

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

FUNKČNÍ MODEL VÝTAHU S INTELIGENTNÍM OVLÁDÁNÍM

Antonín Moravec

Bakalářská práce
2014

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Antonín Moravec**
Osobní číslo: **I11487**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Řízení procesů**
Název tématu: **Funkční model výtahu s inteligentním ovládáním**
Zadávací katedra: **Katedra řízení procesů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce

Cílem práce je sestavit funkční model výtahu pro obsluhu čtyř pater se sběrným řízením směrem dolů. Řídicí systém modelu bude realizován na bázi mikrokontroléru Atmel AVR (řady ATmega) v programovacím prostředí Bascom AVR.

Teoretická část

Rešerše problematiky týkající se výtahové techniky a řídicích systémů výtahů se sběrným řízením.

Implementační část

Realizace mechanické části modelu, osazení motoru výtahu a servopohonů dveří, vybavení modelu ovládacími a bezpečnostními prvky. Tvorba aplikace pro řízení výtahu v prostředí Bascom AVR.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] VÁŇA, V. Mikrokontroléry ATMEL AVR: popis procesoru a instrukční soubor. Praha: BEN - technická literatura, 2003. 336 s. ISBN 978-80-7300-083-0.
- [2] VÁŇA, V. Mikrokontroléry ATMEL AVR: programování v jazyce BASCOM. Praha: BEN - technická literatura, 2004. 144 s. ISBN 978-80-7300-115-2.
- [3] DVOŘÁK, J. a kol. DK 1 - montér výtahu [online]. Liberec - Praha: SOŠ a G a UVP ČR, 2011. Dostupné na:
<http://www.komora.cz/download.aspx?dontparse=true&FileID=6410>.
- [4] DVOŘÁK, J. a kol. DK 2 - montér výtahu specialista [online]. Liberec, Praha: SOŠ a G a UVP ČR, 2011. Dostupné na:
<http://uvp-cr.cz/images1/PK%20-%202.pdf>.
- [5] DVOŘÁK, J. a kol. DK 5 - elektromechanik pro výtahy [online]. Liberec, Praha: SOŠ a G a UVP ČR. Dostupné na:
<http://uvp-cr.cz/images1/PK%20-%205.pdf>.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Libor Kupka, Ph.D.

Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

16. prosince 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

9. května 2014



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



L.S.



Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2014

Prohlašuji:

Tuto 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., autorský zákon, 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.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 07. 05. 2014

Antonín Moravec

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Liboru Kupkovi, Ph.D. za vedení a rady, které mi pomohly zpracovat tuto bakalářskou práci.

V Pardubicích dne 07. 05. 2014

Antonín Moravec

ANOTACE

Práce je věnována sestavení funkčního modelu výtahu pro obsluhu čtyř podlaží se sběrným řízením směrem dolů. Řídicí systém modelu je realizován na bázi mikrokontroléru Atmel AVR (řady ATMega) a naprogramován v programovacím prostředí Bascom AVR. Součástí práce je i obecné seznámení s výtahovou technikou a některými součástkami použitými v modelu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výtahová technika, model výtahu, mikroprocesor, zdvihací zařízení

TITLE

Functional model of the lift with intelligent control

ANNOTATION

The work is dedicated to constructing a functional model of the lift for servicing four floors with collection management downwards. The control system model is implemented based on Atmel AVR microcontroller (ATMega series) and programmed in Bascom AVR programming environment. The work also includes a general introduction to the elevator equipment and some of the components used on the model.

KEYWORDS

Elevator technology, lift model, microprocessor, lifting equipment

OBSAH

Seznam zkratk	9
Seznam symbolů	10
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek	12
ÚVOD	13
1 HISTORIE A TEORIE VÝTAHOVÉ TECHNIKY	14
1.1 Historie výtahů	14
1.2 Princip výtahů	15
1.3 Druhy výtahů	16
1.4 Druhy pohonů výtahů	17
1.5 Ochrana a zabezpečovací systémy	18
1.6 Jaké jsou dnešní limity?	19
2 TEORIE K POUŽITÝM SOUČÁSTKÁM A PRINCIPŮM NA MODELU	21
2.1 Rotační enkodéry	21
2.1.1 Úvod a druhy rotačních enkodérů	21
2.1.2 Inkrementální rotační enkodéry	21
2.1.3 Součásti optického rotačního snímače	22
2.1.4 Princip funkce rotačních snímačů	22
2.2 Mikroprocesor ATmega	23
2.3 Optická závora	24
2.4 PWM	25
2.5 Posuvný registr 74HC595	26
2.6 H-můstek	27
2.7 Schmittův klopný obvod	30
2.8 LCD displej s řadičem HD44780	30
2.9 Servomotor	32

2.10	Bascom AVR.....	33
3	POPIS A STAVBA MODELU VÝTAHU.....	35
3.1	Mechanická konstrukce	35
3.2	Elektrická konstrukce	36
3.2.1	Návrh elektrické funkčnosti modelu.....	36
3.2.2	Návrh a schéma DPS	37
3.2.3	Výroba DPS v domácích podmínkách.....	40
3.2.4	Popis programu.....	43
	ZÁVĚR	45
	Literatura.....	46

Seznam zkratek

DPS	deska plošných spojů
HZS	Hasičský záchranný sbor
ISP	In-System Programming
MISO	Master In, Slave Out
MOSI	Master Out Slave In
CLK	Clock
SDRAM	Synchronous Dynamic Random Access Memory
CNC	Computer Numeric Control
LED	Light-Emitting diode
LCD	Liquid Crystal Display
A/D	Analog / Digital
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
UART	Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter

Seznam symbolů

τ délka pulzu, s

T délka periody, s

Seznam obrázků

Obr. 1.1 – Patent Elishi Gravesi Otise (DVOŘÁK, 2011).....	15
Obr. 1.2 – Základní součásti výtahu (DVOŘÁK, 2011)	16
Obr. 1.3 – Uspořádání převodového stroje s třecím kotoučem (DVOŘÁK, 2011).....	17
Obr. 1.4 – Hnací jednotka GeN2 fy. OTIS (DVOŘÁK, 2011)	18
Obr. 1.5 – Taipei 101(MIKLÍN, 2014).....	19
Obr. 2.1 – Průběh výstupu enkodéru (VOHRADLÍK, 2012).....	22
Obr. 2.2 – Příklad dekódovacího kotouče.....	22
Obr. 2.3 – Vývod portů ATmega32 v pouzdře DIL40 (VÁŇA, 2004).....	24
Obr. 2.4 – Optická závora	24
Obr. 2.5 – Možnosti zapojení optických závor (MASLAN, 2007)	25
Obr. 2.6 – Ukázka průběhu PWM signálu.....	26
Obr. 2.7 – 74HC595 (Lekce 12 - Posuvný registr 74HC595)	27
Obr. 2.8 – Schéma H-můstku (H-bridge, 2014)	27
Obr. 2.9 – Vývody a zapojení L298 (JRT, 2011)	29
Obr. 2.10 – Ukázka průběhu Schmittova klopného obvodu (Modulace, 2014)	30
Obr. 2.11 – LCD displej s řadičem HD44780 (MASLAN, 2007).....	31
Obr. 2.12 – Znaková sada řadiče HD44780 (MASLAN, 2007).....	32
Obr. 2.13 – Ukázka servomotoru (DISPO, 2009).....	32
Obr. 2.14 – Vnitřní zapojení elektroniky servomotoru (DISPO, 2009)	33
Obr. 2.15 – Prostředí Bascom AVR	34
Obr. 3.1 – Sestava modelu	36
Obr. 3.2 – Blokové schéma elektrického zapojení	38
Obr. 3.3 – Schéma zapojení	39
Obr. 3.4 – Plošné spoje	40
Obr. 3.5 – Osazovací schéma.....	42
Obr. 3.6 – Osazená DPS	43

Seznam tabulek

Tabulka 2.1 – Zobrazení možných stavů na vstupu H-můstku.....	28
Tabulka 2.2 – Řízení motorů u L298N	29

ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o základních principech výtahů, technologiích používaných ve výtahové technice a především o stavbě funkčního modelu výtahu, který je kvůli náročnosti a nemožnosti zmenšení některých součástí značně zjednodušený.

Bakalářská práce je rozdělena do tří hlavních kapitol.

V první kapitole je stručně pojednáváno o historii výtahové techniky, principech a členění výtahů podle různých kategorií, zabezpečovacích systémech výtahové techniky a limitech dnešních výtahů.

Druhá kapitola se zabývá teorií k použitým součástkám a principy používanými na modelu. Jsou uvedeny jen složitější systémy a postupy, které jsou použity na modelu. Elementárními součástkami se práce nezabývá.

Třetí kapitola obsahuje samotný popis modelu a postup jeho tvorby. Uveden je popis programu, popis DPS, včetně vysvětlení samotného elektrického chování, a popis mechanického chování modelu.

1 HISTORIE A TEORIE VÝTAHOVÉ TECHNIKY

1.1 Historie výtahů

Historie výtahů (potažmo zdvihacích zařízení) sahá až do roku 2900 před naším letopočtem, kdy bylo při stavbě Cheopsovy pyramidy v Gize manipulováno s kvádry 9x2x2 metry a s hmotností dosahující až 90 tun manipulováno nejspíše za pomoci válců, pák, nakloněné roviny a samozřejmě lidské síly.

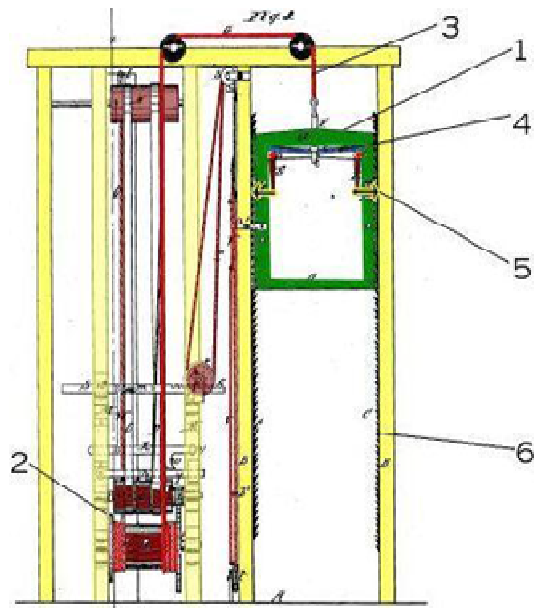
O tisíc let později již byly k dispozici kladky a bylo možné použít vodu jako protizávaží, jelikož se dala systémem potrubí napustit a zvětšila tak hmotnost protiváhy a při potřebě protiváhu snížit, se dala jednoduše odpustit.

Kolem roku 300 př. n. l. řecký fyzik a vynálezce Archimédes vynalezl nekonečný závit a navrhl zdvihací zařízení využívající navíjecí buben a lidskou sílu.

První plošiny, které se používaly pro přepravu osob, se objevily v roce 80 našeho letopočtu. Byly využívány v římském Koloseu pro dopravu gladiátorů a zvíře do arény.

