

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

MODERNÍ SYSTÉMY OSVĚTLENÍ VOZIDEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

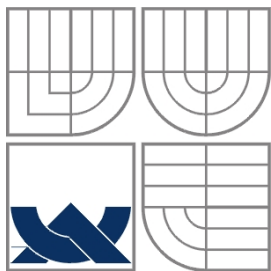
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

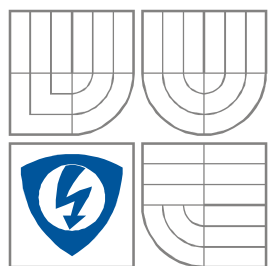
Jiří Pařízek

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

**ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY
A ELEKTRONIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC
ENGINEERING

MODERNÍ SYSTÉMY OSVĚTLENÍ VOZIDEL

VEHICLE LIGHTING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Pařízek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

BRNO, 2008



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a výkonová elektronika

Student: Pařízek Jiří

Ročník: 3

ID: 77960

Akademický rok: 2007/08

NÁZEV TÉMATU:

Moderní systémy osvětlení vozidel

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Popište stručně systémy osvětlení vozidel a jejich vývoj.
2. Posudte možnosti inovace (modernizace) hlavních světel vozidla.
3. Navrhněte způsob praktického využití ve cvičeních z předmětu BAEB.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Termín zadání: 10. 10. 2007

Termín odevzdání: 06. 06. 2008

Vedoucí projektu: prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření semestrální práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan

Jméno a příjmení: Jiří Pařízek

Bytem: Klíčova 136/5, Brno, 618 00

Narozen/a (datum a místo): 13. 7. 1986 v Boskovicích

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc., předseda oborové rady Silnoproudá

elektrotechnika a elektroenergetika

(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☐ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Moderní metody osvětlení vozidel

Vedoucí/ školitel VŠKP: prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

Ústav: Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Datum obhajoby
VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v *:

- ☐ tištěné formě – počet exemplářů 1
- ☐ elektronické formě – počet exemplářů 1

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

- Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
- Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
- Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
- Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

Nabyvatel

.....

Autor

Abstrakt

Osvětlení vozidel je již od počátku vývoje automobilů jedním z nejdůležitějších témat, kterými se automobilová elektrotechnika zabývá. Podle odborných studií klesá vizuální vnímavost v noci a při nedostatečném osvětlení až na pouhých 4 %. Přitom však až 90 % informací, které řidič potřebuje k řízení vozidla, přijímá zrakem, proto je osvětlení nejzákladnějším prvkem aktivní bezpečnosti a tím přispívá ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

Abstract

The vehicle lighting is one of the most important subjects, which consider vehicle electrical engineering. A lot of technical expertises shows, that visual passibility diminishes on as far as only 4 %. But more than 90 % of information, which driver needs to drive car safety receives rightly by sight. From these reasons, the vehicle lighting is the basic element of active safety and bears higher safety in service.

Klíčová slova

Osvětlení vozidel; bezpečnost provozu; adaptivní světlomety, noční vidění.

Keywords

Vehicle lighting; safety in service; adaptive headlights; night vision.

Bibliografická citace

PAŘÍZEK, J. *Moderní systémy osvětlení vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 56 s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Moderní metody osvětlení vozidel jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

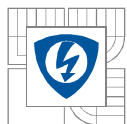
Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Vítězslavu Hájkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

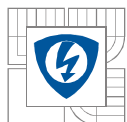
V Brně dne.....

