

Optimalizace elektrické zkoušky a nastavení optických parametrů automobilového světlometu

Bc. Martin Papica

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin Papica**
Osobní číslo: **A12409**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Optimalizace elektrické zkoušky a nastavení optických parametrů automobilového světlometu**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerší na téma zkoušení automobilových světlometů se zaměřením na zkoušku, která je předmětem této práce.
2. Navrhněte vylepšení stávajícího zařízení v oblasti měření proudu a napětí podle požadavků zadavatele s využitím digitálního zpracování dat.
3. Realizujte navržená vylepšení.
4. Ověřte provedené úpravy a zhodnoťte dosažené výsledky

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. CATSOULIS, John. **Designing Embedded Hardware**. Sebastopol: OReilly Media, 2005. ISBN 978-0-596-00755-3.
2. FROHN, M. **Elektronika**. 1. české vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2006, 479 s. ISBN 80-730-0123-3.
3. KREJČIŘÍK, A. **Napájecí zdroje I.díl: polovodičové součástky a základní zapojení**. 1. české vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2006, 350 s. ISBN 80-860-5602-3.
4. PINKER, Jiří. **Mikroprocesory a mikropočítače**. Praha: BEN – technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0110-1.
5. ŠMEJKAL, Ladislav. **PLC a automatizace: polovodičové součástky a základní zapojení**. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005, 350 s. ISBN 80-730-0087-3.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Dolinay, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Konzultant:

Ing. Ondřej Kaluža

externí pracovník

Datum zadání diplomové práce:

7. března 2014

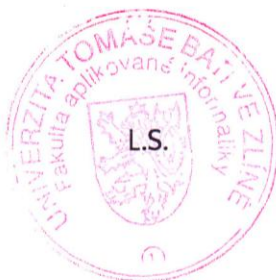
Termín odevzdání diplomové práce:

11. června 2014

Ve Zlíně dne 7. března 2014

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- Že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je zpracování literární rešerše na téma zkoušení elektrických a optických parametrů automobilového světlometu, analýza současného stavu testovacího zařízení a realizace nového zdroje pro napájení světlometu s využitím digitálního zpracování dat.

Praktická část se skládá z hardwarového návrhu zdroje, popisu použité digitální regulace, popisu řídicího PLC, popisu použitého softwarového vybavení, návrhu programu a zhodnocení dosažených výsledků.

Klíčová slova: testování světlometů, popis světlometů, pohybové servomechanismy světlometů, elektronické zařízení světlometů, elektrická zkouška, PLC, digitální měření napětí a proudu, ADAM, Modbus, IQ Works

ABSTRACT

The aim of this thesis is the literature review on the topic of testing electrical and optical parameters of an automotive headlight, analysis of the current state of testing equipment and the realization of a new power supply for the headlight using a digital data processing.

The practical part consists of the hardware design of the power supply, a description of the digital control, PLC control description, description of used software, program design and evaluation of results.

Keywords: testing headlights, headlights description, servo motor for headlights, electronic devices of headlights, electrical test, PLC, digital voltage and current measurements, ADAM, Modbus, IQ Works

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Janu Dolinayovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytl během řešení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Ondřeji Kalužovi za velmi cenné rady, připomínky a ochotu se podělit o své zkušenosti. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat mému spolužákovi Bc. Lukáši Kratinovi za pomoc při řešení problémů, které se vyskytly v průběhu tvorby této práce a rodině za poskytnutou podporu.

„Co slyším, to zapomenu. Co vidím, si pamatuji. Co si vyzkouším, tomu rozumím.“

Konfucius

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SVĚTLOMETU	10
1.1 OPTICKÉ ROZDĚLENÍ	10
1.1.1 Zdroj světla.....	10
1.1.2 Funkční prvky	12
1.2 FUNKČNÍ ROZDĚLENÍ.....	14
1.2.1 Typy reflektorů.....	14
1.2.2 Mechanická realizace reflektorů	15
1.2.3 Ostatní zařízení světlometu	19
2 POPIS ELEKTRICKÉ ZKOUŠKY	24
2.1 POSTUP ELEKTRICKÉ ZKOUŠKY NA PRACOVÍŠTI HELLA.....	25
3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STROJE	28
3.1 URČENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
4 NÁVRH HARDWARE	31
4.1 VOLBA MĚŘICÍCH PRVKŮ.....	31
4.2 NÁVRH MODULU PRO REGULACI.....	32
4.3 VOLBA ZDROJE PRO PŘEDREGULACI.....	33
4.4 KONEČNÁ VERZE HARDWAROVÉHO NÁVRHU	34
5 POPIS PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU	35
5.1 PLC MITSUBISHI MELSEC ŘADY Q.....	36
6 POUŽITÉ SW NÁSTROJE	41
6.1 ADAMAPAX .NET UTILITY	41
6.2 IQ WORKS.....	42
6.2.1 GX Works2	42
6.2.2 GT Designer3	44
7 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ	46
7.1 FUNKČNÍ BLOK: FB_LAMBDA.....	47
7.1.1 Funkční blok: FB_LAMBDA_ADAM.....	49
7.1.2 Funkční blok: FB_LAMBDA_CURRENT.....	51
7.1.3 Funkční blok: FB_LAMBDA_PID.....	53
8 OVĚŘENÍ FUNKCE NOVÉHO ZAŘÍZENÍ	56
8.1 APLIKACE ZAŘÍZENÍ V ELEKTRICKÉ ZKOUŠCE	56
8.2 APLIKACE ZAŘÍZENÍ V KRÁTKÉ ELEKTRICKÉ ZKOUŠCE.....	57
8.3 APLIKACE ZAŘÍZENÍ V TEMNÉ KOMOŘE.....	57
9 ZÁVĚR	58
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	62
SEZNAM OBRÁZKŮ	64

ÚVOD

Všechny současné automobilové světlomety obsahují spoustu elektroniky a různé funkce, které bychom si před několika lety asi jen těžko představili. Pokud zavzpomínáme na první světlomety plnící pouze funkci osvětlení, urazil tento průmysl velký kus cesty.

Pohled na osvětlení bývá často prvním místem, na kterém utkví zrak pozorovatele, což vyžaduje pečlivý návrh designu a také správnou volbu jeho vybavení. Standardně je obsaženo několik světelných okruhů s použitím nejrůznějších typů zdrojů světla, servomotorů zajišťujících směr osvětlení a obvodů pro jejich obsluhu.

Díky vývoji nových technologií se začalo od standardních žárovek odstupovat a využívá se modernějších prostředků, ať už xenonových výbojek nebo výkonových LED (Light-Emitting Diode). Nástup těchto součástí znamenal velké změny v konstrukci světlometu i ve způsobu jeho řízení.

Pro řízení funkcí světlometu ve vlastním automobilu se převážně používají datové linky, mezi nejznámější patří CAN bus a LIN bus. S nástupem datových sběrnic se snížil počet potřebných vodičů a konektorů, což se kladně projevilo při návrhu jednotlivých komponent a lepších technických vlastností. Jejich další výhodou je možnost diagnostiky chodu celého automobilu.

Samotná výroba světlometu je složena z několika technologických postupů a pro jeho finální podobu je potřeba zajistit splnění požadavků daných předpisy a normami. Během své životnosti je světlomet vystavován náročným provozním podmínkám, a proto je nutné zajistit jeho těsnost, mechanickou stabilitu, elektrickou funkčnost a světelnou funkčnost. Pro ověření těchto provozních parametrů mají výrobní závody své zkušební zařízení, kterými tyto parametry kontrolují. Úkolem této diplomové práce je inovace zkušebního zařízení v oblasti regulace a měření elektrických parametrů světlometu. Tato inovace je nutná z důvodu zavedení světelných LED zdrojů. Z principu LED vyplývá nutnost přesného měření elektrických a optických parametrů. Tento požadavek je nutný, protože světlomet obsahuje velké množství výkonových LED, které musí mít stejné parametry. Rozptyl parametrů je značný a tento výběr a párování se provádí hlavně při výrobě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SVĚTLOMETU

Automobil je obvykle opatřen třemi typy světlometů – přední, zadní a přídatné. Přední světlomet je zdrojem světla potřebného pro jízdu a obsahuje také výstražná a informační zařízení. Zadní svítidla je složena z výstražných a informačních světelných zdrojů. Přídatný světlomet obsahuje prvky pro zlepšení komfortu a bezpečnosti jízdy za ztížených podmínek. Mezi tyto podmínky patří mlha, sněžení a hustý déšť.

1.1 Optické rozdělení

Rozdělení světlometu podle optických vlastností.

1.1.1 Zdroj světla

Světlometry se rozlišují dle typu použitého zdroje světla. Vývoj těchto zdrojů přispívá ke zlepšení konstrukčních, provozních a bezpečnostních vlastností světlometu. Moderní světlometry jsou navrhovány kombinací základních typů zdrojů.

a) Halogenová žárovka

Jedná se o skleněnou baňku naplněnou párami jódu a bromu. Uvnitř baňky je wolframové vlákno, které se průchodem elektrického proudu rozžhává a vydává viditelné světlo. [2]



Obr. 1 – Halogenová žárovka [1]

b) Xenonová výbojka

Xenonová výbojka obsahuje vnitřní atmosféru ze směsi plynů, kde nejvíce převládá xenon. Vznik světla je způsoben elektrickým výbojem mezi dvěma elektrodami, což je stejný princip jako u běžných zářivek. Startovací napětí těchto výbojek dosahuje hodnot vyšších než 20 kV. Pro dosažení tohoto napětí se využívá vysokonapěťového měniče.

Ve srovnání s halogenovými žárovkami se vyznačují vyšší svítivostí, přirozenější teplotou světla (téměř jako denní světlo), menší spotřebou a delší životností. [2, 3]



Obr. 2 – Xenonová výbojka [1]

c) Výkonové LED

Výkonové LED jsou vylepšené klasické LED, dimenzované na vysoký světelný výkon a je jim třeba zajistit dostatečné chlazení. Stejně jako klasické diody obsahují jeden přechod P-N a v závislosti na složení polovodiče vyzařují určité spektrum záření. Složením lze dosáhnout různých barevných provedení s výjimkou bílé. Bílá je nejčastěji získávána využitím UV LED a žlutého luminoforu.

Tyto diody jsou velice výhodné svými malými rozměry, vysokou účinností, rychlou světelnou odezvou a dlouhou životností. Pro zajištění dostatečného světelného toku se používá většího množství diod. [2, 5]



Obr. 3 – Výkonová LED [4]

1.1.2 Funkční prvky

Obsahem světlometu jsou kromě hlavního světelného zdroje také přídavné prvky, které slouží k zajištění bezpečného provozu automobilu. Pro realizaci těchto prvků je využíváno klasických žárovek a LED. [22]

Výstražné světelné funkce

Pro zaznamenání změny řízení ostatními účastníky dopravního provozu slouží výstražné světelné funkce:

- 1) Směrová světla – oranžové barvy
- 2) Brzdová světla – červené barvy
- 3) Zpětná světla – bílé barvy



Obr. 4 – Zadní skupinová svítidla [6]

Informační funkce

Přední i zadní světlomet obsahuje informační prvky, jsou to tzv. poziční (obrysová) světla. U nákladních automobilů se používají jako přídavné svítidla.



Obr. 5 – Přídavná poziční svítidlo [6]

Doplňkové funkce

Pro jízdu automobilu ve dne se používá tzv. denní světlo (DRL), které není hlavním zdrojem osvětlení. Slouží k lepší identifikaci automobilu protijedzcem z důvodu zvýšení bezpečnosti dopravního provozu.



Obr. 6 – Denní světlo [6]

Přídavné funkce

Za snížené viditelnosti se používají tzv. mlhová světla, která zajišťují automobilu lepší viditelnost.



Obr. 7 – Přední mlhové světlo [6]

1.2 Funkční rozdělení

Rozdělení světlometu podle funkce.

1.2.1 Typy reflektorů

Historicky první světlometry měly pevné reflektory. S postupem vývoje se začaly vyrábět reflektory pohyblivé ve svislé ose, později i v ose vodorovné. [22]

Tlumený reflektor

Tlumený reflektor tvoří autonomní pohyblivou část světlometu, která se může pohybovat ve dvou osách – vodorovné a svislé. Tento pohyb je důležitý pro zachování polohy světelné stopy v závislosti na zatížení automobilu, nebo při jeho náklonu. Tato kompenzace polohy je realizována pomocí stejnosměrného (LWR) nebo střídavého (ISM) servomechanismu.

Poslední vývojové trendy směřují k instalaci pohybového mechanismu přímo v tělese světlometu. Tyto zařízení jsou řízeny po datové lince – nejčastěji sběrnici CAN. [22]



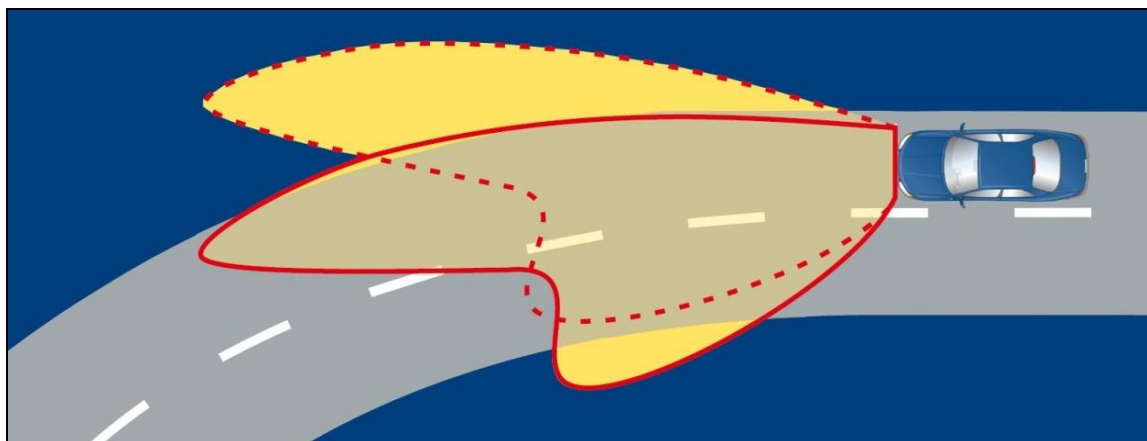
Obr. 8 – Xenonový reflektor s pohybovým mechanismem (kombinovaný) [7]

Dálkový reflektor

Světelná stopa dálkového reflektoru je vůči stopě tlumeného pevně definovaná.

