Vyšší odborná škola, Střední škola,
Centrum odborné přípravy

ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Laboratorní model výtahu

Sezimovo Ústí, 2015 **Autor: Petr Hruška**

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA, CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY
SEZIMOVO ÚSTÍ, BUDĚJOVICKÁ 421

ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student:	**Petr Hruška**
Obor studia:	26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce:	**Laboratorní model výtahu**
Anglický název práce:	**Laboratory model of Lift**

Zásady pro vypracování:

1. Pojednejte o problematice osobních výtahů.
2. Zdokumentujte laboratorní model výtahu.
3. Navrhněte řízení výtahu tak, aby byla splněna zvolená funkční kritéria.
4. Proveďte sestavu modelu výtahu s řídicím systémem a předveďte fungování zařízení.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

Doporučená literatura:

[1] BÁČOVÁ, M. *Regenerace výtahů provozovaných v bytových domech.* ČKAIT Praha, 2001. ISBN 9788086364476

[2] MARKOVÁ, L. *Technologické celky. Výtahy a pohyblivé schody v budovách.* Praha ČVUT 1997

Vedoucí práce:	Ing. Jan Fuka
Odborný konzultant práce:	Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce:	Ing. Jiří Roubal, Ph.D., VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1.9.2014**

Datum odevzdání absolventské práce: **7.5.2015**

.....
Ing. Jan Fuka
(vedoucí práce)

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA, CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY
Budějovická 420, Sezimovo Ústí

.....
Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

V Sezimově Ústí dne 1.9.2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne 6. 5. 2015

podpis

Poděkování

Děkuji především vedoucímu absolventské práce Ing. Janu Fukovi za jeho trpělivost, cenné rady a čas, který věnoval mé práci. Dále děkuji Bc. Miroslavu Hospodářskému za jeho rady a pomoc při tvorbě programu. V neposlední řadě děkuji svým blízkým za podporu během studia.

Anotace

Tato absolventská práce se zabývá návrhem řízení laboratorního modelu výtahu a pojednává o problematice osobních výtahů. Nejprve je představen výtah, který byl předlohou laboratorního modelu výtahu. Dále je vytvořena dokumentace modelu výtahu. Následně je model připojen k řídicímu systému Zelio Logic a je vytvořen program, který řídí celý systém modelu výtahu.

Klíčová slova: Laboratorní model, výtah, řídicí systém, Zelio Logic, Zelio Soft, jazyk kontaktních schémat.

Annotation

Diese Abschlussarbeit beschäftigt sich mit dem Vorschlag der Steuerung vom Labor-Aufzugsmodell und befasst sich mit der Aufzugsproblematik. In dem ersten Teil wird der Aufzug vorgestellt, der als das Muster des Labor-Aufzugsmodells diente. Die Dokumentation des Aufzugsmodells wird dann geschaffen. In dem nächsten Teil wird das Modell an das Zelio Logic Steuerungssystem angeschlossen und ein Programm wird geschaffen, das das ganze System des Aufzugsmodells steuert.

Schlüsselwörter: Labor-Modell, Aufzug, Steuerungssystem, Zelio Logic, Zelio Soft, Kontaktplan.

Obsah

Seznam obrázků **ix**

Seznam tabulek **xi**

1 Úvod **1**

2 Osobní výtahy **3**

2.1 Popis osobního výtahu 4

2.2 Zajímavosti dnešních výtahů 5

3 Model výtahu **9**

3.1 Mechanická část modelu 10

3.2 Elektrická část modelu 11

3.3 Vstupy a výstupy 14

4 Kontrola a připojení modelu **17**

4.1 Kontrola modelu 18

4.2 Propojení modelu s řídicím systémem 20

4.3 Sestava PC se Zelio Logic 22

5 Program pro řízení výtahu **23**

5.1 Programovací jazyk LD 24

5.2 Programovací jazyk FBD 25

5.3 Vytváření programu pro řízení modelu 26

5.4 Odladění programu 37

6 Závěr **39**

Literatura **41**

A Obsah přiloženého CD/DVD **I**

B Použitý software **III**

C Časový plán absolventské práce **V**

D Dokumentace **VII**

Seznam obrázků

2.1 Osobní výtah 4
2.2 Výtah v mrakodrapu Tchaj-pej 101 5
2.3 Zaoceánská loď Oasis of the Seas 6
2.4 Venkovní výtah na hoře Zhangjiajie 6
2.5 Výtah v luxusním berlínském hotelu 7

3.1 Laboratorní model výtahu 9
3.2 Odemykání a zamykání dveří výtahu 10
3.3 Motor výtahu s převodovkou 11
3.4 Panel vstupů a výstupů 12
3.5 Mikrospínače v modelu 12
3.6 Ovládací panel kabiny 13
3.7 Panel vstupních a výstupních signálů 15

4.1 Zelio Logic 17
4.2 Závada sedmisegmentového zobrazovače 18
4.3 Nový sedmisegmentový zobrazovač 19
4.4 Zelio Logic na desce se zdířkami 20
4.5 Připojení vodičů do desky se zdířkami 21
4.6 Připojení vodičů do panelu vstupních a výstupních signálů 21
4.7 Komunikační kabel pro propojení Zelio Logic s PC 22

5.1 Programovací jazyk LD 24
5.2 Programovací jazyk LD v režimu simulace 24
5.3 Programovací jazyk FBD 25
5.4 Programovací jazyk FBD v režimu simulace 25
5.5 Indikace pater sedmisegmentovým zobrazovačem 35
5.6 Indikace jednotlivých pater 36

Seznam tabulek

3.1 Zkratky výstupů modelu 14
3.2 Zkratky vstupů modelu 15

5.1 Logické hodnoty vstupů 26

Kapitola 1

Úvod

Osobní výtahy jsou v dnešní době nedílnou součástí panelových domů a různých vícepatrových budov a jsou každodenně používány. Vnímáme tento prostředek jako samozřejmou věc, bez které bychom se těžko obešli, ale většina lidí nemá ani tušení, jak takový výtah funguje.

Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy COP v Sezimově Ústí vlastní již asi 10 let laboratorní model výtahu, na kterém lze simulovat chod skutečného osobního výtahu. Tento model je využíván jako učební pomůcka a lze na něm procvičovat programování řídicích systémů.

Cílem této práce je navrhnout a realizovat řízení laboratorního modelu výtahu tak, aby se model choval jako skutečný osobní výtah a byly využity všechny jeho funkční prvky. Dalším cílem je vytvořit dokumentaci laboratorního modelu výtahu.

Struktura této práce, která je psána v LaTeX 2_ε[1] je následující. Kapitola 2 krátce popisuje vývoj osobních výtahů (Lifts, 2015) a pojednává o jejich problematice. V kapitole 3 je popsána kompletní dokumentace modelu. Kapitola 4 představuje sestavu výtahu s programovatelným relé Zelio Logic a její připojení k počítači. Kapitola 5 popisuje program, který bude řídit model výtahu. Kapitola 6 shrnuje výsledky práce. V příloze D je uveden obsah přiloženého DVD, použitý software, časový plán absolventské práce, schéma elektrického zapojení motoru a program pro řízení modelu výtahu.

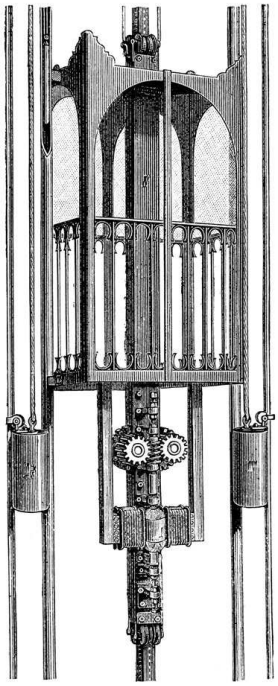
[1] LaTeX 2_ε je rozšíření systému LaTeX, což je kolekce maker pro TeX. TeX je ochranná známka American Mathematical Society.

Kapitola 2

Osobní výtahy

Člověk měl již od nepaměti potřebu vertikální dopravy. Jednoduché výtahy byly používány již ve 3. století před naším letopočtem. První výtah sestrojil Archimédes v roce 236 před naším letopočtem a kabina tohoto výtahu byla do výšky zvedána ručním vrátkem. Následovaly další manuálně poháněné výtahy různých konstrukcí.

Strojně poháněný výtah byl však sestrojen až v roce 1830. Tento výtah byl poháněn parním strojem a sestrojili ho Angličané Strutt a Frost. O patnáct let později se začal používat první pneumatický výtah. Rok na to nastoupila hydraulika a s ní přišel i výtah s hydraulickým pohonem.



Výtahy byly do roku 1880 poháněny parou, vzduchem nebo kapalinou. Po tomto roce nastal další pokrok v problematice výtahů, protože Werner von Siemens představil na průmyslovém veletrhu první elektricky řízený výtah[1]. Elektromotor byl uložen pod podlahou kabiny a otáčel ozubeným pastorkem pohybujícím se po hřebenu (Lifts, 2015).

Elektricky poháněné výtahy se nadále vyvíjely a dnes je elektřina hlavním pohonem výtahů. Jeden z elektricky poháněných výtahů, který byl do nedávna používán, se stal inspirací pro vytvoření laboratorního modelu výtahu. Jeho řízením se zabývá tato práce.

V podkapitole 2.1 je popsáno, jak fungoval výtah, podle kterého byl vytvořen model výtahu. Jak mohou vypadat některé dnešní výtahy je prezentováno v podkapitole 2.2 (G.CZ, 2015).

[1] Siemensův elektricky řízený výtah je zobrazen na obrázku.

2.1 Popis osobního výtahu

Model výtahu, kterým se zabývá tato práce je konstruován tak, aby mohl fungovat stejně jako osobní výtahy, které byly do nedávna používány. Aby mohl být vytvořen program pro řízení modelu výtahu, musí být vysvětleno, jak má výtah správně fungovat. Proto je v této podkapitole popsáno, jak tyto výtahy přesně fungovaly.

Obrázek 2.1: Osobní výtah

Tyto výtahy byly montovány do panelových domů v 70. a 80. letech minulého století. Pohon osobního výtahu zajišťoval asynchronní motor s převodovkou. Kabina výtahu je zavěšena na ocelovém laně. Na druhé straně lana je zavěšeno protizávaží, které vyrovnává tíhu kabiny. Výtah byl řízen reléovou logikou.

Dnes jsou tyto výtahy provozovány jen výjimečně, protože již neodpovídají normám EU. Nesou totiž možná rizika související s provozem výtahu. Tato rizika definuje evropská norma ČSN EN 80-81 (E-ELEVATORS.CZ, 2012). Hlavním důvodem, proč jsou dnes tyto výtahy nevyhovující, jsou chybějící dveře u kabiny výtahu. Kvůli bezpečnosti jsou tedy tyto výtahy nahrazovány novými moderními, které již normám odpovídají.

Ovládání výtahu bylo velmi jednoduché. Výtah bylo možné přivolat stisknutím tlačítka, které bylo v každém patře. U každého tlačítka byly také umístěny kontrolky, které ukazovaly směr jízdy výtahu. Dále byl výtah ovládán tlačítky na panelu v kabině. Na tomto panelu byla umístěna tlačítka pro jednotlivá patra, tlačítko STOP a zvonek. V případě stisknutí jednoho z tlačítek patra se kabina rozjela do zvolené stanice. Tlačítkem STOP je možné výtah ihned zastavit. Zvonkem může být zavolána pomoc v případě poruchy výtahu. Kabina měla také několik bezpečnostních prvků. Aby se kabina mohla rozjet, musely být zavřeny dveře. Kabina byla vybavena také snímačem přetížení. Pokud byla kabina přetížena, výtah se nerozjel. Pokud došlo k výpadku proudu a kabina se zastavila mezi patry, musela být nejprve zvolena stanice přízemí. Když kabina dojela do přízemí, výtah již normálně.

Dnes jsou již výtahy na takové úrovni, že dokáží tyto staré výtahy překonat v mnoha směrech. Mohou jezdit několikanásobně větší rychlostí, dokáží převést více osob a některé jsou originální svou konstrukcí. Více o těchto výtazích je psáno v podkapitole 2.2.

2.2 Zajímavosti dnešních výtahů

Běžné osobní výtahy jistě každý zná, ale existují i takové, které jsou opravdu jedinečné. Tato podkapitola je věnována kuriozitám ze světa výtahů (G.CZ, 2015).

Výtah v Tchaj-pej 101, v jednom z nejvyšších mrakodrapů světa, drží rekord za nejrychlejší výtah na světě. Kabina tohoto výtahu jezdí rychlostí až 16,83 m/s (60,6 km/h). Výtah dokáže z přízemí do 89. patra vyvést až 24 osob za 39 sekund. Mrakodrap s tímto výtahem se nachází v Tchaj-pej, hlavním městě Tchaj-wanu. Tento rekord by měl v roce 2016 překonat výtah, který bude instalován v budově CTF Finance Centre v Kantonu (CDR.CZ, 2015). Následující obrázky výtahu v mrakodrapu Tchaj-pej 101 jsou převzaty ze stránek ⟨http://seesinc.com/⟩ a ⟨http://descopera.truezone.ro/⟩.