Podpis autora

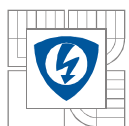


OBSAH

1 ÚVOD	16
2 ZÁKLADNÍ POJMY	17
2.1 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VELIČINY	17
2.2 OSVĚTLOVACÍ SYSTÉM	18
3 ZDROJE SVĚTLA.....	19
3.1 ŽÁROVKY.....	19
3.1.1 BĚŽNÉ (KONVENČNÍ) ŽÁROVKY	19
3.1.2 HALOGENOVÉ ŽÁROVKY	20
3.1.3 BLUEVISION ŽÁROVKY	20
3.2 KONSTRUKCE ŽÁROVKY.....	21
3.2.1 VLÁKNA ŽÁROVEK	21
3.2.2 PATICE ŽÁROVEK	21
3.3 VÝBOJKY	22
3.3.1 ZÁŘIVKY	23
3.3.2 XENONOVÉ VÝBOJKY	23
3.3.3 ELEKTROLUMINISCENČNÍ ZDROJE	24
3.3.4 SVÍTIVÉ DIODY – LED	24
3.3.5 KAPALNÉ KRYSTALY – LCD.....	25
4 SVĚTLOMETY.....	26
4.1 UMÍSTĚNÍ A FUNKCE OSVĚTLOVACÍHO SYSTÉMU.....	26
4.2 KONSTRUKCE HLAVNÍHO SVĚTLOMETU	27
4.2.1 SVĚTELNÉ ZDROJE	27
4.2.2 ODRAZOVÁ PLOCHA SVĚTLOMETU – REFLEKTOR	28
4.2.3 KRYCÍ SKLO	28
4.2.4 POUZDRO SVĚTLOMETU	29
4.3 HLAVNÍ SVĚTLOMETY SOUDOBÝCH VOZIDEL.....	29
4.4 KLOPENÍ SVĚTELNÉHO KUŽELE.....	30
4.4.1 ASYMETRICKÉ ROZDĚLENÍ SVĚTLA	31
4.5 DRUHY SVĚTEL.....	31
4.5.1 PARABOLICKÉ SVĚTLOMETY	31
4.5.2 ELIPSOIDNÍ SVĚTLOMETY	31
4.5.3 SVĚTLOMET S VOLNOU PLOCHOU.....	32
4.5.4 KOMBINOVANÉ OSVĚTLOVACÍ SYSTÉMY – LITRONIC	33
5 MODERNÍ KONSTRUKCE SVĚTLOMETŮ.....	34
5.1 SYSTÉM LITRONIC	34
5.2 PROJEKČNÍ SVĚTLOMETY (PES – POLYELIPSOIDNÍ SVĚTLOMETY).....	35
5.3 REFLEXNÍ SVĚTLOMETY.....	36
5.4 BIFUNKČNÍ LITRONIC – BI-LITRONIC	37
6 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY	38

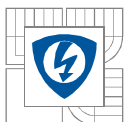


6.1	STATICKE SVETLOMETY	39
6.2	ADAPTIVNI DYNAMICKE SVETLOMETY AHL (ADAPTIVE HEAD LIGHTS)	39
6.3	SYSTEM ALC	40
6.4	PIXELOVE SVETLOMETY	40
7	ZARIZENI PRO NOCNI VIDENI	42
7.1	NEAR INFRA-RED – NIR	42
7.2	TECHNOLOGIE NIR V PRAZI	43
7.2.1	NIGHT VISION	43
7.2.2	ACTIVE INFRARED NIGHT VISION	43
7.2.3	AUTOMOTIVE LIGHTING	44
7.3	FAR INFRA-RED – FIR	44
8	RIZENI DOSAHU SVETLOMETU	45
8.1	RUCNI NASTAVENI SKLONU SVETLOMETU	45
8.2	AUTOMATICKE NASTAVOVANI SKLONU SVETLOMETU	46
8.2.1	STATICKY SYSTEM	46
8.2.2	DYNAMICKY SYSTEM	46
9	OSTATNI OSVETLENI NA VOZIDLE	49
9.1	BRZDOVA SVETLA	49
9.2	SMEROVA SVETLA	49
9.3	ZADNI SKUPINOVE SVITILNY	50
9.4	OSVETLENI REGISTRACNI ZNACKY	51
9.5	INOVATIVNI ZDROJE SVETLA PRO OSTATNI OSVETLENI	51
9.6	ADAPTIVNI BRZDOVA SVETLA	51
10	NAVRH PRAKTICKÉHO VYUŽITÍ V PŘEDMĚTU BAEB	52
10.1	APLIKACE V PŘEDNÁŠKÁCH	52
10.2	APLIKACE VE CVIČENÍ	52
10.2.1	MĚŘENÍ AUTOMOBILOVÝCH ŽÁROVEK	53
11	ZÁVĚR	55