Ostatní reflektory

Mezi ostatní reflektory patří mlhový a zatáčecí. Mlhový reflektor je pevný. Zatačecí reflektor může být pevný nebo pohyblivý ve vodorovné ose, a je nastavován v závislosti na natočení kol. [22]



Obr. 9 – Světelná stopa zatačecího reflektoru [8]

1.2.2 Mechanická realizace reflektorů

Přední světlomet musí obsahovat tlumený a dálkový reflektor. Jejich realizace se liší typem použitého zdroje světla a typem umístění ve světlometu. Reflektory mohou být umístěny samostatně nebo kombinovaně. [22]

Tlumený a dálkový reflektor – každý samostatně

a) Žárovka – žárovka

Světlomet obsahuje dva samostatné reflektory, z nichž každý obsahuje halogenovou žárovku. Každý reflektor má specifickou geometrii, která ovlivňuje směr světelného toku. [22]



Obr. 10 – Světlomet s reflektory žárovka – žárovka [22]

b) Xenon – žárovka

Tlumený reflektor je realizován pomocí xenonové výbojky a dálkový pomocí halogenové žárovky.



Obr. 11 – Světlomet s reflektory xenon – žárovka [22]

c) LED - LED

Oba typy reflektorů jsou realizovány výkonovými LED.



Obr. 12 – Světlomet s reflektory LED – LED [20]

Tlumený a dálkový reflektor – kombinovaný

a) Jedna žárovka – dvě vlákna

Reflektor je realizován pomocí jedné dvouvláknové žárovky, kde je jedno vlákno určené pro dálkovou a druhé (přistíněné) pro tlumenou. Nevýhodou je, že při prasknutí jednoho vlákna je nutné vyměnit celou žárovku.



Obr. 13 – Světlomet s kombinovaným reflektorem:
dvouvláknová žárovka [22]

b) Bi-xenon

Reflektor je složen z xenonového modulu a tzv. clonky. Clonka je plechový výlisek používající se pro přepínání tlumeného světla na dálkové. Ovládání tohoto mechanismu se provádí pomocí elektromagnetu. [22]



Obr. 14 – Světlomet s kombinovaným reflektorem: Bi-xenon [22]

c) LED matice

Oba typy reflektorů jsou realizovány LED maticí. Jejich potřebná geometrie je zajištěna přepínáním jednotlivých LED segmentů. Světlomet neobsahuje pohyblivé díly a poskytuje funkci tzv. inteligentního osvětlení. [19, 22]



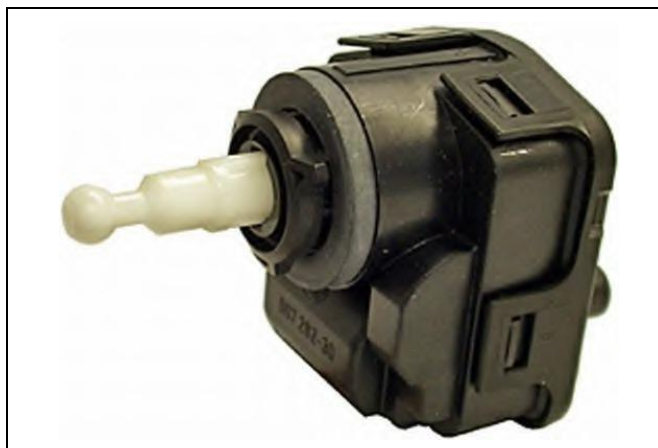
Obr. 15 – Světlomet s kombinovaným reflektorem: LED matice [21]

1.2.3 Ostatní zařízení světlometu

Pro správný chod všech funkcí světlometu jsou jeho součástí další přídatná zařízení.

Pohybové servomechanismy

Pro zajištění změny polohy reflektorů se používají stejnosměrné (LWR) a střídavé (ISM) typy servomechanismů.

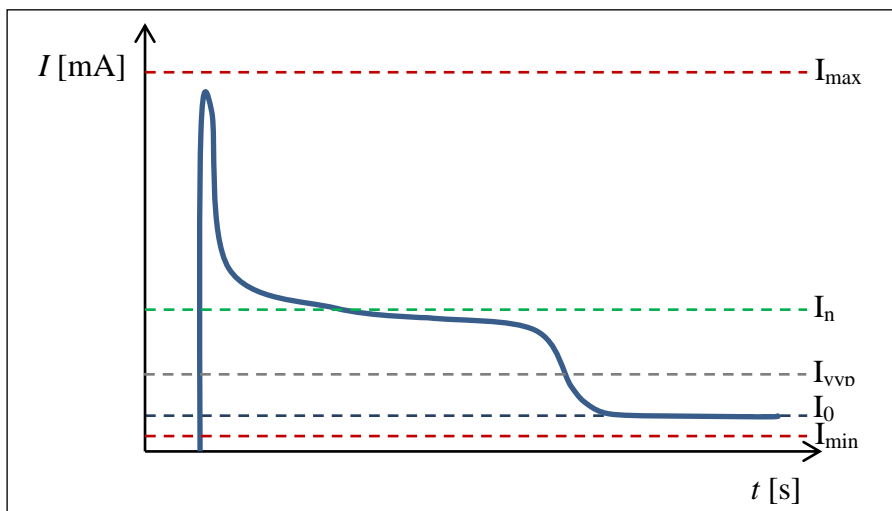


Obr. 16 – Pohybový servomechanismus LWR [9]

DC pohon (LWR)

Základem je nastavení hodnoty napájecího napětí pohonu – vyskytuje se 12V a 24V varianta.

Pro zjištění provozního stavu pohonu se využívá proudové charakteristiky, která má následující tvar (Obr. 17).



Obr. 17 – Proudová charakteristika LWR

Při rozběhu pohonu prudce stoupne proud a kontroluje se, zda nepřesáhne definovanou maximální hodnotu I_{max} . Následuje jeho prudký pokles a ustálení na nominální hodnotě I_n . V tomto stavu probíhá plynulá změna polohy pohonu. Poté co dosáhne cílové polohy, proud klesne na hodnotu I_0 (klidový proud) a v této poloze setrvá do další změny, nebo odpojení napájení.

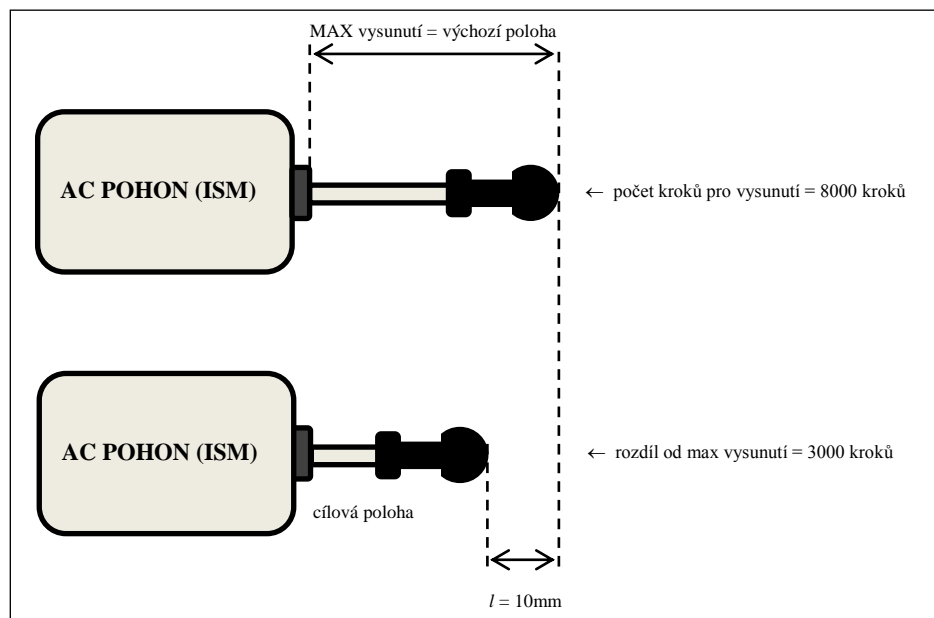
Hodnota I_{vyp} se volí zhruba trojnásobek klidového proudu I_0 a slouží jako rozpoznávací hranice vypnutého pohonu.

Hodnota I_{min} se volí jako poloviční hodnota klidového proudu I_0 a slouží pro detekci přerušení proudového okruhu. [22]

AC pohon (ISM)

Je to pohon realizovaný pomocí krokového motorku a od předchozího typu (LWR) se liší v tom, že nepodává informaci o své poloze.

Pro nastavení cílové polohy je ho tedy potřeba nastavit do výchozí polohy (minimální/maximální vysunutí) a z této polohy posunout o tolik kroků, kolik je k dosažení žádané vzdálenosti potřeba. Příklad nastavení ISM pohonu do cílové polohy je zobrazen na obrázku (Obr. 18).



Obr. 18 – Příklad nastavení AC pohonu (ISM)

Horní část obrázku znázorňuje vysunutí pohonu do výchozí polohy, která je zde při maximálním vysunutí. Pro provedení tohoto posunu je potřeba vykonat 8000 kroků. Pokud

by byl pohon vysunutý v polovině, bylo by potřeba vykonat pouze 4000 kroků, což znamená, že zbylých 4000 kroků by stál motorek ve výchozí poloze.

Díky tomu, že se pohon nachází ve výchozí poloze, je možné provést posun do cílové polohy. Toho se docílí otočením motoru o 3000 krokových otáček opačným směrem. [22]

Elektronická zařízení

Mezi další přídavná zařízení patří přídavné elektronické moduly potřebné pro provoz elektroniky světlometu.

EVG – předřadník xenonu

Tento modul obsahuje dva měniče napětí. První měnič slouží pro zapálení oblouku. Vyrábí napětí nutné pro ionizaci plynu ve výbojkové trubici. Toto napětí je řádově 20 kV DC. Druhý měnič je výkonový. Jeho napětí je cca 85V AC, příkon je 35 W, v úspornější verzi 25 W. V modernějších verzích světlometu je tento modul ovládán po datové lince CAN bus. [22]



Obr. 19 – EVG – předřadník xenonu

LTM – ovládání LED

Modul pro řízení denního a pozičního osvětlení realizovaného pomocí LED. LED jsou nelineární prvek a tento modul vytváří vhodný typ napájecího napětí. Režim tohoto světla je dvojitý. První je denní světlo a druhý je poziční světlo. Přepínání režimu se provádí buď logickým signálem nebo pomocí PWM. Frekvence PWM impulzů je 100 Hz, 100% střída nastavuje DRL a 10% střída poziční svícení. [22]



Obr. 20 – LTM – ovládání LED

LEIMO - napájecí modul

Modul pro řízení krokových motorů, které ovládají posuv světlometu ve vodorovné a svislé rovině. Někdy je součástí i řízení zatáčecího reflektoru s funkcí PWM. Řízení modulu je realizováno po datové lince CAN bus. [22]



Obr. 21 – LEIMO – napájecí modul

LED LEIMO - napájecí modul výkonových LED

Tento modul obsahuje zdroje elektrické energie pro napájení výkonových LED čipů. Je řízeno několik čipů, jejichž vzájemnou kombinací se dosahuje vlastností odpovídajícím příslušným reflektorům. Řízení tohoto modulu je opět po datové lince CAN bus.

Poslední verze ovládání LED světlometu je nazvaná „Matrix“. Soustava LED čipů vytváří funkce reflektoru tlumená, dálková, mlhová a zatáčecí. Přepínání funkcí reflektorů je prováděno automaticky bez zásahu řidiče na základě dat získaných z tzv. přehledového radaru. [22]



Obr. 22 – LED LEIMO – napájecí modul
výkonových LED

Hydraulické prvky

Hydraulické prvky nepatří mezi standardní vybavení světlometu. Speciální typy obsahují ostřikovače světel. Toto zařízení obsahuje píst poháněný vodou a zároveň trysku pro ostřikování skel světlometu.

Při elektrické zkoušce se testuje koncová poloha výsuvu trysky, která je vyhodnocována snímačem. Místo kapaliny je zde využitý vzduch. [22]



Obr. 23 – Ostřikovač světel [10]

2 POPIS ELEKTRICKÉ ZKOUŠKY

Účelem elektrické zkoušky je zkontrolovat všechny elektrické parametry prvků světlometu, prověřit všechny body pohybové trajektorie servopohonů (svislý a vodorovný pohyb), nastavit světelné stopy do předepsaných poloh a zkontrolovat funkce přídatných zařízení.



Obr. 24 – Elektrická zkouška

2.1 Postup elektrické zkoušky na pracovišti HELLA

Součástí montážní linky, na které se kompletují světlometry je i pracoviště zvané „Elektrická zkouška“. Toto pracoviště je umístěno na konci (technologickém) montážní linky.

Posloupnost činností zkoušky se skládá z těchto kroků [22]:

- 1) Identifikace měřeného světlometu čtečkou čárových kódů
- 2) Kontrola elektrických parametrů komponentů
- 3) Kontrola a nastavení tlumeného reflektoru
- 4) Kontrola a nastavení dálkového reflektoru
- 5) Kontrola mlhového reflektoru
- 6) Kontrola zatáčecího reflektoru

Ad 1) Identifikace měřeného světlometu čtečkou čárových kódů

Průběh automatického cyklu zkoušky začíná umístěním testovaného světlometu do přípravku a stisknutím tlačítka „Start“. Zkouška identifikuje měřený světlomet a nastaví všechny potřebné parametry pro provedení zkoušky. Poté se spustí tzv. automatický cyklus, kdy zařízení upne světlomet a připojí kontaktovací hlavici.

Ad 2) Kontrola elektrických parametrů komponentů

V tomto kroku probíhá měření příkonu jednotlivých výstražných a informačních zdrojů. V současné chvíli probíhá i nastavení pohybových servomechanismů do výchozích poloh a kontrola hydraulických prvků.

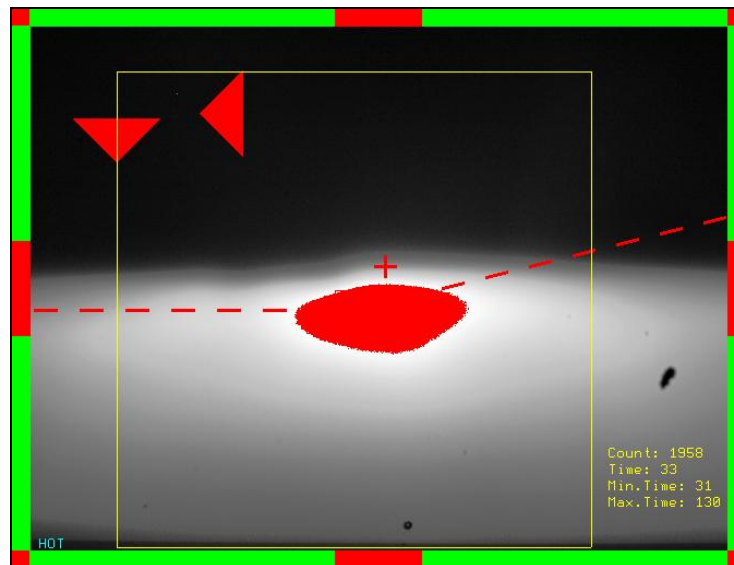
Pokud naměřené hodnoty odpovídají předepsaným hranicím, zařízení pokračuje dalším krokem. Pokud splněny nejsou, automatický cyklus se zastaví, objeví se výstražné znamení a na panelu se zobrazí popis chyb.

