UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022 **Michal Kafka**

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

MODEL VÝTAHU S INTELIGENTNÍM ŘÍZENÍM

Michal Kafka

Bakalářská práce

2022

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Michal Kafka**
Osobní číslo:	**I19185**
Studijní program:	**B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor:	**Řízení procesů**
Téma práce:	**Model výtahu s inteligentním řízením**
Zadávající katedra:	**Katedra řízení procesů**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je realizovat funkční model výtahu pro obsluhu několika pater. Řídicí systém modelu bude realizován na bázi mikrokontroléru ve vybraném programovacím prostředí.

Teoretická část: Stručná rešerše problematiky týkající se výtahové techniky a řídicích systémů výtahů se sběrným řízením, popis problematiky řízení s využitím mikrokontroléru, vč. možností jeho programování.

Implementační část: Realizace mechanické části funkčního modelu výtahu, osazení motoru výtahu a pohonů otevírání dveří, vybavení modelu ovládacími a bezpečnostními prvky, volba vhodného mikrokontroléru. Tvorba aplikace pro řízení výtahu ve zvoleném vývojovém prostředí.

Rozsah pracovní zprávy: **cca 40 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

DVOŘÁK, J. a kol. 2011. DK 1 – montér výtahu [online]. Liberec – Praha: SOŠ a G a UVP ČR. Dostupné na: https://www.i-vytahy.cz/data/media/fck/ucebni-texty/DK1-Monter-vytahu.pdf.
DVOŘÁK, J. a kol. 2011. DK 2 – montér výtahu specialista [online]. Liberec –Praha: SOŠ a G a UVP ČR. Dostupné na: https://www.i-vytahy.cz/data/media/fck/ucebni-texty/DK2-Monter-vytahu-specialista.pdf.
DVOŘÁK, J. a kol. 2011. DK 5 – elektromechanik pro výtahy [online]. Liberec –Praha: SOŠ a G a UVP ČR. Dostupné na: https://www.i-vytahy.cz/data/media/fck/ucebni-texty/DK5-Elektromechanik-pro-vytahy.pdf.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Libor Kupka, Ph.D.**
Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **17. prosince 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2022**

L.S.

Ing. Zdeněk Němec, Ph.D. v.r.
děkan

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

V Pardubicích dne 7. ledna 2022

Prohlašuji:

Práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13. 5. 2022

Michal Kafka

PODĚKOVÁNÍ

Touto možností bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Liborovi Kupkovi. za užitečné rady a nápady. Dále svému spolužákovi Michaelovi Coubalovi, že mi umožnil si vytisknout potřebné komponenty na jeho 3D tiskárně a rad ohledně 3D tisku a filamentu. A nakonec bych chtěl poděkovat své celé rodině, která ve mně věřila a podporovala.

V Pardubicích dne 13. 05. 2022

Michal Kafka

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá modelem výtahu. Model výtahu by měl pracovat na principu jednoduchého řízení pro tři patra v běžném režimu a v režimu pro obsluhu bude k výběru pater přiděleno jedno patro navíc. Ovládání je možné přes dotykový displej a řízené přes Arduino Mega.

KLÍČOVÁ SLOVA

Jednoduché řízení, Arduino, výtah, motorový pohon

TITLE

ELEVATOR MODEL WITH INTELLIGENT CONTROL

ANNOTATION

The bachelor thesis deals with the elevator model. The elevator model will operate on the principle of simple control for three floors in normal mode, and in operator mode, one extra floor will be assigned to select floors. Control will be possible via touch screen and controlled via Arduino mega.

KEYWORDS

Simple steering, Arduino, elevator, motor drive

OBSAH

Zkratky a značky 11
Seznam ilustrací 12
Úvod 12
1 Popis, rozděleni a řízení výtahu 15
1.1 Popis výtahu 15
1.1.1 Lanový výtah 15
1.1.2 Hydraulický výtah 15
1.2 Rozdělení výtahu 15
1.2.1 Aktuální rozdělení 16
1.2.2 Dřívější rozdělení 16
1.3 Řízení výtahu 17
1.3.1 Jednoduché řízení a ovladače pro jednoduché řízení 17
1.3.2 Sběrné řízení a ovladače pro sběrné řízení 18
2 Historie výtahu 19
2.1 Vynáůezy a objevy s vlivem na vývoj výtahu 19
2.2 Vvývoj výtahu 19
2.2.1 19.století 19
2.2.2 20. století 20
3 Struktura 21
3.1 Šachty 21
3.2 Strojovna 22
3.3 Zabezpečení výtahu 23
4 Senzory 24
4.1 Ultrazvukový senzor 24
4.2 Optický senzor 25
4.3 Kapacitní senzor 25
5 Arduino 27
5.1 Arduino uno 27
5.2 Arduino mega 2560 28
5.3 AVR 28
6 Pohony 30
6.1 Synchronní motory 30

6.2 Asynchronní motory 31
6.3 Stejnosměrný motor 32
6.4 Krokové motory 32
7 3D tisk 34
7.1 3D tisk a jeho využití 34
7.2 Styly tisku 34
7.2.1 Vytlačování (FDM/FFF) 34
7.2.2 Tekutý materiál (SLA) 35
7.2.3 Práškový materiál (SLS) 35
7.3 Filament 35
7.3.1 PLA 36
7.3.2 PETG/ASA 36
7.4 Výběr materiálu stavby 36
7.4.1 První myšlenka 36
7.4.2 Druhá myšlenka 36
7.4.3 Konečná myšlenka 36
8 Části výtahu 38
8.1 Zdi výtahu 38
8.2 Klec 39
8.3 Dveře a potřebné komponenty k tomu 40
9 Hardware 41
9.1 DC motor s převodovkou a H-můstek 41
9.2 Krokový motor 42
9.3 Ovládací jednotka 43
9.4 Snímače 44
9.5 Stavba modelu výtahu 45
9.5.1 Stavba modelu 45
9.5.2 Připevnění komponentů a kabeláž 46
9.5.3 Upravení modelu 46
9.6 Napájení 47
9.7 Dotykový displej 48
9.7.1 Výběr typu displeje 48
9.7.2 Nastavení titulní strany displeje 48
9.7.3 Strana displeje s heslem 49

9.7.4 Strana pro obsluhu 50
10 Software 52
10.1 Vývojový diagmra 52
10.2 Výběr patra 55
10.3 Informace o aktuálním patře kabiny 55
10.4 Funkce stop 56
10.5 Nastavení rychlosti motoru 57
10.6 Otevírání dveří 57
11 Problematika 58
11.1 Návrh modelu 58
11.1.1 Výběr vývojového prostředí 58
11.1.2 Problematika při tvorbě návrhu 58
11.2 Stavba 58
11.3 Problematika softwaru 59
12 Závěr 60
Literatura 61
Příloha 63

ZKRATKY A ZNAČKY

2D	dvourozměrný svět
3D	trojrozměrný svět
A/D	zkratka pro převodník z analogového signálu na digitální
AVR	označení AVR vyjadřuje mikročipy od firmy Atmel
GND	zkratka GND se využívá pro označení uzemnění
Kč	měna v České republice
kV	násobek elektrického napětí, 10^3 V
LED	elektroluminiscenční dioda
m	metr
Ms	statický moment
MW	násobek výkonu, 10^3 W
PC	zkratka PC označuje osobní počítač z anglického názvu personal computer
RX	označení kabelu na dotykovém displej určený pro komunikaci s Arduinem
TFT	tenkovrstvý tranzistorový displej s tekutými krystaly
TX	označení kabelu na dotykovém displej určený pro komunikaci s Arduinem
USB	zkratka USB je Universal Serial Bus neboli v češtině univerzální sériová sběrnice.
V	elektrické napětí, V
W	výkon, joul/s

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1.1 – Aktuální rozdělení výtahů (Dvořák, 2011) 16
Obrázek 2.1 – Schéma patentu Elishi Gravese Otise (Dvořák, 2011) 20
Obrátek 3.1 – Struktura výtahu (Dvořák, 2011) 21
Obrázek 3.2 – Výtahový stroj (Doleček, 1989) 22
Obrázek 3.3 – Zabezpečení výtahu (Doleček, 1989) 23
Obrázek 4.1 – Blokové schéma senzoru (Maixner, 2006) 24
Obrázek 4.2 – Ultrazvukový snímač (Vylegal, 2014) 24
Obrázek 4.3 – Reflexní a průchozí optický snímač polohy (Vojáček, 2005) 25
Obrázek 4.4 – Vztahy kapacitních senzorů a princip (Maixner, 2006) 26
Obrázek 5.1 – ArduinoUno 27
Obrázek 5.2 – ArduinoMega 2560 28
Obrázek 5.3 – Typická struktura AVR (Váňa, 2003) 29
Obrázek 6.1 – Synchronní motor s vyniklými póly (Chmelík, 2001) 30
Obrázek 6.2 – Stavba asynchronního motoru (Chmelík, 2001) 31
Obrázek 6.3 – Stejnosměrný motor (Brož, 2000) 32
Obrázek 6.4 – Statická charakteristika (Rydlo, 2000) 33
Obrázek 7.1 – Stavba tiskárny pro tisk pomocí tekutého materiálu (Stříteský, 2019) 35
Obrázek 8.1 – Zdi výtahu 38
Obrázek 8.2 – Kabina výtahu 39
Obrázek 8.3 – Dveře a komponenty k nim 40
Obrázek 9.1 – DC motor a H-můstek 41
Obrázek 9.2 – Krokový motor s řídící jednotkou 42
Obrázek 9.3 – LCD displej Nextion 43
Obrázek 9.4 – Snímače 44
Obrázek 9.5 – Titulní strana 49
Obrázek 9.6 – Strana s heslem 50
Obrázek 9.7 – Strana pro obsluhu 51
Obrázek 10.1 – Hlavní vývojový diagram 53
Obrázek 10.2 – Funkce pro vývojový diagram 54
Obrázek 10.3 – Výběr patra 55
Obrázek 10.4 – Patro výtahu 55
Obrázek 10.5 – Stop funkce 56

Obrázek 10.6 – zpomalení a zrychlení motoru 57

ÚVOD

Když jakémukoli občanovi staršímu 10 let řeknete výtah, tak si okamžitě vybaví zařízení, které za pomoci motorů nebo hydrauliky dopraví určitý objekt do určité výšky. První výtah s bezpečnou brzdou byl vyroben již roku 1853 a jeho autorem byl Elish Graves Otis. Od té doby přibylo mnoho změn. Od reproduktoru, který hlásí aktuální patro, až po reproduktory v případě nouze.

Má práce má za cíl vytvořit funkční model výtahu se čtyřmi patry. První tři patra jsou pro běžného uživatele a poslední čtvrté patro pouze pro obsluhu, která zná heslo. K ovládání bude sloužit dotykový displej Nextion s rozlišením, které činní 400x240. K řízení bude využíván jednodeskový počítač typu Arduino Mega2560 Rev3.

1 POPIS, ROZDĚLENÍ A ŘÍZENÍ VÝTAHU

1.1 POPIS VÝTAHU

V dnešní době máme převážně možnost se setkat s výtahy, které pracují na dvou základních principech. Prvním principem je výtah přes kladky se stejnosměrným motorem. Tento výtah se nejčastěji nazývá trakčním výtahem, ale také ho lze najít pod názvem lanový výtah. Druhým principem, který funguje za pomoci hydrauliky, je hydraulický výtah. Tento výtah funguje na principu tlaku kapaliny na píst a následném zdvihu kabiny (Výtahy Petersik, 2021; Domovní výtahy s.r.o., 2022).

1.1.1 Lanový výtah

Klec výtahu je zavěšená na kovových lanech, je přístupná osobám a vybavena ovládacím zařízením uvnitř. „*Pohon výtahu zajišťuje výtahový stroj s třecím kotoučem. Nosná lana jsou vedena přes třecí kotouč výtahového stroje (případně i odkláněcí a převáděcí kladky). Na straně vyvažovacího závaží jsou lana upevněna pružným závěsem k závaží (v případě lanového převodu je závěs ve strojovně, nebo v šachtě), na straně klece pevným závěsem k nosníku kostry klece (v případě lanového převodu ve strojovně, nebo v šachtě)*“ (Domovní výtahy s.r.o., 2022 str. 3). Lanový výtah má nižší spotřebu elektrické energie, nižší náklady na servis a vyšší zdvih, než je běžné u hydraulických výtahů (Domovní výtahy s.r.o., 2022; Výtahy Petersik,2021).

1.1.2 Hydraulický výtah

Hydraulický výtah z pohledu funkčnosti oproti lanovému výtahu má jeden a zásadní rozdíl. Za pomoci elektrické energie, která pohání agregát, který nadále dopravuje kapalinu (v častějších případech olej) do hydraulického válce a následně je z něj vytlačován píst, který nám zvedá nebo spouští kabinu. Oproti lanovému výtahu má nižší pořizovací náklady, možnost umístění strojovny dál od šachty až 10 m a oproti lanovému výtahu má tišší chod (Výtahy Petersik,2021; Domovní výtahy s.r.o.).

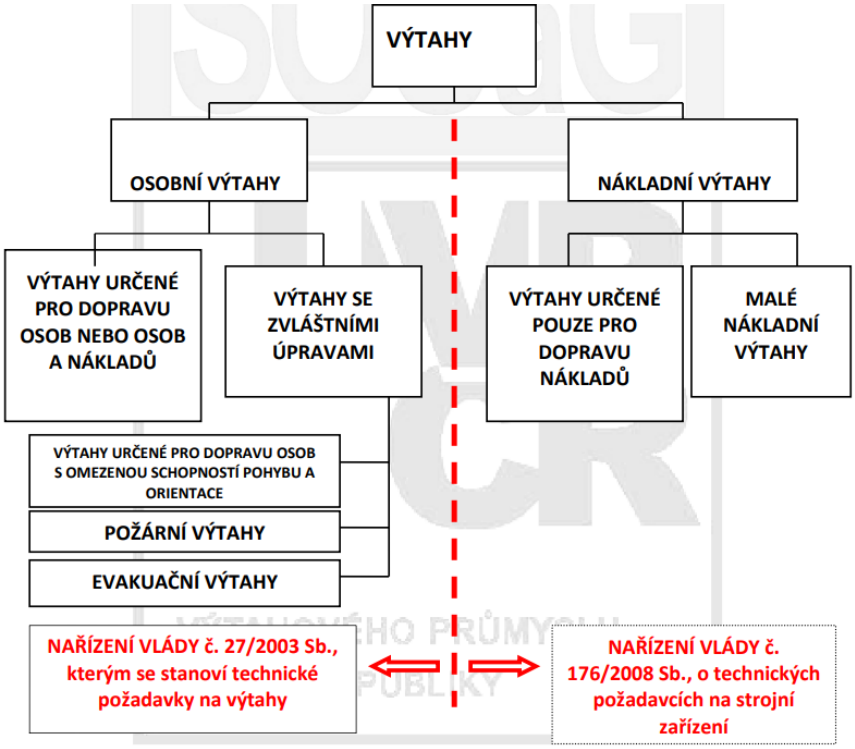
1.2 ROZDĚLENÍ VÝTAH

„*Zavedením základní evropské konstrukční EN 81-1, 2 do systému českých technických norem (1. 1. 1993), evropské směrnice 95/16/ES do právního řádu ČR (1. 10. 1999) a vstupem*

ČR do EU (1. 1. 2004) došlo k jednoznačnému posunu v rozdělení výtahů podle způsobu použití, než bylo na území ČR zvykem“ (Dvořák, 2011 str. 23).