Další nesmazatelnou stopu do historie výtahů udělal v polovině 15. století Leonardo da Vinci, který rozvinul vědomosti o jednoduchých přístrojích, jako jsou kuličková ložiska, spojky, ozubená kola, setrvačníky atd.

Od poloviny 19. století již probíhaly pokusy o konstrukci výtahů pro osobní dopravu, jak je známe dnes. Problém byl zejména v druhu pohonu a zajištění bezpečnosti. První opravdu použitelný a bezpečný výtah navrhuje Elisha Graves Otis v roce 1854 a představuje ho na Světové výstavě v New Yorku. Plošina je na tomto výtahu v rámu opatřeném západkami. Při přetržení lana se západky uvolnily a zapadly do ozubené kolejnice umístěné v šachtě. Schéma tohoto patentu je vyobrazeno na obr. 1.1, kde 1 – plošina výtahu v rámu, 2 – navíjecí buben nosného lana, 3 – nosné lano, 4 – bezpečnostní pákový mechanismus, 5 – západky klece, 6 – ozubená lišta vodících drážek výtahu.

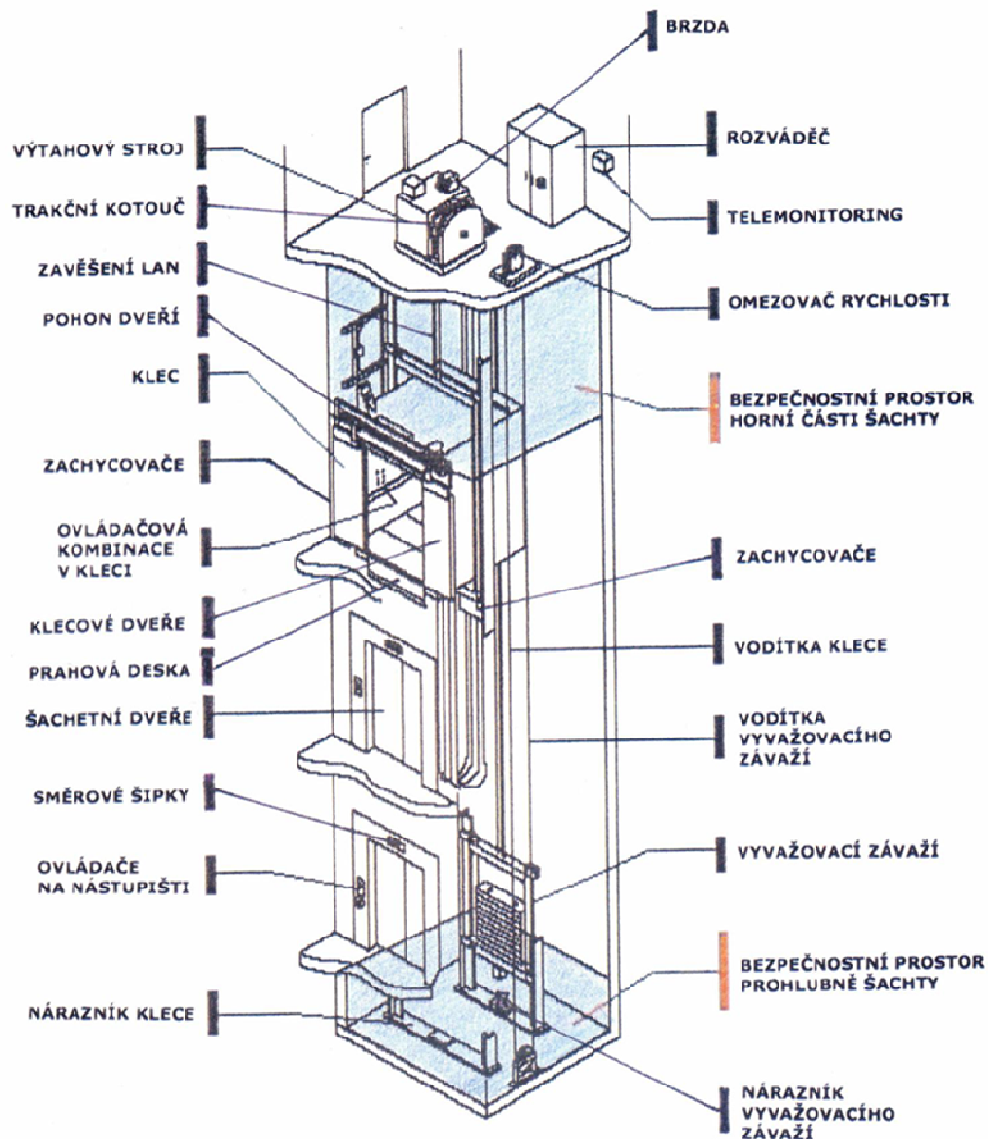


Obr. 1.1 – Patent Elishi Graves Otise (DVOŘÁK, 2011)

Do dnešních dnů se tento princip ve své podstatě nezměnil, jenom jsou inovovány pohony a různé systémy komfortu a bezpečnosti. (DVOŘÁK, 2011)

1.2 Princip výtahů

Přehled základních částí, ze kterých se skládá výtah, a výtahová šachta jsou vyobrazeny na obr 1.2. Podle konstrukce jsou mechanické a technické součásti instalovány buď samostatně, ve strojovně výtahu (výtahy se strojovnou) nebo jsou všechny funkční a pohonné systémy obsaženy v šachtě (výtahy bez strojovny), kde jsou elektrický rozvaděč s elektronikou v blízkosti šachetních dveří v posledním podlaží. (DVOŘÁK, 2011)



Obr. 1.2 – Základní součásti výtahu (DVOŘÁK, 2011)

1.3 Druhy výtahů

Základní rozdělení výtahů je na výtahy určené pro dopravu osob a výtahy nákladní. Rozhodujícím kritériem je skutečnost, zda se v kleci může dopravovat osoba, nerozlišuje se, jestli sama nebo s nákladem. V tomto případě už musí výtah splňovat přísnější konstrukční a technické požadavky. V případě, že lze do výtahu vstoupit, ale nejde s ním odjet (protože nejsou v dosahu ovládací prvky), anebo nelze jednoduše z konstrukčních důvodů do klece vstoupit, pak se jedná o výtah určený pouze pro dopravu nákladu.

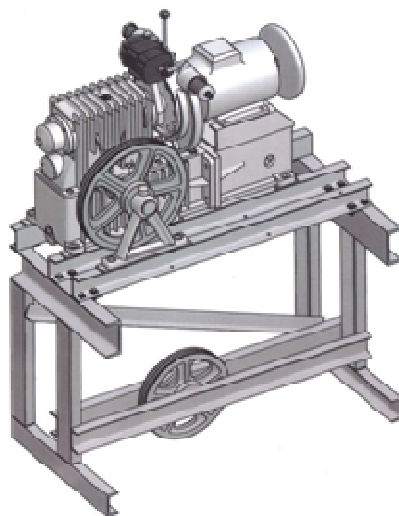
Osobní výtahy pak dále mohou být se speciálním určením, jako například evakuační výtahy, požární výtahy nebo výtahy určené pro přepravu osob s omezenou schopností pohybu a orientace.

1.4 Druhy pohonů výtahů

Základní rozdělení výtahů dle použitého pohonu je na výtahy hydraulické a elektrické.

Hydraulické výtahy využívají principu nestlačitelnosti kapaliny. Základem takového výtahu je agregát, který je určen k dodávání pracovní kapaliny (většinou hydraulický olej) pod určitým tlakem do přímočarého hydraulického motoru (nejčastěji válec s pístem). Toto řešení se hodí k výtahům do výšky šesti poschodí, protože při vyšší výšce by již musel být hydraulický píst neúměrně velký a také by byla potřeba mít pro tento píst dostatečné prostory pod spodním podlažím.

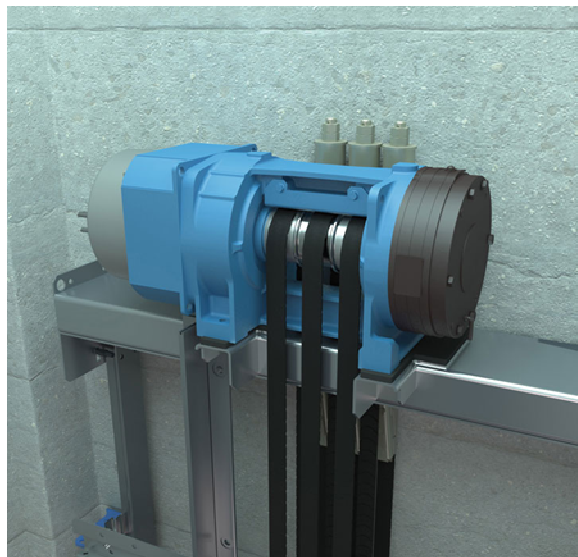
Základním typem elektrického výtahu je převodový stroj s třecím kotoučem. Hlavní částí takového stroje je elektrický motor, který je přes převodovku připojen na třecí kotouč. Přes třecí kotouč je napnuto nosné médium, které je na jedné straně připnuto ke kleci výtahu a na druhé straně k protizávaží.



Obr. 1.3 – Uspořádání převodového stroje s třecím kotoučem (DVOŘÁK, 2011)

Nevýhody převodových strojů, u kterých se musí snižovat počet otáček elektromotoru na požadovaný počet otáček na třecím kotouči, řeší použití bezpřevodového stroje. U těchto výtahů je třecí kotouč napojen přímo na elektromotor nebo může být dokonce jeho součástí v jednom pouzdře. Zde se místo elektromotorů asynchronních (které mají konstantní otáčky) využívají elektromotory synchronní a k řízení jejich otáček se využívá frekvenčního měniče.

Výhoda tohoto řešení je také v tom, že bezpřevodový stroj je nesrovnatelně menší, než stroj převodový, a tak není nutno k tomuto výtahu mít samostatnou strojovnu. Příkladem tahového řešení je řada výtahů GeN2 fy. OTIS, jehož hnací jednotka, určená k umístění do šachty, je na obr. 1.4.



Obr. 1.4 – Hnací jednotka GeN2 fy. OTIS (DVOŘÁK, 2011)

Dalším typem elektrického výtahu je výtah bubnový. U bubnového stroje je třecí kotouč nahrazen bubnem, na kterém se navíjí lano. Tento typ nedisponuje protizávažím, a proto se může na klec výtahu použít celý objem prostoru výtahové šachty. Vzhledem k absenci protiváhy, má bubnový stroj při rozjezdu a jízdě směrem nahoru vysoký příkon. Naopak při jízdě směrem dolů příkon nižší, protože nemusí zdvihát hmotnost protiváhy. I přes tuto skutečnost, má bubnový typ výtahu při běžném provozu asi o 30 % větší energetickou spotřebu, než výtah s protizávažím a využívá se pouze tam, kde je potřeba využít co největší plochu šachty pro klec výtahu.

