



**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

F3

**Fakulta elektrotechnická
Katedra měření**

Bakalářská práce

Přístroj pro řízení optimálního osvětlení silničního vozidla

Jiří Pinkava

Obor: Otevřená informatika, internet věcí

Květen 2021

Vedoucí práce: Ing. Lubor Jirásek, CSc., katedra mikroelektroniky FEL



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Pinkava** Jméno: **Jiří** Osobní číslo: **483721**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra měření**
Studijní program: **Otevřená informatika**
Specializace: **Internet věci**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Přístroj pro řízení optimálního osvětlení silničního vozidla

Název bakalářské práce anglicky:

Equipment for Controlling the Road Vehicle Optimal Lighting

Pokyny pro vypracování:

1. Prostudujte dostupné zdroje EU/svět ohledně provozu automobilů na silnicích a potřeby "denního" svícení. Najděte důvody těch států, ve kterých je denní svícení označeno jako zbytečné.
2. Navrhněte možné řešení odbourání nesmyslného/neekologického denního svícení, pomocí přístroje, který bude vyhodnocovat úroveň vnějšího osvětlení pomocí vhodného umístění senzorů na vozidle a bude dávat pokyn k automatickému rozsvícení potřebného osvětlení vozidla za snížené viditelnosti.
3. Navrhněte přístroj a jeho programové vybavení.
4. Proveďte otestování přístroje a programu na vozidle v provozu. (Ovládání světel pouze simulujte.)
5. Zhodnoťte dosažené výsledky. Zhodnoťte možnou úsporu hlavních provozních hmot.
6. Navrhněte možné další úpravy zařízení a programového vybavení.

Seznam doporučené literatury:

- [1] <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/cena-svetla-pri-provozu-automo>
- [2] https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_Report_Vehicles_in_use-Europe_2019
- [3] <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.432-228.1.pdf>

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Lubor Jirásek, CSc., katedra mikroelektroniky FEL

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **07.01.2021** Termín odevzdání bakalářské práce: **21.05.2021**

Platnost zadání bakalářské práce:
do konce letního semestru 2021/2022

Ing. Lubor Jirásek, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Poděkování / Prohlášení

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce, panu Ing. Luboru Jiráskovi, CSc., za vedení práce, pravidelné konzultace, cenné rady a podnětné nápady, díky nimž mohla práce vzniknout.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně za pomoci vedoucího práce a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokškolských závěrečných prací.

V Praze dne 21. 5. 2021

.....

Abstrakt / Abstract

Cíl této bakalářské práce je návrh přístroje pro řízení optimálního osvětlení silničního vozidla. Součástí práce je analýza spotřeby energie pro svícení automobilu a vlivu svícení na životní prostředí. Programová část práce byla vytvořena v programovacím jazyce C.

Klíčová slova: svícení automobilů, úspora energie, snížení emisí, omezení produkce tepla, automatizace přepínání světel, úspora paliva.

Aim of this bachelors thesis is the design and the construction of equipment for controlling the road vehicles optimal lighting. The thesis also includes the analysis of power consumption of automotive lighting systems and their impact on the environment. Software was developed using C programming language.

Keywords: automotive lighting, energy savings, emission reduction, heat reduction, light switching automation, fuel savings.

Title translation: Equipment for Controlling the Road Vehicle Optimal Lighting

Obsah /

1 Úvod	1
1.1 Nutnost svícení	1
1.2 Otázky ohledně svícení automobilů, myšlenka práce	1
2 Problematika svícení	2
2.1 Současné vybavení vozidel	2
2.2 Svícení při špatné viditelnosti ...	2
2.3 Způsoby svícení za dobré viditelnosti (ve dne)	2
3 Dopady svícení na životní prostředí	3
3.1 Energie pro svícení	3
3.2 Výroba elektrické energie - palivo, emise, teplo	3
3.3 Přehled příkonů světlometů běžných vozů	4
3.3.1 Škoda Octavia III, před faceliftem, výroba 2012 až 2017	4
3.3.2 Škoda Fabia II, po faceliftu, výroba 2010 až 2014	4
3.3.3 Škoda Fabia II, před faceliftem, výroba 2006 až 2010	5
3.4 Cena za elektrickou energii	5
3.4.1 Obecná cena za svícení automobilu se spalovacím motorem	5
3.4.2 Konkrétní případ ceny za svícení automobilu	6
3.5 Shrnutí	6
4 Statistika vozidel v provozu	7
4.1 Fakta o vozidlech v provozu	7
4.2 Shrnutí a význam statistiky	8
5 Světelné zdroje světlometů	9
5.1 Potkávací a dálkové světlometry ..	9
5.2 Osvětlení poznávací značky	9
5.3 Ostatní světlometry	10
5.4 Nahrazení žárovky LED světelným zdrojem	10
5.4.1 Homologace	10
5.4.2 Kontrola funkce světelného zdroje palubní elektronikou vozu	10
5.4.3 Cena	11
5.4.4 Legální náhrada žárovky H7 LED modulem	11
5.4.5 Možná úspora energie ...	12
6 Automatizace procesu přepínání světelných režimů - návrh zařízení	15
6.1 Podoba zařízení	15
6.1.1 Blokové schéma pro návrh	15
6.1.2 Měření intenzity okolního osvětlení	16
6.1.3 Programovatelná deska se vstupními a výstupními porty	16
6.1.4 Přepínání mezi automatickým a ručním řízením	17
6.1.5 Připojení akčního členu k stávající elektromotrice vozu	17
6.1.6 Akční člen	17
6.1.7 Zdroj napájení	18
6.2 Možné problémy při určování režimu svícení	19
6.2.1 Stíny, záblesky světla, odrazy světla	19
6.2.2 Světelné podmínky na pomezí světla a tmy	19
6.2.3 Stání na rozhraní světla a tmy	19
6.3 Program	20
6.3.1 Zajištění spolehlivosti při běhu programu	20
6.3.2 Konfigurační bity	20
6.3.3 Nahrávání programu do procesoru přes Arduino	20
6.3.4 Slovní popis běhu programu	23
6.3.5 Vývojové diagramy	23
7 Návod k nastavení a použití řízení	29
7.1 Připojení k PC	29
7.2 Přepínání jazyků	29
7.3 Pohyb v menu	29
7.3.1 Stav po resetu	29

7.3.2	Menu pro nastavování hranic mezi režimy svícení	30
7.3.3	Menu pro nastavení zobrazování naměřených hodnot	30
7.3.4	Menu pro obnovení továrního nastavení	31
8	Schémata, návrhy	32
8.1	Elektrické schéma zapojení zařízení	32
8.2	Rozvržení součástek na plošném spoji	33
9	Testování zařízení	35
9.1	Umístění a natočení senzorů ..	35
9.2	Zbarvení skel automobilu	36
9.3	Změny provedené při testování	36
9.4	Měřené hodnoty	36
9.5	Otočení polarity vstupního napětí	37
10	Závěr	38
10.1	Automatické přepínání režimů svícení	38
10.2	Omezení příkonu pro svícení ..	38
10.3	Pravidla pro svícení a bezpečnost	38
10.4	Homologace nových světelných zdrojů	39
10.5	Rekapitulace cílů práce	39
10.5.1	Hledání úspory energie ..	39
10.5.2	Zařízení	39
10.5.3	Možnosti dalšího vývoje ..	39
	Literatura	40

Tabulky / Obrázky

3.1. Octavia III, denní svícení	4	5.1. H7 LED modul Osram	11
3.2. Octavia III, noční režim svícení ..	4	6.1. Blokové schéma zařízení	15
3.3. Fabia II, facelift, denní svícení ..	4	6.2. Vlastnosti fotorezistoru	16
3.4. Fabia II, facelift, noční režim svícení	4	6.3. Schéma napájecího zdroje lo- gické části	18
3.5. Fabia II, před faceliftem, den- ní svícení	5	6.4. DC/DC měnič	19
3.6. Fabia II, před faceliftem, noč- ní režim svícení	5	6.5. Umístění příkladu Arduino- ISP v Arduino IDE	20
3.7. Cena za výrobu elektrické energie v automobilu	5	6.6. Postup nastavení Atmel Stu- dio, krok 1	21
3.8. Příklad ceny za výrobu elek- trické energie v automobilu	6	6.7. Postup nastavení Atmel Stu- dio, krok 2	21
4.1. Statistika vozidel v provozu v ČR a EU	7	6.8. Postup nastavení Atmel Stu- dio, krok 3	22
4.2. Relativní rozdělení osobních automobilů podle druhu po- honu	7	6.9. Zapojení Arduina při nahrá- vání programu	22
5.1. Porovnání světelných zdrojů s H7 patičí	12	6.10. Vývojový diagram začátku a standardního běhu programu ..	24
5.3. Příkony pro svícení podle světelného režimu (Fabia II, FL)	12	6.11. Vývojový diagram hlavního menu servisního režimu	25
5.2. Příkony světlometů podle světelných zdrojů (Fabia II, FL)	13	6.12. Vývojový diagram menu pro nastavování hranic	26
5.4. Porovnání žárovek a LED	14	6.13. Vývojový diagram menu pro nastavování vypisovaných hodnot	27
6.1. Parametry: Atmel ATMEGA 328P-PU	17	6.14. Vývojový diagram menu pro obnovu továrního nastavení ...	28
6.2. Parametry: Sun Hold RAS- 0515	18	7.1. Snímek terminálu po resetu ...	29
6.3. Parametry: CPT 5 V/3 A	19	7.2. Snímek servisního menu v terminálu	30
9.1. Hodnoty naměřené zařízením ..	36	7.3. Snímek menu nastavování hranic v terminálu	30
		7.4. Snímek menu nastavování zobrazovaných hodnot v ter- minálu	30
		7.5. Snímek nejvyšší úrovně me- nu s měřenými hodnotami v terminálu	31
		7.6. Snímek menu obnovení to- várního nastavení v terminálu .	31
		8.1. Kompletní schéma zapojení zařízení	32
		8.2. Rozvržení součástek na ploš- ném spoj	33
		8.3. Cesty na plošném spoji	34
		9.1. Umístění senzorů	35

Kapitola 1

Úvod

1.1 Nutnost svícení

Pohyb vozidel, ať už osobních či nákladních, po veřejných komunikacích se stal běžnou součástí života. Pro zajištění bezpečnosti je nutné, aby vozidla za určitých viditelnostních podmínek svítila světlomety, které se pro nastalou situaci hodí.

1.2 Otázky ohledně svícení automobilů, myšlenka práce

Musíme svítit vždy? Jaká pravidla pro svícení nám udávají předpisy v různých zemích? Panuje jednotna v těchto pravidlech alespoň ve státech Evropské unie? Kolik svícení automobilu stojí? Jak je to s efektivitou světelných zdrojů automobilu? Jaký dopad má svícení automobilu na životní prostředí? Lze šetřit energii určenou pro svícení automobilu, případně jak?

Právě na tyto a mnohé další otázky se budou snažit odpovědět následující kapitoly, které rozeberou problematiku svícení vozidel od bezpečnosti přes způsoby svícení, pravidla pro svícení, jeho cenu až po dopady na životní prostředí. Zjištěná fakta se promítnou do návrhu zařízení, které dokáže automaticky přepínat světelné režimy automobilu.

Kapitola 2

Problematika svícení

2.1 Současné vybavení vozidel

Standardně se vozy schválené pro provoz v Evropské unii vybavují několika druhy světlometů. Soustava obrysových světlometů se obvykle umísťuje do přední a zadní části karoserie. V případě, že délka automobilu překročí legislativou danou hranici, tak se přední a zadní obrysová světla doplňují ještě bočními.

Na homologovaném autě dále nalezneme také přední tlumené potkávací světlometry, které slouží pro osvětlení prostoru před vozem tak, aby řidič viděl a byl viděn bez oslnění protijedoucích vozidel.

Osvětlení vzdálenějších míst zajišťují dálkové světlometry. Pro případ snížené dohlednosti, jako například mlhy, se na vozidla povinně umísťují zadní mlhové světlometry. Velmi často se můžeme setkat i s předními mlhovými světlometry, které ale naopak v seznamu povinné výbavy nefigurují, a proto často v základních výbavových stupních chybí.

Nařízení Evropské unie ukládá automobilkám navíc povinnou implementaci světlometů pro svícení ve dne, potažmo za dobrých světelných podmínek. Možnosti jejich použití se liší stát od státu.

2.2 Svícení při špatné viditelnosti

V noci, při dešti, při mlze, za temného dne a v mnoha dalších případech, kdy není intenzita okolního osvětlení dostatečná, se používá noční režim svícení. V tomto režimu svítí osvětlení poznávací značky společně s obrysovými a potkávacími světlometry, ke kterým se v případě potřeby mohou přidat ještě světlometry dálkové a mlhové.

2.3 Způsoby svícení za dobré viditelnosti (ve dne)

V řadě evropských zemí se po řidičích požaduje, aby jejich vozidlo svítilo i za dobré viditelnosti. V jiných evropských státech zapnutí světel ve dne není vyžadováno, ale doporučuje se z důvodu bezpečnosti.

Jinde zase nemusí ve dne svítit automobily, ale motocykly ano. Někdy se také podmínky nutnosti svícení řídí podle aktuálního ročního období, případně i podle toho, jestli se vůz pohybuje v obci nebo mimo ni.

Jednota, stejně jako u povinnosti svícení ve dne, nepanuje ani ve způsobu, jak ve dne svítit. V mnoha zemích stejně jako v České republice stačí, aby svítila pouze přední část auta. Určité země pak požadují svícení ve dne stejně jako v noci.

Prakticky ale automobil ve dne svítí podle jedné z následujících tří možností: Nesvítí nebo svítí stejně jako v noci nebo svítí světlometry pro denní svícení.

Kapitola 3

Dopady svícení na životní prostředí

3.1 Energie pro svícení

K vytvoření světelného paprsku se v automobilech, stejně jako kdekoli jinde, používá nejčastěji elektrická energie. V autech se spalovacím motorem elektrickou energii získáváme díky alternátoru, který je poháněn právě oním spalovacím motorem. Alternátor tedy zatěžuje spalovací motor, což mnohdy vede k spotřebě paliva na výrobu elektrické energie.

3.2 Výroba elektrické energie - palivo, emise, teplo

Rozeberme si pár příkladů, kdy kvůli získání elektrické energie spalujeme pohonné hmoty a kdy na druhou stranu ne. Do spalovacího motoru teče palivo v případě, že motor běží naprázdno či, když řidič sešlápne plynový pedál.

K jízdě zadarmo z hlediska paliva dochází, když se motor dokáže točit působením okolních vlivů. Prakticky tedy stačí rozjet automobil, nechat zařazený nějaký rychlostní stupeň, pustit plynový pedál a počkat, než řídicí jednotka motoru pozastaví přívod paliva. Pozastavení toku paliva k motoru nemusí proběhnout okamžitě. Množství dodávaného paliva se může postupně snižovat tak, aby skokové zastavení jeho přívodu netrhlo motorem.

