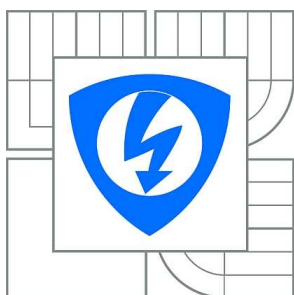


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ŘÍZENÍ MODELU VÝTAHU

CONTROL OF LIFT MODEL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

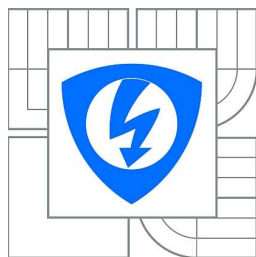
Bc. MARTIN ŽŮREK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RADEK ŠTOHL, Ph.D.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Kybernetika, automatizace a měření

Student: Bc. Martin Žůrek

ID: 77890

Ročník: 2

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Řízení modelu výtahu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s principy a algoritmy řízení výtahů
2. Navrhněte a realizujte nejvhodnější algoritmus řízení pro model výtahu
3. Realizujte vizualizaci modelu výtahu v prostředí Factory Talk
4. Ověřte funkčnost algoritmu a vizualizace na modelu výtahu s AS-Interface sítí

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Becker, R. a kol.: AS-Interface, řešení pro automatizaci. AS-International Association, 2004, 184 s. ISBN 80-214-2958-5

Logix5000 Controllers General Instructions (Reference Manual). Milwaukee: Rockwell Automation, Inc. 2008.

Dle vlastního literárního průzkumu a doporučení vedoucího práce.

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 23.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Radek Štohl, Ph.D.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato práce se zabývá návrhem algoritmu řízení laboratorního modelu výtahu a vizualizací v programu Factory Talk View Studio. V úvodu práce je stručně popsána průmyslová komunikační síť AS-Interface a v praxi používané algoritmy řízení výtahů. V další kapitole je popsáno uspořádání a jednotlivé části laboratorního modelu výtahu. V neposlední řadě se zde řeší také komunikace mezi patry výtahu, kabinou a masterem AS-Interface a návrh funkčních bloků v programu RSLogix 5000. Hlavní náplní diplomové práce je návrh algoritmu řízení výtahu, ve kterém se využívá obousměrné sběrné řízení. V poslední kapitole je uveden návrh vizualizace výtahu, kterou lze tento výtah ovládat.

Klíčová slova

PLC Rockwell Automation, Vizualizace modelu výtahu, Řízení modelu výtahu

Abstract

My graduation theses is focused on project of algorithm proceedings laboratorial model of a lift and visualization in computer program Factory Talk View Studio. In introduction is written about industrial communication network AS-Interface and in practise used algorithm proceedings of a lift. In following capitol is described system and several parts of laboratorial model of a lift. Not least is solved also comunication among floors of a lift, cabin and master AS-Interface and project of functional block in computer program RSLogix 5000. General purpose of master's theses is project algorithm proceedings of a lift which use double-sided collecting proceedings. In last chapter is noticed project of visualization, which control a lift.

Keywords

PLC Rockwell Automation, Visualization of lift model, Control of lift model

Bibliografická citace:

ŽŮREK, M. *Řízení modelu výtahu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 63 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Radek Štohl Ph.D.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Řízení modelu výtahu“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **23. května 2011**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Radku Štohlvi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **23. května 2011**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Sběrnice AS-interface	10
2.1	O sběrnici	10
2.2	Vznik Sběrnice AS-Interface	10
2.3	Vlastnosti AS-Interface	11
3	Řízení výtahů	13
3.1	Jednoduché řízení.....	13
3.2	Sběrné řízení.....	13
3.2.1	Jednosměrné sběrné řízení	14
3.2.2	Obousměrné sběrné řízení	15
3.2.3	Skupinové řízení	16
4	Popis výtahu.....	18
4.1	Kabina výtahu	19
4.2	Patra výtahu.....	20
4.3	Lamely výtahu.....	20
4.4	Výpočet rychlosti kabiny výtahu	21
4.5	Nastavení frekvenčního měniče	23
5	Komunikační protokol	24
5.1	Ovládání pater	24
5.2	Ovládání kabiny	25
6	Funkční bloky	27
6.1	Kabina	27
6.2	Kontrola_parity_kabiny	28
6.3	Nastaveni_parity_patra	29
6.4	Ovládání motoru.....	29
6.5	Slave.....	29
6.6	Slovo_posilane	30
6.7	Slovo_z_kabiny.....	31
6.8	XOR_bit	31
6.9	Zatizeni.....	31
7	Algoritmus řízení	32
7.1	Stav inicializace	36
7.2	Stavy pater.....	36
7.2.1	Stav S1	36
7.2.2	Stav S2	37
7.2.3	Stav S3	38
7.2.4	Stav S4	38
7.2.5	Stav S5	39

7.2.6	Stav S6	40
7.3	Stavy pohybu kabiny	41
7.3.1	Stav S10	41
7.3.2	Stav S15	43
7.3.3	Stav S20	45
7.3.4	Stav S25	46
7.3.5	Stav S30	48
7.3.6	Stav S35	50
7.4	Tlačítko STOP	51
8	Vizualizace	53
9	Závěr	59

1 ÚVOD

V práci se budu zabývat algoritmy řízení výtahů. Jedna z úvodních kapitol bude obsahovat stručný popis sítě AS-Interface. Dále popíši laboratorní model výtahu, který tvoří 4 patra, kabina, bezpečnostní komponenty, rozvaděč, asynchronní motor, řídicí jednotka a nosná konstrukce. V neposlední řadě je třeba zmínit komunikace mezi patry výtahu, kabinou výtahu a programovatelným automatem, ve kterém je zabudovaný master AS-Interface. Aby bylo možné ovládat model po softwarové stránce, je nutné vytvořit ve vývojovém prostředí RSLogix 5000 funkční bloky, které budou detailně popsány. Hlavním cílem této diplomové práce je vytvořit algoritmus řízení modelu výtahu v programu RSLogix 5000 pro programovatelný automat od firmy Rockwell Automation. Závěrečná kapitola se bude zabývat návrhem a vytvořením vizualizace modelu v programu Factory Talk View Studio.

V této práci navazuji na předchozí práci Ing. Lukáše Zástěry, který navrhnul desky plošných spojů pro ovládání pater a kabiny výtahu.

2 SBĚRNICE AS-INTERFACE

2.1 O sběrnici

AS-Interface [3] je inteligentní automatizační řešení pro nejnižší úroveň v provozu automatizace. Systém AS-Interface umožňuje začlenění senzorů a aktuátorů od různých výrobců do sítě jediným kabelem. Struktura je otevřena vůči nadřazeným úrovním a je základem pro profesionální pokroková systémová řešení.

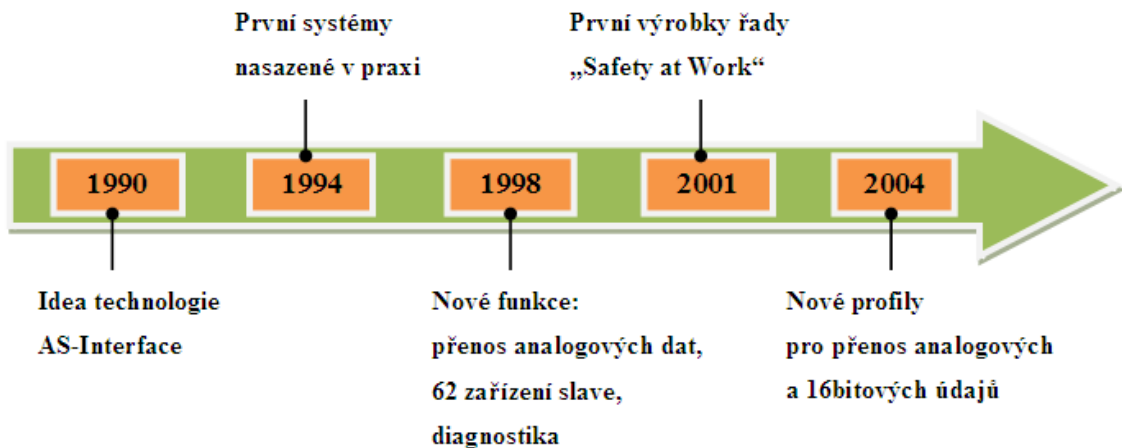
Žlutý kabel se stal obchodní značkou AS-Interface. Přenáší společně napájení i data. Prořezávací technika „Click&Go“ umožňuje připojení provozních zařízení do sítě – ať jsou podřízené stanice umístěny kdekoliv na technologii. Nepřehledná kabelová změť a objemné rozvaděče patří minulosti.

AS-Interface s obrovským sortimentem produktů od více než 260 výrobců na celém světě nabízí řešení pro integrování senzorů a aktuátorů do prakticky všech automatizačních sítí.

2.2 Vznik Sběrnice AS-Interface

Sběrnice AS-Interface [3] (Actuator Sensor Interface) byla počátkem 90. let navržena konsorciem 11 výrobců automatizační techniky. Sběrnice AS-Interface je síť typu master – multislave, k síti je připojeno jedno zařízení typu master a až 62 zařízení typu slave. V původním návrhu sběrnice AS-Interface byla možnost připojit až 32 zařízení typu slave, ale v roce 1998 byla vytvořena nová specifikace AS-Interface verze 2.1, která množství zařízení rozšířila až na počet 62 zařízení typu slave.

V současné době jsou na trhu jak zařízení podporující pouze původní variantu 1.0, tak zařízení podporující variantu AS-I verze 2.1. Od roku 2001 existují pro sběrnici AS-Interface bezpečnostní prvky podle normy EN 954-1 (kategorie 4). V roce 2004 byla vytvořena nová specifikace standardu – verze 3.0, která rozšiřuje možnosti sběrnice o přenos 16bitových informací ve více cyklech i jednom cyklu, ale při snížení maximálního počtu slavnů v síti. Přehledný vývoj sběrnice je znázorněn na obrázku 2.1

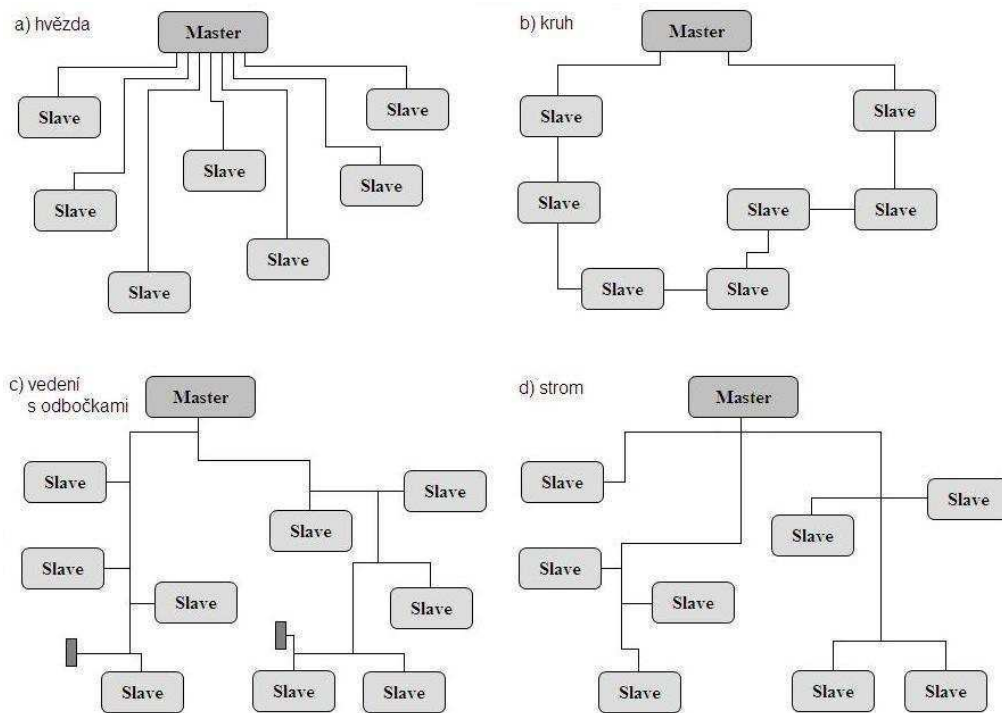


Obrázek 2.1 Časová osa vzniku a rozvoje AS-Interface [3]

2.3 Vlastnosti AS-Interface

Nezákladnější parametry průmyslové komunikační sítě AS-Interface [4] jsou tyto:

- Přenos dat i napájení po jediném kabelu
- Komunikace typu Master – Slave
- Maximálně 62 slávů v jedné síti AS-Interface
- Doba cyklu ≤ 5 ms pro 31 zařízení, ≤ 10 ms pro 62 zařízení
- Krytí podle provedení IP 20 až IP 69K
- Standardní a bezpečnostní komunikace na stejném kabelu AS-Interface
- Maximální délka vedení 100 m bez omezení v topologii
 - S repeaterem až 300 m
 - K dispozici speciální firemní řešení pro prodloužení vedení
 - V těchto případech se bezpodmínečně musí postupovat podle dokumentace výrobce
- Topologie sítě – hvězda, kruh, sběrnice, strom



Obrázek 2.2 Topologie sítě AS-Interface [4]

3 ŘÍZENÍ VÝTAHŮ

Řízení je soustava přístrojů [1], které výtah spouštějí, řídí a zastavují. Řízení může být mechanické nebo elektrické. U mechanického řízení se řídí a spouští výtah lanem. Určení směru jízdy a okamžik zastavení zajišťuje řidič. U elektronického řízení řídí a spouští výtah elektromagnety (relé, stykače) nebo elektromotory. Pro určení vhodného způsobu řízení výtahu jsou rozhodující především:

- druh výtahu (osobní, nákladní, lůžkový apod.)
- typ budovy (bytová, administrativní, hotel apod.)
- způsob provozu (samoobsluha, provoz s řidičem apod.)

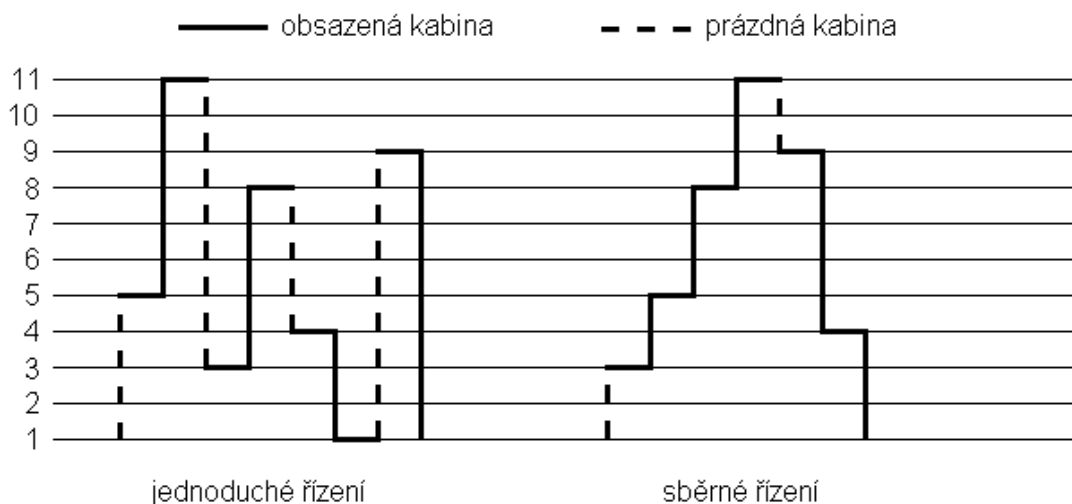
Na základě potřebných kombinací těchto určujících hledisek vznikla řada různých druhů řízení s různým stupněm automatizace obsluhy a řízení.