1.5 Ochrana a zabezpečovací systémy

Na ochranu a bezpečnost při dopravě ve výtahové technice se kladou vysoké nároky a všechny výtahy musí splňovat přísné normy a jsou také pravidelně kontrolovány.

První, čím se musí člověk při konstrukci výtahu zabývat, je zajištění klece při přetržení nosných lan. Této skutečnosti se lidé bojí nejvíce a také je jí věnována největší pozornost. První na řadě je prevence toho, aby tato skutečnost vůbec nastala. Proto jsou nosná lana rozdělena na nejméně dva prameny a jsou více než dostatečně dimenzována. V případě, že k přetržení dojde, je k dispozici na kleci nezávislé mechanické zádržné zařízení. Toto

zařízení má podél výtahové šachty natažené vlastní lano a při překročení maximální povolené rychlosti klece se odjistí držáky záchytného zařízení, které jsou tlačeny proti vodícím lištám klece a způsobeným třením se klec samovolně zastaví.

Dalším významným prvkem ve výtahové šachtě, na který se musí klást důraz, jsou dveře výtahu. Podle dnešních předpisů musí výtah obsahovat nejen dveře šachty, ale i dveře kabiny. Dveře výtahů mohou být ovládány ručně nebo mohou být samočinné. Z pohledu bezpečnosti je dáno, že se výtah nesmí rozjet ze stanice, pokud nejsou některé z těchto dveří zavřené. Toto bezpečnostní pravidlo platí spíše pro osoby jedoucí ve výtahu. Situace, kdy by došlo k otevření šachtových dveří i v případě, když kabina není v příslušné stanici, nastat nemůže, protože dveře šachty nemají vlastní pohon a jsou paralelně otevírány s dveřmi kabiny za pomoci jejich pohonu. I při použití síly nelze dveře lehce otevřít, protože každé dveře se po jejich zavření zajistí západkami a na jejich uvolnění je třeba speciální klíč, který mají např. HZS nebo policie. (DVOŘÁK, 2011)

1.6 Jaké jsou dnešní limity?

Jedním z nejmodernějších a nejrychlejších výtahů se pyšní mrakodrap Taipei 101, nacházející se v městě Tchaj-pej, hlavním městě Tchaj-wanu. Sice to není nejnovější výtah, ale i přesto drží rekord v Guinnessově knize rekordů. Tento výtah vyveze 24 cestujících z přízemí do 89. podlaží (kde je umístěna vyhlídková plošina) za méně než 40 sekund.



Obr. 1.5 – Taipei 101 (MIKLÍN, 2014)

Výtah tedy dosahuje průměrné rychlosti kolem 17 metrů za sekundu, což je kolem 60 kilometrů za hodinu (pro srovnání, běžný výtah v činžovních domech dosahuje rychlosti

kolem 1 m/s). Zajímavostí je, že dolů výtah jede již "jen" poloviční rychlostí z důvodu překonávání gravitačních sil a možného vzniku levitace. (MIKLÍN, 2014)

2 TEORIE K POUŽITÝM SOUČÁSTKÁM A PRINCIPŮM NA MODELU

2.1 Rotační enkodéry

2.1.1 Úvod a druhy rotačních enkodérů

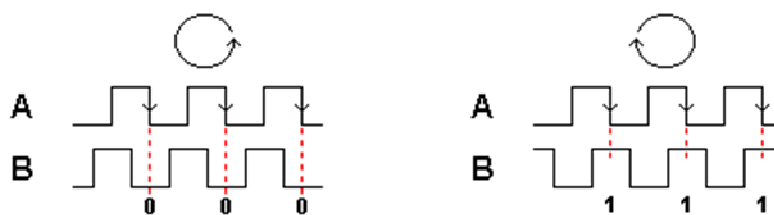
Rotační enkodéry patří do skupiny snímačů ke snímání polohy (přesněji rotačním snímačům polohy). Rotační enkodér je elektromechanický převodník, který převádí rotační pohyb na sekvence elektrických digitálních impulzů.

Nejvýznamnější a nejčastěji používané rotační enkodéry jsou založeny na mechanickém nebo optickém principu. Mechanický enkodér pracuje na principu otáčející se hřídele přejíždějící přes mechanické kontakty. Tento princip je sice levnější, ale snímače jsou určeny pouze pro pomalejší rychlosti otáčení a otázkou je také jejich životnost, protože obsahují mechanické kontakty a ty se postupně opotřebovávají. Proto se čím dál častěji používají enkodéry na optickém principu. Dají se použít na větší rychlosti otáčení a nejsou tak závislé na mechanickém opotřebením. Optické rotační enkodéry jsou také proto náplní této práce, takže další text bude věnován hlavně tomuto druhu rotačních snímačů, převážně tedy inkrementálním rotačním enkodérům. (VOHRADLÍK, 2012)

2.1.2 Inkrementální rotační enkodéry

Inkrementální enkodéry jsou rotační snímače, které poskytují relativní informaci o změně polohy. Inkrementální enkodéry se dále liší velikostí pouzdra, provedením hřídele, která může být i dutá, a přírubou. V průmyslových aplikacích se pak často používají jako zpětná vazba pohonů. Názorným příkladem je kolečko u myši. Při otáčení jsou generovány impulzy a pomocí logiky z nich lze zjistit směr otáčení. Lze i použít optické inkrementální snímače, které mají několik stovek kroků na otáčku. Díky této citlivosti, lze ladit přijímače, kde je třeba přeladit rychle a v tisíci krocích. Inkrementální enkodér generuje obvykle dva obdélníkové průběhy, vzájemně posunuté o 90 elektrických stupňů, které se nazývají kanál A a kanál B. Zpracováním samotného kanálu A lze získat informaci o rychlosti otáčení, s pomocí druhého kanálu lze na základě sekvence stavů generovaných oběma kanály rozeznat i směr otáčení.

K dispozici bývá ještě další signál, nazývaný Z nebo také nulový kanál, který udává referenční (nulovou) polohu hřídele enkodéru. Tento signál je obdélníkový a ve fázi s kanálem A. Způsob průběhu kanálů ukazuje obr. 2.1.

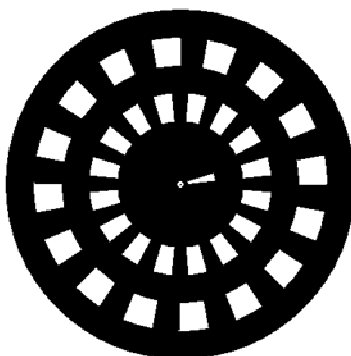


Obr. 2.1 – Průběh výstupu enkodéru (VOHRADLÍK, 2012)

2.1.3 Součásti optického rotačního snímače

Srdcem enkodéru je optický disk spojený klínem se spojovací hřídelí enkodéru, která se otáčí současně s diskem. Před diskem je umístěn světelný zdroj (LED dioda), který vysílá světlo, jež může diskem procházet pouze skrz průhledná okénka. Zbývající část disku je černá, tedy neprůhledná, a světlo pohlcuje. Světelné impulzy vytvářené otáčením disku aktivují optický snímač, který je převádí na elektrické impulzy. Ty jsou zesíleny a mohou být dále využity různými vizualizačními a řídicími přístroji.

Optické disky mohou být s libovolným rozlišením, může jít i o speciální disky, navržené na základě konkrétních požadavků.



Obr. 2.2 – Příklad dekodovacího kotouče

2.1.4 Princip funkce rotačních snímačů

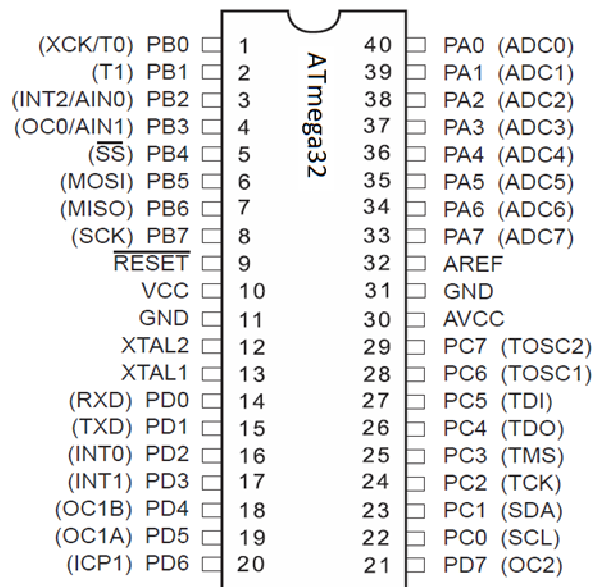
Rotační enkodér je elektromechanický převodník, který převádí rotační pohyb na sekvence elektrických digitálních impulzů. Vygenerované impulzy je možné používat ke kontrole rotačních, případně i lineárních pohybů (pokud jsou snímače připojeny k ozubené tyči nebo šnekovému převodu). Elektrické signály generované při otáčení mohou být dále zpracovány mikroprocesory, číslicovým CNC řízením, programovatelným logickým automatem (PLC), řídicím systémem apod. Mezi hlavní aplikace těchto rotačních snímačů patří obráběcí stroje, zpracování materiálu, roboty, elektromotory a měřicí a řídicí systémy se zpětnou vazbou. V enkodérech se indikace rotačního pohybu děje na principu optického

snímání. Systém snímání je založen na otáčení disku, který je radiálně rozdělen střídavě na neprůhledná a průhledná okénka. Disk je kolmo osvětlován zdrojem infračerveného světla, které promítá obraz (stín) disku na povrch přijímače (fototranzistoru). Snímač pak převádí světelné změny, ke kterým dochází při pohybu disku, na odpovídající elektrické napětí. Aby snímač generoval obdélníkové impulzy bez rušení, musí být elektrický signál zesílen a elektronicky zpracován.

2.2 Mikroprocesor ATmega

Mikroprocesory AVR se vyráběly ve čtyřech řadách. Je to základní řada (dnes se již nevyrábí), řada ATtiny, řada ATmega a řada ATXmega. Liší se především v počtu instrukcí. Mikroprocesory se liší také použitými obvody, které jsou obsaženy v mikroprocesoru. Je to například velikost paměti SDRAM, FLASH a EEPROM. Dále počtem čítačů/časovačů a jejich rozlišením (8 nebo 16bit), počtem portů. Většinou obsahují UART. Některé procesory řady Mega jich mají i více. Zpravidla dva. Obsahují analogový komparátor, obvod Watchdog a některé i A/D převodník a spousty dalších obvodů. Konkrétní popis jednotlivých mikroprocesorů je v materiálech a datasheetu výrobce. Tam je uvedeno i podrobné nastavení. Na desce je použit ATmega32. Rozložení pinů je na obr. 2.3.