Existují dva základní způsoby, jak se systém produkce elektrické energie chová. První a zároveň jednodušší funguje tak, že alternátor vyrábí množství elektřiny, které je závislé na otáčkách motoru. Čím vyšší otáčky, tím větší množství dodané energie. Řešení se zdá dostačující, avšak z výše uvedeného vyplývá, že nejlevněji získáme elektrickou energii při setrvačné jízdě se zařazenou rychlostí, bez sešlápnutého plynového pedálu.

Kvůli tomu se v novějších vozech stále častěji objevuje sofistikovanější řízení výroby energie, kdy se zátěž spalovacího motoru alternátorem omezuje na úroveň nutnou pro funkci všech palubních systémů společně s pomalým dobíjením akumulátoru.

Ve chvíli, kdy motor za jízdy nespaluje pohonné hmoty, se přejde do režimu intenzivního dobíjení akumulátoru. To vede k úspoře paliva a snížení množství produkovaných emisí. Takové řešení ale vyžaduje instalaci odolnější baterie (například typ AGM nebo EFB), která snese přetěžování větším proudem a vyšším napětím.

Celé by se to dalo shrnout do následujícího řetězce závislostí:

Světlo - elektřina - palivo - emise.

Jenže pohonné hmoty a emise tvořené jejich spalováním představují pouze dílčí část zatížení životního prostředí svícením automobilu. Spotřeba i výroba elektrické energie s sebou přináší také produkci tepla, jenž závisí na jejím množství. Jaké množství energie se spotřebává pro svícení v různých světelných režimech je možné vidět v tabulkách níže.

3.3 Přehled příkonů světlometů běžných vozů

Tabulky ukazují dlouhodobě nejprodávanější modely osobních automobilů na území České republiky. Osvětlení palubní desky se zanedbává z důvodu nízkých příkonů v maximálně jednotkách Wattů. Příkony uváděné v podkapitolách budou nominální.

3.3.1 Škoda Octavia III, před faceliftem, výroba 2012 až 2017

Pokud je vůz vybaven standardními předními halogenovými světlomety, svítí v denním režimu jedno z vláken žárovky H15. Ta samá žárovka pak svítí při nočním režimu jako obrysově a dálkové světlo.

Vůz se vyráběl i v konfiguraci s LED denním svícením a xenonovou výbojkou pro potkávací a dálková světla. Příkon LED bohužel výrobce neudává.

Podobná situace panuje i u zadních sdružených světlometů. Automobil sjížděl z výrobní linky buď s žárovkovými nebo LED svítidly. Příkon LED opět není k dispozici, proto se v tabulce objeví žárovková verze.

Světelný zdroj	Příkon (W)	Počet	Celkový příkon (W)
Žárovka H15	15	2	30
Denní svícení celkem			30

Tabulka 3.1. Světelné zdroje a jejich příkony při denním režimu svícení.

Světelný zdroj	Příkon (W)	Počet	Celkový příkon (W)
Žárovka H15	5	2	10
Žárovka H7	55	2	110
Žárovka 5 W	5	6	30
Noční svícení celkem			150

Tabulka 3.2. Světelné zdroje a jejich příkony při nočním režimu svícení.

Rozdíl mezi nominálními příkony světelných režimů činí 120 W.

3.3.2 Škoda Fabia II, po faceliftu, výroba 2010 až 2014

Světelný zdroj	Příkon (W)	Počet	Celkový příkon (W)
Žárovka BA15	21	2	42
Denní svícení celkem			42

Tabulka 3.3. Světelné zdroje a jejich příkony při denním režimu svícení.

Světelný zdroj	Příkon (W)	Počet	Celkový příkon (W)
Žárovka H7 nebo H4	55	2	110
Žárovka 5 W	5	8	40
Noční svícení celkem			150

Tabulka 3.4. Světelné zdroje a jejich příkony při nočním režimu svícení.

Světlometry automobilu Škoda Fabia druhé generace sloužící pro denní a noční režim svícení se osazovaly výhradně žárovkami.

V přední části lze najít dva páry svítidel. Žárovka denního svícení sdílí jeden světlo-
met na obou stranách s žárovkou pro svícení v mlze.

Rozdíl mezi příkonem denního a nočního režimu vychází 108 W.

3.3.3 Škoda Fabia II, před faceliftem, výroba 2006 až 2010

Starší typ druhé generace Škody Fabia narozdíl od typu po modernizaci nebyl nikdy továrně osazován světly pro denní svícení jinými než pro noční. Z toho vyplývá, že příkony a tabulky pro oba režimy budou identické.

Světelný zdroj	Příkon (W)	Počet	Celkový příkon (W)
Žárovka H7 nebo H4	55	2	110
Žárovka 5 W	5	8	40
Noční svícení celkem			150

Tabulka 3.5. Světelné zdroje a jejich příkony při denním režimu svícení.

Světelný zdroj	Příkon (W)	Počet	Celkový příkon (W)
Žárovka H7 nebo H4	55	2	110
Žárovka 5 W	5	8	40
Noční svícení celkem			150

Tabulka 3.6. Světelné zdroje a jejich příkony při nočním režimu svícení.

Rozdíl v příkonech pak nutně nabývá hodnoty 0 W.

3.4 Cena za elektrickou energii

Množství spáleného paliva a následně vyprodukovaných emisí při výrobě elektrické energie se liší hlavně podle motoru a modelu automobilu, trasy a stylu jízdy. Rozhodně nelze očekávat stejnou cenu za vyrobenou elektrickou energii při cestě z úpatí Ještědu na jeho vrchol jako při opačné cestě.

3.4.1 Obecná cena za svícení automobilu se spalovacím motorem

Tato tabulka poskytuje náhled na přibližné následky výroby elektrické energie v automobilech s různými typy spalovacích motorů. Údaje v ní uvedené nebudou úplně přesné pro konkrétní modely vozů, ale pro představu postačí.

Typ motoru	Benzínový	Benzínový s turbem	Naftový
Spotřeba paliva na 1 kWh (ml/kWh)	264	280	220
Emise CO ₂ na 1 l paliva (g/l)	2330	2330	2640
Emise CO ₂ na 1 kWh (g/kWh)	615,12	652,40	580,80

Tabulka 3.7. Cena za výrobu elektrické energie v automobilu se spalovacím motorem. Data převzata z [1].

3.4.2 Konkrétní případ ceny za svícení automobilu

Význam těchto hodnot si uvedeme na konkrétním případě. Údaje v tabulce budeme považovat pro další výpočty za přesné a platné.

Uvažujme vůz Škoda Fabia druhé generace po faceliftu s benzínovým motorem osazeným turbem (čtyřválcový 1.2 TSI, výkon 63 kW nebo 77 kW), který se vyráběl od roku 2010 do roku 2014.

Typ motoru	Benzínový s turbem
Spotřeba paliva na 1 kWh (ml/kWh)	280
Emise CO ₂ na 1 l paliva (g/l)	2330
Emise CO ₂ na 1 kWh (g/kWh)	652,40
Příkon denního svícení (W)	42
Příkon nočního svícení (W)	150
Palivo spotřebované kvůli dennímu svícení (l/h)	0,0118
Emise CO ₂ tvořené kvůli dennímu svícení (g/h)	27,4
Palivo spotřebované kvůli nočnímu svícení (l/h)	0,0420
Emise CO ₂ tvořené kvůli nočnímu svícení (g/h)	97,9

Tabulka 3.8. Cena za výrobu elektrické energie v automobilu Škoda Fabia II s přeplňovaným benzínovým motorem. Část dat převzata z [1].

Podle tabulky nevypadá svícení jako takové z pohledu jednotlivce jako něco, co by představovalo problém. V unijním měřítku ale jistě dojdeme k velkému množství spotřebovaného paliva a následně produkovaných emisí. K tomu potřebujeme znát alespoň trochu statistiku, která uvádí fakta o automobilech v provozu.

3.5 Shrnutí

Z výše uvedeného je patrné, že pokud ve výbavě vozidla nalezneme světlomety denního svícení různé proti těm, které slouží pro svícení v noci, uvidíme podstatný rozdíl v jejich příkonech.

Menší příkon světel pro denní svícení znamená méně vyprodukovaného tepla, nižší spotřebu elektrické energie, jejíž výrobou méně zatěžíme spalovací motor, což vede k snížení spotřeby paliva a následnému poklesu produkce emisí.

Za zamyšlení ještě rozhodně stojí fakt, že patnáct Fabií svítících v nočním režimu jen svícením vydá tepla zhruba stejně jako průměrná elektrická trouba. Při svícení denními světly je k podobnému efektu potřebných 54 Fabií.

Nezní to jako důvod pro striktní dodržování světelných režimů podle okolních podmínek, případně pro úvahu, zda-li je nutné vždy nějak svítit?

Kapitola 4

Statistika vozidel v provozu

V tomto bloku budeme uvažovat data z let 2017/18. Novější data se podařilo najít jen částečně, proto budou uvedeny informace starší, ale kompletní.

4.1 Fakta o vozidlech v provozu

Začneme v domácím prostředí – v České republice. V roce 2017 zde bylo přihlášeno okolo 6 360 000 vozidel jakéhokoli typu, z čehož téměř 5 600 000 patřilo do kategorie osobních automobilů. Průměrné stáří osobních aut 14,8 let patřilo k největším v Evropské unii. Průměrný nájezd automobilů pak činil okolo 8000 kilometrů za rok, což mohlo být způsobeno tím, že se u nás hojně využívá veřejná doprava.

V rámci Evropské unie dosáhl počet vozidel v provozu hodnoty přes 302 milionů kusů. Osobní auta byla v tomto počtu zastoupena více než 262 miliony kusy. Průměrné stáří osobních aut dosahovalo 10,8 let a jejich průměrný roční nájezd okolo 11 880 kilometrů.

Území	Česká republika	Evropská unie
Celkový počet vozidel (ks)	6 360 861	302 461 697
Počet osobních automobilů (ks)	5 592 738	262 947 936
Průměrný roční nájezd vozidel (km/rok)	cca 8000	11 879
Průměrné stáří osobních aut (rok)	14,8	10,8

Tabulka 4.1. Statistika vozidel v provozu v ČR a EU. Data převzata z [2], [3] a [4].

Pohon naprosté většiny vozidel obstarávají spalovací motory. V počtech nově prodávaných automobilů lze v poslední době vidět nárůst prodejů aut s hybridním nebo čistě elektrickým pohonem. Nejspíš za to může jejich stále se prodlužující dojezd čistě na elektřinu, postupné rozšiřování sítě dobíjecích stanic nebo třeba také jejich dostupnost.

Typ pohonu vozu — Území	Česká republika	Evropská unie
Benzínový	64,0	54,0
Naftový	35,0	41,9
Hybridní	0,2	0,7
Elektrický	0,0	0,2
Plug-in hybridní	0,0	0,1
Benzín + LPG	0,2	2,8
Ostatní	0,3	0,3

Tabulka 4.2. Relativní rozdělení osobních automobilů podle druhu pohonu (údaje v %).
Data převzata z [2].

4.2 Shrnutí a význam statistiky

Z dostupných údajů se dá vyvodit, že pokud by svítila všechna vozidla najednou, došlo by k výrazné produkci tepla, viditelné spotřebě paliva i vypouštění velkého množství emisí.

Většina provozu na pozemních komunikacích probíhá ve dne, za dobrých světelných podmínek. Příkon světel pro denní svícení bývá nižší než u nočních světlometů. Provoz vozidla se správně přepnutým režimem svícení tedy může šetřit energii.

Kapitola 5

Světelné zdroje světlometů

Světlometry se dělí podle druhu světelného zdroje. Prvním typem světelného zdroje je žárovka, která bývá vyměnitelná. Při její poruše tedy není nutné měnit celý světlomet. Barva emitovaného světla, bíložlutá, se u různých žárovek téměř neliší (pokud nemá žárovka zbarvenou baňku).

Další druh světelného zdroje se nazývá LED. Výhodou dnešních LED bývá fakt, že pro vytvoření stejného množství světla jako žárovka potřebují většinou menší příkon. Světelný paprsek z LED také může být vyzařován v různých vyzařovacích úhlech již od jednotek stupňů, což se hodí, když chceme paprsek cílit na určité místo. LED se vyrábí v různých barvách, tvarech a výkonech.

Nyní si probereme vybrané druhy světlometů a ukážeme rozdíly v jejich světelných zdrojích a možnosti použití různých světelných zdrojů.

5.1 Potkávací a dálkové světlometry

V případě žárovkových světlometů tvoří zdroj světla potkávacího světlometu většinou žárovky typu H7 nebo H4. V obou případech se hodnota příkonu pohybuje okolo 55 W na jeden světlomet. Pro svícení do dálky může být použita stejná žárovka jako pro potkávací světlo. U žárovky H4 svítí její druhé vlákno.

Žárovka H7 oplývá jen jedním vlákem. Vzdálenost, kam dosvítí světelný paprsek lze regulovat například clonkou, která v případě zapnutí svícení do dálky odkryje vyzařovací plochu před žárovkou.

Další možností, jak získat světlo pro svícení do dálky, je využití dalšího světelného zdroje – další žárovky (např. H1, H3, H7 apod.). Takové řešení kromě lepší viditelnosti (při dobré konstrukci světlometu) přináší zvýšení příkonu potřebného pro svícení, neboť k potkávacím světlům navíc provozujeme další světelný zdroj s příkonem okolo 55 W.

U LED světlometů je příkon potkávacích a dálkových světel individuální podle modelu. Výrobci automobilů většinou příkony LED světlometů neuvádí. Firmy Osram a Continental, které produkují LED moduly, jenž se pak montují do LED světlometů uvádí, že pro potkávací světlo má modul příkon 12 W až 23 W [5]. Příkon pro dálkové světlo pak nabývá hodnot od 12 W do 34 W.

Poslední hojně rozšířená, avšak z trhu ustupující, varianta světelného zdroje – xenonová výbojka se vyznačuje jasným bílým světlem. Příkonově patří mezi LED a žárovku (okolo 35 W).

5.2 Osvětlení poznávací značky

Pro osvětlení zadní poznávací značky se typicky používají dva světlometry, v menšíně případech jeden.

Do žárovkového světlometu se většinou vkládá žárovka o příkonu 5 W. Celkový příkon osvětlení SPZ pak podle počtu světlometů činí 5 W nebo 10 W.

Alternativu k žárovkovým světlometům představují LED světlometry stejných tvarů, které často produkují jasnější bělejší světlo. Příkon jednoho takového světlometu se podle typu pohybuje v desetinách Wattů.

Konkrétní případ: Škoda Octavia 3. generace v různých konfiguracích: Osvětlení SPZ obstarávají dva světlometry. V případě žárovkové varianty dosahuje každý z nich příkonu 5 W, tedy 10 W za oba. LED varianta originálního LED světlometu (pro Škoda Auto vyrábí Hella) má příkon 0,8 W, čili 1,6 W za oba. Úspora energie při použití LED světlometu činí 84 %.