3.1 Jednoduché řízení

U tohoto typu řízení [2] může řídicí systém výtahu přijmout a splnit vždy jen jeden požadavek na jízdu. Jakmile je již nějaký požadavek uživatele zaregistrován a vyřizován, není pro dalšího uživatele k dispozici, dokud první požadavek nebude plně vyřízen. V každé stanici je tlačítko ovladače, kterým lze klec (pokud není plně obsazena) přivolat. Pokud je stisknuto současně několik vnějších tlačítek, má obvykle přednost nižší podlaží. Nevýhodou tohoto řízení je nevyužití nosnosti klece, např. u obytných budov při odchodu obyvatel domu do zaměstnání, kdy v kleci jezdí obvykle jeden nebo dva cestující a ostatní musí čekat, než se klec uvolní. Proto není tento druh řízení vhodný pro vyšší budovy.

3.2 Sběrné řízení

Nevýhodou výtahů s jednoduchým řízením [2] je fakt, že mohou v každém časovém okamžiku vyřizovat vždy jen jeden požadavek na jízdu. Z hlediska využití maximálního možného dopravního výkonu, zejména u výtahů s větší nosností, je toto provedení velmi nevýhodné, protože je velmi nízké průměrné obsazení kabiny. Pro maximální možné využití výtahu je třeba sběrného řízení, které umožňuje registraci více požadavků na jízdu ze stanic a z kabiny současně a jejich vyřizování tak, aby ke splnění co největšího počtu požadavků (a tím k přepravě co nejvíce osob) bylo třeba co nejkratšího času.



Obrázek 3.1 Porovnání jednoduchého a sběrného řízení [2]

Na obrázku 3.1 je pro názornost uvedeno porovnání celkového času a celkové ujeté dráhy kabiny potřebné pro splnění zvolených čtyř požadavků na jízdu mezi výtahem s jednoduchým řízením a výtahem s řízením sběrným. Předpokládáme, že byly téměř současně na výtah zadány požadavky na dopravu:

- z 5. stanice do 11. stanice
- z 3. stanice do 8. stanice
- ze 4. stanice do 1. stanice
- z 9. stanice do 1. stanice

Dále předpokládáme, že předtím stál výtah v obou příkladech v klidu v 1. stanici a předpokládáme, že rychlost výtahů je vždy 1,2 m/s. Z obrázku 3.1 je patrné, že výtah s jednoduchým řízením bude pro uvedené čtyři požadavky potřebovat 210 sekund a ujede přitom 144 metrů, kdežto výtah se sběrným řízením bude potřebovat 130 sekund a ujede přitom jen 60 metrů. Protože potřeboval o 38 % méně času, vyplývá z toho, že může dopravit za stejnou dobu provozu o 38 % osob více než výtah s jednoduchým řízením. Při větším využití výtahu bude však ujetá dráha o 32,5 % menší, což má za následek menší opotřebení výtahu a menší spotřebu energie. Kromě zvýšení dopravní kapacity výtahu a dalších uvedených výhod se použitím sběrného řízení zkrátí i čekací čas na výtah. Čekacím časem se obvykle rozumí doba od stisknutí povolávacího tlačítkového ovladače ve stanici do příjezdu kabiny do této stanice, popř. do otevření samočinných dveří.

3.2.1 Jednosměrné sběrné řízení

Jednosměrné sběrné řízení se používá tam, kde je to ekonomicky výhodné, tzn. v budovách, kde se vyskytuje hlavně provoz z výchozí stanice (přízemí) do jednotlivých pater a zpět z jednotlivých pater do přízemí. Uvedený způsob provozu se vyskytuje v naprosté většině případů v bytových budovách, v nichž se provoz z jednotlivých pater

směrem nahoru vyskytuje jen výjimečně. Na rozdíl od řízení Simplex (obousměrné sběrné řízení) je ve všech stanicích jen jeden tlačítkový ovladač se signálkou, kterým lze zastavit kabinu, která projíždí touto stanicí směrem dolů a není plně obsazena, anebo přivolat prázdnou kabinu. Dalšího snížení pořizovacích nákladů lze dosáhnout použitím společných záznamových prvků (např. relé) pro zaznamenání požadavku na jízdu z kabiny i ze stanic. Potom je ovšem nutné, aby požadavky ze stanic byly přijímány a registrovány jen tehdy, jestliže je kabina může hned vyřídit. Tento takzvaný omezený záznam má kromě toho přednost, že nepřijmutím požadavku na jízdu je uživatel ve stanici informován, že nebude v nejbližším časovém údobí obsloužen. Jestliže potom uživatel v nižším patře například sejde do přízemí pěšky po schodech, nedojde po uvolnění výtahu k jeho zbytečnému zastavení v této stanici. Pokud uživatel dále na výtah čeká, musí znovu stisknout tlačítkový ovladač pro vyřízení předtím navoleného směru jízdy. Ve stanicích (kromě výchozí stanice) nelze u tohoto druhu řízení zaznamenat požadavek na jízdu, pokud je kabina plně obsazena, kabina jede směrem od uživatele nebo je kabina při jízdě směrem nahoru částečně obsazena. Ve výchozí stanici je možno zaznamenat požadavek na jízdu vždy, bez zřetele k zatížení a směru jízdy kabiny. V kabině lze zaznamenat libovolný počet požadavků, pokud: kabina od nich neodjíždí opačným směrem anebo pokud není kabina při jízdě směrem dolů plně obsazena, jinak lze provést volbu jen do výchozí stanice.

3.2.2 Obousměrné sběrné řízení

Jedná se o nejobecnější provedení sběrného řízení výtahu, které bývá označováno jako SIMPLEX. Toto řízení se vyznačuje tím, že jsou v každé stanici umístěny dva tlačítkové ovladače se signálkami. Jeden ovladač je pro směr jízdy nahoru a druhý ovladač je pro směr jízdy dolů. Stisknutím jednoho z ovladačů uživatel předá řídicímu systému výtahu informaci, z které stanice a kterým směrem požaduje přepravu. V prvním a posledním patře je ve stanici vždy pouze jeden tlačítkový ovladač, protože směr pohybu kabiny z těchto pater je již předem daný (kabina nemůže sjet níž, než je první patro a vyjet výš než je poslední patro). V kabině je v ovladačové kombinaci pro každou stanici jeden tlačítkový ovladač se signálkou. V kabině i ve stanicích je možno zaznamenat vždy libovolný počet požadavků na jízdu, které jsou vyřizovány tak, že jsou nejprve vyřízeny všechny požadavky před kabinou v zahájeném směru jízdy, který je určen prvním zaznamenaným požadavkem. Pokud již nejsou detekovány požadavky ve směru jízdy, obrátí se směr a vyřizují se požadavky na jízdu druhým směrem. Přitom se vždy vyřizují požadavky podle toho, jak k příslušným stanicím kabina přijíždí, bez zřetele k tomu, jde-li o požadavky ze stanic nebo z kabiny a v jakém pořadí byly zaznamenány. Na požadavky zaznamenané ve stanicích zastavuje kabina jen tehdy, jde-li o požadavek shodného směru s jízdou kabiny nebo i na požadavek opačného směru, jde-li o poslední zaznamenaný požadavek před kabinou

vzhledem k směru její jízdy. Je-li však kabina plně zatížena, nereaguje již vůbec na požadavky ze stanic a jezdí pouze podle požadavků z kabiny. Uživatel, který postupuje správně při volbě požadovaného směru a řídí se signalizací výtahu, musí mít vždy zajištěno, že kabina pojedje jeho požadovaným směrem. To je dáno jednak zastavováním kabiny na požadavek ze stanic jen odpovídajícího směru a dále předností volby z kabiny. Tuto přednost má uživatel při nastupování do prázdné klece, pokud neměla ještě před zastavením ve stanici již určen příští směr jízdy a může být buď časově omezená (má-li výtah snímání zatížení kabiny 1 osobou), popř. může být omezena časovým relé na několik sekund po otevření dveří. Po úplném vyprázdnění kabiny je vhodné zrušit všechny zbývající nevyřízené požadavky na jízdu zaznamenané v kabině, pro omezení zbytečných jízd výtahu způsobených neukázněnými uživateli. Ze stejného důvodu je vhodné při zastavení kabiny ve stanici, kde byly zaznamenány požadavky na jízdu oběma směry, zrušit oba požadavky. Pokud bylo ve stanici více uživatelů, kteří skutečně chtěli odjet různým směrem, není na závadu, že uživatelé, kteří do kabiny nenastoupili, musí znovu stisknout tlačítkový ovladač požadovaného směru.

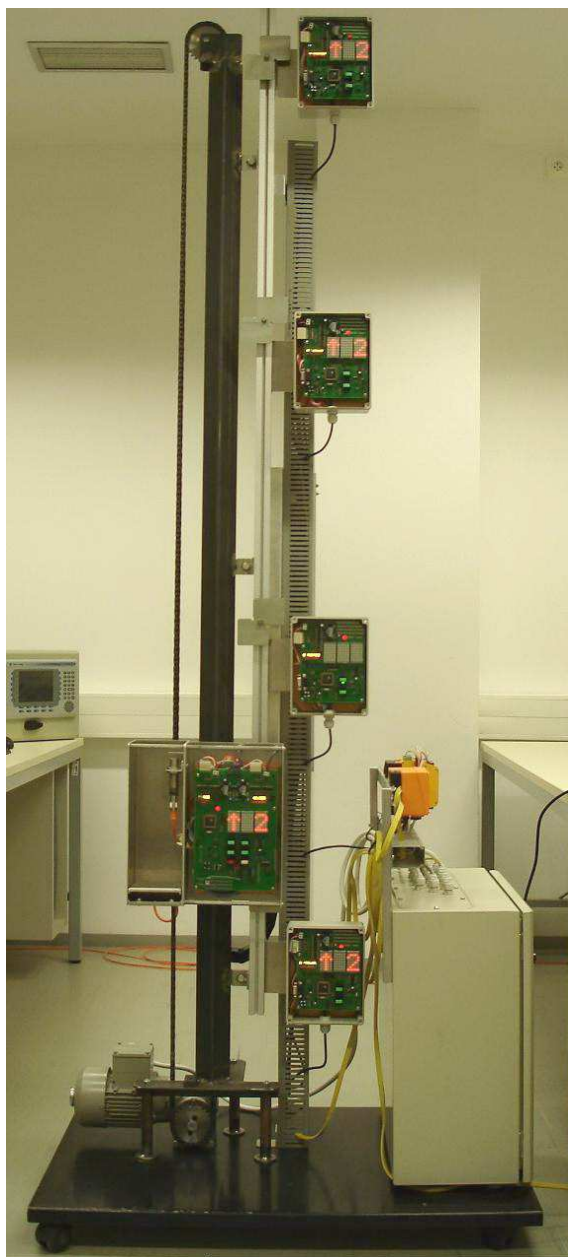
3.2.3 Skupinové řízení

Ve větších budovách [2] s vysokými nároky na vertikální dopravu se velmi často nevystačí pouze s jedním výtahem a musí se použít skupiny několika výtahů. V tom případě je nutné, aby vstupy výtahů byly co nejbližší u sebe a aby se použil společný systém skupinového řízení pro všechny výtahy. Jedině vhodný systém skupinového řízení může zajistit, že celkový dopravní výkon skupiny výtahů bude vyšší, než je prostý součet dopravních výkonů jednotlivých výtahů. Pokud by pracovalo vedle sebe několik výtahů se samostatným řízením, mohlo by často docházet k tomu, že následkem nekázně uživatelů by využitelný dopravní výkon těchto výtahů byl menší, než odpovídá součtu dopravních výkonů jednotlivých výtahů. Velká část uživatelů totiž stiskne přivolávací tlačítkový ovladač u několika výtahů a odjede první kabinou, která přijela. Zaznamenaný požadavek v této stanici však způsobí zbytečné přivolání prázdné kabiny nebo zastavení kabiny, která je již částečně obsazena, čímž dochází ke zdržování ostatních uživatelů výtahů, zbytečným jízdám apod. I kdyby byl každý uživatel výtahu ukázněný a stiskl by tlačítkový ovladač ve stanici jen u jednoho výtahu, nebude to ve většině případů právě ten výtah, který je z celé skupiny pro vyřízení tohoto požadavku nejvhodnější. Skupinové řízení se provádí výhradně pro sběrné řízení obvykle pro skupiny 2 až 8 výtahů a označuje se názvy DUPLEX, TRIPLEX atd. Všechny výtahy ve skupině je vhodné situovat se šachetními dveřmi vedle sebe max. do 4 výtahů, u větších skupin je třeba vytvořit „výtahovou halu“ se šachetními dveřmi ve dvou protilehlých stěnách nebo ve třech stěnách. Pokud ani 8 výtahů nestačí pro zvládnutí vertikální dopravy v budově, je třeba rozdělit výtahy do více skupin, které jsou od sebe v takové vzdálenosti, jež neumožní současnou registraci požadavků na jízdu u obou

skupin. U velmi vysokých budov tyto oddělené skupiny obvykle obsluhují jen určitá pásma podlaží. Skupinové sběrné řízení se z vnějšího hlediska vyznačuje především společnou registrací požadavku na jízdu ze stanic. Proto je ovladačová kombinace v každé stanici pouze jedna ve stejném provedení jako u řízení SIMPLEX, popř. jsou u větších skupin nebo kvůli souměrnosti ovladačové kombinace dvě, které jsou však vzájemně propojeny. Ovladačové kombinace v kabinách se proti řízení SIMPLEX neliší. Nejdůležitějším a také nejsložitějším úkolem skupinového řízení výtahů je přiřadit každému požadavku na jízdu zaznamenanému ve stanici takový výtah, jehož kabina je pro jeho vyřízení vzhledem k ostatním kabinám v nejvýhodnější poloze. Přitom platí zásada, že na jeden požadavek má přijet do stanice jen jedna kabina. Jestliže je některá kabina plně obsazena nebo je vyřazena z provozu pro závadu, provádění revize apod., přestává z hlediska skupinového řízení existovat, aniž by se tím narušila funkce řízení zbývajících skupiny jako celku.

4 POPIS VÝTAHU

Celý systém se skládá z rozvaděče a samotného modelu výtahu. Model výtahu se skládá z nosné konstrukce, čtyř pater, kabiny, dvou lamel, bezpečnostního snímače a motoru. V rozvaděči jsou umístěny zdroje pro komponenty, jističe, stykač a frekvenční měnič. Nad rozvaděčem je umístěna DIN lišta, na které je umístěna proudová smyčka a modul vstupně/výstupních jednotek.



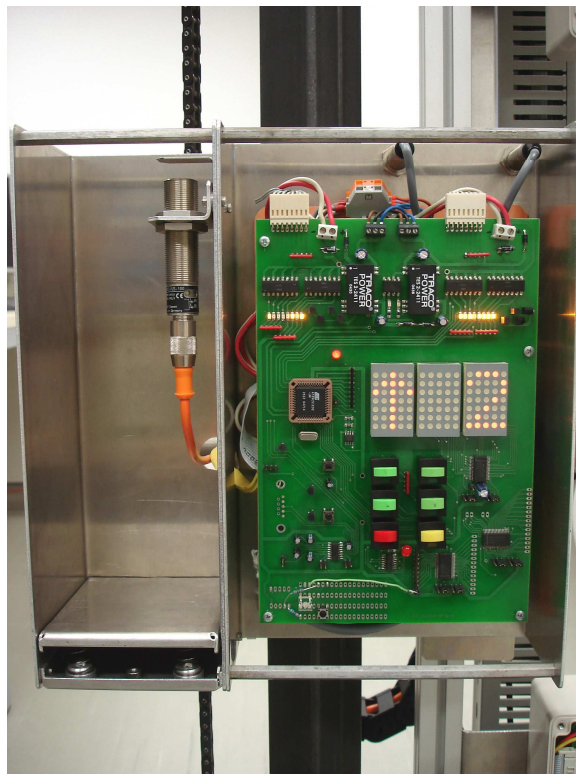
Obrázek 4.1 Model výtahu

4.1 Kabina výtahu

V kabině výtahu je umístěno celkově 6 tlačítek, diodový displej, dva snímače lamel, jeden snímač zatížení a bezpečnostní snímač. Čtyři tlačítka jsou zde pro určení čísla patra, jedno tlačítko je pro zastavení kabiny a poslední tlačítko slouží jako zvonek. Na diodovém displeji se zobrazuje číslo patra, ve kterém se kabina právě nachází, nebo číslo patra, do kterého kabina výtahu právě jede. Zobrazuje se zde také směr jízdy kabiny. Bezpečnostní snímač je zde proto, aby se zastavil motor, pokud by došlo např. k poruše a kabina chtěla sjet pod 1. patro nebo nad 4. patro, čímž by se mohl model poškodit. Snímač je v sepnutém stavu, dokud se nedostane do krajních bodů výtahu, kde je v nosné konstrukci vyřezán otvor, v tomto případě se snímač nachází v rozepnutém stavu. V tom případě se na stykači rozepnou kontakty a motor se zastaví. Snímač zatížení má 4 úrovně, které jsou popsány v tabulce 4.1. Pokud se kabina zatíží, přiblíží se kovový plíšek ke snímači a podle vzdálenosti jaká mezi nimi je, se určí jedna z poloh. Detail kabiny výtahu je na obrázku 4.2.