Mikroprocesory AVR je možné programovat jak paralelně, tak i sériově a to přímo v systému. Při paralelním programování se využívá toho, že obvod je navržen tak, aby po připojení programovacího napětí na určitý pin obvodu se provedlo přepnutí vývodů z normálního režimu I/O portů na adresové a datové vývody vnitřní paměti. Pak je možné do paměti paralelně zaznamenat data. Po naprogramování se obvod opět přepne zpět. Nevýhoda tohoto programování je, že je nutné mikroprocesor odpojit od jakýchkoliv obvodů a umístit jej do programátoru. Tato nevýhoda odpadá při sériovém programování. Při tomto programování mikroprocesor zůstává v aplikaci a pomocí několika signálů připojených na programátor ho lze jednoduše naprogramovat. Využívá se převážně signálů MOSI, MISO, SCK a RESET. Tomuto programování se nazývá ISP.



Obr. 2.3 – Vývod portů ATmega32 v pouzdře DIL40 (VÁŇA, 2004)

2.3 Optická závora

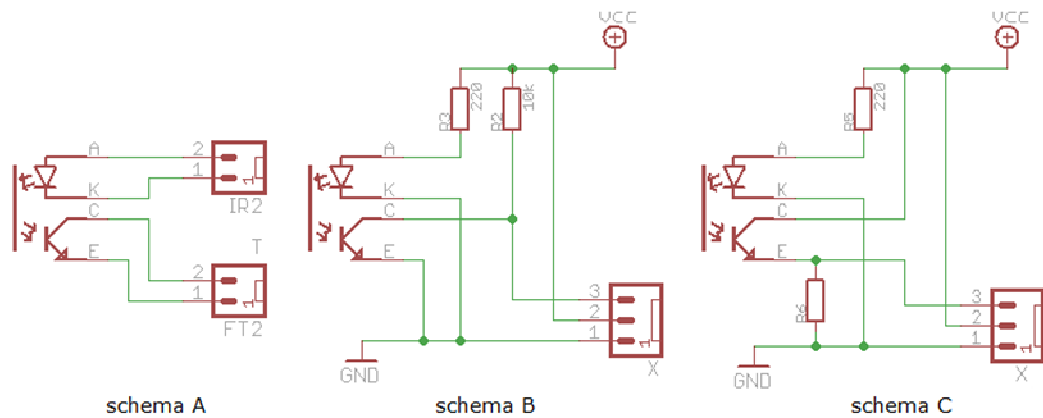


Obr. 2.4 – Optická závora

Optická závora je součástka složená z LED diody a fototranzistoru. Optické závory jsou sestaveny tak, že na jedné straně závory je LED dioda nebo IR LED dioda. IR dioda se používá proto, aby nebyla závora závislá na denním světle. Na druhé straně závory je umístěn fototranzistor. Dopadajícím zářením do kolektorového PN přechodu se otevře přechod mezi bází a emitorem. Tranzistor se otevře a prochází jím proud z připojeného zdroje. Průchod nosičů náboje lze řídit velikostí dopadajícího záření, to znamená, že když se do štěrbiny umístí polopropustný materiál, může být na výstupu třeba jen poloviční napětí, než je na připojeném zdroji.

Optická závora se dá také zapojit v různém zapojení. Některé způsoby zapojení jsou vidět na obr. 2.5. U varianty A má optická závora vyvedeny vývody IR LED a fototranzistoru pouze na piny. Úpravu signálu a připojení na napájení je nutné udělat externě, aby mohl být zpracováván procesorem. U varianty B je optická závora zapojena způsobem „společný emitor“. Výstup možno zapojit tří vodičově rovnou do mikroprocesoru. A u varianty C je

optická závora zapojena způsobem „společný kolektor“. Výstup možno zapojit třemi piny rovnou do mikroprocesoru. Rozdíl oproti variantě B je, že lze pomocí odporu R6 nastavit výstup přesněji. (MASLAN 2007)



Obr. 2.5 – Možnosti zapojení optických závor (MASLAN, 2007)

2.4 PWM

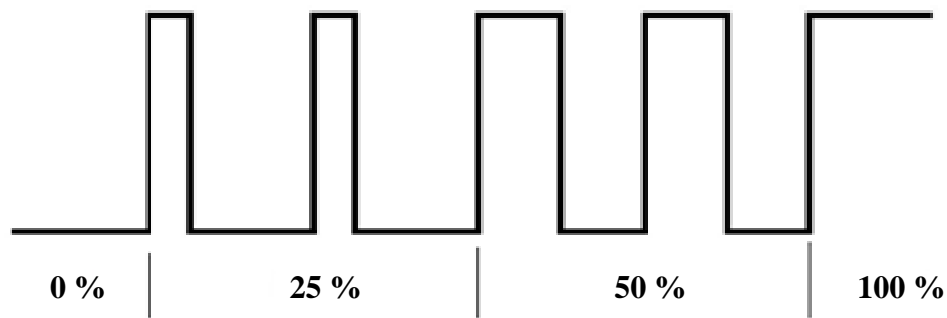
PWM je zkratka z anglického označení Pulse Width Modulation, neboli v překladu pulzní šířková modulace. Je to vlastně diskretní způsob modulace pro přenos analogového signálu pomocí dvoustavového signálu. Jako dvoustavový signál lze využít například napětí, proud nebo světelný tok.

PWM je modulace periodického signálu se změnou střídy impulzu (šířky impulzu) v závislosti na vstupní veličině. K regulaci se používá střída signálu, tedy poměr časů, ve kterých je obdélníkový signál v logické nule nebo v logické jedničce. Pokud je tedy střída například 1:1, znamená to, že signál je v logické nule a logické jedničce stejně dlouho, tedy PWM modulace je na 50 %. Výpočet střídy DCL v % je znázorněn vztahem

$$DCL = \frac{\tau}{T} \cdot 100 \quad (2.1)$$

kde τ je délka pulzu, s
 T délka periody, s

Omezením pro pulzní šířkovou modulaci je fakt, že informace je vyjádřena relativně a to v poměru 0 - 100 %, musí být tedy znám poměr mezi skutečnou hodnotou a procentuálním vyjádřením. Názorný příklad průběhů pro 0 %, 25 %, 50 % a 100 % je ilustrován na obr. 2.6. (MODULACE, 2014)

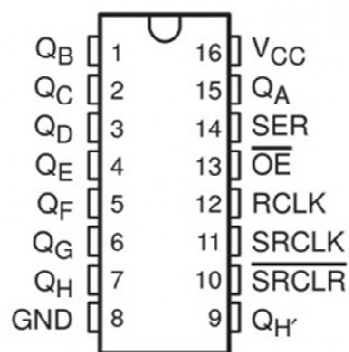


Obr. 2.6 – Ukázka průběhu PWM signálu

2.5 Posuvný registr 74HC595

Posuvný registr je v zásadě soustava klopných obvodů, kterými se logická hodnota posouvá dále za pomoci hodinového signálu. K vysvětlení principu jsou nejdůležitější hlavně výstupy ($Q_A - Q_H$) a tři vstupy, kterými se 74HC595 ovládá. Jsou to SER (serial input), SRCLK (shift register clock) a RCLK (storage register clock). Zapojení čipu je zobrazeno na obr. 2.7. Z toho již vyplývá, že k ovládní 8 výstupů jsou zapotřebí pouze 3 výstupy z mikroprocesoru. Osm výstupů je k dispozici na jednom obvodu, jinak se dají posuvné registry za sebou řetězit a za pomoci opravdu pouze 3 výstupů mikroprocesoru je počet výstupů za posuvnými registry několikanásobně vyšší.

Tedy, když přijde hodinový signál na pin SRCLK, posune se logická hodnota ze SER do posuvného registru. Tímto způsobem zapíšeme například 8 hodnot. Při tomto zápisu musí být ovšem stav vstupu RCLK v logické nule. Po zápisu všech hodnot, které jsou potřebné zapsat do posuvného registru, je nutno přepnout RCLK do logické jedničky. To způsobí, že se data zobrazí na výstupech. Poté, co se na RCLK zapíše opět logická nula, může se do registru nahrát nový soubor dat, zatímco na výstupech je zobrazen stále minulý stav a to do doby, dokud se na RCLK opět nezapíše jednička. (Lekce 12 - Posuvný registr 74HC595, 2013)

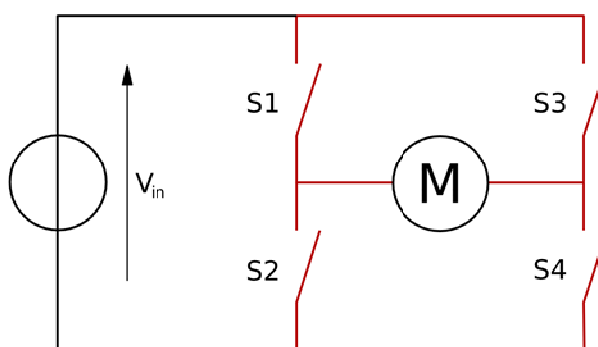


Obr. 2.7 – 74HC595 (Lekce 12 - Posuvný registr 74HC595)

2.6 H-můstek

H-můstek je elektronický obvod, který umožňuje, aby na výstupu z obvodu bylo dosaženo napětí obou polarit, tedy, jak kladné tak záporné napětí. Tyto obvody jsou často používány zejména v robotice a dalších odvětvích, kde slouží k řízení stejnosměrných motorů v obou směrech otáčení.

H-můstek je typicky k dispozici jako integrovaný obvod (například L298) nebo ho lze samozřejmě sestavit z diskretních součástek. Termín H-můstek je odvozen z typického grafického znázornění obvodu, jak je vidět na obr. 2.8. H-můstek je postaven ze čtyř spínačů. Spínače mohou být provedeny ze spínacích tranzistorů nebo ze spínacích relé. Jednotlivá řešení mají svá pro i proti. U tranzistorového řešení je výhoda v rychlosti spínání, kdežto u řešení s relé lze spínat vyšší výkony, ale dochází k opotřebování pohyblivých součástí uvnitř relé.



Obr. 2.8 – Schéma H-můstku (H-bridge, 2014)

Co se týče ovládání, H-můstek nemusí určovat jen směr otáčení, ale podle stavu na spínačích, může motor i brzdit. Funkce při jednotlivých nastaveních na spínačích H-můstku ukazuje tabulka 2.1.