(a) Kabina výtahu mrakodrapu Tchaj-pej 101 (b) Mrakodrap Tchaj-pej 101

Obrázek 2.2: Výtah v mrakodrapu Tchaj-pej 101

Naopak jeden z nejpomalejších výtahů jezdní na zaoceánské lodi Oasis of the Seas, který vzdálenost dvou pater překonává dlouhých 8 minut. Není to však žádný zastaralý výtah, jak může být z tohoto času zřejmé. Od klasického výtahu má velmi daleko. Tento výtah je totiž také bar, ve kterém si cestující mohou dopřát nějaký ten koktejl a řádně si ho vychutnat během jízdy. Tento výtah dostal pojmenování „Mořský příliv". Následující obrázky výtahu na lodi Oasis of the Seas jsou převzaty ze stránek ⟨http://www.theatreface.com/⟩ a ⟨http://mitol.ru/⟩.

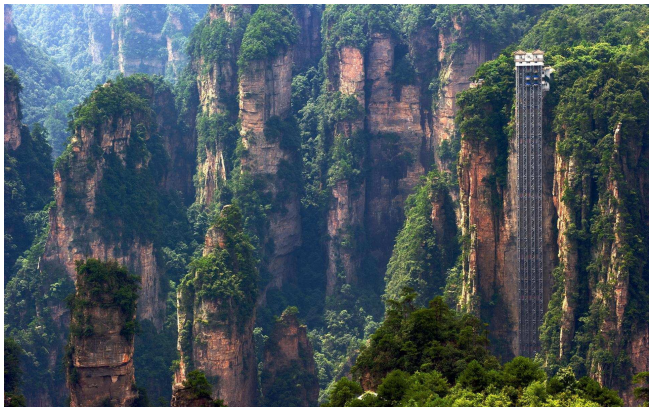
(a) Pohled na bar ve výtahu

(b) Výtah na lodi Oasis of the Seas

Obrázek 2.3: Zaoceánská loď Oasis of the Seas

Na horu Zhangjiajie v Číně je možnost se podívat díky největšímu a nejtěžšímu venkovnímu výtahu na světě, který překonává výšku 326 metrů. Tento výtah s masivní konstrukcí nabízí krásný výhled přímo z úpatí hory. Následující obrázky byly převzaty ze stránek ⟨http://www.chinatouradvisors.com/⟩ a ⟨http://www.easytourchina.com/⟩.

(a) Konstrukce výtahu



(b) Výtah na hoře Zhangjiajie

Obrázek 2.4: Venkovní výtah na hoře Zhangjiajie

V jednom z nejluxusnějších hotelů v Berlíně jezdí velmi originální výtah. Během jízdy totiž projíždí prostředkem obrovského mořského akvária. Výtah je prosklený a v akváriu, které je vlastně 28 metrů vysokým válcem, plave až 1500 ryb a další mořští živočichové. Tento výtah je na následujícím obrázku.

Obrázek 2.5: Výtah v luxusním berlínském hotelu

V této kapitole byl nejprve popsán vývoj osobních výtahů, dále byl představen osobní výtah, podle kterého byl vytvořen laboratorní model výtahu. Nakonec byly prezentovány zajímavé výtahy z celého světa.

Kapitola 3

Model výtahu

Zařízení laboratorního modelu výtahu je zmenšenou maketou skutečného osobního výtahu se všemi nejnutnějšími částmi a příslušenstvím. Model byl sestrojen tak, aby mohl fungovat stejně jako skutečné osobní výtahy, které byly montovány do panelových domu v 70. a 80. letech minulého století. Model se předloze podobá nejen vzhledem, ale také konstrukcí některých částí modelu.

Obrázek 3.1: Laboratorní model výtahu

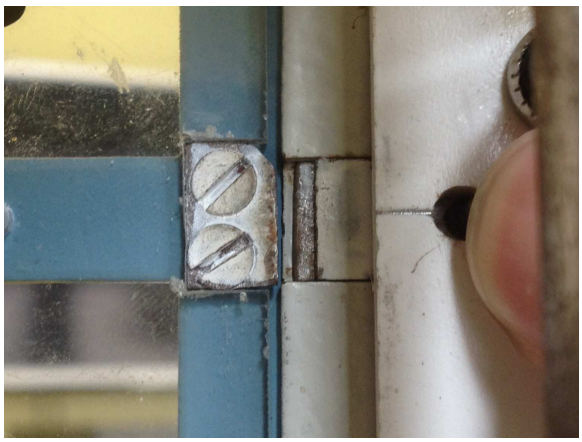
Základem modelu výtahu je kovová konstrukce vysoká 600 mm a přední čelo je rozděleno na 4 stanice. Každá stanice má své prosklené dveře a naznačenou podlahu patra. Za předním čelem se po tyčovém vedení pohybuje kabina výtahu, která je poháněna elektromotorem, umístěným na stropě výtahové šachty. Součástí výtahu je panel se zdířkami pro vstupní a výstupní elektrické signály. Aby mohl být model plně funkční, musí být připojen k řídicímu systému, který dále zajistí řízení výtahu. Připojení k řídicímu systému je popsáno v kapitole 4.

Tato kapitola obsahuje popis kompletní dokumentace modelu. Podkapitola 3.1 popisuje mechanickou část modelu. V podkapitole 3.2 je popsána elektrická část modelu. Schéma elektrického zapojení motoru je v příloze D. V podkapitole 3.3 jsou zobrazeny vstupní a výstupní signály.

3.1 Mechanická část modelu

Základem modelu výtahu vysokého 600 mm se čtyřmi stanicemi je ocelová konstrukce z ohýbaného plechu. Na základně je namontována výtahová šachta s obdélníkovými otvory, které slouží jako vstupy do kabiny. Otvory jsou opatřeny čtyřmi prosklenými dveřmi, které jsou pomocí zkrutných pružin (ocelových drátků) tlačeny do zavřené polohy. V zavřené poloze jsou dveře výtahu zamykány odpruženými západkami. Stojí-li kabina výtahu ve stanici, pak speciální páka ovládaná elektromagnetem odtlačí západku a dveře lze otevřít. Jakmile je výtah v pohybu, dveře jsou automaticky zamčeny. Na následujícím obrázku je ukázáno zamykání a odemykání dveří (na obrázku je západka zastrčena ručně).

(a) Dveře zamčeny

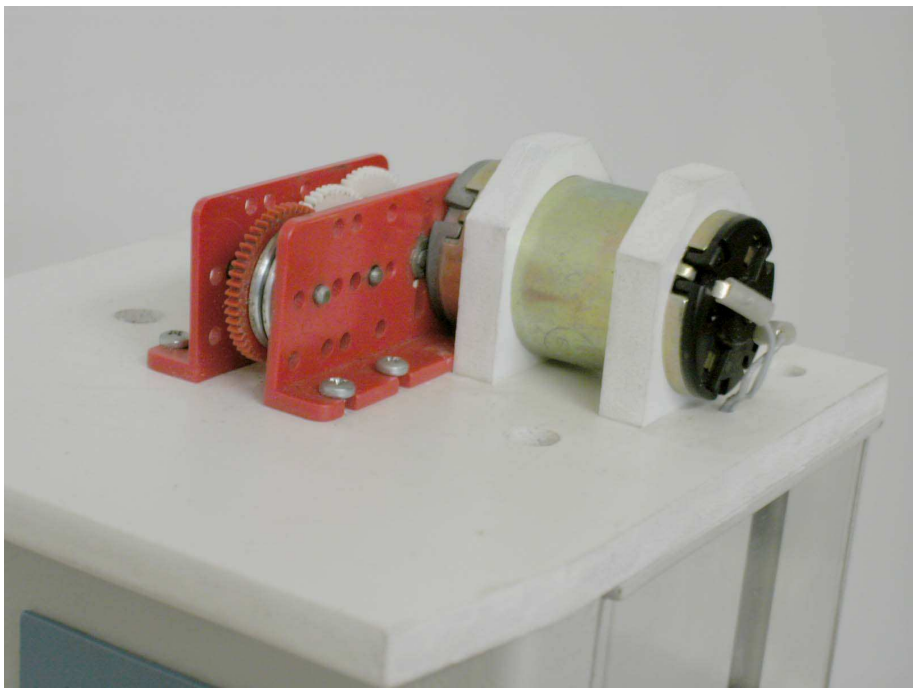


(b) Dveře odemčeny

Obrázek 3.2: Odemykání a zamykání dveří výtahu

Kabina výtahu vyrobená z plastu se pohybuje v šachtě po dvou vodicích tyčích. Kabina je zavěšena na lanku, které je vedeno přes buben výtahového stroje. Na druhém konci lanka je zavěšeno ploché ocelové závaží, jehož tíha kompenzuje tíhu kabiny. Závaží je vedeno nataženými strunami v šachtě. Při pohybu se kabina míjí se závažím v polovině zdvihu. Kabina má vnitřní osvětlení a je vybavena zrcadlem.

Výtahový stroj je umístěn nad stropem šachty na plastové desce. Skládá se z motorku a převodky, na jejímž výstupu je zmíněný buben. Převodka je konstruována tak, aby rychlost pohybu kabiny odpovídala rychlosti reálného osobního výtahu dle předlohy (přejezd mezi sousedními stanicemi za 3 sekundy).



Obrázek 3.3: Motor výtahu s převodovkou

Ovládací tlačítka a indikační prvky, které u normálního výtahu najdeme v kabině, jsou u modelu vestavěny v úzké plastové krabičce připevněné na plechové konzole asi v polovině výšky modelu.

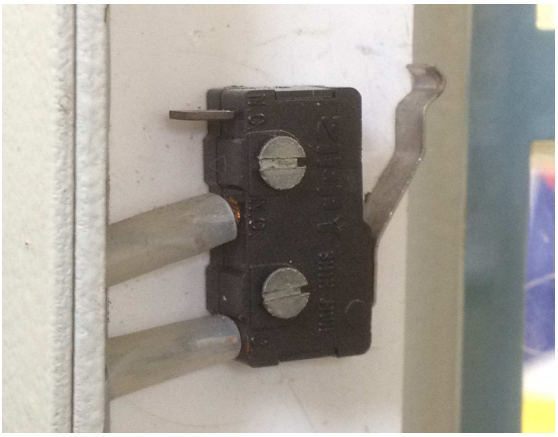
Na základně je vedle modelu výtahu připevněna plastová krabička se zdířkami pro přívod napájecího napětí a vstupních i výstupních signálů. Tato krabička je blíže popsána v následující podkapitole.

3.2 Elektrická část modelu

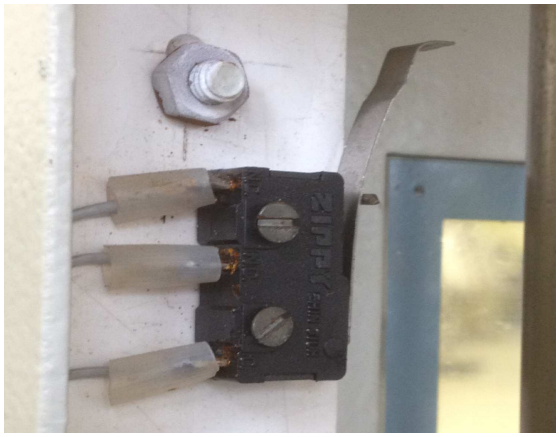
Na základně výtahu je umístěna skřínka se zdířkami o průměru 4 mm. Boční zdířky slouží k napájení (24V DC), horní zdířky pak k přivedení vstupních a výstupních signálů. Každý signál, kromě přívodů k 7 segmentovému zobrazovači, je vybaven indikační LED diodou. Toto řešení podstatně usnadňuje diagnostiku funkcí výtahu a odlaďování programu. Skříňka obsahuje kromě propojení signálů i směrové relé, které zajišťuje změnu směru otáčení hnacího motorku. Při vypnutí motorku se zkratuje jeho kotva, čímž dojde k jeho intenzivnímu brzdění. Bez tohoto opatření kabina výtahu přejížděla stanici.

Obrázek 3.4: Panel vstupů a výstupů

Poloha kabiny v každé stanici je indikována mikrospínačem. Navíc pod dolní stanicí a nad horní stanicí jsou další koncové snímače (havarijní), které zastavují pohyb motorku daným směrem. Popsané zařízení je velmi důležité pro bezpečnost motorku. Při chybách v programu se běžně stává, že signál pro pohyb kabiny není včas vypnut.



(a) Mikrospínač ve stanici



(b) Koncový (havarijní) snímač

Obrázek 3.5: Mikrospínače v modelu

Pohyb kabiny zajišťuje stejnosměrný motorek umístěný ve „strojovně” v horní části modelu společně s již zmiňovanou převodovkou. Kabina je vybavena vnitřním osvětlením a podlaha kabiny je odpružená. V podlaze kabiny jsou umístěny snímače zatížení a přetížení kabiny. V kabině je nesen elektromagnet s pákou, která zabezpečuje odemykání a zamykání dveří výtahu. Elektrické signály jsou do kabiny zavedeny smyčkou z plochého kabelu. Schéma elektrického zapojení motoru je v příloze D.

