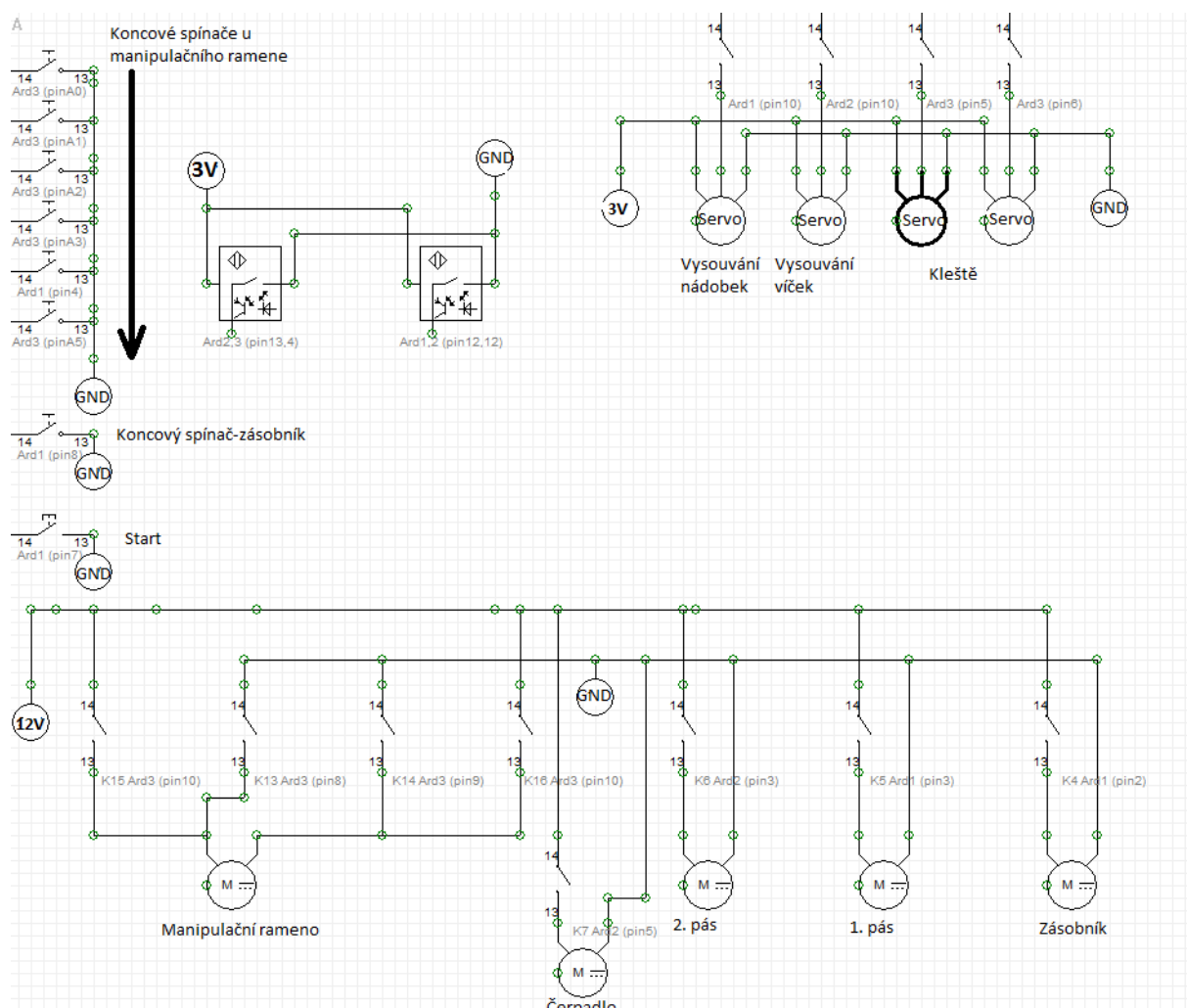
Na tomto schématu lze vidět zapojení pneumatiky a zapojení rozvaděčů. Spínač (A1) zde představuje relé spínané Arduinoem. U něj se nachází informace k jakému relé je připojen a jakým pinem u Arduina je ovládán.



Obr.30 – Elektropneumatické schéma

4 Elektrické schéma

Na tomto schématu jsou zobrazeny zapojení pro motory, čidla, spínače a servomotory. Stejně jako u předchozího schéma zde Spínač (A1) představuje relé spínané Arduinoem. U něj se nachází informace k jakému relé je připojen a jakým pinem u Arduina je ovládán.



