



Středoškolská technika 2016

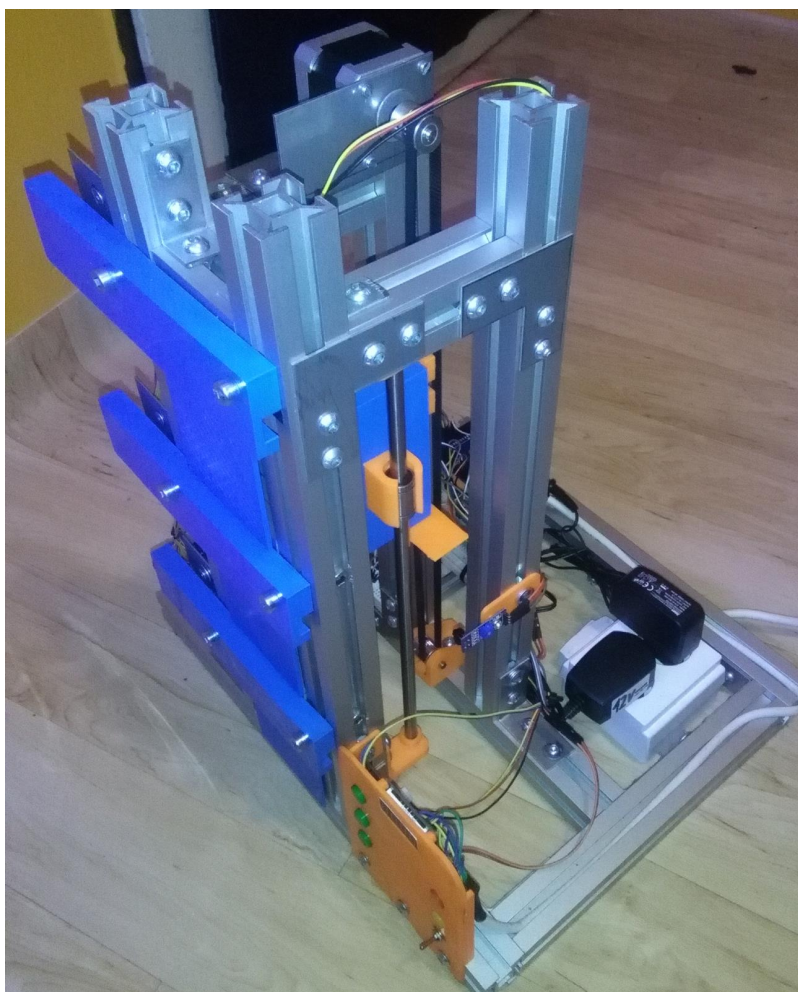
Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Model výtahu

Ondřej Pospíšil

VOŠ, SPŠ a JŠ s právem státní jazykové zkoušky Kutná Hora

Masarykova 197, Kutná Hora



1	Obsah	
2	Úvod.....	3
3	Seznam součástek	3
4	Popis výtahu.....	4
5	Řídící deska.....	6
5.1	Parametry.....	7
6	Driver pro krokové motorky	7
6.1	DRV8825.....	7
6.2	ULN2003APG	8
7	Krokové motory	9
7.1	28BYJ-48.....	9
7.2	SX17-1005LQCEF	9
8	Tlačítka	10
8.1	YW-001	10
9	Display	10
9.1	TM1637	10
10	Regulátor napětí	11
10.1	LM317	11
11	Senzory	11
11.1	Crash Sensor Module.....	11
11.2	Senzor TCRT5000.....	12
12	Výtah.....	13
12.1	Konstrukce.....	13
12.2	Dveře	13
12.3	Kabina.....	14
12.4	Ovládací panel	14
12.5	Nepájivá pole.....	15
12.6	Řídící deska	15
12.6.1	Připojení pinů	15
13	Funkce.....	15
13.1	Přepínání.....	15
13.2	Režim Demo	15
13.3	Režim Normal.....	16
14	Závěr	16
	Seznam použité literatury	17

2 Úvod

Téma model výtahu jsem si vybral proto, protože jsem přemýšlel nad nějakou úlohou pro řízení krokových motorků a výtah se mi zdál jako zajímavá volba, na které si mohu ověřit svoje konstrukční a programátorské schopnosti.