1.2.1 Aktuální rozdělení

Základní rozdělení výtahu je na dva typy. A to osobní výtah a nákladový. Název těchto výtahů odpovídá účelům jejich provozu. Následně tyto dva druhy výtahů jsou rozděleny na další poddruhy. A to výtah, který je určen pro přepravu osob nebo osob a nákladu, se zvláštními úpravami určen pouze pro dopravu nákladu a na malé nákladní výtahy. Celkové rozdělení lze vidět na obr. 1.1 (Dvořák, 2011).



Obrázek 1.1 – Aktuální rozdělení výtahů (Dvořák, 2011)

1.2.2 Dřívější rozdělení

Před rokem 2004, než Česká republika vstoupila do EU, bylo rozdělení výtahů jiné, než tomu je dnes. Každý druh výtahu měl své označení, nejvyšší bylo A a nejnižší F. Toto označení mělo i další názvy, které přesně udávalo, k čemu je daný výtah určen (Dvořák, 2011; Výtahy Petersik ,2021).

„*A – výtahy pro dopravu osob nebo osob a nákladů,*

A1 – se samoobsluhou,

A10 – Osobní,

A1N – Nákladní,

A1L – Lůžkové,

B – nákladní výtahy se zakázanou dopravou osob,

B1 – s možností vstupu do klece,

B2 – se zakázaným vstupem do klece,

C – malé nákladní výtahy,

D – stolové výtahy,

D1 – s ustanoveným řidičem,

D2 – se zakázanou dopravou osob,

E – oběžné výtahy,

F – výsypné výtahy,“ (Dvořák, 2011, str. 24).

1.3 ŘÍZENÍ VÝTAHU

V každé stanici a kleci výtahu jsou umístěna tlačítka, která určují přivolání výtahu nebo otevření dveří či zvolení patra. Kombinace a složení těchto tlačítek závisí na typu řízení výtahu. Výtah taktéž může disponovat evakuačním provozem. Tento provoz umožňuje při stisknutí daného tlačítka zastavení výtahu a následném sjetí do nástupní stanice, aniž by dojel do zvolené stanice. Toto tlačítko ve většině případů je zvoleno se znakem klíče. Zvedání a spouštění klece probíhá za pomoci elektromotoru a hnacího kotouče. U normálních výtahů je rychlost kolem 1,6 m/s a u rychlovýtahů až 6 m/s (Výtahy Moravia cz spol. s.r.o., 2016; Doleček, 1989).

1.3.1 Jednoduché řízení a ovladače pro jednoduché řízení

Principem jednoduchého řízení je, že výtah po zvolení daného úkonu tento úkon provede a až po provedení je možné zadat jiný úkon. Pro toto řízení je umístěno jen jedno prosvětlovací tlačítko, které slouží k přivolání výtahu nebo k otevření dveří, když už výtah v daném patře je (Výtahy Moravia cz spol. s.r.o., 2016).

1.3.2 Sběrné řízení a ovladače pro sběrné řízení

Sběrné řízení je založeno na principu maximálního využití kapacity jednoho výtahu v obou směrech nebo dvou výtahů ve dvou směrech. V každé stanici jsou umístěna dvě podsvícená tlačítka, kromě nejnižšího a nejvyššího patra. V nichž je umístěno jen jedno se směrem, kterým výtah může jet. Tlačítka jsou označena šipkami nahoru a dolů. Tyto šipky znázorňují požadovaný směr jízdy a podle požadavků, které v daný okamžik výtah dělá, na ně reaguje (Výtahy Moravia cz spol. s.r.o., 2016; Dvořák, 2011).

2 HISTORIE VÝTAHU

Historie výtahů sahá až do roku 1900 před naším letopočtem, kde byl využíván při stavbě Cheopsovy pyramidy. Podle dohadů byl schopen uzvednout kvádry s hmotností až 90 tun. Dá se ale předpokládat, že jejich historie zasahuje do hlubších dějin, než sami víme. Mohlo jít o jednoduché zdvihací stroje za pomoci zvířecí síly, tyto stroje můžeme vídat i dnes s moderní úpravou. V průběhu dalšího staletí se výtah vyvíjel a zlepšoval (Dvořák, 2011; Vejs, 2007).

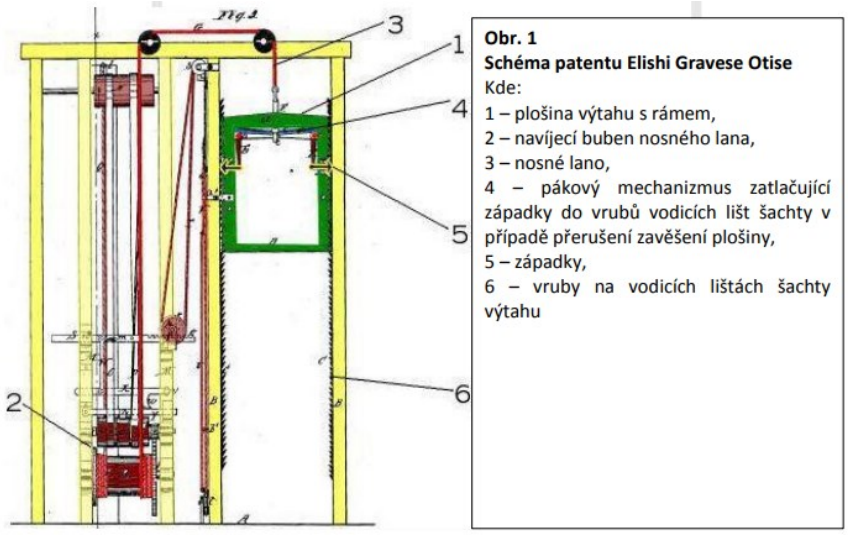
2.1 VYNÁLEZY A OBJEVY S VLIVEM NA VÝVOJ VÝTAHU

Roku 1765 skotský mechanik a fyzik James Watt vylepšil parní stroj, který vytvořil Thomas Newcomen. Vylepšení obsahovalo oddělení kondenzátorů páry, následně roku 1785 vytvořil již svůj vlastní parní stroj, který sloužil jako zdroj energie. Dalším objevem, který pomohl při vývoji výtahu, byl elektromagnetismus od dánského fyzika Hanse Oerstedta v roce 1819. Později Wilhelm Augustus Albert jako důlní inženýr předvádí v 19. století první ocelové lano v praxi (Dvořák, 2011).

2.2 VÝVOJ VÝTAHU

2.2.1 19.století

Angličtí vynálezci Frost a Strutt roku 1835 dokázali sestrojit první výtah, který byl poháněn parním strojem s protizávažím, tento výtah byl zkoušen ve městě zvaném Derby. Následně po 11 letech v roce 1846 byl zprovozněn první hydraulický výtah s názvem Teagle. Jeho princip spočíval v napouštění a vypouštění vody, která sloužila jako síla pro zdvih výtahu, ovládání bylo na zatáhnutí lana. Taktéž obsahoval logiku kladek a protizávaží, ale stále nebyla vyřešena bezpečnostní brzda, jak ji známe dnes. Záchranná brzda byla vynalezena až v letech 1852 vynálezcem, který se jmenoval Elisha Graves Otis a v následujícím roce si založil firmu na výrobu bezpečných výtahů. A následné roky probíhá vylepšení výšky zdvihu výtahu a jeho nosnosti, kromě roku 1889, kdy byl vyměněn princip parního stroje za stejnosměrný elektrický motor (Dvořák, 2011; Vejs, 2007).



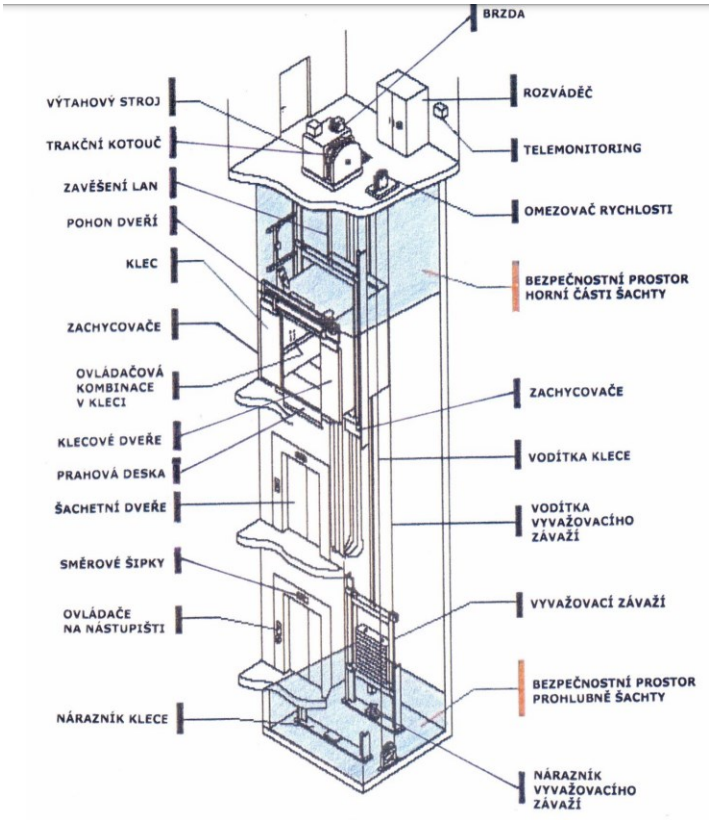
Obrázek 2.1 – Schéma patentu Elishi Gravese Otise (Dvořák, 2011)

2.2.2 20. století

„*1904 firma Otis představila svůj bezpřevodový trakční výtah, ve své podstatě dodnes nezměněný*“ (Dvořák 2011 str.7). Rok 1910 byl pro elektrické výtahy zlomovým rokem. Tohoto roku se začalo využívat Leonardova systému regulace rychlosti. Díky této maličkosti se elektrický výtah mohl přiblížit přesnosti zastavení kabiny. Díky tomu začal získávat převahu nad hydraulickým výtahem. I z důvodu ceny a náročnosti sestrojení (Dvořák, 2011).

3 STRUKTURA

Podle uspořádání konstrukcí jsou určité komponenty přidělené v šachtě a strojovně nebo pouze v šachtě. První konstrukce se využívá v případě, že výtah má prostor určen pro strojovnu a druhá konstrukce se využívá tehdy, když nemá tu možnost. A nadále se musí umístit rozvaděč u dveří v posledním patře (Dvořák, 2011).



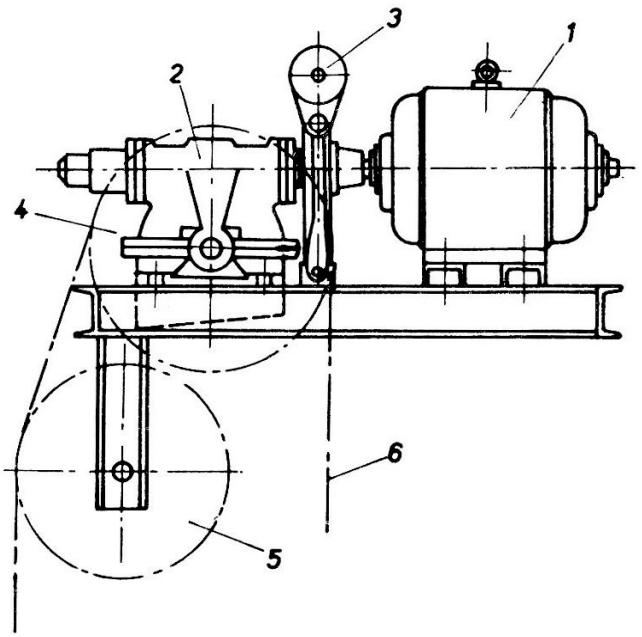
Obrátek 3.1 – Struktura výtahu (Dvořák, 2011)

3.1 ŠACHTY

Části výtahu jsou umístěny v šachtě, která je ohraničena svislými zdmi, stropem, podlahou nebo dostatečně velkým prostorem. Ohraničení šachty plnou svislou zdí má význam při šíření požáru, protože neumožní ohni okamžitý vstup do šachty, kde by se za pomoci větru a průvanu mohl rychleji šířit. Ale tyto podmínky neplatí pro všechny druhy šachet. Například šachty, které jsou umístěné v atriích. Odůvodnění této výjimky je panoramatický účel výtahu. Rozměry šachty jsou odvozeny v poměru velikostí klece (Dvořák, 2011; Kratochvíl, 2015).

3.2 STROJOVNA

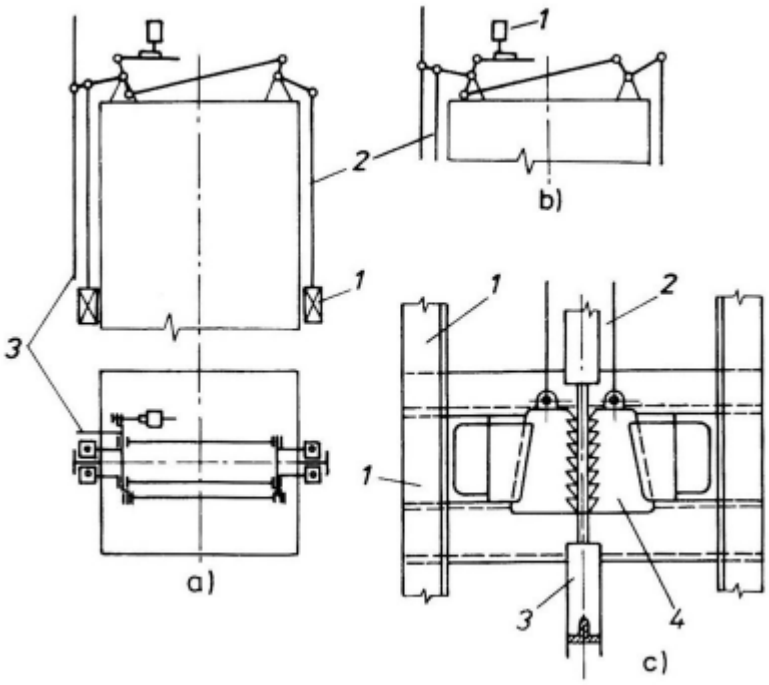
Z technických důvodů není možné, aby byly výtahové stroje umístěny v prostoru šachty. Proto jsou tyto stroje umístěny v takzvané strojovně. Tyto strojovny jsou obvykle umístěny v horní části šachty nebo jsou samostatné a uzamykatelné. První umístění strojovny je podmíněno vlastní strojovnou výtahu. Strojovna musí být uspořádaná tak, aby bylo možné bezpečně se dostat ke kladkám a strojnímu zařízení. Výtahový stroj se skládá z motoru (1), převodovky (2), elektromagnetické brzdy (3) a hnacího kotouče (4), jak je znázorněno na obr.3.2. Je-li výtahový stroj umístěn ve strojovně, tak musí být chráněn pevnými zdmi, stropem a podlahou. Do strojovny nelze umístit jiné zařízení, než které je využíváno pro provoz výtahu (Dvořák, 2011; Doleček, 1989; Mičkal, 1995; Kratochvíl, 2015).