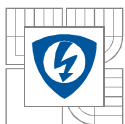
SEZNAM OBRÁZKŮ

obrázek 3.1.1: Konvenční žárovka	19
obrázek 3.1.2: Halogenová žárovka H4	20
obrázek 3.2.2: Druhy žárovek pro motorová vozidla	22
obrázek 3.3: Výbojka D2S	23
obrázek 3.3.2: Blokové schéma řídicí elektroniky pro výbojkové světlomety	24
obrázek 4.2.2a: Dálkové světlo	28
obrázek 4.2.2b: Potkávací světlo	28
obrázek 4.2.3a: Reflektor světlometu vytváří paralelní světelné paprsky	29
obrázek 4.2.3b: Rozptylové sklo vytváří požadovaný výstup světla	29
obrázek 4.3: Přehled hlavního světlometu Škody Fabia	30
obrázek 4.5.2: Princip projekčního světlometu (objektiv = čočka)	32
obrázek 5.1: Rozdělení světla v úrovni vozovky	34
obrázek 5.2: Systém Litronic v projekčním světlometu	36
obrázek 5.3: Systém Litronic v reflexním světlometu	36
obrázek 5.4: Bifunkční Litronic	37
obrázek 6: Adaptivní světlomet při osvětlení zatáčky	38
obrázek 6.1: Statický světlomet pro odbočování	39
obrázek 6.2: Adaptivní dynamické světlomety	40
obrázek 6.4: Čip DMD se zvětšenou plochou zrcadel	41
obrázek 7.1: Princip zařízení pro noční vidění NIR	43
obrázek 8: Dosah světla na rovné vozovce bez regulace sklonu světlometů	45
obrázek 8.1: Zapojení potenciometru pro ruční nastavování světlometů	46
obrázek 8.2.2a: Principiální zobrazení dynamické regulace sklonu světlometů	47
obrázek 8.2.2b: Zapojení dynamické regulace sklonu světlometu	48
obrázek 9.3: Zadní skupinová svítidla Škoda Fabia	50
obrázek 9.4: Demontáž jedné ze dvou svítilen pro osvětlení registrační značky	51
obrázek 10.2.1: Zapojení úlohy pro měření žárovek	53



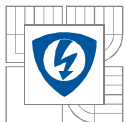
SEZNAM TABULEK

<i>tabulka 10.2.1: Tabulka pro úlohu měření žárovek</i>	<i>54</i>
---	-----------



SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

AHL	Adaptive Head Lights
AFS	Advanced Front Light System
ABS	Anti-lock Brake System
ALC	Cornering Lights with Adaptive Light Control
DMD	Digital Micromirror Device
ECE	Economic Commission for Europe
EHK OSN	Evropské Hospodářská Komise Organizace Spojených Národů
FIR	Far Infra Red
HUD	Head Up Display
LED	Light Emitting Diode
LCD	Liquid Crystal Display
LWR	Leuchtweitenregulierung – regulace dosahu (naklápění) světlometů
NIR	Near Infra Red
PES	Polyelipsoidní světlomet
UMTRI	The University of Michigan Transportation Research Institute

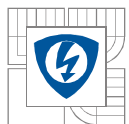


1 ÚVOD

Při zhoršené viditelnosti, například v noci nebo za deště, rapidně klesá vizuální vnímavost řidičů, vlivem oslňování se zvyšuje jejich únava, zpomalují se reflexy a tím se i zvyšuje pravděpodobnost vzniku dopravní nehody. Úkolem vývojových týmů po celém světě je hledat nové způsoby osvětlení vozidel a tím zvyšovat bezpečnost silničního provozu.