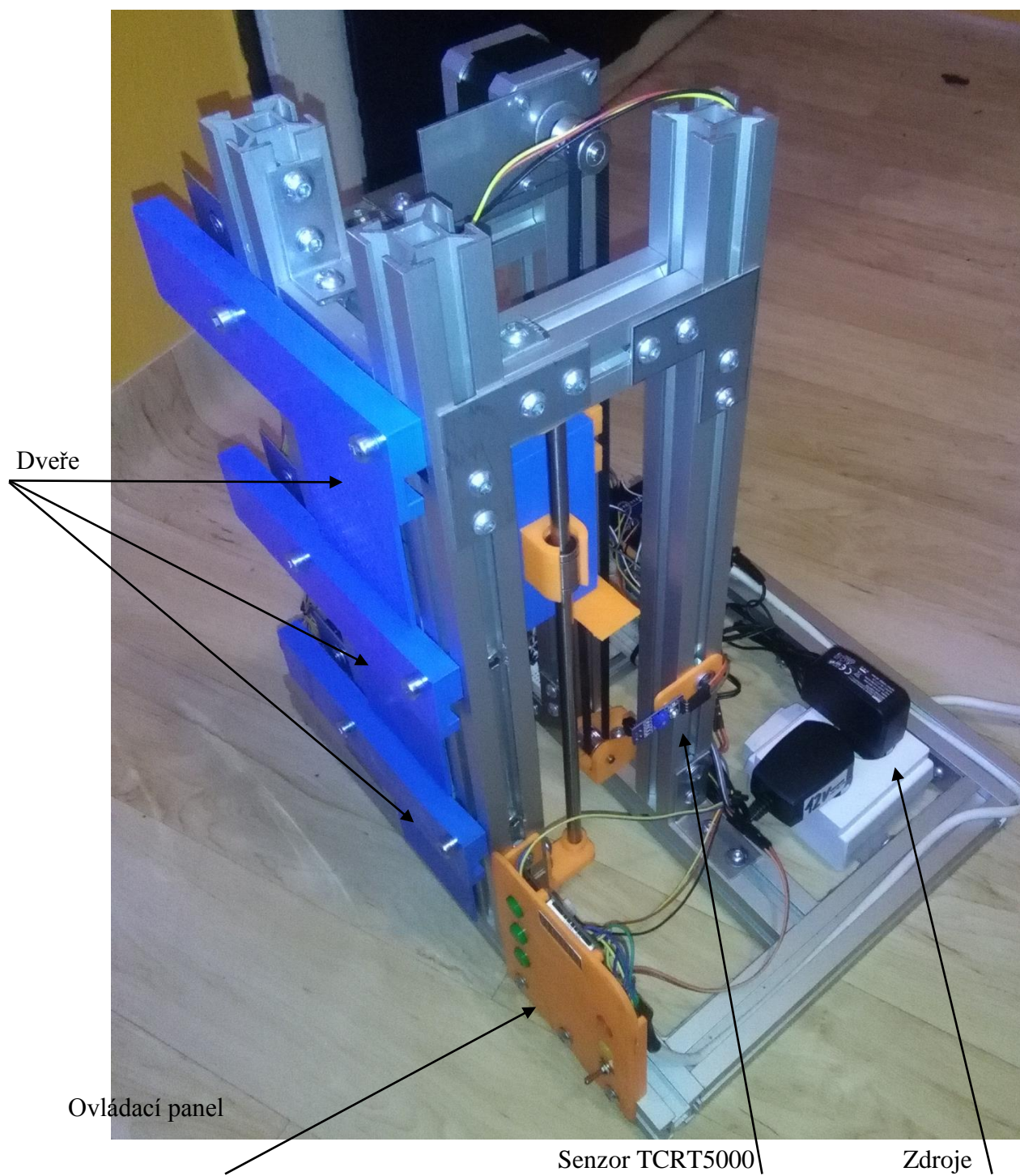
Některé součástky už jsem měl nakoupené a vyzkoušené jak fungují, takže jsem je jen zapojil. Zbylé součástky jsem si objednal a nejprve jsem si zjišťoval jak se dají zapojit a co od nich mohu čekat. Také jsem rád, že jsem se o součástkách, které používám dozvěděl více a přiučil se něčemu novému.

Tento model funguje ve dvou režimech. Normální (klasický) chod, kde se výtah pohybuje podle vstupních tlačítek. A druhý režim je režim Demo, kde se výtah pohybuje bez jakýchkoli zásahů okolí a slouží jako demonstrace funkčnosti výtahu.

3 Seznam součástek

Řídící deska	- Arduino MEGA 2560
Driver pro krokové motorky	- DRV8825 - ULN2003APG
Krokové motory	- 28BYJ-48 - SX17-1005LQCEF
Zdroje stejnosměrného napětí	- 5V - 12V
Tlačítka	- YW-001
Display	- TM1637
Regulátor napětí	- LM317
Senzory	- Crash Sensor Module - Senzor TCRT5000