Obrázek 3.2 – Výtahový stroj (Doleček, 1989)

3.3 ZABEZPEČENÍ VÝTAHU

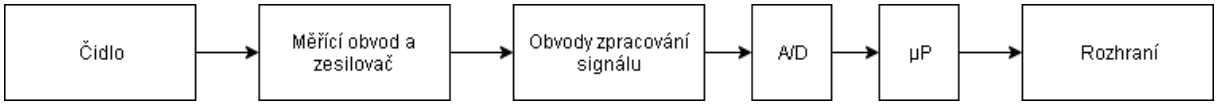
Výtah má několik druhů zabezpečení. Díky optoelektronické závoře není za normálních okolností možné přivřít člověka ve dveřích výtahu. Následně, kdyby se výtah zasekl v mezipatře, má pasažér možnost zavolat o pomoc pomocí telefonu umístněného ve výtahu. A v nakonec má zabezpečení proti pádu výtahu. Toto zabezpečení funguje v okamžiku přetržení lana nebo zvýšení rychlosti výtahu o 40 % směrem dolů. Princip tohoto zabezpečení spočívá v pomocném lanu, které je spjato s klecí a pohybuje se společně s ní. Pohyb tohoto lana je přenášen na regulátor, který za pomoci páky a táhla natáčí výstředník. Tudíž kdyby výtah začal svévolně zrychlovat směrem dolů, zadrží zachycovač klec a následně zastaví. Tuto logiku lze pochopit z obr. 3.3. Na obrázku a) můžete vidět klín (1), táhlo (2) a pomocné lano (3). Následně na obrázku b) je ještě umístěn spouštěč, který umožňuje sepnutí této záchrany. A na posledním obrázku c) lze vidět rám klece (1), táhlo (2), vedení (3) a v nakonec klín (4) (Mičkal, 1995; Doleček, 1989; Kratochvíl, 2015).



Obrázek 3.3 – Zabezpečení výtahu (Doleček, 1989)

4 SENZORY

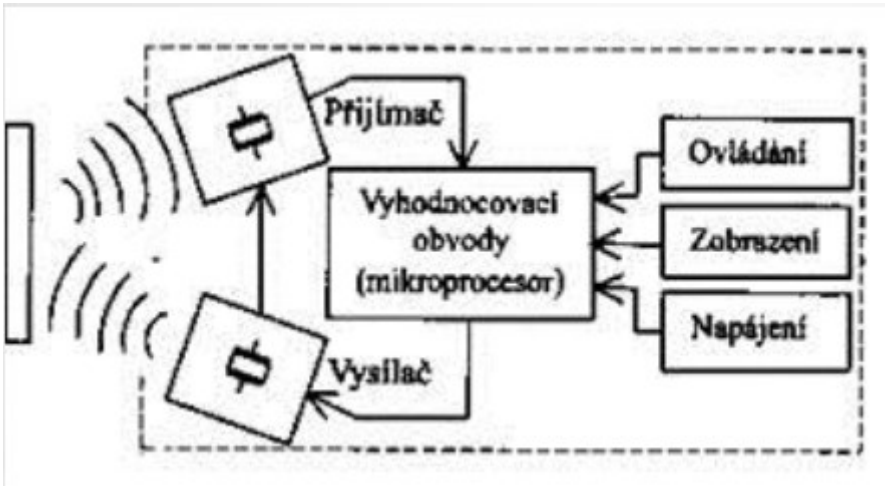
Senzory umožňují sledovat fyzikální, chemickou nebo i biologickou veličinu. Tuto veličinu převádí určitým postupem na elektrickou veličinu, ale jsou i jiné senzory. U kterých se přímo veličina převádí na číslicovou hodnotu. Na konci rozhraní je zařízení, které nám identifikuje stav snímače a následný zápis nebo využití v již předpřipravených regulačních systémech. Vstupní signál je zapotřebí prvně zesílit a taktéž odstranit šum. Následně se signál zpracuje za pomoci linearizace, matematických výpočtů a mnoho dalších druhů převodu pro zpracování signálu. A především jeden z nejdůležitějších kroků je převést signál z analogového na digitální, k tomuto slouží A/D převodník a jeho následné vyslání signálu do mikropočítače (Maixner, 2006).



Obrázek 4.1 – Blokové schéma senzoru (Maixner, 2006)

4.1 ULTRAZVUKOVÝ SENZOR

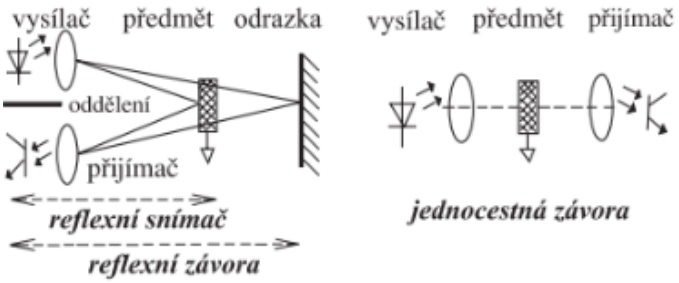
Ultrazvukový senzor pracuje na principu měření doby, která uběhla od vygenerování ultrazvukových pulzů do doby, než tyto pulzy zaznamená přijímač. Tento senzor se využívá zejména při měření hladiny. Taktéž tento snímač lze využít pro měření průtoku. Při měření průtoku princip senzoru je totožný jako při měření vzdálenosti, avšak musí být upřesněn výpočtem, který udá příslušný výsledek (Vylegal, 2014).



Obrázek 4.2 – Ultrazvukový snímač (Vylegal, 2014)

4.2 OPTICKÝ SENZOR

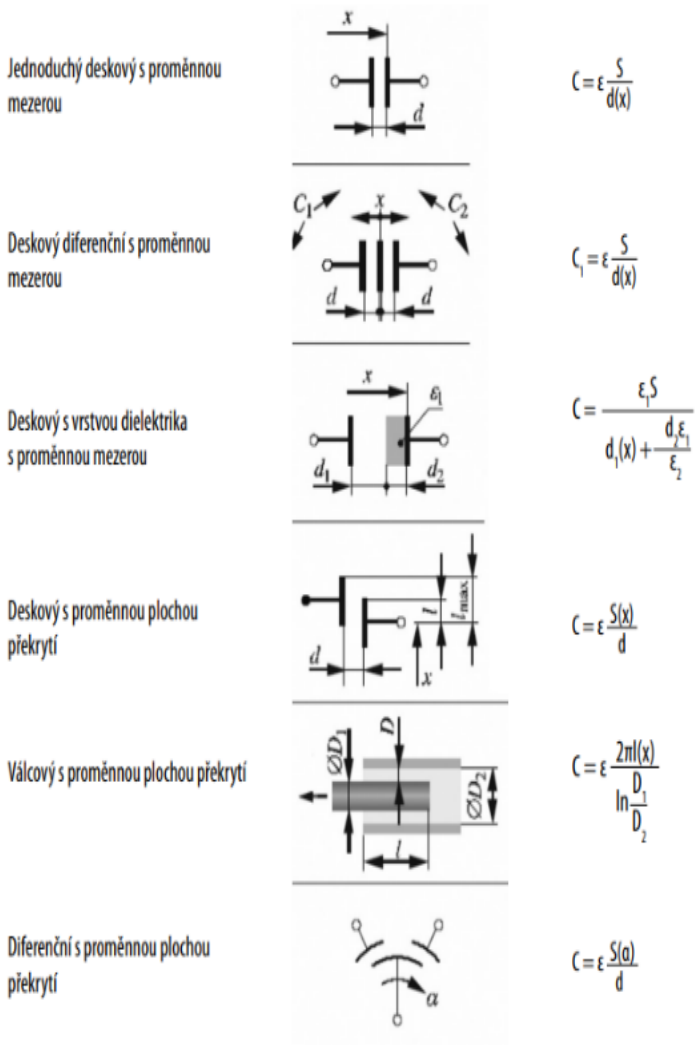
„Princip funkce senzorů, jak již jejich název napovídá, je spjatý se světlem, resp. pracuje na principu detekce existence nebo měření intenzity paprsku světla dopadajícího na přijímací část senzoru“ (Vojáček, 2005). Je možné rozdělit vysílač a přijímač. Tyto senzory lze využít například jako optické závory nebo jako snímač polohy objektu. Pro snímače hladiny se tento senzor nedoporučuje z důvodu možných chyb s čirou tekutinou nebo sypkým materiálem (Vojáček, 2005; Vylegal, 2014).



Obrázek 4.3 – Reflexní a průchozí optický snímač polohy (Vojáček, 2005)

4.3 KAPACITNÍ SENZOR

Kapacitní senzor lze také nazývat spínačem. Tyto senzory umožňují snímat kovové a nekovové předměty a následné sepnutí senzoru. Jsou ideální pro měření výšky hladin kapalin a sypkých materiálů. Kapacitní senzor má velmi rychlou spínací schopnost, tedy se využívá u velmi rychlých systémů. Jeho největší výhodou je ta, že mají dlouhou životnost a dokážou snímat kovové materiály přes nekovové (Eaton., 2022).



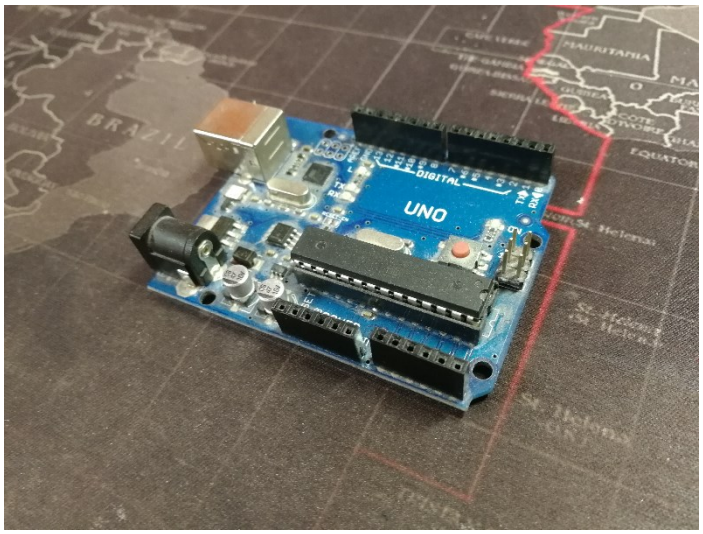
Obrázek 4.4 – Vztahy kapacitních senzorů a princip (Maixner, 2006)

5 ARDUINO

Důvodem vzniku prvního Arduina roku 2005 byla myšlenka vytvořit pro studenty levný vývojový set. Následná oblíbenost tohoto setu mezi studenty donutila výrobce tuto myšlenku a výtvor předvést světu. Výrobce se nacházel ve městě Ivrea s názvem Interaction Design Institute. Je několik typů desek, ale každý vývojový kit má některé vlastnosti společné, a to především procesor od firmy Atmel. Desky Arduina mají různorodé velikosti i obsah jejich paměti. Plno desek taktéž obsahuje převodník, který umožňuje komunikaci mezi PC a deskou za pomoci USB a čipu, ale zase se najdou typy desek, kde tato myšlenka není třeba z důvodu jejich velikosti (Voda, 2017).

5.1 ARDUINO UNO

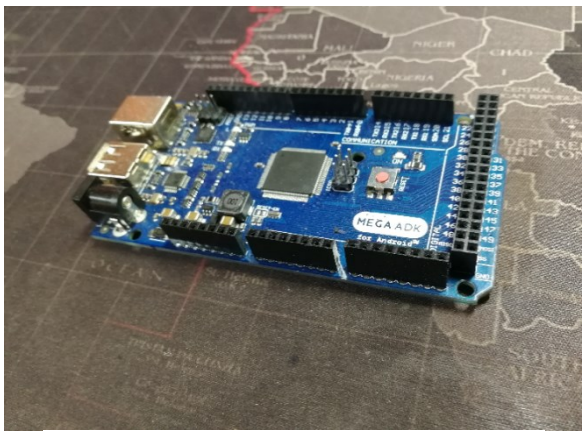
Tento typ Arduina je v dnešní době velmi oblíbený a využívaný. Především díky své ceně, možnosti programování a univerzálnosti. Obsahuje USB port, ATmega 328, digitální piny, analogové piny a napájecí piny s možností výběru mezi 3,3 V a 5 V s možností připojení GND. Díky této desce Arduina byly vyvinuty další dvě speciální desky (Voda, 2017).



Obrázek 5.1 – ArduinoUno

5.2 ARDUINO MEGA 2560

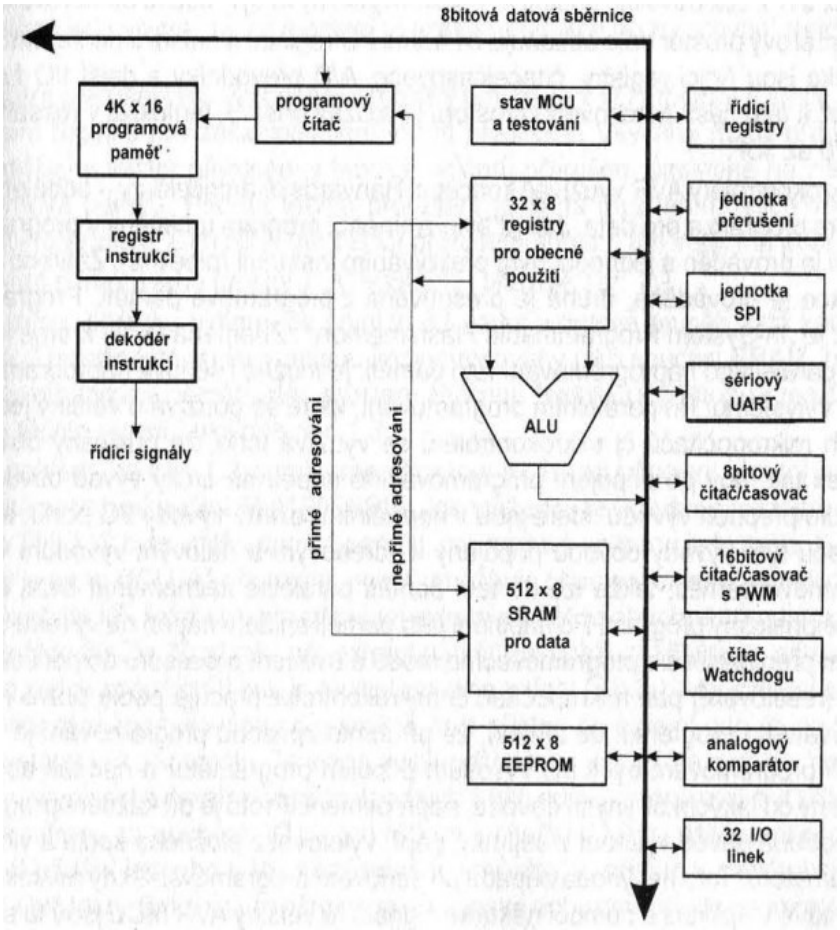
Tento typ Arduina staví na verzi Arduina Uno. Oproti ArduinoUno byl vybaven větším počtem analogových a digitálních pinů. Nadále byl vyměněn ATmega 328 za ATmega 2560. Princip je totožný s Arduinem Uno (Voda, 2017).



Obrázek 5.2 – ArduinoMega 2560

5.3 AVR

Na obr. 5.3 lze vidět strukturu AVR, která pracuje za pomoci 8 bitové datové sběrnice „*Jádro AVR se skládá z 32 stejných 8bitových registrů, které mohou obsahovat jak data, tak adresy*“ (Váňa, 2003 str. 12). Logiku AVR lze zjistit z obr 5.4.