Obr. 31 – Elektrotechnické schéma

5 Program

5.1 Program pro řízení zásobníku a prvního pásu (1. Arduino)

```
int start= 7;
int koncak= 8;
int cidlo= 12;
int zasobnik= 2;
int pas= 3;
int pam= 0;
int pam1= 0;
int pam2= 0;
#include <Servo.h>
int pos=120;
Servo myservo;
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    pinMode(cidlo, INPUT_PULLUP);
    pinMode(koncak, INPUT_PULLUP);
    pinMode(start, INPUT_PULLUP);
    pinMode(zasobnik, OUTPUT);
    pinMode(pas, OUTPUT);
    myservo.attach(10);
    digitalWrite (pas, HIGH);
    digitalWrite (zasobnik, HIGH);
}
void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:

    pam = digitalRead (start);
    if (pam == LOW
    {
        digitalWrite (pas, LOW);
        for(pos = 120; pos >= 0; pos -= 1)
        {
            myservo.write(pos); //natočení motoru na aktuální úhel
        }
        delay(2000);
        for(pos = 0; pos <= 120; pos += 1);
        {
            myservo.write(pos); //natočení motoru na aktuální úhel
        }
        delay(2000);
        digitalWrite(zasobnik, LOW);
        delay (2500);
    }
    pam2 = digitalRead (koncak);
    if (pam2 == LOW)
    {
        digitalWrite(zasobnik, HIGH);
    }
    pam1 = digitalRead (cidlo);
    if (pam1 == LOW)
    {
        digitalWrite(pas, HIGH);
    }
}
```

Obr.32 – Program 1

5.2 Program pro plnění, přesouvání, víčkování a druhý pás (2. Arduino)

```
#include <Servo.h>
int cidlo = 12; //1.dopravník
int cidlo1 = 13; //2.dopravník
int pist = 7; //víčkování
int pist1 = 8; //přesouvání
int cernpadlo = 5;
int pos = 160;
int pam = 0;
int pam1 = 0;
int dopravník = 3;
Servo myservo;
void setup() {
  pinMode(cidlo, INPUT_PULLUP);
  pinMode(cidlo1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pist, OUTPUT);
  pinMode(pist1, OUTPUT);
  pinMode(dopravník, OUTPUT);
  pinMode(cernpadlo, OUTPUT);
  digitalWrite (pist, HIGH);
  digitalWrite (pist1, HIGH);
  digitalWrite (dopravník, HIGH);
  digitalWrite (cernpadlo, HIGH);
  myservo.attach(10);
  myservo.write(pos);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  pam = digitalRead (cidlo);
  delay(500);
  if (pam == LOW)
  {
    digitalWrite (cernpadlo, LOW);
    delay (5000);
    digitalWrite (cernpadlo, HIGH);
    delay (2000);
    digitalWrite (pist1, LOW);
    delay(2000);

    for(pos = 160; pos >= 15; pos -= 1);
  {
    myservo.write(pos); //natočení motoru na aktuální úhel
    delay(2000);
  }
}
```

Obr.33 – Program2

```
delay(2000);
digitalWrite(pist,LOW);
  delay(1000);
  digitalWrite(pist,HIGH);
  digitalWrite(pist1,HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(dopravník, LOW);
}
pam1 = digitalRead(cidlo1);
if (pam1 == LOW)
{
  delay(400);
  digitalWrite(dopravník, HIGH);
}
}
```

Obr.34 – Program3

5.3 Program pro manipulační rameno (3. Arduino)

Program je zde zachycen pouze pro první pozici, na dalších už dochází poze k drobným změnám.

```
int poloha1 = A0;
int poloha2 = A1;
int poloha3 = A2;
int poloha4 = A3;
int poloha5 = A4;
int poloha6 = A5;
int vych_poloha = 13;
int cidlo_dop = 4;
int k1 = 10;
int k2 = 8;
int k3 = 9;
int k4 = 11;
int pist = 3;
#include <Servo.h>
Servo myservo;
Servo myservol;
int pos = 60;
int pos1 = 85;
int p1 = 0;
int p2 = 0;
int p3 = 0;
int p4 = 0;
int p5 = 0;
int p6 = 0;
int sup = 0;
int dop = 0;
int cyklus = 0;

void setup() {
pinMode (k1, OUTPUT);
pinMode (k2, OUTPUT);
pinMode (k3, OUTPUT);
pinMode (k4, OUTPUT);
pinMode (pist, OUTPUT);
pinMode (cidlo_dop, INPUT_PULLUP);
pinMode (poloha1, INPUT_PULLUP);
pinMode (poloha2, INPUT_PULLUP);
pinMode (poloha3, INPUT_PULLUP);
pinMode (poloha4, INPUT_PULLUP);
pinMode (poloha5, INPUT_PULLUP);
pinMode (poloha6, INPUT_PULLUP);
pinMode (vych_poloha, INPUT_PULLUP);
myservo.attach(5);
myservol.attach(6);
myservo.write(pos);
```