4 Popis výtahu



Hl. Motor

Horní doraz

Řemen

Vodící tyč

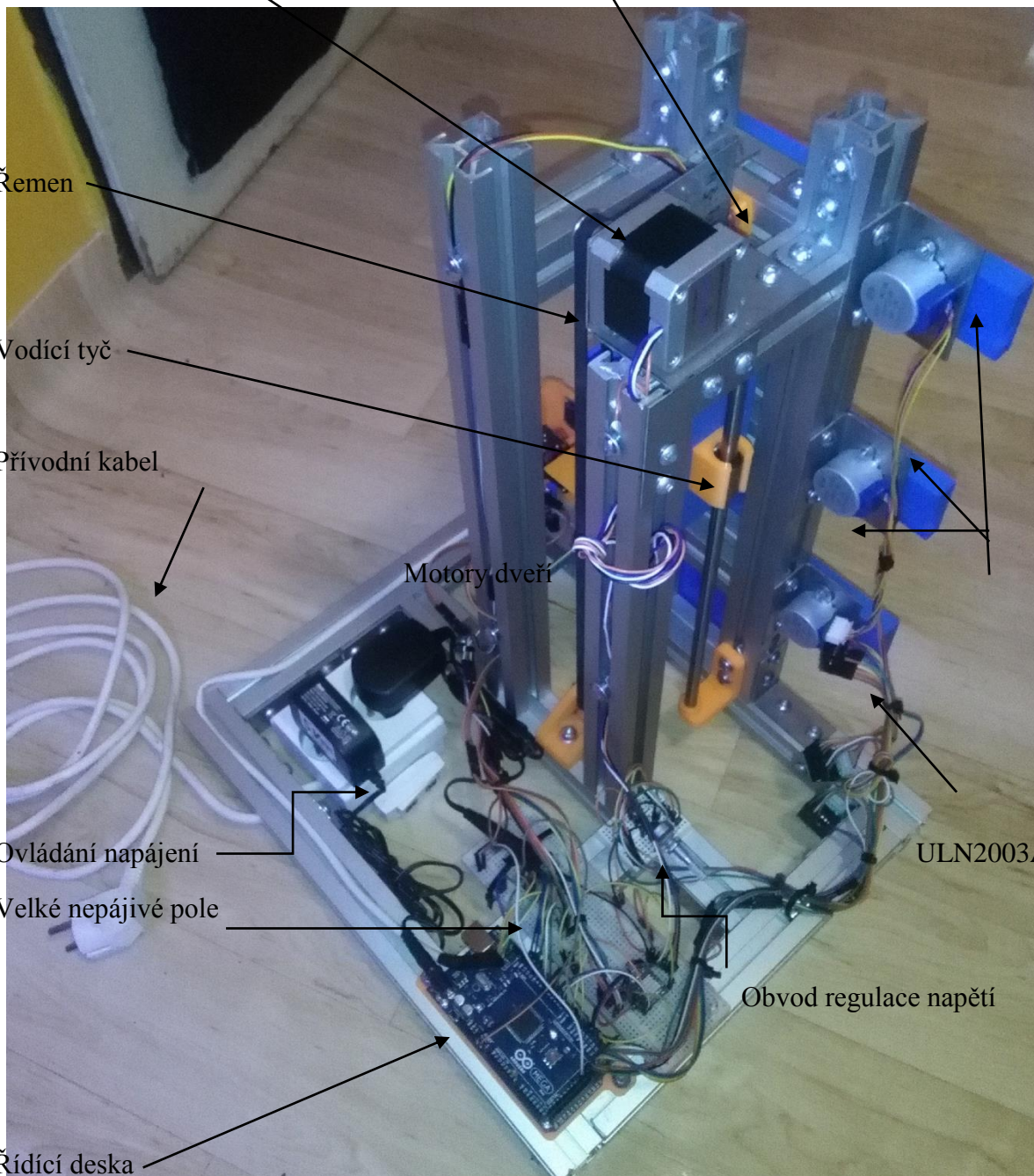
Přívodní kabel

Motory dveří

Ovládání napájení

Velké nepájivé pole

Řídící deska

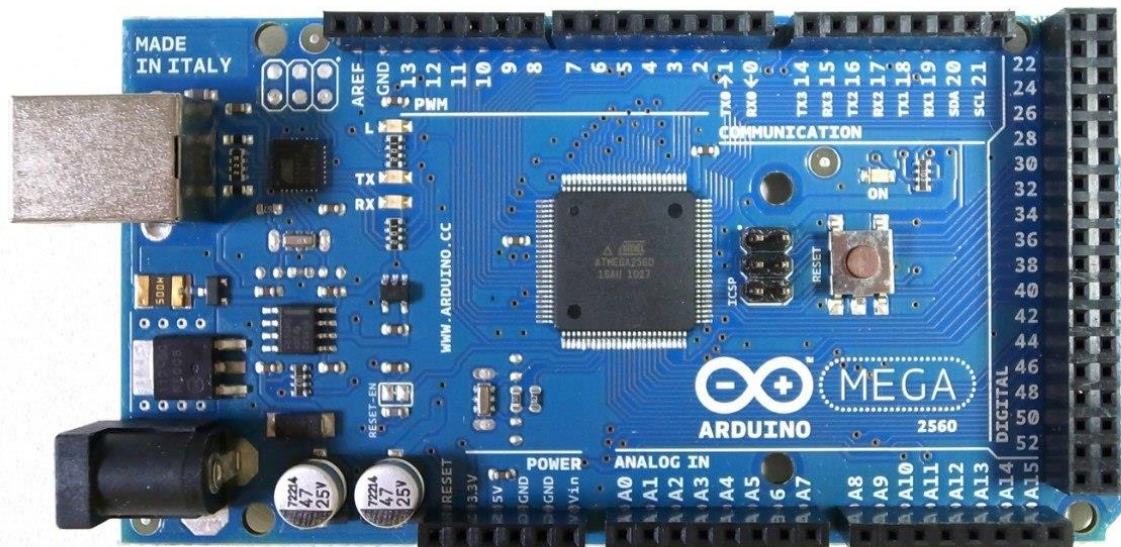


ULN2003A

Obvod regulace napětí

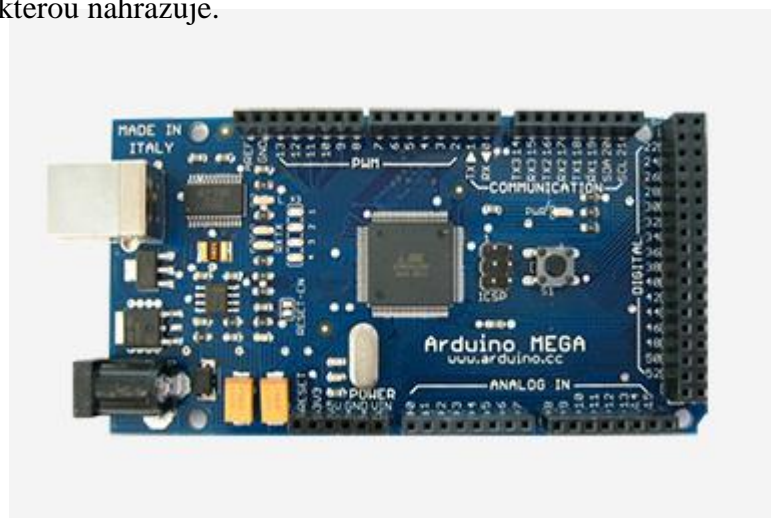
5 Řídící deska

MEGA 2560 (obr.1)[2] je vývojová deska založená na principu mikrokontroleru ATmega 2560. Deska obsahuje 54 digitálních vstupních nebo výstupních pinů (z toho 15 lze použít jako výstupy PWM), 16 analogových vstupů, 4 UART (hardwarové sériové porty). Dále obsahuje USB připojení, napájecí jack, ICSP (in system programming), a tlačítko reset. Deska je synchronizována krystalovým oscilátorem, který pracuje na frekvenci 16MHz. Obsahuje vše potřebné k podpoře mikrokontroleru.