Cílem této práce je pojednat o běžně používaných systémech osvětlení, dále se zaměřit na moderní způsoby osvětlení – využití adaptivních světlometů a zařízení pro noční vidění.

V poslední části se zabývám návrhem praktického využití problematiky osvětlení ve cvičeních z předmětu Automobilová elektrotechnika.



2 ZÁKLADNÍ POJMY

Světlo je jedno z mnoha elektromagnetických záření, jednotlivé druhy záření se od sebe liší vlnovou délkou. Vlnová délka (λ) viditelného záření leží v rozsahu 380 až 760 nm. Velikost vlnové délky odpovídá zbarvení světla. Vlnové délce 760 nm odpovídá červená barva, naopak nejmenší viditelné vlnové délce 380 nm, pak fialová. Lidské oko je necitlivější na barvu žlutozelenou, jejíž vlnová délka je 555 nm. Světlo lze s pomocí základních pojmů popsat několika fyzikálními veličinami [2].

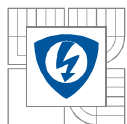
Základní pojmy důležité pro správné umístění a nastavení světlometů:

- *činná výstupní plocha světla* – souhrn všech částí povrchu, kterými záření prochází, podílí se na vytváření pole osvětlení nebo pole viditelnosti,
- *referenční osa světelného záření* – přímka, k níž jsou vztahovány světelné vlastnosti světla. Při umístění a nastavování vnějšího osvětlovacího systému platí, že v základním postavení musí být referenční osy vodorovné a rovnoběžné s podélnou svislou rovinou souměrnosti vozidla [2].

2.1 Základní fyzikální veličiny

Základní veličiny, které popisují světlo [4]:

- *vlnová délka* – λ [m] metr – označuje vzdálenost dvou nejbližších bodů vlnění, které kmitají se stejnou fází,
- *svítivost zdroje* – I [cd] candela – je to hustota elektrické energie, vyzařovaná do určitého směru,
- *intenzita osvětlení* – E [lx] lux – je hustota světelného toku, který dopadá na určitou plochu,
- *světelný tok* – Φ [lm] lumen – je množství světelné energie vydané zdrojem světla za jednu sekundu,
- *měrný výkon* – $[lm.W^{-1}]$ – vyjadřuje vztah mezi světelným tokem a elektrickým příkonem elektrického světelného zdroje.



2.2 Osvětlovací systém

Osvětlovací systém se u motorových vozidel dělí do čtyř hlavních skupin podle:

- prostoru působení osvětlení na *vnější* a *vnitřní*,
- podle účelu
 - *osvětlovací* – do této kategorie patří světla určená k osvětlení jízdní dráhy do vzdálenosti, která vyhovuje provedení vozidla dálková, patří sem světla tlumená (potkávací) a světla do mlhy,
 - *návěstní* – návěstní světla jsou vyzařována svítilnami k zajištění viditelnosti vozidla, k upozornění na změnu směru jízdy, brzdění a couvání, patří sem světla obrysová, koncová, brzdová a směrová,
- podle typu světelného zařízení na:
 - *světlomety* – svítidla se zdrojem spojeným s optickou soustavou, tak, aby vysílali světlo do určitého, vymezeného prostoru,
 - *svítilny* – svítidla zpravidla s menším světelným výkonem, vydávající světlo usměrněné i neusměrněné,
 - *odrazky* – odrazová skla upravená opticky tak, aby za předepsaných podmínek odrážela světlo vysílané cizím zdrojem,
- podle vzájemného uspořádání prvků na:
 - *samostatná* – samostatný zdroj světla, samostatná výstupní plocha, samostatné pouzdro,
 - *sdružená* a *sloučená* [1].

Svítidlo se skládá ze světelného zdroje, optického systému a z pouzdra, do kterého je světelný zdroj a optický systém zabudován [1].

