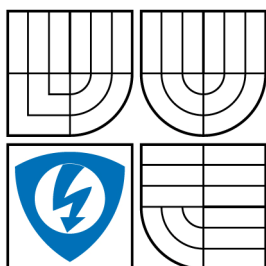


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

## AS-I MODUL OVLÁDAČŮ VÝTAHŮ

AS-I MODUL FOR LIFT CONTROL BOXES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

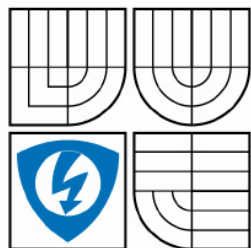
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PETER CSERI

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. RADEK ŠTOHL, PH.D.

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
Automatizační a měřicí technika

**Student:** Peter Cseri  
**Ročník:** 3

**ID:** 98411  
**Akademický rok:** 2008/2009

## NÁZEV TÉMATU:

### AS-I modul ovládačů výtahů

#### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s komunikační sítí AS-Interface
2. Vytvořte AS-I modul typu slave jako ovladače v kabině výtahu a ovladače pro patro výtahu - schéma zapojení, DPS.
3. Vytvořte příslušné programové vybavení slavů
4. Ověřte funkčnost ovladače patra a kabiny.

#### DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle vlastního literárního průzkumu a doporučení vedoucího práce.

**Termín zadání:** 9.2.2009

**Termín odevzdání:** 1.6.2009

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

**prof. Ing. Pavel Jura, CSc.**  
*Předseda oborové rady*

#### UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské 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 § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

## Abstrakt

V prvej časti mojej práce som preštudoval materiály o komunikačnej sieti AS-Interface. Následne som navrhol prepojenie medzi ASI čipmi a mikroprocesorom riadiaceho ovládacie panely výťahu. Navrhol som obojstranné dosky plošných spojov použitím návrhového programu Eagle layout editor 4.12r2. Po vyrobení dosiek som ich osadil elektronickými súčiastkami a vymyslel programové vybavenie mikroprocesorov pre ovládanie ovládacích panelov výťahu. Tieto ovládacie panely a programy sú konečným výsledkom mojej bakalárskej práce.

## Kľúčové slová

AS-Interface, ovládač kabíny, ovládač poschodia, návrh DPS, návrhový systém eagle, mikroprocesor

## Abstract

In the first part of my thesis, I was studying materials about AS-Interface network. Then I designed connections between ASI chips and microcontroller that controls the elevator's control panels. After that I designed all that on double layer board using Eagle layout editor 4.12r2. After that I completed the boards with all electronics circuits and electric components. Then I had to program microcontrollers and microchips for use. These control panels and programs are my final products of this project.

## Keywords

AS-Interface, control panel for elevator, eagle layout editor, microcontroller, circuit board

## Bibliografická citácia

CSERI, P. *AS-I modul ovládačů výtahů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 49 s. Vedúci bakalárskej práce Ing. Radek Štohl, Ph.D.

## Prehlásenie

„Prehlasujem, že svoju bakalársku prácu na tému AS-I modul ovládačov výt'ahov som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej bakalárskej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto bakalárskej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, hlavne som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích osobnostných autorských práv a som si plného vedomia následkov porušenia ustanovení § 11 a autorského zákona č. 121/2000 Zb., vrátane možných trestnoprávnych dôsledkov vyplývajúcich z ustanovení § 152 trestného zákona č. 140/1961 Zb.“

V Brne dňa: **1. júna 2009**

.....  
podpis autora

## Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce Ing. Radku Štohlovi, Ph.D. za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a ďalšie cenné rady pri spracovaní mojej bakalárskej práce.

V Brne dne: **1. júna 2009**

.....  
podpis autora

## OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>2 ZBERNICA AS-INTERFACE .....</b>	<b>11</b>
2.1 O zbernici AS-Interface [ 1 ] .....	11
2.2 Vznik a história zbernice AS-Interface [ 1 ] .....	12
2.3 Komponenty AS-Interface .....	13
2.4 Vlastnosti AS-Interface [ 2 ] .....	14
<b>3 MODEL VÝŤAHU .....</b>	<b>16</b>
3.1 Požiadavky pre výťah .....	16
3.2 Požiadavky pre ovládacie panely .....	16
3.3 Navrhnutá zostava, použité súčasti AS-interface .....	17
<b>4 VLASTNÝ NÁVRH .....</b>	<b>18</b>
4.1 Bloková schéma .....	18
4.1.1 Ovládač poschodia .....	18
4.1.2 Ovládač výťahu .....	19
4.2 Asi čip .....	20
4.2.1 Vlastnosti čipu .....	20
4.2.2 Blokové schéma .....	20
4.2.3 Zapojenie čipu A2SI-E .....	21
4.3 Použitý mikroprocesor .....	23
4.4 Komunikácia mikroprocesoru s ASI čipom .....	24
4.4.1 Zapojenie výstupných portov ASI čipu .....	27
4.4.2 Zapojenie vstupných portov ASI čipu .....	27
4.5 Obvody napájania .....	28
4.5.1 Napájanie ASI čipu .....	28
4.5.2 Napájanie logických obvodov .....	29
4.5.3 Galvanicky oddelené napájanie .....	31
4.6 Programovanie A2SI-E čipu .....	33
4.6.1 Nastavenie ASI čipu .....	34
4.7 Programovanie mikrokontroléru AT89C51ED2 .....	35

4.8 Oživenie a testovanie .....	36
<b>5 ZÁVER .....</b>	<b>37</b>
<b>6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>38</b>
<b>7 ZOZNAMY .....</b>	<b>40</b>
7.1 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV .....	40
7.2 Zoznam príloh .....	41
7.3 Obsah priloženého CD .....	41



## ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 2.1: Vývoj zbernice AS-Interface .....	12
Obr. 2.2: Topológie siete AS-Interface [ 2 ] .....	14
Obr. 2.3: Kábel používaný v sieti AS-Interface .....	15
Obr. 4.1: Bloková schéma ovládača na poschodí .....	18
Obr. 4.2: Bloková schéma ovládača kabíny .....	19
Obr. 4.3: Blokové schéma čipu A2SI-E .....	20
Obr. 4.4: Rozloženie nožičiek čipu A2SI-E .....	21
Obr. 4.5: Schéma zapojenia A2SI-E čipu .....	21
Obr. 4.6: Redukcia ASI čipu do päťice DIL28 .....	22
Obr. 4.7: Bloková schéma mikroprocesoru AT89C51ED2 .....	24
Obr. 4.8: Rozloženie nožičiek mikroprocesoru AT89C51ED2 .....	24
Obr. 4.9: Blokové schéma komunikácie .....	25
Obr. 4.10: Ukážková schéma galvanického oddelenia vstupov a výstupov .....	26
Obr. 4.11: Napájanie ASI čipu A2SI-E .....	28
Obr. 4.12: Bloková schéma stabilizátoru LM2574HVN-5.0 .....	29
Obr. 4.13: Schéma zapojenia pulzného stabilizátoru s filtrom dolná priepusť .....	30
Obr. 4.14: Zapojenie DC/DC meniča v ovládači na poschodí .....	31
Obr. 4.15: Zapojenie DC/DC meničov v ovládači kabíny .....	32
Obr. 4.16: Programátor AS-Interface .....	33
Obr. 4.17: Zapojenie programátora do zbernice AS-Interface .....	33
Obr. 4.18: Nastavenie adresy slavu .....	34
Obr. 4.19 Ukážka programu Keil $\mu$ Vision2 s časťou upraveného kódu .....	35

## ZOZNAM TABULIEK

Tab. 4.1: Elektrické parametre A2SI-E čipu a mikroprocesoru AT89C51ED2 .....	25
Tab. 4.2: Elektrické parametre optočlenu PC847 .....	25
Tab. 4.3 Tabuľka nameraných hodnôt ovládačov .....	36

## 1 ÚVOD

Cieľom tejto práce je zoznámiť sa s komunikačnou sieťou AS-Interface, ktorý sa v poslednej dobe čoraz častejšie využíva v priemyslových aplikáciách.

Hlavným cieľom je na základe získaných znalostí navrhnúť slave moduly ovládačov výťahu pre 4 poschodia použitím AS-I čipov, vymyslieť programové vybavenie ovládacích modulov a overiť funkčnosť celej zostavy. V tejto práci nadväzujem na prácu Lukáša Zástěri, ktorý navrhol hardwarovú časť ovládacieho panelu.

Elektrické schémy a dvojvrstvé dosky plošných spojov sú navrhnuté použitím programu EAGLE 4.12r2. Ovládacie moduly sú navrhnuté pre prípadné použitie až do 24 poschodí.

Výsledkom tejto práce budú 2 panely ovládačov. Ovládač kabíny a ovládač poschodia, ktorý nahradí pokazený ovládač v postavenom modeli.

## 2 ZBERNICA AS-INTERFACE

Jednotlivé části modelu využívajú pre komunikáciu zbernicu AS-Interface preto je potrebné sa s touto zbernicou najskôr oboznámiť.

### 2.1 O ZBERNICI AS-INTERFACE

AS-Interface [ 1 ] je inteligentné automatizačné riešenie pre najnižšiu úroveň v automatizácií. Systém AS-Interface umožňuje začlenenie senzorov a aktuátorov od rôznych výrobcov do siete jediným káblom. Pre svoju komunikáciu využíva netienený dvojvodičový kábel. Štruktúra je otvorená voči nadradeným úrovniam a je základom pre profesionálne pokrokové systémové riešenia.

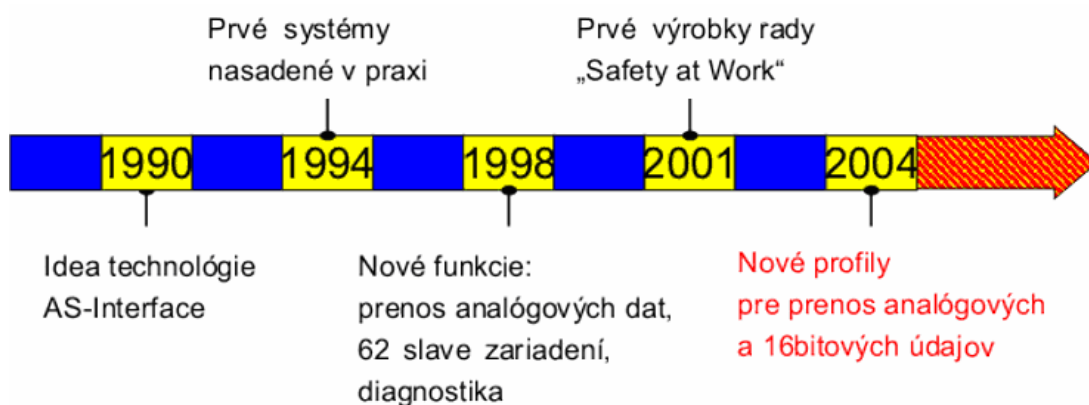
Žltý kábel sa stal obchodnou značkou AS-Interface. Jeho prvoradou výhodou je, že kábel prenáša spoločne ako napájanie tak aj dáta a to obojsmerne. Pripojenie jednotlivých prevádzkových zariadení do siete umožňuje jednoduchá a rýchla prerezávací technika "Click&Go", aj v prípade keď sú podriadené stanice umiestené kdekoľvek na technológii. Z toho vyplýva že odpadajú komplikácie pri odizolovávaní a svorkovaní.

AS-Interface s obrovským sortimentom produktov od viac než 260 výrobcov na celom svete ponúka riešenie pre integrovanie senzorov a aktuátorov do prakticky všetkých automatizačných sietí.

AS-Interface je vďaka svojej jednoduchosti a hospodárnosti vedúca značka na medzinárodnom trhu zariadení na prevádzkovej úrovni automatizácie. Celosvetové uznanie systému AS-Interface je dokumentované miliónmi inštalovaných aplikácií vo všetkých odvetviach.

## 2.2 VZNIK A HISTÓRIA ZBERNICE AS-INTERFACE

Zbernica AS-Interface (Actuator Sensor Interface) [ 1 ] bola počiatkom 90-tých rokov navrhnutá konzorciom 11 výrobcov automatizačnej techniky. Zbernica AS-Interface je sieťou typu master-multislave, k sieti je pripojené jedno zariadenie typu master a až 62 zariadení typu slave. V pôvodnom návrhu zbernice AS-Interface bola možnosť pripojiť až 32 zariadení typu slave, ale v roku 1998 bola vytvorená nová špecifikácia AS-Interface **verzia 2.1**, ktorá množstvo zariadení rozšírila až na počet 62 zariadení typu slave. V súčasnej dobe sú na trhu ako zariadenia podporujúce len pôvodnú variantu **verzie 1.0**, tak aj zariadenia podporujúce variantu AS-I verzie 2.1. Od roku 2001 existujú pre zbernice AS-I bezpečnostné prvky podľa normy EN 954-1 (kategórie 4). V roku 2004 bola vytvorená nová špecifikácia štandardu **AS-Interface verzia 3.0**, ktorá rozširuje možnosti zbernice o prenos 16 bitových informácií vo viacerých cykloch ako aj v jednom cykle za cenu zníženia maximálneho počtu slavov v sieti. Prehľadný vývoj zbernice je znázornený na obrázku 2.1.