Úsporu energie vykupuje jen nemožnost výměny světelného zdroje uvnitř LED světlometu, musí se měnit celý. Jeho výdrž by ale měla přesáhnout životnost automobilu.

5.3 Ostatní světlometry

U dalších světlometů (obrysových, mlhových apod.) se situace nemění. Existují žárovkové a LED varianty světlometů. Druh a typ použitého světelného zdroje se liší model od modelu automobilu. V případě žárovek jde ale v naprosté většině o standardní běžně dostupné automobilové žárovky.

5.4 Nahrazení žárovky LED světelným zdrojem

Díky nižším příkonům LED se nabízí žárovky vyměnit za LED moduly, které mají stejnou patici jako žárovka. Takový nápad s sebou přináší hned několik úskalí.

5.4.1 Homologace

Pro použití světelného zdroje na veřejných komunikacích potřebujeme, aby prošel schvalovacím řízením a dostal homologaci pro použití na veřejných komunikacích.

U žárovek se s tímto problémem setkáme prakticky jen u žárovek s barvou jinou než obvyklou nebo u vysoce výkonných žárovek určených pro závodní vozy. Majorita prodávaných žárovek potřebné schválení obdržela.

U LED modulů s paticemi stejnými jako mají žárovky je ale situace jiná. V současné době neexistuje LED modul, který by šel v České republice legálně použít v světlometu určeném pro žárovku. Ke konci roku 2020 se ale začaly na trhu objevovat LED moduly výrobce Osram, které disponují schválením pro použití na německých silnicích v určitých modelech automobilů.

5.4.2 Kontrola funkce světelného zdroje palubní elektronikou vozu

Při použití LED modulu v automobilu s kontrolou funkce světelného zdroje může dojít k hlášení poruchy světelného zdroje, i když je LED modul v pořádku. Toto lze vyřešit u některých vozů parametrizací řídicí jednotky (tj. nastavením používaného typu světelného zdroje).

Poněkud nedokonalým řešením může být instalace odporu pro eliminaci hlášení chyby světelného zdroje. Tento odpor vyrovnává příkon LED modulu s příkonem žárovky, což vede k zbytečné produkci tepla a naprosté devastaci potenciálu pro úsporu energie.

■ 5.4.3 Cena

Pro legální použití LED v ČR potřebujeme dnes vyměnit žárovkový světlomet za homologovaný LED světlomet (pokud se pro daný automobil vůbec vyrábí). Takové počínání ale není zrovna ekonomické.

Nehomologované kvalitní nebo v Německu schválené LED moduly do žárovkových světlometů bývají také výrazně dražší než klasické žárovky.

■ 5.4.4 Legální náhrada žárovky H7 LED modulem

Pokud uvažujeme provozování automobilu v Německu, můžeme vzít v úvahu LED modul výrobce Osram s obchodním názvem Night Breaker H7-LED, který je schválený pro provoz na německých silnicích. Jak název napovídá, modul se osazuje do světlometu, v němž by jinak svítila žárovka typu H7.



Obrázek 5.1. H7 LED modul Osram, převzato z [6].

Příkon takového modulu dosahuje hodnoty 19 W, což je o 36 W až 39 W méně než u žárovky. Modul nabízí také delší životnost. Nižší příkon ale vykupuje vyšší pořizovací cena pohybující se okolo 130 eur za pár modulů.

Před použitím tohoto zdroje světla si ale musíme ověřit, jestli se automobil, v němž chceme LED modul provozovat, nachází na seznamu schválených vozidel [7]. Namátkou vybraná vozidla figurující v seznamu: VW Passat B8, Škoda Octavia III, Ford Mondeo MK5 atd.

Srovnání konkrétních modelů žárovek a LED modulu kompatibilních s patičí H7 poskytuje následující tabulka.

Typ zdroje	Žárovka vysoce svítivá	Žárovka long life	LED modul
Příkon (W)	58	58	19
Životnost B3 (h)	150	1000	1500
Životnost Tc (h)	250	1500	2500
Orientační cena za pár (Kč)	500	250	3380
Cena za 1 h svícení (Kč)	2	0,166	1,352

Tabulka 5.1. Porovnání světelných zdrojů s H7 patičí. Data převzata z [8] [9] [6] .

Z tabulky 5.1 můžeme vyvodit, že LED modul cenově konkuruje hlavně vysoce svítivým žárovkám, které mají vyšší pořizovací cenu a dosahují kratší životnosti. Cena vysoce svítivých žárovek bývá vyšší kvůli plnění baňky drahými vzácnými plyny.

Long life žárovka se vyznačuje prodlouženou životností proti nejlevnějším nebo vysoce svítivým žárovkám. Zároveň ale produkuje světelný paprsek, který dosvítí do kratší, avšak normě vyhovující, vzdálenosti od automobilu. Dlouhé životnosti se dosahuje díky tlustšímu vláknu, které se může odpařovat déle.

Životnost B3 značí dobu, do které selžou 3 % vyrobených žárovek. Životnost Tc je doba, do níž selže 63,2 % žárovek.

■ 5.4.5 Možná úspora energie

Zapomeňme na současný stav a zkusme si představit, že by kvalitní LED moduly byly schváleny pro provoz na veřejných komunikacích. Uvažujme automobil Škoda Fabia druhé generace po faceliftu vybavený žárovkovým denním svícením a předními sdruženými světlomety se separátními žárovkami pro potkávací a dálkové světlo.

Právě na tomto automobilu si ukážeme, jak se liší spotřeba elektrické energie pro svícení podle druhu světelného zdroje. V prvním případě budou světlomety automobilu využívat pouze žárovky. V případě dalším se o produkci světla ve světlometech postarají kvalitní v Česku nehomologované LED moduly (bez použití kompenzačních rezistorů - viz bod 5.4.2).

Režim svícení	Příkon žárovek (W)	Příkon LED modulů (W)	Rozdíl (W)
Denní	42	3,34	38,66
Noční / špatná viditelnost	156	43,92	112,08
Noční – dálkové svícení	272	81,92	190,08
Mlhový	263	70,27	192,73

Tabulka 5.3. Příkony pro svícení podle světelného režimu (Fabia II, FL) .

V tabulkách vidíme příkony jednotlivých světelných zdrojů a celkové příkony pro majoritní režimy svícení – bez směrovek, brzdových světél a zpětného světla pro couvání. Všechna data pochází od jednoho výrobce kvůli přímému porovnání.

Tabulka 5.2 ukázala příkony jednotlivých světlometů vzorového vozu. Příkony LED modulů zdaleka nedosahují příkonů žárovek. Údaje v závorkách značí maximální hodnotu příkonu v závislosti na napětí palubní sítě automobilu. Údaje neobalené závorkou jsou nominální.

Sloupec příkon žárovek v tabulce 5.3 ukazuje situaci, kdy by byly všechny světlomety používané při daném světelném režimu osazeny žárovkami. Sloupec příkon LED modulů pak uvádí příkony jednotlivých světelných režimů při kompletním nahrazení žárovek

Světlomety	Počet zdrojů	Příkon 1 žárovky (W)	Příkon 1 LED modulu (W)
Obrysové	6	5	0,72
	Celkem	30	4,32
Potkávací	2	55 (58)	19
	Celkem	110 (116)	38
SPZ	2	5	0,8
	Celkem	10	1,6
Denní	2	21	1,67
	Celkem	42	3,34
Dálkové	2	55 (58)	19
	Celkem	110 (116)	38
Mlhové zadní	1	21	1,67
	Celkem	21	1,67
Mlhové přední	2	35 (43)	11,22 (12,34)
	Celkem	70 (86)	22,44 (24,68)

Tabulka 5.2. Příkony světlometů podle světelných zdrojů (Fabia II, FL).

LED moduly. Poslední sloupec, rozdíl, pak obsahuje rozdíl mezi příkony pro svícení v daných světelných režimech automobilu v závislosti na použitých světelných zdrojích (rozdíl = příkon žárovek - příkon LED modulů).

Rozdíly v příkonech naznačují, že schválení LED modulů pro provoz na veřejných komunikacích a jejich následné rozšíření by mohlo šetřit značné množství energie použité pro svícení automobilů.

Typ motoru	Benzínový s turbem
Spotřeba paliva na 1 kWh (ml/kWh)	280
Emise CO ₂ na 1 l paliva (g/l)	2330
Emise CO ₂ na 1 kWh (g/kWh)	652,40
Příkon žárovkového denního svícení (W)	42
Příkon žárovkového nočního svícení (W)	156
Palivo spotřebované kvůli žárovkovému dennímu svícení (ml/h)	11,8
Emise CO ₂ tvořené kvůli žárovkovému dennímu svícení (g/h)	27,4
Palivo spotřebované kvůli žárovkovému nočnímu svícení (ml/h)	43,68
Emise CO ₂ tvořené kvůli žárovkovému nočnímu svícení (g/h)	101,77
Příkon LED denního svícení (W)	3,34
Příkon LED nočního svícení (W)	43,92
Palivo spotřebované kvůli LED dennímu svícení (ml/h)	0,94
Emise CO ₂ tvořené kvůli LED dennímu svícení (g/h)	2,19
Palivo spotřebované kvůli LED nočnímu svícení (ml/h)	12,29
Emise CO ₂ tvořené kvůli LED nočnímu svícení (g/h)	28,64

Tabulka 5.4. Cena za výrobu elektrické energie v automobilu Škoda Fabia II s přeplňovaným benzínovým motorem. Porovnání žárovek s LED moduly. Uvedeny maximální příkony. Část dat převzata z [1] a tabulek výše.

Kapitola 6

Automatizace procesu přepínání světelných režimů - návrh zařízení

Každý řidič by měl být schopen rozlišit, jaký světelný režim je pro aktuální podmínky vhodný. Existuje hned několik možností, jak se k problému postavit.

Nejjednodušším legislativně schůdným řešením se zdá používání nočních světel při každé jízdě. Můžeme je zapínat ručně nebo nastavit řídicí jednotku tak, aby je zapínala například po nastartování. Celkově funkční, bezpečnost neohrožující způsob, avšak trochu zbytečný s ohledem na neúčelně spotřebovanou energii společně se všemi následky její výroby.

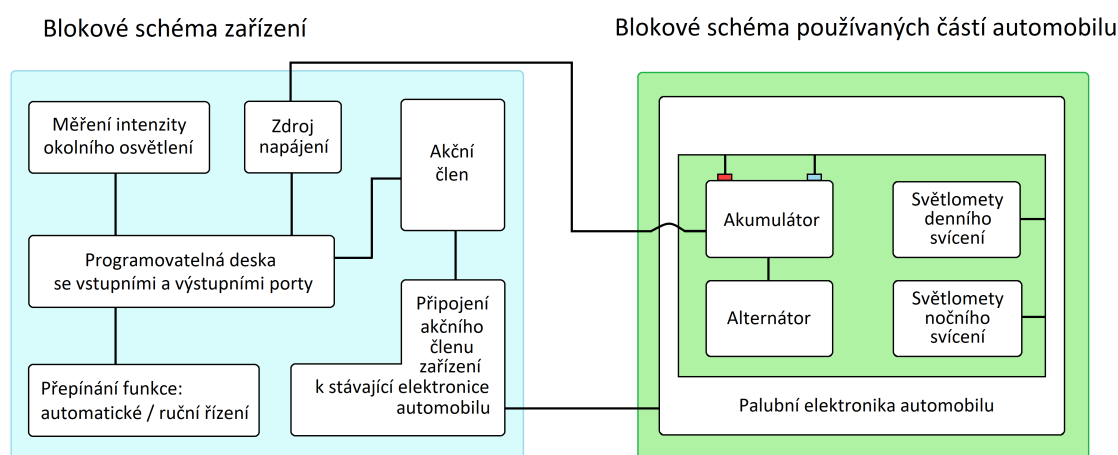
Alternativním způsobem řešícím energetický problém se zdá být přepínání denních a nočních světel podle aktuální situace dané viditelností a místními nařízeními. Takový proces by mohl probíhat automaticky. Proč automaticky? Hned z několika důvodů.

Kromě člověka hlídá nutnost svítit ještě další zařízení, které pak samostatně přepíná režimy. Případnou chybu zařízení pak v ideálním případě napraví člověk. Řešení problému tedy závisí na dvou rozhodovacích prvcích, z nichž jeden (řidič) má hlavní slovo.

K dalším argumentům pro osazení auta takovým zařízením patří fakt týkající se bezpečnosti. Při správné funkci zařízení se totiž nestane, že by automobil v noci nesvítil či svítil denními světly.

6.1 Podoba zařízení

6.1.1 Blokové schéma pro návrh



Obrázek 6.1. Blokové schéma zařízení.

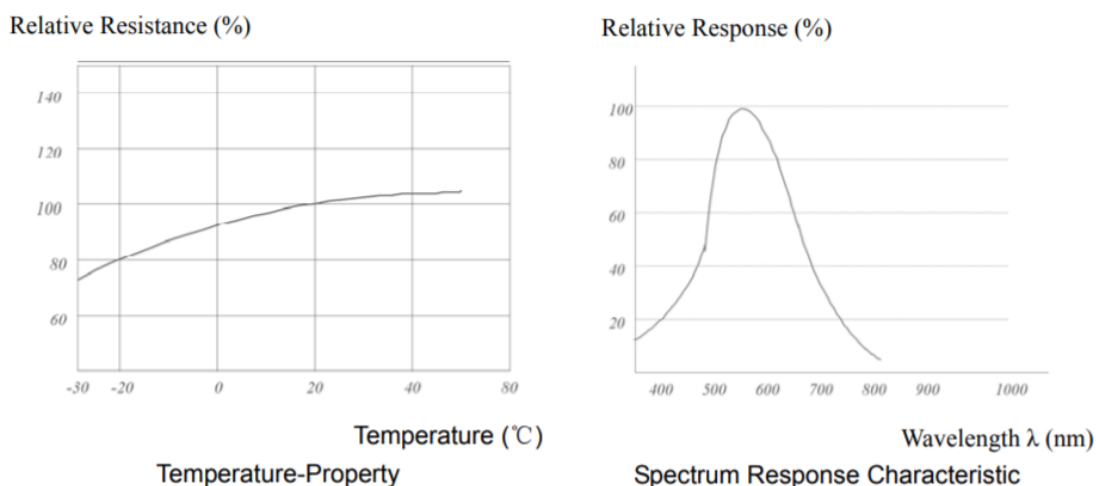
6.1.2 Měření intenzity okolního osvětlení

Pro zjištění momentální intenzity osvětlení potřebujeme něco, co mění svoje snadno měřitelné vlastnosti v závislosti na světle. Prvek musí být citlivý hlavně na vlnové délky, které leží přibližně v rozmezí od 380 nm do 790 nm. Tyto vlnové délky představují viditelné světelné spektrum.