Obrázek 1- Arduino MEGA 2560

Pro programování se deska jednoduše připojí přes USB port k počítači. Pro chod desky je potřeba připojit externí zdroj napájení s adaptérem střídavého proudu na stejnosměrný proud nebo baterie. Deska MEGA 2560 je kompatibilní s většinou rozšiřovacích modulů určených pro Uno a bývalé desky Duemilanove nebo Diecimila. MEGA 2560 je aktualizace pro Arduino Mega(obr.2), kterou nahrazuje.



Obrázek 2- Arduino Mega

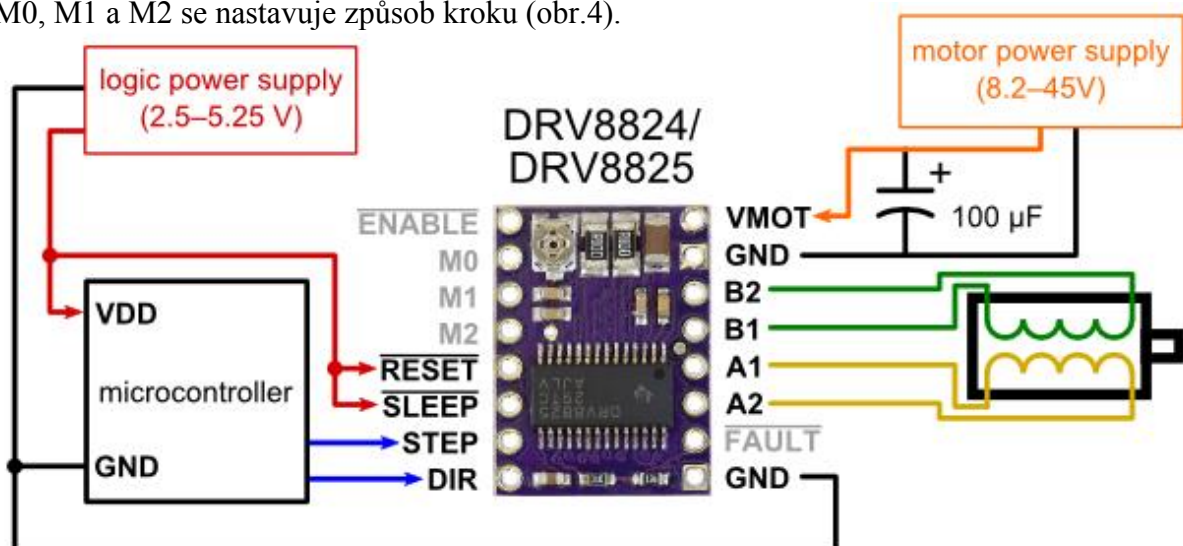
5.1 Parametry

Mikrokontroler	ATmega2560
Operační Napětí	5V
Vstupní Napětí (doporučené)	7-12V
Vstupní Napětí (limit)	6-20V
Digitální I/O Piny	54
Analogové Vstupní Piny	16
Flash Paměť	256 KB z čehož 8 KB používá bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Rychlost Hodin	16 MHz
Délka	101.5 mm
Šířka	53.3 mm

6 Driver pro krokové motorky

6.1 DRV8825

DRV8825 [5] je bipolární driver, s možností nastavení mikrokroku. Driver je vybaven nastavitelným proudovým omezením a ochranou proti přehřátí a proti přepětí. Je schopen až 6-ti mikrokrokových rozlišení (až do 1/32 kroku). Pracuje v rozmezí 8,2V až 45V a může dodávat až 1,5A na fázi bez chladiče nebo jiného chlazení (s dostatečným chlazením na cívice zvládne dodat až 2,2A). Obrázek 3. představuje minimální zapojení DRV8825. Pomocí pinů M0, M1 a M2 se nastavuje způsob kroku (obr.4).



Obrázek 3-Minimální zapojení DRV8825

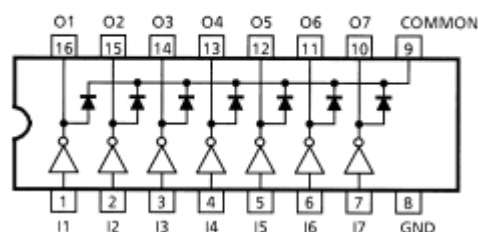
MODE0	MODE1	MODE2	Microstep Resolution
Low	Low	Low	Full step
High	Low	Low	Half step
Low	High	Low	1/4 step
High	High	Low	1/8 step
Low	Low	High	1/16 step
High	Low	High	1/32 step
Low	High	High	1/32 step
High	High	High	1/32 step

Obrázek 4- Nastavení způsobu kroku

6.2 ULN2003APG

Ovladače této řady se skládají ze sedmi tranzistorů NPN v Darlingtonově zapojení. Všechny přechody jsou vybaveny integrovanou spínací diodou pro spínání indukční zátěže. Zapojení samotného obvodu ukazuje následující obrázek 5.[6]

Pin Connection (top view)



Obrázek 5- Zapojení ULN2003APG



Obrázek 6- 28BYJ-48 s ULN2003APG

Tento driver se obvykle dodává již osazený v patici s vyvedenými výstupy a připojeným krokovým motorem 28BYJ-48 (obr.6).