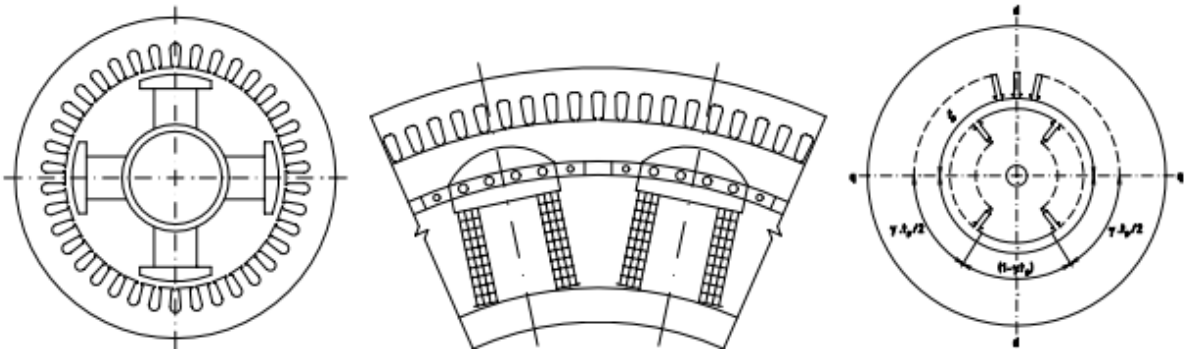
Obrázek 5.3 – Typická struktura AVR (Váňa, 2003)

6 POHONY

„*Motory jsou zařízení, měnící elektrickou energii v mechanickou. Představují tedy elektromechanické měniče energie. Mohou být připojeny ke střídavému nebo stejnosměrnému zdroji energie-jedná se o střídavý nebo stejnosměrný motor*“ (Roubíček, 2004, str. 13). Motory tohoto typu mývají pohyblivé rotory a pevné statory. Mezi statorem a rotorem musí být vzduchová mezera (Roubíček, 2004).

6.1 SYNCHRONNÍ MOTORY

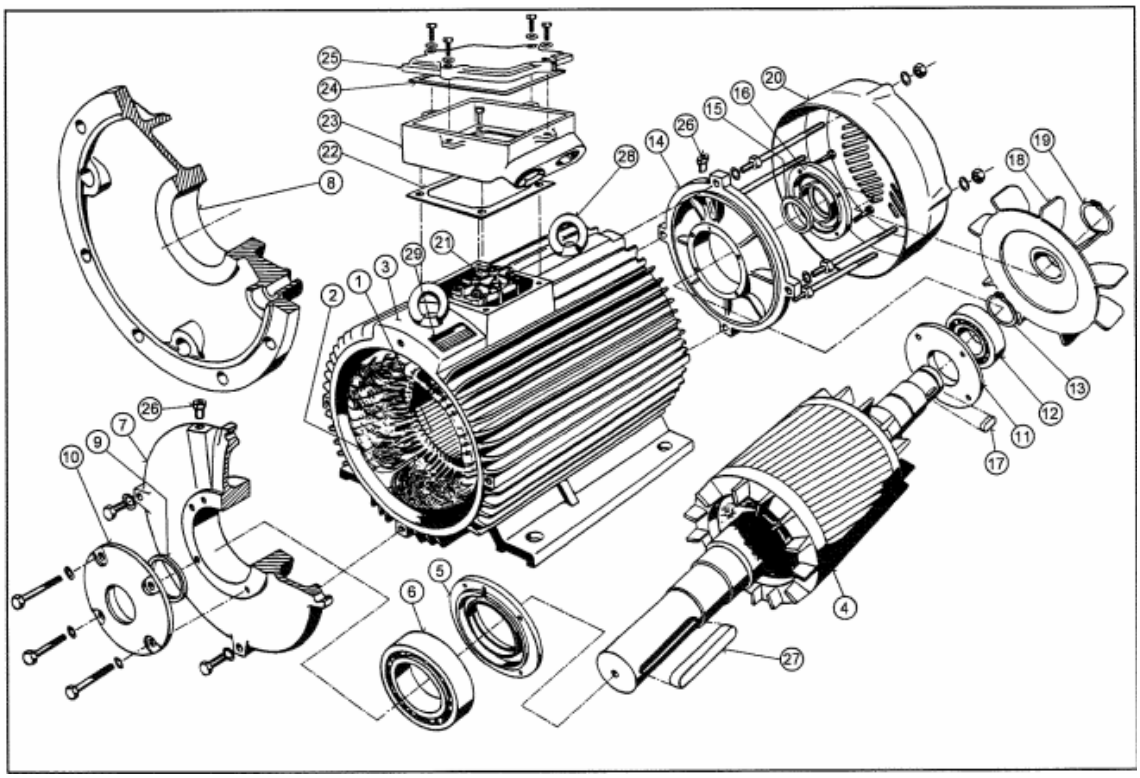
Tyto motory se začaly využívat především z důvodu růstu zkratového výkonu. Synchronní motory se využívají v místech, kde zařízení mají větší výkon, ale zároveň i menší počet otáček, nemají takové nároky na častou změnu otáček a stálejší zatížení, nevyužívají se tak často. Taktéž nevyžadují reverzaci chodu a v nakonec potřebují kompenzaci síťového účinku. Synchronní motor má však svá omezení, z důvodu materiálu je jejich výkon omezen na zhruba 30 MW. Synchronní motory můžeme najít například v kompresorech. V dnešní době je lze nalézt ve střídavých regulačních pohonech nebo například při pohánění pístových strojů. Synchronní motory se lépe uplatňují při výkonech nad 2 MW (Chmelík, 2001; Roubíček, 2004).



Obrázek 6.1 – Synchronní motor s vyniklými póly (Chmelík, 2001)

6.2 ASYNCHRONNÍ MOTORY

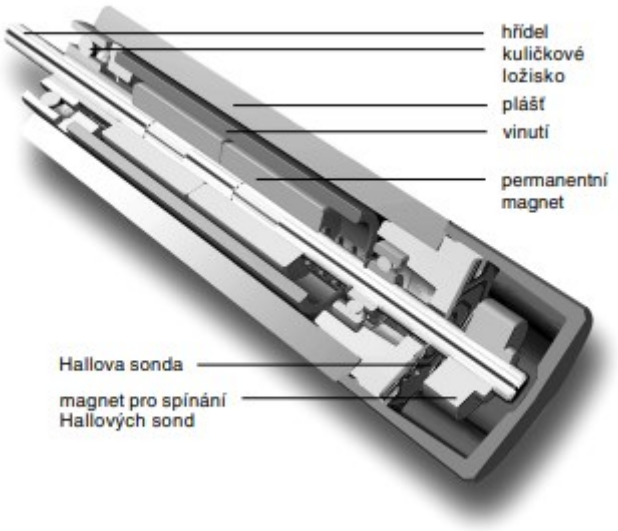
Asynchronní motory by se daly popsat jako elektrický stoj, u kterého poměr otáček a kmitočtu není stabilní. Historie asynchronních motorů sahá více jak 100 let do minulosti. Tento druh motoru je jedním z nejrozšířenějších motorů vůbec. Je používán především pro svou jednoduchost, spolehlivost, nenáročnost a nízkou cenu. Můžeme se s ním setkat u ventilátorů, kompresorů, praček, výtahů, pohonů a mnoho dalšího. K největším problémům tohoto typu motoru patří odebírání jalového výkonu z napájecí sítě nebo také má velmi obtížnou regulaci otáček. A ještě bych rád zmínil, že asynchronní motor, jako ostatní motory, může pracovat buď jako motor nebo jako generátor. Na obr.6.2 lze vidět rozložení asynchronního motoru. (Chmelík, 2001)*„Význam hlavních pozic: 1 - magnetický obvod statoru, 2 - 3f vinutí statoru, 3 - kostra motoru, 4 - magnetický obvod rotoru s klecí nakrátko nalisovaný na hřídeli, 5 - ložiskové víčko zadní vnitřní, 6 - ložisko zadní, 7 - ložiskový štít zadní, 8 - přírubový ložiskový štít, 10 – ložiskové víčko zadní vnější, 11 - ložiskové víčko přední vnitřní, 12 - ložisko přední, 14 - ložiskový štít přední, 16 - ložiskové víčko přední vnější, 18 - ventilátor, 20 - kryt ventilátoru, 21 - svorkovnice, 23 - kryt svorkovnice, 24 - těsnění pod víko svorkovnice, 25 - víko svorkovnice, 26 -maznice, 27 - klín pro volný konec hřídele, 28 - závěsné oko, 29 – štítek“* (Chmelík, 2001, str. 7).



Obrázek 6.2 – Stavba asynchronního motoru (Chmelík, 2001)

6.3 STEJNOSMĚRNÝ MOTOR

„*Stejnosměrné motory používané v automatizaci vznikly z původních stejnosměrných motorů se železným rotorem, s vinutím v rotoru i ve statoru a mechanickou komutací. Mechanický komutátor zajišťuje optimální polohu magnetických polí v motoru při každém zatížení a rychlosti, neboť řídí napájení cívek rotoru podle jeho polohy. Motor se rozběhne při pouhém připojení stejnosměrného napětí*“ (Brož, 2000, str. 54). Díky svým přednostem, využitím a ceně mají stálé využití v průmyslu. Mezi jejich výhody patří velké otáčky, jednoduchá změna směru za použití obrácené polarity a využití motorů s napájením řádech MW. Ale na druhou stranu mají několik nevýhod, mezi které patří potřeba časté údržby, závislost maximálního výkonu a rychlosti otáčení a jedna z těch důležitějších nevýhod je omezení počtu otáček. Tyto motory můžeme v dnešní době stále najít v ponorkách, lodích obráběcích strojů a už hodně zřídka i ve výtazích (Roubíček. 2004).

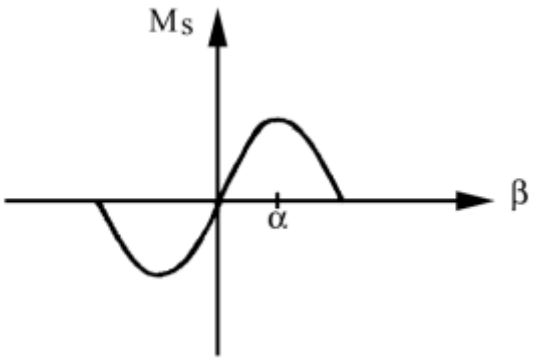


Obrázek 6.3 – Stejnosměrný motor (Brož, 2000)

6.4 KROKOVÉ MOTORY

Krokový motor má impulzní napájení a jeho pohyb se děje po tzv. krocích. Abychom mohli krokový motor ovládat, musíme využívat ovladač motoru. Tento ovladač funguje na principu buzení jednotlivých vinutí v určitém časovém sledu. Každé vinutí odpovídá jednomu kroku. Princip tedy spočívá v postupném magnetizování vinutí a následném pohybu rotoru tímto směrem. V okamžiku, kdy by měl dosáhnout rotor tohoto vinutí, se zmagnetizuje následující vinutí a rotor pokračuje v točivém momentu nadále. Velikost kroku odpovídá úhlu mezi vinutím, tato velikost by měla být stejně velká mezi všemi vinutími v jednom motoru.

Takže tímto motorem můžeme dosáhnout přesného natočení a zastavení. Průběh krokového motoru lze poznat ze statické charakteristiky. Tato charakteristika se skládá ze závislosti mezi statickým momentem Ms na úhel zátěže (Rydlo, 2000).



Obrázek 6.4 – Statická charakteristika (Rydlo, 2000)

7 3D TISK

3D tisk je proces, při kterém dochází k převodu z digitálního návrhu do fyzického. Fyzický návrh se vytváří pomocí vrstev filamentu. „*Představte si, že svůj model rozkrájíte na plátky, jako bramboru na chipsy, a poté nakreslíte tavnou pistolí jeden chips za druhým, až máte celou bramboru*“ (Stříteský, 2019, str. 5).

7.1 3D TISK A JEHO VYUŽITÍ

Dříve se 3D tisk využíval pro tisk prototypů z důvodu lehké výroby. Ale v dnešní době již za pomoci levnějších technologií a ceny můžeme díky 3D tisku vytisknout nedostupné díly nebo ty, které se již nevyrábí a my je v tu danou dobu potřebujeme. Nebo mohu využít tisk pouze pro zábavu. Například pro výrobu postaviček, ozdobných rámů a podobně. Tisk se taktéž využívá v architektuře a stavebnictví z důvodu lepší realizace projektu oproti 2D. Na 2D nemohli autoři ukázat celý potenciál svého projektu, proto začali využívat 3D tisk, aby mohli představit svůj výtvor v lepším světle a ukázat veškerý jeho potenciál (Stříteský, 2019).

7.2 STYLY TISKU

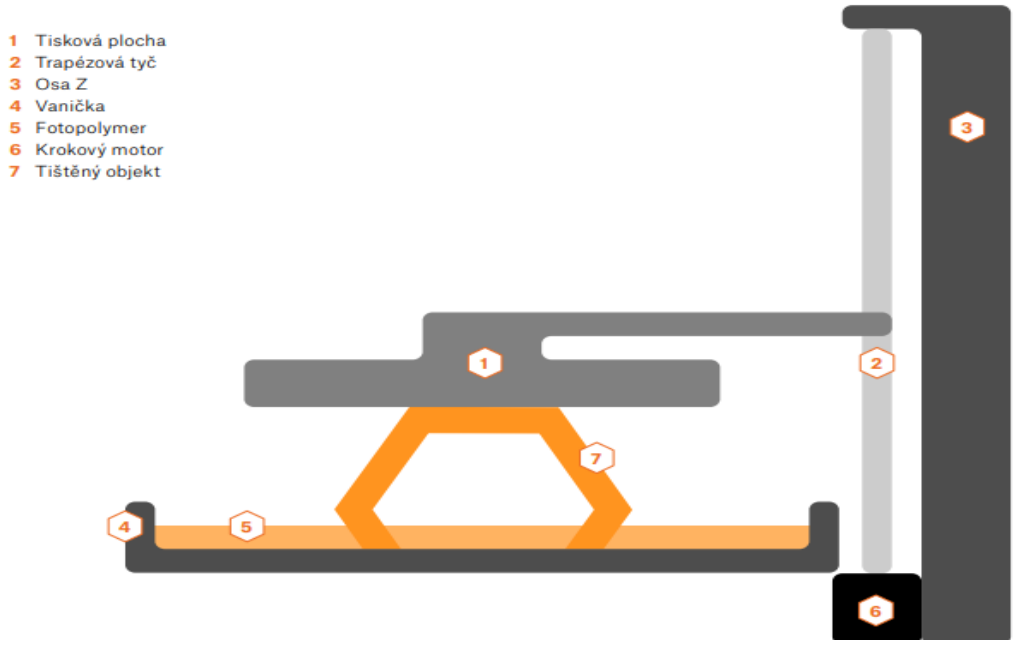
Každý styl tisku má podobný princip, a to postupné nanášení vrstev na sebe. V současné době není styl tisku, který by byl univerzální a použitelný na vše. Styly tisku by bylo možné shrnout do tří tříd, první je vytlačování, další je tekutý materiál a poslední jemný prášek (Stříteský, 2019).

7.2.1 Vytlačování (FDM/FFF)

Tento typ tisku je nejrozšířenější a nejlépe dostupný. *„Je vhodná pro tisk funkčních modelů a prototypů. Stavebním materiálem je primárně roztavený plast. Ten je postupně nanášen na sebe vrstvu po vrstvě. Tiskovým materiálem je tisková struna (filament) nejčastěji průměru 1,75 mm. Dříve se používal také filament s průměrem 3 mm, nevýhodou byla ale menší přesnost v jeho dávkování“* (Stříteský, 2019, str. 11). K této možnosti napomáhají určité komponenty, kterými jsou vyhřívací podložka, rám, krokový motor a ovládací jednotka. Vyhřívací podložka umožňuje zabránit kroucení materiálu. Rám zase umožňuje eliminovat vibrace. Krokový motor umožňuje veškeré pohyby. Za pomoci ovládací jednotky řídíme celou tiskárnu i s tiskem (Stříteský, 2019).