Vhodné by kromě jednoduchosti, malých rozměrů a nízké ceny také bylo, aby nedocházelo k reakci měřicího zařízení na ostatní veličiny, které by mohly měření ovlivňovat.

Existuje hned několik elektronických součástek, jejichž některé vlastnosti závisí na okolní intenzitě osvětlení. Patří mezi ně fototranzistor, fotodioda a fotorezistor. Jakou z nich vybrat napoví příslušné datové listy.

Z dostupných součástek byl vybrán fotorezistor, neboť reaguje hlavně na viditelné světlo za cenu změny odporu v závislosti na teplotě. Fotorezistor lze také snadno použít v odporovém děliči napětí. Vlastnosti fotorezistoru ukazují následující grafy.



Obrázek 6.2. Vlastnosti fotorezistoru. Převzato z [10].

6.1.3 Programovatelná deska se vstupními a výstupními porty

Změnu vlastností měřicích prvků musíme nějak zjistit a zpracovat. Pro tento účel potřebujeme programovatelný čip se vstupy, na něž lze připojit analogové digitální převodník, a výstupy, které umí vytvořit logickou nulu a jedničku.

Aby šlo zařízení parametrizovat, měla by být alespoň jedna z jeho trvalých pamětí přepisovatelná nejenom v průběhu nahrávání programu, ale i při vykonávání programu. Data pro parametrizaci by se pak přijímala například pomocí UARTu.

Program nahrávaný do zařízení by neměl být dlouhý ani náročný na paměť či rychlost zpracování. Kvůli výše zmíněným důvodům bude pro účely zařízení postačovat relativně jednoduchý čip.

Veškeré požadavky splňuje čip ATMEGA328p od firmy Atmel, který se používá například i v programovací desce Arduino Uno.

Cílem však není vytvořit jednoduché zařízení postavené na Arduinu. Knihovní funkce Arduina sice umožňují jednoduché programování, ale bez porozumění ovládání a nastavení součástí čipu.

Arduino ale díky jednoduchému nahrávání programu dobře poslouží jako prototypovací zařízení, na němž lze vyzkoušet funkčnost součástí kódu a také chování prvků obvodů.

Parametr	Hodnota
SRAM	2 kB
EEPROM	1 kB
Flash	32 kB
Architektura	AVR, 8-bit
Frekvence vnitřního krystalu	20 MHz
Pracovní napětí	1,8 V až 5,5 V
Počet pinů s AD převodníkem	6
Počet PWM kanálů	6
Pouzdro	SDIP28
UART	Ano

Tabulka 6.1. Vybrané parametry čipu Atmel ATMEGA328P-PU. Data z [11]

6.1.4 Přepínání mezi automatickým a ručním řízením

Pro případ chyby zařízení, servisního zásahu na automobilu nebo jakékoli jiné nutnosti svítit jinak, než rozhodne program, se zařízení osadí vypínačem. Vypínač zařízení odpojí od zdroje napětí, když bude potřeba. Odpojení napájení vyřadí zařízení z chodu a řidič převezme kontrolu nad přepínáním světelných režimů.

6.1.5 Připojení akčního členu k stávající elektronice vozu

Část přepínající světelné režimy musí být připojena k automobilu tak, aby to stávající elektronika nepoznala a nedostala se do chybových stavů. Vhodné tedy bude, když se zařízení bude chovat stejně jako sdružený spínač osvětlení vozu.

Vytvoří se tedy člen mezi spínač a konektor připojující spínač k palubní elektronice vozidla. Výsledkem bude připojení druhého virtuálního spínače, jehož funkci bude simulovat právě zařízení. Pokud jakýkoli jeden ze spínačů bude v poloze pro noční režim, automobil bude svítit v nočním režimu.

Připojení k automobilu je individuální záležitost každého modelu, proto neexistuje něco jako univerzální řešení.

6.1.6 Akční člen

Akční člen slouží k simulaci spínače. Stejně jako spínač propojuje a rozpojuje jednotlivé kontakty konektoru spínače světel pomocí soustavy osmi relé. Použitá relé s označením RAS-0515 od výrobce Sun Hold mají cívku s pracovním napětím 5 V a zvládnou průchod proudu až 15 A přes jejich kontakty.

Relé nelze kvůli většímu proudovému odběru spínat přímo z pinu procesoru, proto proud do jejich cívek teče přes spínací tranzistory, jejichž báze jsou připojeny přes rezistor k pinům procesoru. K cívce relé je také připojena ochranná dioda, která zamezuje napěťové špičce při rozepnutí relé.

Konkrétní specifikaci vybraných relé shrnuje tabulka:

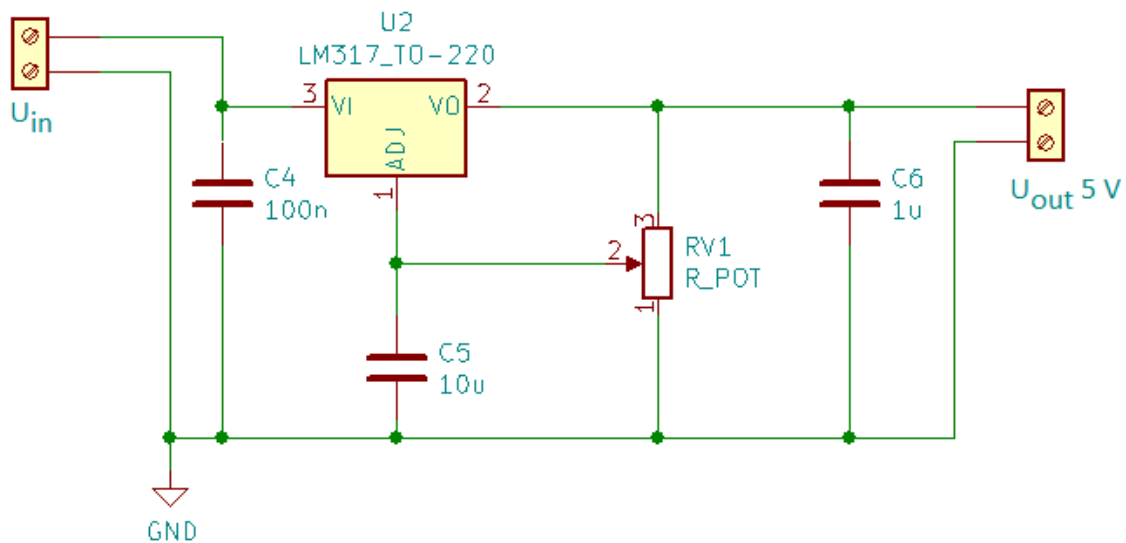
Parametr	Hodnota
Pracovní napětí cívky	5 V
Proud cívkou	72 mA
Příkon cívky	0,36 W
Max. proud kontaktem	15 A
Čas přitahu	10 ms
Čas odpadu	5 ms

Tabulka 6.2. Parametry: Sun Hold RAS-0515. Data z [12]

6.1.7 Zdroj napájení

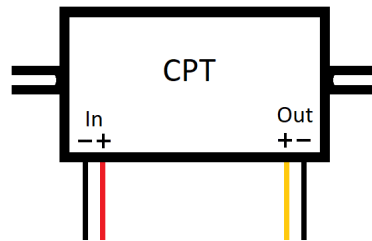
Zařízení je osazeno dvěma zdroji napětí. Oba zdroje potřebují pro svoji funkci vstupní napětí v rozmezí 7 V až 22 V. Takové rozmezí plně pokrývá rozsah napětí, kterého běžně nabývá napětí palubní sítě automobilu. Výstupní napětí obou zdrojů činí 5 V.

První zdroj napájí logickou část – procesor, jeho příslušenství, měřicí část a spínací tranzistory. Základ tohoto zdroje tvoří stabilizátor napětí LM317. Pomocí potenciometru lze nastavit jeho výstupní napětí. Podle doporučení z datového listu výrobce [13] bylo zapojení doplněno o kondenzátory, které musí být přítomny i kvůli pulznímu odběru procesoru. Takový zdroj není sice efektivní, ale pro nízký proudový odběr postačuje.



Obrázek 6.3. Schéma napájecího zdroje logické části.

Druhý napájecí zdroj (DC/DC měnič) slouží pro napájení cívek relé. Tento vysoce účinný zdroj dokáže dodávat proud až 3 A s účinností až 96 %. Součásti zdroje kryje ochranný izolační plastový obal. Ze zdroje vedou pouze vodiče pro připojení vstupního napětí a vodiče, mezi nimiž naměříme výstupní napětí.



Obrázek 6.4. DC/DC měnič CPT.

Parametr	Hodnota
Vstupní napětí	7 V až 22 V
Výstupní napětí	5 V
Max. výstupní proud	3 A
Výkon	15 W
Účinnost	až 96 %

Tabulka 6.3. Parametry: CPT 5 V/3 A. Data ze štítku zdroje a dodacího listu.

6.2 Možné problémy při určování režimu svícení

6.2.1 Stíny, záblesky světla, odrazy světla

Krátké změny světelných podmínek by mohly způsobit krátkodobé přepnutí světelného režimu automobilu. Světlomety vozu by pak s trochou nadsázky mohly blikat jako vánoční stromeček, což se neslučuje s očekávaným chováním.

Vyřešit problém není složité. Stanovme si na intervalu, kam spadají měřené hodnoty, hranici, která je rozhodující pro přepnutí světelného režimu. Měřme hodnoty intenzity osvětlení s určitým časovým rozestupem a uchovávejme si jejich krátkou historii.

Přepnutí světelného režimu provedme až ve chvíli, kdy všechny zápisy v historii hodnot leží na jedné straně hranice dělicí interval na dvě části.

6.2.2 Světelné podmínky na pomezí světla a tmy

Podobný problém s blikáním světel by mohl nastat při stmívání, šeru nebo třeba při velmi temném dni. Eliminovat nebo alespoň omezit tento jev lze pomocí posunu hranice pro přepnutí světelných režimů tak, aby zařízení jednodušeji přešlo z denního režimu do nočního, a naopak složitěji přecházelo z nočního módu do módu denního.

6.2.3 Stání na rozhraní světla a tmy

Jeden příklad za vše – výjezd z podzemních garáží z obchodního centra na pražském Smíchově do Kartouzské ulice.

První vozidlo stojí před semaforem tak, že jeho přední část pokrývá denní světlo. Zadní část automobilu zastíňuje střecha podzemní garáže. Umístí-li se snímač světla do přední části, pak zařízení vyhodnotí, že není nutné použít noční režim svícení a zadní světlomety zhasnou.

V tu chvíli ale nebude vůz pro ostatní vyjíždějící z podzemní garáže viditelný tak dobře, jako kdyby jeho zadní svítidla byla zapnuta.

Z důvodu bezpečnosti se tedy zdá vhodné snímat hladinu osvětlení v přední i zadní partii automobilu zároveň. Denní mód svícení by se pak nastavil až ve chvíli, kdy by data z obou měřicích bodů naměřila hodnoty odpovídající dennímu režimu.

6.3 Program

6.3.1 Zajištění spolehlivosti při běhu programu

Při připojení nebo odpojení napájecího napětí zařízení může dojít k nedostatečnému napájení procesoru, který potenciálně může vykonávat činnost jinou než předepsanou programem. Při vývoji zařízení bylo zaznamenáno například přepisování dat v paměti typu EEPROM. Změna dat v EEPROM by mohla vést k chybné funkci zařízení.

K odstranění tohoto problému přispěla aktivace brown out resetu (BOR). Tento mechanismus resetuje procesor vždy, když napájecí napětí procesoru klesne pod určitou hranici. Program začne běžet od začátku ve chvíli, kdy napájecí napětí procesoru přesáhne určitou hodnotu.

Procesor ATMEGA328p umožňuje hranice, kdy proběhne brown out reset, nastavit na jednu ze třech úrovní (1,8 V; 2,7 V a 4,3 V). Volba probíhá nastavením konfiguračních bitů (extended fuses). Procesor zařízení má nastavenou hranici na 2,7 V.

Při každém načítání dat z EEPROM se kontroluje, zda data v ní uložená nabývají hodnot v předpokládaných rozsazích.

6.3.2 Konfigurační bity

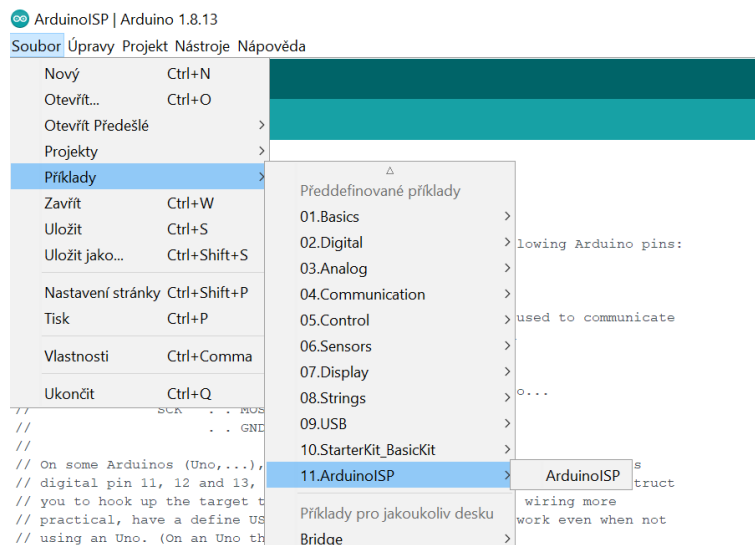
Konfigurační bity se nemění při běhu programu. Nastavují se při nahrávání programu do paměti typu flash. Dělí se do čtyř osmibitových skupin – low, high, extended a lockbit.

Low fuses určují časování procesoru. Pomocí high fuses lze například zachovat obsah paměti EEPROM při mazání paměti čipu. Extended fuses řeší nastavení brown out resetu a díky lockbit fuses lze třeba zakázat přepisování flash paměti.

Pro snadnou orientaci ve významu konfiguračních bitů slouží webové nástroje jako třeba AVR Fuse Calculator [14].

6.3.3 Nahrávání programu do procesoru přes Arduino

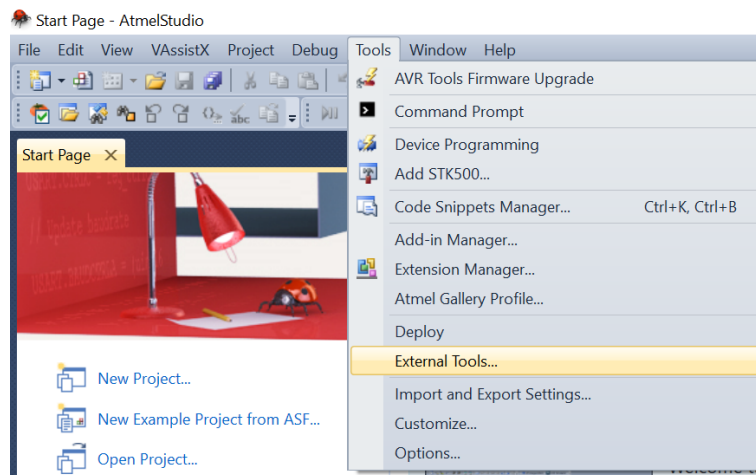
Arduino můžeme využít pro nahrávání programu do procesoru místo programátoru. K tomuto účelu do Arduina musíme nahrát program ArduinoISP, který najdeme ve vývojovém prostředí Arduino IDE v záložce Soubor - Příklady - ArduinoISP.