Obr. 2.1: Vývoj zbernice AS-Interface

(zdroj obrázku [www.as-interface.cz](http://www.as-interface.cz))

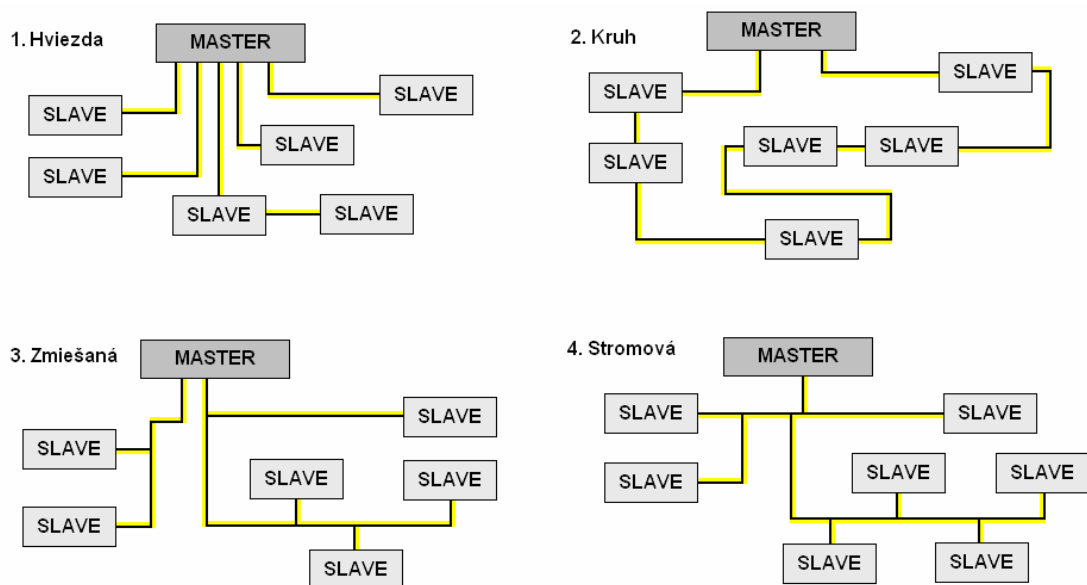
### 2.3 KOMPONENTY AS-INTERFACE

- **ASI master** – má centrálnu dôležitosť. Riadi dátový prevoz na kábli AS-Interface a komunikuje s nadradenou riadiacou jednotkou (host). Predáva nastavenia parametrov jednotlivým staniciam a vykonáva monitorovanie a diagnostiku siete. Tento prvok sa môže stať slavom, pokiaľ je zapojený do vyššej úrovne riadenia, ktorú predstavujú riadiace zbernice (PROFIBUS, Device-Net, Interbus, atď.).
- **ASI slave** – obsahuje ASI čip a slúži k pripojení senzorov a aktuátorov do ASI siete.
- **ASI kábel** – plochý netienený dvojvodičový kábel s lichobežníkovým profilom, ktorý zaručuje jednoznačné pripojenie. Komponenty zbernice sa na ňu pripojujú technológiou prerezávacieho spoja. Kábel je použitý zároveň k prenosu signálu a napájania k pripojeným senzorom a aktuátorom. Prúdový odber celej siete je maximálne 8A.
- **Zdroj napätia** – poskytuje napájanie pre všetky pripojené komponenty ASI siete. Pri použití prvkov s vyšším príkonom (cievky stýkačov, atď.) sa použije sekundárny galvanicky oddelený zdroj (PELV) a rozvod je riešený rovnakým typom kábla čiernej farby.
- **ASI komponenty** – repeatre (opakovače), extendery, servisné, adresovacie a diagnostické prístroje.

## 2.4 VLASTNOSTI AS-INTERFACE [ 2 ]

Teraz si popíšeme najzákladnejšie vlastnosti AS-I siete.

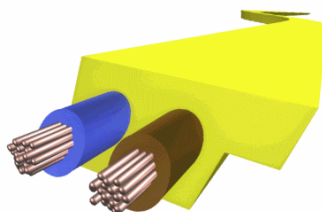
- **Topológia siete** – je voľne voliteľná. Najpoužívanejšie topológie sú:
  - Hviezda
  - Kruh
  - Strom
  - Lineárna topológia (zbernica)
  - Lineárna topológia s odbočkami
  - Zmiešaná



Obr. 2.2: Topológie siete AS-Interface [ 2 ]

- **Počet slave modulov** – 31 štandardných slavov (62 s rozšíreným adresovaním) na 1 AS-I zväzok
- **Počet AS-I zväzkov** – ľubovoľný

- **Zbernicové médium** – Netienená a nekrútená dvojlínka pre prenos dát a elektrického napájania 24V DC pre zariadenia na zbernici. Maximálny odber až 8A na zbernicový zväzok. Jedno zariadenie typu slave odoberá maximálne 200mA podľa špecifikácie v1.0 (podľa v2.1 maximálne 100mA)



**Obr. 2.3: Kábel používaný v sieti AS-Interface**

- **Dĺžka vedenia** – 100m s možnosťou predĺženia použitím repeatrov.
- **Počet vstupov / výstupov** – 31 senzorov (124 binárnych účastníkov na jeden zbernicový zväzok alebo 248 účastníkov pri obojsmernej prevádzke).
- **Metoda prístupu** – klasický Master – systém s cyklickou postupnosťou výziev.
- **Adresovanie** – pevné jednoznačné adresy modulov od 0 – 31 , pričom adresy priraduje Master alebo projektant siete ručným programátorom. Adresa nového slavu má štandardnú adresu 0 uloženú v non-voltage pamäti.
- **Zabezpečenie proti chybám** – identifikácia a opakované posielanie narušených dát
- **Prenos dát** – master cyklicky volá zariadenie typu slave každých 5ms. Pri použití 62 slavov u verzii 2.1 je dĺžka cyklu 10ms.

## 3 MODEL VÝŤAHU

### 3.1 POŽIADAVKY PRE VÝŤAH

Model výťahu navrhnutého pomocou systému AS-Interface bude splňovať nasledujúce požiadavky:

- Pozostáva zo 4 poschodí a pojazdnej kabíny
- Výťah je možné rozšíriť na 24 poschodí pridaním ovládačov na poschodia a pridaním tlačítok na voľbu poschodia do ovládača v kabíne.
- Na každom poschodí bude umiestnený panel na ktorom budú 2 tlačítka pre voľbu smeru hore alebo dole a 3 maticové displeje o rozmeroch 5x7 diód pre signalizáciu pozície kabíny (v ktorom poschodí sa nachádza) a zobrazenie informácie o pohybe kabíny pomocou blikajúcich šípok smerom hore alebo dole a obyčajnou šípkou pre stojaciu kabínu.
- Vo vnútri kabíny bude umiestnený ovládací panel na ktorom sa bude nachádzať tlačítkový panel pre voľbu poschodia do ktorého má kabína ísť (jedno tlačítko pre každé poschodie). Podobne ako u ovládača na poschodí budú na ňom umiestnené 3 maticové displeje 5x7 na zobrazenie informácie o polohe výťahu a informácie o pohybe kabíny.

Ďalej bude na panely umiestnená signalizačná LED dióda, indikujúca preťaženie kabíny, tlačítko pre privolanie pomoci a tlačítko STOP pre zastavenie pohybu kabíny v nutných prípadoch.

### 3.2 POŽIADAVKY PRE OVLÁDACIE PANELY

- Použijú sa maximálne 2 vrstvové (vrstvy top a bottom) dosky plošných spojov.
- Rozmery dosiek nesmú presiahnuť veľkosť pôvodných použitých dosiek (dosky ovládačov pripojené na originálne slave moduly AS-Interface).
- Umiestnenie displeja a tlačítok musí byť zhodné s rozložením na pôvodných doskách.



- Na ovládacích panelech budú umiestnené svorky pre pripojenie zariadenia do siete ASI bez použitia externého napájacieho zdroja.
- Ovládač kabíny bude obsahovať svorky na pripojenie snímačov polohy kabíny.
- V elektrickom zapojení bude vyriešené galvanické oddelenie zariadenia výťahu od siete AS-Interface.

### 3.3 NAVRHNUTÁ ZOSTAVA, POUŽITÉ SÚČÁSTI AS-INTERFACE

Zostava modelu výťahu sa skladá z nasledujúcich častí:

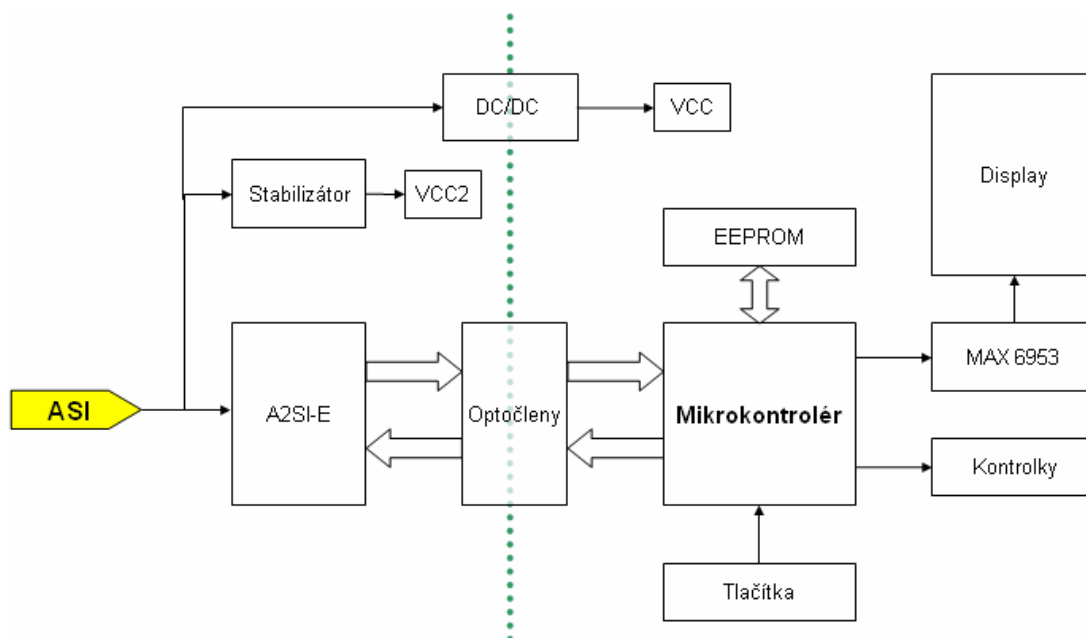
- **Strojovňa výťahu**
  - AS-I master
  - Napájací zdroj
  - AS-I slave modul 4DI/4DO (reléové vstupy výstupy)
  - AS-I slave s dvoma analógovými výstupmi
  - Frekvenčný menič
  - Pohon kabíny
  - Záložný zdroj
- **Poschodie**
  - AS-I slave ovládací panel s displejom a s tlačítkami
- **Kabína**
  - AS-I slave ovládací panel v kabíne s displejom
  - 2 indukčné snímače polohy kabíny
  - AS-I slave tri stavové čidlo snímajúce zaťaženie kabíny
  - Snímač uzavretých dverí

## 4 VLASTNÝ NÁVRH

### 4.1 BLOKOVÁ SCHÉMA

#### 4.1.1 Ovládač poschodia

Na základe požiadaviek bolo vytvorené blokové schéma obr. 4.1. Na obrázku je zelenou bodkovanou čiarou znázornené galvanické oddelenie prvkov ovládača od AS-I zbernice.



Obr. 4.1: Bloková schéma ovládača na poschodí

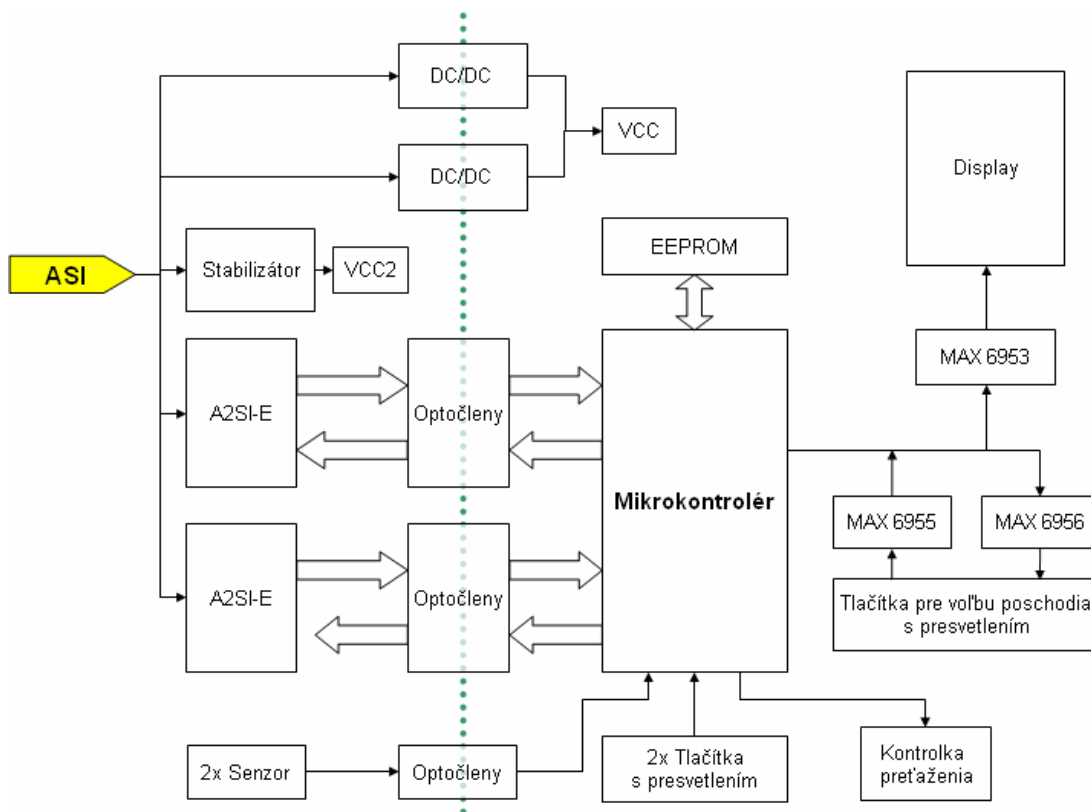
Kompletná schéma zapojenia je zobrazená v prílohe č. 2.

#### 4.1.2 Ovládač výt'ahu

Ovládač výt'ahu sa bude od ovládača na poschodí líšiť len minimálne.

Rozdiely ktoré nastanú:

- Pridá sa ďalší ASI čip pre komunikáciu s AS-I masterom
- Zdvojí sa napájacia časť kôly väčšej spotrebe ovládača
- Viac tlačítok (tlačítka pre voľbu poschodia, zvonček a núdzové tlačítko STOP)
- Sensory pre snímanie dojazdu kabíny do daného poschodia
- Snímač preťaženia kabíny
- Núdzové osvetlenie kabíny pri poruche
- Snímač otvorených dverí



Obr. 4.2: Bloková schéma ovládača kabíny

Kompletná schéma zapojenia je zobrazená v prílohe č. 5.