Světelným zdrojem bývá žárovka, výbojka, svítivá dioda (LED) – viz kapitola 3. Optický systém je tvořen odrazecí plochou a průsvitným krytem, přičemž část, ze které vystupuje světlo, může být složena z optických útvarů upravujících prostorové rozložení vystupujícího světla [1, 2].

3 ZDROJE SVĚTLA

3.1 Žárovky

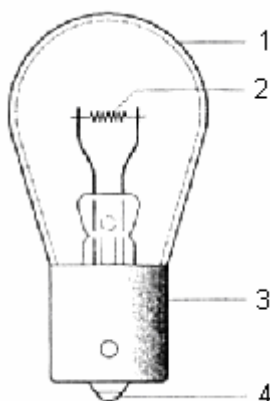
Žárovky představují stále nejrozšířenější druh světelného zdroje pro motorová vozidla. Jsou to žárové zdroje světla, vznik světla je podmíněn vysokou teplotou svítící látky. Žárovky mají spojité spektrum, rozsah vyzařovaných vlnových délek je tedy v celém rozsahu viditelného spektra. Světelná účinnost je malá, protože většina energie je vyzářena formou tepla [1].

Základní parametry žárovek jsou:

- jmenovité napětí: 6÷24 V,
- jmenovitý příkon: 2÷75 W,
- světelný tok: 20÷2150 lm [2].

3.1.1 Běžné (konvenční) žárovky

Konvenční žárovka skládá ze skleněné baňky (1), wolframového vlákna (2), nosného systému vlákna (3) a patice (4), ke které je přitmelena baňka – viz obrázek 3.1.1.



obrázek 3.1.1: Konvenční žárovka

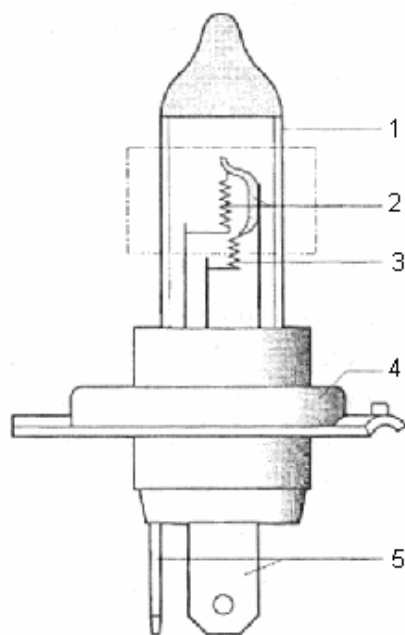
U motorových vozidel bývá žárovka naplněna netečným plynem, zpravidla směsí dusíku a argonu, který snižuje emise materiálu vlákna. Emise je podporována teplotou, která je vyvolána průchodem proudu vláknem. Teplo však způsobuje zeslabení vlákna žárovky,

v tomto místě se pak vlákno přetaví nebo přetrhne. Materiál, který je emitován z vlákna, se pohybuje směrem k vnitřní straně baňky, kde se usazuje a snižuje tím její účinnost [1].

3.1.2 Halogenové žárovky

Halogenové žárovky mají vyšší svítivost, při stejném příkonu se dosahuje až dvojnásobku světelného toku. V porovnání s běžnou žárovkou mají až dvojnásobnou životnost. Baňka žárovky je vyrobena z křemičitého skla, které je velmi náchylné na znečištění, především mastnotou, která se na sklo dostane zpravidla při montáži žárovky do světlometu. V případě znečištění je nutné ji odmastit.

Pro dobrou funkci a dlouhou životnost žárovky je nutné dodržování předepsaného napájecího napětí (minimální kolísání). Baňka je naplněna plynem (metylenbromid) s příměsí halových prvků (brom). Uvnitř baňky probíhá tzv. halogenový cyklus [1, 2].

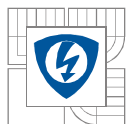


obrázek 3.1.2: Halogenová žárovka H4

3.1.3 Bluevision žárovky

Jedná se o speciálně upravené žárovky vyvinuté firmou Philips, které dodávají stejně jako xenonové výbojky světlo bílé barvy, které je podobné dennímu, ovšem jsou výrazně levnější. Označení Bluevision žárovek je H1, H4 a H7 [1].