Tabulka 4.1 Čtyři polohy snímače zatížení

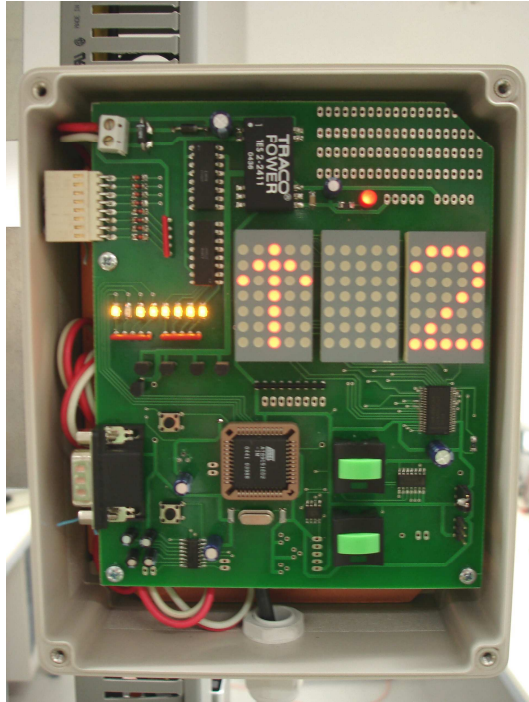
0 – nezatížená kabina	bit1=0, bit2=1, bit3=1
1 – zatížená kabina	bit1=0, bit2=0, bit3=1
2 – plná kabina	bit1=1, bit2=0, bit3=1
3 – přetížená kabina	bit1=1, bit2=1, bit3=1



Obrázek 4.2 Detail kabiny výtahu

4.2 Patra výtahu

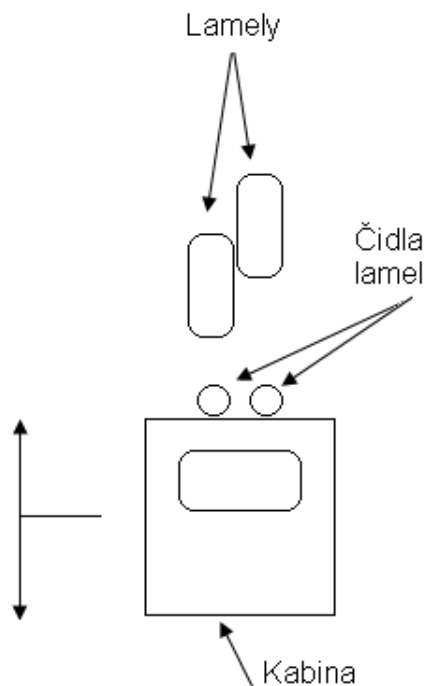
V patrech výtahu jsou umístěna dvě tlačítka pro přivolání kabiny výtahu a diodový displej. Tlačítka slouží pro zvolení směru jízdy. Jedno je tedy pro směr jízdy dolů a druhé pro směr jízdy nahoru. Na diodovém displeji se zobrazuje číslo patra, ve kterém se kabina právě nachází, nebo číslo patra, do kterého kabina výtahu právě jede. Zobrazuje se zde také směr jízdy kabiny. Detail patra je zobrazen na obrázku 4.3.



Obrázek 4.3 Detail patra výtahu

4.3 Lamely výtahu

Abychom kdykoliv mohli zjistit, jestli se kabina výtahu nachází v některém z pater, jsou v dráze jízdy kabiny umístěné takzvané lamely. Lamely jsou vyrobené z tenkého železa. Abychom tyto lamely mohli snímat, jsou na kabině výtahu umístěny dva indukční snímače, které se sepnou po njetí kabiny na lamely. Ve 2., 3. a 4. patře je pravá lamela umístěna výš než levá. V 1. patře jsou lamely prohozeny (levá lamela je výš než pravá), to je z toho důvodu, abychom byli schopni poznat, že kabina dojela do 1. patra. Tohoto prohození lamel se využívá v inicializaci výtahu, kdy po zapnutí modelu má kabina sjet do prvního patra, protože nezná svou aktuální pozici. Pokud je detekována jen jedna lamela, znamená to, že kabina buď vjíždí do patra nebo z něj vyjíždí. Pokud jsou detekovány obě lamely, kabina se nachází v některém z pater výtahu. Po detekování levé lamely se do proměnné Sn1 uloží log. 1 a po detekování pravé lamely se log. 1 uloží do proměnné Sn2. Uspořádání lamel a čidel je znázorněno na obrázku 4.4.



Obrázek 4.4 Rozmístění lamel a čidel

4.4 Výpočet rychlosti kabiny výtahu

Pro výpočet rychlosti je potřeba vypočítat počet otáček ozubeného kola. Pro výpočet počtu otáček ozubeného kola je potřeba vypočítat otáčky motoru a zjistit frekvenci proudu frekvenčního měniče. Příklady výpočtu jsou uvedeny pro $Rychlost = 10000$, jedná se o ekvivalent rychlosti, jehož hodnotu posíláme do proudové smyčky. Podle tohoto čísla poté proudová smyčka nastaví výstupní proud, který je přiváděn do frekvenčního měniče. Hodnota 4000 odpovídá výstupnímu proudu 4 mA, hodnota 5000 odpovídá 5 mA atd. až do hodnoty 20000 což odpovídá 20 mA. V tabulce 4.2 jsou vypočítány na základě hodnot uložených v proměnné $Rychlost$ jednotlivé rychlosti pojezdu kabiny.

Výpočet rychlosti jízdy kabiny výtahu [9]:

$$v = \frac{s}{t} = n_2 \cdot \pi \cdot d = 0,24 \cdot \pi \cdot 79 = 60 \text{ mm/s} \quad (1)$$

kde: v rychlost jízdy kabiny výtahu [mm/s]
s obvod ozubeného kola [mm]
t čas otáčení ozubeného kola [s]
 n_2 počet otáček ozubeného kola [ot/min]
 π Ludolfovo číslo
d průměr ozubeného kola [mm]

Výpočet počtu otáček ozubeného kola [9]:

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{355}{25} = 14,2 \text{ ot/min} \quad (2)$$

kde: n_2 počet otáček ozubeného kola [ot/min]
 n_1 počet otáček motoru [ot/min]
 i převodní poměr převodovky

Výpočet otáček motoru [9]:

$$n_1 = \frac{f_{FM}}{p} \cdot (1 - s) = \frac{13,1}{2} \cdot (1 - 0,1) = 354,5 \text{ ot/min} \quad (3)$$

kde: n_1 počet otáček motoru [ot/min]
 f_{FM} frekvence proudu frekvenčního měniče [Hz]
 p počet pólových dvojic motoru
 s skluz motoru

Výpočet skluzu motoru [5]:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\frac{60 \cdot f}{p} - n}{\frac{60 \cdot f}{p}} = \frac{\frac{60 \cdot 50}{2} - 1350}{\frac{60 \cdot 50}{2}} = 0,1 \quad (4)$$

kde: s skluz motoru
 n_s synchronní otáčky motoru [ot/min]
 n asynchronní otáčky motoru [ot/min]
 f frekvence proudu [Hz]
 p počet pólových dvojic motoru

Výpočet frekvence proudu frekvenčního měniče:

$$f_{FM} = \frac{(rychlost - 4000) \cdot f_{max}}{16000} = \frac{(10000 - 4000) \cdot 35}{16000} = 13,1 \text{ Hz} \quad (5)$$

Kde: f_{FM} frekvence proudu frekvenčního měniče [Hz]
 f_{max} maximální frekvence proudu frekvenčního měniče [Hz]
 rychlost hodnota v proměnné rychlost

Tabulka 4.2 Hodnota v proměnné Rychlost a skutečná rychlost výtahu

Hodnota v proměnné Rychlost	Rychlost jízdy kabiny výtahu [mm/s]
4000	0
5000	10
6000	20
7000	30
8000	40
9000	50
10000	60
11000	70
12000	80

4.5 Nastavení frekvenčního měniče

Frekvenční měnič [7] je použit od firmy Rockwell Automation, typ PowerFlex 40. Jeho nastavení je v tabulce 4.3.

Tabulka 4.3 Nastavení frekvenčního měniče

Parametr	Hodnota	Popis
P031	230 V	Napájecí napětí
P032	50 Hz	Frekvence napájecího napětí
P033	5 A	Maximální proud dodávaný frekvenčním měničem
P034	0 Hz	Minimální frekvence
P035	35 Hz	Maximální frekvence
P036	1 (3 - wire)	Zapojení
P037	0 (ramp)	Stop mód
P038	3 (4 – 20 mA)	Výběr řídicího signálu
P039	2 s	Doba náběhu
P040	0,5 s	Doba doběhu

5 KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL

5.1 Ovládání pater

Komunikaci ovladače s patrem [8] zajišťuje jeden slave modul 4I/4O, který umožňuje přenos dat jak z masteru ke slavu (např. zobrazení aktuálního směru a čísla patra na displeji) tak od slavu k masteru, který nám posílá informace o zmáčknutých tlačítkách pro jízdu nahoru nebo dolů. Pro přenos dat jsme si profil upravili. V tabulce 5.1 jsou ukázána data, která v našem profilu posílá master slavu 5.

Tabulka 5.1 Data posílaná z masteru ke slavu [8]

D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1
binární číslo patra (1 – 24)					směr nahoru	směr dolů	jede/ stojí	porucha	parita

Z tabulky 5.1 vyplývá, že je potřeba přenést 10 bitů, ty jsme schopni přenést pomocí 4 cyklů. Podle standardního profilu je k dispozici cyklů 7. Zbývající 3 cykly jsou použity pro přenos informace o tlačítkách (zmáčknuto tlačítko nahoru, dolů, obě tlačítka). V tabulce 5.2 je zobrazena posloupnost vysílaných požadavků slavu a odpovědi masteru u ovladače pater.

Tabulka 5.2 Posloupnost vysílaných požadavků slavu a odpovědi masteru u ovladače pater [8]

Slave vysílá požadavek	Master odpovídá
111	D10 D9 D8 K=0->1
010	D7 D6 D5 K=1->0
001	D4 D3 D2 K=0->1
000	D1 O V K=1->0
101 (je-li zmáčknuto tlačítko nahoru)	
100 (je-li zmáčknuto tlačítko dolů)	
011 (jsou-li zmáčknuta obě tlačítka)	

Slave za sebou vysílá požadavky 111, 010, 001, 000 a master na ně odpovídá daty D10 – D1, O, V a po každém poslaném požadavku změni hodnotu K (kontrolní bit). Pro požadavky 111 a 001 změni hodnotu kontrolního bitu z 0 na 1 a pro požadavky 010 a 000 změni hodnotu kontrolního bitu z 1 na 0. Pokud bude stisknuto jedno nebo obě

tlačítka, vyšle slave po požadavku 000 některý z požadavků 101, 100 nebo 011. Master tímto obdrží informaci o stisku tlačítek, ale nic neodpoví, pouze si informaci uchová, dokud není tlačítko resetováno. Celý cyklus se neustále opakuje a znovu se začne trojicí bitů 111.

Kontrolní bit K [8] byl do komunikace přidán z důvodu menšího problému s časovou synchronizací přenosu, protože slave po předložení požadavku není schopen přesně určit, za jaký časový interval master odpoví. Jedna z možností je vložit po předložení požadavku na data časovou prodlevu minimálně 5 ms (tato hodnota vychází z vlastností AS-i, kdy je dána maximální doba cyklu pro komunikaci mezi masterem a všemi slavy). V našem případě bude k časování přenosu použit již zmíněný 4. bit K (doposud nevyužitý). Master v každém kroku změní logickou úroveň tohoto výstupu, tedy z 0 na 1 a z 1 na 0. Slave bude tyto změny sledovat a jejich prostřednictvím může přesně určit, kdy už master odpověděl, a tudíž může číst data a vyslat další požadavek. Přenos tak lze značně zrychlit (zpřesnit).

5.2 Ovládání kabiny

Pro komunikaci kabiny [8] a AS-i masteru jsou umístěny v kabině dva slavy 4DI/4DO. Jeden slave data od masteru přijímá a druhý data k masteru posílá. Data posílaná z masteru jsou stejná jako data posílaná pro patra.

Tabulka 5.3 Data posílaná z masteru ke slavu [8]

D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1
binární číslo patra (1 – 24)					směr nahoru	směr dolů	jede/ stojí	porucha	parita

Celé 16bitové slovo využité není. Ovladač čte data jen na 4 požadavky, na zbylé 3 nic neočekává. Princip přenosu dat je skoro totožný s přenosem dat pro patra.

Tabulka 5.4 Posloupnost vysílaných požadavků slavu a odpovědí masteru u ovladače kabiny [4]

Slave vysílá požadavek	Master odpovídá			
111	K	E3	E2	E1
101	K	D16	D15	D14
100	K	D13	D12	D11
011	K	D10	D9	D8
010	K	D7	D6	D5
001	K	D4	D3	D2
000	K	D1	O	V

Slave s adresou 6 zajišťuje přenos dat z kabiny k masteru. Pomocí tohoto slavu jsou masteru posílány informace o snímačích lamel, zmáčknutých tlačítkách pater 1 – 4, tlačítka zvonek, tlačítka stop, jeden bit patří snímači zavřených dveří a jeden bit je paritní. Nastává zde problém, protože posílané slovo může být max. 16bitové, ale tlačítek je v plném provedení 26 (24 pater + zvonek + stop tlačítko), navíc je potřeba poslat informaci o snímačích a alespoň jeden bit paritní. Řešení problému je ukázáno v tabulce 5.5.

Tabulka 5.5 Řešení posílání 32bitového čísla [8]

E3	E2	E1	D16	D15	D14	D13	D12
0	0	0	patro 16	patro 15	patro 14	patro 13	patro 12
0	0	1			parita	SnZavD	zvonek

D11	D10	D9	D8	-	D1	O	V
patro 11	patro 10	patro 9	patro 8	-	patro 1	O	V
stop	Sním 2	Sním 1	patro 24	-	patro 17	O	V

Tabulka 5.6 Posloupnost vysílaných požadavků masteru a odpovědi slavu u ovladače kabiny [8]

Master vysílá požadavek	Slave odpovídá		
K111	E3	E2	E1
K101	D16 (D32)	D15 (D31)	D14 (D30)
K100	D13 (D29)	D12 (D28)	D11 (D27)
K011	D10 (D26)	D9 (D25)	D8 (D24)
K010	D7 (D23)	D6 (D22)	D5 (D21)
K001	D4 (D20)	D3 (D19)	D2 (D18)
K000	D1 (D17)	O (O)	V (V)

Přenos dat probíhá takto: V lichém cyklu se do proměnných E3, E2, E1 zapíše hodnota 000, v sudém cyklu hodnota 001 a poté probíhá přenos standardním způsobem. V lichém kroku dostává master informaci o patrech 1 – 16 a v sudém kroku dostává informaci o patrech 17 – 24, snímačích lamel, stop tlačítko, tlačítko zvonek, snímači zavřených dveří a paritě.