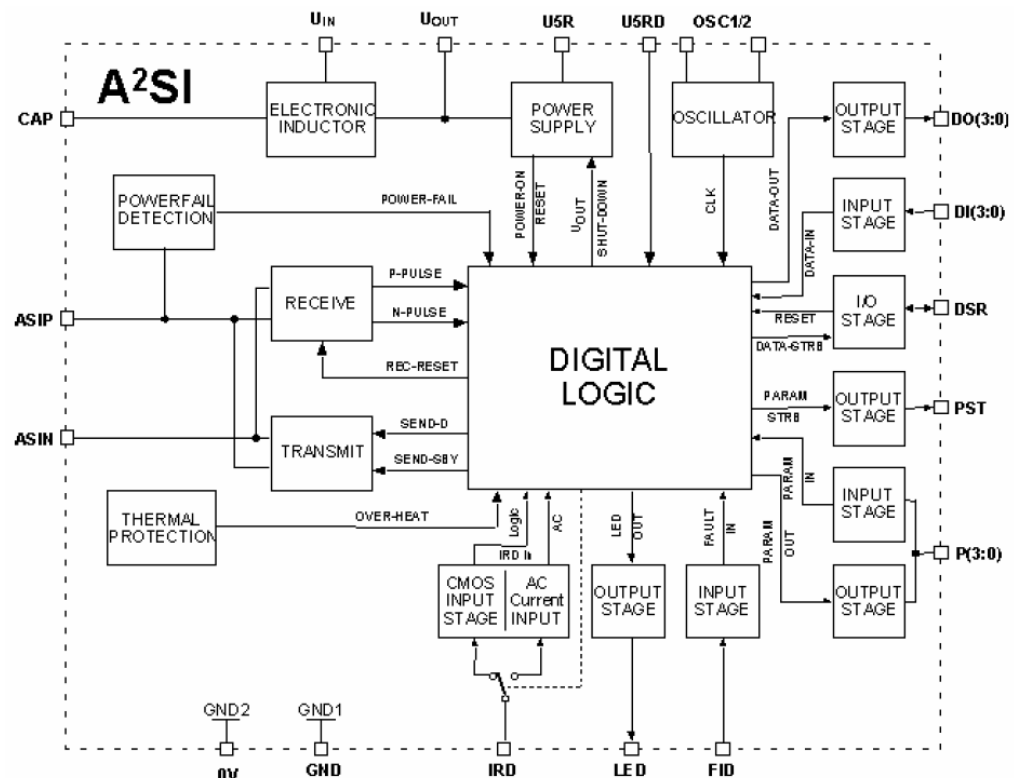
## 4.2 ASI ČIP

Podľa požiadaviek na komunikáciu a prenos dát sa pre dané zapojenie použili ASI čipy s typovým označením A2SI-E od firmy ZMD, podobné tým, ktoré sa nachádzajú na originálnych slave moduloch (AC2726) AS-Interface.

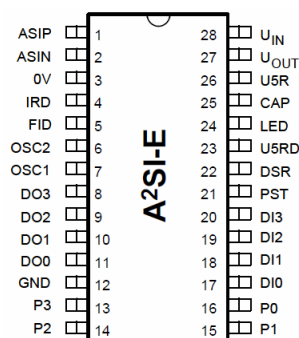
### 4.2.1 Vlastnosti čipu

- Podpora špecifikácie AS-Interface ver.2.1, možné rozšírenie na 64 adres
- 4 vstupné a 4 výstupné digitálne porty
- 4 vstupno-výstupné adresné porty (parametrické porty)
- 5V a 24V výstup
- Možnosť komunikácie cez infra port
- LED indikácia stavu

### 4.2.2 Blokové schéma



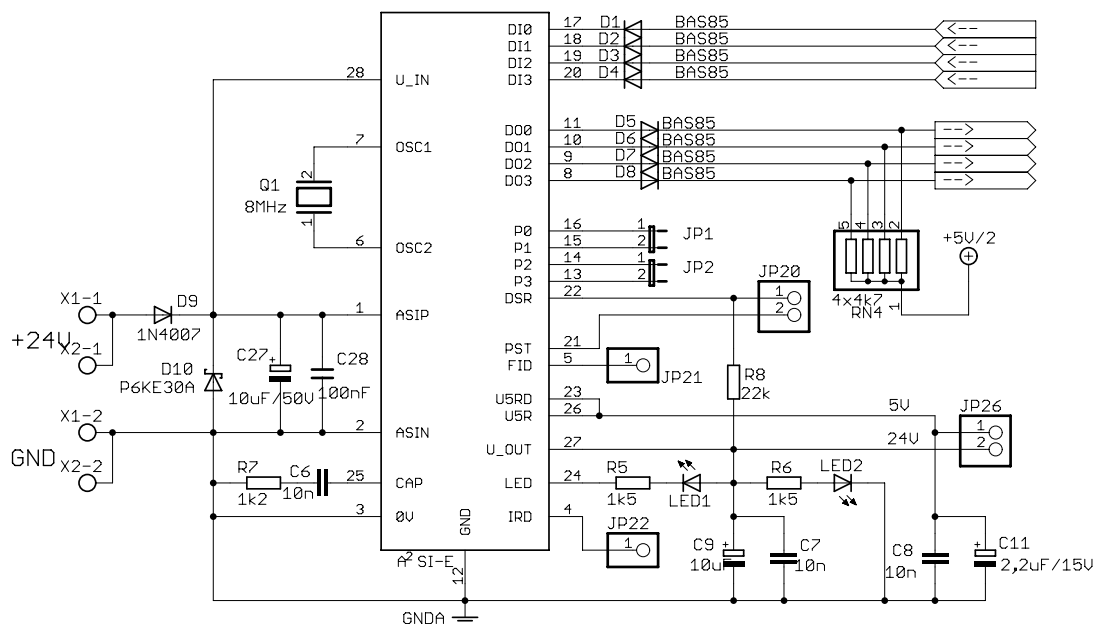
Obr. 4.3: Blokové schéma čipu A2SI-E



Obr. 4.4: Rozloženie nožičiek čipu A2SI-E

### 4.2.3 Zapojenie čipu A2SI-E

Použitú ASI čipy sú zapojené v základnom zapojení doporučeným od výrobcu.



Obr. 4.5: Schéma zapojenia A2SI-E čipu

Vstupný signál z ASI zbernice je vedený cez usmerňovacia diódu D9, ktorá chráni celé zapojenie pred prípadným prepólovaním. Za ňou je zapojený 30V výkonný transil, ktorý chráni obvody proti prepätiam.

Vstupná impedancia sa nastavila pomocou R7 a C6 podľa katalógových hodnôt.

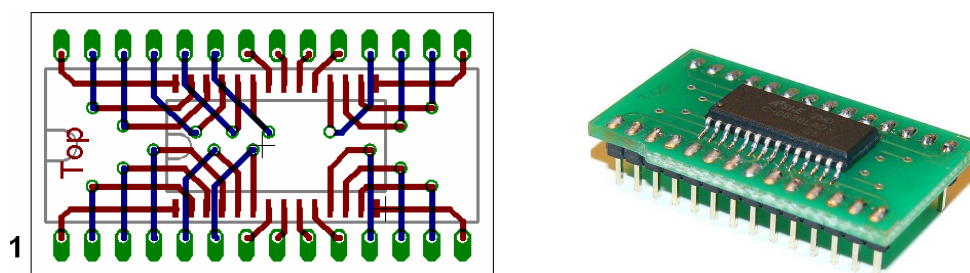
Na výstupné a vstupné digitálne porty sa pripojili schotkyho diódy typu BAS85 v smere toku dát na ochranu vstupno - výstupných portov, v prípade zlého nastavenia obvodu počas oživovania a ladenia. Adresné porty sa v našom obvode nevyužili, len sa vyviedli na svorky.

Výstupné porty ASI čipu sú riešené s otvoreným kolektorom, preto sa v zapojení pre správnu funkčnosť obvodu použili pull-up rezistory o veľkosti  $4,7k\Omega$ .

Kondenzátory C9 a C11 slúžia na vyhladenie výstupného napätia, a zároveň sú potrebné pre správnu funkčnosť indikačných LED diód (LED1 a LED2).

Všetky nevyužitú vývody sa pre prípadné neskoršie využitie vyviedli na malé svorky na doske plošných spojov.

Pri návrhu bolo počítané s prípadnou výmenou ASI čipov v nutných prípadoch, preto sa na doskách ovládacích panelov nachádza široká 28 pinová päťica. ASI čip je na zvláštnej doske (redukci) ktorá sa do tejto päťice jednoducho vsúva.



Obr. 4.6: Redukcia ASI čipu do päťice DIL28

### 4.3 POUŽITÝ MIKROPROCESOR

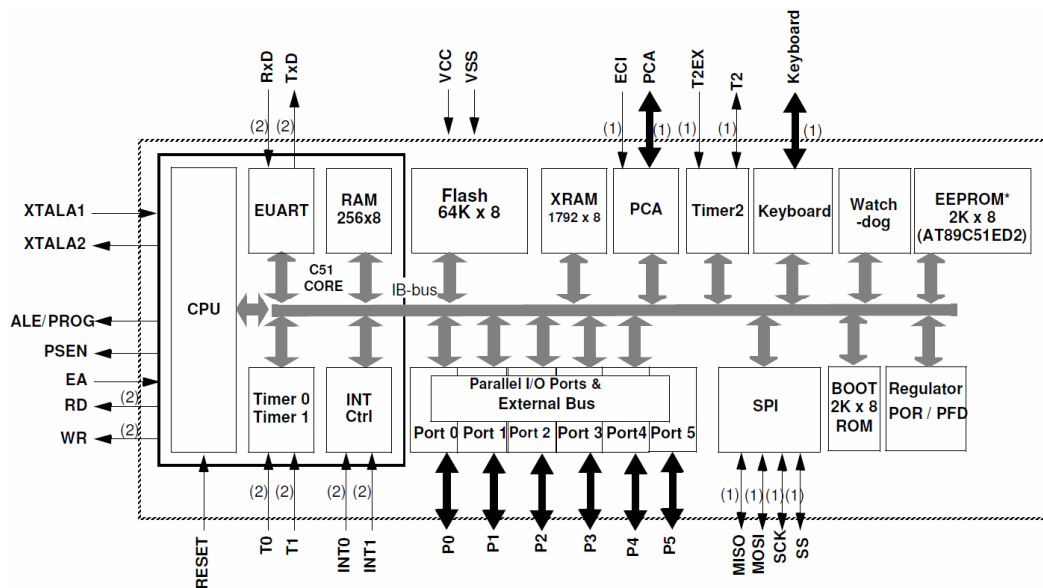
Ak má ovládanie splňovať všetky požiadavky, budeme musieť použiť mikroprocesor s dostatočným počtom vstupno – výstupných portov, a taktiež by mala mať dostatočne veľkú pamäť pre program. Zvolili sme mikroprocesor **AT89C51ED2** rady x51, ktorý bol využitý aj v predošlom návrhu. Jeho základné prednosti a vlastnosti sú:

- 64kB Flash pamäť pre program a dáta
- Štyri 8-bitové vstupno – výstupné porty
- 3 moduly čítača/časovača
- Maximálny kmitočet kryštálu 60MHz
- Rýchlosť jadra 6 periód hodín na strojový cyklus (môže sa nastaviť aj 12)
- Možnosť programovania cez ISP alebo sériovú linku RS232

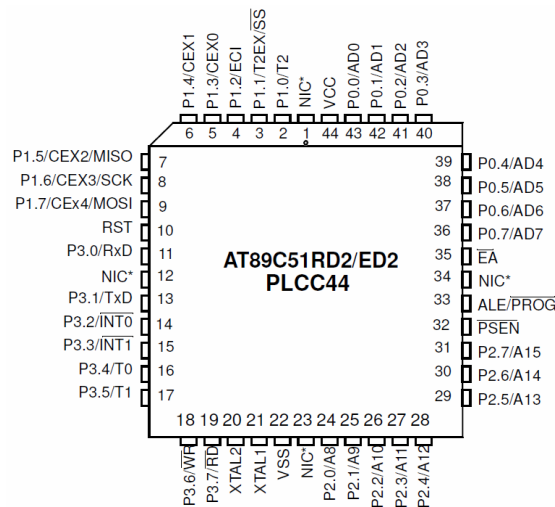
Blokové schéma mikroprocesoru je znázornená na obr.4.7

Práve pre jeho poslednú vlastnosť je pre nás tento mikroprocesor zaujímavý. Je ho možné jednoducho programovať cez klasickú sériovú linku RS232. Komunikácia prebieha cez prevodník MAX232, ktorý prevádza úrovně z RS232 na TTL a opačne. Ak sa po reštarte mikroprocesora na vývod PSEN privedie nulový potenciál (GND), tak sa nezačne program vykonávať od adresy 0x00 v pamäti FLASH, ale zo špeciálnej pamäte ROM, do ktorej je z výroby nahraná aplikácia BOOT loader. Tento program očakáva dáta po sériovom asynchrónnom rozhraní a začne ich zapisovať do pamäti FLASH. Tento spôsob zaručuje veľmi jednoduché a pohodlné programovanie mikroprocesora, bez nutnosti ho vyberať z plošného spoja.

V našom zapojení sa použil externý oscilátor s frekvenciou 16MHz, ktorý je pre našu aplikáciu dostačujúci.



Obr. 4.7: Bloková schéma mikroprocesoru AT89C51ED2



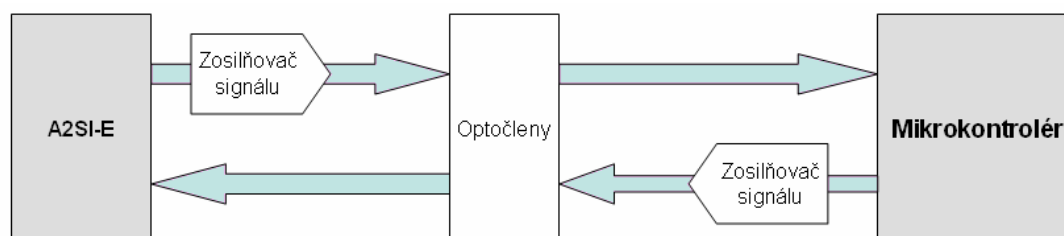
Obr. 4.8: Rozloženie nožičiek mikroprocesoru AT89C51ED2

#### 4.4 KOMUNIKÁCIA MIKROPROCESORU S ASI ČIPOM

Pre uskutočnenie komunikácie medzi vstupmi a výstupmi mikroprocesora a ASI čipu bolo potrebné vytvoriť spojenie, ktoré nezaťažuje nadmerne vstupno-výstupné porty mikročipov. Pre zvýšenie bezpečnosti a zamedzeniu prenosu rušivých signálov sme sa rozhodli obvody na strane zbernice AS-Interface a obvody



ovládačov galvanicky oddeliť a to použitím optočlenov PC847. Blokové schéma zapojenia je zobrazená na obr.4.9.



**Obr. 4.9: Blokové schéma komunikácie**

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené elektrické parametre vstupno-výstupných portov jednotlivých čipov a použitého optočlenu.