Malá krabička, upevněná na konzole uprostřed modelu, nese ovládací prvky kabiny výtahu. Jedná se o tlačítka volby cílové stanice, tlačítko nouzového zastavení a tlačítko zvukové signalizace. Zvuková signalizace je provedena piezoelektrickým článkem. Související signál není nikde vyveden a nelze ho programově ovlivnit. Poslední prvky na krabičce jsou sedmisegmentový displej pro možnost indikace patra a dvě kontrolky směru pohybu kabiny.

Obrázek 3.6: Ovládací panel kabiny

Dveře jsou zamykány mechanickou západkou ovládanou již zmíněným elektromagnetem na kabině. Dveře jsou zamykány automaticky, když je kabina v pohybu, nebo mohou být zamykány přivedením signálu na výstup DZ na panelu vstupních a výstupních elektrických signálů. Vedle dveří se vždy nachází tlačítko pro přivolání kabiny. Také jsou zde dvě kontrolky pro indikaci směru pohybu nebo přetížení kabiny výtahu.

3.3 Vstupy a výstupy

Vstupy, výstupy i napájení modelu jsou na úrovni 24V DC. Veškeré připojení je umístěno na plastové krabičce a je představováno banánkovými zdířkami o průměru 4 mm. Jedná se celkem o 2 napájecí svorky, 16 výstupů a 13 vstupů. Zdířky jsou označeny symboly (zkratkami funkce).

Vstupy jsou označeny následovně:

Tabulka 3.1: Zkratky výstupů modelu

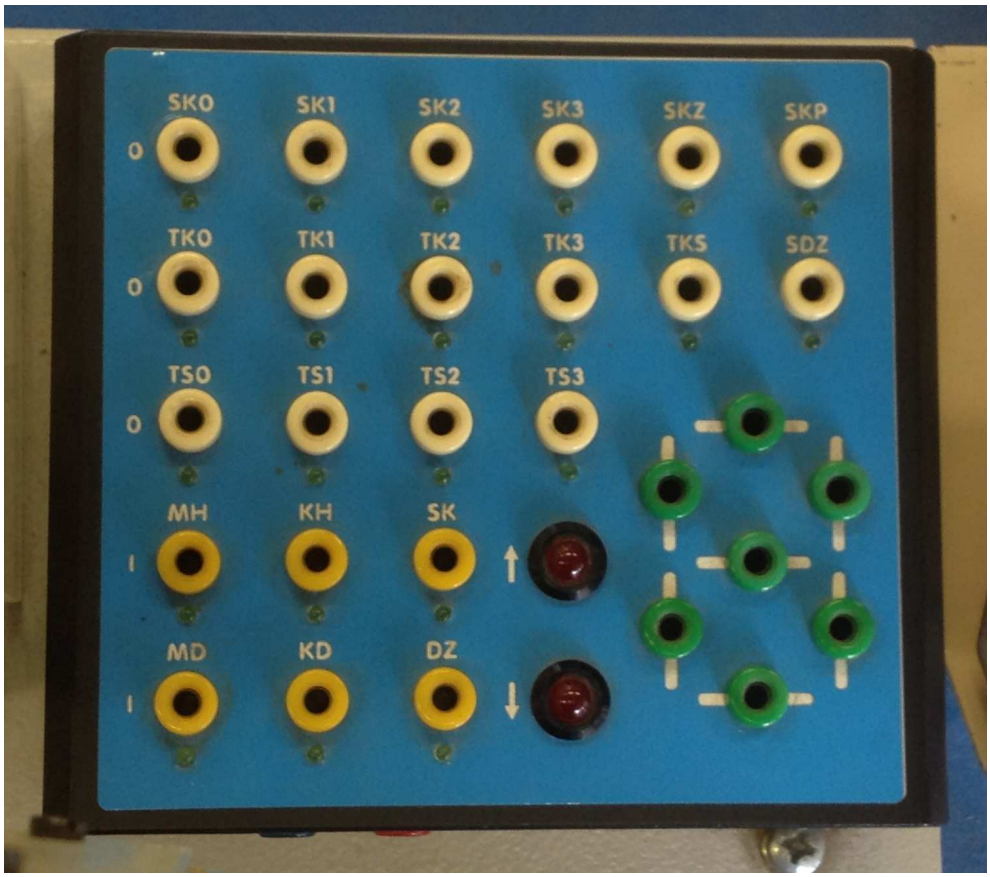
Funkce	**Zkratka**
tlačítko v kabině - přízemí	TK0
tlačítko v kabině - 1. patro	TK1
tlačítko v kabině - 2. patro	TK2
tlačítko v kabině - 3. patro	TK3
tlačítko ve stanici - přízemí	TS0
tlačítko ve stanici - 1. patro	TS1
tlačítko ve stanici - 2. patro	TS2
tlačítko ve stanici - 3. patro	TS3
snímač kabiny - přízemí	SK0
snímač kabiny - 1. patro	SK1
snímač kabiny - 2. patro	SK2
snímač kabiny - 3. patro	SK3
dveře zavřeny	DZ
snímač kabina přetížena	SKP
snímač kabina zatížena	SKZ
tlačítko v kabině STOP	TKS

Výstupy jsou označeny následovně:

Tabulka 3.2: Zkratky vstupů modelu

Funkce	**Zkratka**
dveře zamknout	DZ
sepnutí motoru - pohyb kabiny nahoru	MH
sepnutí motoru - pohyb kabiny dolů	MD
rozsvícení směrové kontrolky nahoru	KH
rozsvícení směrové kontrolky dolů	KD
rozsvícení světla v kabině	SK

Označení vstupů a výstupů je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 3.7: Panel vstupních a výstupních signálů

Výstupy sedmi signálů pro rozsvícení jednotlivých segmentů zobrazovače LED nejsou označeny. Jsou však rozmístěny tak, že nemůže dojít k záměně.

Dále jsou popsány podmínky, podle kterých má model výtahu fungovat. Podle těchto podmínek byl později tvořen program pro řízení modelu výtahu. Tento program je popsán v kapitole 5.

Podmínky pro chod modelu:

- Pokud je kabina výtahu prázdná (nezatížená) a všechny dveře jsou zavřeny, lze výtah zavolat ze stanice.
- Pokud je kabina obsazena (zatížena) a dveře jsou zavřeny, lze výtah ovládat pouze z kabiny, nikoli ze stanice.
- Pokud je kabina v pohybu, jsou všechny dveře zamčeny.
- Pokud výtah stojí ve stanici, jsou dveře této stanice odemčeny.
- Světlo v kabině svítí, když je výtah v pohybu a 2 vteřiny po zastavení, když jsou otevřené dveře nebo když je kabina zatížena (i přetížena).
- Když jede kabina nahoru, svítí kontrolka směru jízdy nahoru.
- Když jede kabina dolů, svítí kontrolka směru jízdy dolů.
- Když je kabina výtahu přetížena, svítí obě kontrolky směru jízdy.
- Displej zobrazuje pozici výtahu.
- Když zavoláme výtah ze stanice, nemůže být výtah zavolán z jiné stanice 2 vteřiny po dojetí do stanice, ze které byl výtah zavolán. Opatření proti „odcizení" výtahu.

V této kapitole byla popsána dokumentace laboratorního modelu výtahu. Nejprve byla popsána mechanická část modelu. Dále byla popsána elektrická část modelu. Schéma elektrického zapojení motoru je v příloze D. Nakonec byly popsány vstupy a výstupy modelu.

Kapitola 4

Kontrola a připojení modelu

Než bude přistoupeno k vytváření programu pro řízení laboratorního modelu výtahu, musí být model zkontrolován, připojen k řídicímu systému a také k počítači. Řídicí systém je programovatelné zařízení používané převážně v průmyslu, které ovládá nějaký technologický proces. Obvykle se jedná o systém z oboru regulační či automatizační techniky, který je řízený pomocí různých prostředků z oblasti výpočetní techniky (WIKIPEDIA.ORG, 2015).

Obrázek 4.1: Zelio Logic

Řízení laboratorního modelu výtahu zajišťuje inteligentní relé Zelio Logic od firmy Schneider Electric, které spadá do kategorie malé automatizace. Toto inteligentní relé dokáže využít všechny vstupní a výstupní signály laboratorního modelu výtahu. Do řídicího systému se nahraje vytvořený program pro řízení laboratorního modelu výtahu. Aby mohl být program do řídicího systému nahrán, musí být tento systém napřímo propojen s počítačem speciálním komunikačním kabelem. Automat musí být elektricky napájen napětím 24V DC. Meze tohoto napájecího napětí jsou 19 až 30V DC. Zálohu dat (nastavených a aktuálních hodnot) zajišťuje EEPROM paměť typu flash po dobu 10 let (CONTROLENGCESKO.COM, 2015).

Struktura této kapitoly je následující. V kapitole 4.1 je popsána provedená kontrola a opravy laboratorního modelu výtahu. Kapitola 4.2 popisuje propojení tohoto modelu s řídicím systémem Zelio Logic. Poslední podkapitola 4.3 popisuje propojení řídicího systému Zelio Logic s počítačem.

4.1 Kontrola modelu

Laboratorní model výtahu vlastní škola již deset let a je používán jako učební pomůcka. Proto musel být model zkontrolován, jestli nemá nějaké závady, které je případně třeba odstranit.

Nejprve byly zkontrolovány všechny vstupy modelu. Musela být tedy odzkoušena tlačítka ve stanici, tlačítka v kabině včetně tlačítka STOP a zvonku, snímače kabiny, snímače zatížení a přetížení kabiny a snímače zavřených dveří. Společně se vstupy byly ještě zkontrolovány mikrospínače v každém patře a snímače koncových havarijních poloh kabiny. Všechny tyto zkontrolované části fungovaly bez problémů.

Dále musely být zkontrolovány všechny výstupy modelu. Byly odzkoušeny výstupy pro chod motorku v obou směrech, kontrolky obou směrů, světlo kabiny a zamykání dveří. Následně byl zkontrolován sedmisegmentový zobrazovač, u kterého byla objevena závada. Bylo zjištělo, že levý horní segment je nefunkční. Aby bylo jasně vidět, že segment nefunguje, bylo přivedeno napětí na všechny segmenty zobrazovače. Závada je vyobrazena na následujícím obrázku.

Obrázek 4.2: Závada sedmisegmentového zobrazovače

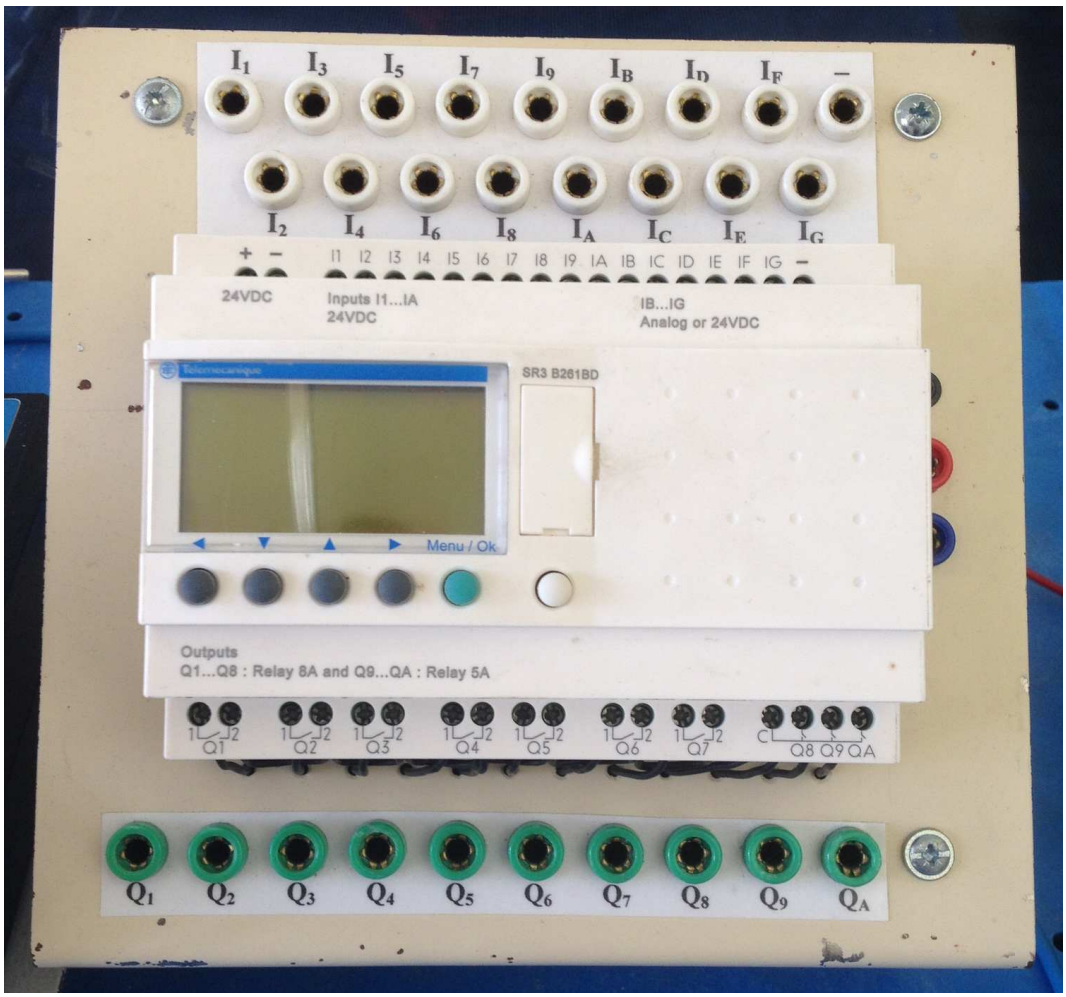
Zobrazovač tedy musel být nahrazen novým sedmisegmentovým zobrazovačem, který má stejné parametry. Jediným rozdílem nového zobrazovače je červená barva segmentů místo původní zelené. Další závady již nebyly odhaleny. Nový sedmisegmentový zobrazovač je vyobrazen na následujícím obrázku.