Podobné žárovky, pod názvem Cool Blue vyrábí také firma Osram. Další možností jak lze změnit barvu světla vyzařovaného ze zdroje je použití nástavců, toto řešení ovšem není



vhodné, protože vede ke snížení světelného toku o asi 40 % u tlumeného světla a asi 60 % u dálkového světla [2].

3.2 Konstrukce žárovky

3.2.1 Vlákná žárovek

Vlákná žárovek jsou vyrobená z wolframu, který má teplota tání 3350 °C, jsou navinuta ve šroubovici, která může být rovná, ve tvaru obdélníku, oblouku nebo ve tvaru písmene V.

Vláknem bývá v žárovce jedno nebo dvě, u dvouvláknových žárovek se pro tlumené světlo používá rovné vlákno, pro dálkové je použita spirála ve tvaru oblouku nebo písmene V. Umístění vláken je závislé na druhu odrazové plochy, u halogenových žárovek se používají rovné šroubovice umístěné buď v ose, nebo kolmo k ose žárovky [1, 2].

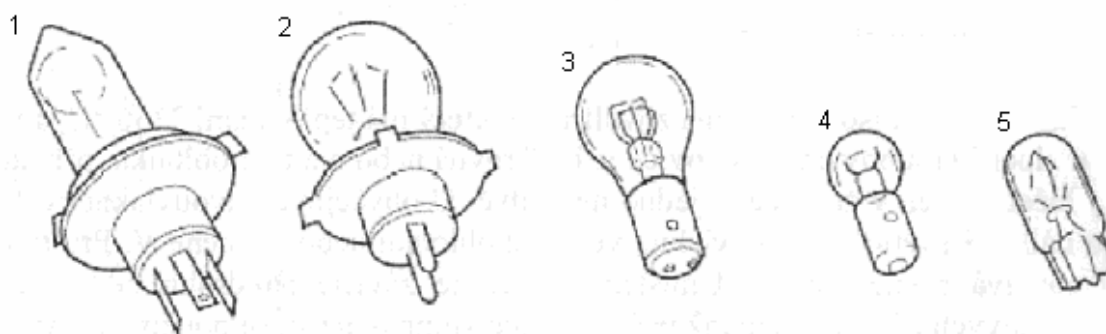
3.2.2 Patice žárovek

Umožňuje mechanicky spolehlivé uchycení žárovky tak, aby nedocházelo vlivem vibrací a otřesů ke změně polohy žárovky vůči optickému systému. Dalším požadavkem kladeným na patice je snadná vyměnitelnost žárovky a nemožnost chybné montáže. Tvar jednotlivých patic je normalizován dle jednotlivých druhů žárovek [1, 2].

Druhy patic:

- **Bajonetová patice** – je nejrozšířenější, k baňce je přitmelena. Na zadní straně jsou umístěny kontakty (jeden nebo dva, podle počtu vláken v žárovce). Ukostření (uzemnění) žárovky je provedeno přímo přes povrch patice. Na povrchu patice jsou aretační výstupky, které zajišťují správnou polohu. Tyto patice se většinou používají u signalizačních zdrojů světla, kde není důležitá přesná poloha vzhledem k optickému systému [1, 2].
- **Přírubová patice** – používá se zejména do světlometů, umožňuje použití jednovláknových i dvouvláknových žárovek, jednoznačnou montáž a přesnou polohu žárovky vzhledem k optickému systému. Na patici je příruba, která je opatřena obvykle třemi výstupky, které zajišťují bezchybnou montáž. Ukostření je provedeno přes samostatný kontakt [1, 2].