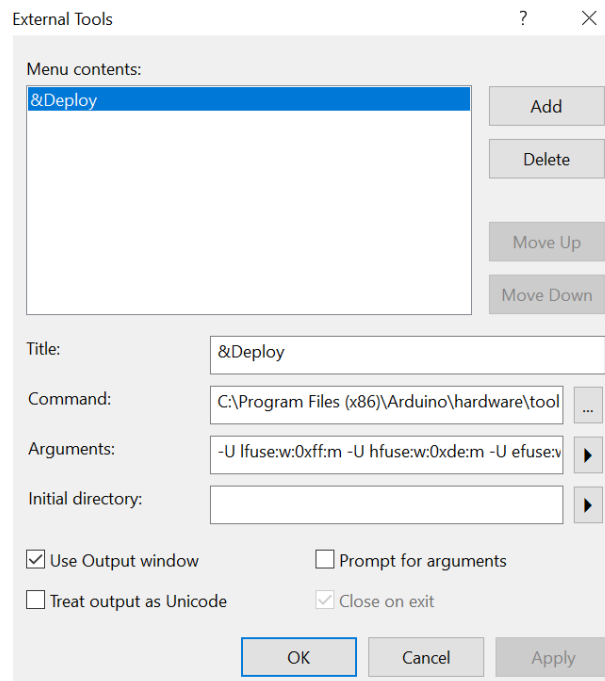
Obrázek 6.5. Umístění příkladu ArduinoISP v Arduino IDE.

Pokud takto postupujeme, zobrazí se nám zdrojový kód. Procesor, do něž chceme program nahrávat, se k Arduino připojuje buď pomocí ISCP headeru a pinu 10 nebo přes piny 10 až 13. V zdrojovém kódu si pomocí makra `USE_OLD_STYLE_WIRING` na řádce 81 vybereme, jaké zapojení chceme používat. Pomocí dalších maker lze nastavit i přenosovou rychlost a další parametry. Vše srozumitelně popisují komentáře zdrojového kódu.

Po parametrizaci program ArduinoISP nahrajeme do Arduina. Poté otevřeme vývojové prostředí Atmel Studio, kde projdeme přes `Tools - External tools`. Tam přidáme možnost, kterou nazveme (do položky `Title` zadáme) `&Deploy`. Obrázky s postupem ukazují Atmel Studio verze 6.



Obrázek 6.6. Postup nastavení Atmel Studio, krok 1.



Obrázek 6.7. Postup nastavení Atmel Studio, krok 2.

Do položky Command patří:

C:\Program Files (x86)\Arduino\hardware\tools\avr\bin\avrdude.exe.

Cesta se může lišit podle složky instalace Arduino softwaru.

Pole Arguments vyplníme argumenty pro nahrávání. Příklad pole arguments:

```
-U lfuse:w:0xff:m -U hfuse:w:0xde:m -U efuse:w:0x05:m -e -v -patmega328p -carduino -PCOM7 -b19200 -D -Uflash:w:$(ProjectDir)Debug\MyApplication.hex:i -CC:\Program Files (x86)\Arduino\hardware\tools\avr\etc\avrdude.conf
```

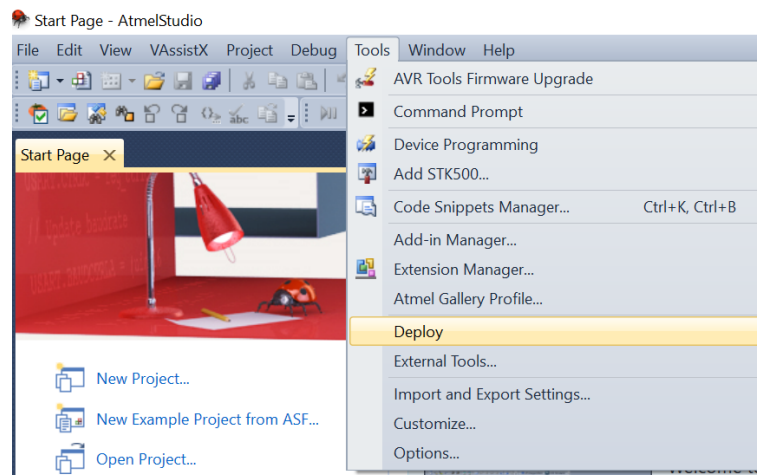
Rychlé seznámení se s vybranými argumenty:

Argumenty lfuse, hfuse a efuse obsahují nastavení konfiguračních bitů. Patmega328p značí procesor Atmel ATMEGA328P. PCOM1 určuje COM port, k němuž je připojeno Arduino s nahraným programem ArduinoISP. B19200 znamená rychlost přenosu 19200 Baudů (přenosová rychlost musí korespondovat s rychlostí nastavenou v ArduinoISP).

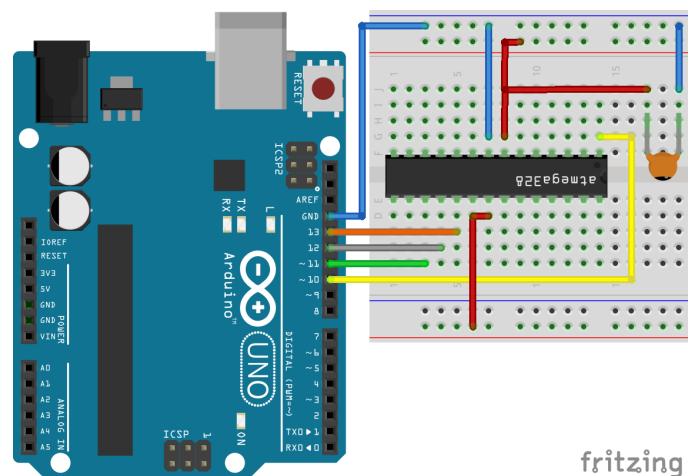
Předposlední argument odkazuje na soubor obsahující data, která se budou nahrávat do paměti typu flash (hlavně program). Poslední argument obsahuje cestu ke konfiguračnímu souboru.

Nastavení potvrdíme tlačítkem OK.

Sestavený projekt pak nahráváme do procesoru pomocí volby Tools - Deploy.



Obrázek 6.8. Postup nastavení Atmel Studio, krok 3.



Obrázek 6.9. Zapojení Arduina při nahrávání programu, vytvořeno programem Fritzing.

■ 6.3.4 Slovní popis běhu programu

Po přivedení napájecího napětí se okamžitě začne vykonávat program nahraný do procesoru. Program začíná inicializací a nastavením součástí procesoru – AD převodníku a UARTu.

Poté proběhne kontrola měnitelných parametrických dat uložených v paměti typu EEPROM. Při prvním spuštění zařízení se nastaví tovární hodnoty těchto údajů. Pokud se při dalších spuštěních zjistí, že paměť obsahuje poškozená nebo neplatná data, provede se obnova továrního nastavení.

Zařízení se přepne do denního režimu svícení a historie měřených údajů se nastaví tak, aby odpovídala dennímu režimu. Zařízení následně vyše přes UART data, která se na terminálu počítače interpretují jako uvítací hláška.

Po výpisu hlášky vstoupí program do měřicí smyčky, v níž kontroluje, zda nepřišla data po UARTu, a měří hodnoty intenzit okolního osvětlení. Naměřené hodnoty se zařadí do historie měření, která zahrnuje deset hodnot pro každý senzor. Hodnoty v historii se cyklicky přepisují. Po uložení naměřených hodnot dojde k vyhodnocení, zda se má přepnout světelný režim automobilu.

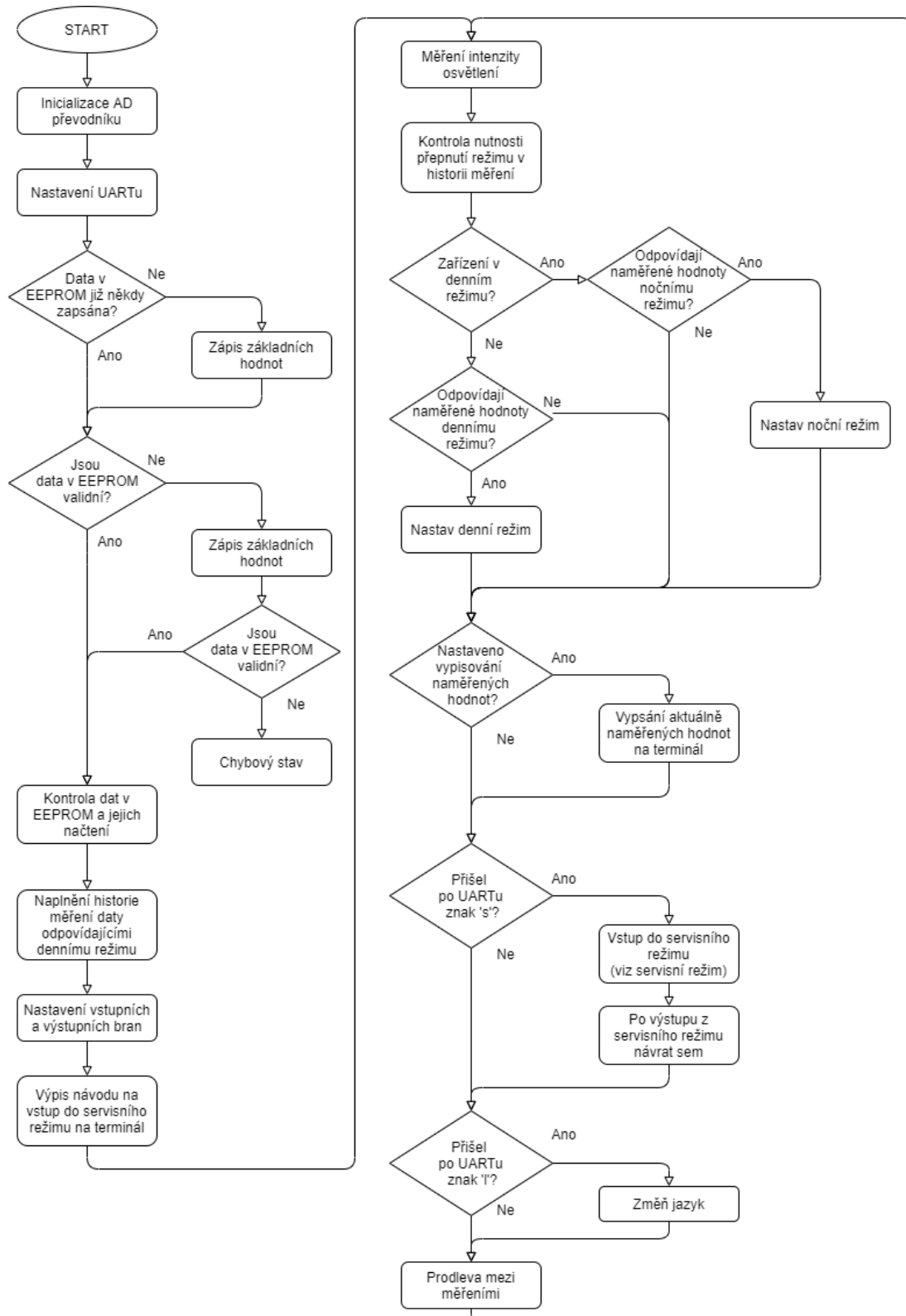
Pokud v měřicí smyčce přijdou po UARTu validní data, zařízení na ně zareaguje buď změnou jazyka, kterým zařízení komunikuje, nebo vstupem do servisní smyčky.

Při vstupu do servisní smyčky vypíše zařízení na terminál krátkou náповědu. Následně nastaví denní režim svícení a ve smyčce čeká na data, která přijme přes UART. Ze servisní smyčky lze přejít do smyčky pro nastavení hranic denního a nočního režimu, do smyčky pro nastavení zobrazování měřených hodnot a do smyčky pro obnovu továrního nastavení.

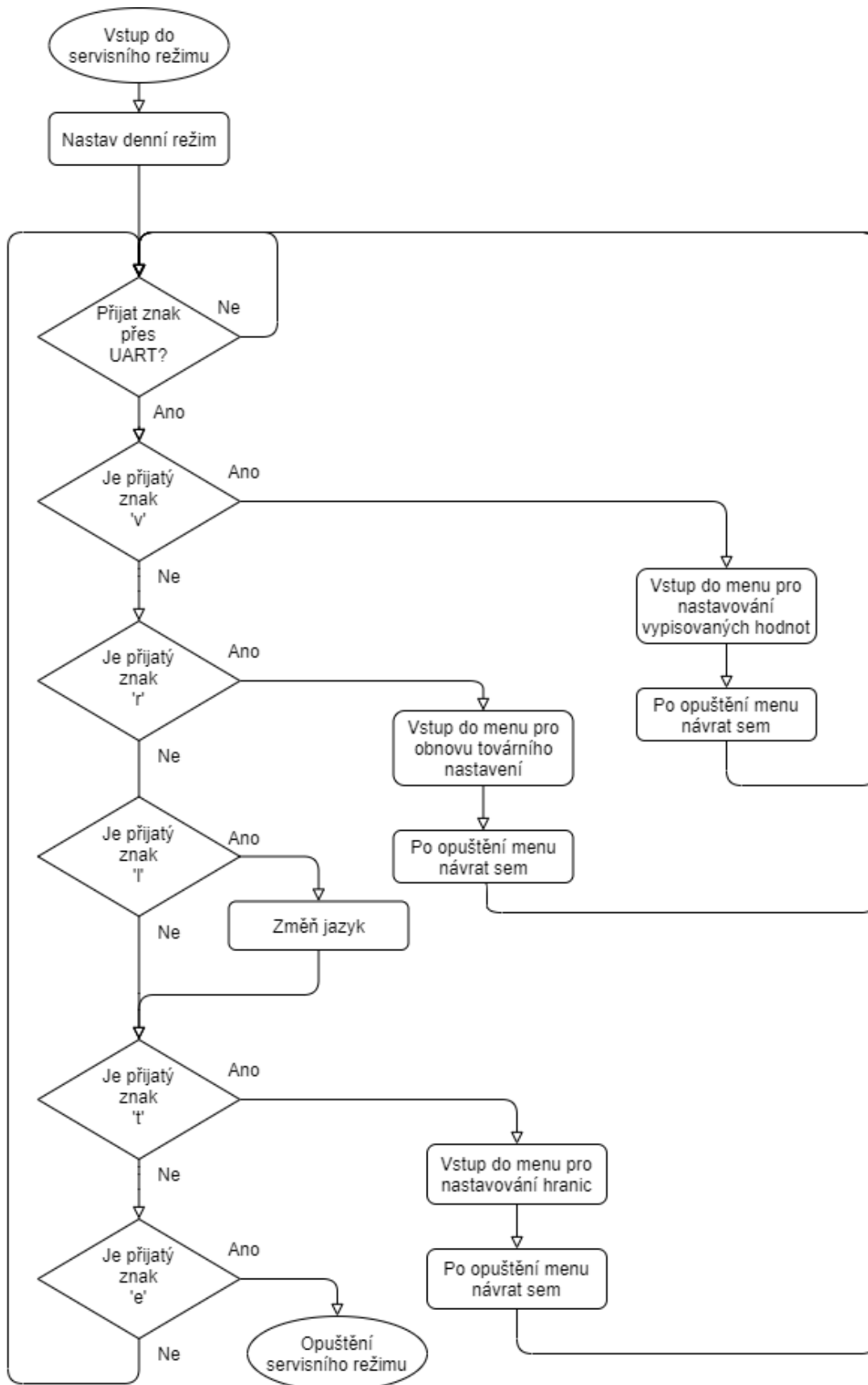
V těchto smyčkách zařízení opět čeká na validní data přijatá přes UART, pomocí nichž se zařízení parametrizuje. Po opuštění servisní smyčky se zařízení vrátí k měření a čekání na vyžádání servisního režimu.