Obrázek 4.3: Nový sedmisegmentový zobrazovač

Laboratorní model výtahu byl řádně zkontrolován a všechny objevené závady byly odstraněny. Model tedy mohl být připojen k řídicímu systému Zelio Logic. Po připojení modelu do řídicího systému musel být ještě tento řídicí systém propojen s počítačem. Připojení modelu výtahu k řídicímu systémemu Zelio Logic je popsáno v následující podkapitole.

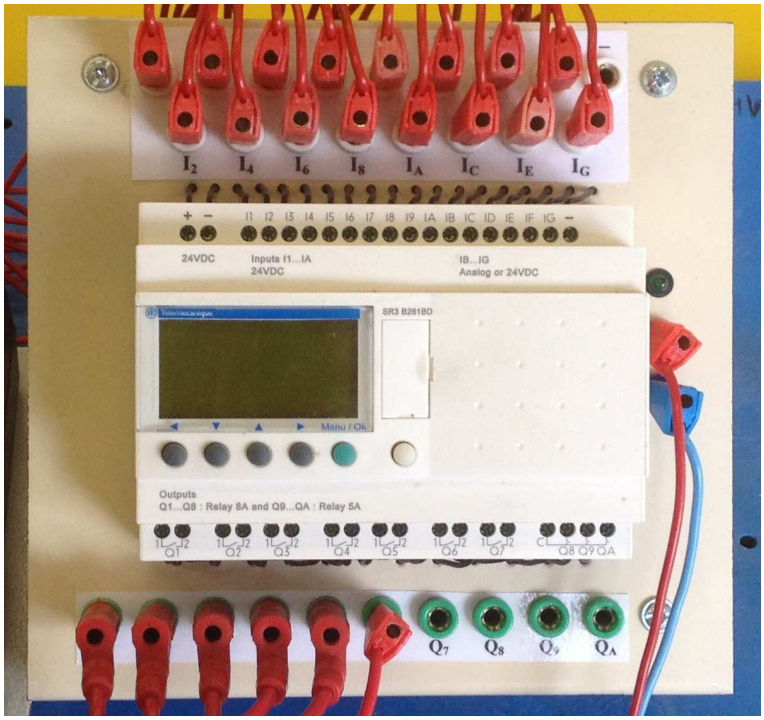
4.2 Propojení modelu s řídicím systémem

Aby mohl řídicí systém Zelio Logic výtah ovládat, musí být do řídicího systému přivedeny vstupy a výstupy modelu. Automat Zelio je posazen na desce s banánkovými zdířkami, které jsou rovněž na panelu se vstupy a výstupy modelu výtahu. Tyto zdířky jsou na pevno propojeny ze zdířkami vstupů a výstupů řídicího systému Zelio Logic. Díky banánkovým zdířkám mohou být ručně připojeny vstupy a výstupy z modelu výtahu bez použití nářadí. Připojují se jednoduše pouhým zasunutím vodiče s banánkovým konektorem.



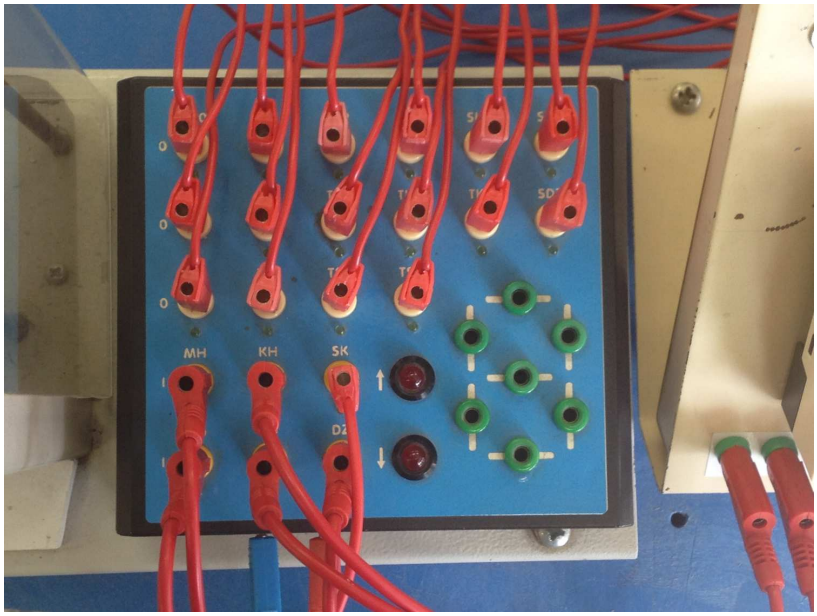
Obrázek 4.4: Zelio Logic na desce se zdířkami

Nejprve tedy byly do desky připojeny vodiče s banánkovými konektory. Vodiče byly zapojeny do všech vstupních a výstupních zdířek, které se nachází na desce. Společně s nimi byly zapojeny také vodiče do zdířek pro napájení.



Obrázek 4.5: Připojení vodičů do desky se zdířkami

Druhé vývody vodičů byly zapojeny do panelu se vstupy a výstupy modelu. Na obrázku ještě nejsou připojeny vstupní signály pro sedmisegmentový displej.



Obrázek 4.6: Připojení vodičů do panelu vstupních a výstupních signálů

4.3 Sestava PC se Zelio Logic

Dále musel být řídicí systém Zelio Logic připojen k počítači. Propojení PC s inteligentním relé umožňuje speciální komunikační kabel. Aby mohl počítač pomocí tohoto kabelu se stanicí komunikovat, musel být nejprve nainstalován ovladač pro tento kabel. Podrobný popis instalace ovladače pro tento kabel je k dispozici na stánkách firmy Schneider Electric ⟨http://www.schneider-electric.cz/⟩. Komunikační kabel je zobrazen na následujícím obrázku.

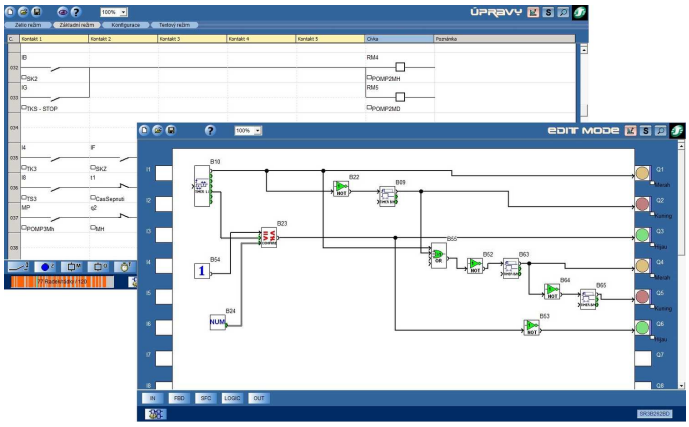
Obrázek 4.7: Komunikační kabel pro propojení Zelio Logic s PC

Po úspěšné instalaci ovladače mohl být počítač propojen se řídicím systémem. Dále musela být nastavena komunikace v softwaru Zelio Soft 2 a musel být vybrán typ propojení PC se stanicí pomocí již zmíněného komunikačního kabelu. Pokud bylo toto provedeno, počítač plně komunikoval s řídicím systémem a mohl být do něho nahrán program. Nyní stačilo jen vytvořit program pro řízení modelu výtahu a nahrát ho do řídicího systému. Jak byl program vytvářen je popsáno v kapitole 5.

V této kapitole byla popsána celková kontrola modelu a následné odstranění vad modelu. Dále bylo znázorněno připojení vstupů a výstupů modelu do řídicího systému Zelio Logic. Nakonec bylo popsáno, jak byl připojován řídicí systém k počítači.

Kapitola 5

Program pro řízení výtahu



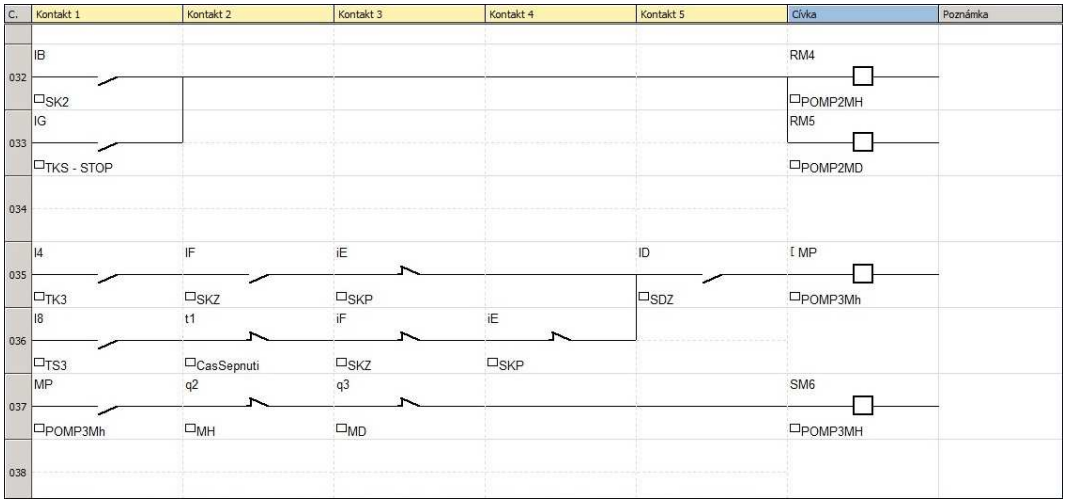
Program pro řízení modelu je tvořen v programovacím prostředí Zelio Soft v. 2 od firmy Schneider Electric. Profesionální software Zelio Soft v. 2 je k dispozici ke stažení zdarma a v českém jazyce na stránkách výrobce Schneider Electric. Díky kvalitní simulaci většiny funkcí poskytuje všem zájemcům jedinečnou možnost naučit se programovat malý řídicí systém bez nutnosti zakoupení samotného přístroje. K vytvoření plně funkčního programu postačí počítač. Je možné programovat ve dvou univerzálních jazycích a to LD (Ladder Diagram - jazyk kontaktních schémat) nebo FBD (Function Block Diagram - jazyk funkčních blokových schéma). Tyto jazyky jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách (CONTROLENGCESKO.COM, 2015).

Než bude přistoupeno k samotnému programování, musí být nejprve určeny logické hodnoty vstupů a vytvořeny rovnice jednotlivých výstupů systému. Podle těchto rovnic bude dále tvořen program pro řízení laboratorního modelu výtahu.

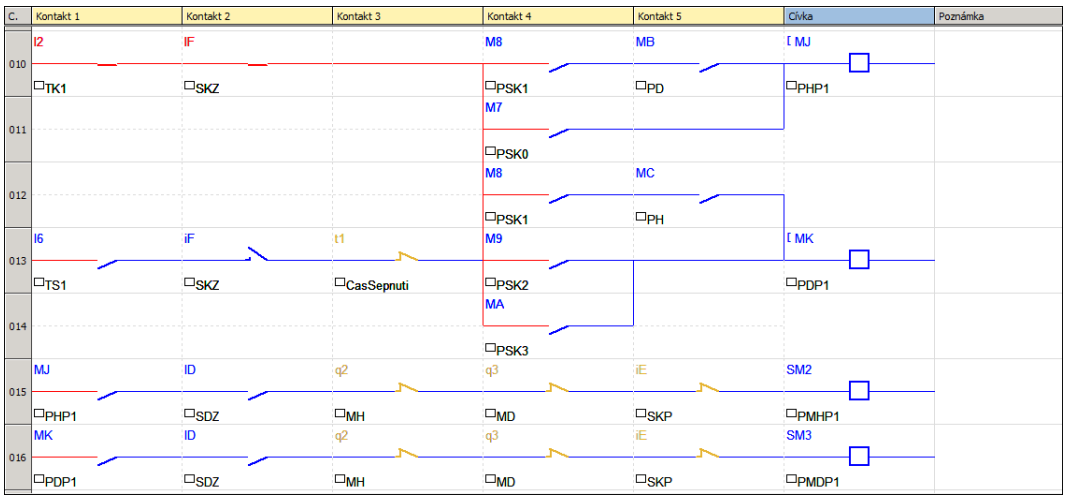
Struktura této kapitoly je následující. V podkapitole 5.1 je popsán programovací jazyk LD (jazyk kontaktních schémat). Kapitola 5.2 popisuje programovací jazyk FBD (jazyk funkčních blokových schéma). V kapitole 5.3 je vysvětleno, jak vytvořit rovnice pro jednotlivé výstupy laboratorního modelu výtahu. Kapitola 5.4 obsahuje popis konečného odlaďování programu.