A2SI-E				AT89C51ED2			
Vstupné porty DI0 – DI3		Výstupné porty DO0 – DO3		I/O porty 1,2,3,4			
$V_{IL}$	max. 2,4V	$V_{OL}$	max. 0,4V	$V_{IL}$	max. 0.9V	$V_{OL}$	max. 1V
$V_{IH}$	min. 3,5V	$V_{OH}$	max. 2,4V	$V_{IH}$	max. ,4V	$V_{OH}$	max. 2,4V
$I_{IL}$	max. -5 $\mu$ A	$I_{OL}$	2 mA	$I_{IL}$	10 mA	$I_{OL}$	3,5 mA
$I_{IH}$	max. 2mA	$I_{OH}$	max. 10 $\mu$ A	$I_{IH}$	max. 10 $\mu$ A	$I_{OH}$	max. 30 $\mu$ A

**Tab. 4.1: Elektrické parametre A2SI-E čipu a mikroprocesoru AT89C51ED2**

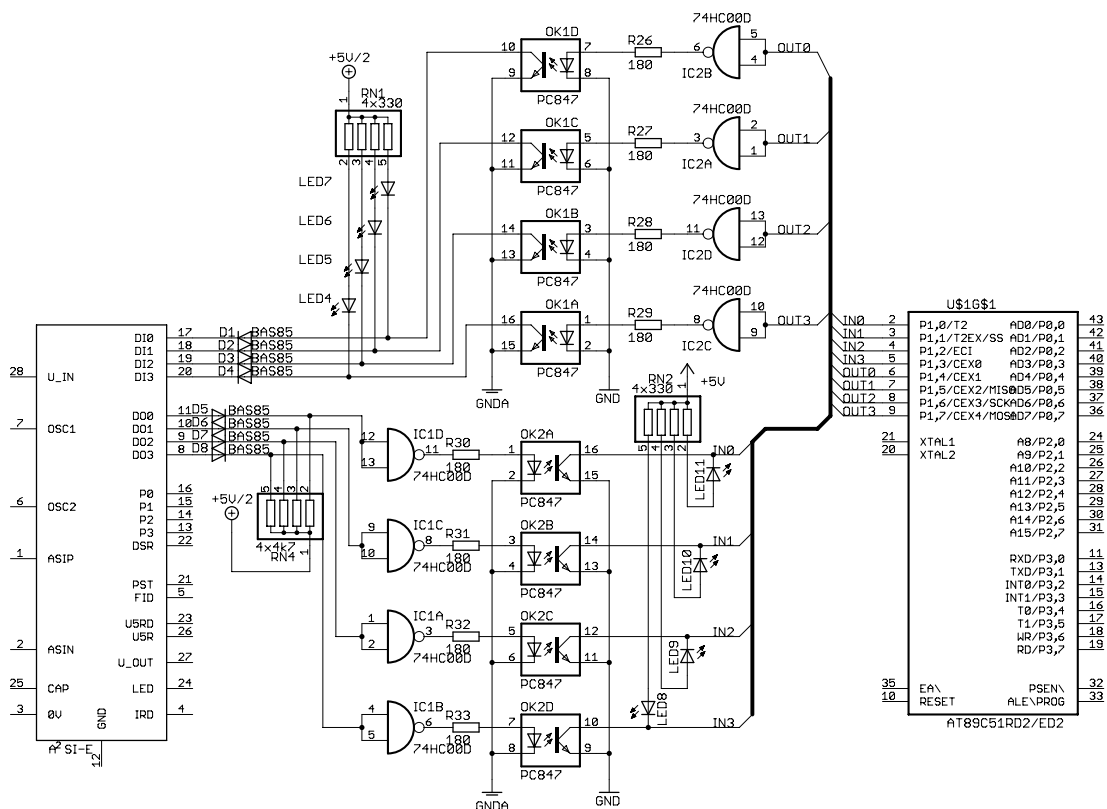
PC847			
Vstup		Výstup	
$V_F$	1,3V	$V_{CE}$	35V
$I_F$	20m A	$I_C$	max. 50mA

**Tab. 4.2: Elektrické parametre optočlenu PC847**

Ako je vidieť z tabuliek, ani jeden z hore uvedených mikročipov nie je schopný dodať potrebný prúd (10-20mA) na rozsvietenie LED diódy v optočlenu. Preto bolo potrebné použiť nejaký zosilňovací člen pred vstupmi optočlenu. Naskytá sa tu možnosť použiť tranzistory v spínacom režime, kde by sa signál z výstupov

mikročipov privádzal na bázu tranzistora, a jeho následným zopnutím, by sa aktivoval vstupný obvod optočlenu. Táto metóda však vyžaduje množstvo okolitých súčiastok na nastavenie pracovného bodu tranzistora, čo by zabralo veľa miesta, ktorého je na plošných spojoch aj tak málo.

Preto sme sa rozhodli pre elegantnejšie riešenie, ktoré spočíva v použití logických hradíel NAND. Vybrali sme si preto obvod 74HC00, ktorý obsahuje 4 kusy 2-vstupových hradíel NAND v CMOS prevedení. Týmto obvodom stačí na svoju funkčnosť mať na vstupe nízku úroveň signálu. Na ich skratované vstupné porty hradíel sú privedené výstupné signály z mikročipov. Výstupy hradíel sú schopné dodať prúd až 25mA v akejkoľvek logickej úrovni, čo je pre aktiváciu optočlenu dostačujúci. Ich ďalšou výhodou sú malé rozmery (v SMD prevedení) a pre svoju funkčnosť potrebujú len napájanie +5V. Schéma zapojenia tohto riešenia komunikácie je zobrazená na obr.4.10. Vstupný obvod optočlenu sme nastavili pomocou rezistorov ( $R_{34}$  a  $435 = 180\Omega$ ) na hodnoty  $I_f=20\text{mA}$  a  $V_f=1,3\text{V}$



Obr. 4.10: Ukážková schéma galvanického oddelenia vstupov a výstupov

#### 4.4.1 Zapojenie výstupných portov ASI čipu

Signály z výstupov sú pripojené na vstupné porty hradíel NAND. Emitory výstupných tranzistorov optočlenov sú pripojené priamo na zem príslušného obvodu (GND/AGND) a kolektory sú privedené na vstupné porty mikrokontroléru. Na všetky výstupy je pripojené napätie 5V DC cez rezistory s hodnotou  $4,7k\Omega$  ktoré zabezpečujú logickú úroveň 1 (HIGH) v prípade nezopnutého optočlenu. Ďalej sme použili signalizačné LED diódy, ktoré sa rozsvetujú v prípade, že je na vstupe mikrokontroléru logická úroveň 0 (LOW). To znamená že signalizujú stav, keď je optočlen zopnutý. Integrované obvody 74HC00 využívajú napájanie +5V DC získané za stabilizátorom LM2574HVN-5.0. Jeho popis a funkciu si popíšeme v nasledujúcej kapitole.

#### 4.4.2 Zapojenie vstupných portov ASI čipu

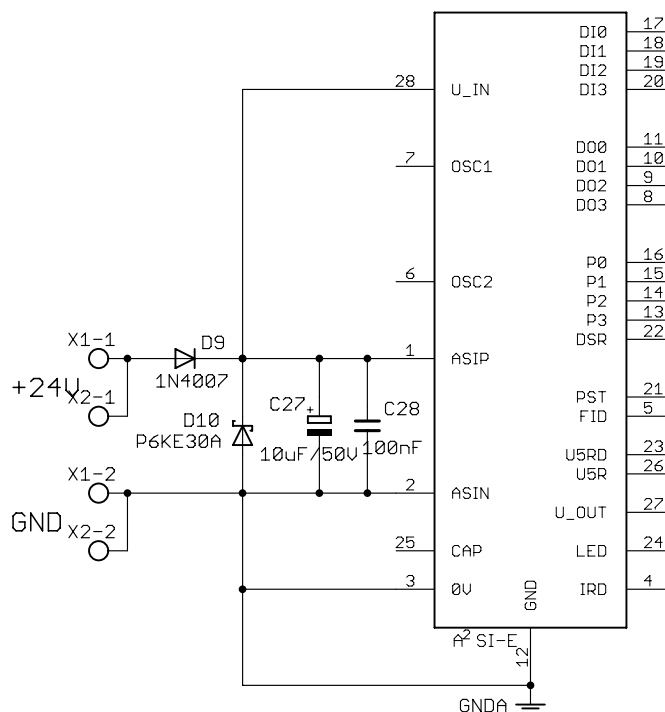
Na vstupy ASI čipu sú cez diódy pripojené kolektory výstupných tranzistorov optočlenov, na ktoré sa cez rezistory  $330\Omega$  privádza napätie 5V DC zo strany ASI siete, pre zabezpečenie logickej úrovne 1 (HIGH) v prípade nezopnutého optočlenu. Podobne ako u výstupoch sú pripojené LED diódy na ľahšie zistenie logických stavov vstupných portov. To znamená, že LED svieti ak je na vstupe ASI čipu logická 0 (LOW). Podobne ako na výstupy ASI čipu, sú aj na výstupy mikrokontroléru pripojené hradlá typu NAND toho istého prevedenia, pre zopnutie optočlenov nízkymi úrovňami prúdu. Sú napájané z galvanicky oddeleného napätia +5V DC, získaného z DC/DC meniča. Jeho zapojenie a popis si podrobnejšie rozoberieme v nasledujúcej kapitole.

Nami zvolené zapojenie zabezpečuje kladnú logiku v komunikácii mikrokontroléra s ASI čipom.

## 4.5 OBVODY NAPÁJANIA

### 4.5.1 Napájanie ASI čipu

Pre napájanie čipu A2SI-E sa využíva napájacie napätie 24V DC zo zbernice AS-Interface. Dióda 1N4007 zapojená na vstupe slúži ako ochrana proti prípadnému prepólovaniu vstupných svoriek. Na filtráciu napájacieho napätia je použitý kondenzátor C27 veľkosti 10 $\mu$ F/50V.



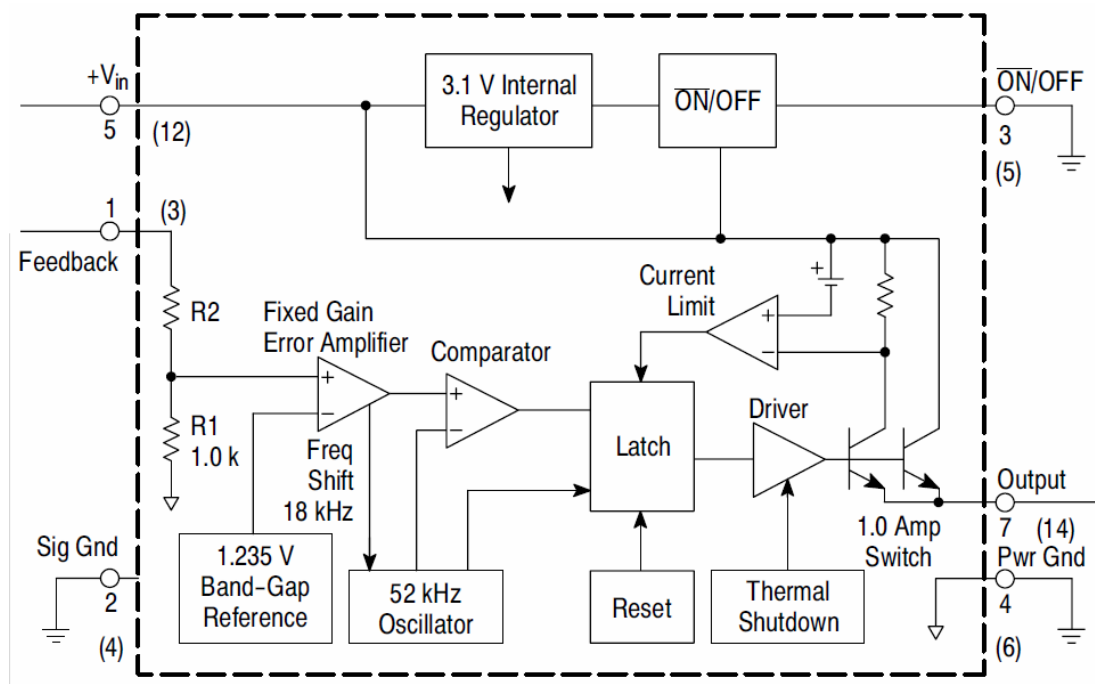
Obr. 4.11: Napájanie ASI čipu A2SI-E

Vo zvyšných častiach obvodu budeme potrebovať už len napájanie +5V DC, ktoré je možné získať viacerými spôsobmi. Naskytá sa nám možnosť využiť 5V výstupy z ASI čipu, avšak zvládajú dodať prúd len do 30mA. Preto sme sa rozhodli použiť napätie 24V DC z ASI zbernice, ktoré si upravíme na požadovaných 5V DC.

#### 4.5.2 Napájanie logických obvodov

Na napájanie logických integrovaných obvodov 74HC00, ktoré zosilňujú signál z výstupných portov ASI čipu budeme potrebovať +5V DC. Pre tento účel je možné použiť rôzne stabilizátory. Mi sme sa rozhodli pre použitie pulzného stabilizátora LM2574HVN-5.0 práve kôly jeho spôsobu regulácie napätia. Použitie obyčajného stabilizátora typu 7805 by viedlo k nutnosti použiť veľké chladiče, ktoré by ho museli uchladiť, pretože zvyšných 19V by premieňal na teplo.

LM2574HVN-5.0 je v púzdre DIP-8 a je schopný dodať garantovaný výstupný prúd 0,5A pri výstupnom napätí 5V DC, čo je na tak malý integrovaný obvod slušný výkon. Pre správnu činnosť potrebuje minimum externých súčiastok. Interný oscilátor stabilizátora pracuje na frekvencii 52kHz.



Obr. 4.12: Bloková schéma stabilizátora LM2574HVN-5.0

Vieme ale, že namodulovaný komunikačný signál z ASI zbernice má frekvenciu 167kHz, čo je takmer 3 násobná frekvencia stabilizátora, a mohla by nežiaduco ovplyvňovať jeho činnosť. Preto sa navrhol LC filter typu dolná priepusť, ktorú tvoria 2 cievky a jeden kondenzátor. Podľa výrobcu boli doporučené hodnoty súčiastok filteru  $L = 18\text{mH}$  a  $C = 10\mu\text{F}$ . Keďže nám nevyhovovali katalógové hodnoty cievky s požadovanou indukčnosťou, zapojili sme 2 cievky s indukčnosťami  $680\mu\text{H}$ . Majú malý odpor ( $1,9\Omega$ ) a zvládajú aj maximálny prúd do  $350\text{mA}$ .