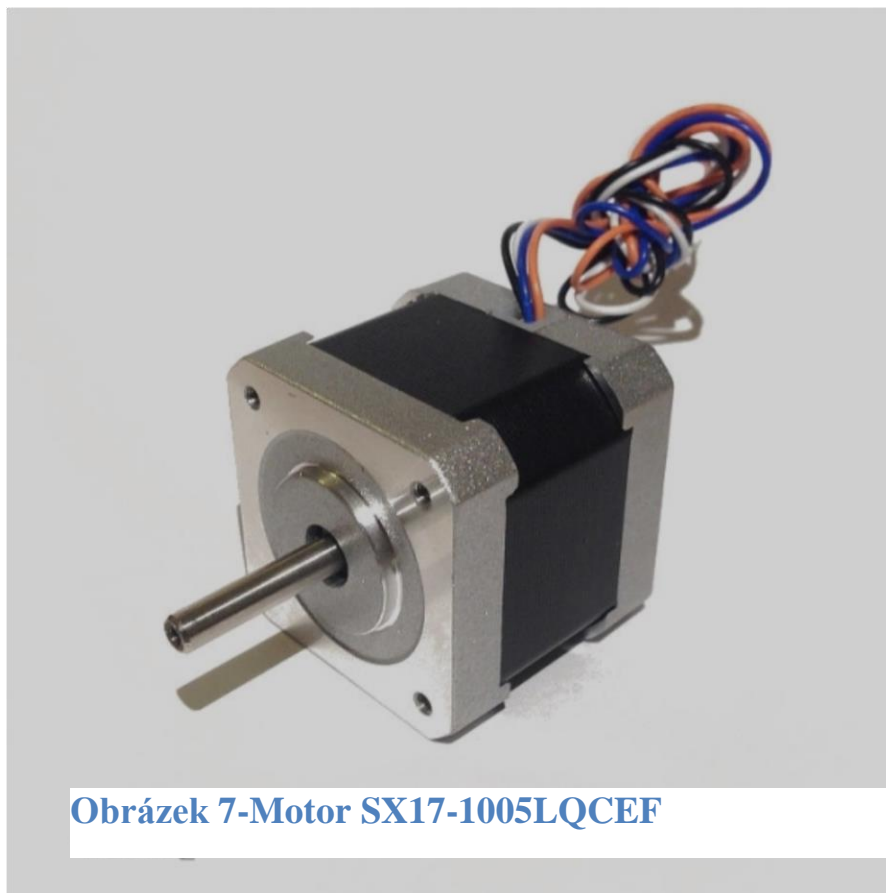
7 Krokové motory

7.1 28BYJ-48

Jedná se o 5V-12V krokový motor s redukcí převodu, takže má dobrý moment pro svou velikost, ale pohybuje se relativně pomalu. Těchto motorů a ovladačů jsou vyráběny miliony pro ventilátory, ovládací prvky kanálu apod. což je důvod, proč jsou tak levné. Motor má 4 Fáze a 5 Konektorů. Motorek se dodává pohromadě s driverem ULN2003APG (obr.6). V této práci je motor používán na otevírání a zavírání dveří výtahu.

7.2 SX17-1005LQCEF

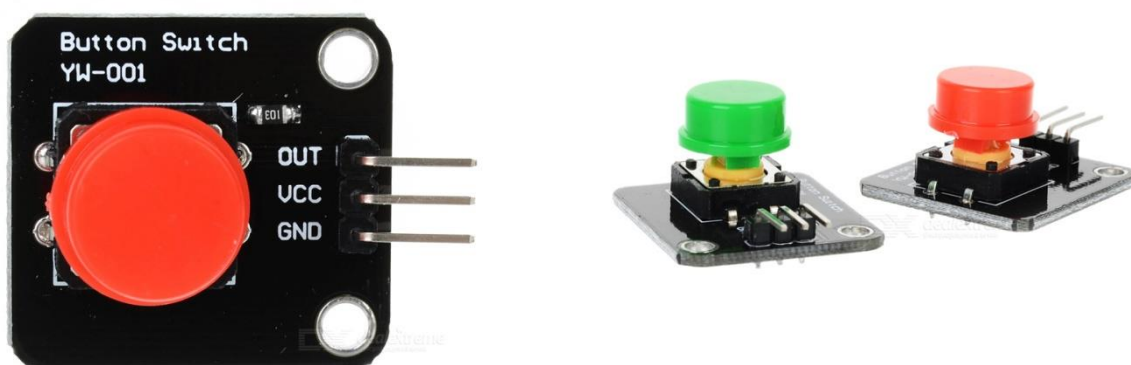
Krokový motor (obr.7) je základní pohonnou jednotkou výtahu. Krokový motor je řízen Arduinem. Označení SX-17 (NEMA 17)[1] je standard rozměrů motorku. Statický krouticí moment je 0.5Nm. To je dostatečná síla pro posouvání kabiny nahoru i dolů. Základní počet kroků na jednu otáčku je 200. Vhodným driverem (integrováný obvod s příslušenstvím) lze jednotlivé kroky rozdělit až na 32 mezipozic a zvětšit počet kroků až na 6400 kroků/otáčku. V této práci je použit driver DRV8825.



8 Tlačítka

8.1 YW-001

Tlačítko(obr.8)[7] navrhované přímo pro aplikace s deskou Arduino[3]. Pracuje při napětí 3,5-5V. Výstup je digitální úroveň LOW, když je stisknuté a HIGH, když není stisknuté. Deska, na které je tlačítko nainstalováno, má 3 vývody: napětí, zem a signál. Tlačítko se dá použít k mnoha zapojením a platformám například Arduino, SCM , ARM, Raspberry Pi.