Ad 3) Kontrola a nastavení tlumeného reflektoru

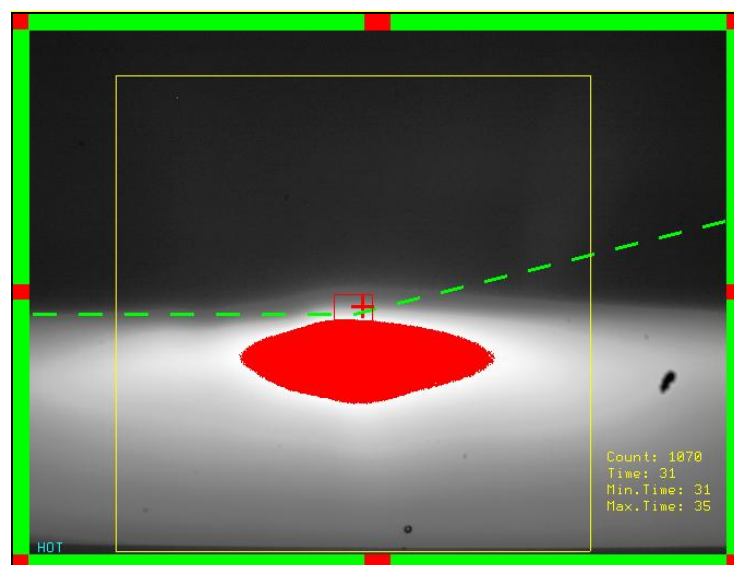
Tento krok je rozdělen do čtyř částí. V první části probíhá měření příkonu tlumeného světla, ve druhé se nastavuje výchozí poloha jeho světelné stopy, ve třetí probíhá kontrola všech bodů pohybové trajektorie a ve čtvrté nastavení reflektoru do výchozích poloh.

Při měření příkonu je nutné dodržovat předepsané normy, které uvádí dobu ustálení jednotlivých zdrojů, po které je možné hodnotu příkonu určit. Určení příkonu je provedeno součinem měřeného proudu a napětí. Doba ustálení pro halogenovou žárovku je 2 s a pro xenonovou výbojku 10 s.

Nastavení světelné stopy se provádí pomocí servopohonů VISICON, kontrola intenzit osvětlení předepsaných bodů zařízením VISICON.



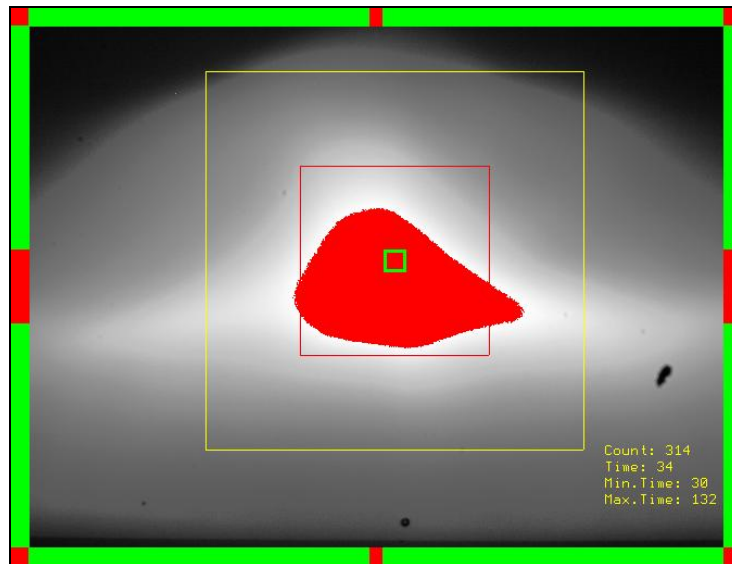
Obr. 25 – VISICON: Identifikace polohy světelné stopy



Obr. 26 – VISICON: Dosažení požadované polohy světelné stopy

Ad 4) Kontrola a nastavení dálkového reflektoru

Nejdříve je provedena kontrola příkonu dálkového světla. Poté je třeba rozlišit, zda se jedná o pevný či pohyblivý reflektor (viz identifikace světlometu). U pevného reflektoru je provedena pouze kontrola světelné stopy měřením intenzit v předepsaných bodech. U pohyblivého je před kontrolou nutné nastavit světelnou stopu do výchozí polohy.



Obr. 27 – VISICON: Kontrola polohy světelné stopy

Ad 5) Kontrola a nastavení mlhového reflektoru

Nejdříve je provedena kontrola příkonu mlhového světla a poté kontrola světelné stopy měřením intenzit v předepsaných bodech.

Ad 6) Kontrola a nastavení zatáčecího reflektoru

Nejdříve je provedena kontrola příkonu zatáčecího světla a poté kontrola světelné stopy měřením intenzit v předepsaných bodech.

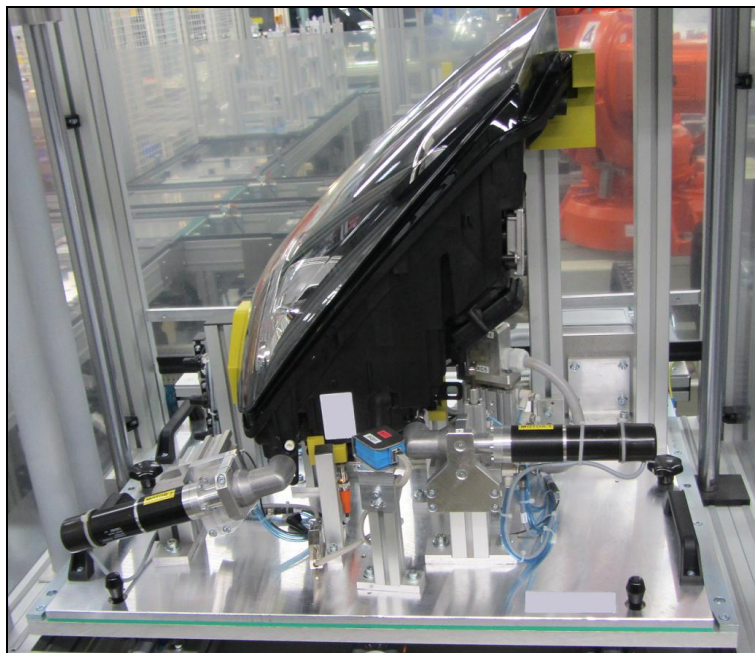
3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STROJE

Elektrická zkouška je realizována ve formě jednoúčelového stroje. Zdrojem el. energie pro toto zařízení je jednofázová síť 230 V 50 Hz. Stroj potřebuje ke svému chodu také přívod tlakového vzduchu (max. 6 Bar).

Obsahem stroje jsou tyto základní prvky:

- *PLC Mitsubishi MELSEC typu Q* – řízení chodu celého stroje
- *Mitsubishi GOT (dotykový panel HMI)* – komunikace člověk/stroj
- *VISICON: Optická kabina, PC, klávesnice, monitor* – zpracování obrazu světelné stopy a řízení servopohonů pro nastavení světelných ploch
- *Dva pulzní zdroje DC napětí 0–26 V 10A* – napájení žárovek, xenonů, LED a ostatních el. prvků
- *Pulzní zdroje DC napětí 12 V, 24 V* – ovládací napětí

Tento stroj je univerzální pro různé typy a varianty světlometů. Pro konkrétní typ je určen tzv. přípravek, který se zasouvá do střední části stroje.



Obr. 28 – Elektrická zkouška – přípravek se světlometem

3.1 Určení cílů diplomové práce

S nástupem výkonových LED v automobilových světlometech vzniká požadavek přesnějšího měření el. parametrů světlometu (U, I, P). Hlavní problém spočívá v dálkovém měření napětí, které je nutno měřit co nejlíže vlastnímu spotřebiči (úbytek napětí po vedení). Tento požadavek se dá řešit dvěma způsoby:

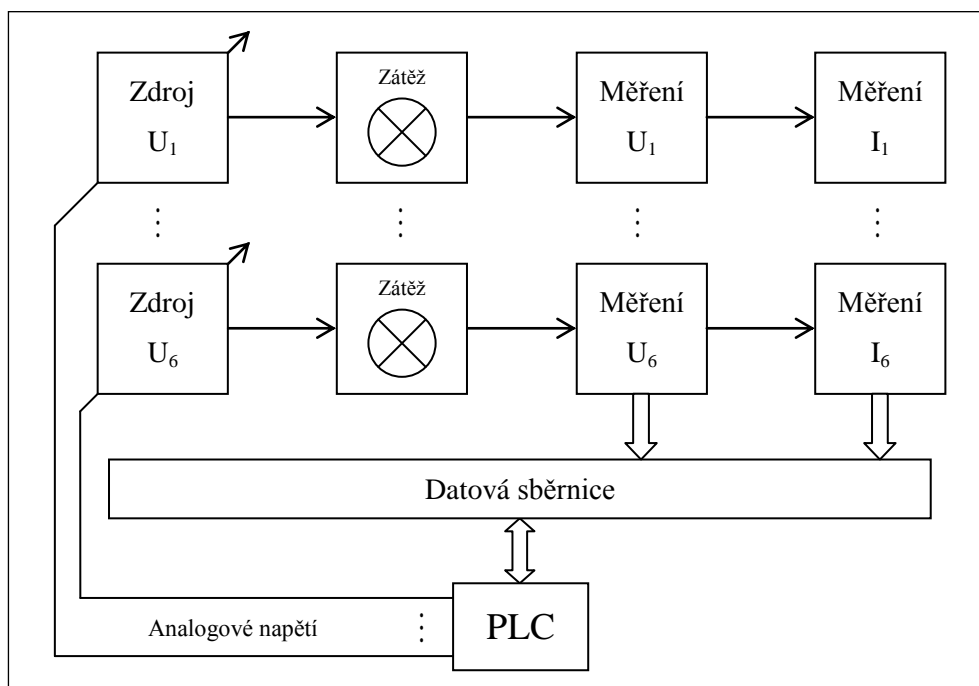
- a) Analogově
- b) Digitálně

V této diplomové práci je řešena realizace zdroje pro napájení světlometu digitálním způsobem. Toto řešení se nabízí vzhledem ke stávajícímu trendu digitalizace procesů jako např. přenos dat DVB-T, zpracování obrazu, přenos zvuku, mobilní technologie atd. Tento trend převažuje ve všech světových firmách jako Siemens, Mitsubishi, NI, ABB, Weidmüller apod.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH HARDWARE

Návrh zařízení byl založen na výběru vhodného hardwaru, který by splňoval všechny požadavky pro zajištění bezproblémového a kvalitního provozu. Analýzou elektrického zapojení světloometu bylo zvoleno šest samostatných proudových okruhů. Blokové schéma výchozího návrhu je zobrazeno na Obr. 29.



Obr. 29 – Blokové schéma – výchozí návrh

4.1 Volba měřících prvků

Základním prvkem pro realizaci hardwarového návrhu byla volba zařízení pro měření proudu a napětí. Výběr byl orientovaný na typy obsahující galvanicky oddělené měřící okruhy (tzv. plovoucí/diferenciální vstupy).

Ze sortimentu měřících modulů tento požadavek nejlépe splnil měřící modul ADAM od firmy Advantech. Použitý modul obsahuje 8 galvanicky oddělených 16 bitových A/D převodníků. Konfigurace jednotlivých převodníků se provádí pomocí utility (viz kapitola 6.1), která je součástí balení modulu. Komunikace s řídicím PLC je po sériové sběrnici standardu RS-485 s protokolem MODBUS RTU. [11]

Napájecí napětí modulu je 24 V. Pro zajištění bezproblémového chodu modulu je vhodné propojit svorku SG se signálovou zemí komunikační sběrnice.



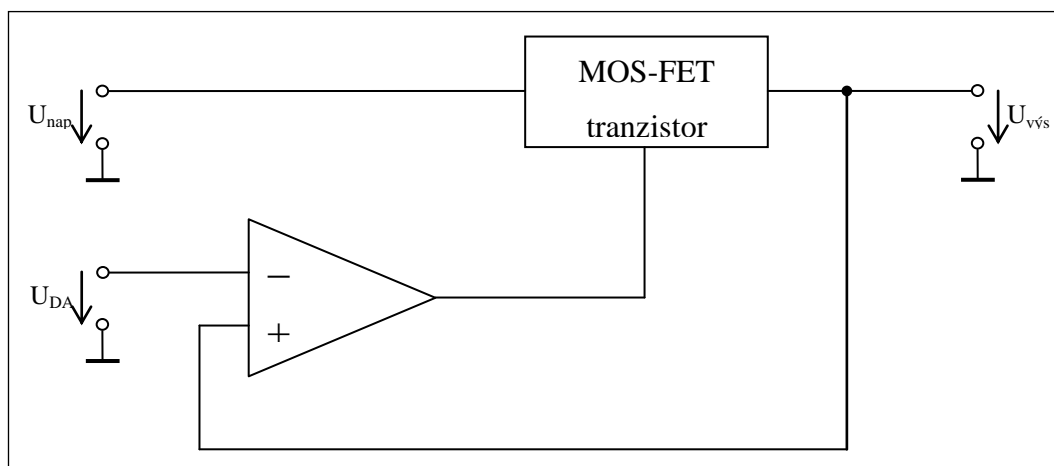
Obr. 30 – Měřicí modul ADAM [11]

4.2 Návrh modulu pro regulaci

Původní myšlenka regulace byla realizována pomocí šesti samostatně řízených napěťových pulzních zdrojů. Výsledné výstupní zvlnění však bylo příliš velké. Na základě dosažených výsledků byl zvolen analogový regulátor realizovaný pomocí výkonového MOS-FET tranzistoru. Hlavním důvodem této volby bylo téměř „nulové“ zvlnění výstupního napětí. Pro snížení výkonové ztráty (tepla) se ukázala být nejvhodnější předregulace. [23, 24]

Pro elektrickou zkoušku je zapotřebí dvou napěťových úrovní 12 V a 24 V. Aby na tranzistorech nevznikala velká výkonová ztráta, nastavuje se jejich napájecí napětí pouze o 2–3 V vyšší, než je požadované testovací napětí. Testovací napětí je definováno normami. Pro napěťovou úroveň 12 V je stanoveno na 13,2 V a pro úroveň 24 V na 28 V.

Řízení samotného MOS-FET tranzistoru je realizováno operačním zesilovačem, který je ovládán analogovým signálem z D/A převodníku (PLC).



Obr. 31 – Principiální schéma regulačního modulu

Při praktické realizaci se ukázalo vhodné umístit bočník pro měření proudu přímo na modul regulátoru. Úbytek napětí na bočniku (měřený proud) je zpracováván analogovým kanálem modulu ADAM.