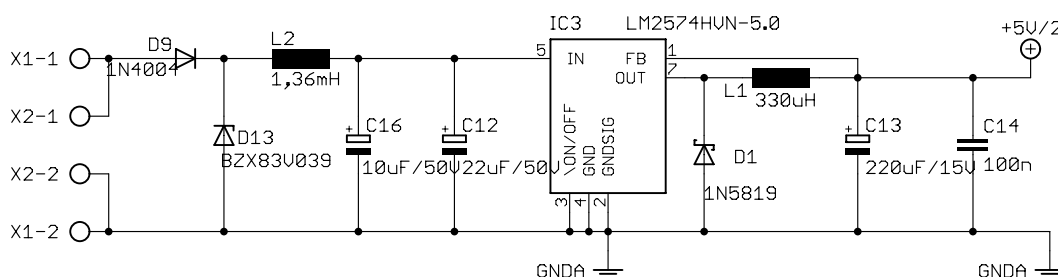
Podľa vzťahu na výpočet dolno-priepustného filteru  $f_{DP} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  sme si overili hodnotu medznej frekvencie použitého filteru:

$$f_{DP} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1,36 \cdot 10^{-3} \cdot 33 \cdot 10^{-6}}} = \underline{\underline{752\text{Hz}}}$$

Dostali sme hodnotu  $f_{mez} = 752\text{ Hz}$ , čo je pre naše využitie dostatočujúca medzná frekvencia a splňuje požiadavky na odfiltrovanie namodulovaného AS-I komunikačného signálu.

$$f_{DP} < f_{ASI}$$

Stabilizátor sme zapojili podľa schémy doporučenej od výrobcu, ktorá je zobrazená na obr.4.12. Zapojenie obsahuje už aj vyššie zmienený LC filter.



**Obr. 4.13: Schéma zapojenia pulzného stabilizátora s filtrom dolná priepusť**

### 4.5.3 Galvanicky oddelené napájanie

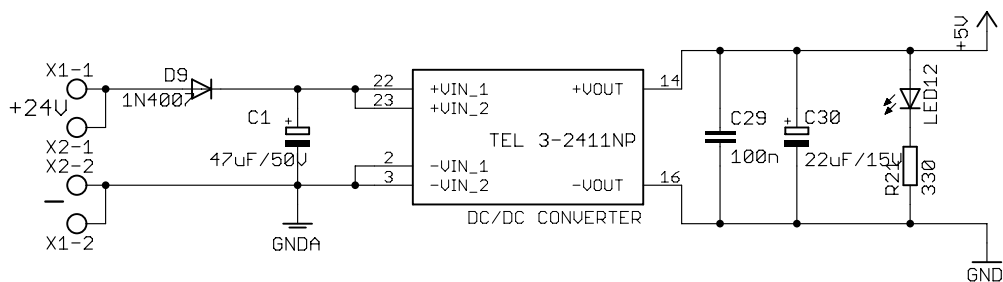
Pretože sme sa rozhodli galvanicky oddeliť komunikáciu medzi ASI čipom a mikroprocesorom, musíme napájať túto časť obvodu galvanicky oddeleným napájacím napätím. Na vyriešenie tejto problematiky sme sa rozhodli použiť DC/DC menič s výstupným napätím +5V DC.

Z tohto meniča sa ďalej napájajú aj ostatné galvanicky oddelené obvody (MAX čipy, hradlá, osvetlenie tlačítok).

Pri prvom návrhu sa uvažovalo s použitím 3W DC/DC meniča TEL 3-0511NP od firmy Traco Power, ktorého vstupné napätie je v rozmedzí od 4,5V do 9V DC. Jeho vstup mal byť pripojený na výstup pulzného stabilizátora. Avšak po praktickom zapojení sme zistili, že po pripojení záťaže na výstup meniča kleslo jeho výstupné napätie na 3V a spotreba sa nekontrolovateľne zvýšila nad 600mA čo je maximálny dovolený vstupný prúd pre menič. Tento stav bol spôsobený poklesom výstupného napätia pulzného stabilizátora, ktorý nezvládol napájať za ním zapojený menič a automaticky stiahol výstupné napätie na 20% (1V) normálneho výstupného napätia (5V).

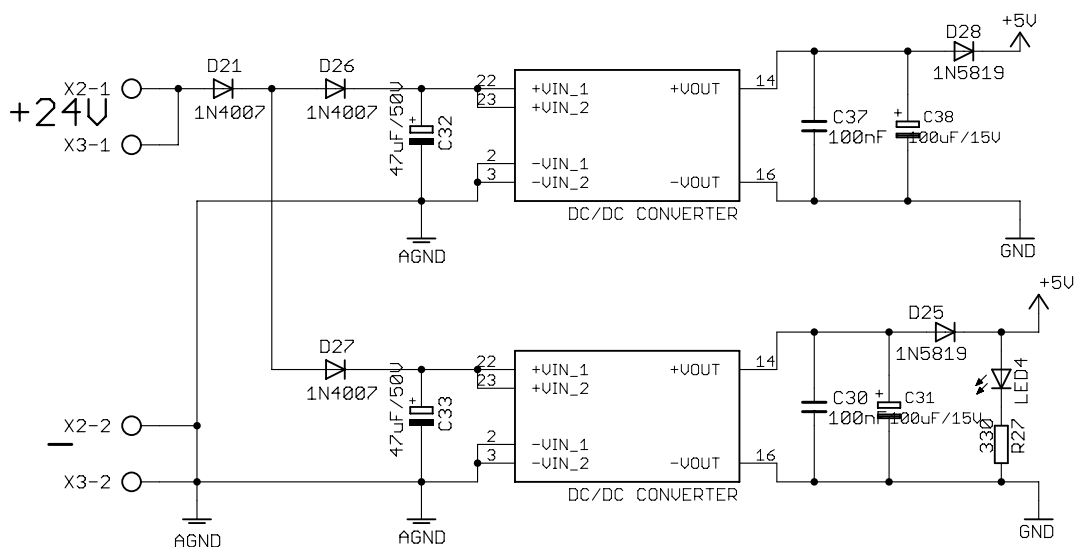
Preto sme sa rozhodli použiť DC/DC menič TEL 3-2411NP ktorého vstupné napätie je v rozmedzí 18V až 36V. To nám umožnilo pripojiť menič cez usmerňovaciu diódu priamo na zbernicu 24V, čo je sám o sebe tvrdý zdroj. Zapojenie DC/DC meniča je zobrazené na obr.4.14.

Na výstupe meniča je signalizačná LED dióda, ktorá sa rozsvieti, ak je na výstupe prítomné napätie.



Obr. 4.14: Zapojenie DC/DC meniča v ovládači na poschodí

Na ovládacom panely umiestneného v kabíne výtahu sa z dôvodu väčšej spotreby zdvojila napájacia časť, to znamená že sa použili 2 DC/DC meniče, pričom ich výstupné napätia sú spojené cez schotkyho diódy 1N5819 do jedného uzlu. Použitie diód je z dôvodu ochrany výstupných obvodov oboch meničov. Na diódach je úbytok napätia 0,2V, čo spôsobuje minimálny pokles napätia z potrebných 5V.



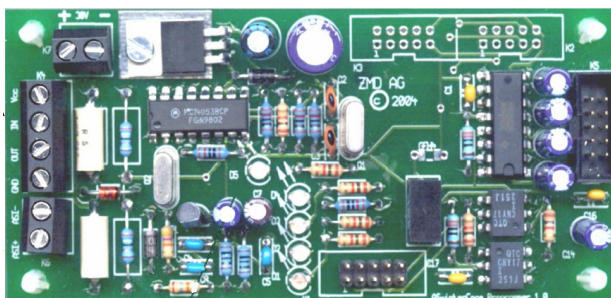
**Obr. 4.15: Zapojenie DC/DC meničov v ovládači kabíny**



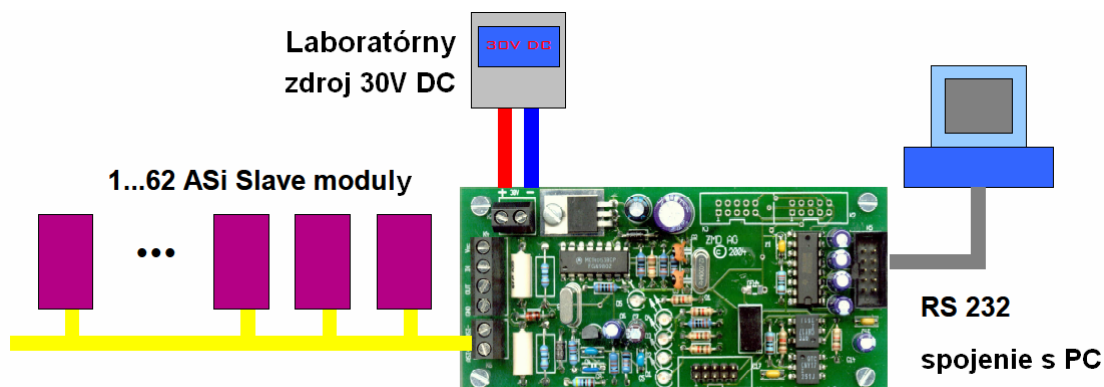
#### 4.6 PROGRAMOVANIE A2SI-E ČIPU

ASI čipy majú z výroby preddefinovanú konfiguráciu (adresu 0 a všetky konfiguračné bity vynulované). Pre správnu funkčnosť v požadovanej aplikácii je nutné nastaviť základné parametre. Na to slúži programátor AS-Interface. Do zbernice AS-Interface sa zapája podľa obr.4.17. Ako napájanie programátora sa použije napájacie napätie 30V z jednosmerného laboratórneho zdroja. S PC komunikuje cez klasickú sériovú linku RS232. Pre správnu komunikáciu je nutné nastaviť parametre sériového portu nasledovne:

- Rýchlosť: 19200
- Dátové bity: 8
- Parita: žiadna
- Počet stop bitov: 1



Obr. 4.16: Programátor AS-Interface



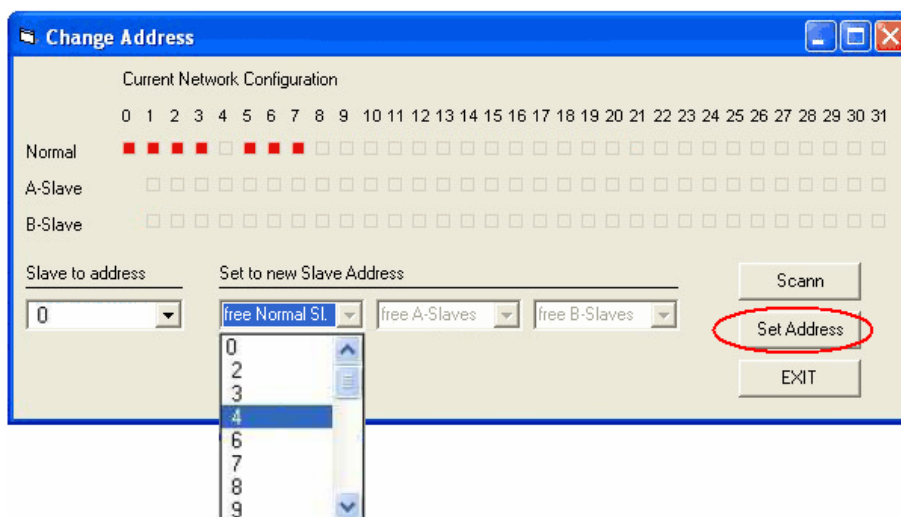
Obr. 4.17: Zapojenie programátora do zbernice AS-Interface

Priložený softwér ZMD AS-Interface Programmer V1.10 umožňuje nastaviť adresy ASI čipov naprogramovať pamäť EEPROM a sledovať vstupno-výstupné porty bit po bite. Programovanie je možné buď v grafickom prostredí, kde sa dá prehľadne a jednoduchým kliknutím myši nastaviť požadované bity, alebo je možné programovať v terminály príkaz za príkazom.

#### 4.6.1 Nastavenie ASI čipu

Pretože nám okolnosti nedopriali a programátor bol nefunkčný z doteraz neznámych dôvodov, tak si popíšeme programovanie čipov teoreticky.

ASI čipu v ovládači na poschodí bude treba nastaviť adresu 04 a pre čipy v ovládači výťahu sa nastavia hodnoty 05 a 06. Postup programovania je zobrazený na nasledujúcom obrázku. Po spustení programu sa zvolí položka nastavenie adres a následne sa klikne na Scan. Program skenuje zariadenia na zbernici a zobrazí ich stavy a adresy. Vyberie sa adresa 0, čo je adresa nášho ešte nenaprogramovaného slavu a nastavíme jej novú adresu 4.



Obr. 4.18: Nastavenie adresy slavu

#### 4.7 PROGRAMOVANIE MIKROKONTROLÉRU AT89C51ED2

Cieľom tejto časti práce [ 3 ] bolo napísať program pre ovládač na poschodí a ovládač kabíny, ktoré ovládajú ich hardware a plne komunikujú s programom PLC a AS-I masteri. Programy používajú knižnicu pre zbernicu I<sup>2</sup>C a knižnicu pre mikroprocesor AT89C51xD2. Všetky premenné, okrem premenných typu bit sú uložené v internej pamäti mikroprocesora RAM, aby sa urýchlila práca s týmito premennými. Knižnice a programy sú napísané v jazyku C a je ich možné preložiť prekladačmi KEIL alebo SDC. Tieto preložené HEX súbory sa po sériovej linke pomocou flasheru alebo programu FLIP nahrávajú rovno do mikroprocesora. Úplné zdrojové kódy knižníc a programov sú uložené na priloženom CD.

Použili sme starú verziu programu pre mikroprocesor, ktorý bolo nutné upraviť podľa špecifikácii hardwaru. Kôly kladnej komunikačnej logike bolo potrebné zmeniť časť programu, ktorá komunikuje so vstupno-výstupnými portami ASI čipu. Zmeny nastali ako v programe na ovládanie panelu na poschodí, tak aj na panely v kabíne. Po týchto úpravách program pracuje s logikou na výstupe, vhodnou pre použitie v našej aplikácii.

```

void main(void)
{
    Init();
    while (1)
    { // Cyklus 111

        P1 = 0x70; // povodny kod P1 = 0x8F;
        while ((~P1 & 0x08) == 0x08); // Caka na mastera
        delaynop(30);
        patro = (P1 & 0x07);
        patro = patro << 3;

        // Cyklus 010

        P1 = 0x20;
        while ((~P1 & 0x08) == 0); // Caka na mastera
        delaynop(30);
        patro |= (P1 & 0x07);
        read_data = patro & 1;
        patro >>= 1;
        read_data <<= 3;
    }
}

```

Obr. 4.19: Ukážka programu Keil μVision2 s časťou upraveného kódu

#### 4.8 OŽIVENIE A TESTOVANIE

Pri osadzovaní plošného spoja sme postupovali metódou postupného oživovania. Najprv sme osadili súčiastky napájacej časti obvodu. Začali sme zostavením časti obsahujúcej pulzný stabilizátor. Po osadení a dôkladnej kontrole sme na vstup priviedli z laboratórneho zdroja jednosmerné napätie 24V a zmerali výstupné napätie naprázdno. Stabilitu obvodu sme následne testovali pripojením 6V žiarovky s odberom 300mA. Napätie sa udržalo na konštantných 5,02V a zvládalo aj štart s pripojenou záťažou.