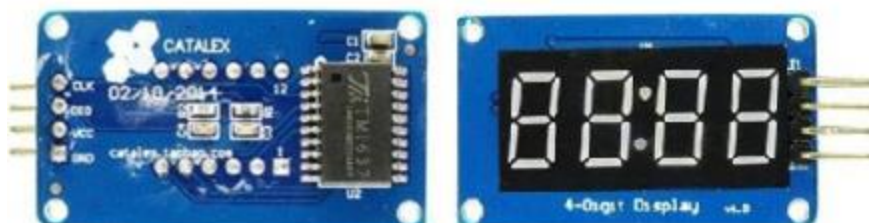
Obrázek 8- Tlačítko YW-001

9 Display

9.1 TM1637

TM1637 je čip pro řízení 7-mi segmentového displeje. Je zde několik modulů, které pomocí tohoto čipu tvoří displej se čtyřmi číslicemi (někdy označovaný jako "Digital Tube").

Lze pomocí něj rozsvítit jednotlivé segmenty. Může se nastavovat celý displej(obr.9), nebo jakoukoliv číslici nezávisle. Pomocí příkazu lze ovládat nastavení jasu. TM1637 má možnost vstupu klávesnice, ale ta není v této práci potřeba.

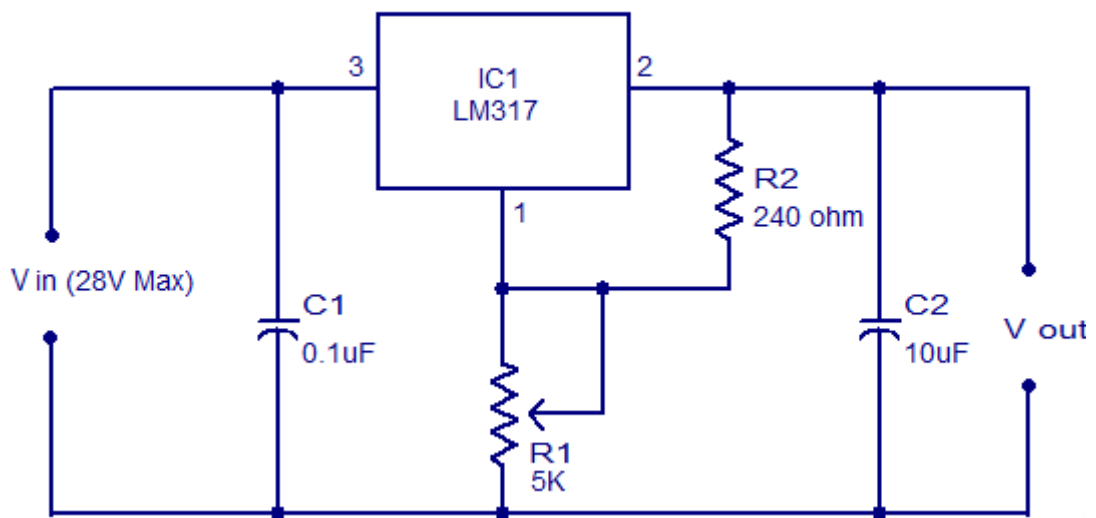


Obrázek 9- Display

10 Regulátor napětí

10.1 LM317

LM317 [8] je integrovaný obvod. Stabilizátor napětí s možností nastavit velikost výstupního napětí. Výstupní napětí je nastavitelné v rozsahu 1,25 V až 37 (v této práci konkrétně v rozsahu 1,25V-12V). Integrovaný obvod má vnitřní ochranu proti proudovému přetížení. Při přetížení, resp. zkratu obvod omezí výstupní proud a sníží výstupní napětí na hodnotu 1,25 V. Za tohoto stavu však integrovaný obvod generuje velké množství tepla, a proto potřebuje adekvátní chlazení. Pomocí zapojení s potenciometrem se dá realizovat jednoduchý regulátor (obr.10) s maximálním vstupním napětím 28V.



Obrázek 10- Zapojení regulátoru napětí

11 Senzory

11.1 Crash Sensor Module

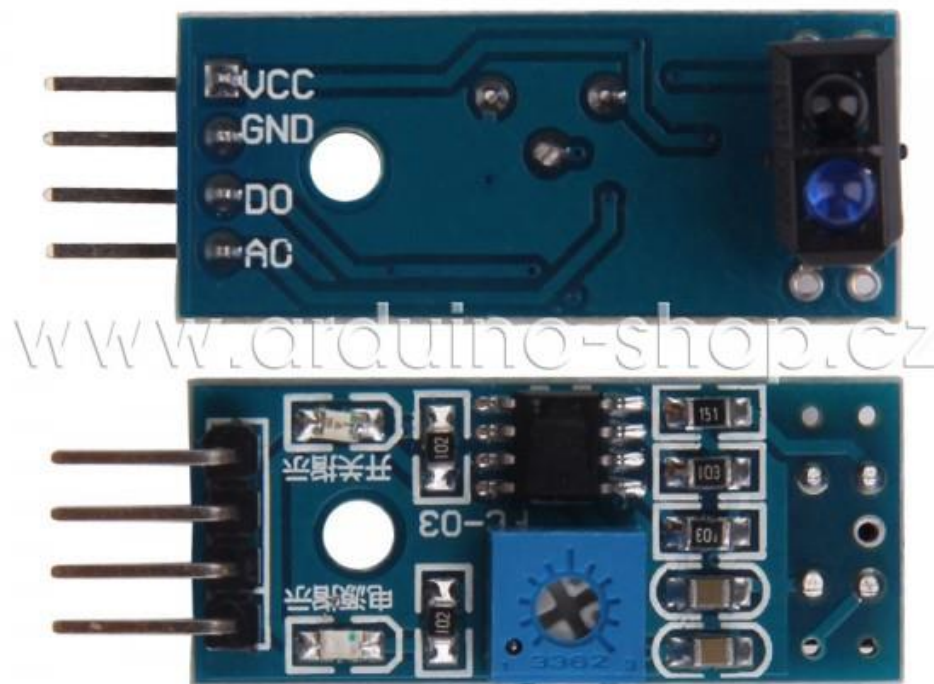
Je to senzor (obr.11) pro vývojové desky Arduino, který pracuje na stejném principu jako předešlá tlačítka. Jednoduché provedení koncového snímače (dorazu). Tento senzor je použit pro snímání polohy v 1. a ve 3. patře modelu.