5.1 Programovací jazyk LD

Jazyk kontaktních schémat (Ladder Diagram) vychází z konvenčních schémat, která byla podkladem pro realizaci reléových řízení. Z předem definovaných funkcí, které nám systém dále nabízí, lze zmínit například časovače, analogové komparátory, textové bloky, hodiny nebo funkci pro změnu letního/zimního času. K výhodám softwaru Zelio Soft patří bezesporu možnost simulace a test koherence napsaného programu. Ještě před jeho nahráním do samotného řídicího systému tak lze zjistit, zda vytvořený program funguje (v opačném případě se program doladí).



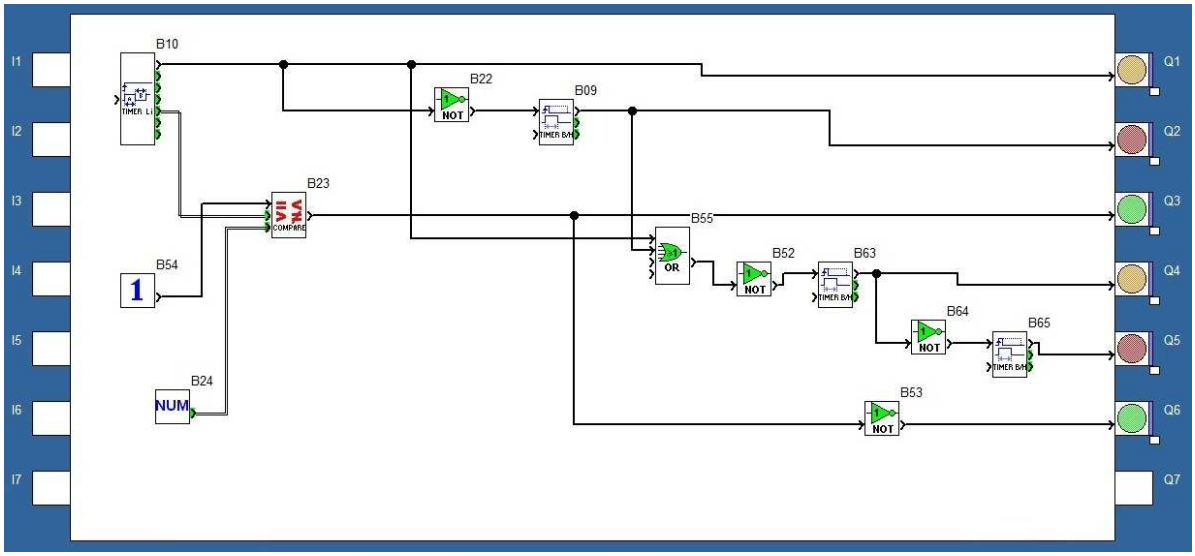
Obrázek 5.1: Programovací jazyk LD



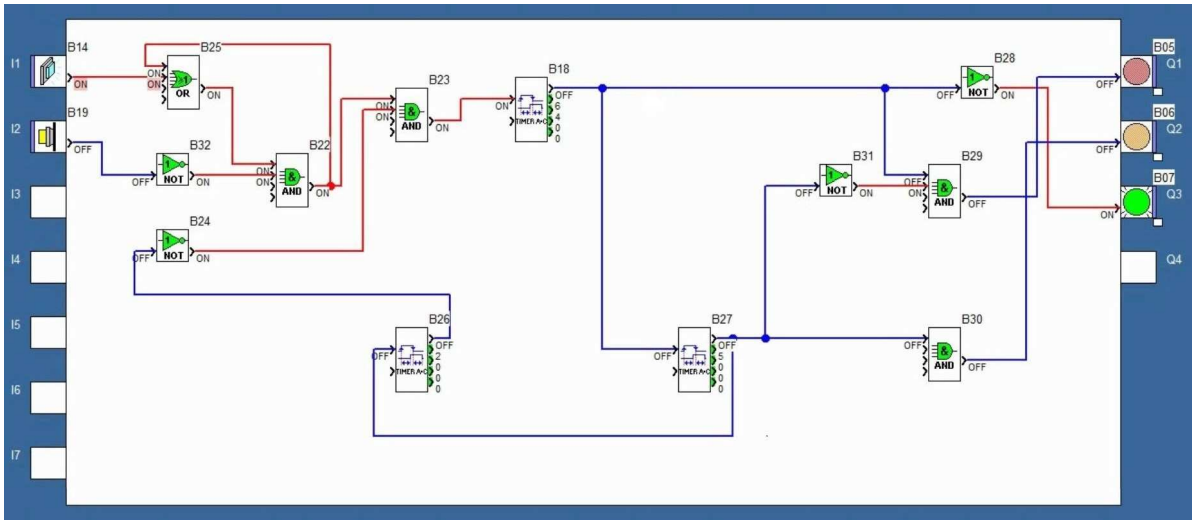
Obrázek 5.2: Programovací jazyk LD v režimu simulace

5.2 Programovací jazyk FBD

Programovací jazyk funkčních blokových schémat (Function Block Diagram) se skládá z předem připravených funkčních bloků, které se vkládají do schématu zapojení. Vybrat si přitom lze jak ze široké škály bloků vstupních a výstupních, tak z řady logických, standardních a sekvenčních funkcí. S pomocí FBD lze řešit i složité aplikace jednoduchou cestou.



Obrázek 5.3: Programovací jazyk FBD



Obrázek 5.4: Programovací jazyk FBD v režimu simulace

5.3 Vytváření programu pro řízení modelu

Program pro řízení modelu výtahu bude tvořen v programovacím jazyce LD. Na následujících řádcích je popsáno, jak bylo bylo postupováno při tvorbě programu. Aby mohl být vytvořen program pro řízení modelu výtahu, musely být sestaveny rovnice pro jednotlivé výstupy systému. Nejprve ale musí být určeno, za jakých podmínek nabývají vstupy logické hodnoty 0 a 1.

Tabulka 5.1: Logické hodnoty vstupů

Vstup	**Logická 0**	**Logická 1**
TK0	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
TK1	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
TK2	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
TK3	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
TS0	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
TS1	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
TS2	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
TS3	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto
SK0	Kabina není v přízemí	Kabina je v přízemí
SK1	Kabina není v 1. patře	Kabina je v 1. patře
SK2	Kabina není v 2. patře	Kabina je v 2. patře
SK3	Kabina není v 3. patře	Kabina je v 3. patře
SDZ	Alespoň jedny dveře otevřeny	Všechny dveře zavřeny
SKP	Kabina nepřetížena	Kabina přetížena
SKZ	Kabina nezatížena	Kabina zatížena
TKS	Tlačítko nestisknuto	Tlačítko stisknuto

Nyní mohou být vytvořeny rovnice, které budou popisovat závislost vstupů na výstupech. Podle těchto rovnic bude dále tvořen program pro řízení systému.

Rovnice byly tvořeny tak, že každý výstup má svojí vlastní rovnici. Rovnice pro výstupy MH a MD byly ještě rozděleny na jednotlivá patra z důvodu přehlednějšího programování a zjednodušení rovnice. Pokud by byly tyto výstupy popsány pouze jednou rovnicí, výsledná rovnice by byla na několik řádků a program by se stal nepřehledným.

Všechny dále znázorněné rovnice jsou tvořeny tak, že na levé straně rovnice jsou vstupy a na pravé straně rovnice jsou výstupy. Čára nad zkratkami vstupů znamená

negaci (obrácení) logické hodnoty této zkratky, znaménko plus znamená logický součet a znaménko krát znamená logický součin. Všechna pomocná relé v programu jsou značena začátečním písmenem P.

Logika programování výtahu je taková, že když je výtahu přikázáno, aby jel do určitého patra (ať už přivoláním výtahu ze stanice, nebo volbou stanice z kabiny), směr pohybu kabiny se určuje počáteční polohou kabiny před rozjezdem. Poloha kabiny je snímána snímači v každém patře. Pokud má jet výtah např. do 2. patra, kabina musí jet směrem nahoru, pokud se nachází v přízemí, nebo v prvním patře. Pokud by byla kabina ve 3. patře, musí jet kabina směrem dolů. Kabina se zastaví, jakmile dojede do zvoleného patra, opět pomocí snímače kabiny ve stanici. (Zde možná ukázat jednoduchou rovnici pro rozjezd a zastavení kabiny). Pokud ale kabina stojí mezi stanicemi (byla např. zastavena z kabiny pomocí tlačítka STOP), směr jízdy se nedá určit, protože snímače kabiny jsou jen ve stanicích a není tedy známá současná poloha výtahu. Tento problém se dá vyřešit tak, že se bude zaznamenávat, kterým patrem výtah projel naposledy. V tomto případě se toto dá řešit trvalým sepnutím pomocného relé. Pro každý snímač patra tedy bude pomocné relé, které bude trvale sepnuto, když dostane signál od snímače. Pomocné relé se rozepne, když přijde signál od jiného snímače. Tím pádem se zase sepne pomocné relé pro ten jiný snímač. Po zavedení těchto pomocných relé se bude směr jízdy kabiny a aktuální poloha kabiny určovat přímo pomocí těchto pomocných relé. Pokud chci jet např. do 2. patra a výchozí poloha výtahu bude přízemí, bude sepnuté pomocné relé pro přízemí a výtah pojede směrem nahoru. I kdybychom zastavili výtah z kabiny tlačítkem STOP mezi patry, signály budou stále drženy pomocí pomocných relé a směr bude stále nahoru, dokud výtah nedojede do cílové stanice. Než tedy začneme navrhovat rovnice pro jednotlivé výstupy, vytvoříme nejprve rovnice pro sepnutí těchto pomocných relé snímačů. Pomocné relé pro snímač v přízemí bude pojmenováno PSK0, pro první patro PSK1, pro druhé patro PSK2 a pro třetí patro PSK3.

Je třeba, aby vždy bylo sepnuto pomocné relé toho snímače, který je zrovna sepnutý. Pokud by byla kabina výtahu v přízemí (sepnut snímač SK0), mělo by být trvale sepnuto pomocné relé PSK0. Rovnice pro sepnutí PSK0 je tedy

$$SK0 = setPSK0.$$

Pomocné relé PSK0 je trvale sepnuto do té doby, dokud se nesplní podmínky pro reset PSK0. Resetování pomocného relé PSK0 nastane, když je sepnut snímač SK1, SK2 nebo SK3. Rozepnutí pomocného relé PSK0 popisuje rovnice

$$SK1 + SK2 + SK3 = resetPSK0.$$

Pokud je kabina výtahu v prvním patře (sepnuto SK1), mělo by být trvale sepnuto pomocné relé PSK1. Rovnice pro tento krok je tedy

$$SK1 = setPSK1.$$

Pomocné relé bude sepnuto do té doby, než budou opět splněny podmínky pro reset PSK1. Aby bylo pomocné relé PSK1 resetováno, musí být sepnut alespoň jeden ze snímačů SK0, SK2 nebo SK3, jak popisuje rovnice

$$SK0 + SK2 + SK3 = resetPSK1.$$

Pomocné relé PSK2 má být sepnuto, jakmile je sepnut snímač PSK2 (kabina výtahu je v druhém patře). Rovnice pro sepnutí pomocného relé PSK2 je tedy

$$SK2 = setPSK2.$$

Pomocné relé PSK2 je resetováno, jakmile je sepnuto jedno ze snímačů SK0, SK1 nebo SK3. Rovnice pro resetování pomocného relé PSK2 je

$$SK0 + SK1 + SK3 = resetPSK2.$$

Pomocné relé PSK3 má být sepnuto, když je spínač SK3 sepnut. Rovnice pro sepnutí pomocného relé PSK3 je

$$SK3 = setPSK3.$$

Resetování pomocné proměnné PSK3 se provede, jakmile je sepnut jeden ze snímačů SK0, SK1 nebo SK2, jak popisuje rovnice

$$SK0 + SK1 + SK2 = resetPSK3.$$

Nyní byly zavedeny pomocné proměnné pro snímače kabiny v každém patře a jeden problém je tímto vyřešen. Další problém může nastat, když zvolíme cílovou stanici z kabiny a po rozjezdu kabinu zastavíme tlačítkem STOP. Může se stát, že kabina byla zastavena dříve, než se dostala do jiného patra. Pokud následně zvolíme jinou stanici, než tu, ze které jsme vyjížděli, výtah se bez problému rozjede správným směrem. Pokud se ale chceme vrátit do patra, ze kterého jsme vyjížděli, nedá se opět určit, jakým směrem má výtah jet. Jsme např. v 1. patře, je tedy sepnuto pomocné relé PSK1. Pokud bychom zvolili např. 2. patro, výtah se rozjede směrem nahoru. Když je ale výtah zastaven z kabiny tlačítkem STOP, než dojede do 2. patra, výtah stojí mezi patry a je stále sepnuto

pomocné relé PSK1. Kdybychom se nyní chtěli vrátit do 1. patra, není určeno, jakým směrem má výtah jet, protože jsme stále podle pomocných relátek v prvním patře (sepnuto PSK1). Tento problém se dá řešit tak, že by se zaznamenával směr, kterým jela kabina výtahu naposledy. Dále by se určilo, aby výtah jel opačným směrem, než jel naposledy a vrátil by se do stanice. Směr posledního pohybu výtahu bude opět zaznamenáván pomocným relé.