6 FUNKČNÍ BLOKY

Funkční bloky jsou funkce, které se mohou volat v jednotlivých rutinách. Rozdíl mezi rutinou a funkčními bloky je takový, že rutina se může v programu volat jen jednou a funkční bloky několikrát. Funkční bloky se také dají jednoduše vyexportovat z projektu a vložit do jiného. Mohou být zahrnuty do knihovny funkcí. Jako příklad je na obrázku 6.1 ukázaný funkční blok Slave.



Obrázek 6.1 Funkční blok Slave

6.1 Kabina

Funkční blok Kabina se skládá z bloků: Slovo_posilane, Nastavení_parity_patra, Kontrola_parity_kabiny a Slovo_z_kabiny. Jedná se o blok, který se stará o komunikaci mezi PLC a kabinou výtahu. Ze vstupních proměnných zjišťuje posílaná data z PLC a posílá je na Slave 5. Slave 5 dostává informaci o čísle patra, ve kterém se nachází kabina, jestli kabina jede nebo stojí, jestli není přetížená atd. Do výstupních proměnných posílá informaci o zmáčknutých tlačítkách v kabině a o sepnutí snímačů lamel.

Tabulka 6.1 Seznam proměnných ve funkčním bloku Kabina

Vstupní proměnné	Datový typ	Popis
Porucha	BOOL	Informace o poruše
Smer_dolu	BOOL	Směr pojezdu dolů
Smer_nahoru	BOOL	Směr pojezdu nahoru
Cislo_patra	INT	Zobrazení čísla patra na displeji v kabině
Pretizeni	BOOL	Informace o přetížené kabině
Pojezd	BOOL	Informace jestli kabina jede nebo stojí
Slave_5_IN_Bit1-3	BOOL	Vstupní bity pro Slave 5
Slave_6_IN_Bit1-3	BOOL	Vstupní bity pro Slave 6
Výstupní proměnné		
Slave_5_OUT_Bit1-3	BOOL	Výstupní bity pro Slave 5
Slave_6_OUT_Bit1-3	BOOL	Výstupní bity pro Slave 6
Snimac1,2	BOOL	Informace o sepnutí snímačů 1,2
Stop	BOOL	Zmáčknutí Stop tlačítka v kabině
Zvonek	BOOL	Zmáčknutí tlačítka Zvonek v kabině
Tlacitko_patro_1-4	BOOL	Zmáčknutí pater 1 – 4 v kabině

6.2 Kontrola_parity_kabiny

V tomto funkčním bloku se pomocí funkčního bloku XOR_BIT kontroluje parita kabiny a výstupní proměnná se posílá do funkčního bloku Slovo_z_kabiny.

Tabulka 6.2 Seznam proměnných ve funkčním bloku Kontrola_parity_kabiny

Vstupní proměnná	Datový typ	Popis
Data_z_kabiny	DINT	Výstupní data z kabiny
Výstupní proměnná		
Data_z_kabiny_plus_kontrola_parity	DINT	Zkontrolovaná parita dat z kabiny

6.3 Nastavení parity patra

Vstupní proměnnou bloku Nastavení parity patra je Slovo_posilane_bez_parity a jak již z názvu této proměnné vyplývá, chybí v něm paritní bit, který se v tomto bloku do této proměnné doplní a celá proměnná se pošle do bloku Slave a Kabina.

Tabulka 6.3 Seznam proměnných ve funkčním bloku Nastavení parity patra

Vstupní proměnná	Datový typ	Popis
Slovo_posilane_bez_parity	INT	Data posílaná do slavů v patrech a kabiny bez parity
Výstupní proměnná		
Slovo_posilane_s_parity	INT	Data posílaná do slavů v patrech a kabiny s parity

6.4 Ovládání motoru

Ovládání motoru se skládá z funkčního bloku Ovladani_motoru a rutiny Ovladani_motoru. Ve funkčním bloku je vytvořen algoritmus řízení motoru a pomocí výstupních proměnných O1, O2, O3 se předávají signály rutině, kde jsou umístěné výstupy na frekvenční měnič a proudovou smyčku, pomocí níž se motor ovládá.

Tabulka 6.4 Seznam proměnných ve funkčním bloku Ovladani_motoru

Vstupní proměnné	Datový typ	Popis
Start	BOOL	Proměnná pro rozběh / zastavení motoru
Smer	BOOL	Proměnná pro určení směru pojezdu kabiny
Rychlost	BOOL	Proměnná pro nastavení rychlosti pojezdu kabiny
Výstupní proměnné		
O1	BOOL	Proměnná pro pojez nahoru
O2	BOOL	Proměnná pro pojez dolů
O3	INT	Proměnná v sobě nese informaci o rychlosti pojezdu kabiny

6.5 Slave

Jak již bylo zmíněno na začátku kapitoly, funkční bloky se mohou volat v programu vícekrát. Toho využijeme u funkčního bloku Slave. Tento blok se stará o komunikaci mezi PLC a patry výtahu.

Tabulka 6.5 Seznam proměnných ve funkčním bloku Slave

Vstupní proměnné	Datový typ	Popis
Porucha	BOOL	Informace o poruše
Smer_dolu	BOOL	Směr pojezdu dolů
Smer_nahoru	BOOL	Směr pojezdu nahoru
Cislo_patra	INT	Zobrazení čísla patra na displeji v patrech
Pretizeni	BOOL	Informace o přetížené kabině
Pojezd	BOOL	Informace jestli kabina jede nebo stojí
Slave_IN_Bit1-3	BOOL	Vstupní bity pro Slavy
Výstupní proměnné		
Slave_OUT_Bit1-4	BOOL	Výstupní bity pro Slavy
Tlacitko_nahoru	BOOL	Zmáčknutí tlačítka nahoru v patře
Tlacitko_dolu	BOOL	Zmáčknutí tlačítka dolů v patře

6.6 Slovo_posilane

Ve funkčním bloku Slovo_posilane se sdružují jednotlivé vstupní proměnné typu BOOL do jedné proměnné Slovo_posilane_bez_parity typu INT, s kterou se poté pracuje dále v patrech a kabině a jsou v ní uloženy informace o čísle patra, směru jízdy kabiny, zda-li nastala porucha, informace o zatížení kabiny a o tom, jestli kabina jede nebo stojí. Poskládání těchto dat je ukázáno v kapitole 5 v tabulce 5.1.

Tabulka 6.6 Seznam proměnných ve funkčním bloku Slovo_posilane

Vstupní proměnné	Datový typ	Popis
Porucha	BOOL	Informace o poruše
Smer_dolu	BOOL	Směr pojezdu dolů
Smer_nahoru	BOOL	Směr pojezdu nahoru
Cislo_patra	INT	Zobrazení čísla patra na displeji v patrech
Pretizeni	BOOL	Informace o přetížené kabině
Pojezd	BOOL	Informace jestli kabina jede nebo stojí
Výstupní proměnná		
Slovo_posilane_bez_parity	INT	Výstupní data bez parity

6.7 Slovo_z_kabiny

Výstupem tohoto funkčního bloku jsou informace o sepnutých snímačích, stisknutí tlačítka Stop, zvonek a pater výtahu.

Tabulka 6.7 Seznam proměnných ve funkčním bloku Slovo_z_kabiny

Vstupní proměnná	Datový typ	Popis
Data_z_kabiny_plus_kontrola_parity	DINT	Data z kabiny s kontrolou parity
Výstupní proměnné		
Snimac1,2	BOOL	Informace o sepnutí snímačů 1,2
STOP	BOOL	Zmáčknutí Stop tlačítka v kabině
Zvonek	BOOL	Zmáčknutí tlačítka Zvonek v kabině
T11-4	BOOL	Zmáčknutí pater 1 – 4 v kabině

6.8 XOR_bit

Funkční blok XOR_bit se používá ve funkčních blocích Kontrola_parity_kabiny a nastavení_parity_patra. Pomocí dvou vstupních proměnných se určí podle pravdivostní tabulky logické funkce XOR výsledná výstupní hodnota proměnné.

6.9 Zatizeni

Tento blok určuje pomocí kombinace třech vstupních bitů ze slavu úroveň zatížení kabiny. 0 – nezatížená kabina, 1 – zatížená kabina, 2 – plná kabina, 3 – přetížená kabina. Kombinace proměnných jsou uvedeny v kapitole 4 v tabulce 4.1.

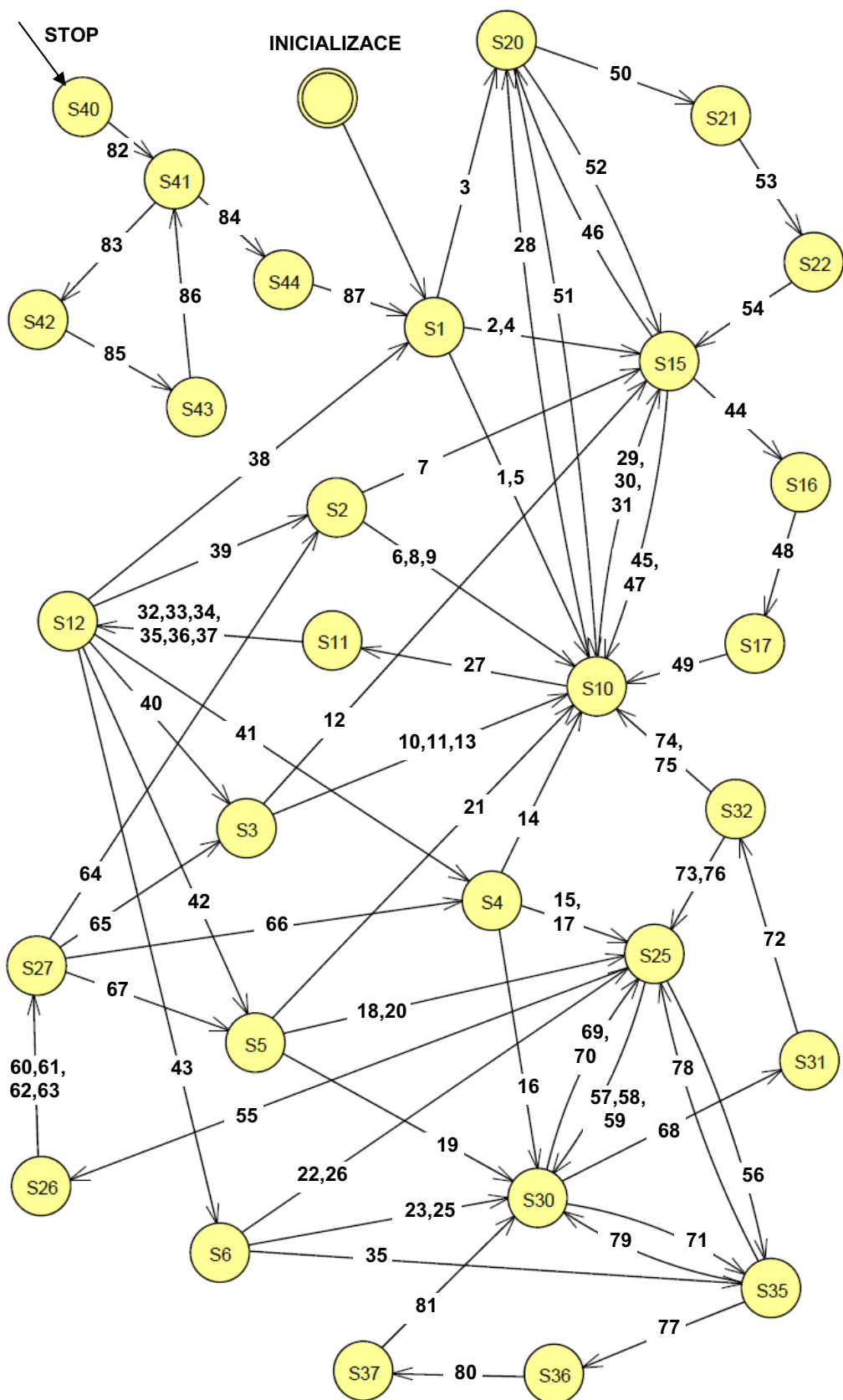
Tabulka 6.8 Seznam proměnných ve funkčním bloku Zatizeni

Vstupní proměnná	Datový typ	Popis
Slave_IN_Bit1-3	BOOL	Vstupní bity pro určení zatížení
Výstupní proměnná		
Zatez	INT	Výsledná hodnota zatížení

7 ALGORITMUS ŘÍZENÍ

Algoritmus řízení je prakticky realizován Mooreovým stavovým automatem. Pro realizaci je použito obousměrné sběrné řízení označované jako SIMPLEX. Každá stanice (kromě prvního a posledního patra) obsahuje 2 tlačítka se signálkami. Jedno tlačítko nám zajišťuje požadavek pro směr jízdy dolů a druhé tlačítko pro směr nahoru. Stisknutím tlačítka uživatel předá informaci o směru jízdy a také z jaké stanice tato informace přišla, řídicímu systému. Jedná se o systém s postupným sběrem. Postupným sběrem je myšleno to, že pokud je nastaven směr jízdy nahoru, tak výtah postupně vyzvedne všechny zákazníky, kteří zmáčkli tlačítko nahoru v některém z pater a podle jejich požadavku je odveze do cílového patra směrem nahoru. Naopak, pokud je nastaven směr jízdy dolů, tak výtah postupně vyzvedne všechny zákazníky, kteří zmáčkli tlačítko dolů v některém z pater a podle jejich požadavku je odveze do cílového patra směrem dolů. Kabina tedy nereaguje na požadavky z opačného směru, dokud jsou v jejím směru jízdy zaznamenávány požadavky stejného směru, kterým se pohybuje. Pokud dojele kabina do koncového patra (1 nebo 4), směr jízdy se poté změní na opačný a upřednostňují se požadavky tohoto směru. Pokud již výtah nezaznamená požadavek ze stejného směru jako je směr jízdy, ale naopak zaznamená požadavky z opačného směru, tak vykoná postupně požadavky opačného směru. Například pokud je kabina výtahu ve 2. patře, je nastaven směr dolů a už není požadavek z 1. patra, ale jsou požadavky ze 3. patra pro směr nahoru a ze 4. patra pro směr dolů, tak kabina postupně vyzvedne zákazníky směrem nahoru, tj. nejdříve ze 3. a poté ze 4. patra. Pokud by byla kabina ve 2. patře a byl nastaven směr dolů a nebyl požadavek z 1. patra, ale byly by požadavky ze 3. a 4. patra směr dolů, výtah by nejprve vyjel do 4. patra a poté by cestou vyzvedával zákazníky chtějící jet stejným směrem. Tyto situace jsou ošetřeny ve všech patrech. V případě, že není zaznamenán žádný požadavek, tak kabina stojí v patře a čeká na stisk některého z tlačítek.

Pro každé patro (kromě prvního a posledního) jsou vytvořeny dva stavy a to pro směr pohybu nahoru a dolů. Dva stavy pro každé patro proto, protože v každém stavu pro směr nahoru nebo dolů vyžaduje jiné podmínky. Další stavy, do kterých může algoritmus skočit, se týkají samotného pohybu kabiny. Stavy jsou celkově rozděleny na hlavní a vedlejší. Hlavní stavy jsou popsány v tabulce 7.2. Vedlejší stavy S11, S16, S17, S21, S22, S26, S31, S32, S36 a S37 doplňují stavy hlavní a jsou popsány u hlavních stavů, ke kterým patří. Stavy, jejichž čísla chybí v posloupnosti čísel 1 – 44 jsou brány jako rezervní pro případné např. doplnění podmínek. Stavy pracují s proměnnými *TlacitkoKabina1 - TlacitkoKabina4*, *TPN1.0 – TPN1.3*, *TPD1.0 – TPD1.3*, *Sn1 – Sn2*, *Cil*, *Smer_Jizdy*, *Vychozi_stav*, *CisloP*, *Podminka_Vizualizace[1] - Podminka_Vizualizace[10]*, *Pojezd_Vizualizace*, *Stav*, *SmerN*, *SmerD*, *Smer*. Popis těchto proměnných je v tabulce 7.1. Na obrázku 7.1 je stavový automat. Čísla v kolečkách vyjadřují stavy a čísla mezi stavy vyjadřují čísla podmínek.