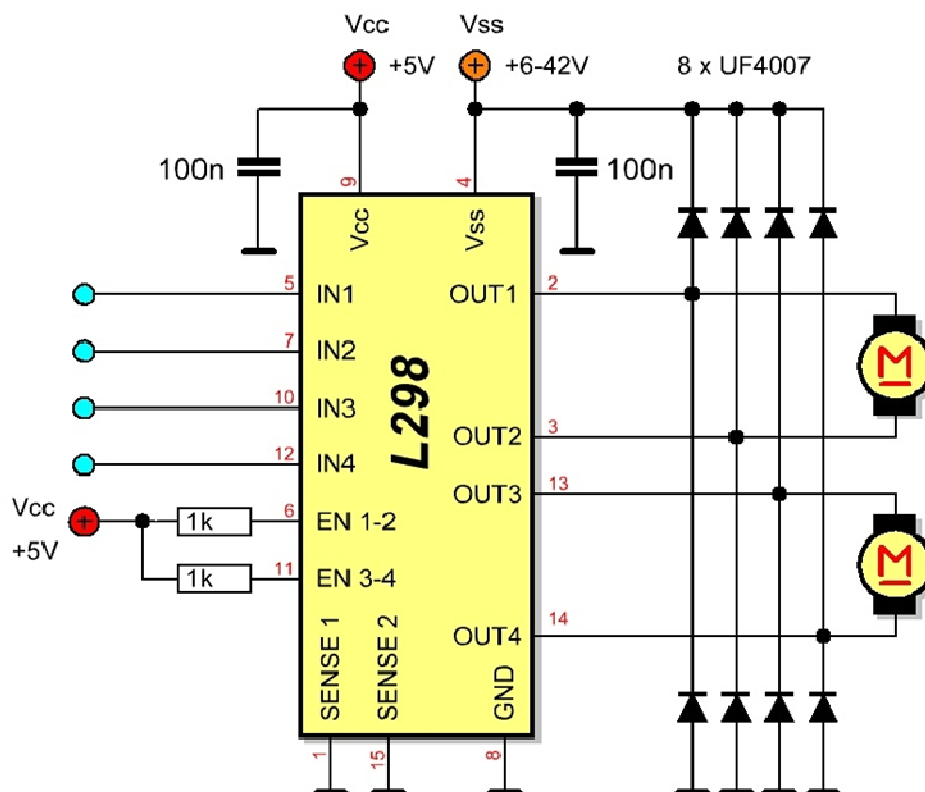
Tabulka 2.1 – Zobrazení možných stavů na vstupu H-můstku

S1	S2	S3	S4	Výsledek
1	0	0	1	Motor se otáčí vpravo
0	1	1	0	Motor se otáčí vlevo
0	0	0	0	Motor běží volně (odpojené napájení)
0	1	0	1	Motorová brzda
1	0	1	0	Motorová brzda
1	1	0	0	Nesmí nastat (zkrat)
0	0	1	1	Nesmí nastat (zkrat)
1	1	1	1	Nesmí nastat (zkrat)

Jak lze pozorovat z tabulky, jediné, co nesmí nastat, je stav, kdy by byly spínače ve stavu, že by se zkratoval zdroj napětí. Ale toto se ošetřuje již v samotném integrovaném obvodu.

Co se týče konkrétního způsobu řešení, lze ho ukázat na obvodu L298N, který je také používán u tohoto modelu výtahu. L298N je integrovaný obvod pro řízení dvou stejnosměrných motorů. Obsahuje dva samostatné H-můstky, každý se samostatným ovládním. Ukázka vývodů a zapojení L298 je na obr. 2.9.

H-můstek se řídí třemi signály a to IN1, IN2 a ENABLE. Na signál ENABLE se posílá údaj, zda má být motor zapnut. Motor může být buď pouze zapnut a konstantně běžet, nebo sem lze přivést PWM signál a regulovat rychlost otáčení.



Obr. 2.9 – Vývody a zapojení L298 (JRT, 2011)

Co se týče ovládání směru a zastavení, je vidět, že se používají jen dva signály. Ovládání otáčení a brzdění motorů je řízeno vstupy IN1 a IN2. Pravdivostní tabulka s funkcemi je zobrazena v tabulce 2.2. Pro úplnost je zde potřeba zmínit, že stav 0 u signálu ENABLE znamená odpojení celého můstku a motor tedy není nijak brzděn a běží takzvaně „na volnoběh“.

Tabulka 2.2 – Řízení motorů u L298N

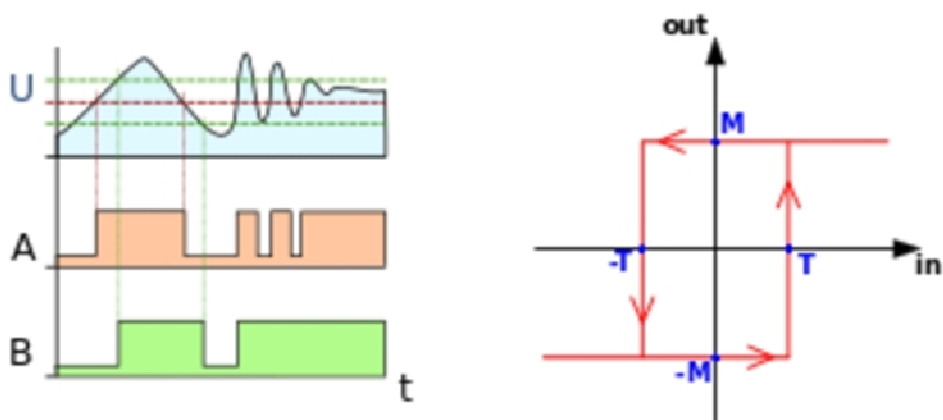
IN1	IN2	Výsledek
0	0	Rychlé zastavení motoru
0	1	Otáčení vpravo
1	0	Otáčení vlevo
1	1	Rychlé zastavení motoru

Za zmínění stojí ještě vývody, označené jako SENSE. Na tyto vývody jsou připojeny spodní konce H-můstků v obvodu a slouží k připojení snímacích odporů, na kterých je možno

snímat velikost proudu, který můstkem protéká. Toto je užitečné například pro ochranu proti přetížení a zničení H-můstku. (JRT, 2011)

2.7 Schmittův klopný obvod

Schmittův klopný obvod je obvod sloužící k úpravě tvaru impulzů. Jeho základní vlastností je hystereze. To znamená, že jeho výstupní signál je závislý nejen na hodnotě vstupní, ale i na jeho původní hodnotě. Hystereze, i když je v jiných aplikacích nežádoucí, má své opodstatnění zde v tom, že zabraňuje vzniku zákmitů výstupního signálu v okolí střední hodnoty výstupního napětí. Schmittův klopný obvod tedy z jakéhokoli signálu udělá dvoustavový. Průběh a následné vyfiltrování Schmittovým klopným obvodem je dobře znázorněno na obr. 2.10. Na obrázku vlevo jsou znázorněny průběhy při průchodu Schmittovým obvodem. Signál U znázorňuje vstupní signál, signál A znázorňuje průběh bez hystereze a signál B znázorňuje průběh s hysterezí. Vpravo je znázorněna závislost výstupního signálu OUT na závislosti vstupního signálu IN. (Modulace, 2014)



Obr. 2.10 – Ukázka průběhu Schmittova klopného obvodu (Modulace, 2014)

2.8 LCD displej s řadičem HD44780

S řadičem DH44780 pracuje většina dnešních LCD znakových displejů. Znakové displeje s tímto řadičem se vyrábějí v provedení od 1x8 znaků až do 4x40 znaků. K propojení s mikroprocesorem se používá 4 nebo 8 datových vodičů, jeden na přepínání zápisu instrukcí / dat (RS), jeden s hodinovým signálem (E) a pokud je nutno číst obsah displeje, může se připojit k mikroprocesoru ještě pin R/W, ale pokud ne, je trvale uzemněn. Toto platí pro displeje do 2x40 nebo 4x20 znaků, protože HD44780 má paměť na uložení pouze 80 znaků, což zvládne obsloužit právě dvě zmíněná rozlišení. Pokud je potřebné použít displej 4x40 znaků, pak se zapojení trochu liší. U tohoto displeje jsou dva řadiče HD44780 vedle

sebe. Mají propojené paralelně všechny vodiče, až na pin E. Pin E je v tomto případě rozdělen na E1 a E2 a každý ovládá půlku displeje.



Obr. 2.11 – LCD displej s řadičem HD44780 (MASLAN, 2007)

Displej může být připojen čtyřmi nebo osmi datovými vodiči, podle toho, jaké znaky se budou používat. Pokud se bude využívat všech osm datových vodičů, pak je k dispozici plná znaková sada displeje, která je zobrazena na obr. 2.12. Pokud se bude používat pouze čtyř datových vodičů (DB7 - DB4) a zbytek bude uzemněn, bude k dispozici jenom levá půlka znakové sady, ale pro základní použití to stačí. Základní znaková sada se může rozšířit i osmi vlastními znaky, což lze využít pro některé speciální znaky, které nejsou obvyklé. Obsluha displeje v BASCOM AVR je velmi jednoduchá, protože pro ovládání LCD displejů s řadičem HD44780 obsahuje již integrovanou knihovnu.

Další, co se u takového LCD displeje řeší, je napájení, kontrast a podsvícení displeje. Napájení je typicky 5 V stejnosměrného napětí. Kontrast je řízen pomocí napětí na pinu Vee a to tak, že kontrast je úměrný napětí, vzhledem k hlavnímu napájecímu napětí. Tedy, když bude napájecí napětí 5 V a na pinu bude 0 V, kontrast bude minimální, kdežto když na něm bude také 5 V, kontrast bude maximální. Podsvícení LCD displejů je řešeno LED diodami, tedy připojuje se na piny LED+ a LED napětí. Samozřejmě se nesmí zapomenout před tento vstup dát předřadný odpor, protože LED diody mají odpor blížící se nule a proud jimi protékající by je zničil.

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx000			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
xxxx001			E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
xxxx010			S	T	U	V	W	X	Y	Z	[]	^	_	~	
xxxx011			!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.
xxxx100			/	?	@											
xxxx101																
xxxx110																
xxxx111																

Obr. 2.12 – Znaková sada řadiče HD44780 (MASLAN, 2007)

2.9 Servomotor

Dnešní modelářské servomotory obsahují elektromotor s převodovkou a řídicí elektroniku. Servomotory se hlavně dělí podle hmotnosti (samotného servomotoru), rychlosti pohybu otáčení (udávaného ve stupních za sekundu) a síly (krouticího momentu vyvolaného pákou servomotoru, nejčastěji udávaného v kg/cm, tedy v hmotnosti utážitelné na páku o poloměru jeden centimetr).

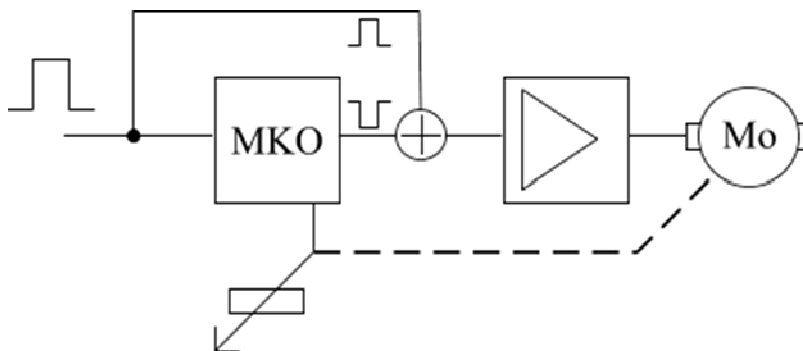


Obr. 2.13 – Ukázka servomotoru (DISPO, 2009)

K servomotoru vedou tři vodiče: napájení, zem a datový vodič, po kterém se do řídicí elektroniky servomotoru přivádí řídicí impulzy. Dnešní servomotory pracují s kladnými řídicími impulzy o délce impulzu 1-2 ms. Délce impulzu 1,5 ms odpovídá střední poloha servomotoru. 1 ms odpovídá levé a 2 ms odpovídají pravé krajní poloze. Mechanické

provedení může být takové, že je možnost otáčení páky servomotoru větší, než 180 úhlových stupňů, ale rozhodně to není pravidlem. Většina servomotorů má rozsah kolem 160 stupňů.