Ďalšia časť obvodu ktorú sme osadili bol DC/DC menič. Po jeho zapojení sme celý test zopakovali podobne ako s pulzným stabilizátorom. Napätie na výstupe meničov indikuje zelená LED dióda. Namerané napätie na výstupe sa držalo na hodnote 5,01V a so záťažou na 5,00V. Taktiež sme zmerali aj hodnotu vstupného prúdu, ktorá dosahovala hodnotu 6mA pri nulovej záťaži, čo zodpovedá hodnote uvedenej v katalógovom liste meniča. U ovládacieho panelu kabíny sme na výstupoch oboch meničov namerali napätie 5,03V a za diódami, ktoré spájajú potenciály oboch meničov sme namerali 4,80V. Tento mierny pokles napätia je spôsobený úbytkom napätia na schotkyho diódach 1N5819. S pripojenou záťažou (2 žiarovky na 6V s celkovým odberom 600mA) sme namerali hodnotu výstupného napätia 4,78V, čo je pre funkčnosť všetkých obvodov dostačujúce.

Po zapojení a otestovaní obvodov napájania sme kompletne osadili dosky plošných spojov súčiastkami. Do päťíc sme umiestnili všetky optočleny a nakoniec mikroprocesor. Bohužiaľ kôly nenaprogramovaným ASI čipom sme takto overili len komunikáciu mikroprocesora cez optočleny. Správny prenos signálu nám indikovali LED diódy zapojené na výstupoch optočlenov. Nakoniec sme zmerali celkové napätia a odber prúdu oboch ovládacích panelov.

Ovládač na poschodí	Ovládač kabíny
Napätie za pulz. Stabilizátorom: 5,08V	Napätie za pulz. stabilizátorom: 5,08V
Galvanicky oddelené napätie: 5,01V	Galvanicky oddelené napätie: 4,80V
Celkový prúdový odber: 74mA	Celkový prúdový odber: 79mA

**Tab. 4.3 Tabuľka nameraných hodnôt ovládačov**

## 5 ZÁVER

Pri riešení tejto bakalárskej práce som sa oboznámil s možnosťami využitia vlastností siete AS-Interface a jeho širokého využitia v rôznych odvetviach priemyslu. Taktiež som si osvojil znalosti z oblasti navrhovania a konštruovania elektrických obvodov a zapojení. V neposlednej rade som sa naučil pracovať s návrhovým programom plošných spojov Eagle layout editor 4.16.

Všetky obvody použité v návrhu sú zapojené podľa základných zapojení udávané výrobcami a použili sa doporučené súčiastky. Nevyužité vývody som vyviedol na kontakty pre prípadné neskoršie použitie pri ladení zapojenia.

Návrh dosky plošných spojov sa mi podarilo navrhnuť na obojstrannú dosku so zachovaním pôvodných rozmerov, pričom som sa snažil použiť čo najhrubšie spoje. Spoje pre napájanie som navrhol s väčšou šírkou, aby nevznikali napäťové straty na vedení. Pre najefektívnejšie využitie priestoru na plošnom spoji som sa snažil použiť SMD súčiastky a pre jednoduchšiu konštrukciu som umiestnil čo najviac súčiastok na spodnú stranu dosky. Podobne som obmedzil aj použitie prekovených otvorov medzi vrstvami na minimum.

Počas zostavovania a osadzovania plošných spojov som si osvojil technológiu spájkovania SMD súčiastok. Pri oživovaní som mal menšie problémy z napájacou časťou obvodu, ale po výmene DC/DC meničov za iné typy a menšou úpravou plošného spoja sa podarilo tento problém vyriešiť. V prílohách sú schémy a návrhy obsahujúce už tieto zmeny.

Avšak okolnosti tomu nedopriali a z dôvodu nefunkčného programátora ASI čipov sa mi nepodarilo vyskúšať a odladiť ovládacie panely. Bola vyskúšaná len komunikačná časť medzi mikroprocesorom a optočlenmi a zmerané parametre panelov.

Musím ale podotknúť, že ovládacie panely sú konštrukčne hotové a ostáva už len osadiť ich naprogramovanými čipmi A2SI-E. Uvedenie do prevádzky týchto ovládacích panelov uľahčí montážne nároky na výťahové systémy a stane sa konkurencie schopným zariadením medzi prvkami siete AS-Interface.

## 6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [ 1 ] *AS-interface Česká republika* [online]. 2004 [cit. 2009-06-1]. Dostupné z WWW: <[www.as-interface.cz/](http://www.as-interface.cz/)Stručně o AS-i>.
- [ 2 ] BECKER, Rolf , et al. *AS-Interface, Řešení pro automatizaci*. AS-International Association. Schweinfurt : Weppert GmbH, 2002. 184 s. Dostupné z WWW: <[www.as-interface.cz](http://www.as-interface.cz/)>.
- [ 3 ] ZÁSTĚRA, Lukáš. *AS-Interface slave pro klec a patra modelu výtahu*. Brno, 2006 [cit. 2009-06-1]. 88 s. Diplomová práce. VUT v Brně.
- [ 4 ] MANN, Burkhard. *C pro mikrokontroléry*. Praha : BEN – technická literatura, 2003. ISBN 80-7300-077-6.
- [ 5 ] *DC/DC Converters TEL 3 Series, 3 Watt* [datasheet]. Zurich : Traco Electronic AG, 2005. Dostupné z WWW: <[www.tracopower.com](http://www.tracopower.com/)>.
- [ 6 ] *74HC00 Quad 2-input NAND gate* [datasheet]. Netherlands : Philips Electronics, 2003. Dostupné z WWW: <[http://www.semiconductors.philips.com](http://www.semiconductors.philips.com/)>.
- [ 7 ] *PC847 High Density Mounting Type Photocoupler* [datasheet]. Hamburg : SHARP Microelectronics Europe, 2003. Dostupné z WWW: <[http://www.sharpsme.com](http://www.sharpsme.com/)>.
- [ 8 ] *LM2574 Adjustable Output Voltage, Step–Down Switching Regulator* [datasheet]. Phoenix : ON Semiconductor, 2006. Dostupné z WWW: <[http://onsemi.com](http://onsemi.com/)>.
- [ 9 ] *8-bit Flash microcontroller AT89C51ED2* [datasheet]. San Jose : Atmel Corporation, 2007. Dostupné z WWW: <[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature/)>.
- [ 10 ] *A2SI-E chip* [datasheet]. Germany : ZMD AG, 2002. Dostupné z WWW: <[www.zmd.de/pdf/DSA4\\_A2SI\\_Rev2.8\\_ZMD\\_discontinued.pdf](http://www.zmd.de/pdf/DSA4_A2SI_Rev2.8_ZMD_discontinued.pdf)>.
- [ 11 ] *MAX 6953 Matrix LED Display Driver* [datasheet]. USA : Maxim Integrated Products, 2002. Dostupné z WWW: <[www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com/)>.

[ 12] *MAX 6955 Driver with I/O Expander and Key Scan* [datasheet]. USA :  
Maxim Integrated Products, 2008. Dostupné z WWW: <[www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)>.

[ 13] *MAX 6955 28-Port LED Display Driver and I/O Expander* [datasheet]. USA :  
Maxim Integrated Products, 2003. Dostupné z WWW: <[www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)>.

## 7 ZOZNAMY

### 7.1 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

ASI	Actuator Sensor Interface
SMD	Surface mount device, elektrické súčiastky pre povrchovú montáž
CMOS	Complementary metal–oxide–semiconductor,
ISP	In system programing, programovanie priamo v aplikácií
DC	Direct current, jednosmerné napätie
LED	Light emitting diode, svetelná dióda
DI	Digitálny vstup
DO	Digitálny výstup
ZMD	Zentrum Mikroelektronik Dresden
GND	Ground, zem
PC	Personal computer, stolný počítač



## 7.2 ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č. 1 Zostava modelu výťahu

Príloha č. 2 Elektrická schéma zapojenia ovládača na poschodí

Príloha č. 3 Doska plošného spoja ovládača na poschodí

Príloha č. 4 Osadzovací plán pre dosku ovládača na poschodí

Príloha č. 5 Elektrická schéma zapojenia ovládača kabíny

Príloha č. 6 Doska plošného spoja ovládača v kabíne

Príloha č. 7 Osadzovací plán pre dosku ovládača v kabíne

Príloha č. 8 Fotka ovládača na poschodí

Príloha č. 9 Fotka ovládača kabíny

## 7.3 OBSAH PRILOŽENÉHO CD

Bakalárska práca v elektronickej podobe:

Bakalárska práca.pdf

Návrh schém a plošných spojov ovládačov:

ovladac\_poschodia4p.sch

ovladac\_poschodia4p.brd

ovladac\_vytahu24p.sch

ovladac\_vytahu24p.brd

ASI redukcia.sch

ASI redukcia.brd

MAX.lbr

Programy pre ovládače:

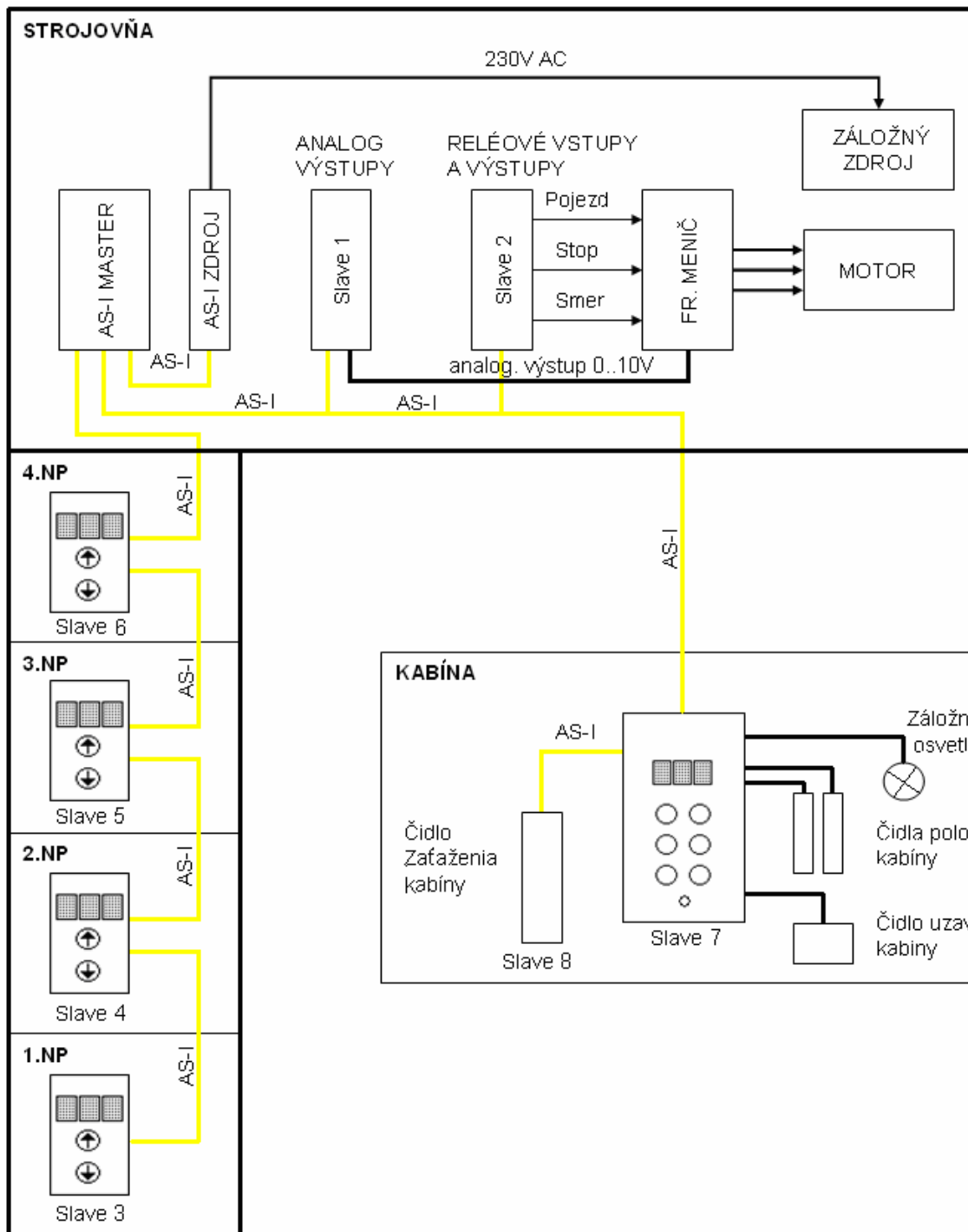
kabina.c

poschodie1.c

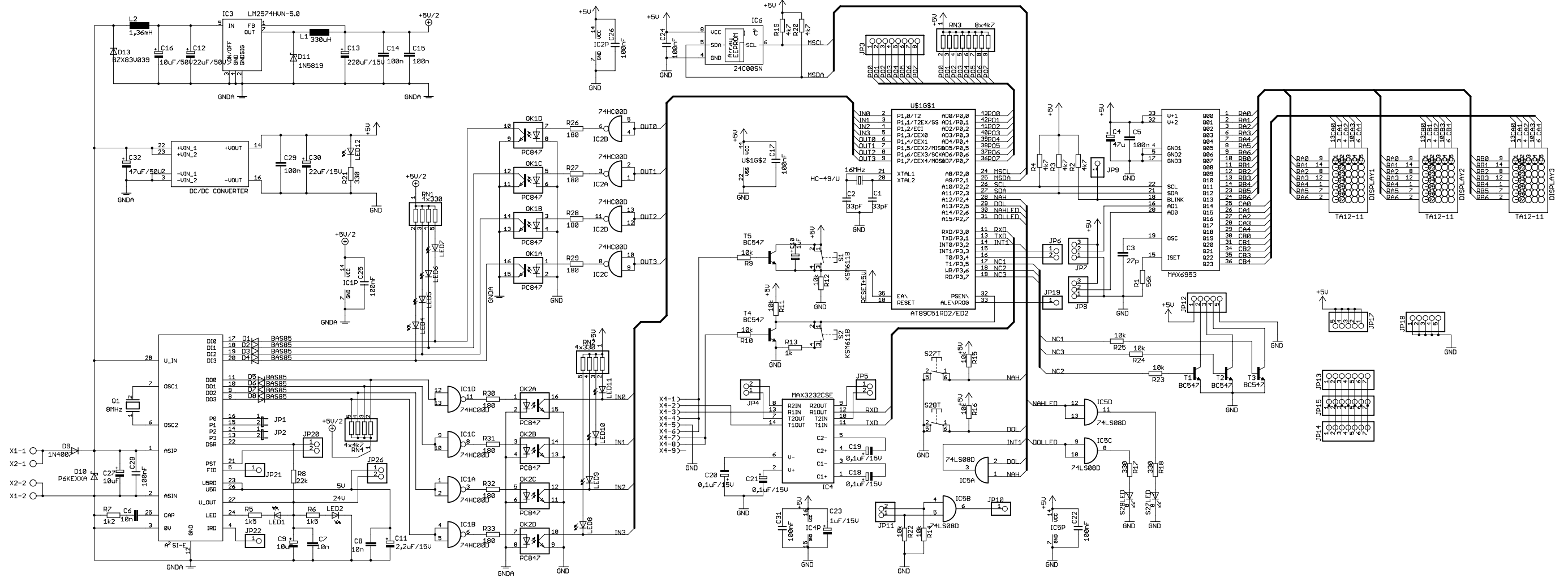
poschodie2.c

poschodie3.c

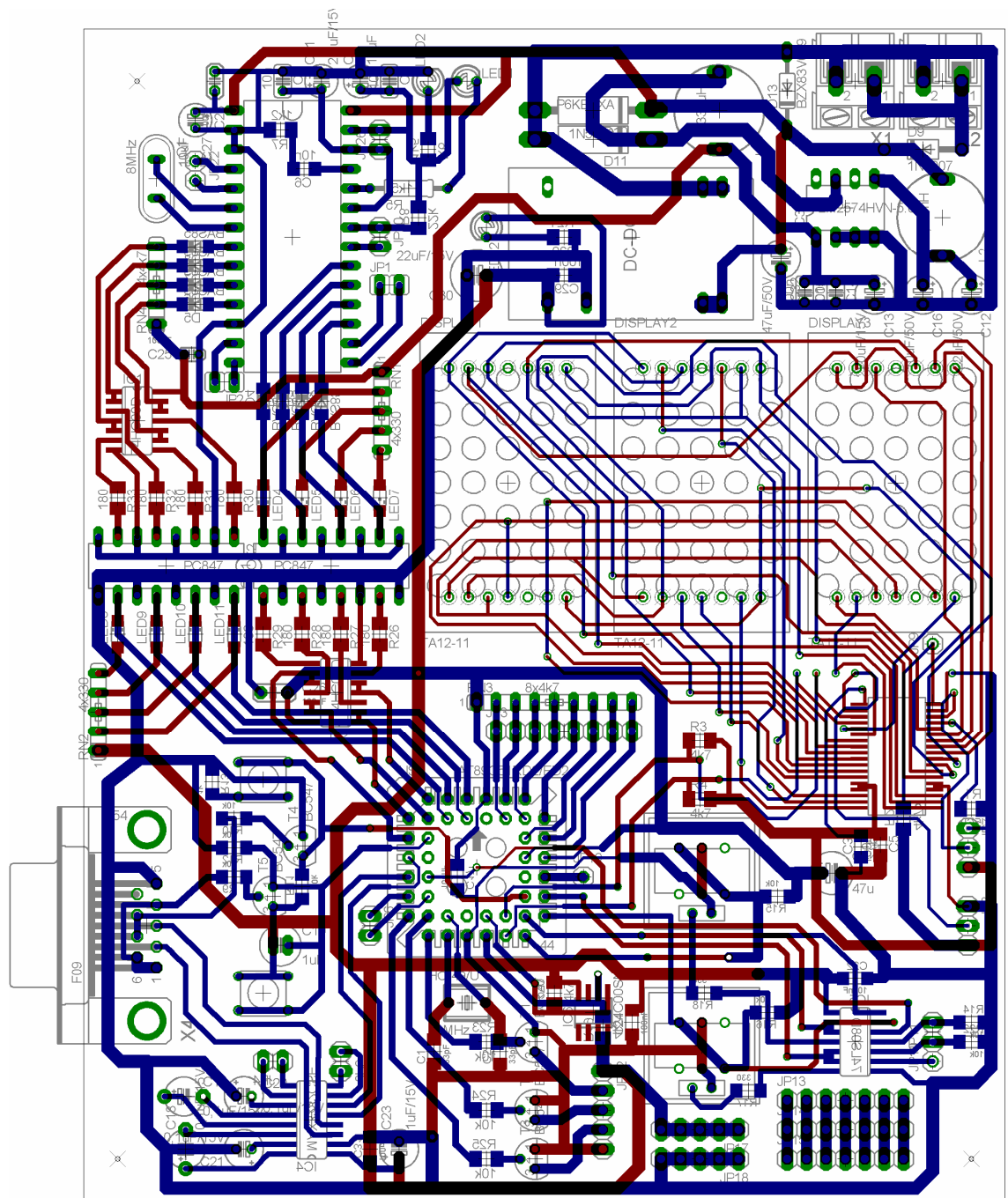
poschodie4.c



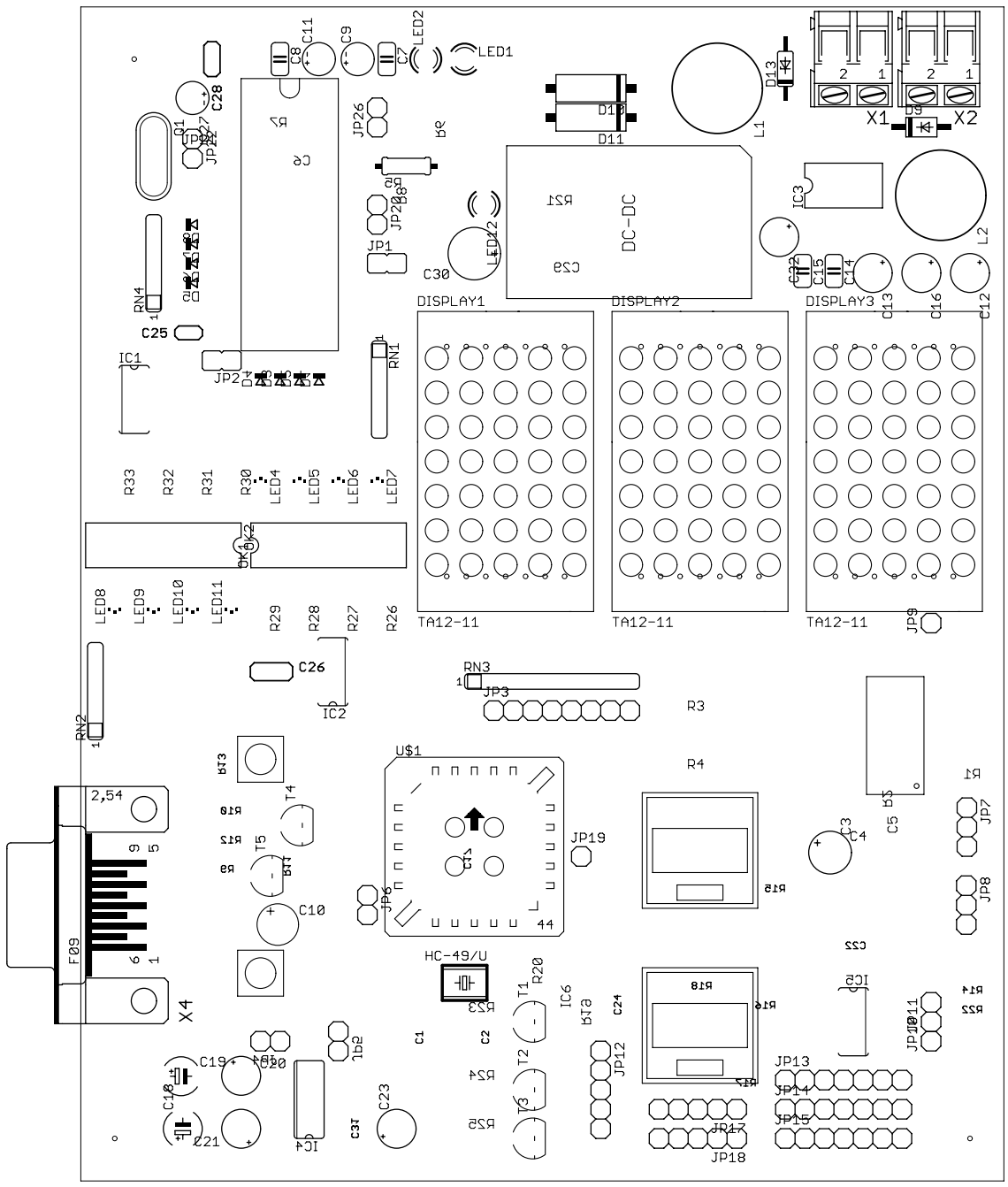
**Príloha č. 1 Zostava modelu výťah**



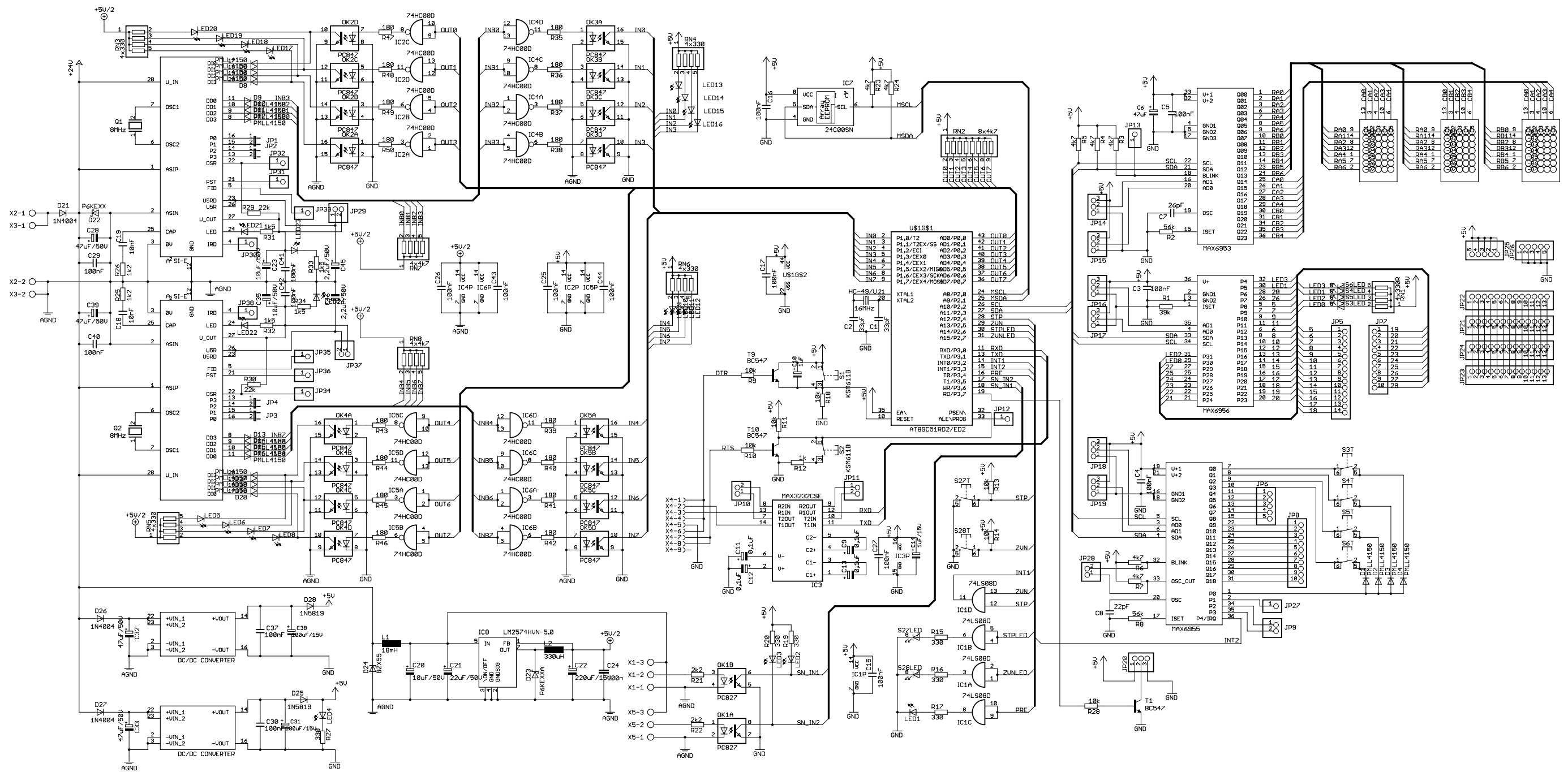
Príloha č. 2 Elektrická schéma zapojenia ovládača na poschodí