Obrázek 7.1 Stavový automat

Tabulka 7.1 Popis proměnných použitých v kapitole algoritmus řízení

Proměnná	Popis
TlaciditkoKabina1 - TlaciditkoKabina4	Informace o tom, které z tlačítek (pater) bylo zmáčknuto v kabině
TPN1.0 – TPN1.3	Informace o zmáčknutí tlačítka nahoru v patrech (1 - 4)
TPD1.0 – TPD1.3	Informace o zmáčknutí tlačítka dolů v patrech (1 - 4)
Sn1 – Sn2	Snímače lamel v kabině (Sn1-levý, Sn2-pravý)
Cil	Číslo cílového patra, do kterého má kabina dojet
Smer_jizdy	Nastavený aktuální směr pojezdu kabiny
Vychozi_stav	Číslo patra, ze kterého kabina výtahu vyjela
CisloP	Číslo patra, ve kterém se kabina zrovna nachází, do kterého kabina jede
Pojezd_Vizualizace	Po uvedení této proměnné do log. 1 se podle směru začne kabina ve vizualizaci pohybovat buď nahoru nebo dolů
Podmínka_Vizualizace[1]- Podmínka_Vizualizace[10]	Podle hodnoty této proměnné se do proměnné Draha v rutině Vizualizace zapíše hodnota 0, 200, 400 nebo 600
Stav	Aktuální stav, ve kterém se algoritmus nachází
SmerN	Proměnná, kterou když dáme do log. 1, zobrazí se na diodových displejích šipka nahoru
SmerD	Proměnná, kterou když dáme do log. 1, zobrazí se na diodových displejích šipka dolů
Smer	Směr pohybu, kterým kabina jede (Smer=1 kabina jede nahoru, Smer=0 kabina jede dolů)

Pokud kabina výtahu vjíždí do cílového patra nebo z něj vyjíždí, uloží se do proměnné rychlost hodnota 7000. Rychlost pohybu kabiny se změní na 29 mm/s.

Tabulka 7.2 Popis hlavních stavů řídicího algoritmu

Stav	Popis
S1	1. patro
S2	2. patro pro směr nahoru
S3	2. patro pro směr dolů
S4	3. patro pro směr nahoru
S5	3. patro pro směr dolů
S6	4. patro
S10	Stav, do kterého se algoritmus dostane, když má kabina jet o 1 patro směrem nahoru
S15	Stav, do kterého se algoritmus dostane, když má kabina jet o 2 patra směrem nahoru
S20	Stav, do kterého se algoritmus dostane, když má kabina jet o 3 patra směrem nahoru
S25	Stav, do kterého se algoritmus dostane, když má kabina sjet o 1 patro směrem dolů
S30	Stav, do kterého se algoritmus dostane, když má kabina sjet o 2 patra směrem dolů
S35	Stav, do kterého se algoritmus dostane, když má kabina sjet o 3 patra směrem dolů

Pro zvýšení přehlednosti v následujících tabulkách je vytvořen tabulka se zjednodušenými názvy proměnných. Ostatní názvy proměnných, které se zde nevyskytují, jsou nezměněné.

Tabulka 7.3 Zjednodušené názvy proměnných

Proměnná v programu	Zjednodušené názvy proměnných
TlacidloKabina1 - TlacidloKabina4	TK1 – TK4
TPN1.0 – TPN1.3	TPN1 – TPN4
TPD1.0 – TPD1.3	TPD1 – TPD4
Smer_Jizdy	Smer_J
Vychozi_stav	V
Pojezd_vizualizace	Pojezd_V
Podmínka_vizualizace[1]- Podmínka_vizualizace[10]	Podmínka_V[1]- Podmínka_V[10]

7.1 Stav inicializace

Do tohoto stavu se algoritmus dostane po zapnutí výtahu. Kabina jede směrem dolů, dokud nedojede do 1. patra, kde algoritmus přejde do stavu S1.

7.2 Stavy pater

Jedná se o stavy, do kterých se algoritmus dostane, pokud kabina dojde do některého z pater výtahu. Po dojetí do některého z pater se detekují zmáčknutá tlačítka a po splnění podmínek se algoritmus dostane do některého ze stavů pohybu. V každém ve stavu S1 – S6 je uvedena tabulka, ve které jsou čísla podmínek stavového automatu a podmínky, za kterých se algoritmus dostane do určitého stavu pohybu.

7.2.1 Stav S1

Jak vyplývá z tabulky 7.2, řeší se v tomto stavu chování prvního patra. Do stavu S1 se algoritmus dostane ihned po vykonání inicializace, a pokud kabina dojde do 1. patra. Poté se čeká na stisknutí tlačítek v patrech nebo v kabině. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z pěti podmínek uvedených v tabulce 7.4. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 1 – 5 jsou v tabulce 7.5.

Tabulka 7.4 Podmínky ve stavu 1

Číslo podmínky	Podmínky	Číslo stavu
1	TK2=1 nebo TPN2=1	S10
2	(TK3=1 nebo TPN3=1), TK2=0, TPN2=0	S15
3	(TK4=1 nebo TPD4=1), TK2=0, TPN2=0, TK3=0, TPN3=0	S20
4	TPD3=1, TK2=0, TPN2=0, TK3=0, TPN3=0, TK4=0, TPD4=0	S15
5	TPD2=1, TK2=0, TPN2=0, TK3=0, TPN3=0, TK4=0, TPD4=0, TPD3=0	S10

Tabulka 7.5 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 1 - 5

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
1	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=2, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=1, Pojezd_V=1
2	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=2, Stav=15, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=1, Pojezd_V=1
3	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=4, CisloP=2, Stav=20, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=1, Pojezd_V=1
4	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=2, Stav=15, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=0, V=1, Pojezd_V=1
5	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=2, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=0, V=1, Pojezd_V=1

7.2.2 Stav S2

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud je kabina výtahu ve 2. patře a směr pohybu je nahoru. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna ze čtyř podmínek uvedených v tabulce 7.6. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 6 – 9 jsou v tabulce 7.7.

Tabulka 7.6 Podmínky ve stavu 2

Číslo podmínky	Podmínky	Číslo stavu
6	TK3=1 nebo TPN3=1	S10
7	(TK4=1 nebo TPD4=1), TK3=0, TPN3=0	S15
8	TPD3=1, TK4=0, TPD4=0, TK3=0, TPN3=0	S10
9	(TK1=1 nebo TPN1=1), TK3=0, TPN3=0, TPD3=0, TK4=0, TPD4=0	S10

Tabulka 7.7 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 6 - 9

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
6	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=2, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=2, Pojezd_V=1
7	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=4, CisloP=3, Stav=15, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=2, Pojezd_V=1
8	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=3, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=0, V=2, Pojezd_V=1
9	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=1, CisloP=1, Stav=10, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=2, Pojezd_V=1

7.2.3 Stav S3

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud je kabina výtahu ve 2. patře a směr pohybu je dolů. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna ze čtyř podmínek uvedených v tabulce 7.8. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 10 – 13 jsou v tabulce 7.9.

Tabulka 7.8 Podmínky ve stavu 3

Číslo podmínky	Podmínky	Číslo stavu
10	TK1=1 nebo TPN1=1	S10
11	(TK3=1 nebo TPN3=1), TK1=0, TPN1=0	S10
12	(TK4=1 nebo TPD4=1), TK1=0, TPN1=0, TK3=0, TPN3=0	S15
13	TPD3=1, TK1=0, TPN1=0, TK3=0, TPN3=0, TK4=0, TPD4=0	S10

Tabulka 7.9 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 10 - 13

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
10	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=1, CisloP=1, Stav=10, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=2, Pojezd_V=1
11	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=3, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=2, Pojezd_V=1
12	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=4, CisloP=3, Stav=15, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=2, Pojezd_V=1
13	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=3, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=0, V=2, Pojezd_V=1

7.2.4 Stav S4

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud je kabina výtahu ve 3. patře a směr pohybu je nahoru. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna ze čtyř podmínek uvedených v tabulce 7.10. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 14 – 17 jsou v tabulce 7.11.

Tabulka 7.10 Podmínky ve stavu 4

Číslo podmínky	Podmínky	Číslo stavu
14	TK4=1 nebo TPD4=1	S10
15	(TK2=1 nebo TPD2=1), TK4=0, TPD4=0	S25
16	(TK1=1 nebo TPN1=1), TK4=0, TPD4=0, TK2=0, TPD2=0	S30
17	TPN2=1, TK4=0, TPD4=0, TK2=0, TPD2=0, TK1=0, TPN1=0	S25

Tabulka 7.11 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 14 - 17

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
14	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=4, CisloP=4, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=3, Pojezd_V=1
15	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=2, Stav=25, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=3, Pojezd_V=1
16	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=1, CisloP=2, Stav=30, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=1, V=3, Pojezd_V=1
17	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=2, Stav=25, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=1, V=3, Pojezd_V=1

7.2.5 Stav S5

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud je kabina výtahu ve 3. patře a směr pohybu je dolů. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna ze čtyř podmínek uvedených v tabulce 7.12. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 18 – 21 jsou v tabulce 7.13.

Tabulka 7.12 Podmínky ve stavu 5

Číslo podmínky	Podmínky	Číslo stavu
18	TK2=1 nebo TPD2=1	S25
19	(TK1=1 nebo TPN1=1), TK2=0, TPD2=0	S30
20	TPN2=1, TK2=0, TPD2=0, TK1=0, TPN1=0	S25
21	(TK4=1 nebo TPD4=1), TK2=0, TPD2=0, TK1=0, TPN1=0, TPN2=0	S10

Tabulka 7.13 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 18 - 21

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
18	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=2, Stav=25, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=3, Pojezd_V=1
19	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=1, CisloP=2, Stav=30, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=3, Pojezd_V=1
20	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=2, Stav=25, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=1, V=3, Pojezd_V=1
21	Start=1, Smer=1, Rychlost=7000, Cil=4, CisloP=4, Stav=10, SmerN=1, SmerD=0, Smer_J=1, V=3, Pojezd_V=1

7.2.6 Stav S6

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud je kabina výtahu ve 4. patře. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z pěti podmínek uvedených v tabulce 7.14. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 22 – 26 jsou v tabulce 7.15.

Tabulka 7.14 Podmínky ve stavu 6

Číslo podmínky	Podmínky	Číslo stavu
22	TK3=1 nebo TPD3=1	S25
23	(TK2=1 nebo TPD2=1), TK3=0, TPD3=0	S30
24	(TK1=1 nebo TPN1=1), TK3=0, TPD3=0, TK2=0, TPD2=0	S35
25	TPN2=1, TK3=0, TPD3=0, TK2=0, TPD2=0, TK1=0, TPN1=0	S30
26	TPN3=1, TK3=0, TPD3=0, TK2=0, TPD2=0, TK1=0, TPN1=0, TPN2=0	S25

Tabulka 7.15 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 22 - 26

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
22	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=3, Stav=25, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=4, Pojezd_V=1
23	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=3, Stav=30, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=4, Pojezd_V=1
24	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=1, CisloP=3, Stav=35, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=0, V=4, Pojezd_V=1
25	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=2, CisloP=3, Stav=30, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=1, V=4, Pojezd_V=1
26	Start=1, Smer=0, Rychlost=7000, Cil=3, CisloP=3, Stav=25, SmerN=0, SmerD=1, Smer_J=1, V=4, Pojezd_V=1

7.3 Stavy pohybu kabiny

Jedná se o stavy, které řeší pohyb kabiny. Může nastat 6 stavů: kabina má vyjet o 1, 2 nebo 3 patra výš, než ve kterém se zrovna nachází, nebo má kabina sjet o 1, 2 nebo 3 patra níž, než ve kterém se zrovna nachází. V každém stavu je uvedena tabulka, ve které se nachází informace o čísle podmínky pro přechody ze stavů, je zde také uveden výchozí stav, který informuje o aktuálním stavu algoritmu a cílový stav, který informuje, do jakého stavu algoritmus přejde po splnění určité podmínky.

7.3.1 Stav S10

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud má kabina vyjet o jedno patro výš, než ve kterém se právě nachází, nebo pokud je kabina ve 2. patře a má sjet do 1. patra. Na stav S10 navazuje stav S11 a na stav S11 navazuje stav S12. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z podmínek uvedených v tabulce 7.16. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 27 – 43 jsou v tabulce 7.17.

Tabulka 7.16 Podmínky ve stavu 10

Číslo podmínky	Výchozí stav	Podmínky	Cílový stav
27	S10	Sn1=1, Sn2=0	S11
28	S10	V=1, Smer_J=0, CisloP=2, TPD4=1	S20
29	S10	V=1, Smer_J=0, CisloP=2, TPD3=1	S15
30	S10	V=1, Smer_J=0, CisloP=3, TPD4=1	S15
31	S10	V=2, Smer_J=0, CisloP=3, TPD4=1	S15
32	S11	Sn1=1, Sn2=1, Cil=1	S12
33	S11	Sn1=1, Sn2=1, Cil=2, Smer_J=1	S12
34	S11	Sn1=1, Sn2=1, Cil=2, Smer_J=0	S12
35	S11	Sn1=1, Sn2=1, Cil=3, Smer_J=1	S12
36	S11	Sn1=1, Sn2=1, Cil=3, Smer_J=0	S12
37	S11	Sn1=1, Sn2=1, Cil=4	S12
38	S12	Cil=1	S1
39	S12	Cil=2, Smer_J=1	S2
40	S12	Cil=2, Smer_J=0	S3
41	S12	Cil=3, Smer_J=1	S4
42	S12	Cil=3, Smer_J=0	S5
43	S12	Cil=4	S6

Tabulka 7.17 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 27 - 43

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
27	Rychlost=7000, Stav=25
28	Stav=20, Cil=4
29	Stav=15, Cil=3
30	Stav=15, Cil=4
31	Stav=15, Cil=4
32	Rychlost=4000, Stav=12, SmerN=0, SmerD=0, Pojezd_V=0, Podmínka_V[1]=1
33	Rychlost=4000, Stav=12, SmerN=0, SmerD=0, Pojezd_V=0, Podmínka_V[2]=1
34	Rychlost=4000, Stav=12, SmerN=0, SmerD=0, Pojezd_V=0, Podmínka_V[3]=1
35	Rychlost=4000, Stav=12, SmerN=0, SmerD=0, Pojezd_V=0, Podmínka_V[4]=1
36	Rychlost=4000, Stav=12, SmerN=0, SmerD=0, Pojezd_V=0, Podmínka_V[5]=1
37	Rychlost=4000, Stav=12, SmerN=0, SmerD=0, Pojezd_V=0, Podmínka_V[6]=1
38	CisloP=1, Stav=1
39	CisloP=2, Stav=2
40	CisloP=2, Stav=3
41	CisloP=3, Stav=3
42	CisloP=3, Stav=4
43	CisloP=4, Stav=4

Popis podmínek:

- **27:** Pokud je detekována jen levá lamela, znamená to v tomto případě, že kabina vjíždí do 2., 3. nebo 4. patra směrem ze spodu anebo do 1. patra shora. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu S11.
- **28:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD2* (2. patro směr dolů) a výchozí stav kabiny je 1. patro, kabina se rozjede z 1. do 2. patra. Je-li v průběhu jízdy do 2. patra zmáčknuo tlačítko *TPD4* (4. patro), přejde algoritmus do stavu S20. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 4. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem dolů, aby se zamezilo neefektivnímu ježdění kabiny*)
- **29:** Podobně jako v podmínce 28 je to i v podmínce 29. Pokud je stisknuto tlačítko *TPD2* (2. patro směr dolů) a výchozí stav kabiny je 1. patro, kabina se rozjede z 1. do 2. patra. Je-li v průběhu jízdy do 2. patra zmáčknuo tlačítko *TPD3* (3. patro), přejde algoritmus do stavu S15. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 4. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem dolů*)
- **30:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD2* (2. patro směr dolů) a výchozí stav kabiny je 1. patro, kabina se rozjede z 1. do 2. patra. Je-li kabina mezi 2. a 3. patrem a je

zmáčknuť tlačítko *TPD4* (4. patro), prejde algoritmus do stavu S15. (*Kabina najprve vezme zákazníka ve 4. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem dolů*)

- **31:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD3* (3. patro směr dolů) a výchozí stav kabiny je 2. patro, kabina se rozjede z 2. do 3. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknuť tlačítko *TPD4* (4. patro), prejde algoritmus do stavu 15. (*Kabina najprve vezme zákazníka ve 4. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem dolů*)
- **32, 33, 34, 35, 36, 37:** Pokud oba snímače detekují lamelu, znamená to, že kabina výtahu dojela do některého z pater (1 – 4). Ve stavu S26 se po vykonání některé z podmínek (32 – 37) zastaví motor, vypnou se požadavky z daného patra a algoritmus prejde do stavu S12.
- **38, 39, 40, 41, 42, 43:** Ve stavu S12 se podle proměnných *Cil* a *Smer* prejde do některého ze stavů pater S1 – S6 podle dané podmínky (38 – 43)

7.3.2 Stav S15

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud má kabina vyjet o dvě patra výš, než ve kterém se právě nachází. Na stav S15 navazuje stav S16 a na stav S16 navazuje stav S17. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z podmínek uvedených v tabulce 7.18. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 44 – 49 jsou v tabulce 7.19.