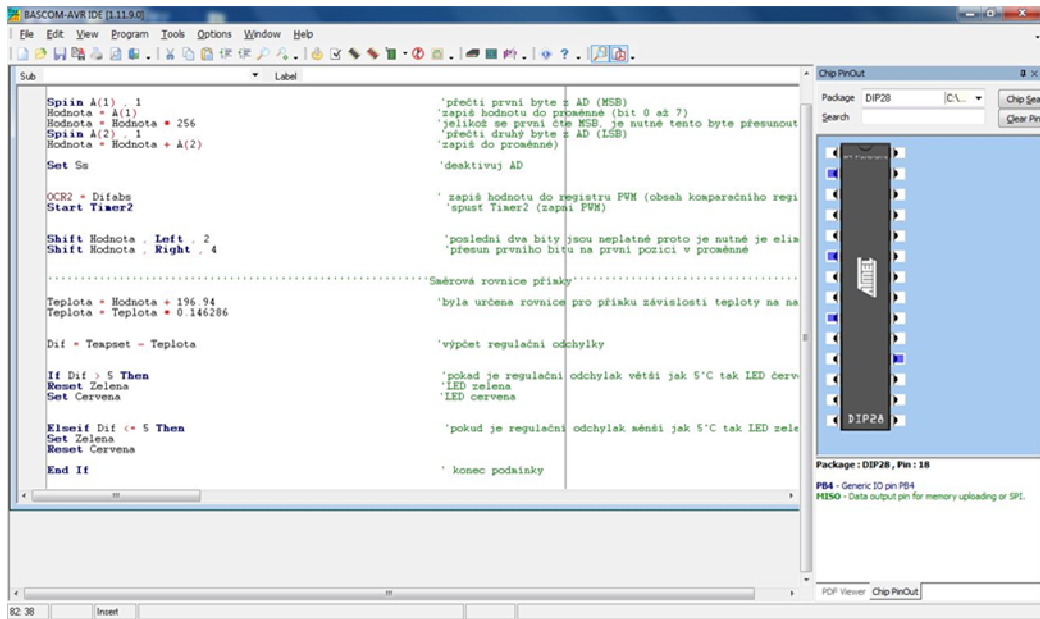
Řídicí elektronika, jejíž zjednodušené zapojení je na obr. 2.14, pracuje následovně. Na vstup přijde řídicí impuls, který spustí monostabilní klopný obvod. Ten vygeneruje impuls o délce odpovídající poloze servomotoru a opačné polarity, než je impuls, který přišel na vstup. Dále se tyto dva impulzy porovnají a výsledkem je impuls, daný jejich rozdílem. Tento impuls je zesílen a přes můstkový spínač způsobí roztočení motoru daným směrem. Elektromotor při otáčení převodovkou zároveň otáčí potenciometrem, který působí jako zpětná vazba pro elektroniku. Motor se vlastně otáčí tak dlouho, dokud se délka vytvořená monostabilním klopným obvodem nerovná délce vstupního řídicího impulsu. (DISPO, 2009)



Obr. 2.14 – Vnitřní zapojení elektroniky servomotoru (DISPO, 2009)

2.10 Bascom AVR

Bascom AVR je soubor nástrojů od firmy MCS electronics pro naprogramování a kompilaci programů pro mikroprocesory. Umožňuje využít rozsáhlé databáze řad mikroprocesorů, jako jsou například Atmel, Attiny, Pico a další. Dovoluje napsat řídicí kód ve srozumitelném a lehkou naučitelném jazyce. Obsahuje i mnoho už hotových knihoven a proto je práce lehčí a rychlejší. Po dopsání lze program nasimulovat v programovém simulátoru.



Obr. 2.15 – Prostředí Bascom AVR

3 POPIS A STAVBA MODELU VÝTAHU

3.1 Mechanická konstrukce

Mechanická část modelu výtahu je tvořena z hliníkových tvarovaných profilů. U ploch je použit hliníkový plech. Spoje jsou tvořeny systémem šroub-matka, nebo pokud to dovoluje konstrukce, jsou vyřezány do hliníkových profilů závit. Některé plechy jsou z estetických důvodů opatřeny i barvou. Na obr. 3.1 je vyobrazeno schéma sestavy modelu výtahu. Základní části modelu jsou: 1 - můstek s motorem a optickým enkodérem, 2 - šachta výtahu, 3 - náhrada za panel uvnitř výtahové kabiny a 4 - schránka na elektroinstalaci a ovládací deska modelu.

Model výtahu je rozdělen na dvě části. První část tvoří výtahová šachta. Šachta je pomyslně svisele rozdělena na 4 části - patra. Každé patro má své přivolávací tlačítko, indikátor přivolání, displej (zobrazuje, v kterém patře se nachází kabina) a dveře do šachty. Dveře šachty jsou tvořeny z plexiskla a jsou vedeny ve vodorovných pojezdech. Tyto dveře nemají žádný vlastní pohon a jsou otevírány spolu s dveřmi výtahové kabiny, které vlastní pohon mají, v tomto případě řešený servomotorem. Propojení těchto dvou dveří je řešeno na principu čepu a dlabu, kdy při příjetí do stanice čep od kabinových dveří zajede do dlabu dveří šachtových a jsou spolu taženy tak i zpět. Dveře kabiny drží na místě samotný servomotor, dveře šachty drží v zavřené poloze malý magnet.

Na vrcholu šachty je vytvořena plocha, na které je umístěno uchycení motoru s řemenicí. Přes tu vede lano od kabiny výtahu k protiváze. Kabina i protiváha jsou vedeny ve vodorovných vodících lištách. Na horní plošině je také umístěn optický rotační enkodér. Ten je připojen na řemenici vedoucí lano k protiváze (umístění je voleno záměrně, protože řemenice připojená k motoru by mohla proklouznout a deformovat tak informaci o pozici kabiny). Tímto pohybem se roztáčí i optický rotační enkodér umístěný na horní plošině a sleduje tak polohu výtahu.

Druhá část modelu výtahu je tvořena skříň umístěné nalevo od šachty výtahu. Uvnitř je ukryta veškerá elektronika, od které jsou všechny vodiče taženy "pod modelem" do šachetní části. Na horní straně skříň je umístěn panel, který supluje ovládací panel ve výtahové kabině. Je takto umístěn z důvodu dostupnosti při ovládní modelu a také hlavně z důvodu velmi obtížné případné miniaturizace.



Obr. 3.1 – Sestava modelu

3.2 Elektrická konstrukce

3.2.1 Návrh elektrické funkčnosti modelu

V této části je popsána elektrická funkčnost modelu. Je zde nutno opět zdůraznit, že je to pouze názorný model a proto se nezabývá všemi problémy týkajícími se skutečného výtahu.

Na šachtě je v každé stanici umístěno tlačítko k přivolání výtahu s indikací přivolání tvořeného LED diodou. Nad těmito tlačítky se zobrazuje na 7segmentovém displeji informace o tom, v jaké stanici se kabina momentálně nachází.

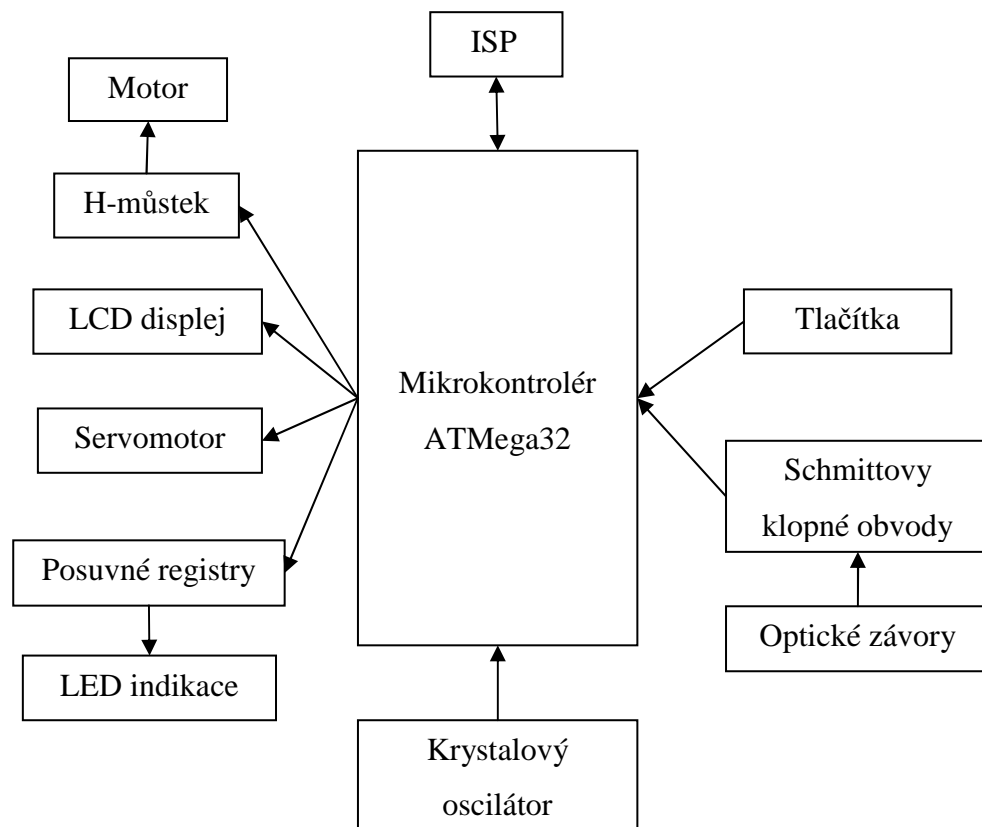
Na střeše šachty je umístěn elektromotor s převodovkou. Motor je stejnosměrný, na napětí 5 V a je řízen PWM signálem. Vedle je umístěn optický rotační enkodér. Při spuštění modelu zajede nejdříve kabina výtahu do nejnižší možné pozice v šachtě (přízemí) a optická závora inicializuje přerušení, ve kterém nastaví vnitřní počítač svislé výšky na nulu a zároveň zastaví výtah. Od této doby je pozice výtahu určována výhradně rotačním enkodérem.

Na kabině výtahu je umístěn servomotor, ovládaný PWM impulzy, k otevírání dveří. Je zde také umístěno řízené osvětlení kabiny. To se vypíná, když je výtah neaktivní. Dále je zde umístěna optická závora, netvořená jako jednoduší kus, ale složená ze samostatné infračervené diody a fototranzistoru citlivého na infračervené záření. Ta slouží k ochraně před zavřením do dveří výtahu. Když je přerušena, otevírání dveří se tím zastaví a dveře se opět se otevřou.