Bylo tedy zavedeno pomocné relé PH (pomocné relé pro směr nahoru) a PD (pomocné relé pro směr dolů). PH je trvale sepnuto, když dostane signál proměnná MH (motor pohání kabinu směrem nahoru) ale současně není sepnuto pomocné relé PD. Může být sepnuto relé jen pro jeden směr, protože kdyby byla sapnuta relé pro oba směry, ztratilo by toto ošetření význam. Opět by nešlo určit, jakým směrem má výtah jet, když se má vrátit zpět do stanice, ze které povyjel. Proto musí být sepnuto buď pomocné relé PH, nebo PD. Rovnice pro sepnutí pomocného relé PH je

$$MH * \overline{PD} = setPH.$$

Pomocné relé PH je resetováno, když kabina výtahu dojede do některé ze stanice. Pokud je tedy sepnut jeden ze snímačů SK0, SK1, SK2 nebo SK3, je relé PH resetováno. Rovnice pro resetování pomocného relé je tedy

$$SK0 + SK1 + SK1 + SK3 = resetPH.$$

Rovnice pro směr dolů, tedy pro pomocné relé PD byla vytvářena stejně. Pokud dostane proměnná MD signál, je trvale sepnuto pomocné relé PD. Rovnice pro sepnutí pomocného relé je

$$MD * \overline{PH} = setPD.$$

Pomocné relé PD je resetováno, jakmile je sepnut jeden ze snímačů SK0, SK1, SK2 nebo SK3. Rovnice pro resetování pomocného relé PD je tedy

$$SK0 + SK1 + SK2 + SK3 = resetPD.$$

Poslední opatření, které musí být vyřešeno, než budou tvořeny rovnice pro jednotlivé výstupy je časovaný impulz. Tento impulz se využije v případě, když je výtah zavolán ze stanice a výtah do této stanice přijede. Jakmile výtah přijede, nesmí být několik sekund možnost zavolat výtah z jiné stanice. Může se totiž stát, že než stihneme otevřít dveře výtahu a nastoupit do kabiny, může si výtah zavolat někdo jiný do jiné stanice. V tomto

případě bude využit časovaný impulz pro rozepnutí příchozího signálu pro jízdu do jiné stanice po dobu 3 sekund. Délka tohoto impulzu se dá nastavit na libovolně dlouhý čas, ale 3 sekundy postačí.

Je třeba, aby časovaný impulz fungoval pouze u zavolané prázdné kabiny. Dále je třeba, aby časovaný impulz začal až tehdy, když se kabina zastaví. Nejprve je tedy sepnuto pomocné relé PCAS, když se kabina rozjede a současně je nezatížena, jak popisuje rovnice

$$(MD + MH) * \overline{SKZ} = setPCAS.$$

Když výtah jede dolů (MD má logickou hodnotu 1) nebo nahoru (MH má logickou hodnotu 1) a zároveň je kabina výtahu nezatížena (SKZ má logickou hodnotu 0), pomocné relé PCAS je sepnuto. SKZ nesmí být sepnuto, protože kabina má v patře čekat jen tehdy, když je kabina zavolána ze stanice, tedy přijede prázdná kabina.

Když je sepnuto pomocné relé PCAS a výtah se zastaví (oba výstupy MH i MD budou mít logickou hodnotu 0), je sepnut časovaný signál CAS po nastavenou dobu. Po tuto dobu jsou sepnuty všechny použité kontakty signálu CAS. Sepnutí časovaného signálu popisuje rovnice

$$PCAS * \overline{MH} * \overline{MD} = CAS.$$

Aby nebylo pomocné relé PCAS stále sepnuto, bude rozepnuto jakmile se sepne signál CAS. Pokud je tedy sepnut signál CAS, resetuje se pomocné relé PCAS, podle rovnice

$$CAS = resetPCAS.$$

Nyní budou znázorněny rovnice pro pohyb výtahu. Rovnice pro pohyb jsou rozděleny podle pater. Protože může být výstup na cívce v programu použit jen jednou a je potřeba spínat výstupy MH a MD v několika rovnicích, budou se místo těchto výstupů spínat pomocná relátka. Tato relátka pak budou vložena do jedné rovnice pro sepnutí výstupů MH a MD. Výstup MH bude ovládán pomocnými relátky PMHP1, PMHP2 a PMHP3. Výstup MD bude ovládán pomocnými relátky PMDP0, PMDP1 a PMDP2.

Rovnice pro přízemí

Nejprve byla vytvořena rovnice pro cílovou stanici přízemí. Pohyb kabiny do této stanice je popsán rovnicí

$$(TK0 * SKZ * \overline{SKP} + TS0 * \overline{CAS} * \overline{SKZ} * \overline{SKP}) * SDZ = PDP1.$$

Protože v programu může být za sebou zapojeno pouze 5 vstupů, musela být rovnice pro sepnutí pomocného relé PMDP1 (pomocné relé, výstup MD, patro 1) rozdělena do dvou rovnic a bylo využito další pomocné relé, tedy PDP1(pomocné relé, směr dolů, patro 1). Aby mohlo být pomocné relé PDP1 sepnuto, muselo být stisknuto tlačítko v kabině (TK0), současně musel být sepnut snímač kabiny zatížení (SKZ) a současně nesměla být kabina přetížena (SKP), nebo muselo být stisknuto tlačítko stanice (TS0), současně nesměl být sepnut časovaný impulz (CAS) a nesměla být kabina zatížena (SKZ) ani přetížena (SKP). Současně s těmito podmínkami musely být zavřeny dveře (SDZ), kvůli bezpečnosti. Pokud bylo pomocné relé PDP1 sepnuto a současně nebyl výtah v pohybu (MH i MD měly logickou hodnotu 0), je teprve sepnuto pomocné relé PMDP1, podle rovnice

$$PDP1 * \overline{MH} * \overline{MD} = setPMDP1.$$

Pokud kabina výtahu dojede do přízemí (na vstupu SK0 bude logická 1), pomocné relé PMDP1 je rozepnuto. Dále může být rozepnuto stisknutím tlačítka STOP (TKS). Tento krok popisuje rovnice

$$SK0 + TKS = resetPMDP1.$$

Rovnice pro 1. patro

Dále byly vytvořeny rovnice pro cílovou stanici 1. patro. Rovnice pro pohyb do 1. patra směrem nahoru je

$$(TK1 * SKZ + TS1 * \overline{SKZ} * \overline{CAS}) * (PSK1 * PD + PSK0) = PHP1.$$

Rovnice musela být opět rozdělena, protože se nevejde v programu na jeden řádek. Proto opět použijeme pomocné relé PHP1 (pomocné relé,směr nahoru, patro 1). Pomocné relé PHP1 je sepnuto tehdy, když je stisknuto tlačítko prvního patra v kabině (TK1) a současně je kabina zatížena (SKZ), nebo když je stisknuto tlačítko ve stanici (TS1), současně není sepnut časovaná signál (CAS) a není zatížena kabina (SKZ). Současně s těmito podmínkami musí být ještě sepnuto buď pomocné relé SPK1 a PD, nebo PSK0. Tyto poslední podmínky zajistí, aby jel výtah nahoru, když je kabina výtahu pod 1. patrem nebo v přízemí. Když je sepnuto pomocné relé PHP1, současně jsou zavřeny dveře, kabina není v pohybu a výtah není přetížen, sepne se pomocné relé PMHP1, jak popisuje rovnice

$$PHP1 * SDZ * \overline{MH} * \overline{MD} * \overline{SKP} = setPMHP1.$$

Další rovnice je pro směr jízdy dolů. Do 1. patra směrem dolů má jet kabina tehdy, když vyjíždí ze třetího, nebo ze druhého patra nebo když je výtah nad prvním patrem. Celá rovnice je

$$(TK1 * SKZ + TS1 * \overline{SKZ} * \overline{CAS}) * (PSK1 * PH + PSK2 + PSK3) = PDP1.$$

Rovnice je opět rozdělena přes pomocné relé PDP1 (pomocné relé, směr dolů, patro 1). Pomocné relé PDP1 je sepnuto, když je stisknuto tlačítko TK1 a současně je kabina zatížena (SKZ) nebo když je stisknuto tlačítko TS1, současně je nezatížena kabina (SKZ) a není sepnut časový signál (CAS). Současně s těmito podmínkami musí být ještě kabina buď ve 3. patře (sepnuto PSK3), ve 2. patře (sepnuto PSK2) nebo nad prvním patrem (sepnuto PSK1 a sepnuto pomocné relé PH). Pokud je pomocné relé PDP1 sepnuto a současně jsou zavřeny dveře (SDZ), kabina není v pohybu (není sepnut MH ani MD) a není přetížena, sepne se trvale pomocné relé PMDP1. Tento krok popisuje rovnice

$$PDP1 * SDZ * \overline{MH} * \overline{MD} * \overline{SKP} = setPMDP1.$$

Když jsou sepnuta pomocná relé PMHP1 nebo PMDP1, musí být resetována, když kabina dojede do prvního patra. Tím se kabina v prvním patře zastaví. Pomocná relé PMHP1 a PMDP1 jsou resetovány, když přijde signál od snímače SK1, nebo když je stisknuto tlačítko STOP (TKS). Rovnice pro resetování pomocného relé PMHP1 je

$$SK1 + TKS = resetPMHP1.$$

Rovnice pro resetování pomocného relé PMDP1 je

$$SK1 + TKS = resetPMDP1.$$

Rovnice pro 2. patro

Dále byly vytvořeny rovnice pro cílovou stanici 2. patro. Rovnice pro směr nahoru musela být opět rozdělena pomocným relé PHP2. Pomocné relé PHP2 je sepnuto tehdy, když je sepnuto tlačítko v kabině TK2 a současně je kabina zatížena (SKZ) nebo když je stisknuto tlačítko ve stanici (TS2), současně je kabina nezatížena a není sepnut časovaný signál (CAS). Současně s těmito podmínkami musí být ještě sepnuto pomocné relé buď

přízemí (PSK0), prvního patra (PSK1) nebo druhého patra (PSK2) společně s PD (pomocné relé směru dolů). Rovnice pro sepnutí pomocného relé PHP2 je tedy

$$(TK2 * SKZ + TS2 * \overline{SKZ} * \overline{CAS}) * (PSK2 * PD + PSK0 + PSK1) = PHP2.$$

Pokud je sepnuto pomocné relé PHP2, současně jsou zavřeny dveře (SDZ),výtah není v pohybu (MH a MD mají logickou hodnotu 0) a kabina není přetížena, je trvale sepnuto pomocné relé PMHP2. Tento krok je popsán rovnicí

$$PHP2 * SDZ * \overline{MH} * \overline{MD} * \overline{SKP} = setPMHP2.$$

Následně byla vytvořena rovnice pro směr pohybu dolů. Rovnice opět musela být rozdělena pomocným relé PDP2. Pomocné relé PDP2 je sepnuto, když je stisknuto tlačítko v kabině TK2 a současně je kabina zatížena, nebo když je stisknuto tlačítko stanice (TS2), současně není kabina zatížena a není sepnut časový signál (CAS). Současně s těmito podmínkami musí být ještě sepnuto pomocné relé třetího patra (PKS3) nebo musí být výtah nad druhým patrem (sepnuto pomocné relé PSK1 současně s PH). Pak může být pomocné relé PDP2 sepnuto, jak popisuje rovnice

$$(TK2 * SKZ + TS2 * \overline{SKZ} * \overline{CAS}) * (PSK2 * PH + PSK3) = PDP2.$$

Pokud je sepnuto pomocné relé PDP2, současně jsou zavřeny dveře (SDZ), výtah není v pohybu (MH i MD mají logickou hodnotu 0) a kabina není přetížena, sepne se pomocné relé PMDP2. Tento krok popisuje rovnice

$$PDP2 * SDZ * \overline{MH} * \overline{MD} * \overline{SKP} = setPMDP2.$$

Když je sepnuto pomocné relé PMHP2 nebo PMDP2, musí být resetováno, když kabina výtahu dojede do druhého patra. Mohou být také kdykoliv resetována stisknutím tlačítka STOP (TKS). Pokud je tedy snímač kabiny SK2 sepnut, nebo je stisknuto tlačítko STOP (TKS), pomocná relé PMHP2 i PMDP2 jsou resetována. Resetování pomocného relé PMHP2 popisuje rovnice

$$SK2 + TKS = resetPMHP2.$$

Resetování pomocného relé PMDP2 popisuje rovnice

$$SK2 + TKS = resetPMDP2.$$

Rovnice pro 3. patro

Nakonec byla vytvořena rovnice pro cílovou stanici 3. patro. Rovnice musela být opět rozdělena pomocným relé PHP3. Pomocné relé PHP3 je sepnuto, když je stisknuto tlačítko v kabině TK3, současně je kabina zatížena (SKZ) ale není přetížena (SKP), nebo když je stisknuto tlačítko ve stanici TS3, současně není sepnut časový signál (CAS) a kabina není zatížena ani přetížena. Současně s těmito podmínkami musí být zavřeny dveře. Rovnice pro sepnutí pomocného relé PHP3 je

$$(TK3 * SKZ * \overline{SKP} + TS3 * \overline{CAS} * \overline{SKZ} * \overline{SKP}) * SDZ = PHP3.$$

Když je pomocné relé PHP3 sepnuto a současně není kabina v pohybu (MH i MD mají logickou hodnotu 0), pomocné relé PMHP3 je trvale sepnuto. Tento krok popisuje rovnice

$$PHP3 * \overline{MH} * \overline{MD} = setPMHP3.$$

Resetování pomocného relé PMHP3 proběhne, jakmile kabina výtahu dojede do třetího patra, nebo když je stisknuto tlačítko STOP (TKS), jak popisuje rovnice

$$SK3 + TKS = resetPMHP3.$$

Rovnice pomocných relé pro výstupy MH a MD jsou vytvořeny a dále byly tvořeny konečné rovnice pro tyto jednotlivé výstupy.