- **Sufitová patice** – žárovka se zasunuje mezi dva pružné kontakty, patice neobsahuje žádné aretační výstupky, většinou se používá pro osvětlení vnitřních prostorů vozidla [1, 2].
- **Bezpaticové žárovky** – používají se pro osvětlení a signalizaci, funkci patice zastávají vodiče, které jsou zatavené přímo do skla baňky [2].



obrázek 3.2.2: Druhy žárovek pro motorová vozidla

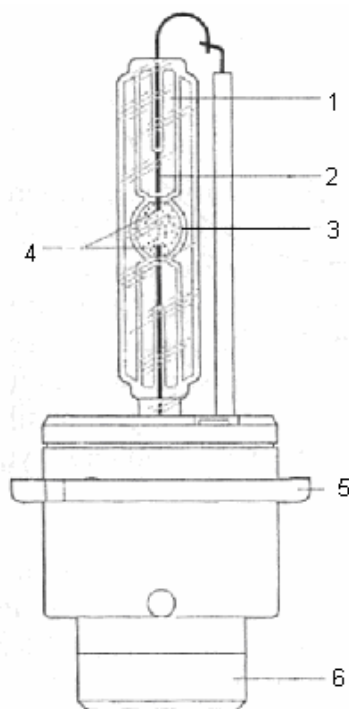
1. halogenová žárovka H4 do hlavního světlometu, 2. klasická (vakuová) dvouvláknová žárovka do hlavního světlometu, 3. žárovka do směrového světla, pro koncové a brzdové světlo, 4. a 5. žárovky pro různá osvětlení přístrojů a pro výstražné a kontrolní svítidly

3.3 Výbojky

Výbojka je skleněná trubice naplněná zředěným plynem nebo parami kovů. Do konců jsou zataveny přívody k elektrodám, které mohou být studené, nebo jsou žhaveny procházejícím proudem. Připojí-li se elektrody na vhodné napětí, rozzáří se ve výbojce plyn a vydává pak barevné, monochromatické světlo. Výbojka se při chodu jen mírně zahřívá.

V současné době se používají dva druhy výbojek:

- D2S pro projekční systémy,
- D2R pro odrazové (reflexní) plochy [1].



obrázek 3.3: Výbojka D2S

1. skleněná baňka s ultrafialovým filtrem, 2. elektrická průchodka,
3. vybíjecí prostor, 4. elektrody, 5. patice, 6. elektrický kontakt

3.3.1 Zářivky

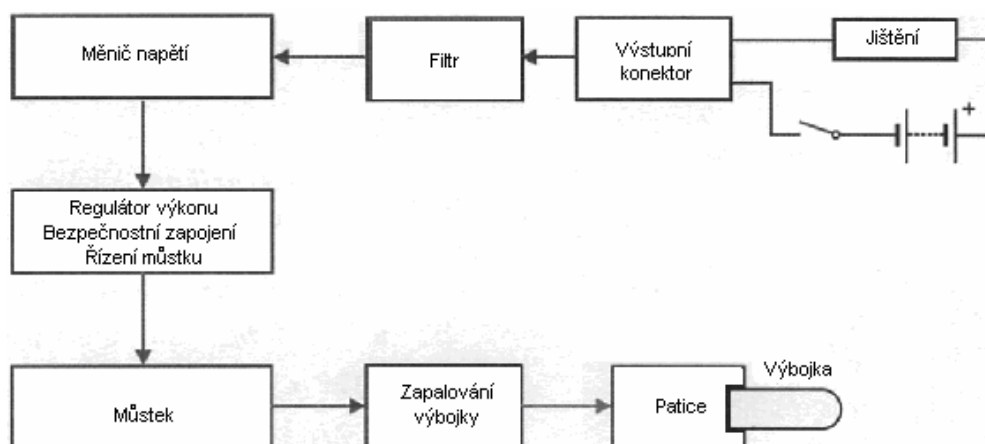
Zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky. Na vnitřní straně trubice je fluorescenční vrstva látky, která mění podle svého druhu neviditelné ultrafialové záření na viditelné světlo, které má namodralou (denní), bílou nebo narůžovělou barvu. Zářivky se používají pro osvětlení vnitřních prostorů vozidel pro hromadnou přepravu osob [1].