4.3 Volba zdroje pro předregulaci

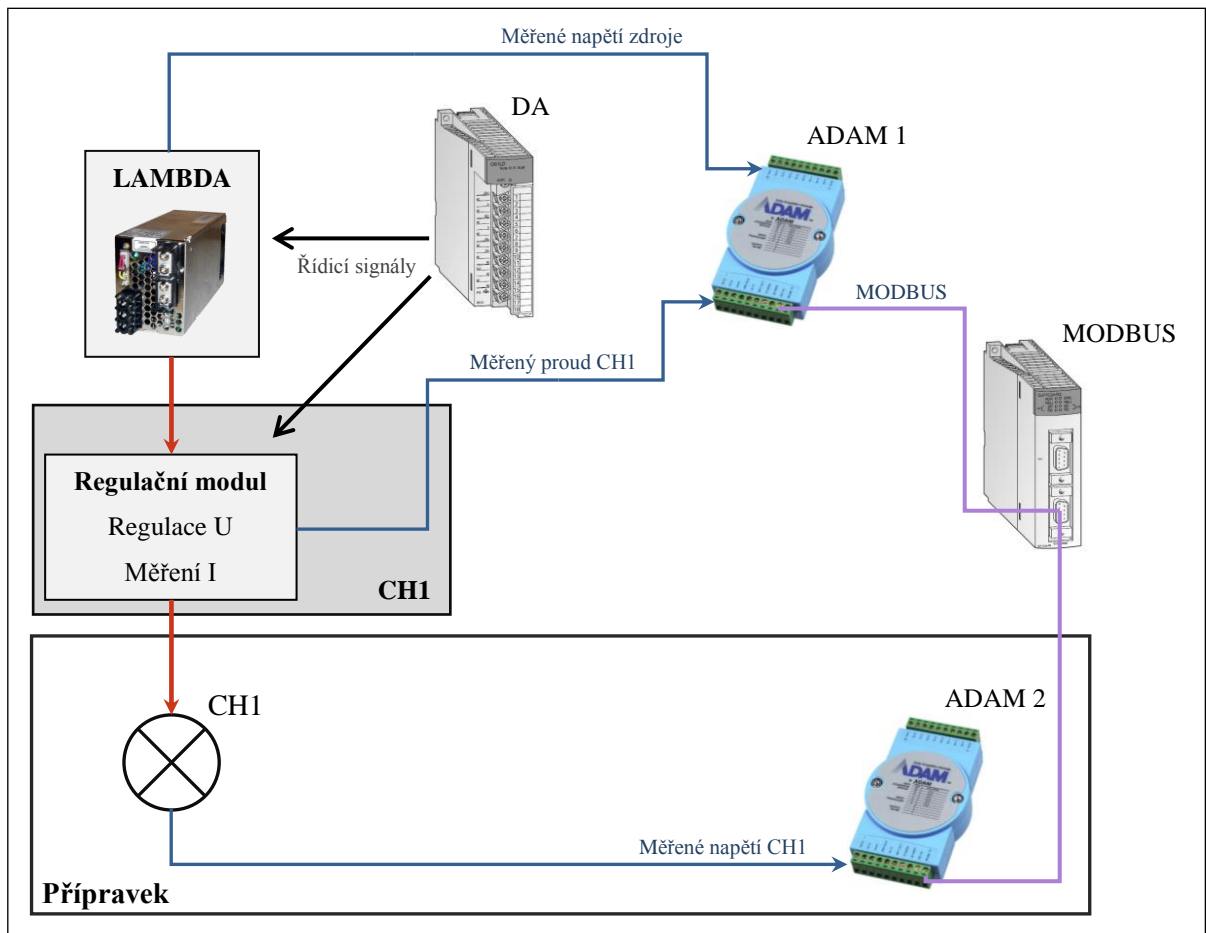
Hlavním požadavkem na zdroj pro předregulaci byla možnost přepínání mezi dvěma úrovněmi napětí 17 V a 30 V. Výkonově bylo třeba pokrýt oblast do úrovně 10 A. Těmto požadavkům nejlépe vyhovoval spínaný zdroj TDK–Lambda HWS300, který pracuje v rozsahu 0–30V, 14 A. Řízení zdroje je analogovým signálem z D/A převodníku. [12]



Obr. 32 – Zdroj Lambda HWS300 [12]

4.4 Konečná verze hardwarového návrhu

Konečná verze hardwarového návrhu je znázorněna ve schématu (Obr. 33). Pro přehlednost je zakreslen pouze první regulační kanál (CH1). Zapojení ostatních kanálů je totožné.



Obr. 33 – Schéma konečné verze hardwarového návrhu

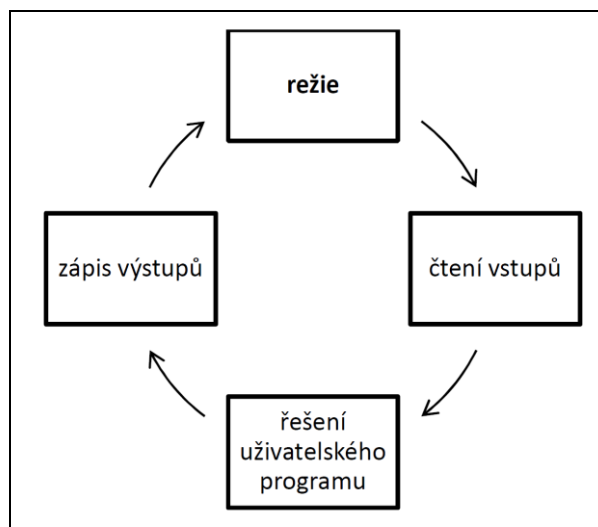
Regulátor je softwarově realizován algoritmem PID regulace na PLC. Po nastavení žádané hodnoty je vypočítán akční zásah, který ovládá D/A převodník. Se vzrůstajícím akčním zásahem stoupá výstupní napětí D/A převodníku, kterým se otevírá MOS-FET tranzistor regulačního modulu a zátěži protéká proud. Regulační modul je napájen zdrojem Lambda, jehož výstupní napětí je měřeno modulem „ADAM 1“. Tento modul je použitý i pro měření proudu zátěže. Napětí na zátěži je měřeno modulem „ADAM 2“ a slouží jako zpětná vazba PID regulátoru.

5 POPIS PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU

Programovatelný logický automat označovaný jako PLC (Programmable Logic Controller) je v průmyslové automatizaci využíván pro řešení komplexních úloh v reálném čase. Mezi jeho velké výhody patří snadná změna uživatelského programu a spolehlivost provozu v průmyslovém prostředí. Průmyslové prostředí klade zvýšené nároky na odolnost proti vibracím, prachu, výkyvům teplot a ostatním rušivým elementům.

Pro PLC je charakteristické cyklické zpracování algoritmů a možnost snadné implementace do technologických procesů.

Cyklické vykonávání programu se oproti jinému programovacímu systému liší tím, že se po konci programu nemusí vrátit jeho vykonávání opět na začátek. Během této tzv. otočky (viz Obr. 34) se nejdříve provedou režijní operace systému, které se skládají z aktualizací systémových proměnných, řízení komunikace apod. Poté jsou sejmuty obrazy fyzických vstupů a uloží se do paměti. Následně proběhne vykonání požadovaného programu a na závěr jsou výstupy zapsány fyzicky. [13, 14]



Obr. 34 – Otočka cyklu [13]

Implementace do technologických procesů je zajištěna převážně pomocí digitálních nebo analogových vstupních a výstupních jednotek.

Z hlediska konstrukce se PLC dělí na kompaktní a modulární.

Kompaktní systém obsahuje v jednom pouzdře všechny potřebné komponenty, jako CPU, I/O zařízení, komunikační prostředky a v některých případech i zdroj.

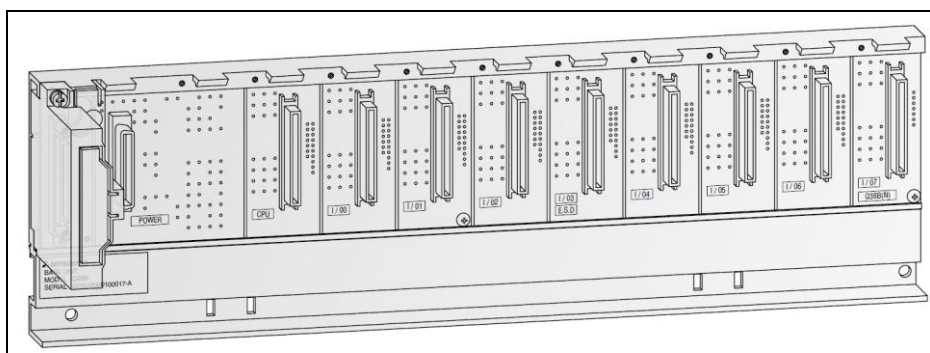
Modulární systém má jednotlivé komponenty rozděleny do modulů, které se připojují do základní sběrnice. Kombinací těchto modulů je snadné provést konfiguraci PLC dle konkrétní aplikace. [14]

5.1 PLC Mitsubishi MELSEC řady Q

V této práci je použitý modulární systém Mitsubishi MELSEC řady Q. V této kapitole je uveden popis nejdůležitějších částí potřebných pro realizaci regulátoru.

Základní sběrnice (Main Base Unit) Q38B-E

Je to základní stavební jednotka modulárního PLC. Jednotka obsahuje interní napájecí sběrnici, systémovou komunikační sběrnici, sloty pro připojení modulů a jeden slot pro připojení rozšiřující jednotky (Extension Base Unit). [15]

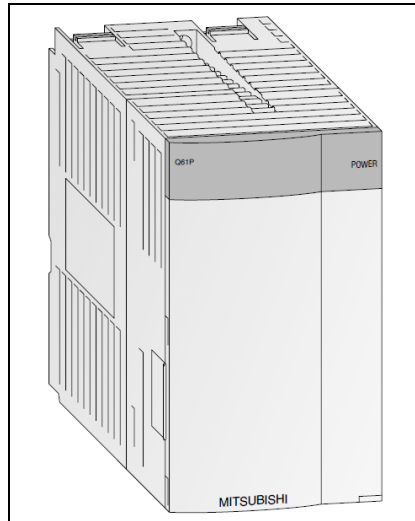


Obr. 35 – Základní sběrnice Q38B-E [14]

První dva sloty jsou předem určené pro připojení napájecího zdroje (POWER) a procesoru (CPU). Následujících 8 slotů (I/00 – I/07) je volně použitelných.

Napájecí zdroj (Power Supply Module) Q61P

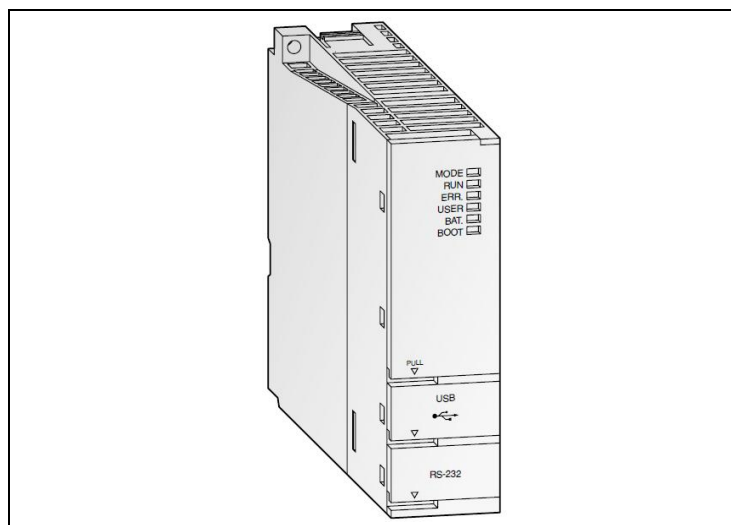
Napájecí zdroj slouží k napájení všech funkčních jednotek umístěných na základní sběrnici. Zdroj je napájen střídavým napětím o velikosti 100–240 V 50 Hz a je schopen zatížení jmenovitým výstupním proudem 6 A při napětí 5 V. [14]



Obr. 36 – Napájecí zdroj Q61P [14]

Centrální procesorová jednotka (CPU) Q03UDCPU

Centrální procesorová jednotka zastupuje inteligentní část PLC. Zpracovává soubor instrukcí a zajišťuje veškeré komunikační funkce.



Obr. 37 – Centrální procesorová jednotka Q03UDCPU [15]

Jedná se o multiprocesorový modul, který je schopen adresovat až 4096 vstupů a 8192 výstupů.

Obsahuje paměti typu RAM, ROM a FLASH. Paměť RAM je navíc zálohována baterií pro uchování obsahu vnitřních proměnných. Celková kapacita paměti je 32 MB, z čehož pro program lze využít pouze 30 000 kroků (120 kB).

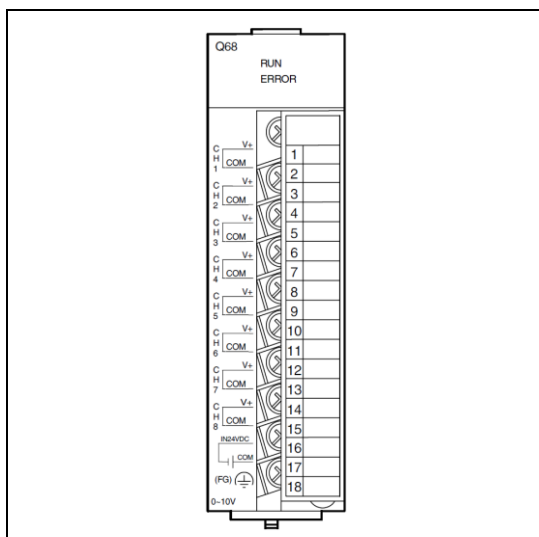
Rychlost procesoru je určena dobou vykonání jedné logické instrukce, u tohoto modulu je rovna 20 ns.

Jednotka obsahuje autodiagnostické funkce pro detekci chyb CPU, Watch Dog, detekci poruchy baterie, programovou kontrolu, detekci poruchy paměti, detekci poruch zdroje napájení a detekci selhání pojistky.

Propojení modulu s operátorským panelem nebo programovacím počítačem je dostupné pomocí integrovaných rozhraní sběrnic USB a RS-232. [15]

D/A převodník (Analog Output Module) Q68DAVN

Jedná se o 8 kanálový převodník digitálních hodnot na analogový napěťový signál. Výstupní napětí je v rozsahu -10V DC – +10 V DC. Velikost adresového prostoru modulu je 16 bitů a je řazen do kategorie tzv. inteligentních modulů.



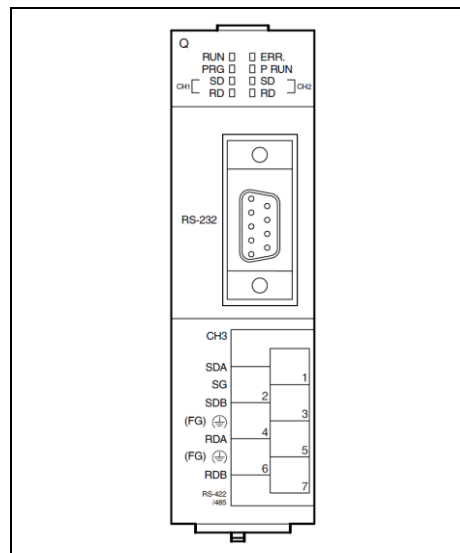
Obr. 38 – D/A převodník Q68DAVN [14]

Maximální rozlišení výstupního napětí je 0,333 mV a maximální zatěžovací proud ± 12 mA. Doba převodu je 80 μ s na kanál.