Výstup MH je sepnut, jakmile je sepnuto alespoň jedno z pomocných relé PMHP1, PMHP2 nebo PMHP3, jak popisuje rovnice

$$PMHP1 + PMHP2 + PMDP3 = MH.$$

Výstup MD je sepnut, když je sepnuto jedno z pomocných relé PMDP0, PMDP1 nebo PMDP2. Tento krok popisuje rovnice

$$PMDP0 + PMDP1 + PMDP2 = MD.$$

Zbývají rovnice pro ostatní výstupy, tedy pro SK (světlo kabiny), KH (kontrolka horní), KD (kontrolka dolní) a DZ (dveře zamknout). Tyto rovnice jsou znázorněny na následujících řádcích.

Světlo v kabině má svítit, když jsou dveře otevřeny (SDZ), když je výtah v pohybu (MH nebo MD musí mít logickou hodnotu 1), když je kabina zatížena (SKZ) a při sepnutí časovaného signálu (CAS). Rovnice pro rozsvícení světla je tedy

$$MH + MD + SKZ + \overline{SDZ} + CAS = SK.$$

Kontrolka směru nahoru má svítit, když výtah jede nahoru (MH), když je kabina přetížena (SKP) a dveře jsou otevřeny (SDZ). Rovnice je tedy

$$MH + SKP + \overline{SDZ} = KH.$$

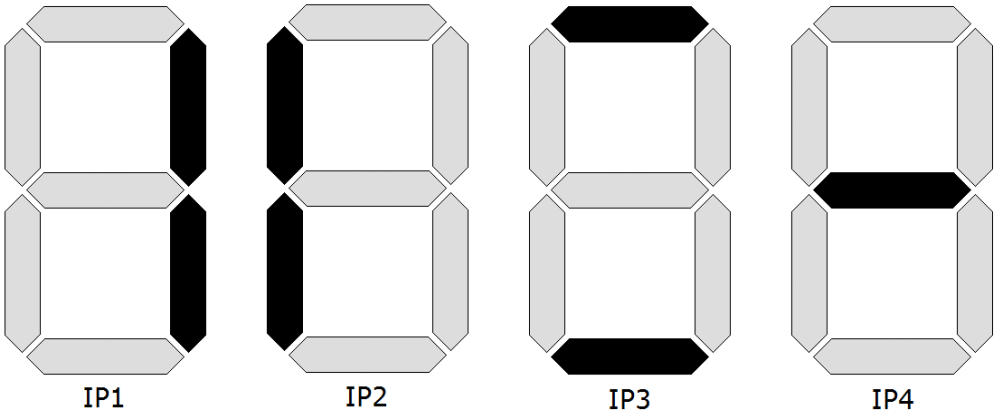
Kontrolka směru dolů má svítit, když výtah jede dolů (MD), když je kabina přetížena (SKP) a dveře jsou otevřeny (SDZ). Rovnice pro rozsvícení kontrolky směru dolů je

$$MD + SKP + \overline{SDZ} = KD.$$

Dveře se mají zamknout, jakmile je kabina v pohybu (MH nebo MD má logickou hodnotu 1). Rovnice pro zamknutí dveří je

$$MH + MD = DZ.$$

Sedmisegmentový zobrazovač je ovládán sedmi vstupy, každý segment má svůj vstup. Protože na spínání sedmisegmentového zobrazovače zbyly pouze 4 výstupy, musely být rovnice upraveny tak, aby šel zobrazovač ovládat pouze čtyřmi výstupy. Jedním výstupem jsou tedy rozsvíceny oba pravé segmenty, druhým výstupem oba levé výstupy, třetím výstupem horní a dolní segment a čtvrtým výstupem prostřední segment. Tímto způsobem se dají zobrazovat všechna čísla, která potřebujeme. Výstupy byly označeny zkratkami IP1 (indikace patra), IP2, IP3 a IP4, jak je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 5.5: Indikace pater sedmisegmentovým zobrazovačem

Čísla, která jsou zobrazována na displeji jsou 0 (přízemí), 1 (1. patro), 2 (2. patro), 3 (3. patro), z toho číslo 2 je rozbazeno v podobě římské číslice. IP1, tedy pravé segmenty jsou obsaženy ve všech číslech, která jsou zobrazována. IP1 je tedy rozsvíceno v každém patře, tedy když jsou sepnuta pomocná relé PSK0, PSK1, PSK2 i PSK3. Rovnice pro sepnutí výstupu IP1 je tedy

$$PSK0 + PSK1 + PSK2 + PSK3 = IP1.$$

IP2, tedy levé segmenty jsou rozvíceny při zobrazování čísla 0 a 2. Pokud je tedy v kabina přízemí, nebo ve druhém pratře, IP2 je sepnuto. Když je sepnuto jedno z pomocných relé PSK0 nebo PSK2, je IP2 sepnuto, jak popisuje rovnice

$$PSK0 + PSK2 = IP2.$$

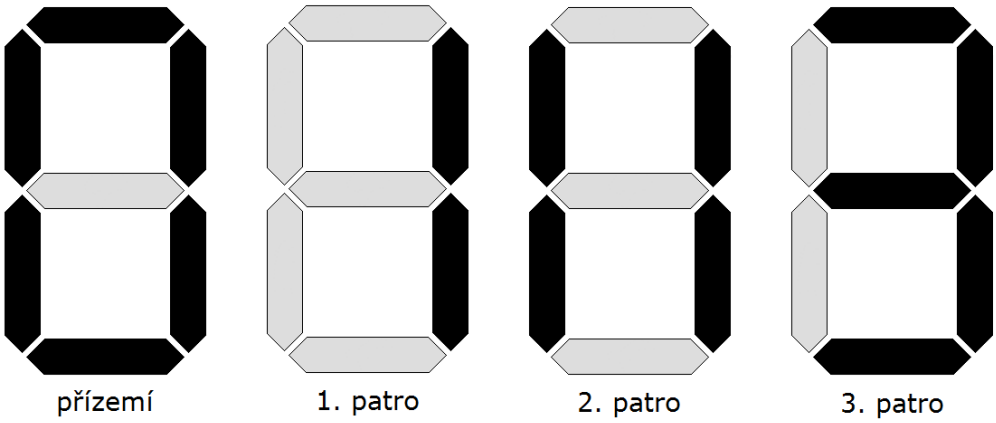
IP3, tedy horní a dolní segment jsou rozsvíceny při zobrazování čísla 0 a 3. Pokud je tedy kabina v přízemí nebo ve třetím patře, IP3 je sepnuto. Když je sepnuto jedno z pomocných relé PSK0 nebo PSK3, je IP3 sepnuto. Tento krok popisuje rovnice

$$PSK0 + PSK3 = IP3.$$

IP4, tedy prostřední segment je rozsvícen při zobrazování čísla 3. Pokud je tedy kabina v patře 3, IP3 je sepnuto. IP4 je sepnuto, když je sepnuto pomocné relé PSK3, podle rovnice

$$PSK3 = IP4.$$

Patra na sedmisegmentovém displeji jsou zobrazována tak, jak ukazuje následující obrázek.



Obrázek 5.6: Indikace jednotlivých pater

Podle rovnic popsaných v této kapitole byl následně tvořen program v jazyce LD, programovacího softwaru Zelio Soft v. 2. Kompletní program pro řízení modelu výtahu v tomto jazyce je k dispozici v příloze D.

5.4 Odladění programu

Když byl program vytvořen, byl nahrán do řídicího systému, aby se mohl odzkoušet a případně doladit. Při testování funkčnosti programu bylo objeveno několik chyb. Model se totiž nechoval tak, jak by měl. Když byla z kabiny zvolena stanice druhého patra, kabina výtahu se zastavila v prvním patře, nikoli v druhém. Tato chyba byla ihned vyřešena. U rovnice pro reset pomocného relé PMHP2 druhého patra bylo pomocné relé resetováno snímačem kabiny SK1, místo SK2. Stačilo jen SK1 předělat na SK2.

Další problém se objevil při zobrazování pater na sedmisegmentovém displeji. Spínání segmentů bylo totiž řešeno sepnutím snímačů kabiny SK0, SK1, SK2 a SK3. Čísla byla zobrazována pouze, když stála kabina v patře, nikoli během jízdy. Spínání segmentů bylo tedy upraveno a nyní je spínáno pomocnými relé PSK0, PSK1, PSK2 a PSK3. Tímto se problém vyřešil.

Rovnice v předchozí podkapitole jsou již ve finálové opravené podobě. Program nyní funguje spávně. Podařilo se tedy vytvořit program tak, aby se výtah choval jako skutečný osobní výtah, který byl popisován v podkapitole 2.1.

V této kapitole byly vysvětleny programovací jazyky LD a FBD. Dále byla zavedena tabulka s logickými hodnotami jednotlivých vstupů. Následně byly popsány jednotlivé rovnice, podle kterých byl dále vytvořen program pro řízení laboratorního modelu výtahu, který je v příloze D.

Kapitola 6

Závěr

V absolventské práci byly splněny všechny požadavky zadání. Bylo pojednáno o problematice osobních výtahů a byl představen a popsán osobní výtah, který byl předlohou laboratorního modelu výtahu.

Následně byla vytvořena dokumentace modelu výtahu. V dokumentaci byly popsány mechanické části modelu, elektrické části modelu a vstupy a výstupy modelu. Schéma elektrického zapojení motoru, který pohání model je k dispozici v příloze D.

Pro řízení modelu byl zvolen řídicí systém Zelio Logic, který dokázal využít všechny vstupy a výstupy modelu. Nevystačily ale výstupy pro sedmisegmentový zobrazovač. Pro kompletní ovládání jednotlivých segmentů na zobrazovači je třeba 7 volných výstupů v řídicím systému. Pro připojení sedmisegmentu zbyly pouze 4 výstupy. Program byl tedy upraven tak, aby stačily pouze tyto 4 výstupy pro sedmisegmentový zobrazovač. Jak byl tento problém vyřešen je popsáno na konci podkapitoly 5.3. Pokud bychom chtěli připojit všechny segmenty zobrazovače, museli bychom použít druhý řídicí systém Zelio Logic a sedmisegmentový zobrazovač řídit tímto druhým systémem.

Dále byl instalován ovladač pro komunikační kabel, který propojuje PC s řídicím systémem Zelio Logic. Po instalaci byl řídicí systém připojen k počítači.

Byly vytvořeny rovnice pro jednotlivé výstupy systému, podle kterých byl následně vytvořen program pro řízení laboratorního modelu výtahu. Program byl vytvořen v programovacím jazyce LD softwaru Zelio Soft 2. Podařilo se program navrhnout tak, aby byly využity všechny funkční prvky modelu. Hotový program byl poté odzkoušen a musel být doladěn. Při prvním spuštění programu se totiž výtah nechoval tak, jak by měl. Program se podařilo doladit tak, že funguje jako skutečný osobní výtah dle předlohy v podkapitole 2.1.

Literatura

CDR.CZ (2015), Nejrychlejší výtah světa bude za dva roky v Číně a hned 2x [online]. [cit. 2015-04-28], ⟨http://cdr.cz/clanek/nejrychlejsi-vytah-sveta-bude-za-dva-roky-v-cine-hned-2x⟩.