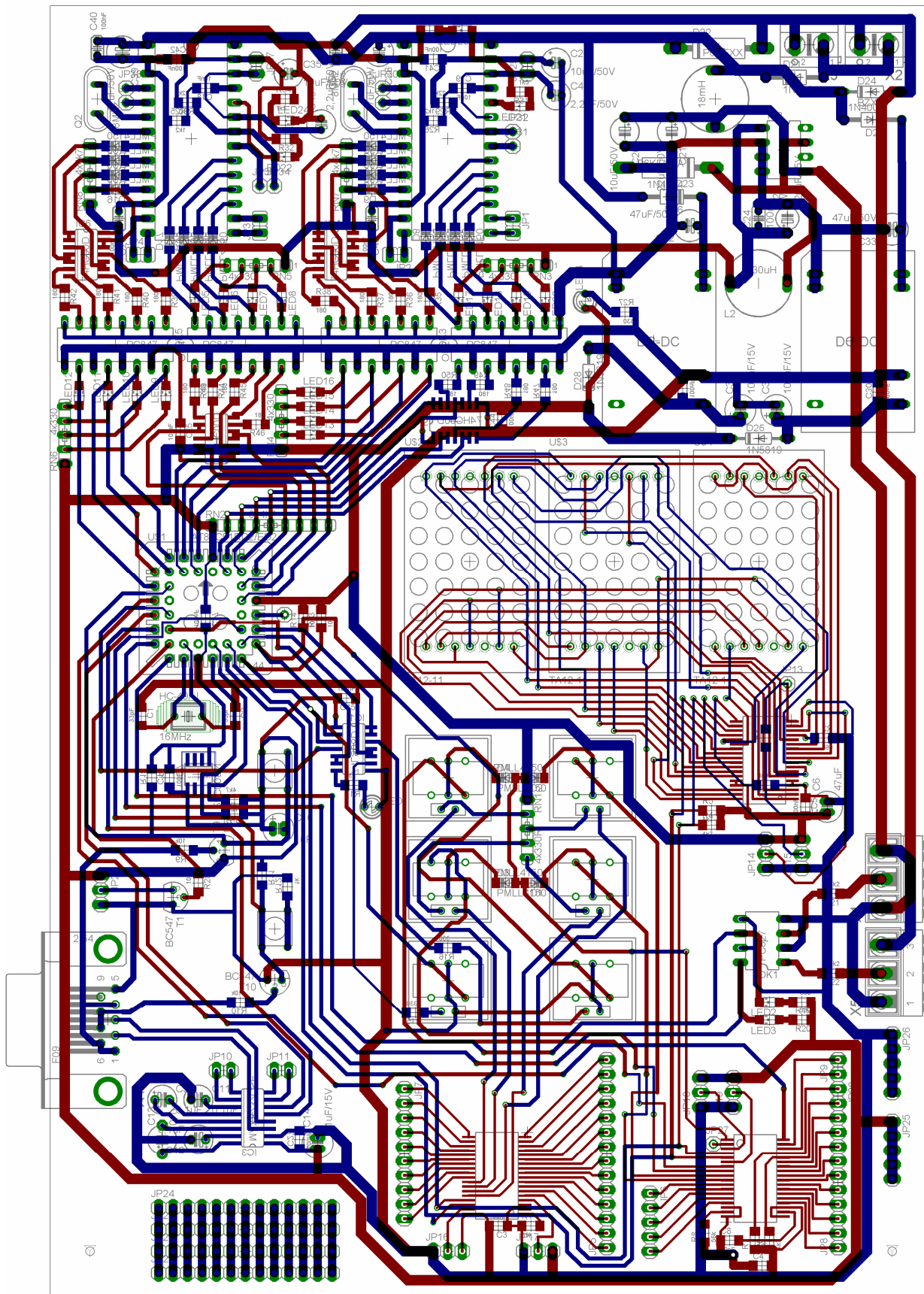
Príloha č. 3 Doska plošného spoja ovládača na poschodí



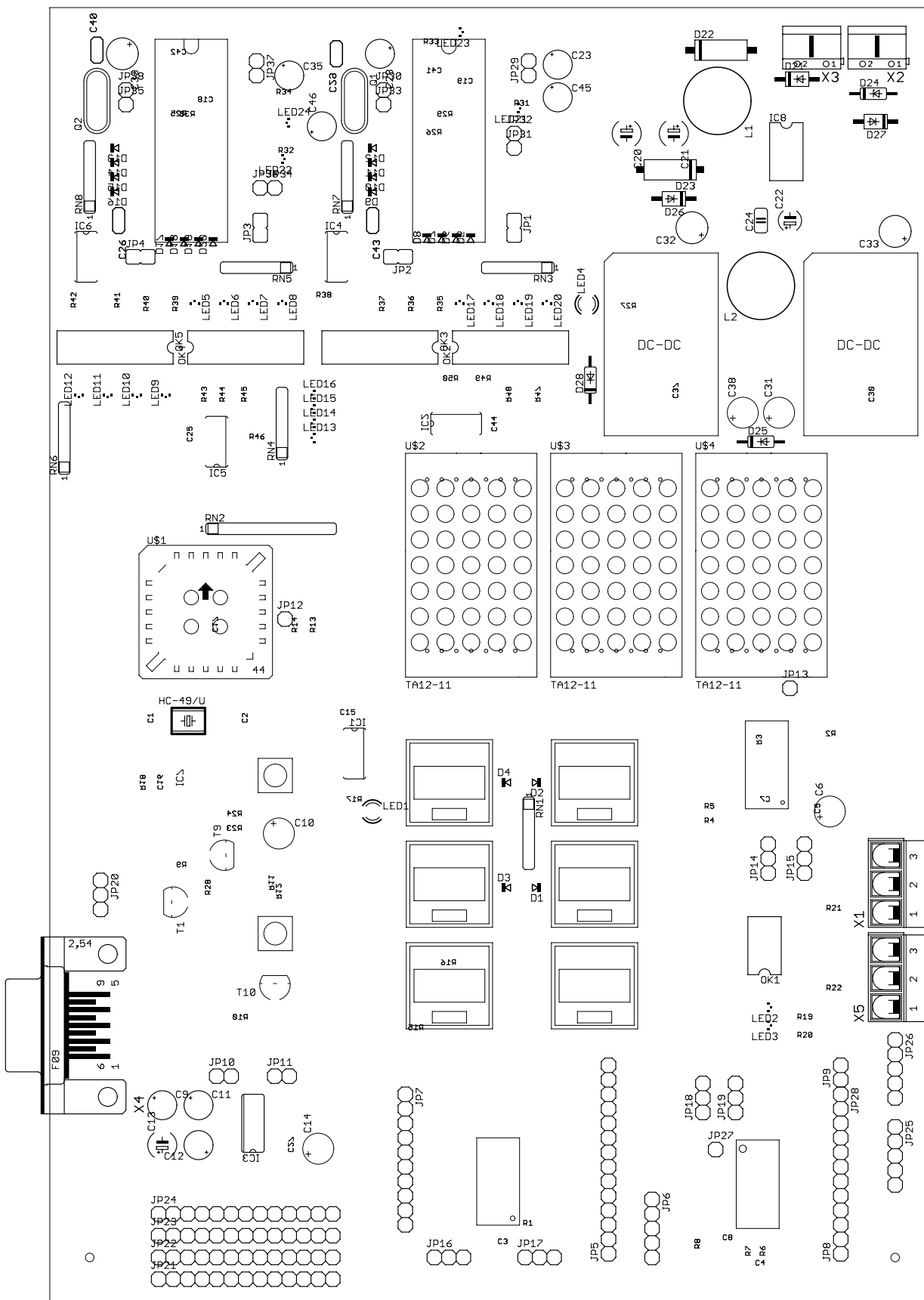
Príloha č. 4 Osadzovací plán pre dosku ovládača na poschodí



Príloha č. 5 Elektrická schéma zapojenia ovládača kabíny

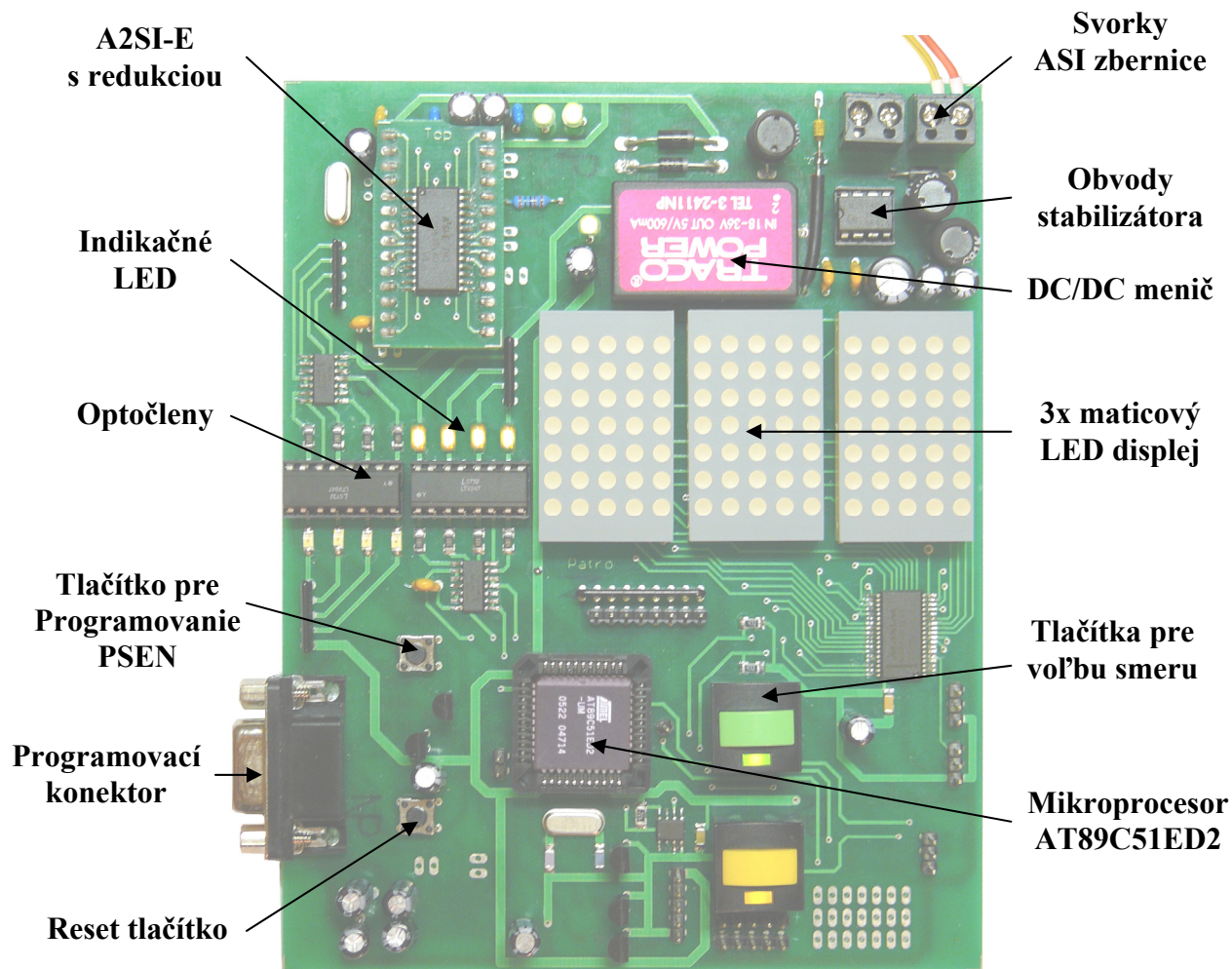


Príloha č. 6 Doska plošného spoja ovládača v kabíne

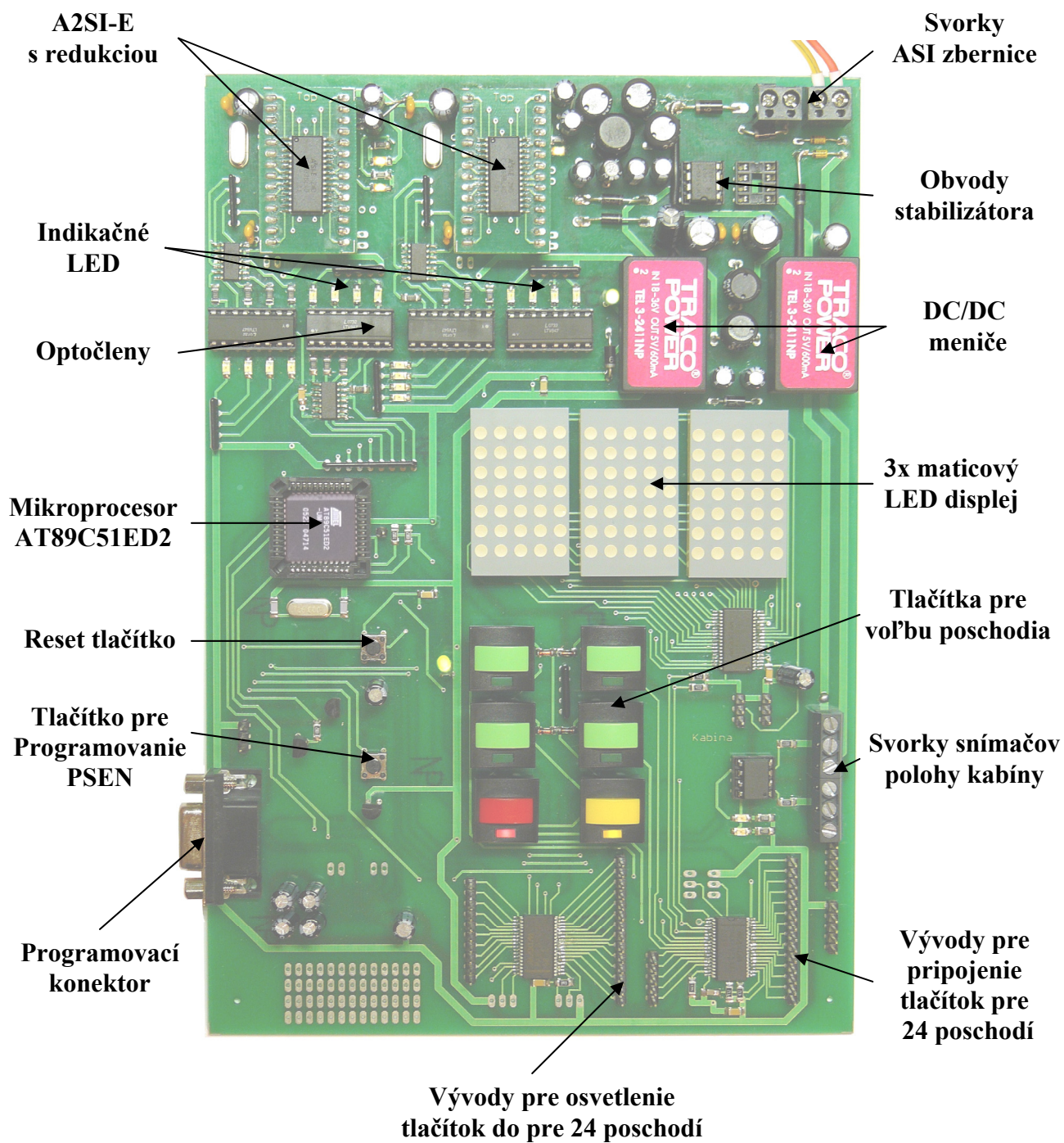


Príloha č. 7 Osadzovací plán pre dosku ovládača v kabíne





Príloha č. 8 Fotka ovládača na poschodí



**Príloha č. 9 Fotka ovládača kabíny**