7.2.2 Tekutý materiál (SLA)

Tisk pomocí tekutého materiálu se provádí za pomoci posunu podložky. Po každé vrstvě pryskyřice, která je nanesena za pomocí světla, se podložka posune a provede se zatvrzení. Oproti tisku vytlačováním je tato metoda preciznější, detailnější a není na ní cítit žádný materiál, ale také pomalejší, je zde menší tisková plocha a musí mít odvětrávání z důvodu toxicity pryskyřice (Stříteský, 2019).



Obrázek 7.1 – Stavba tiskárny pro tisk pomocí tekutého materiálu (Stříteský, 2019)

7.2.3 Práškový materiál (SLS)

Během tisku touto možností dochází k tomu, že se nanáší práškový materiál pomocí válce. Ten se následně spéká v místech určené pro tisk, ale práškovací materiál se nedostane do tekutého stavu. Tento druh tisku není moc oblíben mezi veřejností z důvodu ceny, která začíná kolem 150 000 Kč. Z tohoto důvodu se tento druh tisku využívá především v průmyslu (Stříteský, 2019).

7.3 FILAMENT

Filamenty, které se v dnešní době hojně využívají, jsou PLA, PETG a ASA. Jednotlivé filamenty mají výhody a nevýhody pro daný typ tisku. Dobrý výběr filamentu umožní lepší a preciznější tisk, ale každý typ filamentu od různých výrobců nemusí být stejný, muže mít rozdílné tiskové vlastnosti (Stříteský, 2019).

7.3.1 PLA

Tento druh filamentu je nejpoužívanějším druhem. Mezi jeho výhody patří hezký povrch výtisku, žádné toxické výpary, mnoho druhů barev a nízká cena. Na druhou stranu má také své nevýhody, mezi které patří křehkost a nízká tepelná odolnost (Stříteský, 2019).

7.3.2 PETG/ASA

Tento druh je oproti PLA pružnější a lze ho do určité míry ohnout. Velkou nevýhodou těchto materiálů je kroucení na vyhřívací podložce, čím větší chceme tisknout objekt, tím to je náročnější a vzniká obrovský zápach (Stříteský, 2019).

7.4 VÝBĚR MATERIÁLU STAVBY

7.4.1 První myšlenka

První volbou bylo sestavit model výtahu za pomoci dřeva a překližky. Začal jsem s návrhem, ale bylo zjištěno že to není nejlepší volba. A to především z několika důvodů. Prvním a docela závažným důvodem byla velikost výtahu. Díky překližkám a dřevu by byl sestavený výtah silný a bytelný, ale za cenu velikosti. Kdybych na druhou stranu chtěl udělat malý model výtahu tak by bylo velmi složité vyřezat všechny potřebné otvory. A celková nevýhoda této možnosti byla časová náročnost.

7.4.2 Druhá myšlenka

Druhou volbou bylo sestavit model výtahu za pomoci plechů. Tato volba byla z prvotního pohledu velmi vyhovující. Ale po větším průzkumu bylo zjištěno že tato volba není moc dobrá. A to především z důvodu ohýbání plechu, ke kterému je potřeba určité nářadí, které já nevlastním. Nadále taky z důvodu stavby bylo zapotřebí využití plechů o větší šířce, aby bylo možné využít a vyřezat do něho příslušné otvory. A největším problémem této volby byla časová náročnost.

7.4.3 Konečná myšlenka

Poslední a asi nejlepší volbou bylo využití 3D tisku. A to především z důvodu vytisknutí jakéhokoliv tvaru, co daná tiskárna umožní. Mezi tyto tvary patří ozubená kola, držáky, dveře,

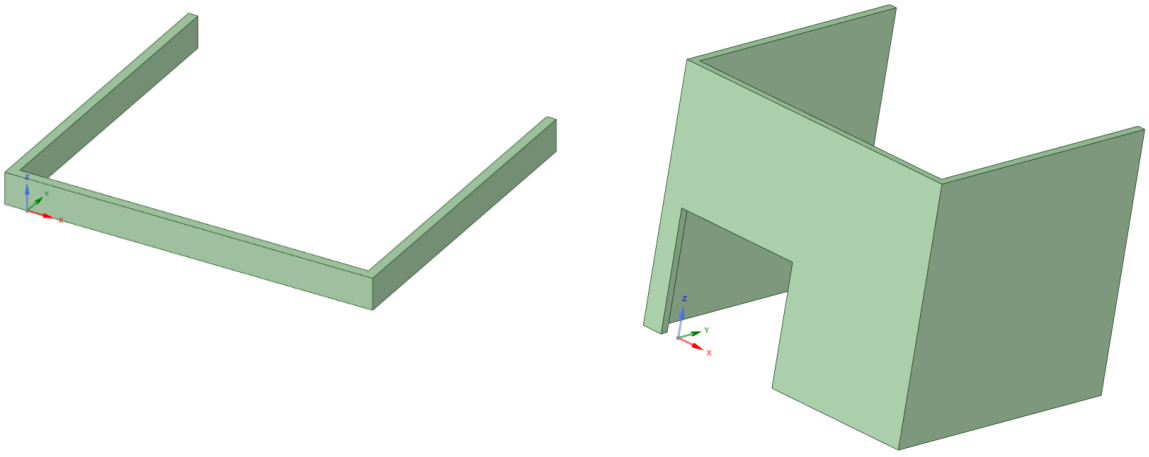
stěny a mnoho dalšího co bylo za potřebí při stavbě modelu. A taktéž to nebylo tak časově náročné jako předešlé dvě možnosti.

8 ČÁSTI VÝTAHU

Při úvaze nad návrhem modelu výtahu s kabinou a celou mechanikou jsem musel experimentovat s druhy modelů. A po několika nesmyslných návrzích jsem vytvořil již funkční návrh modelu výtahu. Návrhy byly uskutečněné ve vývojovém prostředí Design Spark Mechanical 5.0

8.1 ZDI VÝTAHU

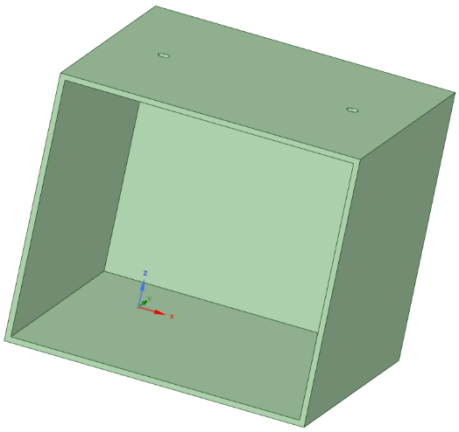
Prvotní návrhy zdí nebyly podobné využívanému návrhu při stavbě modelu, v prvotním návrhu byly stěny ve tvaru čtverce. Tento návrh jsem okamžitě zamítl z důvodu nedostatku prostoru pro manipulaci a vestavění všech potřebných komponentů. Můj konečný návrh byly zdi ve tvaru čtverce bez zadní stěny. Tento typ návrhu mi umožňoval manipulaci s komponenty uvnitř zdí. Nevýhodou tohoto návrhu byl prostor mezi bočními stěnami, a to především z důvodu mechaniky dveří, ale tento problém se dal vyřešit za pomoci vývrtu do jedné této strany. Zdi mají šířku 6 mm, délka stavby činila 199 mm, výška byla 190 a šířka činila 230 mm. Prostor pro dveře jsem zvolil o šířce 100 mm a výšce 90 mm. Tuto velikost jsem zvolil z důvodu viditelnosti a následnému ukázání komponentů v kabině vyučujícímu. Nadále jsem navrhl i takzvané betonové podlaží, které slouží k volnému prostoru a mělo sloužit k umístění Arduina Una, ale z důvodu použití Arduina Mega 2560 jsem ho již nemohl využít. Rozměry zdí jsou 230 mm, výška 20 mm a délka 199 mm.



Obrázek 8.1 – Zdi výtahu

8.2 KLEC

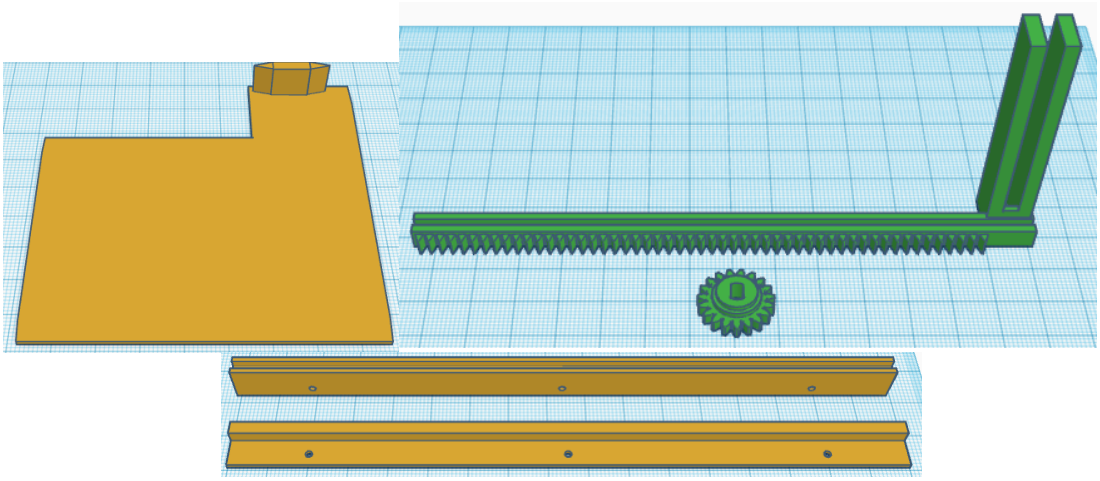
Klec výtahu byla navrhnuta tak, aby bylo možné k ní přivázat lanko, díky kterému by měla být v rovnováze. Při následném sestavování byla změněna klec výtahu několika způsoby a to přidáním 10 nových otvorů tvaru kruhu. Tyto otvory slouží převážně k připevnění určitých komponentů na klec nebo do klece. Tyto komponenty jsou součástí mechaniky otevírání dveří. Výjimkou jsou 4 otvory, které slouží pro stabilitu klece, kterými prochází tyče. Tyto tyče mají za úkol eliminovat možné posuny klece jiným směrem, než je vertikální posun. Šířka klece je 108 mm, výška 96 mm a délka 104 cm. Výběr této velikosti byl z důvodu potřeby přidělání komponentů a následné ukázání na videu při obhajobě této práce. Tento návrh byl využit hlavně díky svému tvaru a možnosti využití. Původně bylo zamýšleno využít papírovou krabici nebo klec vytvarovat z plechu. Tyto volby jsem ale rychle zamítl, nejen z důvodu jiného materiálu, ale taktéž z důvodu aktualizace otvorů během sestavování modelu. Oproti klecím, které se využívají v reálném výtahu, je můj model ošizen o záchytné lano a možnost úniku přes únikový otvor na stropě výtahu. Taktéž budou přes tuto klec procházet pomocné tyče, které mi pomohou s provozem, u skutečných výtahů jsou využívané kovové konstrukce, tyto konstrukce nemohu z důvodu prostoru využít ve svém modelu.



Obrázek 8.2 – Kabina výtahu

8.3 DVEŘE A POTŘEBNÉ KOMPONENTY K TOMU

Návrh dveří a její mechaniky byl pro mě tím nejtěžším úkolem. Prvotně jsem měl problém s volným prostorem mezi zdmi, ale také jsem měl potíže vůbec s myšlenkou, jak to navrhnout, aby se mi otevíraly všechny dveře. Po delším rozhodování jsem se ujistil, že by bylo vhodné udělat dveře s jinou mechanikou a otevírat je za pomoci jednoho motoru. Tento motor je umístěn na kleci. Prvním návrhem, který jsem provedl, byly dveře s vystouplým kolíkem pro udržení potřebného komponentu. Tyto dveře i s kolíkem mají šířku velikosti 84 mm s délkou 85 mm. Následně jsem pro tyto dveře musel navrhnout drážky, ve kterých se může pohybovat. Tyto drážky nebylo moc těžké nějak navrhnout nebo vymyslet. Jsou o šířce 10 mm a délce 170 mm. A v neposlední řadě jsem využil zmíněného kolíku a navrhl jsem pro něj nástavec s ozubením a ozubené kolo, které se do něj vejde. Ozubené kolo se umístí na krokový motor, který bude připevněn na kabinu výtahu.



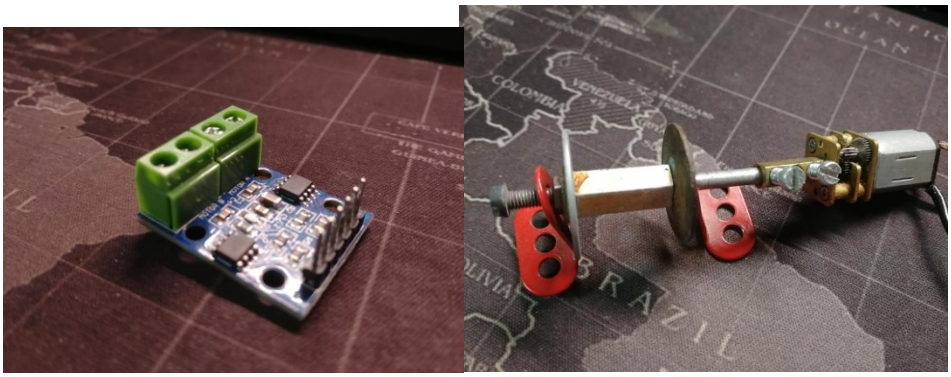
Obrázek 8.3 – Dveře a komponenty k nim

9 HARDWARE

K funkčnosti výtahu jsem musel využít i jiné komponenty než ty, které jsem vytiskl na 3D tisku. Jedná se o motory, dotykový displej, Arduino a taktéž i o zdroj napětí.

9.1 DC MOTOR S PŘEVODOVKOU A H-MŮSTEK

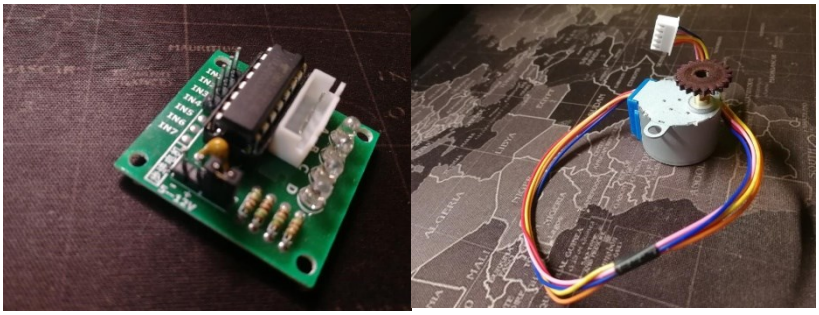
Jak již název napovídá, využil jsem DC motor s převodovkou, který má potřebné 5V napětí a 82 mA proud. Tento motor jsem využil především ze zkušenosti na jiných projektech. Tento motor při chodu naprázdno může docílit až 232 ot/min, tudíž v mém modelu těchto otáček není vůbec zapotřebí, ale také má krouticí moment 107,5 g/cm. Rozměry tohoto motoru činní 16 mm délky a 9 mm převodu. Tyto rozměry jsem musel po „domácku“ prodloužit, abych zajistil možnost připevnění větší hřídele. Motor tohoto typu jsem si vybral především z důvodu velikosti a počtu otáček. Také bylo výhodné, že potřebuje pouze 5V napětí, které mohu získat i za pomoci Arduina. Bylo zapotřebí za pomoci pájky připojit k tomuto motoru dva vodiče, které jsem mohl zapojit do H-můstku. H-můstek jsem zvolil především z důvodu jednoduššího naprogramování změny otáček. Tato problematika by se dala vyřešit přes tranzistory a odpory, ale já se rozhodl využít H-můstek i z důvodu velikosti a náročnosti v programu. Za pomoci H-můstku jsem mohl jednodušším způsobem i připojit motor k Arduinu Mega 2560. Tento můstek jsem umístil na strop mého výtahu z důvodu lepšího rozvodu kabelů oproti možnosti umístění vespod výtahu.