CONTROLENGCESKO.COM (2015), Programování pro každého [online]. [cit. 2015-05-03], ⟨http://www.controlengcesko.com/⟩.

E-ELEVATORS.CZ (2012), Normy Evropské Unie pro výtahy, normy ČSN EN - Express Elevators s.r.o. [online]. [cit. 2015-04-28], ⟨http://www.e-elevators.cz/normy-eu-pro-vytahy⟩.

G.CZ (2015), 8 nejzajímavějších výtahů světa [online]. [cit. 2015-04-28], ⟨http://g.cz/seat-8-nejzajimavejsich-vytahu-sveta/⟩.

LIFTS (2015), LIFTS - VÝTAHY zajímavosti [online]. [cit. 2015-04-16], ⟨http://lifts.cz/vytahy.html/⟩.

WIKIPEDIA.ORG (2015), Řídicí systém – Wikipedie [online]. [cit. 2015-05-03], ⟨http://cs.wikipedia.org/wiki/⟩.

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD/DVD s následující adresářovou strukturou.

- `Absolventská práce v LaTeX2e`
- `Schéma zapojení elektroniky` – Schéma elektrického zapojení motoru modelu
- `Program pro řízení modelu`
- `Hruska_AP_2015.pdf` – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

GIMP 2 ⟨http://www.gimp.org/⟩

LaTeX2e ⟨http://www.miktex.org/⟩

ProfiCAD ⟨https://www.proficad.cz/⟩

WinEdt 6.0 ⟨http://www.winedt.com/⟩

Zelio Soft 2 ⟨http://www.schneider-electric.cz/⟩

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo je toho času jeho vlastníkem Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.

Příloha C

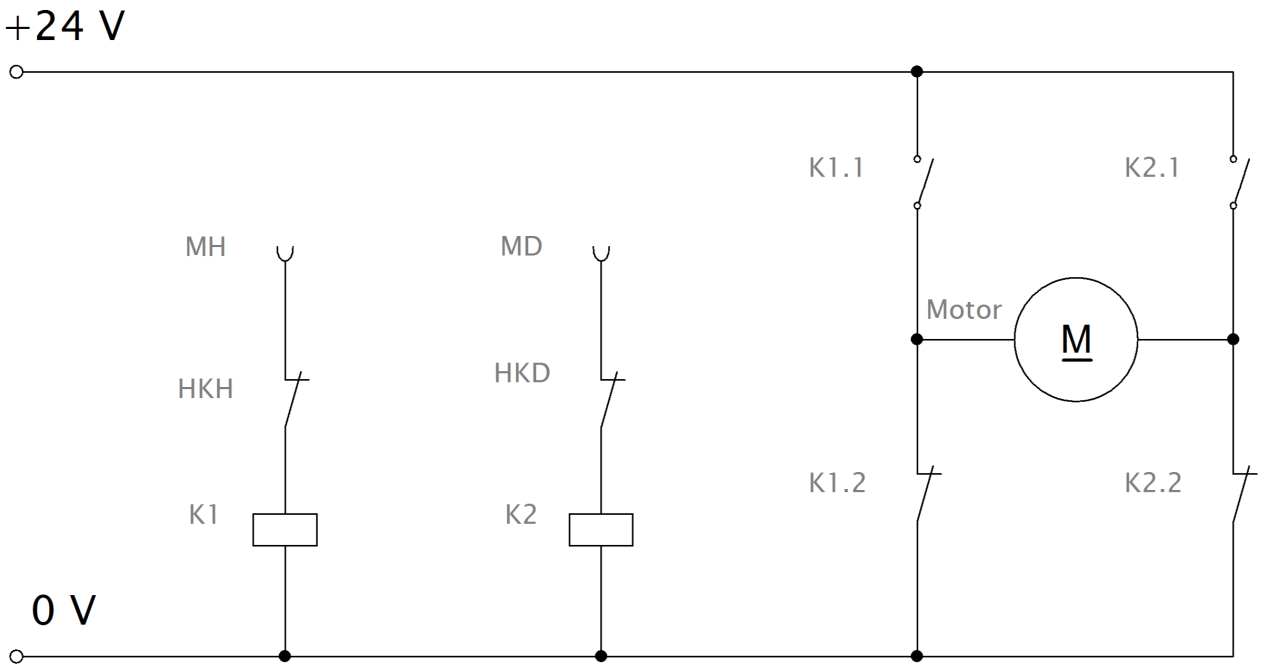
Časový plán absolventské práce

Činnost	**Časová náročnost**	**Termín ukončení**	**Splněno**
tvorba dokumentace modelu	1 týden	26.12.2014	25.12.2014
kontrola funkčnosti modelu	2 dny	09.01.2015	09.01.2015
připojení modelu k řídicímu systému	1 den	14.01.2015	14.01.2015
připojení řídicího systému k PC	1 den	16.01.2015	16.01.2015
tvorba programu pro řízení modelu	1 měsíc	20.02.2015	25.02.2015
doladění programu a chodu modelu	1 týden	06.03.2015	06.03.2015
AP: kompletní text		01.05.2015	05.05.2015

Příloha D

Dokumentace

Na následujících stránkách se nachází schéma elektrického zapojení motoru vytvořené v programovém prostředí ProfiCAD. Dále je přiložen program pro řízení laboratorního modelu výtahu, který byl programován v softwaru Zelio Soft 2.



Oddělení	Technický referent	Kreslil Petr Hruška	Přezkoušel		
proficad		Druh dokumentu Schéma elektrického zapojení	Status dokumentu		Změna
		Název, doplňující název Elektromotor modelu výtahu	Č. dokumentu		Měřítko
			Datum vydání 14.4.2015	Jazyk	List 1/1

Programové informace

Autor : Petr Hruška
Název projektu : Laboratorní model výtahu
Verze : 0.0

Modul : SR3B261BD
Doba cyklu modulu : 11 x 2 ms WATCHDOG : Nečinný Režim hardwarového filtrování vstupů : Pomalý (3 ms) ☐ Zx tlačítka nečinná Formát datumu : dd/mm/yyyy ☐ Aktivována změna času ukládání Oblast : Evropa Změna času ukládání : březen, Poslední neděle Návrat k zimnímu času : říjen, Poslední neděle

Poznámky

Program pro řízení laboratorního modelu výtahu v programovacím jazyce LD.

Programový diagram

C.	Kontakt 1	Kontakt 2	Kontakt 3	Kontakt 4	Kontakt 5	Cívka	Poznámka
001	I9 SK0					SM7 PSK0	Sepnutí pomocného relé PSK0.
002	IA SK1					RM7 PSK0	Reset pomocného relé PSK0.
003	IB SK2						
004	IC SK3						
005							
006	IA SK1					SM8 PSK1	Sepnutí pomocného relé PSK1.
007	I9 SK0					RM8 PSK1	Reset pomocného relé PSK1.
008	IB SK2						
009	IC SK3						
010							
011	IB SK2					SM9 PSK2	Sepnutí pomocného relé PSK2.
012	I9 SK0					RM9 PSK2	Reset pomocného relé PSK2.
013	IA SK1						
014	IC SK3						
015							
016	IC SK3					SMA PSK3	Sepnutí pomocného relé PSK3.
017	I9 SK0					RMA PSK3	Reset pomocného relé PSK3.
018	IA SK1						
019	IB SK2						
020							

C.	Kontakt 1	Kontakt 2	Kontakt 3	Kontakt 4	Kontakt 5	Cívka	Poznámka
021							
022							
023	Q2 MH	mB PD				SMC PH	Sepnutí pomocného relé PH.
024	I9 SK0					RMC PH	Reset pomocného relé PH.
025	IA SK1						
026	IB SK2						
027	IC SK3						
028							
029	Q3 MD	mC PH				SMB PD	Sepnutí pomocného relé PD.
030	I9 SK0					RMB PD	Reset pomocného relé PD.
031	IA SK1						
032	IB SK2						
033	IC SK3						
034							
035	Q3 MD						
036	Q2 MH	iF SKZ				SMD PCAS	Sepnutí pomocného relé PCAS.
037	MD PCAS	q2 MH	q3 MD			TT1 CAS	Sepnutí časovaného signálu CAS.
038	T1 CAS					RMD PCAS	Reset pomocného relé PCAS.
039							
040							

C.	Kontakt 1	Kontakt 2	Kontakt 3	Kontakt 4	Kontakt 5	Cívka	Poznámka
041	I1 TK0	IF SKZ	iE SKP		ID SDZ	[MH PDP0	Sepnutí pomocného relé PDP0.
042	I5 TS0	t1 CAS	iF SKZ	iE SKP			
043	MH PDP0	q2 MH	q3 MD			SM1 PMDP0	Sepnutí pomocného relé PMDP0.
044							
045	I9 SK0					RM1 PMDP0	Reset pomocného relé PMDP0.
046	IG TKS - STOP						
047							
048							
049	I2 TK1	IF SKZ		M8 PSK1	MB PD	[MJ PHP1	Sepnutí pomocného relé PHP1.
050				M7 PSK0			
051				M8 PSK1	MC PH		
052	I6 TS1	iF SKZ	t1 CAS	M9 PSK2		[MK PDP1	Sepnutí pomocného relé PDP1.
053				MA PSK3			
054	MJ PHP1	ID SDZ	q2 MH	q3 MD	iE SKP	SM2 PMHP1	Sepnutí pomocného relé PMHP1.
055	MK PDP1	ID SDZ	q2 MH	q3 MD	iE SKP	SM3 PMDP1	Sepnutí pomocného relé PMDP1.
056							
057	IA SK1					RM2 PMHP1	Reset pomocného relé PMHP1.
058	IG TKS - STOP					RM3 PMDP1	Reset pomocného relé PMDP1.
059							
060							

C.	Kontakt 1	Kontakt 2	Kontakt 3	Kontakt 4	Kontakt 5	Cívka	Poznámka
061	I3 TK2	IF SKZ		M9 PSK2	MB PD	[ML PHP2	Sepnutí pomocného relé PHP2.
062				M7 PSK0			
063				M8 PSK1			
064				M9 PSK2	MC PH		
065	I7 TS2	iF SKZ	t1 CAS	MA PSK3		[MN PDP2	Sepnutí pomocného relé PDP2.
066							
067	ML PHP2	ID SDZ	q2 MH	q3 MD	iE SKP	SM4 PMHP2	Sepnutí pomocného relé PMHP2.
068	MN PDP2	ID SDZ	q2 MH	q3 MD	iE SKP	SM5 PMDP2	Sepnutí pomocného relé PMDP2.
069							
070	IB SK2					RM4 PMHP2	Reset pomocného relé PMHP2.
071	IG TKS - STOP					RM5 PMDP2	Reset pomocného relé PMDP2.
072							
073							
074	I4 TK3	IF SKZ	iE SKP		ID SDZ	[MP PHP3	Sepnutí pomocného relé PHP3.
075	I8 TS3	t1 CAS	iF SKZ	iE SKP			
076	MP PHP3	q2 MH	q3 MD			SM6 PMHP3	Sepnutí pomocného relé PMHP3.
077							
078	IC SK3					RM6 PMHP3	Reset pomocného relé PMHP3.
079	IG TKS - STOP						
080							

C.	Kontakt 1	Kontakt 2	Kontakt 3	Kontakt 4	Kontakt 5	Cívka	Poznámka
081	M2					[Q2	Sepnutí motoru. Kabina jede nahoru.
	PMHP1					MH	
082	M4						
	PMHP2						
083	M6						
	PMHP3						
084							
085	M1					[Q3	Sepnutí motoru. Kabina jede dolů.
	PMDP0					MD	
086	M3						
	PMDP1						
087	M5						
	PMDP2						
088							
089	Q2					[Q6	Sepnutí výstupu pro rozsvícení světla v kabině.
	MH					SK	
090	Q3						
	MD						
091	IF						
	SKZ						
092	iD						
	SDZ						
093	T1						
	CAS						
094							
095	Q2					[Q4	Sepnutí výstupu pro kontrolku nahoru.
	MH					KH	
096	IE						
	SKP						
097	iD						
	SDZ						
098	Q3					[Q5	Sepnutí výstupu pro kontrolku dolů.
	MD					KD	
099	IE						
	SKP						
100	iD						
	SDZ						

C.	Kontakt 1	Kontakt 2	Kontakt 3	Kontakt 4	Kontakt 5	Cívka	Poznámka
101							
102	Q2 MH					[Q1 DZ	Sepnutí výstupu pro zamčení dveří.
103	Q3 MD						
104							
105							
106	M7 PSK0					[Q7 IP1	Sepnutí výstupu pro rozsvícení segmentů pod označením IP1.
107	M8 PSK1						
108	M9 PSK2						
109	MA PSK3						
110	M7 PSK0					[Q8 IP2	Sepnutí výstupu pro rozsvícení segmentů pod označením IP2.
111	M9 PSK2						
112	M7 PSK0					[Q9 IP3	Sepnutí výstupu pro rozsvícení segmentů pod označením IP3.
113	MA PSK3						
114	MA PSK3					[QA IP4	Sepnutí výstupu pro rozsvícení segmentů pod označením IP4.