Obrázek 11- Crash senzor

11.2 Senzor TCRT5000

Infračervený optický senzor pro Arduino (obr.12)[4]. Má 4 vývody: napětí, zem, digitální signál a analogový signál. Použití v tiskárnách, drtičkách papíru, detektory překážek, detekce černé a bílé barvy. Má rozsah od 1mm až do 25mm. Jeho citlivost můžeme nastavit integrovaným trimrem. Pracuje při napájení 3.3 až 5V stejnosměrného napětí. Výstup je log. 0 nebo 1 při zapojení digitálního výstupu, v případě připojení analogového výstupu senzor vrací souvislou hodnotu od 0 do 1023 v závislosti na vzdálenosti překážky od snímače. Popřípadě může rozeznávat černou barvu díky principu odrazivosti infračervených vln od různě barevných povrchů. Tento senzor je použit pro snímání polohy ve 2. patře modelu.



Obrázek 12- Senzor TCRT5000

12 Výtah

12.1 Konstrukce

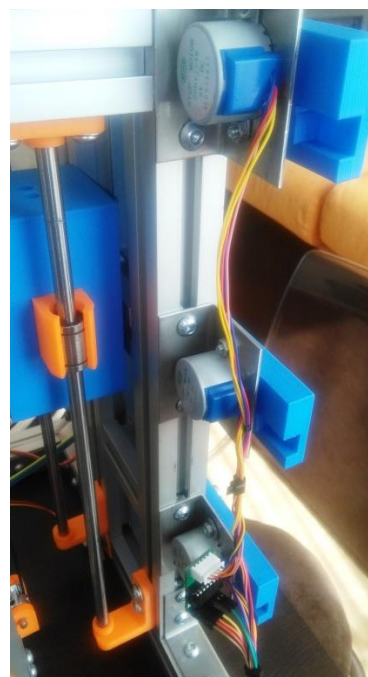
Výtah (obr.13) je konstruován z hliníkových profilů, které jsou pospojovány nerezovými spojkami. Na 3D tiskárně [9] jsem si vytiskl další díly, a to jak akční prvky, tak všechny podpůrné součástky pro elektroniku. Dále má konstrukce přidělanou klasickou dvojjásuvku pro napájení zdrojů používaného napětí.



Obrázek 13-Konstrukce Výtahu _zpředu

12.2 Dveře

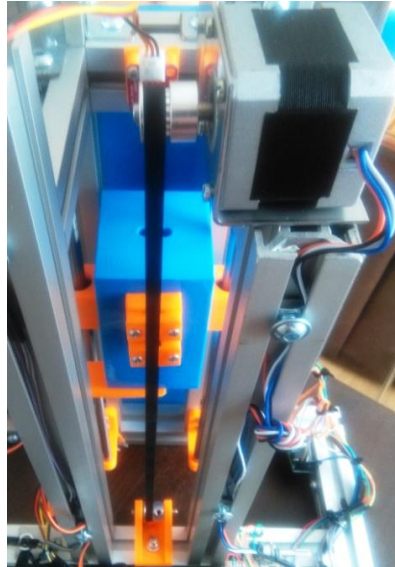
Dveře jsou vytištěné na 3D tiskárně [9] a k jejich otevírání a zavírání je použit motorek 28BYJ-48 (obr.14). Pro převod pohybu je použité ozubené kolečko, které pohybuje ozubeným hřebenem. Hřeben je vytištěn s dveřmi jako jeden celek, což usnadňuje realizaci.



Obrázek 14- Usazení motorků

12.3 Kabina

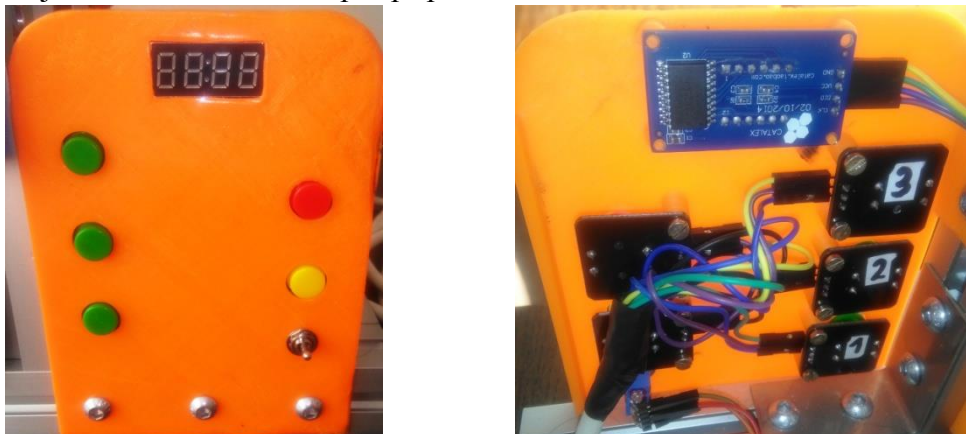
Kabina je pomocí kuličkových ložisek (ke snížení třecího odporu) uchycena na vodící tyče, které určují rozmezí pohybu. Na kabinu je uchycen ozubený řemen (obr.15), který přes řemenici umístěnou na hřídeli hlavního motoru SX17-1005LQCEF pohybuje kabinou nahoru a dolů. Dále je zespod upevněna destička, která usnadňuje snímání polohy výtahu v prostředním patře.