Tabulka 7.18 Podmínky ve stavu 15

Číslo podmínky	Výchozí stav	Podmínky	Cílový stav
44	S15	Sn1=1, Sn2=0	S16
45	S15	V=1, Smer_J=1, CisloP=2, (TPN2=1 nebo TK2=1)	S10
46	S15	V=1, Smer_J=0, CisloP=2, TPD4=1	S20
47	S15	V=2, Smer_J=1, CisloP=3, (TPN3=1 nebo TK3=1)	S10
48	S16	Sn1=1, Sn2=1	S17
49	S17	Sn1=0, Sn2=1	S10

Tabulka 7.19 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 44 - 49

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
44	Stav=16
45	Stav=10, Cil=2
46	Stav=20, Cil=4
47	Stav=10, Cil=3
48	Stav=17, CisloP=CisloP+1
49	Stav=10

Popis podmínek:

- **44:** Pokud je detekována jen levá lamela, znamená to v tomto případě, že kabina vyjíždí do 2. nebo 3. patra. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu 16.
- **45:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN3* (3. patro směr nahoru) a výchozí stav kabiny je 1. patro, kabina se rozjede z 1. do 3. patra. Je-li v průběhu jízdy do 2. patra zmáčknuo tlačítko *TPN2* (2. patro směr nahoru) přejde algoritmus do stavu S10. (*Kabina nejprve vezme uživatele ve 2. patře a poté uživatele ve 3. patře, aby se zamezilo neefektivnímu ježdění kabiny*)
- **46:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD3* (3. patro směr dolů) a výchozí stav kabiny je 1. patro, kabina se rozjede z 1. do 3. patra. Je-li v průběhu jízdy do 2. patra zmáčknuo tlačítko *TPD4* (4. patro směr dolů) přejde algoritmus do stavu S20. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 4. patře, poté ve 3. patře a jede směrem dolů*)
- **47:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD4* (4. patro) a výchozí stav kabiny je 2. patro, kabina se rozjede z 2. do 4. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknuo tlačítko *TPN3* (3. patro směr nahoru) nebo tlačítko *TK3* (tlačítko z kabiny pro 3. patro), přejde algoritmus do stavu S10. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 3. patře a poté dojedje do 4. patra*)
- **48:** Pokud oba snímače detekují lamelu, znamená to v tomto případě, že je kabina buď ve 2. nebo 3. patře. Provede se zvýšení čísla patra o hodnotu 1, kabina pokračuje směrem nahoru a algoritmus přejde do stavu S17.
- **49:** Ve stavu S17 se čeká na detekování jen pravé lamely. Tím získáme informaci, že kabina vyjíždí z patra a pokračuje směrem nahoru. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu S10.

7.3.3 Stav S20

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud má kabina vyjet o tři patra výš než ve kterém se právě nachází. Na tento stav navazuje stav S21 a na stav S21 navazuje stav S22. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z podmínek uvedených v tabulce 7.20. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 50 – 54 jsou v tabulce 7.21.

Tabulka 7.20 Podmínky ve stavu 20

Číslo podmínky	Výchozí stav	Podmínky	Cílový stav
50	S20	$Sn1=1, Sn2=0$	S21
51	S20	$(TPN2=1 \text{ nebo } TK2=1)$	S10
52	S20	$(TPN3=1 \text{ nebo } TK3=1), TPN2=0, TK2=0$	S15
53	S21	$Sn1=1, Sn2=1$	S22
54	S22	$Sn1=0, Sn2=1$	S15

Tabulka 7.21 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 50 - 54

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
50	Stav=21
51	Stav=10, Cil=2
52	Stav=15, Cil=3
53	Stav=15, CisloP=CisloP+1
54	Stav=15

Popis podmínek:

- **50:** Pokud je detekována jen levá lamela, znamená to v tomto případě, že kabina vjíždí do 2. patra směrem zespodu. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu S21.
- **51:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD4* (4. patro), kabina se rozjede z 1. do 4. patra. Je-li v průběhu jízdy do 2. patra zmáčknuo tlačítko *TPN2* (2. patro směr nahoru) nebo tlačítko *TK2* (tlačítko z kabiny pro 2. patro), přejde algoritmus do stavu S10. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 2. patře a poté po cestě do 4. patra vezme všechny uživatele, kteří chtějí jet směrem nahoru*)
- **52:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD4* (4. patro), kabina se rozjede z 1. do 4. patra. Je-li kabina mezi 2. a 3. patrem, je zmáčknuo tlačítko *TPN3* (3. patro směr nahoru) nebo tlačítko *TK3* (tlačítko z kabiny pro 3. patro), ale není zmáčknuo *TPN2* (2. patro směr nahoru) ani *TK2* (tlačítko z kabiny pro 2. patro),

přejde algoritmus do stavu S15. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 3. patře a poté dojde do 4. patra*)

- **53:** Pokud oba snímače detekují lamelu, znamená to v tomto případě, že je kabina v 2. patře. Proveďte se zvýšení čísla patra o hodnotu 1, kabina pokračuje směrem nahoru a algoritmus přejde do stavu S22.
- **54:** Ve stavu S22 se čeká na detekování jen pravé lamely. Tím získáme informaci, že kabina vyjíždí z patra a pokračuje směrem nahoru. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu S15.

7.3.4 Stav S25

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud má kabina sjet o jedno patro níž, než ve kterém se právě nachází. Tohle neplatí pro jízdu z 2. patra do 1. patra. Pokud jede kabina z 2. do 1. patra, přejde algoritmus do stavu S10, protože jsou v 1. patře prohozené lamely. Na stav S25 navazuje stav S26 a na stav S26 navazuje stav S27. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z podmínek uvedených v tabulce 7.22. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 55 – 67 jsou v tabulce 7.23.

Tabulka 7.22 Podmínky ve stavu 25

Číslo podmínky	Výchozí stav	Podmínky	Cílový stav
55	S25	Sn1=0, Sn2=1	S26
56	S25	V=4, Smer_J=1, CisloP=3, TPN1=1	S35
57	S25	V=4, Smer_J=1, CisloP=3, TPN2=1, TPN1=0	S30
58	S25	V=4, Smer_J=1, CisloP=2, TPN1=1	S30
59	S25	V=3, Smer_J=1, CisloP=2, TPN1=1	S30
60	S26	Sn1=1, Sn2=1, Cil=2, Smer_J=1	S27
61	S26	Sn1=1, Sn2=1, Cil=2, Smer_J=0	S27
62	S26	Sn1=1, Sn2=1, Cil=3, Smer_J=1	S27
63	S26	Sn1=1, Sn2=1, Cil=3, Smer_J=0	S27
64	S27	Cil=2, Smer_J=1	S2
65	S27	Cil=2, Smer_J=0	S3
66	S27	Cil=3, Smer_J=1	S4
67	S27	Cil=3, Smer_J=0	S5

Tabulka 7.23 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 55 - 67

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
55	Stav=25, Rychlost=7000
56	Stav=35, Cil=1
57	Stav=30, Cil=2
58	Stav=30, Cil=1
59	Stav=30, Cil=1
60	Stav=27, Rychlost=4000, SmerN=0, SmerD=0, Podmínka_V[7]=1
61	Stav=27, Rychlost=4000, SmerN=0, SmerD=0, Podmínka_V[8]=1
62	Stav=27, Rychlost=4000, SmerN=0, SmerD=0, Podmínka_V[9]=1
63	Stav=27, Rychlost=4000, SmerN=0, SmerD=0, Podmínka_V[10]=1
64	Stav=2, CisloP=2
65	Stav=3, CisloP=2
66	Stav=4, CisloP=3
67	Stav=5, CisloP=3

Popis podmínek:

- **55:** Pokud je detekována jen pravá lamela, znamená to v tomto případě, že kabina vjíždí do 2. nebo 3. patra směrem shora. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu S26.
- **56:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN3* (3. patro směr nahoru) a výchozí stav kabiny je 4. patro, kabina se rozjede ze 4. do 3. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknuto tlačítko *TPN1* (1. patro) přejde algoritmus do stavu S35. *(Kabina nejprve vezme zákazníka v 1. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem nahoru)*
- **57:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN3* (3. patro směr nahoru) a výchozí stav kabiny je 4. patro, kabina se rozjede ze 4. do 3. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknuto tlačítko *TPN2* (2. patro směr nahoru) a není zmáčknuté tlačítko *TPN1* (1. patro), přejde algoritmus do stavu S30. *(Kabina nejprve vezme zákazníka ve 2. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem nahoru)*
- **58:** Je stisknuto tlačítko *TPN3* (3. patro směr nahoru) a výchozí stav kabiny je 4. patro, kabina je mezi 2. a 3. patrem, pohybuje se směrem dolů. Je-li zmáčknuto tlačítko *TPN1* (1. patro) přejde algoritmus do stavu S30. *(Kabina nejprve vezme zákazníka v 1. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem nahoru)*
- **59:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN2* (2. patro směr nahoru) a výchozí stav kabiny je 3. patro, kabina se rozjede ze 3. do 2. patra. Je-li v průběhu jízdy do 2.

patra zmáčknuto tlačítko *TPN1* (1. patro), přejde algoritmus do stavu S30. (*Kabina nejprve vezme zákazníka v 1. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem nahoru*)

- **60, 61, 62, 63:** Pokud oba snímače detekují lamelu, znamená to, že kabina výtahu dojela do některého z pater (2, 3 nebo 4). Ve stavu S26 se po vykonání některé z podmínek (60 – 63) zastaví motor, vypnou se požadavky z daného patra a algoritmus přejde do stavu S27.
- **64, 65, 66, 67:** Ve stavu S27 se podle proměnných *Cil* a *Smer* přejde do některého ze stavů pater S2 – S5 podle dané podmínky (64 – 67).

7.3.5 Stav S30

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud má kabina sjet o dvě patra níž, než ve kterém se právě nachází. Na stav S30 navazuje stav S31 a na stav S31 navazuje stav S32. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z podmínek uvedených v tabulce 7.24. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 68 – 76 jsou v tabulce 7.25.

Tabulka 7.24 Podmínky ve stavu 30

Číslo podmínky	Výchozí stav	Podmínky	Cílový stav
68	S30	Sn1=0, Sn2=1	S31
69	S30	V=3, (TPD2=1 nebo TK2=1)	S25
70	S30	V=4, (TPD3=1 nebo TK3=1)	S25
71	S30	V=4, Smer_J=1, CisloP=3, TPN1=1	S35
72	S31	Sn1=1, Sn2=1	S32
73	S32	Sn1=1, Sn2=0, V=4, CisloP=2, Cil=1	S25
74	S32	Sn1=1, Sn2=0, V=4, CisloP=1, Cil=1	S10
75	S32	Sn1=1, Sn2=0, V=3, Cil=1	S10
76	S32	Sn1=1, Sn2=0, Cil=2	S25

Tabulka 7.25 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 68 - 76

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
68	Stav=31
69	Stav=25, Cil=2
70	Stav=25, Cil=3
71	Stav=35, Cil=1
72	Stav=32, CisloP=CisloP-1
73	Stav=25
74	Stav=10
75	Stav=10
76	Stav=25

Popis podmínek:

- **68:** Pokud je detekována jen pravá lamela, znamená to v tomto případě, že kabina vjíždí do 2. patra směrem shora. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu S31.
- **69:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN1* (1. patro) a výchozí stav kabiny je 3. patro, kabina se rozjede ze 3. do 1. patra. Je-li v průběhu jízdy do 2. patra zmáčknuo tlačítko *TPD2* (2. patro směr dolů) nebo *TK2* (tlačítko z kabiny pro 2. patro), přejde algoritmus do stavu S25. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 2. patře a poté dojde do 1. patra*)
- **70:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPD2* (2. patro směr dolů) a výchozí stav kabiny je 4. patro, kabina se rozjede ze 4. do 2. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknuo tlačítko *TPD3* (3. patro směr dolů) nebo *TK3* (tlačítko z kabiny pro 3. patro), přejde algoritmus do stavu S25. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 3. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem dolů*)
- **71:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN2* (2. patro směr nahoru) a výchozí stav kabiny je 4. patro, kabina se rozjede ze 4. do 2. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknuo tlačítko *TPN1* (1. patro), přejde algoritmus do stavu S35. (*Kabina nejprve vezme zákazníka v 1. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem nahoru*)
- **72:** Pokud oba snímače detekují lamelu, znamená to v tomto případě, že je kabina ve 2. nebo 3. patře. Provede se snížení čísla patra o hodnotu 1, kabina pokračuje směrem dolů a algoritmus přejde do stavu S32.
- **73:** V tomto stavu se čeká na detekování jen levé lamely. Pokud je výchozí stav kabiny 4. patro, číslo patra je 2 a cílové patro je 1, přejde algoritmus do stavu S25.

- **74:** V tomto stavu se čeká na detekování jen levé lamely. Pokud je výchozí stav kabiny 4. patro, číslo patra je 1 a cíl je 1. patro, přejde algoritmus do stavu S10.
- **75:** V tomto stavu se čeká na detekování jen levé lamely. Pokud je výchozí stav kabiny 3. patro a cíl je 1. patro, přejde algoritmus do stavu S10.
- **76:** Po detekování jen levé lamely a je-li cíl 2. patro, přejde algoritmus do stavu S25.

7.3.6 Stav S35

Do tohoto stavu se algoritmus dostane, pokud má kabina sjet o tři patra níž, než ve kterém se právě nachází. Na stav S35 navazuje stav S36 a na stav S36 navazuje stav S37. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z podmínek uvedených v tabulce 7.26. Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 77 – 81 jsou v tabulce 7.27.