Obrázek 9.1 – DC motor a H-můstek

9.2 KROKOVÝ MOTOR

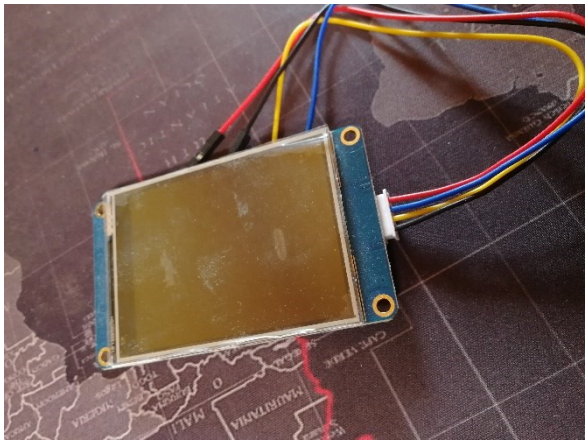
Při návrhu výtahu byla dobrá myšlenka využít na mechaniku dveří krokový motor oproti jinému typu motoru. A to především z důvodu, že by bylo velmi složité a namáhavé zjistit, kolik otáček motor učinil. Šlo by to vyřešit přes počítání času, který uběhne do úplného otevření a při zavírání tento čas odečítat, když by pasažér chtěl opětovně otevřít dveře, tak k tomu přičíst hodnotu, která mi znovu doplní hodnotu při maximálním otevření dveří. U krokového motoru tento problém nemusím vůbec řešit. Krokový motor mohu za pomoci ovládací jednotky a Arduina ovládat a spínat ho tak, aby provedl určitý počet kroků. Ovládací jednotka mi slouží k postupnému spínání určitých vinutí a následnému provedení kroku. Tato ovládací jednotka je ovládána za pomoci čtyř pinů, které jsou vyvedeny z Arduina. Motor jsem umístil do vnitřku kabiny výtahu, a to především z důvodu lepší možnosti sladění s mechanikou dveří. Taktéž ovládací jednotka je umístěna ve vnitřku kabiny, a to především z limitující vzdálenosti mezi motorem a ovládací jednotkou. Tato limitující vzdálenost je dána pěti vodiči. Taktéž na ovládací desce můžeme nalézt čtyři LED diody, které nám umožňují sledovat směr kroků. Tyto diody jsou označeny písmeny A, B, C a D. Když svítí LED s písmenem A znamená to, že motor stojí. Při rozsvícení diody písmene D na ovládací jednotce se děje to samé. Signálem pro funkčnost a běh motoru je rozsvícení všech čtyř LED diod najednou. Byl využit krokový motor typu 28BYJ-48. Tento motor potřebuje 5 V, které generuji ve svém zdroji napětí.



Obrázek 9.2 – Krokový motor s řídicí jednotkou

9.3 OVLÁDACÍ JEDNOTKA

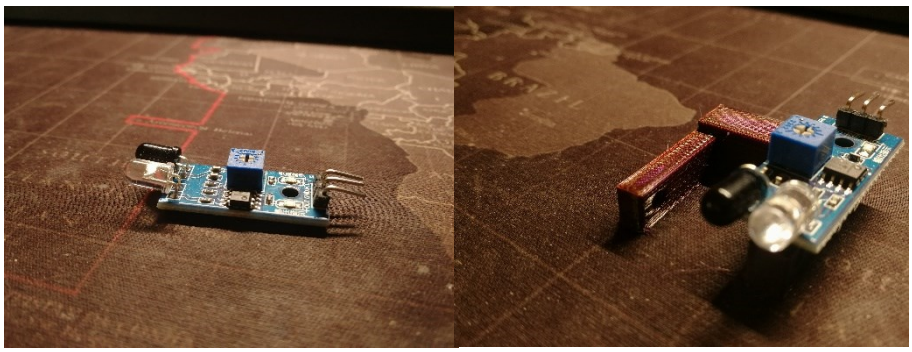
Mým prvním návrhem bylo ovládání za pomocí tlačítek. Ale po delší úvaze jsem se rozhodl využít dotykového LCD displeje. A to především z důvodu pěkného vizuálu a lepšího ovládání výtahu. Využil jsem dotykový LCD displej s názvem Nextion velikosti 320 x 240 TFT. Tento druh dotykového displeje jsem nastavil za pomoci SD karty a editoru od Nextionu. V tomto editoru si lze nastavit mnoho věcí, lze nastavit určitá tlačítka tak, aby při stisku se vyslal nějaký určený znak či písmeno.do zařízení Arduina. Nebo tlačítko lze nastavit na otevírání určitých oken. Tyto možnosti se mi osobně velice hodily. A to především z důvodu nutnosti vytvořit patro s podmínkou znalosti hesla. Tento problém jsem tedy vyřešil za pomoci LCD displeje. Vytvořil jsem na novém okně jedenáct tlačítek. Tyto tlačítka slouží jako možnost zadávání číselných hodnot. Když se provede správné zadání jednotlivých šesti číselných hodnot, otevře se okno s možností všech pater plus s jedním navíc. Při špatném zadání hesla se otevře původní okno pro běžný režim výtahu. Při nesprávném stisku tlačítka pro obslužný režim lze se tlačítkem „Zpět“ opětovně vrátit na předešlé okno. Taktéž za pomoci tohoto LCD displeje zobrazuji, ve kterém patře se v tomto okamžiku nachází kabina výtahu. S tímto displejem byl jediný problém, a to při nahrávání upravené verze rozhraní z editoru. Po napsání na podporu bylo zjištěno, že využívám špatný postup nahrávání rozhraní displeje. Z důvodu vlastní paměti tohoto displeje bylo zamýšleno nahrávání rozhraní pouhým připojením k Arduinu Mega. Ale bylo zapotřebí využít SD kartu, aby bylo možné nahrát rozhraní a následně již zmíněnou kartu vložit do displeje. Zapojení tohoto displeje spočívá v pouhém přivedení vodiče na pin Arduina. Obsahuje to zapojení čtyř vodičů, z toho jsou dva vodiče na napájení a dva pro komunikaci s označením RX a TX.



Obrázek 9.3 – LCD displej Nextion 2.8

9.4 SNÍMAČE

Snímače mi slouží k zjištění aktuální pozice výtahu. Měl jsem na výběr mezi třemi druhy snímačů. Tyto tři snímače jsou ultrazvukový snímač, kapacitní snímač a optický snímač. První myšlenkou bylo, že by se využil ultrazvukový snímač. Po delší době bylo zjištěno, že to není ten nejlepší nápad. A to především z důvodu složité instalace oproti jiným typům snímačů, ale také z důvodu potřeby většího prostoru. Dalším snímačem, který by se mohl hodit na můj model výtahu, byl kapacitní snímač. A to především z důvodu jeho schopnosti snímat prostor v určité vzdálenosti a následně určit objevení objektu v tomto rozmezí. Volba využití tohoto typu snímače byla velmi lákavá, ale po delší době jsem se rozhodl využít optické snímače. Tento druh snímače jsem si zvolil především z důvodu možnosti vlastního nastavení snímané vzdálenosti. Tuto vzdálenost mohu manuálně měnit přímo na snímači. Ze snímače vedou dva vývody, které slouží pro napájení a jeden určen pro přenos informace. Prvním krokem bylo zjistit, jaký druh informace mi při sepnutí snímače vstupuje do Arduina. Ale díky možnosti využití internetových stránek bylo zjištění této informace velmi rychlé. Dalším krokem bylo vymyslet, jak tento signál ve svém programu využít. Následná manipulace s tímto snímačem proběhlo již bez větších zádrhelů. V prvotním návrhu bylo využít pouze čtyři snímače. Ale z důvodu toho, že bylo zapotřebí mít nějaký záznam, kdy začít se zpomalováním kabiny, bylo zapotřebí dokoupit další čtyři snímače a připevnit je jako předešlé snímače ke zdi modelu. Nadále při postupném zprovozňování výtahu bylo zjištěno, že v některých patrech v určitém směru bude zapotřebí změna zpomalování výtahu na zastavení výtahu a obráceně. K připevnění optických snímačů jsem využil 3D tisku. Za pomocí tisku jsem si navrhl a vytiskl komponenty ve tvaru U, na které jsem snímače připevnil a následně přidělal k stěnám výtahu. Jednotlivé snímače jsem umístil na úrovni spodní části dveří a vrchní části dveří. Vysvětlení využití těchto snímačů je v kapitole software.



Obrázek 9.4 – Snímače

9.5 STAVBA MODELU VÝTAHU

9.5.1 Stavba modelu

Prvním krokem při stavbě modelu bylo vytisknout již navržené modely výtahu i s komponenty. Bylo docela problematické vytisknout zdi výtahu nejen z důvodu velikosti, ale taktéž z důvodu správného výběru filamentu. Rozhodl jsem se vytisknout všechny potřebné komponenty na 3D tiskárně. A z důvodu velikosti tisku byl tisk velmi zdlouhavý a bylo zapotřebí i několikrát tisk opakovat z důvodu špatného nanesení filamentu v průběhu tisku. Po zhruba šesti týdnech byly stěny již dobře vytisknuté a mohly se tisknout zbylé komponenty k mému modelu výtahu. Po úplném výtisku všech věcí přišla řada na lepení stěn k sobě, k tomuto jsem využil lepidlo od firmy Henkel. Toto lepidlo se využívá na lepení PVC a dokáže udržet až 10 barů. Tudíž využití tohoto lepidla na slepení mých pater k sobě byla ideální volba, ale před nanesením lepidla bylo zapotřebí odmastit povrch před nanesením lepidla. K odstranění mastného povrchu byl využit líh. Po nalepení všech pater k sobě a zatuhnutí lepidla bylo možné pokračovat v dalších pracích. Dalším krokem bylo nalepení dveří s drážkami, ve kterých se budou moci pohybovat. Při lepení drážek, do kterých se umístí dveře, byl zjištěný problém ohledně přízemí. Bylo potřeba dodělat návrh a vytisknout spodní část výtahu, aby bylo možné přilepit drážky na dveře. Po vytisknutí a dolepení spodní části výtahu již nebyl žádný problém s instalací dveří. Následným úkolem bylo připevnit ozubenou drážku ke dveřím výtahu. Ale v této části práce nastal problém. Při nasazení drážky bylo zjištěno, že nelze s ní zavřít dveře z důvodu malého prostoru mezi zdmi. Tento problém původně neměl žádné řešení, ale nakonec jsem se rozhodl vyvrtat do zdi čtyři otvory tak, aby drážka mohla projít zdí. Otvory jsem dělal o velikosti 10 mm. Následně jsem přidělal k této drážce úchyty, aby nebylo možné, že by se pohnula jiným směrem, než má. Po vyřešení všech těchto úkonů nastal ten nejtěžší problém, a to správně připevnit kabinu výtahu, aby se správně zapadaly zuby na krokovém motoru do zubů drážky. Prvotním krokem bylo zajistit kabinu výtahu tak, aby se nemohla nijak hýbat kromě svislého směru. Tato problematika byla vyřešena za pomoci dvou tyčí válcovitého tvaru. Tyto tyče jsou umístěny v rozích výtahu. A nakonec jsem propojil strop výtahu se zemí výtahu taktéž za pomoci dvou tyček, které jsou umístěny z venkovní strany zdí a jsou ukotveny pomocí matiček.

9.5.2 Připevnění komponentů a kabeláž

Po sestavení modelu výtahu bylo na řadě připevnění a umístění všech potřebných komponentů. Prvním komponentem, který byl připevněn, byla ovládací jednotka pro krokový motor, která byla umístěna v kabině výtahu. Dalším umístěným komponentem byl krokový motor na hranu kabiny, díky němuž lze otevírat dveře. Ovládací zařízení je umístěno uvnitř kabiny, a to především z důvodu nemožného prodloužení vodičů krokového motoru. Vodiče vyvedené z ovládací jednotky krokového motoru jsem za pomoci vyvrtaného otvoru v zadní stěně výtahu vytáhl ven. Dalším připevněním komponentem byl DC motor. Tento motor jsem umístil na úplný vrchol celého výtahu a za pomoci tří kladek a protizávaží jsem mohl ovládat výtah. Celková váha kabiny s krokovým motorem a ovládací jednotkou byla 171 gramů. Tudíž jsem musel zvolit váhově odpovídající předmět za účelem využití jako protizávaží. Předmět dané váhy jsem nesehnal, ale za pomoci matek a dalších pomocných materiálů jsem dokázal získat požadovanou hmotnost a umístil jsem ji nalevo od kabiny výtahu. Následným připevněným komponentem byly snímače, tyto snímače jsem umístil na již připravenou destičku ve tvaru U a pak jsem je přilepil. Po přidělání všech potřebných komponentů jsem začal s připevněním vodičů. Připevnění vodičů jsem uskutečnil za pomoci pájky a cínu. Již přidělané kabely jsem vedl připevněním na venkovní stranu stěny a následujícím připojením buď na nepájivé pole nebo Arduino Mega 2560. Prvním zamýšleným způsobem připevnění snímačů, bylo upevnit je za pomoci šroubu přímo ke zdi výtahu, ale tento způsob nebyl vhodný z možného poškození snímaného prostoru.

9.5.3 Upravení modelu

Při konstrukci výtahu došlo k několika problémům. První problém se vyskytl, když jsem uvažoval nad tím, jak připevnit kabinu výtahu. Prvním zamýšleným způsobem bylo, že se za pomoci tyče připevní kabina ze strany a zezadu. Když probíhal pokus se zprovozněním výtahu, tak bylo zjištěno, že to není dobrý nápad využít tuto stavbu v mém modelu. Nakonec jsem se rozhodl, že zvolím jinou alternativu, a to připevnění dvou kovových tyček v rozích kabiny, které pomáhají udržet výtah tak, aby nedělal žádné jiné pohyby než ty, které jsou potřebné. Následným problémem bylo, jak upevnit motor na vršku výtahu. Bylo mnoho způsobů, jak tento problém vyřešit. Od ocelového plíšku přes dřevěné držáky, ale nakonec jsem si vybral stavebnici Merkur. A to především z důvodu vlastnictví přibližně čtyř kousků této stavebnice. A za pomoci šroubků, matiček, ohýbání a natahování jsem docílil upevnění motoru a kladek na vršku výtahu. Posledním problémem bylo otevírání dveří. Můj model výtahu počítá s tím, že

kabina zajede do zubu od dveří a následně se otevřou, toto patřilo mezi ty menší problémy stavby, protože jsem to musel mít na milimetr přesně. Tudíž jsem musel upravovat nějak stavbu, abych měl vůbec možnost to rozchodit, ale za pomoci lepení a posouvání jsem tento problém nakonec vyřešil. A posledním krokem bylo připevnit snímače. Vytáhl jsem si kabinu výtahu přesně tak, jak jsem potřeboval a následně jsem připevnil snímače. Snímače byly připevněny tak, aby snímaly kabinu přesně v tom místě. Aby bylo vůbec možné zprovoznit otevírání dveří.