Modul vyžaduje napájení pomocí externího zdroje s výstupním napětím 24 V DC. Výstupní kanály jsou od tohoto zdroje izolovány a jsou tak lépe odolné vůči rušení a zkratu při nesprávném zapojení kabeláže. [15]

Modbus (Interface module) QJ71MB91

Je to sériový komunikační modul umožňující komunikaci s periferiemi přes standardní rozhraní RS-232 a RS-422/485 pomocí protokolu Modbus. Velikost adresového prostoru modulu je 32 bitů a je řazen do kategorie tzv. inteligentních modulů. [14]



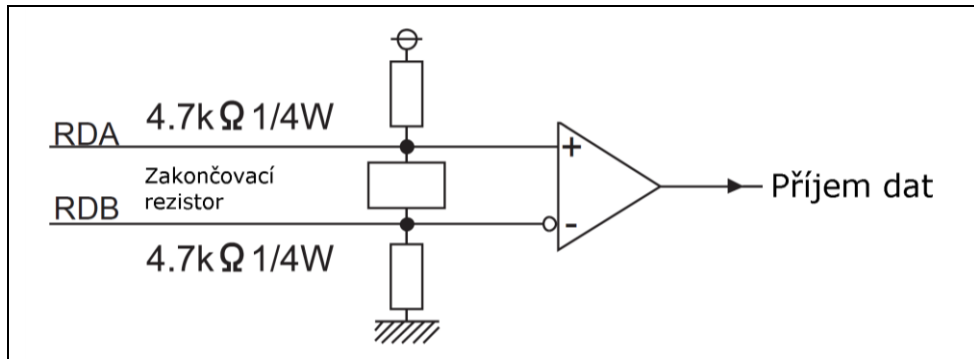
Obr. 39 – Modbus QJ71MB91 [14]

Při použití rozhraní RS-485 je maximální možná délka sběrnice 1200 m a maximální rychlost přenosu 115200 bps. Pro zajištění korektního přenosu může se vzrůstající vzdáleností nastat potřeba snížení přenosové rychlosti. Modul podporuje sériové vysílání v režimech RTU a ASCII.

Dle definice RS-485 jsou zařízení zapojovány sběrnicově a komunikují pomocí modelu Master/Slave. V této práci je PLC nastaveno v režimu Master a ostatní jednotky v režimu Slave. Maximální počet Slave jednotek je omezen na 32. [18]

Přenosové médium je realizováno pomocí kroucené dvojlinky. Na obou koncích tohoto vedení se nachází zakončovací rezistory tlumící odrazy signálu. Velikost těchto rezistorů odpovídá impedanci vedení, která je v tomto případě 120 Ω . Výhodou páru kroucených vodičů je zvýšená odolnost proti elektromagnetickému rušení a menší vyzařování užitečného signálu do okolí. Při kombinaci těchto výhod s diferenciálním přenosem sběrnice je možné dosahovat vysokých rychlostí i při velkých vzdálenostech. [17]

Pro zajištění klidové úrovně se ukázalo jako užitečné připojit mezi svorky RDA a RDB přídavné pull-up/down rezistory (viz Obr. 40). Zapojení slouží jako prevence proti vadnému příjmu dat cílovým zařízením. [18]



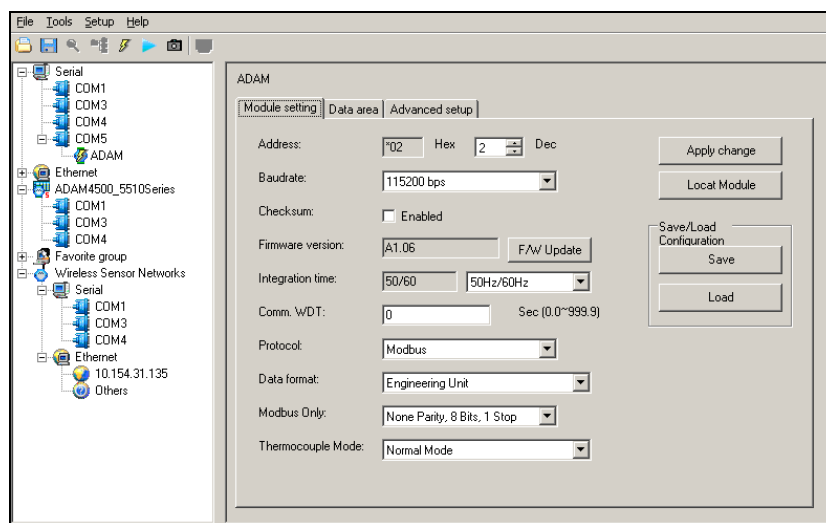
Obr. 40 – Preventivní zapojení cílového zařízení sběrnice RS-485 [18]

6 POUŽITÉ SW NÁSTROJE

Při tvorbě praktické části byly využívány následující softwarové nástroje.

6.1 AdamApax .NET Utility

Utilita AdamApax .NET slouží k nastavení parametrů modulu Adam z počítače. Propojení se provádí pomocí převodníku fyzické vrstvy z rozhraní RS-485 na RS-232. Pro spojení je nutné správně nastavit COM port v nabídce „Serial“ a poté vyhledat cílové zařízení.



Obr. 41 – AdamApax .NET Utility

Po volbě zařízení jsou k dispozici 3 záložky:

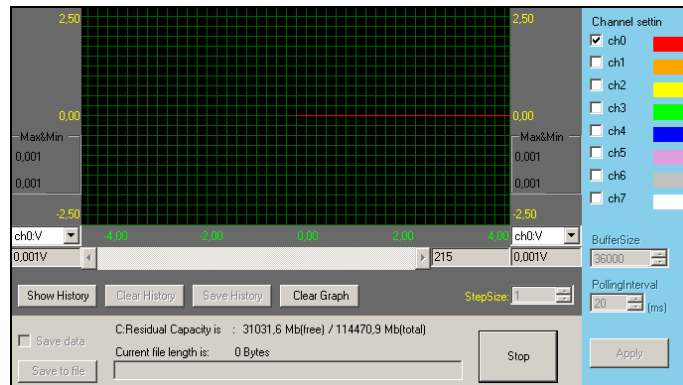
a) Module setting

Slouží k nastavení komunikačních vlastností modulu a jeho adresy. Dále je zde možné uložení/načtení zálohy konfigurace modulu. Provádění změn v této záložce je povoleno pouze po přepnutí přepínače modulu do polohy „Init“.

b) Data area

Záložka pro nastavení funkce a rozsahu vstupních kanálů. Každý kanál může mít rozdílné parametry, nebo může být při nevyužití deaktivovaný.

Tlačítko „Trend Log“ umožňuje grafické vykreslení naměřených dat a jejich export.



Obr. 42 – Vykreslení dat pomocí Trend Log

c) Advanced setup

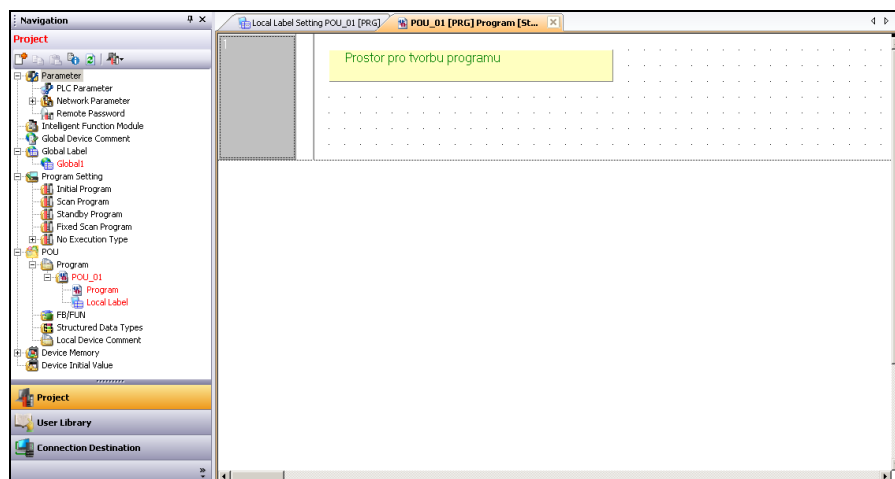
Používá se pro nastavení softwarové filtrace dat. Záložka je přístupná pouze po přepnutí přepínače modulu do polohy „Init“.

6.2 IQ Works

Softwarová sada IQ Works obsahuje nástroje potřebné pro programování PLC a operátorských panelů. Mezi nejdůležitější patří GX Works2 a GT Designer3.

6.2.1 GX Works2

Jedná se o nástroj pro programování PLC. Při vytváření nového projektu je možné vybrat ze dvou typů projektů. Simple project je možné programovat pomocí jazyků Ladder a SFC. Structured project je možné programovat pomocí jazyků Ladder, ST, SFC, Structured Ladder/FBD, IL a Not Specify. Tato práce byla tvořena pomocí jazyku Structured Ladder/FBD.



Obr. 43 – Programovací nástroj GX Works2

V navigační oblasti se nachází tyto základní nabídky:

a) Parameter

Tato nabídka slouží k nastavení PLC parametrů. Nastavuje se zde např. přiřazení paměti pro jednotlivé typy registrů, adresace funkčních modulů nebo nastavení síťových parametrů.

b) Intelligent Function Module

Slouží ke správě Inteligentních funkčních modulů. Každý z těchto modulů obsahuje různé přepínače a parametry. Seskupení modulů v této nabídce pomáhá programátorovi při orientaci a změně parametrů.

c) Global Label

Jedná se o správu globálních proměnných. Do této nabídky je možné přidávat proměnné různých tříd a datových typů. Výhodou je možnost práce s proměnnými v podobě buněk známých z programu MS Excel.

d) Program setting

Každá část programu, která se během chodu PLC má vykonat musí být zařazena zde. Nabídka je rozdělena do více podnabídek, z nich každá má specifický charakter.

e) POU

V této nabídce se organizují všechny vytvořené části programu. Každé vytvořené POU může být napsáno kterýmkoliv z dostupných programovacích jazyků. Každému POU je navíc přiřazen „Local Label“ což je list pro správu lokálních proměnných.

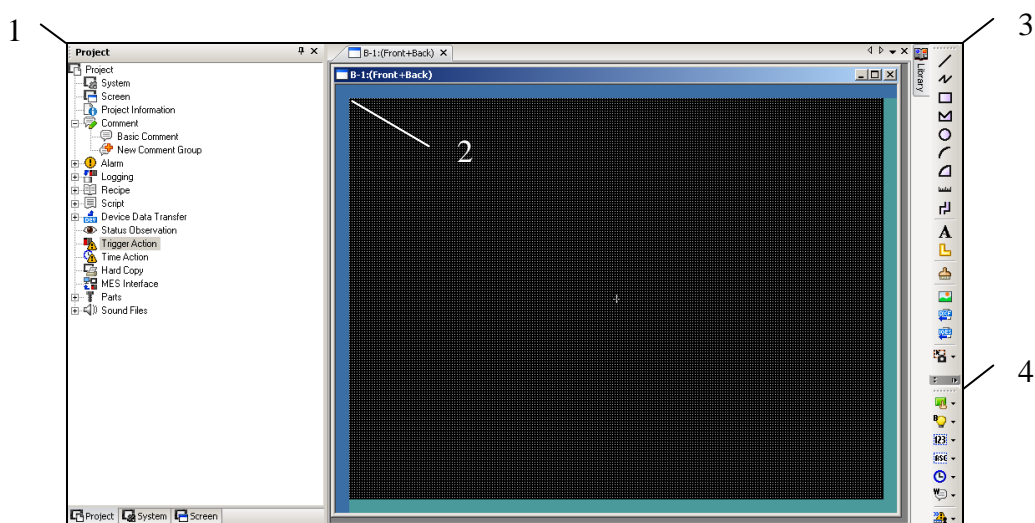
Mezi důležité podnabídky se řadí FB/FUN a Structured Data Types. FB /FUN slouží pro tvorbu funkcí a funkčních bloků, Structured Data Types pro tvorbu strukturovaných datových typů.

Software obsahuje veškeré potřebné nástroje pro komplexní tvorbu programu. Mezi tyto nástroje patří například debugger, online monitoring nebo PLC simulátor.

6.2.2 GT Designer3

Jedná se o nástroj pro programování operátorských panelů. Při vytváření nového projektu se spustí wizard, který se postará o intuitivní nastavení typu panelu, počtu barev, komunikace a ovladačů.

Software obsahuje všechny součásti potřebné pro programování operátorských panelů a jejich komunikaci s PLC.



Obr. 44 – Programovací nástroj GT Designer3

Na obrázku (Obr. 45) jsou očíslovány následující části nástroje:

1) Navigační oblast

V navigační oblasti se nachází tyto základní nabídky:

- System – nastavení parametrů panelu
- Screen – správa obrazovek panelu
- Comment – správa komentářů a jejich skupin

2) Obrazovka panelu

Prostor pro tvorbu obrazovky operátorského panelu.