Tabulka 7.26 Podmínky ve stavu 35

Číslo podmínky	Výchozí stav	Podmínky	Cílový stav
77	S35	Sn1=0, Sn2=1	S36
78	S35	V=4, Smer_J=0, (TPD3=1 nebo TK3=1)	S25
79	S35	V=4, Smer_J=0, (TPD2=1 nebo TK2=1), TPD3=0, TK3=0	S30
80	S36	Sn1=1, Sn2=1	S37
81	S37	Sn1=1, Sn2=0	S30

Tabulka 7.27 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 77 - 81

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
77	Stav=36
78	Stav=25, Cil=3
79	Stav=30, Cil=2
80	Stav=37, CisloP=CisloP-1
81	Stav=30

Popis podmínek:

- **77:** Pokud je detekována jen pravá lamela, znamená to v tomto případě, že kabina vjíždí do 3. patra směrem shora. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu S36.
- **78:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN1* (1. patro) a výchozí stav kabiny je 4. patro, kabina se rozjede ze 4. do 1. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknu

tlačítko *TPD3* (3. patro směr dolů) nebo *TK3* (tlačítko z kabiny pro 3. patro), přejde algoritmus do stavu *S25*. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 3. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem dolů*)

- **79:** Pokud je stisknuto tlačítko *TPN1* (1. patro) a výchozí stav kabiny je 4. patro, kabina se rozjede ze 4. do 1. patra. Je-li v průběhu jízdy do 3. patra zmáčknuo tlačítko *TPD2* (2. patro směr dolů) nebo *TK2* (tlačítko z kabiny pro 2. patro) a není zmáčknuo tlačítko *TPD3* (3. patro směr dolů) a *TK3* (tlačítko z kabiny pro 3. patro), přejde algoritmus do stavu *S30*. (*Kabina nejprve vezme zákazníka ve 2. patře a poté postupně vezme všechny uživatele chtějící jet směrem dolů*)
- **80:** Pokud oba snímače detekují lamelu, znamená to v tomto případě, že je kabina v 3. patře. Proveďte se snížení čísla patra o hodnotu 1, kabina pokračuje směrem dolů a algoritmus přejde do stavu *S37*.
- **81:** Ve stavu *S37* se čeká na detekování jen levé lamely. Tím získáme informaci, že kabina vyjíždí z patra a pokračuje směrem dolů. Po splnění této podmínky přejde algoritmus do stavu *S30*.

7.4 Tlačítko STOP

Pokud je zmáčknuo tlačítko STOP v kabině výtahu, zastaví se motor, vypnou se všechny požadavky v patrech a kabině, vypne se zobrazování na všech diodových displejích a algoritmus přejde do stavu *S40*. Pro přechod do jiného stavu musí nastat jedna z podmínek uvedených v tabulce 7.28. Hodnoty výstupních proměnných po zmáčknutí tlačítka STOP jsou v tabulce 7.29.

Tabulka 7.28 Podmínky po stisknutí tlačítka STOP

Číslo podmínky	Výchozí stav	Podmínky	Cílový stav
82	S40	TK1 nebo TK2 nebo TK3 nebo TK4	S41
83	S41	Sn1=0, Sn2=1	S42
84	S41	Sn1=1, Sn2=0	S44
85	S42	Sn1=1, Sn2=1	S43
86	S43	Sn1=1, Sn2=0	S41
87	S44	Sn1=1, Sn2=1	S1

Tabulka 7.29 Hodnoty výstupních proměnných po stisknutí tlačítka STOP

Číslo podmínky	Nastavení výstupních hodnot
82	Stav=41, Smer=0, Rychlost=9000, CisloP=1, SmerN=0, SmerD=1
83	Stav=42
84	Stav=44
85	Stav=43
86	Stav=41
87	Stav=1, CisloP=1, SmerN=0, SmerD=0, Rychlost=4000

- **82:** Ve stavu S40 se čeká na zmáčknutí některého tlačítka pater v kabině. Po zmáčknutí tlačítka se kabina rozjede směrem dolů a algoritmus přejde do stavu 41.
- **83:** Pokud kabina po cestě směrem dolů detekuje jen pravou lamelu, znamená to, že vjela do některého z pater 2 nebo 3. Algoritmus přejde do stavu S42.
- **84:** Pokud kabina po cestě směrem dolů detekuje jen levou lamelu, znamená to, že vjela do 1. patra. Algoritmus přejde do stavu S44.
- **85:** Po detekování obou lamel přejde algoritmus do stavu S43.
- **86:** Po detekování jen levé lamely přejde algoritmus do stavu S41. Kabina pokračuje směrem dolů a opět se podle kombinace sepnutých snímačů rozhoduje, jestli je kabina v 1. patře nebo ne.
- **87:** Pokud je algoritmus ve stavu S44 a jsou detekovány obě lamely, kabina dojela do 1. patra a algoritmus přejde do stavu 1.

8 VIZUALIZACE

Vizualizace modelu výtahu umožňuje přístup k proměnným, které jsou definovány v programu PLC a je tedy pomocí ní možné nejen tyto proměnné sledovat, ale i ručně řídit celý model výtahu. Vizualizace je vytvořena v programu Factory Talk View Studio.

V levé části vizualizace jsou umístěna 4 patra výtahu a kabina. Pohyb kabiny je znázorněn jednoduchou animací. Vlevo od kabiny jsou umístěny šipky nahoru a dolů znázorňující stisknutí tlačítka pro směr nahoru nebo dolů v některém z pater. Pokud je jejich výplň bílá, tak nebylo zmáčknuto žádné tlačítko. Po zmáčknutí nějakého tlačítka se změní barva výplně na žlutou. Vzadu za kabinou jsou v každém patře umístěny lamely, po jejichž detekci výtah pozná, že je v některém z pater. Sepnutí snímačů je znázorněno dvěma tlustými červenými čarami.

Napravo od pater jsou umístěny 3 bloky: Kabina, Proměnné, Manuální řízení. V bloku kabina jsou umístěny signalizace zmáčknutí pater výtahu, signalizace zmáčknutí zvonku, tlačítka STOP v kabině a signalizace přetížení kabiny. Dále je zde uvedeno číslo patra, ve kterém se právě výtah nachází a šipkou je znázorněn směr jízdy kabiny výtahu. Pokud zde šipka není, znamená to, že výtah stojí v některém z pater. Blok proměnné je určen pro sledování proměnných: *CisloP*, *Cil*, *Start*, *Zatez*, *Smer*, *Rychlost* a *Draha*. Vysvětlení těchto proměnných je v tabulce 8.1. V bloku Manuální řízení jsou umístěna tlačítka START pro zapnutí chodu výtahu, STOP pro zastavení výtahu, dále jsou zde dvě tlačítka pro směr pojezdu kabiny nahoru nebo dolů. Vpravo od těchto tlačítek je menu s rychlostmi, ze kterých lze pro ovládání výtahu vybírat.

Pro pohyb kabiny je v programu RSLogix 5000 vytvořena rutina vizualizace. Podmínky pro simulaci pohybu kabiny jsou uvedeny v tabulce 8.1. V této rutině se pracuje s proměnnými: *Draha*, *Start*, *Smer*, *Pretizeni*, *Pojezd_vizualizace* a *Podminka_vizualizace*.

- **V1:** Pokud je proměnná *Start* v log. 1, směr jízdy je nahoru, kabina není přetížená a proměnná *Pojezd_vizualizace* je v log. 1, přičítá se do proměnné *Draha* každé 3 ms hodnota 0,05. Tato hodnota je ve vizualizaci každých 25 ms aktualizována a podle ní se kabina pohybuje směrem nahoru.
- **V2:** Pokud je proměnná *Start* v log. 1, směr jízdy je dolů, kabina není přetížená a proměnná *Pojezd_vizualizace* je v log. 1, odečítá se z proměnné *Draha* každé 3 ms hodnota 0,05. Tato hodnota je ve vizualizaci každých 25 ms aktualizována a podle ní se kabina pohybuje směrem dolů.
- **V3 – V12:** Pokud jsou proměnné *Podminka_vizualizace[1]* - *Podminka_vizualizace[10]* = 1, znamená to, že je kabina v některém z pater výtahu a podle podmínky se do proměnné *Draha* přiřadí hodnota 0, 200, 400 nebo 600. Tyto hodnoty vyjadřují posun kabiny v pixelech. Mezi 1. a 4. patrem

je rozdíl 600 pixelů. Hodnota 0 posune kabinu do 1. patra, hodnota 200 posune kabinu do 2. patra, hodnota 400 posune kabinu do 3. patra a hodnota 600 posune kabinu do 4. patra. Tímto je zajištěno, že kabina dojede v jednotlivých patrech vždy na stejné místo.

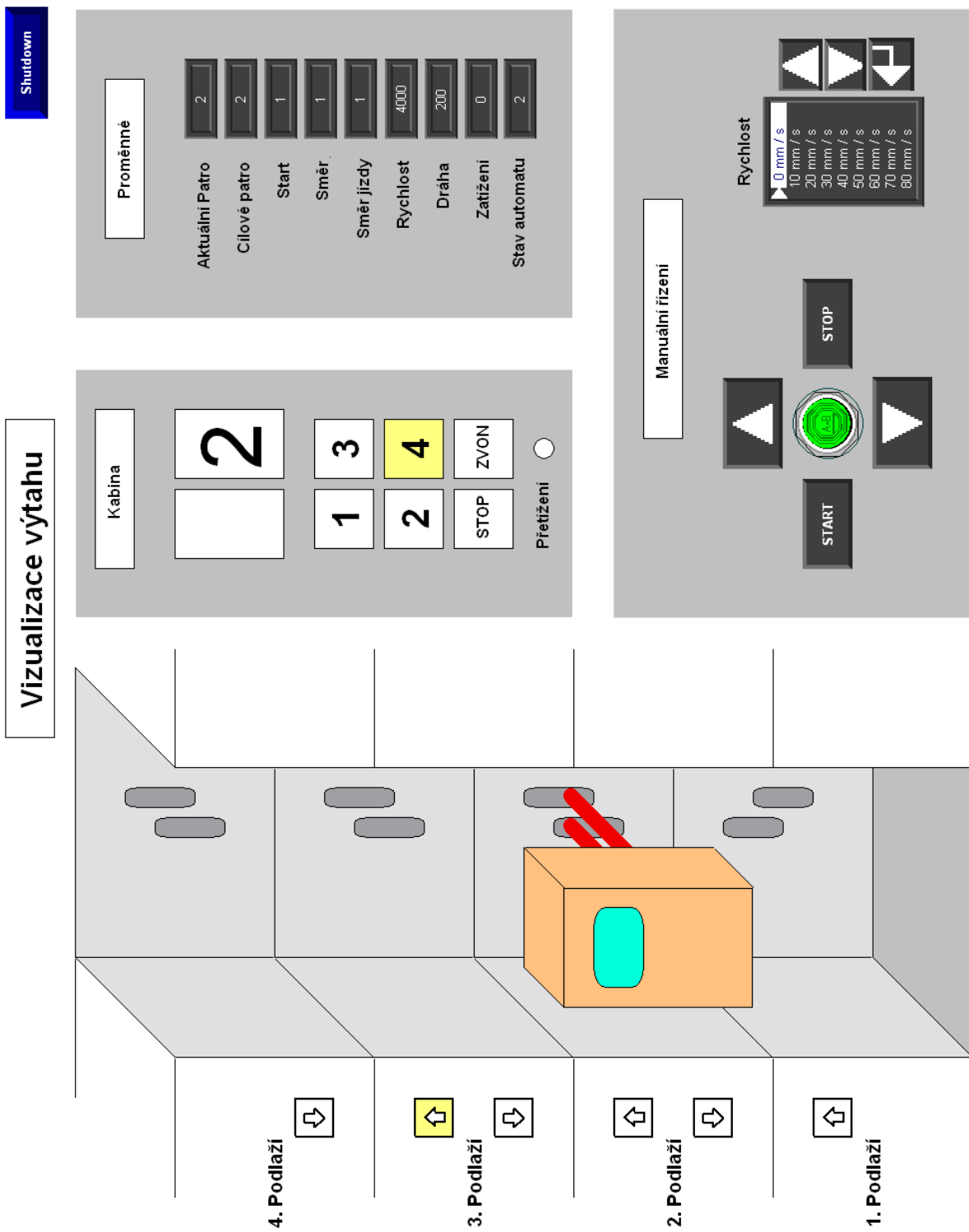
Na obrázku.8.1 je znázorněno pro ilustraci zmáčknuté tlačítko *TPN3* (3. patro směr nahoru) a *TK4* (Tlačítko v kabině pro 4. patro). Na levé straně vizualizace je vidět, že kabina stojí ve 2. patře a pojedje směrem nahoru pro uživatele ve 3. a 4. patře. Hodnoty proměnných v pravé polovině jsou: *CisloP* = 2, *Cil* = 2, *Start* = 1, *Smer* = 1, *Smer_Jizdy* = 1, *Rychlost* = 4000, *Draha* = 200, *Zatizeni* = 0, *Stav* = 2. Detail levé strany vizualizace je na obrázku 8.2 a detail pravé strany vizualizace je na obrázku 8.3.

Tabulka 8.1 Podmínky v rutině Vizualizace

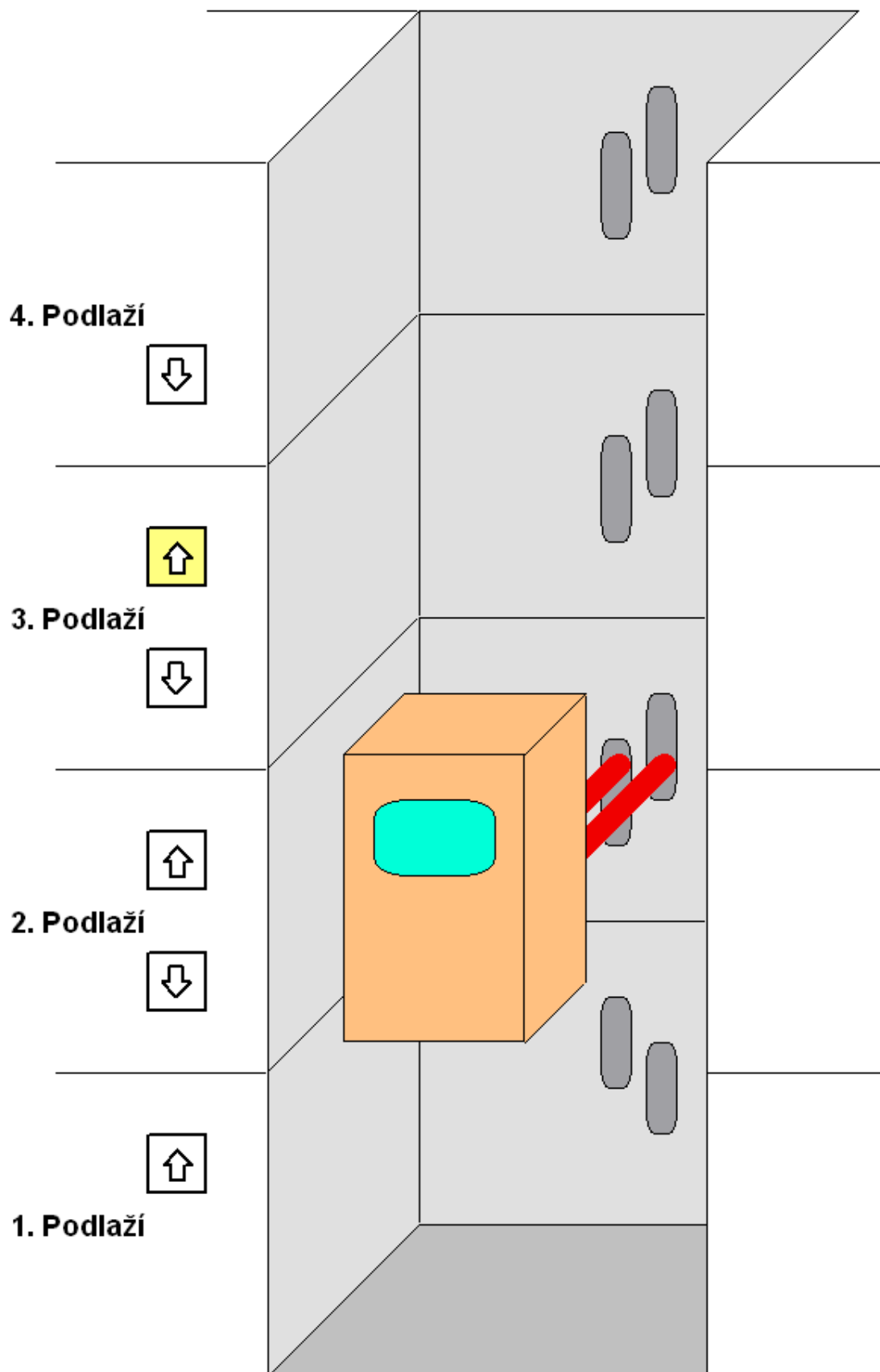
Číslo podmínky	Podmínka	Výstup
V1	Start=1, Smer=1, Pretizeni=0, Pojezd_vizualizace=1	Draha = Draha + 0,05
V2	Start=1, Smer=0, Pretizeni=0, Pojezd_vizualizace=1	Draha = Draha - 0,05
V3	Podminka_vizualizace[1]=1	Draha = 0
V4	Podminka_vizualizace[2]=1	Draha = 200
V5	Podminka_vizualizace[3]=1	Draha = 200
V6	Podminka_vizualizace[4]=1	Draha = 400
V7	Podminka_vizualizace[5]=1	Draha = 400
V8	Podminka_vizualizace[6]=1	Draha = 600
V9	Podminka_vizualizace[7]=1	Draha = 200
V10	Podminka_vizualizace[8]=1	Draha = 200
V11	Podminka_vizualizace[9]=1	Draha = 400
V12	Podminka_vizualizace[10]=1	Draha = 400