Ovládací pult, který je normálně umístěn uvnitř kabiny, je obsazen tlačítky k volbě stanic, opět s indikací zvolené stanice a tlačítkem k otevření dveří. Při stisku tlačítka se ukončí proces zavírání dveří a ty se opět se otevřou. Při delším stisku se inicializuje nakládací režim a dveře výtahu se nebudou zavírat do doby, než bude opět stisknuto. Informace o pohybu a o dalších provozních věcech, se zobrazuje na LCD displeji umístěném na horní straně panelu.

3.2.2 Návrh a schéma DPS

Pro tvorbu schéma a návrh plošných spojů byl použit program Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor) od firmy Cad Soft Computer, GmbH. Je to jednoduchý nástroj a navíc existuje široká komunita uživatelů, která tvoří a aktualizuje databázi součástek a jejich pouzder. Návrh, jako i v jiných programech, se skládá ze dvou částí. První částí je návrh obvodu v podprogramu Schematic. Na obr. 3.2 je schéma našeho obvodu jakožto názorná ukázká výstupu z programu Schematic. Samotné schéma zapojení je na obr. 3.3.



Obr. 3.2 – Blokové schéma elektrického zapojení

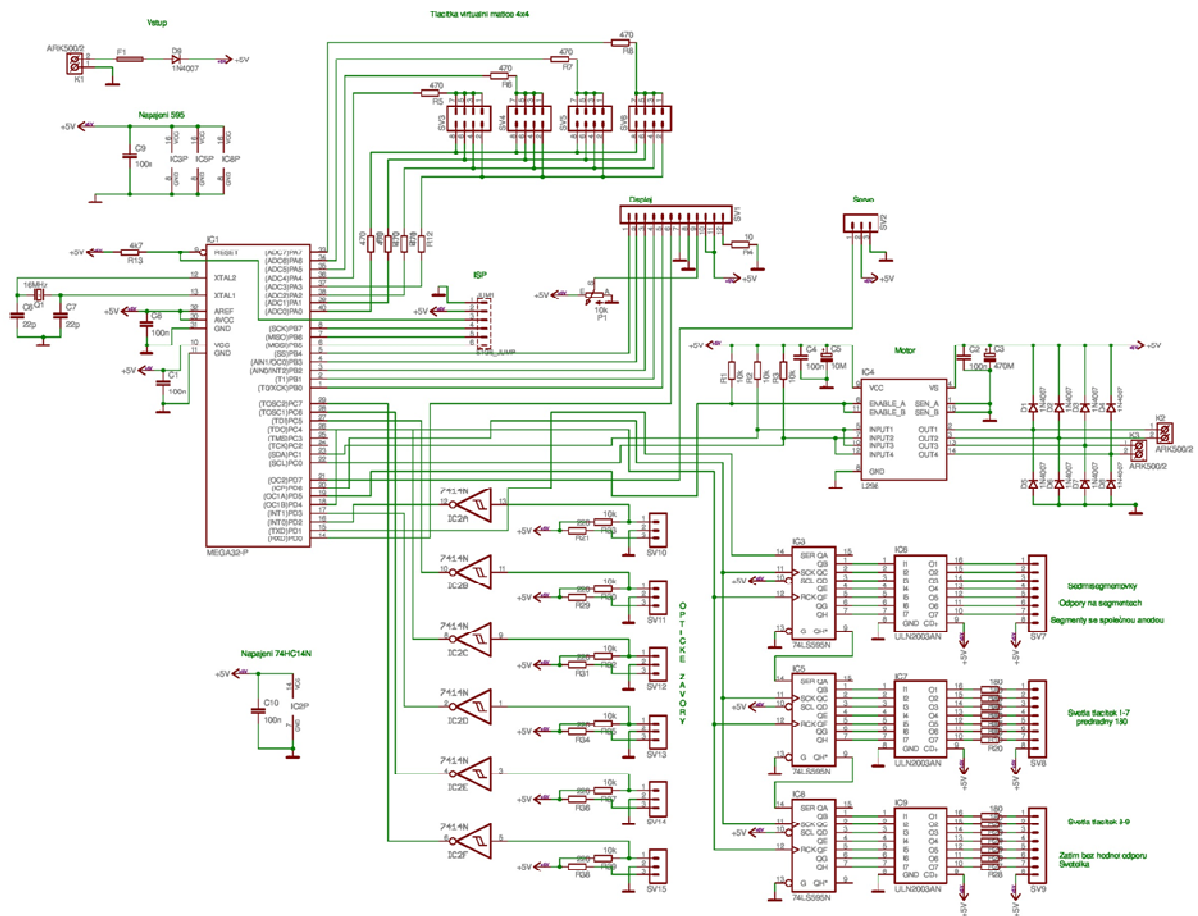
Samotná deska je napájena stejnosměrným stabilizovaným 5V zdrojem. Na vstupu je deska chráněna pojistkou a ochranou diodou, která chrání hlavní napájecí větev před přepólováním. Všechny prvky na desce jsou napájeny 5 V, není tam tedy zapotřebí žádný jiný stabilizátor nebo převod napětí.

Srdcem této desky je mikroprocesor ATmega32. Ten je taktován vnějším oscilátorem o frekvenci 16 MHz. Vyvedeny jsou z něj také piny pro programování procesoru systémem ISP. Na ostatních pinech jsou připojeny všechny další čipy a zařízení.

Pro obsluhu tlačítek byl zvolen systém maticové klávesnice. Výhoda tohoto zapojení tkví v tom, že za pomoci pouze 8 pinů mikroprocesoru, můžeme ovládat 16 tlačítek. Program vlastně zkouší tlačítka tím, že postupně spíná napětí na prvních čtyřech pinech a kontroluje na dalších čtyřech pinech, zda je na nich napětí, což by indikovalo stav některého tlačítka za stisknutí.

Dále jsou připojeny na mikroprocesor zobrazovací prvky. LCD displej využívá 6 pinů ATmega32 pro komunikaci. Podrobnější vysvětlení je uvedeno v kapitole 2.8, která se LCD displeji s integrovaným řadičem zabývá.

Kromě LCD displeje obsluhuje mikroprocesor i indikační LED diody. Ty, aby nezabíraly výstupy mikroprocesoru, jsou zapojeny na obvody posuvných registrů, které využívají pouze 3 piny. Výstupy posuvných registrů jsou napojeny na obvody ULN2003A, což jsou vlastně tranzistorová hradla. Ty tam jsou z toho důvodu, protože z posuvných registrů nelze odebrat téměř žádný proud a proto se tento obvod používá k jeho posílení. Samozřejmě jsou následně před LED diody umístěny odpory, které omezují přes ně tekoucí maximální proud.

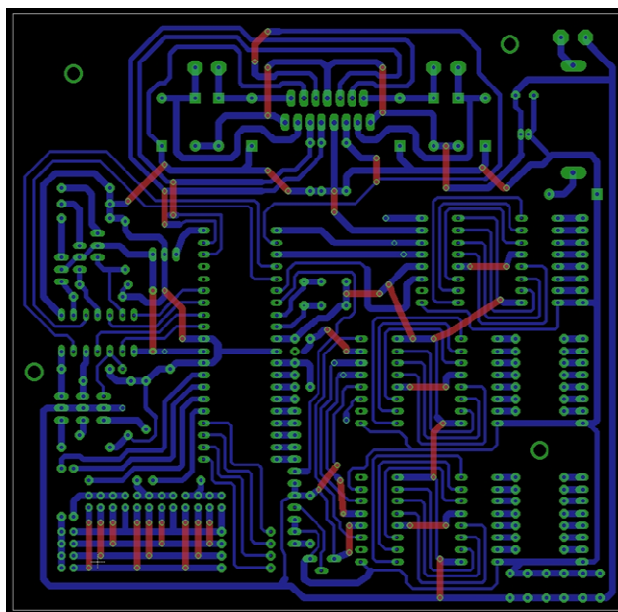


Obr. 3.3 – Schéma zapojení

Na mikroprocesoru jsou použity dva ze tří PWM výstupů. Jeden je určen pro servomotor. Druhý je určen pro spínání motoru přes h-můstek.

Posledním prvkem připojeným k mikroprocesoru jsou optické závory. Optické závory jsou připojeny v zapojení se společným emitorem (jiné způsoby zapojení jsou ukázány na obr. 2.5). K zapojení je jich myšleno šest, dvě z nich jsou připojeny na obvody přerušování mikroprocesoru. Kvůli lepšímu výstupnímu průběhu signálů optických závor jsou připojeny přes Schmittovy klopné obvody. Zde je použit integrovaný obvod 74HC14N, ve kterém je umístěno šest Schmittových klopných obvodů vedle sebe v jednom pouzdře.

Po sestavení schéma je na řadě sestavení desky plošných spojů. U programu Eagle k tomu slouží podprogram Board. Výstup z tohoto programu je vidět na obr. 3.4.



Obr. 3.4 – Plošné spoje

3.2.3 Výroba DPS v domácích podmínkách

V této kapitole je popsána výroba DPS metodou, která se autorovi osvědčila jako nejjednodušší při výrobě v domácích podmínkách. Někdy se jí říká metoda nažehlování tonerem.

Potom, co je již hotové schéma plošných spojů, tak je vytisknuto na laserové tiskárně. Tiskárna by měla být nastavena na co nejvyšší sytost tisku a kresba se zrcadlově **neotáčí**, protože se bude zrcadlově otáčet nažehlováním. Tiskne se na papír, s co nejlesklejší povrchovou úpravou, doporučuje se například druhá strana barevných samolepicích papírů z papírnictví, ale dobře poslouží i např. katalogy cestovních kancelářů.

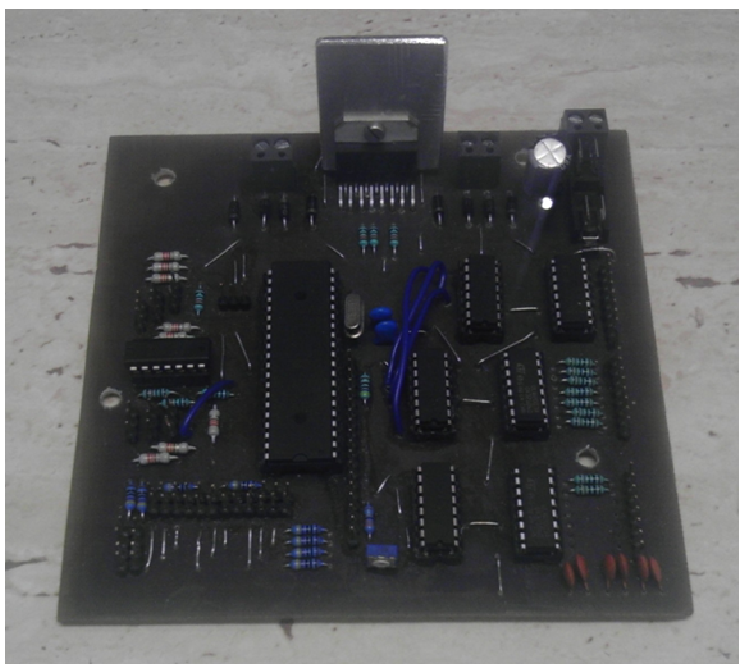
Dále je nutné připravit cuprexitovou desku a seříznout ji na požadovanou velikost. Dále je nutno ji nejdříve očistit pískem na nádobí a poté odmastit. K odmaštění se může použít například roztok sodného louhu, dobře poslouží i Iron na okna.