Obrázek 15-Uchycení kabiny a řemene

12.4 Ovládací panel

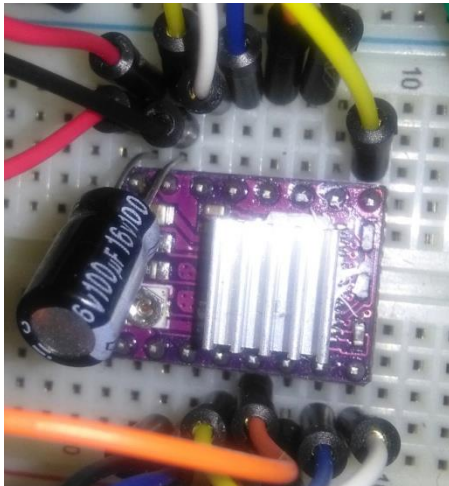
Na ovládacím panelu (obr.16) je umístěno celkem pět tlačítek, displej a přepínač. Pomocí přepínače se přepíná režim z normálního chodu na demo. Na displeji se zobrazuje aktuální patro ve kterém se výtah nachází. Z celkových pěti tlačítek využívám pouze tři. Zbývající tlačítka jsou zde nainstalovaná pro případné rozšiřování funkcí modelu.



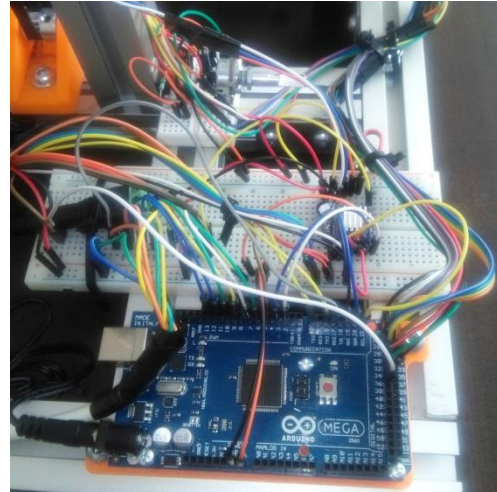
Obrázek 16-Ovládací panel

12.5 Nepájivá pole

Na celkové konstrukci jsou připevněny dvě nepájivá pole (obr.18). Na malém poli je pomocí obvodu LM317 realizován regulátor napětí pro motorky na ovládání dveří (nastavení točivého momentu). Na velkém poli je vyvedené společné napájení (vyskytují se zde kontakty všech prvků). Zároveň slouží jako podpůrná deska pro driver hlavního motoru DRV8825 (obr.17), který je zde zapojen.



Obrázek 18-Zapojení DRV8825



Obrázek 17- Zapojení nepájivých polí a řídicí desky

12.6 Řídicí deska

Na vytištěné platformě je ukotvena řídicí deska, na kterou jsou přivedeny všechny signálové vodiče. Každý vodič, který se zapojí na desku, se musí v programu definovat jako vstup nebo výstup. V mikroprocesoru na řídicí desce je zároveň uložen program, který se vykonává.

12.6.1 Připojení pinů

Tlačítka		-9,10,11,12,17
Přepínač		-36
Displej		-6,7
Snímače		-5,14,16
Hl. motor	-řídicí signály	-2,3
	-nastavení kroku	-19,20,21
Motorčky pro dveře		-22-33

13 Funkce

13.1 Přepínání

Pomocí přepínače se přepíná mezi normálním režimem a demo režimem.

13.2 Režim Demo

V demo režimu se výtah pohybuje v předem určeném algoritmu. Pokaždé když se zastaví v patře, tak otevře dveře, počká tři vteřiny a zase je zavře. Výtah nejprve jede do třetího patra, pak se zastaví ve druhém a nakonec v prvním. Pak se cesta opakuje. Po přepnutí přepínače dojde režim na konec smyčky, otevře a zavře dveře.

13.3 Režim Normal

Režim normal začíná přípravným krokem, program otevře dveře v prvním patře a čeká na signál v podobě stisknutí tlačítka. Pak zavře dveře a vydá se do zvoleného patra, kde zastaví a otevře dveře. Následně čeká na stisknutí dalšího tlačítka. Popřípadě přepnutí přepínače, kde zavře dveře v aktuálním patře a plynule přejde do režimu demo a jede do třetího patra.

14 Závěr

Celá konstrukce odpovídá zadaným cílům. Pomocí desky ATmega 2560 od firmy Arduino jsem realizoval program. Cyklus pro smyčku demo i pro normální chod výtahu jsem odzkoušel a vyřešil všechny problémy s chybami v programu. V konstrukci jsem počítal i s možným rozšířením projektu o další možné funkce. Proto jsem do ovládacího panelu zakomponoval další dvě tlačítka navíc.

Seznam použité literatury

- [1] <http://www.krokovemotory.cz/SX17-1005LQCEFs.pdf>
- [2] <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- [3] <https://www.arduino.cc/>
- [4] <http://arduino-shop.cz/arduino/1142-arduino-infracervený-optický-sezor-1449929310.html>
- [5] <https://www.pololu.com/product/2133>
- [6] <http://www.datasheetarchive.com/ULN2003-datasheet.html>
- [7] http://www.dx.com/p/diy-button-switch-module-w-cap-for-arduino-5-pcs-works-with-official-arduino-boards-370317#.VvgKV_kgWUk
- [8] <https://cs.wikipedia.org/wiki/LM317>

3D tiskárna:

- [9] http://www.jrc.cz/3d_tisk_stavebnice_3d_tiskarny_rebel_ii_hd