9.6 NAPÁJENÍ

Napájení je vyřešeno za pomocí Arduina a po domácku vyrobeného zdroje napětí v rozmezí 3 až 30 V. Tento zdroj byl již navrhnut na střední škole na kterou jsem docházel. Ale z důvodu nedostatku času nebyl na střední škole zdroj dodělán. Byl dokončen z důvodu využití v bakalářské práci během třetího roku studia na vysoké škole.

9.7 DOTYKOVÝ DISPLEJ

Prvotní zamýšlenou variantou bylo využít možnosti programovacího prostředí a za jeho pomoci vytvořit simulovaný displeje. Tento simulovaný displej měl obsahovat všechna potřebná tlačítka a funkce. Ale při hledání krokového motoru jsem narazil na dotykový displej Nextion, který jsem nadále využíval.

9.7.1 Výběr typu displeje

Firma Nextion vyrábí mnoho druhů dotykových displejů. Nemohl jsem se vůbec rozhodnout mezi Nextionem 2.8 nebo 3.5. Prvním očividným rozdílem byla cena těchto dvou možností displeje. Cena Nextionu 2.8 se pohybovala kolem 700 - 900 Kč za kus. A u Nextionu 3.5 byla cena až kolem 1500 Kč. Již z prvotní informace jsem usoudil, že pro mě bude asi nejlepší možností si zvolit Nextion 2.8. Kromě ceny mě ale také v tom utvrdila velikost rozhraní displeje. Neboli velikost rozhraní displeje Nextionu 2.8 byla menší než u Nextionu 3.5. Pro svou práci jsem nepotřeboval obrovský dotykový displej, tudíž jsem zvolil možnost 2.8 a to především z důvodu velikosti a ceny.

9.7.2 Nastavení titulní strany displeje

Na titulní straně, kterou uvidí každý pasažér, je umístěno šest tlačítek. Každé toto tlačítko umožňuje jiný druh operace s modelem výtahu. Vrchním tlačítkem se umožňuje sjet kabinou výtahu do přízemí nebo otevřít dveře, jestliže již výtah v přízemí je. Dalšími dvěma tlačítky pod přízemím je první a druhé patro, funkce je úplně stejná jako u prvního tlačítka. Dalšími tlačítky na titulní straně displeje je tlačítko „STOP“. Toto tlačítko vysílá znak f, který umožní zastavení motoru a opětovné stisknutí obnovení chodu motoru. Toto tlačítko při stisknutí změní barvu a tím znázorňuje, že STOP je stisknuté. Následné tlačítko s názvem „dveře“ je určen pro otevření dveří. Ovšem je funkční pouze tehdy, když je výtah v klidovém stavu v patře. A posledním tlačítkem je „Obsluha“. Při stisku tohoto tlačítka se na displej změní

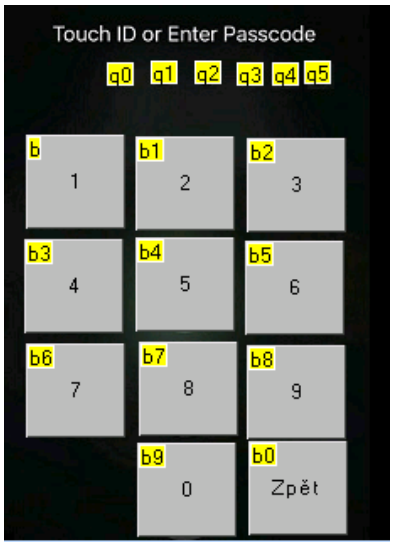
obrazovka z titulní strany na stranu s heslem. Pozadí titulní strany je výstřižek ze známého filmu Matrix.

Obrázek 9.5 – Titulní strana

9.7.3 Strana displeje s heslem

Strana s heslem je černé barvy, na které je umístěno deset tlačítek s čísly a jedním tlačítkem na zpětný vstup na titulní stranu. V prvotním kroku jsem při návrhu strany s heslem vložil černé pozadí, následně jsem přidal klávesy s označením určitých hodnot a tlačítko pro vstup na titulní stranu z důvodu chybného stisku tlačítka, který umožnuje vstup na tuto stranu displeje. Následně jsem naprogramoval každé tlačítko jednotlivě, aby se mi zapsala do dané hodnoty stran a následně se mi zaškrtlo políčko jako záznam, že již bylo číslo zapsané. Po zapsání šesticiferného čísla se kontroluje, jestli daná hodnota je shodná s hodnotou strany, při shodné hodnotě se otevře strana pro obsluhu, v opačném případě proběhne znovuotevření titulní strany. Hodnota strany je určena podle čísel, které uživatel zadá. Jak již bylo avizováno, program, který umožňuje napsání hesla, funguje na typu zápisu hodnoty na danou stranu. Toto je možné za pomoci několika podmínek typu if. V každé této podmínce jsou dvě akce. První touto akcí je zápis hodnoty. Další akce v podmínce je zaškrtnutí prázdného políčka pro znázornění zapsání hodnoty. Správné heslo, které je potřeba zapsat pro vstup do obslužného režimu, lze zvolit. Já zvolil šesticiferné číslo, které je 123456. Toto heslo lze jednoduše změnit za pomoci změny čísla strany. Tímto lze měnit daná hesla. Přemýšlel jsem nad několika možnostmi, jak reagovat na špatné zadání hesla. V prvotní myšlence bylo, že by se již zapsané hodnoty jen resetovaly a toto pořád dokola. Další myšlenkou bylo zablokování vkládání hesla způsobem, že by se displej přepnul na jinou stranu. Například při špatném zadání hesla třikrát za sebou by se displej přepnul na stranu, kde by setrval 15 sekund a následně by se vrátil na

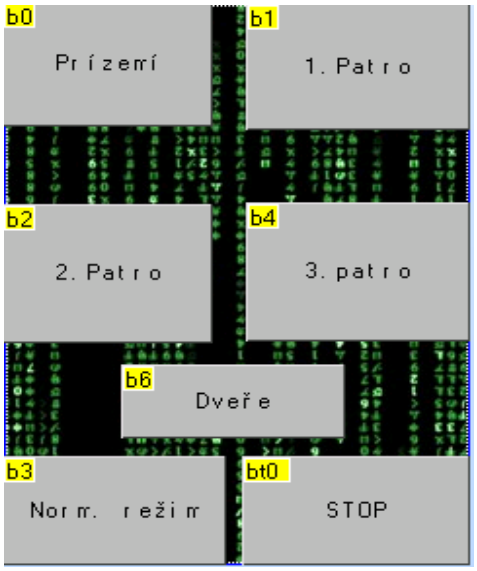
titulní stranu. Tuto možnost jsem zavrhl z důvodu, že výtahy v reálném světě neblokují zadávání hesla při opětovně špatném zadání. Tudíž jsem zvolil poslední možnost, a to vrácení displeje na titulní stranu po špatném zadání hesla.



Obrázek 9.6 – Strana s heslem

9.7.4 Strana pro obsluhu

Tato strana má skoro stejné vlastnosti i tlačítka kromě jednoho jako na straně úvodní. Tato strana je dostupná pouze osobám, které znají přístupové heslo. Rozdílem oproti titulní straně je ten, že jsou ve výběru pater přidány dvě možnosti, a to přidáno jedno patro navíc nebo odchod do normálního režimu. Přidané patro má totožné vlastnosti jako všechna předchozí patra, tudíž na této straně lze cestovat do všech pater neomezeně. Stiskem tlačítka s názvem „Norm. režim“ se spustí návrat do normálního režimu. Při návratu do normálního režimu mohou nastat dvě možnosti. První možností je, když se kabina nachází ve 4 patře, tak se posune o jedno patro níže. A druhou možností je, že výtah zůstane stát v daném patře. Ale pokud kabina při stisku tohoto tlačítka bude umístěna ve čtvrtém patře, nastane automatické spuštění motoru a kabina sjede o patro níže neboli do třetího patra. A to z důvodu přechodu na normální režim, kde nemá být možnost volby čtvrtého patra.

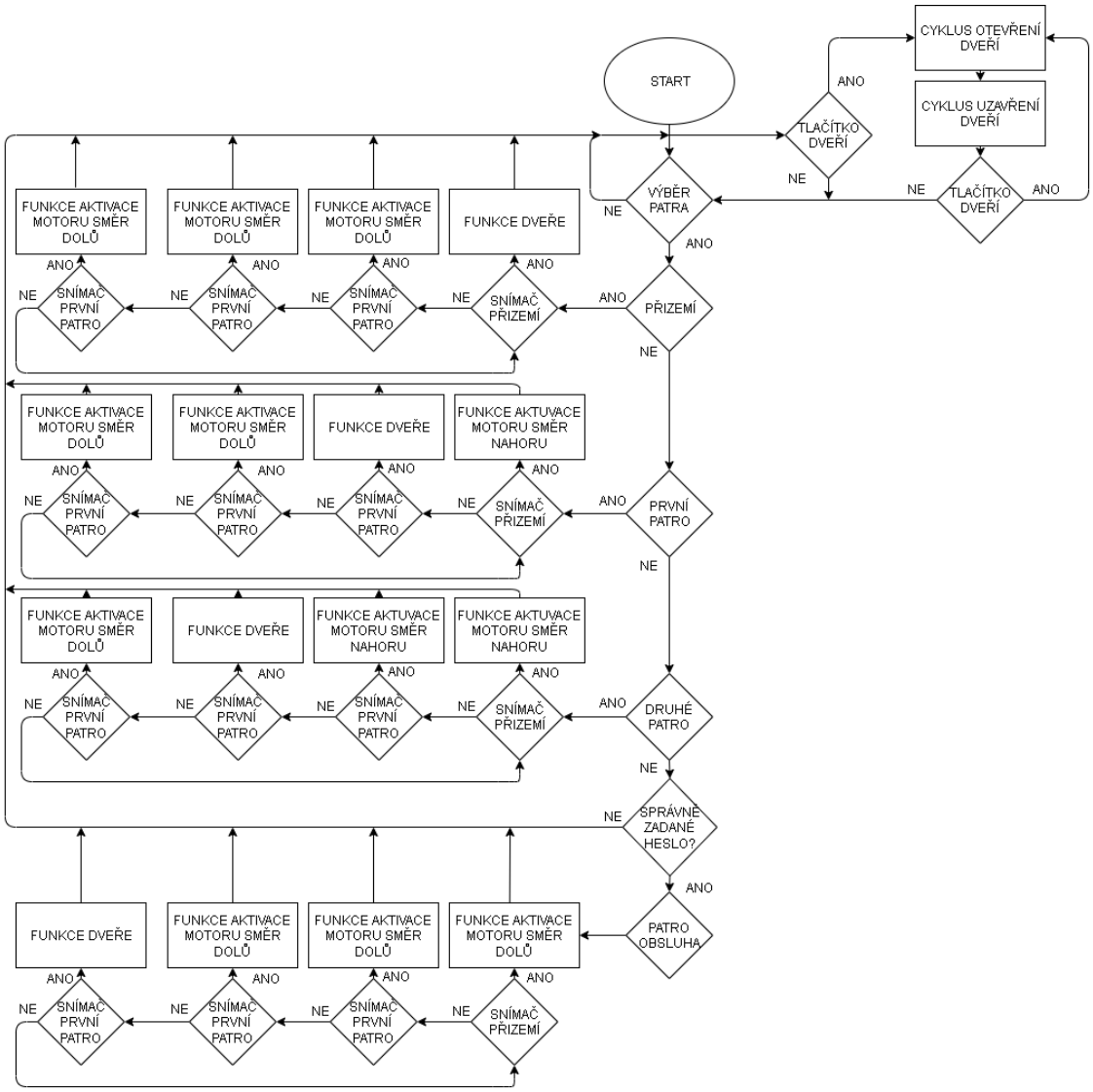


Obrázek 9.7 – Strana pro obsluhu

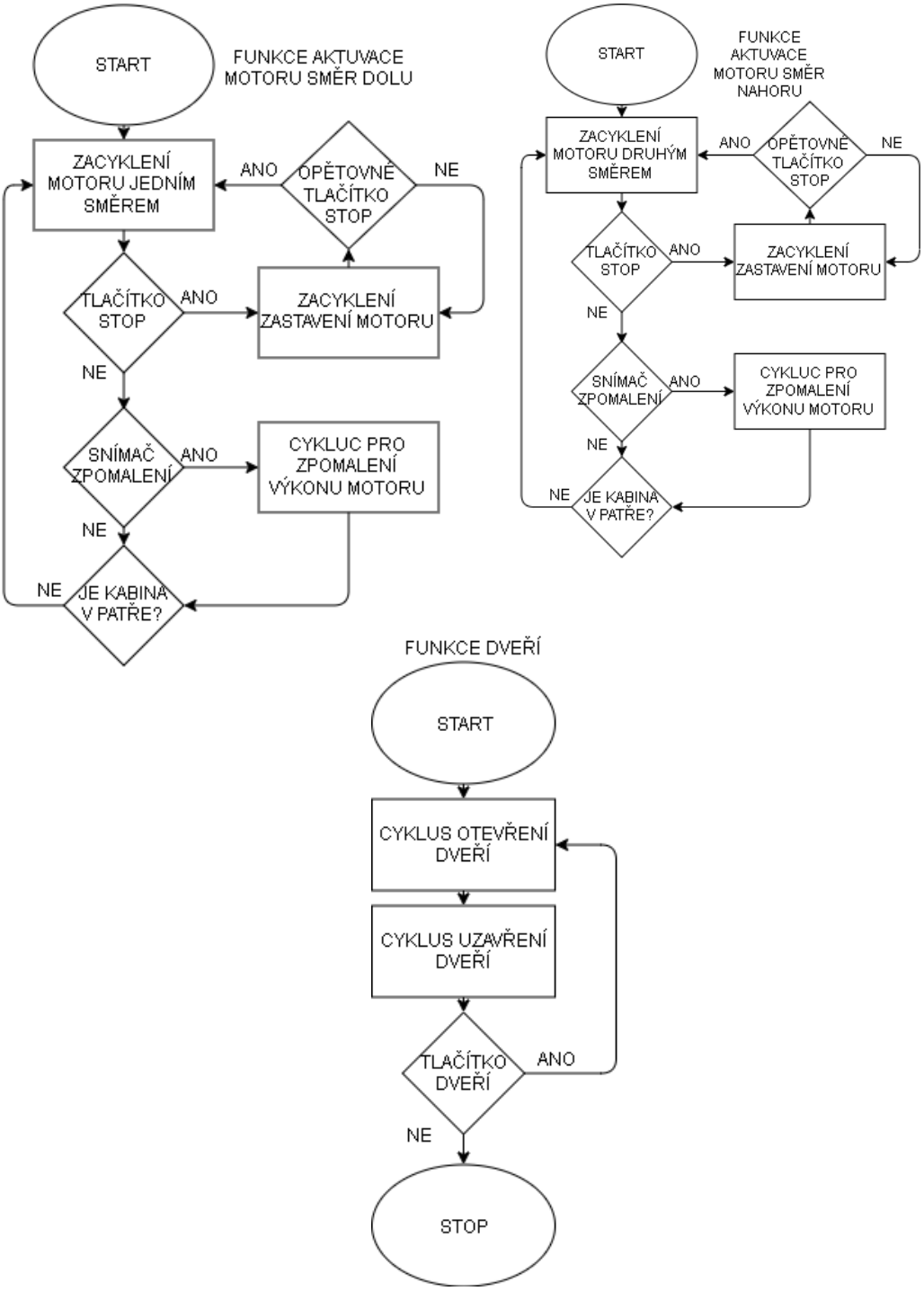
10 SOFTWARE

10.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM

Jak je lze vidět na obr.10.1, tak proces výtahu začíná zapnutím napájení. Následně se ve smyčce hlídá stisk tlačítka od pasažéra na požadované patro. V tu chvíli se buď otevřou dveře nebo se v okamžiku splnění daných podmínek rozjede kabina směrem dolů nebo nahoru. První kontrolovanou věcí je tlačítko „STOP“. Když je toto tlačítko stisknuto, výtah se do opětovného zmáčknutí tlačítka zastaví. Nadále se neustále kontroluje, jestli snímač, který zaručuje zpomalování, již nebyl sepnut. Když zaznamená kabinu, začne zpomalovat, dokud se nesepne snímač určený na zastavení. A následně se dveře otevřou. Při zpětném zavírání se kontroluje zmáčknutí tlačítka, určené na dveře. Když toto tlačítko někdo stiskne, nastane znovuotevření dveří. A toto zacyklení se opakuje do vypnutí napájení.