3) Panel nástrojů – Figure

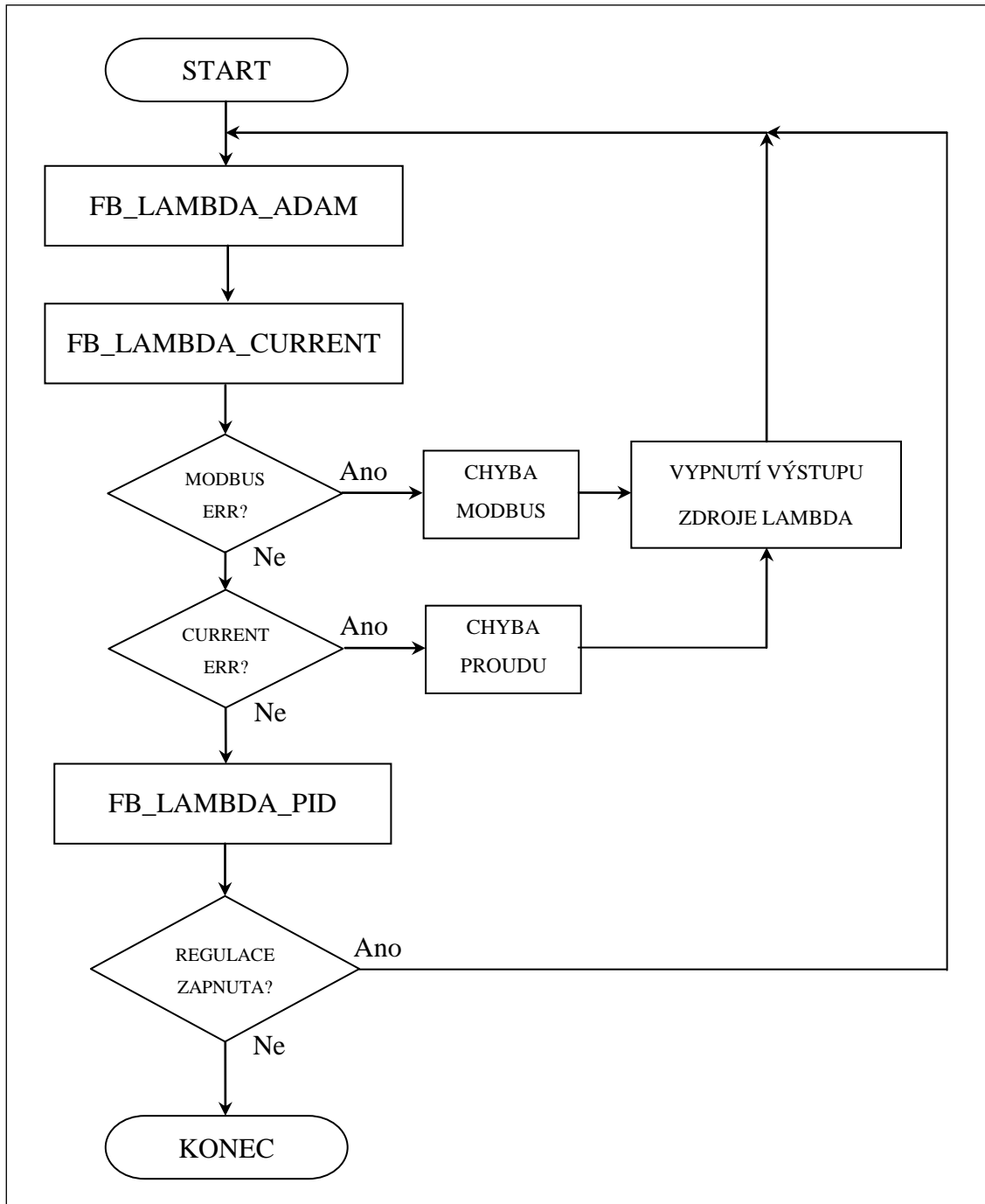
Panel nástrojů pro tvorbu obrazovky složený převážně z kreslicích a popisovacích nástrojů.

4) Panel nástrojů – Object

Panel nástrojů pro tvorbu obrazovky složený z funkčních tlačítek a zobrazovačů.

7 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Z popisu funkce navrženého regulátoru vyplynul vývojový diagram, dle kterého byl program sestaven. Zjednodušená verze tohoto diagramu je zobrazena na obrázku (Obr. 45).



Obr. 45 – Zjednodušený vývojový diagram regulátoru

Algoritmus začíná provedením funkčního bloku „FB_LAMBDA_ADAM“, který zpracovává příjem dat z modulů Adam a jejich převod do žádané formy. Následuje kontrola naměřených proudů pomocí funkčního bloku „FB_LAMBDA_CURRENT“. Pro

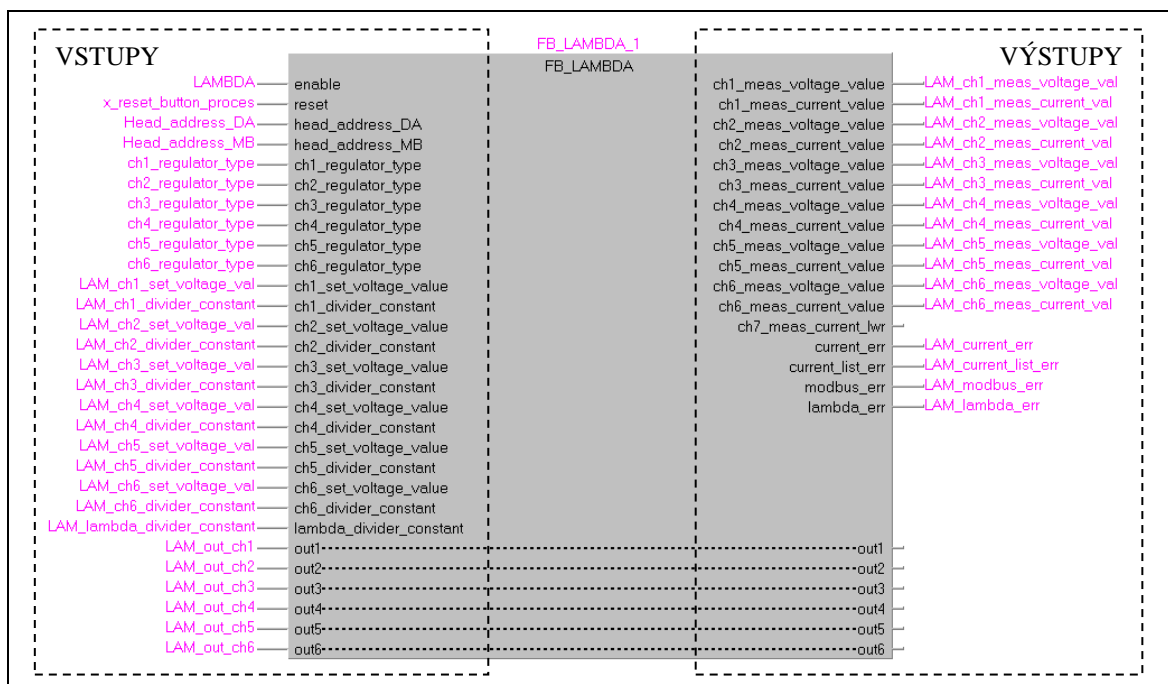
spuštění funkčního bloku „FB_LAMBDA_PID“ nesmí nastat chyba při komunikaci s moduly Adam (modbus_err) ani chyba detekující překročení meze povoleného proudu (current_err). Pokud některá z těchto chyb nastane, provede se její vyhlášení a nastavení výstupního napětí zdroje Lambda na hodnotu 0 V. Pokud žádná z chyb nenastane, provede se výše zmíněný funkční blok zajišťující regulaci napětí. Tento algoritmus je zpracováván ve smyčce po dobu zapnutí algoritmu regulace.

Při vyhlášení chyby je pro opětovné spuštění chodu nutné provést její potvrzení. Potvrzení se provádí tlačítkem „Potvrzení chyby“ umístěným na ovládacím panelu.

V následujících podkapitolách jsou podrobněji popsány použité funkční bloky.

7.1 Funkční blok: FB_LAMBDA

Funkční blok FB_LAMBDA je výstupním blokem této práce. Blok je složen ze vstupů a výstupů. Instance tohoto bloku je zobrazena na obrázku (Obr. 46).



Obr. 46 – Funkční blok: FB_LAMBDA

Popis vstupů:

- **enable** (datový typ: *Bit*)
 - *povolení spuštění bloku*
- **reset** (datový typ: *Bit*)
 - *reset bloku*
- **head_address_DA** (datový typ: *Word[Signed]*)
 - *adresa modulu D/A převodníku*
- **head_address_MB** (datový typ: *Word[Signed]*)
 - *adresa modulu Modbus*
- **ch*_regulator_type** (datový typ: *Word[Signed]*)
 - *nastavení typu regulátoru označeného kanálu*
- **ch*_set_voltage_value** (datový typ: *FLOAT[Single Precision]*)
 - *žádaná hodnota napětí označeného kanálu*
- **ch*_divider_constant** (datový typ: *FLOAT[Single Precision]*)
 - *přepočtová konstanta napěťového děliče označeného kanálu*
- **lambda_divider_constant** (datový typ: *FLOAT[Single Precision]*)
 - *přepočtová konstanta napěťového děliče – výstup zdroje Lambda*
- **out*** (datový typ: *Bit*)
 - *povolení označeného kanálu*

Popis výstupů:

- **ch*_meas_voltage_value** (datový typ: *FLOAT[Single Precision]*)
 - *měřené napětí označeného kanálu*
- **ch*_meas_current_value** (datový typ: *FLOAT[Single Precision]*)
 - *měřený proud označeného kanálu*
- **ch7_meas_current_lwr** (datový typ: *FLOAT[Single Precision]*)
 - *měřený proud lwr*
- **current_err** (datový typ: *Bit*)
 - *vyhlášení chyby proudu*

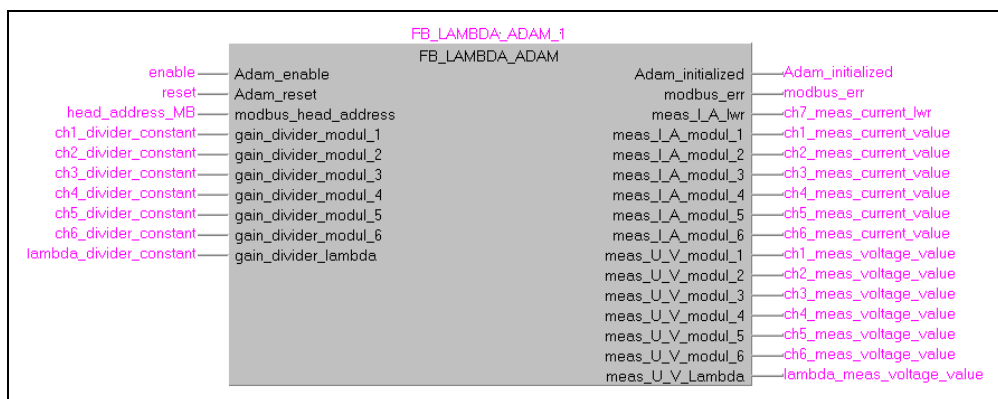
- *current_list_err* (datový typ: *Word[Signed]*)
 - výpis čísla kanálu vyhlášením chybu proudu
- *modbus_err* (datový typ: *Bit*)
 - vyhlášení chyby komunikace modulu Modbus
- *lambda_err* (datový typ: *Bit*)
 - vyhlášení chyby výstupního napětí zdroje Lambda

Vnitřní struktura tohoto funkčního bloku je složena z propojení „FB_LAMBDA_ADAM“, „FB_LAMBDA_CURRENT“ a „FB_LAMBDA_PID“.

7.1.1 Funkční blok: FB_LAMBDA_ADAM

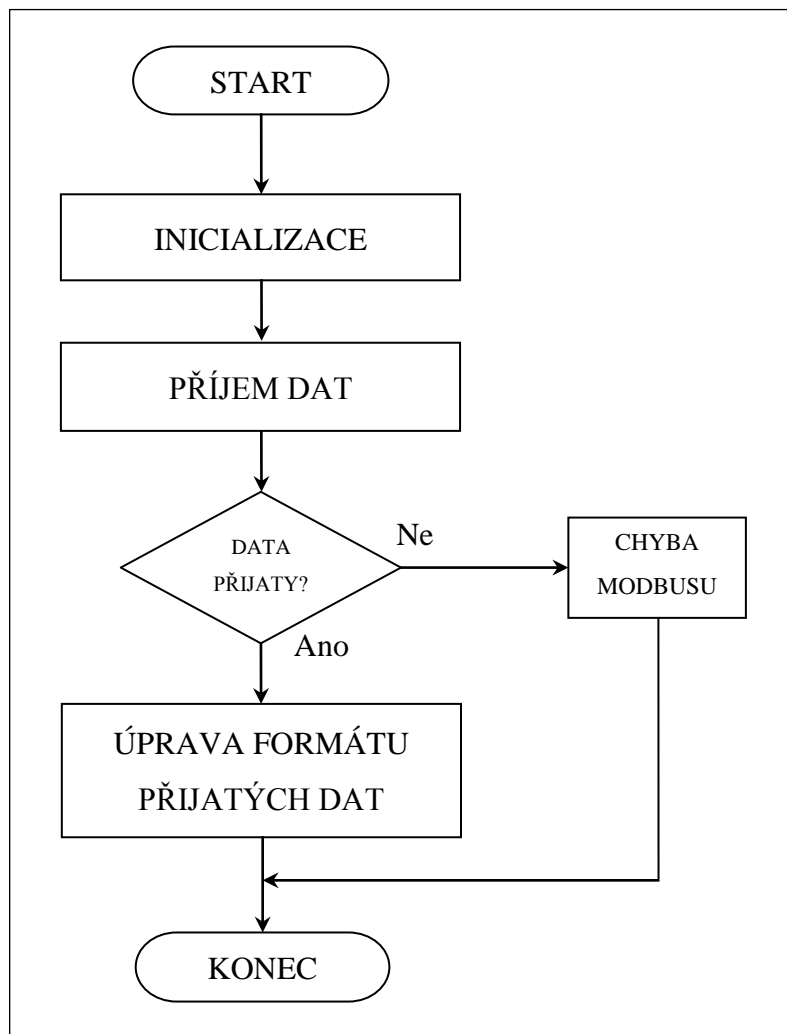
Tento funkční blok zpracovává příjem dat z modulů Adam a jejich převod do žádané formy.

Na obrázku (Obr. 47) je zobrazena instance bloku FB_LAMBDA_ADAM.



Obr. 47 – Funkční blok: FB_LAMBDA_ADAM

Algoritmus programu je znázorněn na vývojovém diagramu (Obr. 48).



Obr. 48 – Vývojový diagram FB_LAMBDA_ADAM

Data jsou přijímána v digitech a musí být upravena na reálné hodnoty ve formátu desetinných čísel. Přepočtení je závislé na nastaveném měřicím rozsahu a poměrem hodnot rezistorů napěťového děliče.

Při použitím rozsahu $\pm 2,5$ V jsou přijímána data v rozsahu 0 – 65535 digitů. Pro měření napětí v rozsahu 0–30 V byl použit dělič v poměru 1:12 s odpory o hodnotách 110 k Ω a 10 k Ω .

Měření proudu je realizováno měřením úbytku napětí na sériovém rezistoru o hodnotě 0,1 Ω . Měření se provádí na rozsahu ± 1 V. Maximální měřený proud je 10 A.

Přepočet napětí je dán vztahem (1).

$$U_V = \left(\frac{U_{dig} \cdot R_{abs}}{2^n - 1} - O \right) \cdot G_{div} \quad (1)$$

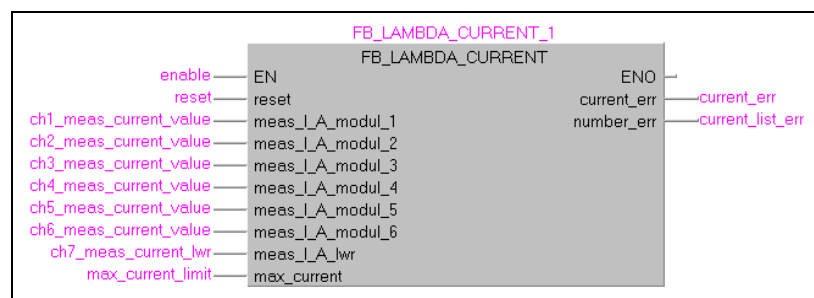
- Kde: U_V měřené napětí [V]
 U_{dig} měřené napětí [digit]
 R_{abs} absolutní hodnota rozsahu [V]
 n rozlišení AD převodníku [bit]
 O offset napětí [V]
 G_{div} násobící konstanta děliče [-]

Absolutní hodnota rozsahu R_{abs} je uvažována jako vzdálenost mezi kladnou a zápornou hranicí rozsahu. Pro rozsah $\pm 2,5$ V je tedy $R_{abs} = 5$ V. Offset napětí O je roven polovině hodnoty R_{abs} .