Obr.35 – Program4


```

myservo.write(pos1);
digitalWrite (k1, HIGH);
digitalWrite (k2, HIGH);
digitalWrite (k3, HIGH);
digitalWrite (k4, HIGH);
digitalWrite (pist, HIGH);
}
|
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
p1 = digitalRead (poloha1);
p2 = digitalRead (poloha2);
p3 = digitalRead (poloha3);
p4 = digitalRead (poloha4);
p5 = digitalRead (poloha5);
p6 = digitalRead (poloha6);
sup = digitalRead (vych_poloha);
dop = digitalRead (cidlo_dop);

//1. POZICE
if (cyklus==0){
if ((sup == LOW) && (dop == LOW)){

  delay(1000);
  for(pos = 60; pos >= 45; pos -= 1) //prave servo
  {
    myservo.write(pos);
  }
  for(pos1= 85; pos1 <= 110; pos1 += 1) //leve servo
  {
    myservo1.write(pos1);
  }
  delay(1000);
  digitalWrite (pist,LOW);
  delay(1000);
  digitalWrite(k1,LOW);
  digitalWrite(k2,LOW);
  cyklus++;
}
}
if((p1 == LOW) && (cyklus == 1)){

```

Obr.36 – Program5

```

    digitalWrite(k1,HIGH);
    digitalWrite(k2,HIGH);
delay(1000);
    digitalWrite (pist, HIGH);
    delay(1000);
//serva
    for(pos = 45; pos <= 60; pos += 1)
    {
        myservo.write(pos);
    }
    for(pos1= 110; pos1 >= 85; pos1 -= 1) //je od úhlu 180 zpět do úhlu 0
    {
        myservo1.write(pos1);
    }

    delay(1000);
digitalWrite (pist, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(k3,LOW);
digitalWrite(k4,LOW);
cyklus++;
}
if ((sup == LOW) && (cyklus == 2)){
    digitalWrite(k3,HIGH);
digitalWrite(k4,HIGH);
delay (1000);
    digitalWrite(pist, HIGH);
delay(1000);
}

```

Obr.37 – Program6

6 Výukový cíl

Na této práci lze vyučovat techniku plnění a uzavírání nádob. Otevírá se zde možnost uvažovat nad tím jak tyto kroky provádět s co největší přesností, s co nejmenší chybovostí a také za co nejkratší čas. Na těchto bodech lze pracovat pomocí úpravy programu, zdokonalením konstrukční stránky linky, nebo také přidáním čidel a dalších prvků pro zlepšení zmíněných vlastností.

Lze také přemýšlet nad logistikou, kdy rozmístěním jednotlivých částí, by se docílilo efektivnějšího chodu linky a pak dále i třeba celé výrobní, plnicí, nebo i skladovací haly.

6.1 Výuková metoda

Pro studenty oborů se zaměřením na programování, by jako první úkol mohl být úprava programu, kdy se místo jedné nádoby po jednom stisku, vysunou hned tři postupně za sebou s časovou prodlevou mezi sebou.

Pro studenty strojírenských oborů by mohla být vhodná úloha zaměřená na vlastní konstrukci víčkování, případně jen podle předlohy si vyzkoušet nakreslit konstrukci zde použitou.

Pro studenty elektrotechnických oborů by mohla být úloha, která by linku rozšiřovala o čidla kontrolující umístění nádoby na paletu.

7 Závěr

V průběhu celé této práce jsme získali zkušenosti z mnoha odvětví jako je pneumatika, elektrotechnika, konstruování apod. Přínosná zde byla také práce ve skupině, aby se předešlo chybám a všechny části na sebe pasovaly, museli v průběhu probíhat konzultace jednotlivých operací.

Všechny části a mechanismy se podařilo navrhnout velmi rychle, jen víčkování neslo technický problém s vodorovným nasouváním víček. Ten za pomoci podpůrných „pravítek“ byl nakonec také vyřešen. Výrobu linky k manipulaci, plnění a uzavírání nádobek se nám včas úspěšně podařilo dokončit.

Na tuto práci se bude ve škole nabízet studentům možnost pokračovat stavbou například manipulačního zařízení, které by nádobky mohlo předávat k lince zaměřené například na olepování etiketami.

8 Použitá literatura

<https://cs.wikipedia.org/>

<https://www.arduino.cc/>