Obrázek 10.1 – Hlavní vývojový diagram



Obrázek 10.2 – Funkce pro vývojový diagram

10.2 VÝBĚR PATRA

Jak lze vidět na obr. 10.3, bylo za potřebí vytvořit stringovou proměnou, do které zapíšu znak, který dostanu při stisku určitého tlačítka na dotykovém displej Nextion. Po stisknutí tlačítka se mi tedy dočasně uloží znak a za pomoci podmínky if se vybere, do jakého voidu program bude přesměrován. Na obr.10.3 je lze vidět pouze první patro. Další patra jsou označena písmeny b, c, d a další znaky pro určitou aktivitu výtahu.

```
String zprava;

while (swSerial.available()) {
zprava += (char)swSerial.read();
}
if (zprava.substring(1) == "a") {

Prvnipatro();
}
```

Obrázek 10.3 – Výběr patra

10.3 INFORMACE O AKTUÁLNÍM PATŘE KABINY

Podávání informace o aktuálním patře kabiny nebylo složité naprogramovat, když jsem přišel na způsob zápisů textů na dotykový displej Nextion. Ovšem byly s tím problémy. Především v okamžiku, když jsem chtěl zároveň číst funkci STOP a zapisovat patro. Tento problém byl vyřešen podmínkou jednorázové možnosti vstupu do podmínky if a tedy i možnosti vypsat jen jednou. V ten okamžik bylo možné zároveň i číst z dotykového displeje.

```
if(znameni1==LOW && zakaz1==0)
{
 zapisprizemi();
 zakaz1=1;
 zakaz2=0;
 zakaz3=0;
 zakaz4=0;
 }
```

```
void zapisprizemi()
{
  neco="Prizemi";
      String patro = "t0.txt=\"";
      patro += neco;
       patro += ".\"";
    swSerial.print(patro);
    swSerial.write(0xff);
    swSerial.write(0xff);
    swSerial.write(0xff);

  }
```

Obrázek 10.4 – Patro výtahu

10.4 FUNKCE STOP

Po stisknutí tlačítka STOP, které je umístěno na dotykovém displej Nextion, se výtah zastaví a do opětovného stisknutí ho nelze zprovoznit. Tuto funkci lze využít pouze při chodu DC motoru neboli při posunu kabiny. Je nefunkční v patře nebo při otevírání dveří. Tato funkce funguje na principu zaznamenání určitého znaku a následné zastavení motorů. V první řadě se během chodu motoru čte, jestli pasažér nestiskl tlačítko STOP. Když ano, přijde na vstup Arduina určený znak f, který mi umožní za pomoci podmínky if vstoupit do „Stopfunkce“. V tomto voidu probíhá cyklus za pomoci while, který poběží tak dlouho, dokud opětovně nebude stisknuté tlačítko STOP. Při tomto stisku se znovu pošle znak f, který mi změní proměnou STOP z jedničky na nulu a tímto uzavře tuto void funkci a kabina se opětovně dá do pohybu. A znovu se kontroluje, jestli nebyl zaznamenán znak f.

```
void Stopfunkce()
{

  STOP=1;
     while(STOP!=0)
     {
      analogWrite(A1A,0);
      analogWrite(A1B,0);

     String slop;
      if (swSerial.available()) {
  while (swSerial.available()) {
    slop+= (char)swSerial.read();
  }
     if(slop.substring(1) == "f"){
     STOP=0;
```

Obrázek 10.5 – Stop funkce

10.5 NASTAVENÍ RYCHLOSTI MOTORU

Na obr.10.6 lze vidět funkci na zrychlování a zpomalování motoru. Jediný problémem s touto funkcí bylo správně nastavit čas, kterým se udrží aktuální rychlost. Ten jsem nakonec zjistil početnými pokusy. Následné zpomalení bylo již okopírované zrychlení jen s odečtením rychlosti místo přičtení, pro jistotu jsem ji ošetřil podmínkou, kdyby mi klesla na 80, aby se mi udržela stabilně na hodnotě devadesát.

```
if(speed<=180 && rychlost3!=LOW){
  delay(800);
  speed=speed+25;
  }
```

```
if(rychlost3==LOW)
{
 if(speed>90){
 delay(800);
 speed=speed-25;
 if(speed==80)
 {
   speed=speed+10;
```

Obrázek 10.6 – zpomalení a zrychlení motoru

10.6 OTEVÍRÁNÍ DVEŘÍ

S touto funkcí byly největší problémy. A to především z důvodu možnosti opětovného otevření dveří při zavírání. Bylo důležité zjistit informaci o aktuální pozici dveří, aby bylo možné je opětovně otevřít. Po několika pokusech bylo zjištěno, že by bylo možné využít možností přičítání hodnoty po projití určité části programu a při zmáčknutí tlačítka dveří na displeji se tato hodnota znovu využila pro krokový motor, jako hodnota, kterou musí splnit pro úplné otevření dveří. Otevírání dveří je možné vyvolat třemi způsoby. Prvním je stisknutí tlačítka „dveře“, dalším je stisknutí patra, ve kterém se již nachází kabina výtahu a v poslední způsob, jak otevřít dveře je zastavení kabiny výtahu v určeném patře.

11 PROBLEMATIKA

Při návrhu stavby výtahu se naskytlo mnoho problémů. Které bylo za potřebí časem vyřešit nebo dokonce odstranit. Tyto problémy byly zaviněny především z neznalosti staveb modelů.

11.1 NÁVRH MODELU

Během návrhu 3D tisku bylo objeveno několik problémů.

11.1.1 Výběr vývojového prostředí

Před prvotním návrhem bylo zapotřebí zvolit vhodné vývojové prostředí, ve kterém bude možné vytvořit 3D model pro 3D tiskárnu. Bylo zkoušeno kolem čtyř vývojových prostředí. Ale z důvodu nutnosti zaplacení dané verze bylo zvoleno vývojové prostřední Design Spark Mechanical 5.0. Toto prostředí bylo zvoleno především z důvodu lehčího pochopení rozhraní a možnosti využít úplně zdarma.

11.1.2 Problematika při tvorbě návrhu

Hlavní omezení při tvorbě návrhu byla jeho velikost. Ta byla dána maximální velikostí 3D tiskárny. Bylo mnoho způsobů, jak by to šlo vyřešit od tisku na kusy přes pořízení větší tiskárny. Ale ani jedna volba nebyla vhodná. Tudíž jsem vytvořil model s omezenými rozměry.

11.2 STAVBA

Při stavbě výtahu došlo k mnoha problémům, které zavinila volba materiálu, rozložení modelu a taky z důvodu mé vlastní neznalosti staveb modelů. Mezi prvotními problémy bylo, jak ukotvit kabinu výtahu, tento problém se vyřešil jednoduše za pomocí tyček. Nadále, jak by se měl upevnit rozvod kabelu od snímačů a motorů. Tento problém byl vyřešen za pomoci vedení kabelů po vnější stěně výtahu a následné navrhnutí stěny na zakrytí těchto kabelů. Ale největší problém byl s mechanikou dveří. Programově a z pohledu motoru mechanika dveří by fungovala, ale z důvodu využití 3D tisku na mechanickou část dveří nejdou tyto dveře otevřít bez problémů. A to především z důvodu přeskakování kroků, protože ozubený plíšek na dveřích je velmi lehký a při točení ozubeného kolečka na kabině výtahu se klepe a přeskakují kroky otevírání výtahu. Tento problém přetrvává a z důvodu využití stavby modelu tohoto typu nelze opravit tuto chybu.

11.3 PROBLEMATIKA SOFTWARU

Problematika v softwaru nebyla tak složitá jako při stavbě. Prvotním problémem bylo čtení z dotykového displeje a zápis na něj. Při běhu výtahu se zapisovala aktuální patra kabiny za pomoci snímačů, ale zároveň bylo zapotřebí, aby program četl, jestli nebyl vyslán znak z dotykového displeje pro funkci STOP. Tento problém byl nakonec vyřešen podmínkou a přidáním několika proměnných. Další problematikou bylo počítání kroků krokového motoru. Nakonec se vyřešil jednoduše, a to za pomoci přičítání hodnoty do proměnné po udělení kroku. A v poslední řadě byl problém se zrychlováním a zpomalováním motoru, toto se nakonec vyřešilo přičítáním a odečítáním proměnné a zápis na H-můstek v určitém časovém intervalu.

12 ZÁVĚR

Cílem teoretické části bylo přiblížit historii výtahu a jeho funkčnost. Bylo uvedeno několik funkcí výtahu a jeho konstrukce i s bezpečnostními prvky. Z důvodu malého prostoru výtahu jsem nemohl uskutečnit model konstrukce dle reálného výtahu. V praktické části jsem popsal tvorbu modelu výtahu i s jeho 3D tiskem a zdůvodnění proč jsem takové metody zvolil. Následně byla popsána stavba modelu se všemi problémy a úpravami, které jsem musel během stavby učinit. A na závěr byl popsán program s nejdůležitějšími funkcemi a následným zdůvodněním proč jsem tuto volbu volil. Po zhotovení praktické části výtahu jsem si uvědomil, že můj model výtahu je špatně navrhnut. Kdybych měl více času, tak bych zvolil jinou stavbu a jiný princip otevírání dveří. A to především z důvodu občasného vynechání zubů během procesu otevírání dveří, což je zapříčiněno lehkosti 3 D plastu a mým stylem otevírání dveří. Takže závisí na náhodě, jestli zuby vynechají a dveře bud naplno neotevřou či nezavřou nebo vše proběhne jak má. Během tvorby jsem si začal uvědomovat, jak jsem to měl navrhnout a upravit, ale z důvodu časového vytížení již nešlo nic dělat. Při této práci jsem se naučil i spoustu nových věcí. Například s 3D tiskem jsem nikdy nepracoval, takže to byla pro mě obrovská novinka a musel jsem se to naučit. A nakonec z důvodu této práce jsem se musel naučit pájet abych mohl vůbec udělat kabeláž.

LITERATURA

BROŽ, 2000(5), Václav. *Čidla a akční členy*. Automa [online]. 552 [cit. 2022-04-27]. ISSN 1210-9592. Dostupné z: https://www.uzimex.cz/soubory/20000601_au_2000-05.pdf

DOLEČEK, Josef a Zdeněk HOLOUBEK. 1989. *Strojnictví II: pro střední odborná učiliště*. 3., nezměn. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, ISBN isbn80-03-00036-x.

DOMOVNÍ VÝTAHY S.R.O. 2022. *Hydraulické výtahy* [online]. Hradec Králové: DOMOVNÍ VÝTAHY, [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://www.domovni-vytahy.cz/hydraulicke-vytahy.html

DVOŘÁK, J. a kol. 2011. *DK 2 – montér výtahu specialista* [online]. Liberec –Praha: SOŠ a G a UVP ČR. Dostupné na: https://www.i-vytahy.cz/data/media/fck/ucebni-texty/DK2-Monter-vytahu-specialista.pdf.

EATON. 2022. *Kapacitní senzory*. [online]. Eaton Elektrotechnika, [cit. 2022-02-18]. Dostupné z: https://www.vytahypetersik.cz/2021/02/18/aktualita-2/

CHMELÍK, Karel. 2001. *Stejnosměrné a komutátorové elektrické stroje, obecný stroj*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, ISBN isbn80-7078-857-7.

KRATOCHVÍL, Michal. 2015. *Výtahy*. Elektronická učebnice [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1922

MAIXNER, Ladislav. 2006.*Mechatronika: učebnice*. Brno: Computer Press, Učebnice (Computer Press). ISBN isbn80-251-1299-3.

MIČKAL, Karel. 1995.*Strojnictví: části strojů: pro učební a studijní obory SOU a SOŠ.* Praha: Sobotáles, ISBN isbn80-85920-01-8.

ROUBÍČEK, Ota. 2004.*Elektrické motory a pohony: příručka techniky, volby a užití vybraných druhů.* Praha: BEN – technická literatura, ISBN isbn80-7300-092-x.

RYDLO, Pavel. 2000.*KROKOVÉ MOTORY A JEJICH ŘÍZENÍ* [online]. Liberec, [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: http://cis.wz.cz/elz/krok2.pdf . Studijní texty. Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií.

STŘÍTESKÝ, Ondřej; Josef PRŮŠA a Martin BACH. 2019. *Základy 3D tisku s Josefem Průšou* [online]. Praha: Prusa Research, 2019 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/ped/jaro2021/TI9009/111101390/zaklady-3d-tisku.pdf

VÁŇA, Vladimír. 2004, *Mikrokontroléry ATMEL AVR: programování v jazyce Bascom*. Praha: BEN – technická literatura. ISBN isbn80-7300-115-2.

VEJS, Pavel. *Historie výtahů* [online]. Hradec Králové: TRIPLEX CZ [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://www.triplex.cz/vytahy/historie-vytahu/

VODA, Zbyšek. 2017.*Průvodce světem Arduina*. Vydání druhé. Bučovice: Martin Stříž,. ISBN isbn978-80-87106-93-8.

VOJÁČEK, Antonín. 2005.*Optické senzory přiblížení – obecný popis*. Automatizace.HW.cz [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://automatizace.hw.cz/clanek/2005121901

VYLEGALA, Pavel. 2014.Roboti: senzory a snímače [online]. Ostrava, [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://www.sse-najizdarne.cz/projekty/roboti/dokumenty/u_text_ss.pdf

VÝTAHY MORAVIA CZ SPOL. SR.O. *NÁVOD NA POUŽÍVÁNÍ A ÚDRŽBU* [online]. VÝTAHY MORAVIA CZ [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://docplayer.cz/5667296-Navod-na-pouzivani-a-udrzbu.html

VÝTAHY PETERSIK. *Hydraulické výtahy* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://www.vytahypetersik.cz/2021/02/18/aktualita-2/

PŘÍLOHA

Příloha A – CD

Příloha A

Příloha k bakalářské práci

Model výtahu s inteligentním řízením

Michal Kafka

CD

OBSAH

1 Text bakalářské ve formátu PDF.
2 Úplný zdrojový kód aplikace.
3 Video funkčnosti výtahu zepředu.
4 Video funkčnosti výtahu zezadu.
5 Video funkčnosti displeje.
6 Video funkčnosti dveří.