7.1.2 Funkční blok: FB_LAMBDA_CURRENT

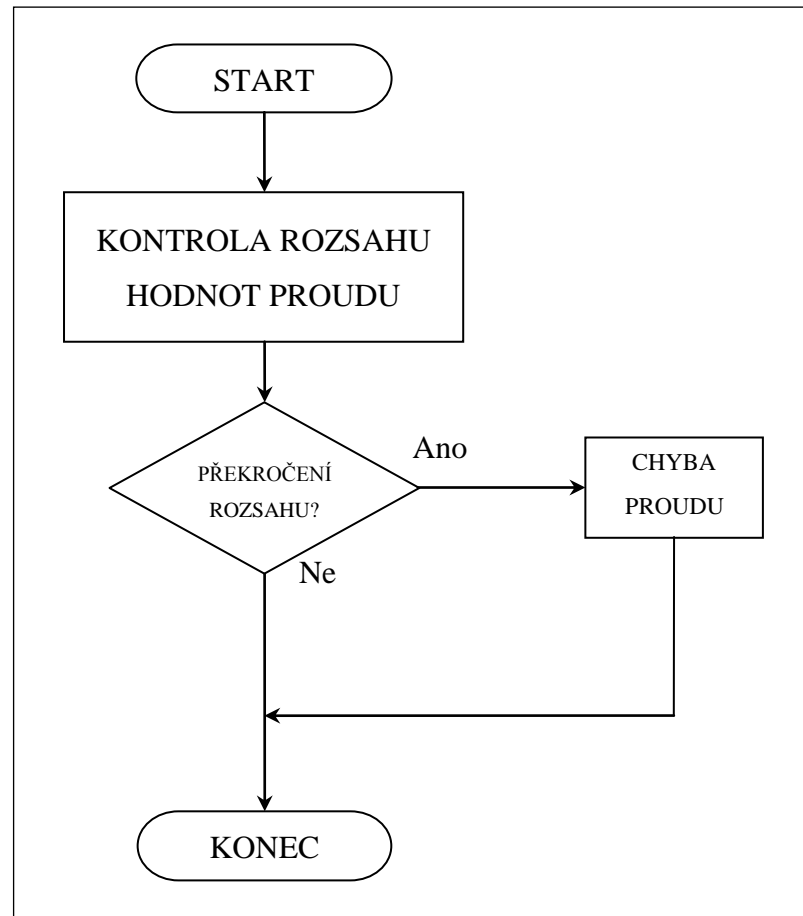
Tento funkční blok slouží k detekci překročení rozsahu měřených proudů.

Na obrázku (Obr. 49) je zobrazena instance bloku FB_LAMBDA_CURRENT.



Obr. 49 – Funkční blok: FB_LAMBDA_CURRENT

Algoritmus programu je znázorněn na vývojovém diagramu (Obr. 50).



Obr. 50 – Vývojový diagram FB_LAMBDA_CURRENT

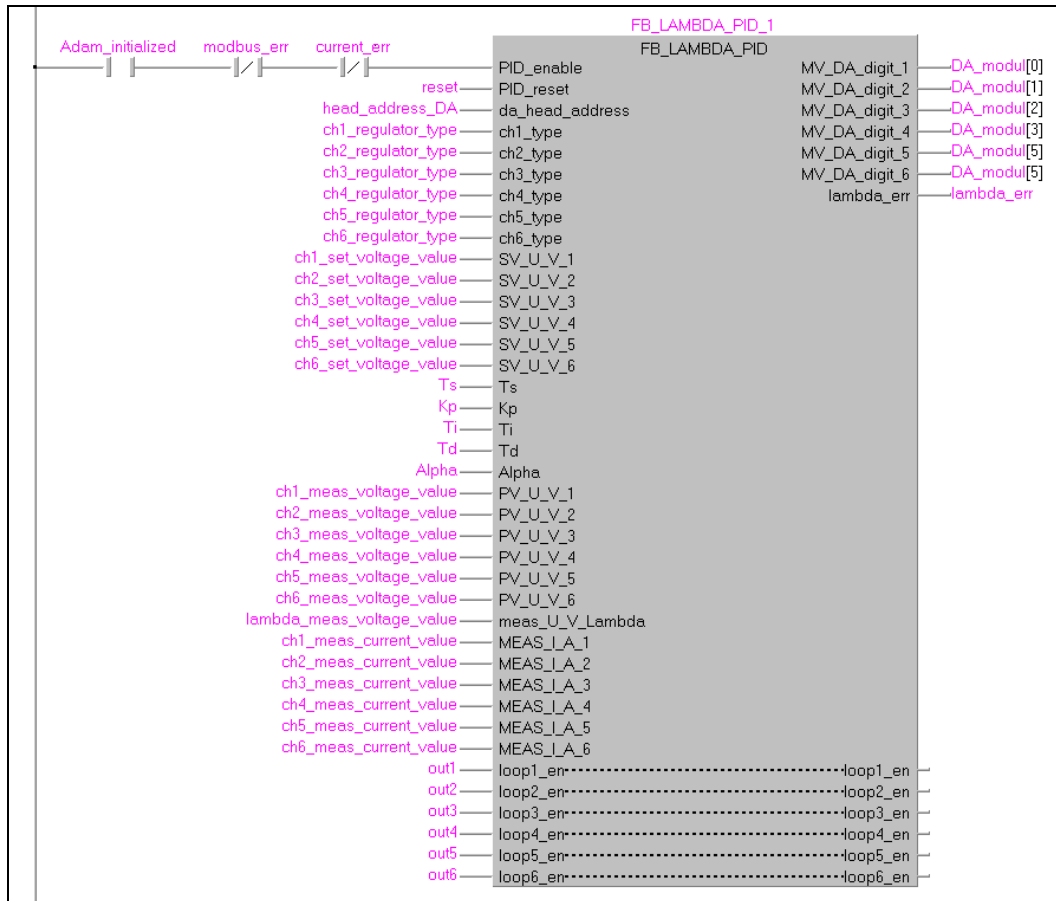
Překročení rozsahu nastane, pokud proud některého z obvodů překročí maximální hodnotu (10 A) po dobu delší než 3s.

Při vyhlášení chyby je možné zjistit, který z kanálů chybu způsobil. Číslo tohoto kanálu je zaznamenáno ve výstupní proměnné „number_err“.

7.1.3 Funkční blok: FB_LAMBDA_PID

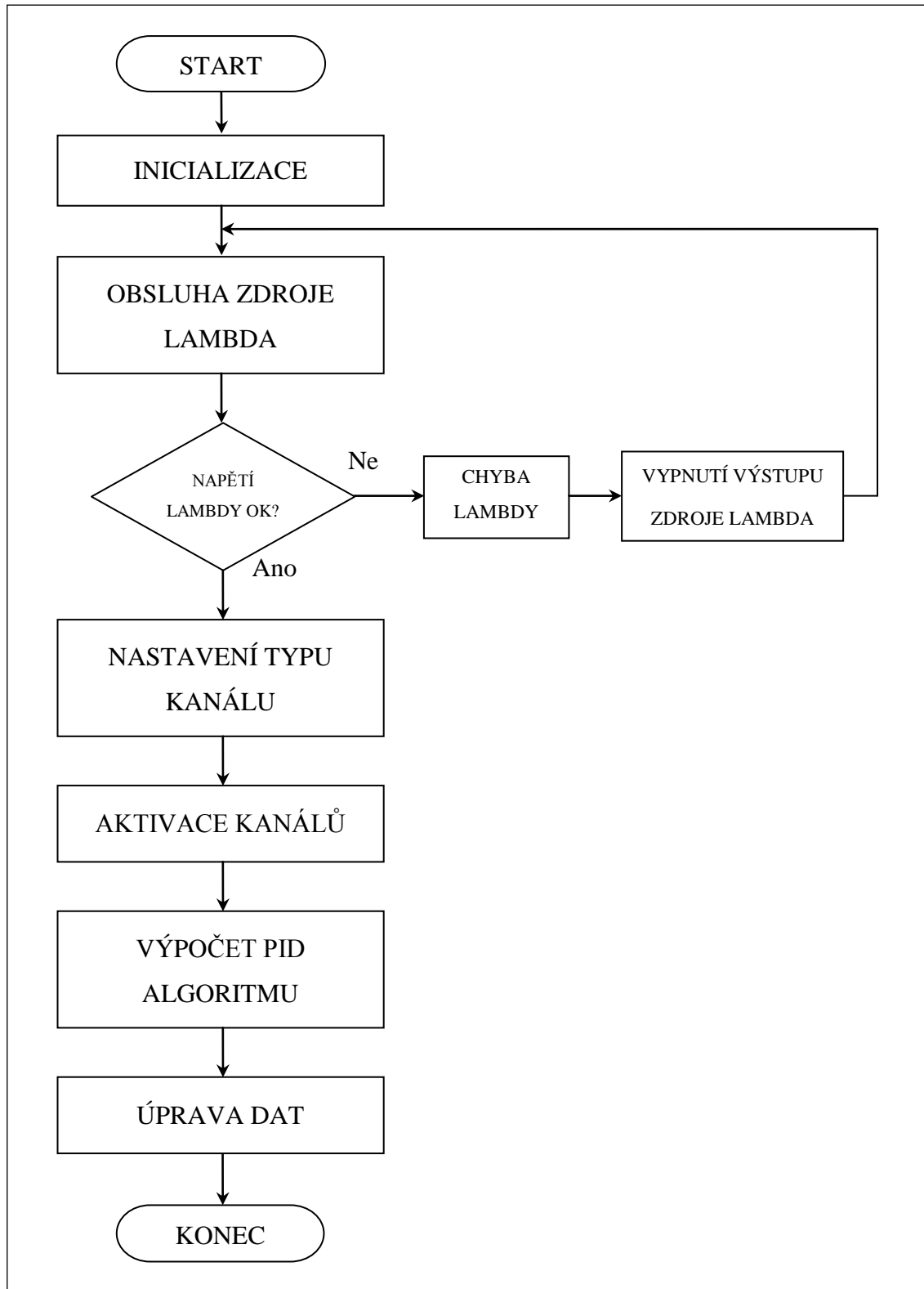
Tento funkční blok zajišťuje regulaci napětí výstupních kanálů.

Na obrázku (Obr. 51) je zobrazena instance bloku FB_LAMBDA_PID.



Obr. 51 – Funkční blok: FB_LAMBDA_PID

Algoritmus programu je znázorněn na vývojovém diagramu (Obr. 52).



Obr. 52 – Vývojový diagram FB_LAMBDA_CURRENT

Po startu funkčního bloku je dle žádaných hodnot napětí kanálů vypočítáno a nastaveno potřebné výstupní napětí zdroje Lambda. Pokud toto napětí odpovídá nastavenému, algoritmus pokračuje nastavením typu kanálu.

Při návrhu regulátoru bylo zjištěno, že pro zajištění komfortního běhu elektrické zkoušky je třeba rozdělit kanály na více typů.

Typy kanálu:

a) Žárovka (ch*_type = 0)

Tento typ kanálu je charakteristický pozvolným náběhem výstupního napětí pomocí PID regulátoru. Konstanty regulátoru jsou nastaveny tak, aby nedocházelo k překmitům.

b) Clonka (ch*_type = 1)

Pro ovládání clonky nejsou kladeny požadavky na vysokou přesnost nastavení výstupního napětí, ale na rychlost jeho náběhu.

Pro dosažení optimální rychlosti byla pro tento kanál vypnuta PID regulace. Nastavení výstupního napětí je provedeno pomocí výpočtu výstupního napětí kanálu D/A převodníku.

c) Xenon (ch*_type = 2)

Xenon je charakteristický svým vysokým startovacím proudem. Při jeho rozsvícení kanálem určeným pro žárovku začne nejdříve blikat a až po dosažení potřebného napětí blikání přestane. Tato vlastnost byla eliminována kombinací kanálů pro žárovku a clonku.

Při startu je vypnuta PID regulace a výstupní napětí kanálu nastaveno na 15 V. Poté se spustí PID regulace, která napětí doreguluje na žádanou hodnotu.

d) Highspeed (ch*_type = 3)

Tento typ kanálu je určen pro rychlou regulaci výstupního napětí. Princip nastavení je podobný jako u kanálu pro xenon.

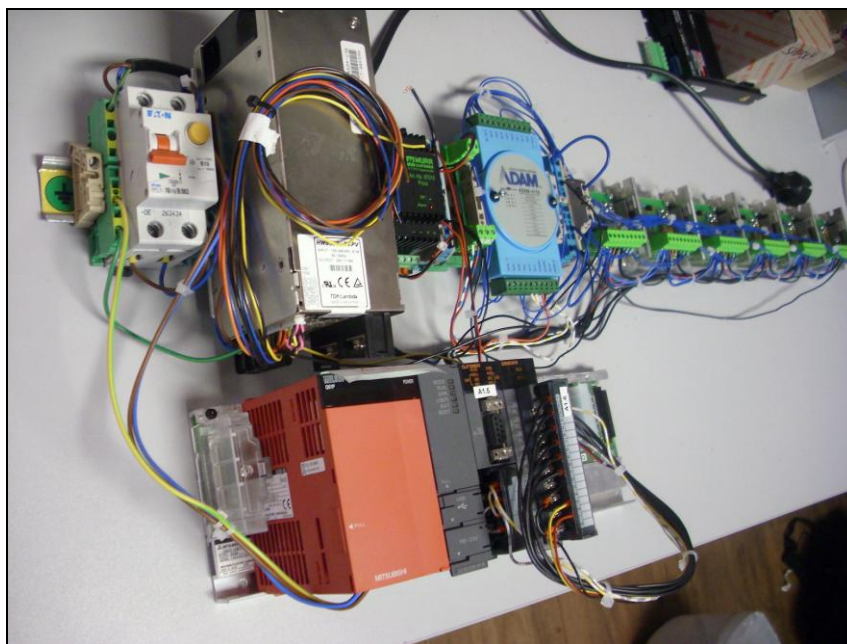
Při startu je vypnuta PID regulace a výstupní napětí je nastaveno na žádanou hodnotu. Poté se spustí PID regulace, která napětí doreguluje na přesnou hodnotu.

Aktivace kanálu se provádí pomocí nastavení vstupních pinů „loop*_en“ na úroveň log. 1.

Samotný regulátor pracuje s hodnotami v digitech. Pro správnou funkci je tedy nutná úprava dat.

8 OVĚŘENÍ FUNKCE NOVÉHO ZAŘÍZENÍ

První prototyp zařízení byl sestaven v laboratoři (viz Obr. 53). Na tomto prototypu probíhala tvorba programu a testování hardwarových komponent. Po odladění programu bylo zařízení aplikováno v elektrické zkoušce, krátké elektrické zkoušce (Black box) a v temné komoře.