Slovní popis odpovídá následujícím vývojovým diagramům.

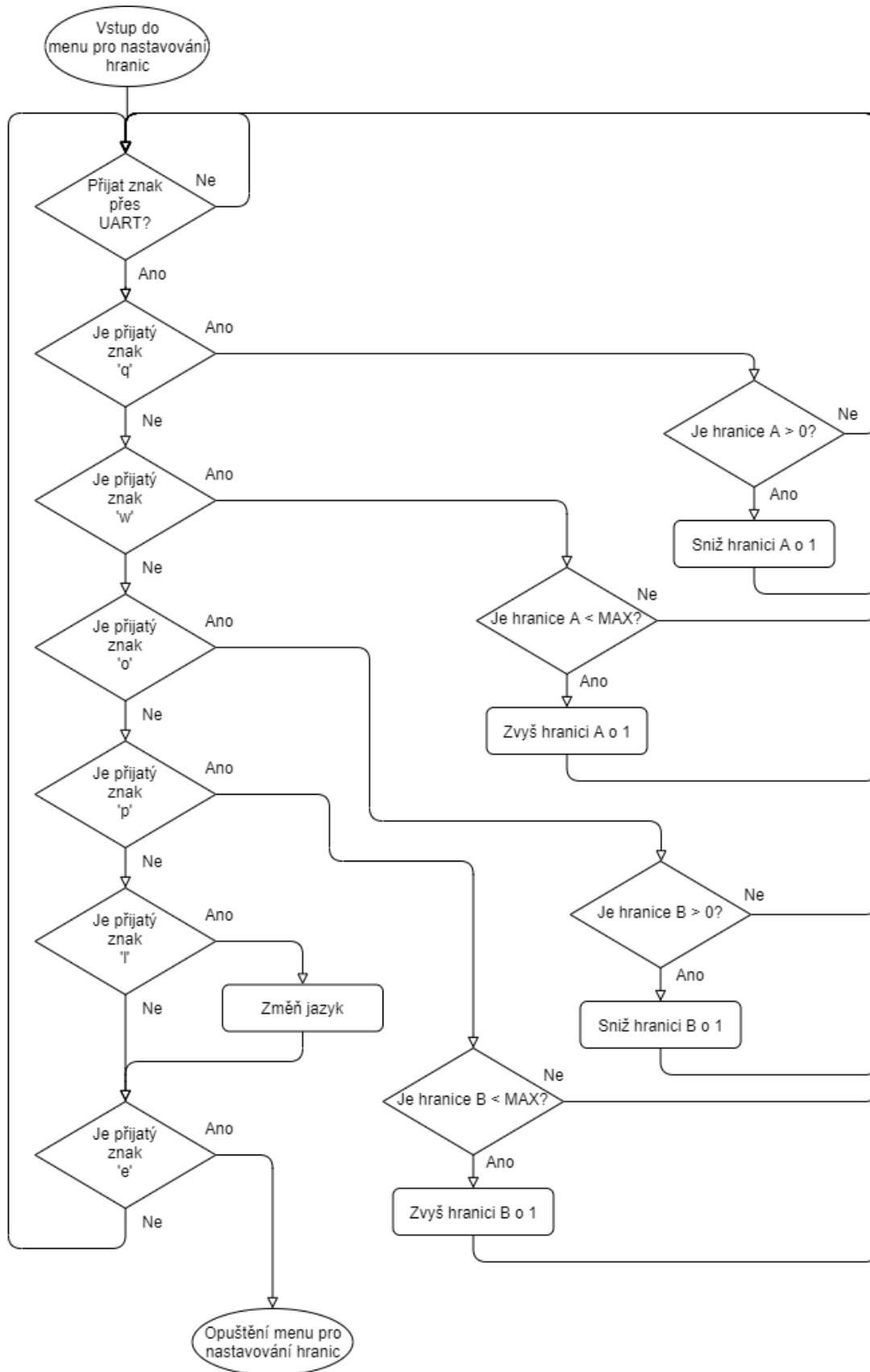
■ 6.3.5 Vývojové diagramy



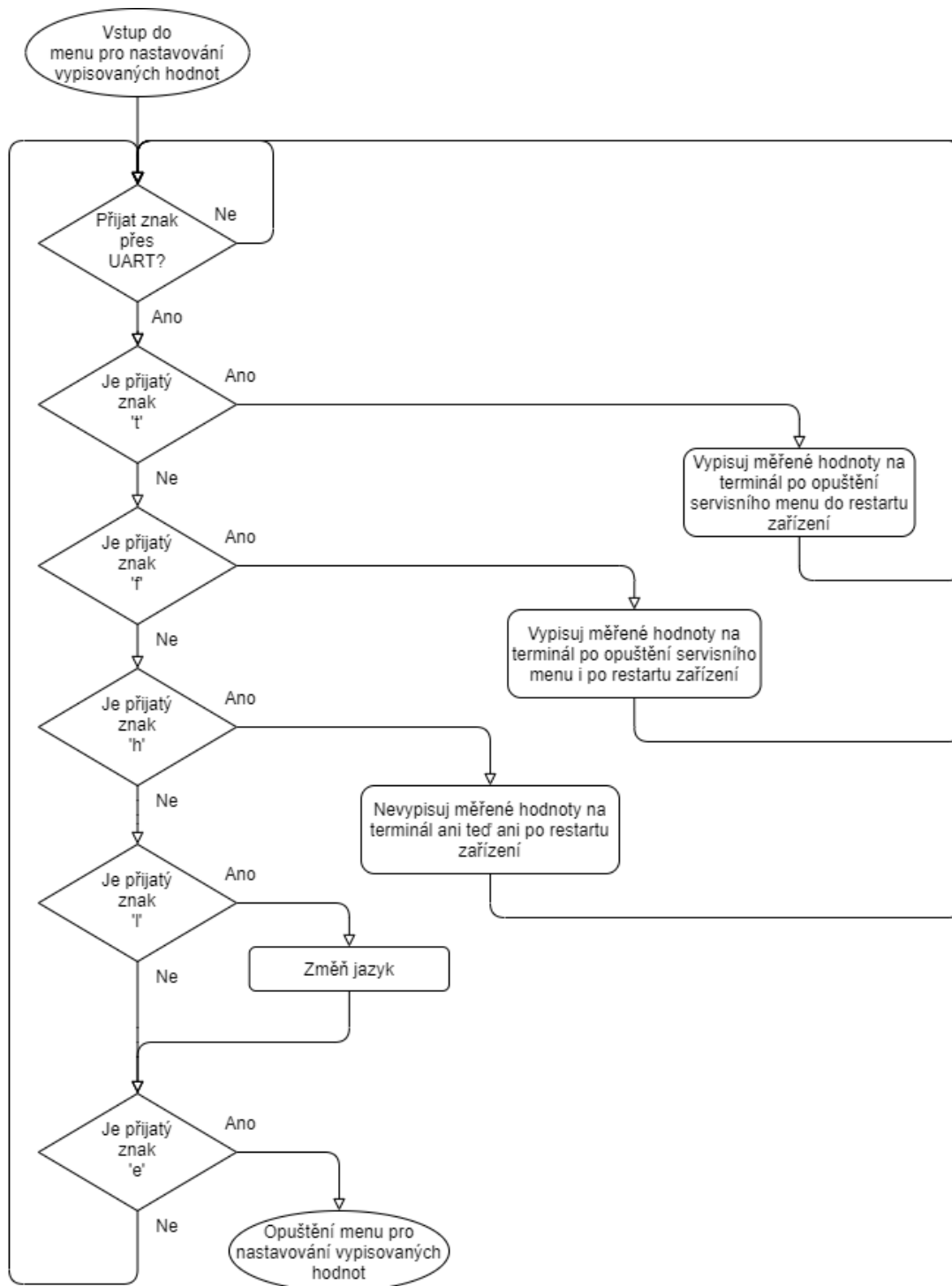
Obrázek 6.10. Vývojový diagram začátku a standardního běhu programu.



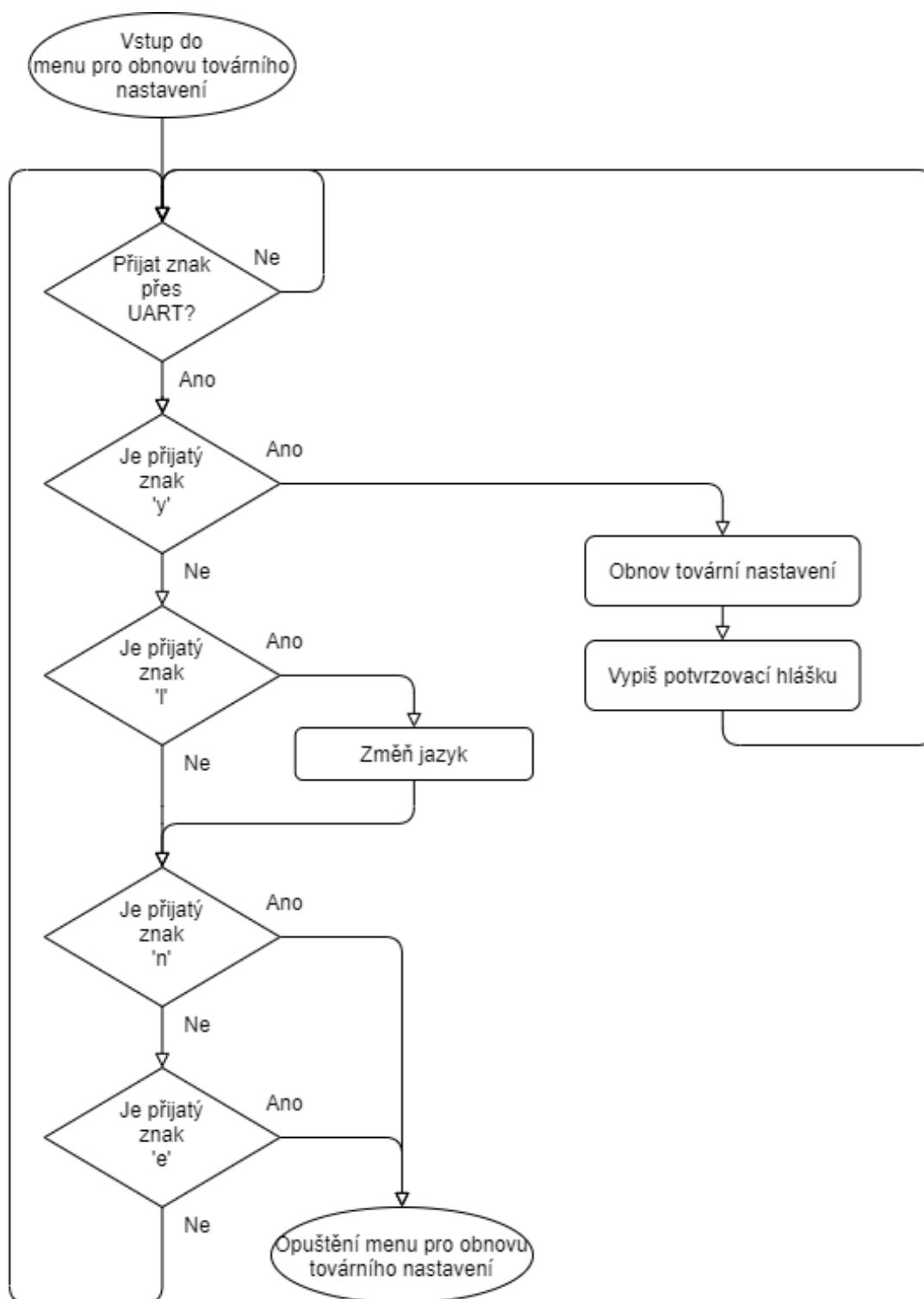
Obrázek 6.11. Vývojový diagram hlavního menu servisního režimu.



Obrázek 6.12. Vývojový diagram menu pro nastavování hranic.



Obrázek 6.13. Vývojový diagram menu pro nastavování vypisovaných hodnot.



Obrázek 6.14. Vývojový diagram menu pro obnovu továrního nastavení.

Kapitola 7

Návod k nastavení a použití zařízení

7.1 Připojení k PC

Zařízení se připojuje k PC pomocí převodníku UART/USB. Ze zařízení jsou vyvedeny tři vodiče. Hnědý vodič spojíme s GND převodníku, červený vodič s RX převodníku a oranžový vodič s TX převodníku.

Na počítači spustíme terminál umožňující komunikaci po sériové lince (například freeware PuTTY). Terminál nastavíme na přenosovou rychlost 9600 baudů a na port, ke kterému je připojen převodník UART/USB. Poté zapneme napájení zařízení, případně stiskneme resetovací tlačítko zařízení. Po tomto úkonu by se na terminálu měla zobrazit uvítací hláška.

Upozornění: Terminál musí podporovat escape sekvence, jinak by docházelo k nepřehlednému výpisu!

7.2 Přepínání jazyků

Zařízení podporuje dva jazyky – angličtinu a češtinu. Jazyk lze změnit v každé úrovni menu stisknutím klávesy 'l' (malé el) v otevřeném terminálu. Po přijetí znaku 'l' zařízení přepíše zrovna zobrazované menu do druhého jazyku.

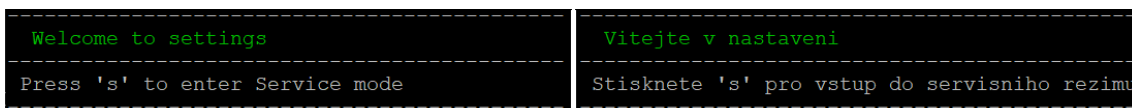
Nezmění-li se jazyk, zkontrolujte, jestli nemáte na klávesnici počítače zapnutou volbu CapsLock.