Poté se přistoupí k nažehlování. Papír se přiloží k desce a okraje papíru se přehnou přes okraj desky a na druhé straně se zafixují lepicí páskou. Nyní se vezme klasická žehlička a nastaví se na "dva puntíky" nebo syntetiku. Až bude žehlička zahřátá, přiloží se na desku, na stranu s papírem. Minutu se nechá položená bez přítlaku, poté se přitlačí (také asi na jednu minutu). Nakonec se může opatrně hranou žehličky přejet několikrát diagonálně přes papír, ale je nutné dávat pozor, aby se nepotrhal.

Následně se nechá deska vychladnout na pokojovou teplotu a dá se na 5 minut do vody. Papír se tím odmočí a půjde strhnout. Pokud se všechen papír z vrstvy toneru nepodaří odstranit, lze desku očistit např. kartáčkem na zuby a krouživými pohyby zbavit všech zbytků papíru.

Nyní se položí deska do leptacího roztoku. Nejčastěji se používá leptací roztok na bázi chloridu železitého o koncentraci 40 %. Cesty chráněné tonerem zůstanou a zbytek se odleptá. Jako misku lze použít nádobu z umělé hmoty, například vaničku od polárkového dortu. Pro rychlejší vyleptání se může deskou čas od času pohnout, aby se promíchal leptací roztok. Také pomůže před leptáním leptací roztok nahřát, třeba i s přepravní nádobou jej lze položit do umyvadla s teplou vodou. Leptání zabere asi 15 minut, pokud je roztok nový. Několikrát použitý už ztrácí své leptací schopnosti a leptání se může klidně protáhnout i na 3/4 hodiny. Doba závisí i na tloušťce mědi na cuprexitové desce (čím tlustší vrstva bude, tím déle se bude leptat).

Po vyleptání se omyje deska pod tekoucí vodou. Toner se smyje například lihem, ale nejvíce pomáhá odlakovač na nehty. Poté se vyvrtají díry pro součástky a nakonec se deska potře směsí kalafuny s lihem. Lih se odpaří a na desce zůstane povrch z kalafuny. Ta jednak chrání měď před oxidací, ale také se pak spoje lépe pájí. Nakonec se začínají vkládat součástky podle osazovacího schématu, jako je například na obr. 3.4. Červeně jsou znázorněny drátové propojky, žlutě kabelové propojky (protože se jedná o příliš dlouhé vzdálenosti pro použití drátových propojek).



Obr. 3.6 – Osazená DPS

3.2.4 Popis programu

Program pro mikrokontrolér ATmega32 je napsán v prostředí BASCOM AVR. Toto prostředí ulehčuje práci tím, že má již integrované knihovny na obsluhu používaných zařízení, jako je například LCD displej, servomotor a jiné. Celý program, včetně popisu, je na příloženém CD; zde je uveden pouze jeho princip.

Na úplném začátku programu je určen typ a frekvence procesoru. Od toho jsou poté odvozovány určité instrukce nebo časové údaje (například, kdyby byl v programu uvažován krystal s frekvencí poloviční, než ve skutečnosti, pak by instrukce na čekání jedné minuty trvala 30 sekund). Následně je provedena inicializace všech proměnných, nastavení vstupů/výstupů a přiřazení portů k jednotlivým zařízením (servomotor, LCD displej apod.)

V první fázi (inicializační) se model nastaví do "počáteční polohy." Nejdříve se zkontroluje, zda jsou uzavřeny dveře výtahu (pokud ne, zavrou se) a poté sjede výtah do nejnižšího patra. Tím se správně nastaví pozice kabiny vůči šachtě a může začít korektně pracovat svíslé určování polohy podle inkrementálního optického čidla.

Od této chvíle program čeká na přivolání výtahu z nějaké stanice. Pokud je přivolán, tak se rozlišují dvě možnosti. První je, že jede výtah z nultého patra a vyváží někoho směrem nahoru. Druhou možností je, že je výtah přivolán z jiného než nultého patra (přízemí) a jede směrem dolů.

Při jízdě směrem nahoru (tato možnost je uvažována pouze z nejnižší stanice) kabina zastavuje ve všech stanicích, které jsou zvoleny na panelu kabiny výtahu. Po obslužení všech takto zvolených pater se kabina zastaví a vyčkává.

Řízení směrem dolů je provedeno následovně. Pokud se výtah přivolá, vyjede do této stanice. Dále je pouze uvažováno, že přivolávající bude chtít jet dolů do nejnižšího patra. Po zvolení nulté stanice se kabina rozjede. Pokud je mezitím výtah přivolán na patře, které je ve směru jízdy směrem dolů, výtah tam zastaví.

Při každé zastávce jsou ve stanici otevírány dveře výtahu. Dveře se otevírají standardně na 15 sekund. Delší otevření dveří výtahu se může inicializovat stisknutím tlačítka otevření dveří v kabině výtahu, stisknutím tlačítka přivolání u výtahové šachty (v té stanici, ve které kabina stojí) nebo přerušením optické závory u dveří výtahu. Po uplynutí doby se dveře zavřou a kabina může jet dále.

Při pohybu kabiny se neustále kontroluje její svislá výška pomocí optického rotačního kodéru. To je ošetřeno pomocí funkce přerušování mikroprocesoru, tedy pohyb a jeho číselná hodnota je zaznamenána vždy, i když by se výtah pohnul z nějakého důvodu a program by to nečekal (například ve stanici). Co se týče optického enkodéru, u tohoto konkrétního případu by neměl nastávat jev, kdy se enkodér přetočí, tedy kdy závora najede na další impuls, i když by ještě obsluha přerušování nebyla ukončena. Je to způsobeno tím, že se kabina výtahu hýbe relativně pomalu vůči tomu, co lze účinně programově vzorkovat. Pokud najede výtah do nejnižší stanice, vždy se aktualizuje od koncové optické závory nulová výška.

Obsluha motoru je řízena pomocí PWM impulsů, rychlost se dá tedy řídit (ze zpětné vazby od rotačního enkodéru). Toho je využíváno při dojezdu ke stanici, kdy výtah rovnoměrně zpomaluje. Zpomalování ke stanici má hlavní dva důvody. Jednak kvůli plynulejšímu zastavení, s ohledem na osoby ve výtahu, a pak kvůli přesnosti zastavení, kdy se dá z pomalejší rychlosti přesněji zastavit a eliminuje se tím setrvačnost kabiny.

Stav výtahu je také průběžně zobrazován na LCD displeji a na 7segmentových zobrazovačích.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce představuje pro autora jakýsi průřez všeho, co je spojené s oborem Řízení procesů. Autor se zde hlouběji seznámil s návrhem a konstrukcí elektronických obvodů, programováním jednočipů, funkcí a problematikou senzorů a s výrobou mechanických komponent. Částečně se tato práce dotýká i automatizace (sběrné řízení výtahu směrem dolů).

Během realizace modelu se vyskytlo několik problémů, například v konstrukci dveřního mechanismu. Dveře u reálného výtahu jsou zavěšeny na vodící liště v horní části rámu a dolní část rámu je pouze vodící, kdežto u modelu je použit systém posouvání plastového okna mezi dvěma hliníkovými lištami pákou servomotoru v horní části. U tohoto způsobu ovládání pohybu dveří, je tendence křížit plastové dveře ve vodících lištách, což způsobuje enormní tření, s jehož překonáním má pak servomotor potíže. Problém byl částečně vyřešen softwarově, kdy se při pohybu dveří o určitý úsek kabina vrátí o kus zpět a dále pokračuje v pohybu daným směrem.

Další problém nastal při výrobě desky plošných spojů. I když autor metodu výroby (popsanou v kapitole 3.2.3) již několikrát úspěšně aplikoval, nyní nastaly problémy s přezhlováním toneru na cuprexitovou desku. Toner měl na desce tendenci se rozpíjet. Problém byl odstraněn použitím jiné laserové tiskárny. Při prvních pokusech byla používána barevná laserová tiskárna a zřejmě kvůli technice postupného nanášení toneru jednotlivých barev je používán jiný typ toneru, než je u černobílých laserových tiskáren. Použitím starší, pouze černobílé tiskárny, byl problém odstraněn.

Na tomto modelu výtahu by šli v budoucnosti realizovat další rozšíření, čímž by se dále zvětšila jeho funkčnost. Bylo by možné přidat další bezpečnostní prvky (snímač dovřených dveří, senzor k určení přetížení kabiny apod.) a použitím lepšího optického rotačního enkodéru (nebo alespoň s větší přesností) by se vylepšila přesnost zastavování v jednotlivých stanicích.

Literatura

- DISPO, V. 2009. Jak fungují modelářská serva. [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://vlastikd.webz.cz/bastl/serva.htm>
- DVOŘÁK, J. a kolektiv. 2011. DK1 - Montér výtahu.[online]. [cit. 2014-05-01]. DOI: CZ.1.07/3.2.01/01.0015. Dostupné z: <http://www.komora.cz/download.aspx?dontparse=true&FileID=6410>
- JRT. 2011. Robotem sem, robotem tam II. [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://robodoupe.cz/2011/robotem-sem-robotem-tam-ii-%E2%80%93-elektronika-takeneni-k-zahozeni/>
- MASLAN, S. 2007. Použití rotačních enkodérů.[online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://elektronika.kvalitne.cz/ATMEL/necoteorie/tutorial/RotaryEncoder/RotaryEncoder.html>
- MASLAN, S. 2007. Ovládání znakových LCD s řadičem HD44780. [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://elektronika.kvalitne.cz/ATMEL/necoteorie/LCDmatice.html>
- MIKLÍN, J. 2014. Nejrychlejší výtah světa: Na vrchol za půl minuty. *100+1* [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.stoplusjednicka.cz/nejrychlejsi-vytah-sveta-na-vrchol-za-pul-minuty>
- VÁŇA, V. 2004. Mikrokontroléry Atmel AVR – Bascom. BEN - technická literatura. 143 p. ISSN: 80-7300-115-2
- VOHRALÍK, L. 2012. Enkodér – světelná závora a reflex. [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://merkurrobot.cz/?p=1280>
- H-bridge. 2014. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/H_bridge
- Klopné obvody. 2012. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Klopn%C3%BD_obvod
- Lekce 12 - Posuvný registr 74HC595. 2013. [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://arduino8.webnode.cz/news/lekce-12-posuvny-registr-74hc595/>
- Modulace. 2014. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pulzn%C4%9B_%C5%A1%C3%AD%C5%99kov%C3%A1_modulace