Tabulka 8.2 Použité proměnné ve vizualizaci

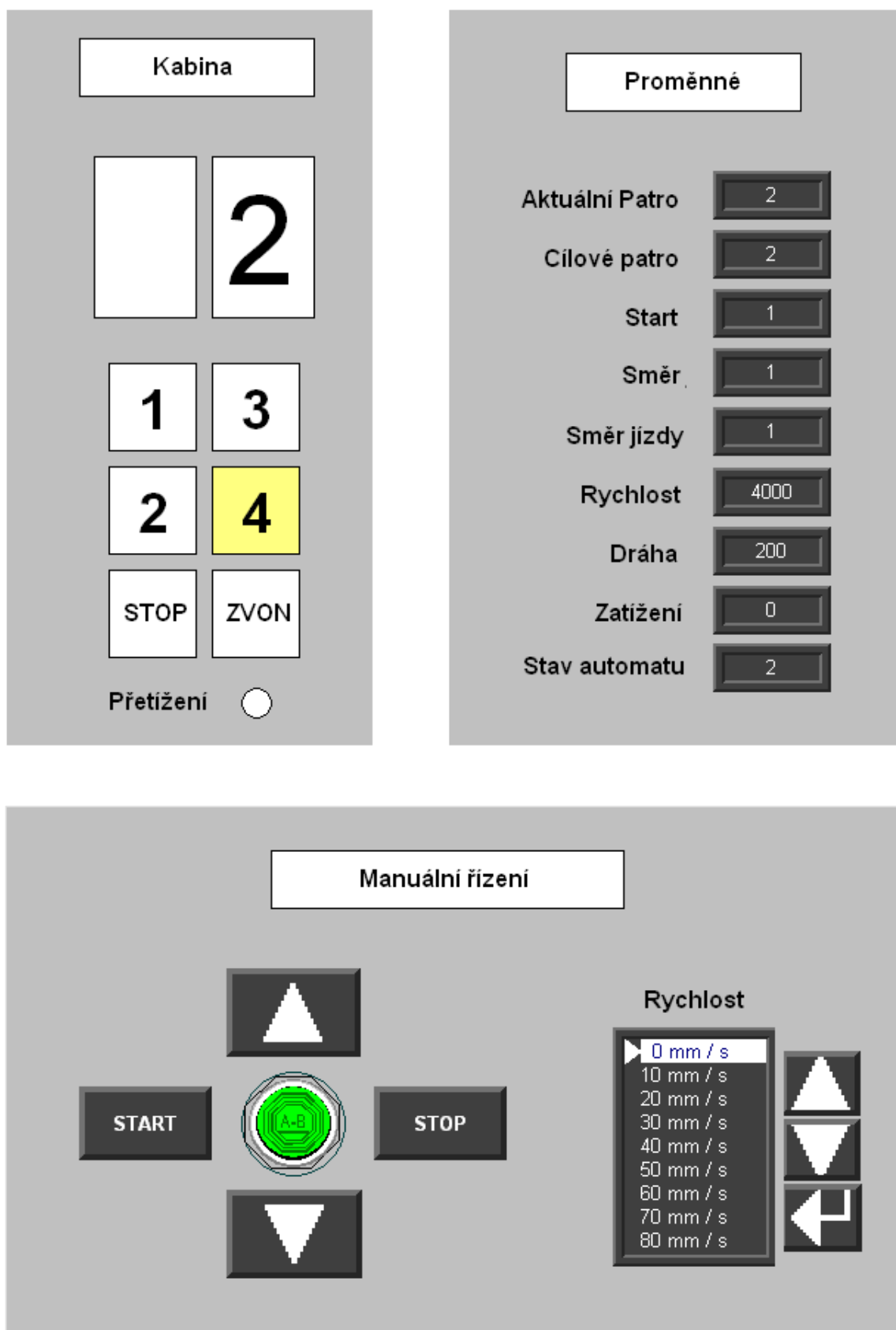
Vstupní proměnné	Datový typ	Popis
TK1 – TK4	BOOL	Informace o zmáčknutých tlačítkách pater (1 - 4) v kabině
Zvonek	BOOL	Informace o zmáčknutí tlačítka zvonek
Stop	BOOL	Informace o zmáčknutí tlačítka stop
Pretizeni	BOOL	Signalizace přetížení kabiny
TPN1 – TPN4	BOOL	Informace o zmáčknutí tlačítka nahoru v patrech (1 - 4)
TPD1 – TPD4	BOOL	Informace o zmáčknutí tlačítka dolů v patrech (1 - 4)
Sn1, Sn2	BOOL	Informace o sepnutí snímače lamel
CisloP	INT	Číslo patra, ve kterém se výtah zrovna nachází
Cil	INT	Číslo patra, do kterého má kabina dojet
Zatez	INT	Informace o zatížení kabiny
Smer_jizdy	BOOL	Informace o směru pohybu kabiny
Stav	INT	Stav, ve kterém se algoritmus řízení zrovna nachází
Výstupní proměnné		
Rychlost	INT	Nastavení rychlosti pojezdu kabiny
Start	BOOL	Spuštění chodu kabiny výtahu
Stop	BOOL	Zastavení kabiny výtahu
Smer_nahoru	BOOL	Proměnná pro nastavení směru pojezdu kabiny nahoru
Směr_dolu	BOOL	Proměnná pro nastavení směru pojezdu kabiny dolů



Obrázek 8.1 Vizualizace modelu výtahu



Obrázek 8.2 Detail levé strany vizualizace



Obrázek 8.3 Detail pravé strany vizualizace

9 ZÁVĚR

V diplomové práci je vytvořený algoritmus řízení laboratorního modelu výtahu pomocí Mooreova automatu. Využívá se zde obousměrné sběrné řízení, označované také jako Simplex. Řízení je vybráno z důvodu maximálního možného využití výtahu, které umožňuje registraci více požadavků na jízdu ze stanic a z kabiny současně a jejich vyřizování tak, aby ke splnění co největšího počtu požadavků bylo třeba co nejkratšího času. Stavový automat je vytvořen ve vývojovém prostředí RSLogix 5000. Je rozdělen na stavy pater a stavy pohybu. Do stavů pater se automat dostane, pokud kabina dojede do některého z cílových pater výtahu. Pro každé patro (kromě 1. a 4. patra) jsou vytvořeny dva stavy pater. Jeden stav pro směr jízdy nahoru a druhý pro směr jízdy dolů. Po dojetí do některého z pater, se čeká na zmáčknutí některého z tlačítek pater. Po tomto stisknutí se kabina rozjede a automat přejde do některého ze stavů pohybu. V tomto stavu se řeší pohyb kabiny. Může nastat 6 stavů: kabina má vyjet o 1, 2 nebo 3 patra výš, než ve kterém se zrovna nachází nebo má kabina sjet o 1, 2 nebo 3 patra níž, než ve kterém se právě nachází.

V práci jsou vytvořeny funkční bloky, které zajišťují komunikaci mezi patry výtahu, kabinou a AS-Interface masterem umístěným v programovatelném automatu. Funkční bloky také zajišťují ovládání motoru, obsluhu všech snímačů a ostatních zařízení.

V poslední kapitole je uveden návrh vizualizace v programu Factory Talk View Studio. Vizualizace se skládá ze dvou částí. Na levé části obrazovky jsou zobrazeny čtyři patra, tlačítka a kabina výtahu. Pohyb kabiny je zobrazen jednoduchou animací. V pravé části obrazovky jsou umístěny tři bloky: Kabina, Proměnné a manuální řízení. V bloku kabina jsou zobrazovány informace o čísle patra, zmáčknutých tlačítkách v kabině a je-li kabina přetížena. Blok proměnné je určen pro sledování proměnných nesoucích informací o čísle patra, cílovém patře, směru jízdy, rychlosti, ujeté dráze a zatížení. Poslední blok je určen k manuálnímu řízení modelu výtahu. Jsou zde tlačítka pro určení směru jízdy, zapnutí a vypnutí pojezdu kabiny výtahu a v pravé části je menu pro výběr rychlosti.

V této diplomové práci by se dalo pokračovat tím, že by se mohl umístit do 1. patra snímač, který by dal informaci o tom, že se v tomto patře kabina nachází. Pokud je totiž při inicializaci kabina v některém z pater, nemáme informaci o tomto, že se již v 1. patře nenachází. Dále by se do kabiny výtahu mohly dodělat dveře, které zde chybí.

Literatura

- [1] MARKOVÁ, Ludmila. *Technologické celky: : Výtahy a pohyblivé schody v budovách*. [s.l.] : ČVUT Praha, 1997. 56 s.
- [2] JANOVSKEÝ, Lubomír; DOLEŽAL, Josef. *Výtahy a eskalátory*. [s.l.] : SNTL, 1980. 695 s.
- [3] *AS-interface Česká republika* [online]. [cit. 2011-5-16]. Dostupné z: <www.as-interface.cz>.
- [4] Becker Rolf a kol. AS-International Association. *AS-Interface : Řešení pro automatizaci*. [s.l.], : [s.n.], 2002. 184 s.
- [5] RACHŮNEK, Antonín, Ing.. *COPTTEL* [online]. 2010-03-07 [cit. 2011-05-10]. Asynchronní motor. Dostupné z WWW: <<http://coptel.coptkm.cz/index.php?action=2&doc=2783&docGroup=157&cmd=0&instance=1>>.
- [6] Factory Talk View Site Edition - User's Guide. [online]. 2009, ., [cit. 2011-05-15]. Dostupný z WWW: <http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/viewse-um004_-en-e.pdf>.
- [7] *ControlTech – Produkty – Frekvenční měnič PowerFlex 40* [online]. [cit. 2008-12-10]. Dostupné z: <<http://www.controltech.cz/data/powerflex40.pdf>>.
- [8] ZÁSTĚRA, L. *AS-Interface slave pro klec a patra modelu výtahu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2006. 82 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radek Štohl, Ph.D.
- [9] STÝSKALA, Vítězslav. *Elektrické stroje - Asynchronní motory*. . [online]. 2002, [cit. 2011-05-22]. Dostupný z WWW: <http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske_FS/prednasky/sylab_As-Motory%20nazorne%206_2.pdf>.

Seznam obrázků

Obrázek 2.1 Časová osa vzniku a rozvoje AS-Interface [3].....	11
Obrázek 2.2 Topologie sítě AS-Interface [4].....	12
Obrázek 3.1 Porovnání jednoduchého a sběrného řízení [2].....	14
Obrázek 4.1 Model výtahu.....	18
Obrázek 4.2 Detail kabiny výtahu	19
Obrázek 4.3 Detail patra výtahu	20
Obrázek 4.4 Rozmístění lamel a čidel	21
Obrázek 6.1 Funkční blok Slave.....	27
Obrázek 7.1 Stavový automat.....	33
Obrázek 8.1 Vizualizace modelu výtahu	56
Obrázek 8.2 Detail levé strany vizualizace.....	57
Obrázek 8.3 Detail pravé strany vizualizace	58

Seznam tabulek

Tabulka 4.1 Čtyři polohy snímače zatížení	19
Tabulka 4.2 Hodnota v proměnné Rychlost a skutečná rychlost výtahu.....	23
Tabulka 4.3 Nastavení frekvenčního měniče.....	23
Tabulka 5.1 Data posílaná z masteru ke slavu [8]	24
Tabulka 5.2 Posloupnost vyslaných požadavků slavu a odpovědi masteru u ovladače pater [8].....	24
Tabulka 5.3 Data posílaná z masteru ke slavu [8]	25
Tabulka 5.4 Posloupnost vysílaných požadavků slavu a odpovědi masteru u ovladače kabiny [4].....	25
Tabulka 5.5 Řešení posílání 32bitového čísla [8].....	26
Tabulka 5.6 Posloupnost vysílaných požadavků masteru a odpovědi slavu u ovladače kabiny [8].....	26
Tabulka 6.1 Seznam proměnných ve funkčním bloku Kabina.....	28
Tabulka 6.2 Seznam proměnných ve funkčním bloku Kontrola_parity_kabiny.....	28
Tabulka 6.3 Seznam proměnných ve funkčním bloku Nastaveni_parity_patra.....	29
Tabulka 6.4 Seznam proměnných ve funkčním bloku Ovladani_motoru	29
Tabulka 6.5 Seznam proměnných ve funkčním bloku Slave.....	30
Tabulka 6.6 Seznam proměnných ve funkčním bloku Slovo_posilane.....	30
Tabulka 6.7 Seznam proměnných ve funkčním bloku Slovo_z_kabiny	31
Tabulka 6.8 Seznam proměnných ve funkčním bloku Zatizeni	31
Tabulka 7.1 Popis proměnných použitých v kapitole algoritmus řízení.....	34

Tabulka 7.2 Popis hlavních stavů řídicího algoritmu	35
Tabulka 7.3 Zjednodušené názvy proměnných	35
Tabulka 7.4 Podmínky ve stavu 1	36
Tabulka 7.5 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 1 - 5	37
Tabulka 7.6 Podmínky ve stavu 2	37
Tabulka 7.7 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 6 - 9	37
Tabulka 7.8 Podmínky ve stavu 3	38
Tabulka 7.9 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 10 - 13	38
Tabulka 7.10 Podmínky ve stavu 4	39
Tabulka 7.11 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 14 - 17	39
Tabulka 7.12 Podmínky ve stavu 5	39
Tabulka 7.13 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 18 - 21	40
Tabulka 7.14 Podmínky ve stavu 6	40
Tabulka 7.15 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 22 - 26	40
Tabulka 7.16 Podmínky ve stavu 10	41
Tabulka 7.17 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 27 - 43	42
Tabulka 7.18 Podmínky ve stavu 15	43
Tabulka 7.19 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 44 - 49	44
Tabulka 7.20 Podmínky ve stavu 20	45
Tabulka 7.21 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 50 - 54	45
Tabulka 7.22 Podmínky ve stavu 25	46
Tabulka 7.23 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 55 - 67	47
Tabulka 7.24 Podmínky ve stavu 30	48
Tabulka 7.25 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 68 - 76	49
Tabulka 7.26 Podmínky ve stavu 35	50
Tabulka 7.27 Hodnoty výstupních proměnných po splnění podmínek 77 - 81	50
Tabulka 7.28 Podmínky po stisknutí tlačítka STOP	51
Tabulka 7.29 Hodnoty výstupních proměnných po stisknutí tlačítka STOP	52
Tabulka 8.1 Podmínky v rutině Vizualizace	54
Tabulka 8.2 Použité proměnné ve vizualizaci	55

Seznam příloženého CD

Diplomová práce v elektronické podobě

- Diplomová práce.pdf

Program pro PLC

- Program pro PLC.ACD

Report programu pro PLC

- RSLogix 5000 Report.pdf

Záloha vizualizace

- Vytah.apa

Report vizualizace

- FactoryTalk View Studio_report.pdf