Ovládání zařízení se v závislosti na jazyku nemění. Liší se pouze vypisované hlášky.

7.3 Pohyb v menu

K samotnému nastavení zařízení by návod neměl být nutný, zařízení popisuje možnosti na terminálu. Přesto následující odstavce včetně snímků terminálu shrnují postup, jak zařízení nastavit.

7.3.1 Stav po resetu



Obrázek 7.1. Snímek terminálu po resetu.

Po resetu zařízení cyklicky měří hladinu okolního osvětlení a kontroluje, jestli byl vyžádán vstup do servisního režimu. Vstup do servisního režimu vynutíme zadáním znaku 's' do terminálu.

<pre> Service menu ----- Press: 'e' to exit the menu 'v' to set displayed values 't' to set light thresholds 'r' to reset factory settings </pre>	<pre> Servisní menu ----- Stisknete: 'e' pro opuštění menu 'v' pro menu zobrazovaných hodnot 't' pro menu světelných hranic 'r' pro obnovu továrního nastavení </pre>
---	---

Obrázek 7.2. Snímek servisního menu v terminálu.

Po vstupu do servisního režimu se vypíše krátká nápověda, jak postupovat dále. Vstupem do servisního menu se zařízení převede do denního režimu svícení a dočasně přestane měřit intenzitu okolního osvětlení.

Klávesou ‘e’ opustíme servisní menu. Zařízení opět začne cyklicky měřit hladinu okolního osvětlení a přepínat světelné režimy.

Ze servisního menu lze přejít do následujících menu.

7.3.2 Menu pro nastavování hranic mezi režimy svícení

<pre> Thresholds settings ----- Press: 'e' to exit the menu 'q' to decrease threshold 1 'w' to increase threshold 1 'o' to decrease threshold 2 'p' to increase threshold 2 </pre>	<pre> Nastavení hranic ----- Stisknete: 'e' pro opuštění menu 'q' pro snížení hranice 1 'w' pro zvýšení hranice 1 'o' pro snížení hranice 2 'p' pro zvýšení hranice 2 </pre>
Sensor 1: 400, Sensor 2: 500	Sensor 1: 400, Sensor 2: 500

Obrázek 7.3. Snímek menu nastavování hranic v terminálu.

Zařízení je vybaveno dvěma senzory pro měření hladiny okolního osvětlení. Pro každý senzor můžeme nastavit, jakou hodnotu osvětlení považujeme za denní a noční (rozsah měřených hodnot 0 až 1023). Klávesami ‘q’ a ‘w’ snižujeme a zvyšujeme hranici pro první senzor, klávesami ‘o’ a ‘p’ pro druhý senzor (viz nápověda na terminálu). Klávesou ‘e’ opustíme toto menu a vrátíme se o úroveň výš.

7.3.3 Menu pro nastavení zobrazování naměřených hodnot

<pre> Displayed values ----- Press: 'e' to exit the menu 't' to show values until restart 'f' to show values permanently 'h' to hide values </pre>	<pre> Zobrazované hodnoty ----- Stisknete: 'e' pro opuštění menu 't' pro zobrazování hodnot do restartu 'f' pro stále zobrazování hodnot 'h' pro skrytí hodnot </pre>
Till restart: 0, After restart: 0	Do restartu: 0, Po restartu: 0

Obrázek 7.4. Snímek menu nastavování zobrazovaných hodnot v terminálu.

Pro případ diagnostiky chování zařízení se může hodit zobrazování naměřených hodnot. Zobrazování lze klávesou ‘t’ zapnout dočasně (do resetu), trvale – klávesou ‘f’ nebo také úplně vypnout klávesou ‘h’ (doporučeno po dokončení nastavování). 1 znamená zapnuto, 0 vypnuto. Klávesou ‘e’ opustíme toto menu a vrátíme se o úroveň výš.

<pre>Welcome to settings ----- Press 's' to enter Service mode ----- Thresholds: Sensor 1: 400, Sensor 2: 500 Measured values: Sensor 1: 359, Sensor 2: 428 3</pre>	<pre>Vítejte v nastavení ----- Stisknete 's' pro vstup do servisního režimu ----- Hranice: Sensor 1: 400, Sensor 2: 500 Měřené hodnoty: Sensor 1: 359, Sensor 2: 428 3</pre>
---	--

Obrázek 7.5. Snímek nejvyšší úrovně menu s měřenými hodnotami v terminálu.

Měřené hodnoty se budou zobrazovat v nejvyšší úrovni menu (stav po resetu).

7.3.4 Menu pro obnovení továrního nastavení

<pre>Factory reset ----- Press: 'e' to exit the menu 'y' to apply factory settings</pre>	<pre>Obnova továrního nastavení ----- Stisknete: 'e' pro opuštění menu 'y' pro obnovu továrního nastavení</pre>
--	---

Obrázek 7.6. Snímek menu obnovení továrního nastavení v terminálu.

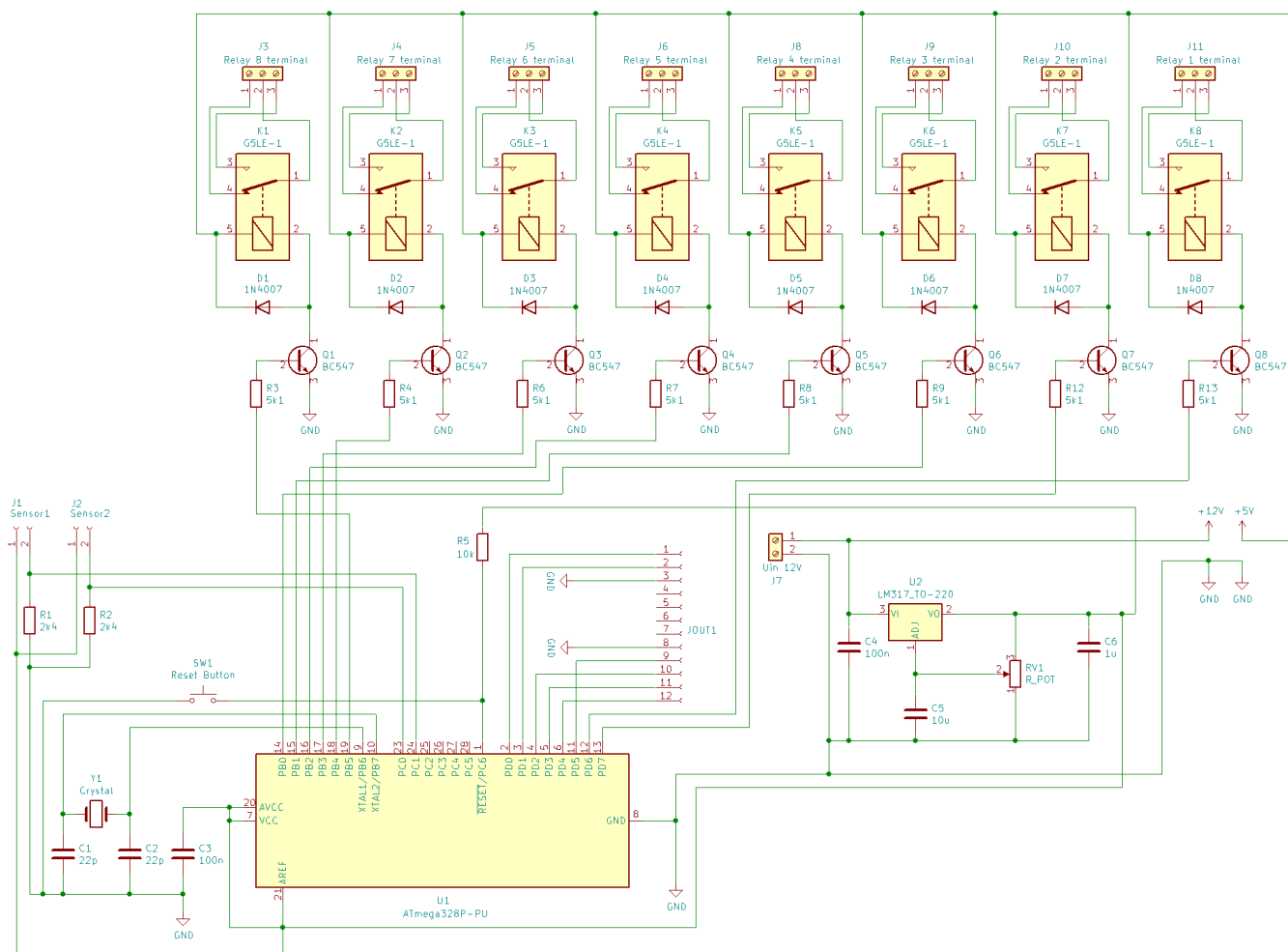
Nefunguje-li zařízení správně nebo pokud chceme vrátit parametrické nastavení zařízení na původní hodnoty, můžeme využít volby pro obnovení továrního nastavení. Po obnovení zůstane nastaven pouze jazyk, v němž se do menu vstoupilo.

Klávesa ‘y’ potvrdí obnovu továrního nastavení. Po jejím stisku se na tři sekundy vypíše potvrzující hláška. Klávesami ‘e’ nebo ‘n’ zrušíme obnovu a vrátíme se o úroveň výš.

Kapitola 8

Schémata, návrhy

8.1 Elektrické schéma zapojení zařízení

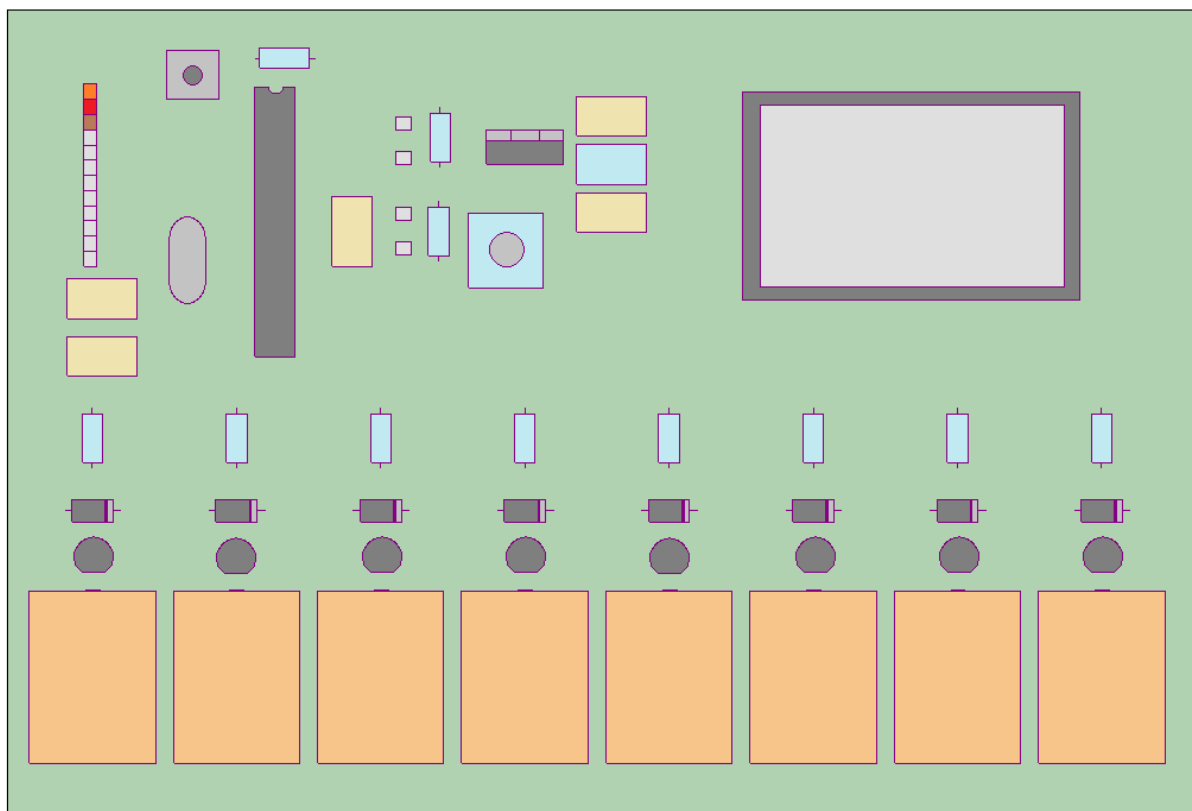


Obrázek 8.1. Kompletní schéma zapojení zařízení.

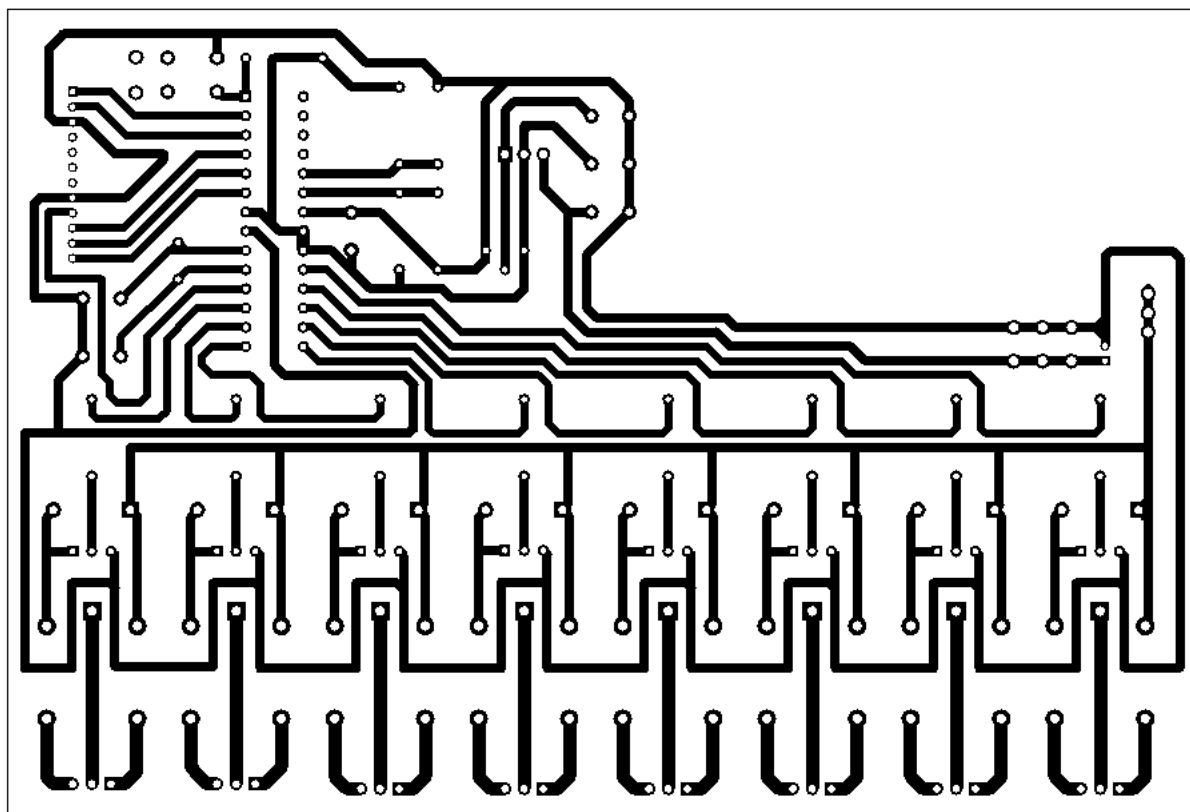
8.2 Rozvržení součástek na plošném spoji

Součástky jsou na plošném spoji rozprostřeny s většími rozestupy, aby byly všechny součástky jednoduše měřitelné.