Obr. 53 – Prototyp zdroje pro elektrickou zkoušku

8.1 Aplikace zařízení v elektrické zkoušce

Po vyzkoušení funkčních vzorků v laboratoři bylo zařízení instalováno do standardní elektrické zkoušky. Při oživování zařízení se objevily problémy. Elektrická zkouška je zařízení, ve kterém jsou využívány výkonové pulzní zdroje. Výkonové pulzní aplikace jsou zdrojem rušivých signálů. Tyto signály ovlivňovaly datový přenos po sběrnici RS-485 a způsobovaly kolizi celého systému. Při této příležitosti se zjistilo, že je třeba stroje jako je elektrická zkouška přestavět tak, aby lépe odpovídaly podmínkám EMC. Ukázalo se, že mnohá zařízení světových výrobců nesplňují podmínky dané evropskou harmonizovanou normou pro EMC. Dále se ukázaly nejasnosti v použití ochranného vodiče PE. Ochranný vodič PE má čtyři základní funkce. První funkce je základní ochrana neživých částí, které zajišťuje jednorázové odpojení napájecího zdroje pomocí pojistky nebo jističe zkratovým proudem uzavíraným přes tento vodič. Druhá funkce spojení vodiče soustavy PELV s ochranným vodičem. Třetí funkce ke svedení rušivých napětí

vznikajících hlavně u výkonových pulzních zdrojů a měničů. Čtvrtá funkce je ochrana citlivých zařízení před rušením pomocí připojení PE vodiče ke stínění kabelů a stínící svorce např. D/A převodníku. Ve značení stínících svorek (FG, LG, SG) se ukázaly nejasnosti a není jednoznačný výklad jejich významu. Při plnění podmínek EMC bylo nadále nutno použít odrušovací filtry různých typů (LC filtry, feritové kroužky), stíněné a kroucené vodiče, popřípadě galvanické oddělení obvodů (datové a silové obvody).

8.2 Aplikace zařízení v krátké elektrické zkoušce

Zařízení bylo také využito na pracovišti krátké elektrické zkoušky zvané „Black box“. Krátká elektrická zkouška je podobná jako standardní elektrická zkouška. Úkolem této zkoušky je ověřování elektrických a optických parametrů světloometu před tzv. slepením. Jedná se o poslední možnost eliminace elektrické či optické vady a její nápravy. Při zjištění těchto chyb po slepení světloometu se z něj stává neopravitelný zmetek.

8.3 Aplikace zařízení v temné komoře

Temná komora je místnost kde se na stěně, která je v předepsané vzdálenosti (10 m) měří svítivost světloometu v přesně stanovených bodech. Předpokladem tohoto měření je nutnost rozsvítit zdroj světla (žárovka, xenon, LED) předepsaným příkonem.

Toto zařízení je nové a bylo nutné provést kompletní vývoj softwaru pro PLC i panel. Při vývoji softwaru pro PLC se vycházelo ze softwaru pro elektrickou zkoušku. Software panelu bylo třeba vytvořit kompletně nový.

Při této aplikaci vznikl požadavek lepší komunikace mezi člověkem a strojem, než kterou umožňuje operátorský panel. Tento problém se řeší využitím klasického PC, které komunikuje se stávajícím zařízením po RS-232. Obsluha má komfort větší obrazovky, možnosti ukládání parametrů do databáze a možnost přímého exportu naměřených dat do počítače.

9 ZÁVĚR

Hlavním přínosem diplomové práce je zjednodušení hardwaru pro danou aplikaci. Výhodou je digitální přenos naměřených veličin a řídicích signálů v digitální formě (datová linka). Konkrétní přínos je v tom, že pro vedení proudu můžeme použít vodiče slabších průřezů a snížit počet obsazených pinů konektoru. Při analogové aplikaci bylo třeba vzorek měřené veličiny přivést dalšími vodiči (SENSE) ke zdroji a tím počet pinů narůstal.

Negativem tohoto zařízení je náchylnost k poruchám v důsledku EMC rušení, které by mělo být u stroje eliminováno.

Jedním z pozitivních výsledků této metody je, že se nabízí možnost přenést tento regulátor přímo do přípravku elektrické zkoušky. Tím by se snížil počet vodičů, pinů konektoru a zároveň i rušení z hlediska EMC.

Potvrzením správnosti této práce je praktické nasazení zařízení do sériové výroby. Instalace elektrické zkoušky (levá a pravá strana) proběhla v únoru roku 2014. O měsíc později proběhla instalace krátké elektrické zkoušky a v této chvíli (květen 2014) pracují oba typy zařízení spolehlivě.

Po umístění stroje do výroby se odhalily softwarové nedokonalosti, které byly za chodu opraveny a staly se podněty pro další vylepšení včetně hardwarových změn. Zařízení temné komory je v současné době ve výstavbě.

Na základě zkušeností s touto metodou a podobných (horké nýtování) se ukazuje možnost umístění řídicích částí těchto pracovišť na přípravek. Vlastní stroj bude vykonávat pouze základní funkce a veškeré technologické zdroje budou řízeny z přípravku. Toto řešení umožňuje jednu důležitou věc z hlediska variabilnosti výroby světlometů. Jedná se o možnost rychlé změny výroby různých světlometů na jedné montážní lince dle aktuálních požadavků odbytu (malé jednorázové zakázky).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] OMNIPULS spol. s.r.o. [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.omnipuls.cz/1677-autodoplnky/12550-elektro/12557-zarovky.html>
- [2] MANČÍK, Marek. *Metodika návrhu světlometu v systému CATIA V5*. 2005. Dostupné z: http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz_soubor.php?id=25. Diplomová práce. VUT Brno - FIT. Vedoucí práce Ing. František Samek.
- [3] KRÁSNÝ, Aleš. *All-in servis*. [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.autodiagnostika-chiptuning.cz/xenony/>
- [4] BUSH, Steve. *LED headlights beam beyond premium cars*. [online]. 22.1.2010 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.electronicweeky.com/news/components/led-lighting/led-headlights-beam-beyond-premium-cars-2010-01/>
- [5] RYBA, I. *Analyzátor průběhu proudu výkonovou LED*. 2013. Dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/27095/BB2E_125619.pdf?sequence=2. Bakalářská práce. VUT Brno - FEKT. Vedoucí práce Ing. Jiří Šebesta, Ph.D.
- [6] Avima - eshop [online]. [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.eshop-avima.cz/www-avima-cz/eshop/4-1-Autosvetla>
- [7] DVOŘÁK, František. Škoda Rapid dostane jednodušší xenony. Že svítí méně, nepoznáte. [online]. 31.5.2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/xenony-pro-skoda-rapid-0ba-/automoto.aspx?c=A130530_154804_automoto_fdv
- [8] LICHTFAN1. Dynamisches Kurvenlicht als eine der ersten intelligenten Lichtfunktionen. [online]. 31.12.2010 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.motor-talk.de/blogs/intelligentes-licht/dynamisches-kurvenlicht-als-eine-der-ersten-intelligenten-lichtfunktionen-t3045282.html>
- [9] D&N Auto services - eshop. [online]. [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.dn-bg.com/en/car-parts/products/937448-Control-headlight-range-adjustment.html>
- [10] Sautodily - eshop. [online]. [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.sautodily.cz/www-sautodily-cz/eshop/16-1-bmw/976-2-Svetla-blikace-xenony>

- [11] Semaphore Systems Ltd - eshop. [online]. [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.semaphore-systems.co.uk/ADAM-Remote-RS-485-I-O/>
- [12] Elcodis.com - eshop [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: http://elcodis.com/parts/824976/HWS300-24_dt122334.html
- [13] KOVÁŘ, Ing. Josef, Ing. Zuzana PROKOPOVÁ a ŠMEJKAL, CSC. Programování PLC. In: [online]. [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.spszl.cz/modules/wfdnloads/singlefile.php?cid=103&lid=1001>
- [14] ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 207 s. ISBN 80-730-0087-3.
- [15] MITSUBISHI ELECTRIC. MELSEC System Q: Technical Catalogue. 2004. Dostupné z: http://www.autocontcontrol.cz/rs/download/manual/Katalog_Q_GB.pdf
- [16] MITSUBISHI ELECTRIC. Svět automatizace: Svět efektivních řešení. 2012. Dostupné z: https://eu3a.mitsubishielectric.com/fa/en/mymitsubishi/download_manager?id=4683
- [17] TIŠNOVSKÝ, Pavel. Sběrnice RS-422, RS-423 a RS-485. [online]. 2008 [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/sbernice-rs-422-rs-423-a-rs-485/>
- [18] MITSUBISHI ELECTRIC. MODBUS QJ71MB91: User's manual. 2009 [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: https://eu3a.mitsubishielectric.com/fa/en/mymitsubishi/download_manager?id=1870
- [19] 2013 Audi A8 Facelift To Get Sharper Matrix LED Lighting Tech. [online]. 2013 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.livelifedrive.com/malaysia/news/view/3793/2013-audi-a8-facelift-to-get-sharper-matrix-led-lighting-tech>
- [20] Audi A3 Sportback S line LED headlight. [online]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.eurocarnews.com/44/0/2345/14399/audi-a3-sportback-s-line-led-headlight/gallery-detail.html>
- [21] Xenonshop. [online]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.xenonshop.ru/fari-full-led-dlya-audi-a8-4H/>

- [22] *Firemní materiály HELLA.*
- [23] FROHN, M. *Elektronika: polovodičové součástky a základní zapojení.* 1. české vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006, 479 s. ISBN 80-730-0123-3.
- [24] KREJČÍŘÍK, A. *Napájecí zdroje I.díl: polovodičové součástky a základní zapojení.* 1. české vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1997, 350 s. ISBN 80-860-5602-3.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A/D	Analog/Digital.
AC	Alternating Current.
ADAM	Analog Digital Analog Modul.
ASCII	American Standard Code for Information Interchange.
CAN	Controller Area Network.
CPU	Central Processor Unit.
D/A	Digital/Analog.
DC	Direct Current.
DRL	Daytime Running Lamp.
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial.
EMC	Electromagnetic Compatibility.
EVG	Elektrische Vorschaltgerät.
FB	Function Block.
FBD	Function Block Diagram.
FG	Frame Ground.
FUN	Function.
HMI	Human-Machine Interface.
CH	Channel.
I/O	Input/Output.
IL	Instruction List.
ISM	Integrierte Schrittmotoren.
LED	Light-Emitting Diode.
LIN	Local Interconnect Network.
LEIMO	Leistungsmodul.

LG	Line Ground.
LTM	Licht Treiber Modul
LWR	Leuchtweitenregulierung.
MOS-FET	Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor.
NI	National Instruments.
PC	Personal Computer.
PELV	Protective Extra Low Voltage.
PID	Proportional Integral Derivative.
PLC	Programmable Logic Controller.
POU	Program Organization Unit.
PWM	Pulse Width Modulation.
RAM	Random-Access Memory.
ROM	Read-Only Memory.
RTU	Remote Terminal Unit.
SFC	Sequential Function Chart.
SG	Signal Ground.
ST	Structured Text.
USB	Universal Serial Bus.
UV	Ultraviolet.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Halogenová žárovka [1].....	10
Obr. 2 – Xenonová výbojka [1]	11
Obr. 3 – Výkonová LED [4]	11
Obr. 4 – Zadní skupinová svítidla [6]	12
Obr. 5 – Přídavná poziční svítidla [6].....	12
Obr. 6 – Denní světlo [6]	13
Obr. 7 – Přední mlhové světlo [6].....	13
Obr. 8 – Xenonový reflektor s pohybovým mechanismem (kombinovaný) [7].....	14
Obr. 9 – Světelná stopa zatáčecího reflektoru [8].....	15
Obr. 10 – Světlo s reflektory žárovka – žárovka [22].....	16
Obr. 11 – Světlo s reflektory xenon – žárovka [22].....	16
Obr. 12 – Světlo s reflektory LED – LED [20]	17
Obr. 13 – Světlo s kombinovaným reflektorem: dvouvláknová žárovka [22].....	17
Obr. 14 – Světlo s kombinovaným reflektorem: Bi-xenon [22].....	18
Obr. 15 – Světlo s kombinovaným reflektorem: LED matice [21]	18
Obr. 16 – Pohybový servomechanismus LWR [9]	19
Obr. 17 – Proudová charakteristika LWR	19
Obr. 18 – Příklad nastavení AC pohonu (ISM)	20
Obr. 19 – EVG – předřadník xenonu	21
Obr. 20 – LTM – ovládání LED	22
Obr. 21 – LEIMO – napájecí modul	22
Obr. 22 – LED LEIMO – napájecí modul výkonových LED.....	23
Obr. 23 – Ostřikovač světla [10].....	23
Obr. 24 – Elektrická zkouška.....	24
Obr. 25 – VISICON: Identifikace polohy světelné stopy.....	26
Obr. 26 – VISICON: Dosažení požadované polohy světelné stopy	26
Obr. 27 – VISICON: Kontrola polohy světelné stopy	27
Obr. 28 – Elektrická zkouška – přípravek se světlometem.....	28
Obr. 29 – Blokové schéma – výchozí návrh	31
Obr. 30 – Měřicí modul ADAM [11]	32
Obr. 31 – Principiální schéma regulačního modulu	33
Obr. 32 – Zdroj Lambda HWS300 [12].....	33

Obr. 33 – Schéma konečné verze hardwarového návrhu.....	34
Obr. 34 – Otočka cyklu [13]	35
Obr. 35 – Základní sběrnice Q38B-E [14].....	36
Obr. 36 – Napájecí zdroj Q61P [14]	37
Obr. 37 – Centrální procesorová jednotka Q03UDCPU [15].....	37
Obr. 38 – D/A převodník Q68DAVN [14]	38
Obr. 39 – Modbus QJ71MB91 [14].....	39
Obr. 40 – Preventivní zapojení cílového zařízení sběrnice RS-485 [18].....	40
Obr. 41 – AdamApax .NET Utility.....	41
Obr. 42 – Vykreslení dat pomocí Trend Log.....	42
Obr. 43 – Programovací nástroj GX Works2	42
Obr. 44 – Programovací nástroj GT Designer3	44
Obr. 45 – Zjednodušený vývojový diagram regulátoru	46
Obr. 46 – Funkční blok: FB_LAMBDA.....	47
Obr. 47 – Funkční blok: FB_LAMBDA_ADAM	49
Obr. 48 – Vývojový diagram FB_LAMBDA_ADAM.....	50
Obr. 49 – Funkční blok: FB_LAMBDA_CURRENT	51
Obr. 50 – Vývojový diagram FB_LAMBDA_CURRENT	52
Obr. 51 – Funkční blok: FB_LAMBDA_PID	53
Obr. 52 – Vývojový diagram FB_LAMBDA_CURRENT	54
Obr. 53 – Prototyp zdroje pro elektrickou zkoušku.....	56