Rozměry desky plošného spoje: 15,7 cm x 10,6 cm.



Obrázek 8.2. Rozvržení součástek na plošném spoji.



Obrázek 8.3. Cesty na plošném spoji, pohled ze strany součástek, cesty na zadní straně.

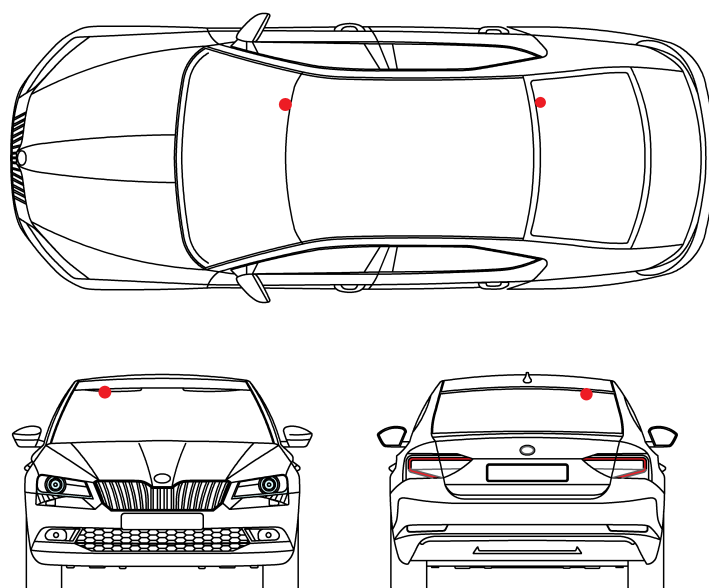
Kapitola 9

Testování zařízení

Po výrobě zařízení proběhlo jeho testování v reálném provozu. Zařízení nemělo vliv na funkci automobilu, pouze bylo napájeno z jeho palubní sítě (12 V zásuvky). Na testování se kvůli bezpečnosti podíleli dva lidé – tester a řidič.

9.1 Umístění a natočení senzorů

První senzor byl umístěn za čelním sklem automobilu, druhému senzoru bylo přiděleno místo za sklem dveří zavazadlového prostoru automobilu. Umístění za skly chránilo senzory před vlivy počasí. Červené body na obrázku naznačují, kde se senzory při testování nacházely.



Obrázek 9.1. Umístění senzorů na testovacím voze, obrys vozu převzat z [15], převeden pomocí [16], upraven a doplněn červenými body, obrázek ilustrační.

Senzory byly nejprve natočené snímací plochou směrem k obloze. Při této orientaci ovlivňovaly naměřené hodnoty intenzity osvětlení například stíny stromů nebo lampy veřejného osvětlení. Výhodnější se ukázalo natočení snímací plochy senzoru tak, aby směřovala dolů – vpředu k palubní desce, vzadu do zavazadlového prostoru. Měřené hodnoty potom měly nižší rozptyl.

9.2 Zbarvení skel automobilu

Jednotlivá skla automobilů mívají různé barvy a světelné propustnosti. U testovacího automobilu bylo sklo dveří zavazadlového prostoru mírně tónované do modrošedé barvy. Právě proto se musí nastavit hranice pro přepnutí světelných režimů individuálně pro každý senzor.

9.3 Změny provedené při testování

Pro účely testování se počítalo se softwarovými úpravami, proto neproběhlo pájení procesoru přímo na desku plošného spoje. Procesor byl osazen pomocí patice.

Před testováním v automobilu proběhly zkoušky funkčnosti na pracovním stole, což pomohlo odstranit některé chyby týkající se přepínání světelných režimů a komunikace s PC přes UART.

Zkouška v automobilu začala nastavením předpokládaných hranic pro přepnutí světelných režimů, které se pak podle reakcí zařízení upravily. V tomto případě se neměnil software zařízení. Změna softwaru nastala až ve chvíli, kdy se při světelných podmínkách na pomezí světla a tmy občas střídaly stavy zařízení. Tato chyba se vyřešila pomocí zvětšení netečného pásma, kdy se zařízení nepřepne z nočního režimu do denního.

Po provedení změn už se chyby v komunikaci s PC a v přepínání režimů neobjevily. Testování zařízení před ostrým nasazením do provozu by ale samozřejmě muselo obsahovat větší množství možných situací a také by mělo trvat déle. Samozřejmě by také muselo proběhnout schválení zařízení příslušnými autoritami.

9.4 Měřené hodnoty

Místo	Denní doba a popis	Zadní senzor	Přední senzor
Ulice města	Rozednění	340	354
Ulice města	Den, nepřímý sluneční svit	731	749
Ulice města	Noc, mezi lampami, polojasno	13	18
Ulice města	Noc, pod lampou, polojasno	60	72
Okresní cesta	Den, přímý sluneční svit	868	892
Okresní cesta	Noc, polojasno	0	6
Les s dobrou viditelností	Den, stíny stromů	382	397
Podzemní garáž	Umělé osvětlení zářivkami	45	58
Neosvětlená garáž	Noc, úplná tma, zavřená vrata	0	0

Tabulka 9.1. Hodnoty naměřené zařízením, rozsah hodnot 0 až 1023.

Hodnoty v tabulce představují aritmetický průměr ze sedmi naměřených hodnot v průběhu dvou minut. Z naměřených hodnot vyplynulo, že ideální (pocitová) světelná hranice nabývá hodnoty 450 pro senzor v přední části automobilu a 430 pro senzor vzadu.

9.5 Otočení polarity vstupního napětí

Při ladění zařízení na nepáživém poli se díky nepozornosti podařilo otočit polaritu napájecího napětí na cca 30 sekund. Z prototypu byla cítit spálenina, ale po přivedení napájecího napětí se správnou polaritou prototyp fungoval. Změnilo se pouze chování AD převodníku, který při konstantním vstupním napětí neprodukoval na výstupu stejné hodnoty (pohybovaly se v rozmezí od -2 % do +2% rozsahu).

Na výsledné zařízení se osadily kompletně nové součástky, proto zařízení funguje korektně a stabilně.

Kapitola 10

Závěr

Na evropských silnicích se denně pohybuje velké množství automobilů. Jejich počet navíc každým rokem roste. Svícení vozidel vytváří nemalé množství tepla, vede k spotřebě paliva pro výrobu elektrické energie, z čehož pak vznikají emise. Omezit tyto jevy lze použitím úspornějších světelných zdrojů nebo také svícením pouze nutnými světly. Pomoci se správným používáním světlometů může zařízení, které sleduje hladinu intenzity okolního osvětlení.

10.1 Automatické přepínání režimů svícení

Povinná instalace automatu pro změnu světelných režimů na základě okolních světelných podmínek by mohla ušetřit energii nutnou pro svícení. Automat by v ideálním případě nezapomínal přepínat světelné režimy například po výjezdu z tunelu nebo třeba po rozednění. Automat by také mohl mít vliv na bezpečnost provozu na silnicích, neboť by se nestávalo, že by se po komunikaci pohyboval nesvítící nebo nevhodně svítící automobil.

Po uvážení ceny výroby a montáže navrženého zařízení vypadá utopicky, aby se zařízení (i nějaké podobné externí) masivně osazovalo do automobilů. Možnou cenovou, hmotnostní i prostorovou úsporu by mohla přinést výměna relé za spínací tranzistory, pokud bychom věděli, že spínáme pouze malé proudy tekoucí signálními vodiči.

Instalace přímo při výrobě by ale neznamenala nutnost osazovat do automobilu další řídicí jednotku pro přepínání režimu svícení. Mohly by se totiž využít stávající řídicí jednotky vozu, které by se pouze dovybavily nutným softwarem. Navíc by byla potřeba pouze snímač okolního osvětlení. Instalace přímo ve výrobě dává mnohem větší smysl.

10.2 Omezení příkonu pro svícení

V současné době se pro osvětlení domácností používají světelné zdroje, které dosahují vyšší účinnosti než žárovky. Díky tomu pro domovní svícení nespotřebujeme tolik energie jako s žárovkami a zároveň nevytváříme zbytečné odpadní teplo.

Proč bychom si z domácností nemohli vzít příklad i u automobilů? Jako řešení se nabízí legislativní regulace příkonu světelných zdrojů světlometů nově vyrobených automobilů. Náhrada žárovek LED moduly by mohla zaujmout široké spektrum lidí ani ne kvůli úspoře energie, ale hlavně díky větší vzdálenosti dopadu světelných paprsků kvalitních LED modulů a světlejší, potažmo líbivější, barvě vyzářovaného světla.

10.3 Pravidla pro svícení a bezpečnost

V evropských zemích nepanuje jednota v pravidlech pro svícení ve dne. Pro jednodušší orientaci v nich by stálo za zamyslením, jestli bychom neměli na alespoň unijní úrovni tato pravidla sjednotit.

Z důvodu bezpečnosti na silnicích by nejspíš nebylo dobré rušit svícení předními světly v denním režimu. Lidé mohou být zvyklí, že pohybující se auto svítí. V příkladu příkonu LED modulu pro denní svícení bylo vidět, že při současném stavu nemusí příkon sady světlometů pro denní svícení překročit 5 W. Nově prodávané automobily v EU stejně musí mít světlomety pro denní svícení ve své základní výbavě, tak proč je nevyužívat a jejich použití neregulovat.

10.4 Homologace nových světelných zdrojů

V současné době téměř nelze svítit na veřejných komunikacích pomocí LED modulů nahrazujících žárovku v žárovkovém světlometu. Tyto moduly mají ale výrazně nižší příkony než klasické žárovky. Možnost osazení kvalitního LED modulu místo žárovky do žárovkového světlometu by přinesla snížení množství produkovaného odpadního tepla, snížení spotřeby paliva a následně i snížení tvorby emisí.

Vhodné by bylo vyvinout tlak na minimálně celoevropské schvalování úsporných světelných zdrojů určených pro automobily, případně schvalování nějakým způsobem podporovat.

10.5 Rekapitulace cílů práce

10.5.1 Hledání úspory energie

Předchozí kapitoly práce ukázaly, že lze najít možnosti, jak šetřit energii určenou pro svícení v různých automobilech. V tomto ohledu se nabízí hlavně nové úsporné světelné zdroje světla.

Kalkulace možných úspor v rámci Evropské unie nebyla provedena, protože by se zakládala na odhadech, jakými světelnými zdroji a jakou dobu svítí automobily provozované na evropských silnicích (i s ohledem na různorodost pravidel pro svícení v EU).

10.5.2 Zařízení

V rámci práce vytvořené zařízení pro přepínání světelných režimů automobilu vyhodnocuje okolní světelné podmínky, podle nichž nastavuje světelný režim. Na světlo reaguje zařízení spolehlivě, proto se za běžných situací chová předvídatelně a správně.

Problém při nastavení správného světelného režimu může nastat při mlze nebo dešti za světlého dne, neboť zařízení neumí zjistit, zda prší nebo jestli mlha snižuje dohlednost. V těchto situacích se vyžaduje kooperace řidiče.

10.5.3 Možnosti dalšího vývoje

Při integraci zařízení do palubních systémů automobilu s navigací by bylo možné nutnost svícení v tunelu zjistit pomocí signálu GPS a podobných zaměřovacích systémů. Informace z mapy o tunelu by mohla být použita pro prediktivní zapnutí nočních světel ještě, než by automobil do tunelu vjel. Jako potvrzení, že automobil do tunelu dorazil, by pak sloužila ztráta signálu GPS.

Stejným způsobem jako tunely by se v mapě dala označit nebezpečná nebo nepřehledná místa, kde by kvůli bezpečnosti provozu stálo za to svítit.

Poloha zjištěná pomocí GPS by pak také potenciálně mohla vést k nastavování světelných režimů podle místních pravidel pro svícení.

GPS nám neposkytuje jenom možnost zjištění polohy, ale také aktuální časové údaje. Díky tomu by šlo zařídit, aby se v čase od setmění do rozednění zařízení nedostalo do denního režimu.

Literatura

- [1] *A method of calculating CO2 savings obtained by external lighting of vehicles that use electroluminescent diodes.* 20.12.2020.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/214/1/012104/pdf>.
- [2] *ACEA Report Vehicles in use Europe 2019.* 20.12.2020.
https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_Report_Vehicles_in_use_Europe_2019.pdf.
- [3] *Sectoral Profile - Transport.* 20.12.2020.
<https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/transport/transport-eu.pdf>.
- [4] *CHANGE IN DISTANCE TRAVELLED BY CAR.* 20.12.2020.
<https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/transport/distance-travelled-by-car.html>.
- [5] *Front Lighting.* 18.4.2020.
<https://www.osram-continental.com/solutions/front-lighting>.
- [6] OSRAM GmbH. *Familiendatenblatt — NIGHT BREAKER H7-LED.* 2021.
<https://www.osram.de/>.
- [7] *NIGHT BREAKER LED Kompatibilitätsliste.* 18.4.2020.
www.osram.de/am/night-breaker-led/night_breaker_led_kompatibilitaetsliste.jsp.
- [8] OSRAM GmbH. *Technický list výrobku — NIGHT BREAKER LASER.* 2021.
<https://www.osram.cz/>.
- [9] OSRAM GmbH. *Technický list výrobku — ULTRA LIFE.* 2021.
<https://www.osram.cz/>.
- [10] *GL55 Series Photoresistor.* 20.12.2020.
<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.520-084.1.pdf>.
- [11] *8-bit AVR Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash.* 20.12.2020.
<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.432-228.1.pdf>.
- [12] *RAS series.* 18.4.2020.
<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.634-246.1.pdf>.
- [13] *LM217, LM317 Datasheet.* 18.4.2020.
<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.331-004.1.pdf>.
- [14] *AVR Fuse Calculator.* 18.4.2020.
<https://eleccelerator.com/fusecalc/fusecalc.php?chip=atmega328p>.
- [15] *Skoda Superb 2015 drawings.* 18.4.2020.
<https://dwgmodels.com/265-skoda-superb-2015.html>.
- [16] *Zamzar DWG to PNG.* 18.4.2020.
<https://www.zamzar.com/convert/dwg-to-png/>.