3.3.2 Xenonové výbojky

Trubice z křemičitého skla je naplněna směsí xenonu a metalických solí. Trubice je zatavená elektrodami, na které se přivádí střídavé napětí 24 kV, které je potřebné pro zapálení výboje. Přeskokem jiskry mezi oběma elektrodami dojde k ionizaci náplně a vznikne elektrický oblouk. Provoz výbojky, především konstantní světelný výkon, není příliš závislý na napětí palubní sítě, protože je zajišťuje řídicí elektronika [1].

Elektronická řídicí jednotka (blok. schéma viz obrázek 3.3.2) zapaluje výbojku vysokonapěťovým impulsem 24 kV, po zapálení se příkon výbojky reguluje na hodnotu 35 W. Nedílnou součástí jednotky jsou kontrolní a bezpečnostní systémy, které chrání obvod proti přetížení, při hodnotě proudu větší jak jmenovité (zpravidla 20 mA) se systém vypíná [2].

Pro získání vysokonapětového impulsu potřebného pro zapálení výbojky je použit měnič palubního napětí. Můstek pak poskytuje střídavé napětí o frekvenci 300 Hz a velikosti 85 V [2].



obrázek 3.3.2: Blokové schéma řídicí elektroniky pro výbojkové světlomety

Xenonové výbojky mají ve srovnání s halogenovou žárovkou více než dvojnásobný světelný výkon, jejich světlo je podobné dennímu a zajišťují lepší osvětlení krajnic.

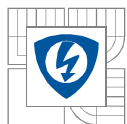
3.3.3 Elektroluminiscenční zdroje

Tyto světelné zdroje využívají fyzikálního jevu, při kterém dochází působením střídavého elektrického pole na určité sloučeniny k přeměně elektrické energie na světelnou (tzv. studené světlo). V podstatě se jedná o kondenzátor, který má jednu elektrodu průsvitnou a druhou neprůsvitnou. Dielektrikem je vrstva aktivní hmoty. Barva světla je závislá na výrobní technologii a aktivátoru – cizím atomu těžkého kovu, který podmiňuje luminiscenci.

Elektroluminiscenční zdroje se prozatím používají jen ojediněle jako kontrolní svítilny nebo displeje přístrojů. Mají velkou provozní spolehlivost a jsou odolné vůči vibracím [1].

3.3.4 Svítivé diody – LED

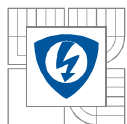
Světlo emitující dioda LED (Light Emitting Diode) je polovodičový prvek, který má nízký příkon a barevnou stálost světla. Používají se zejména jako indikační a kontrolní prvky. V posledních letech se však prosazují supersvítivé diody, které se používají především do



brzdových světel osobních automobilů a novinkou je i jejich použití v hlavních světlometech [2].

3.3.5 Kapalné krystaly – LCD

Displeje s kapalnými krystaly nelze považovat za zdroje světla, jedná se o zobrazovače. Pro zajištění čitelnosti je potřeba systém osvětlovat denním světlem nebo použít umělý zdroj světla. Jejich princip spočívá v působení elektrického pole na krystal, který tím mění svůj kontrast. Jejich použití nalezneme především jako kontrolní a signalizační prvky na přístrojové desce [1].



4 SVĚTLOMETY

4.1 Umístění a funkce osvětlovacího systému

Umístění a použití osvětlovacího systému na vozidle se řídí zákony a vyhláškami, požadavky na umístění a funkci světlometů jsou popsány vyhláškou číslo 102/1995 Sb.[2].

Každé motorové vozidlo musí být vybaveno světlomety s potkávacími a dálkovými světly. Tato světla musí být bílé barvy a mohou být sloučena do jednoho světlometu s jinými světly svítícími dopředu. Činnost dálkového světla pak musí být signalizována nepřerušovaně svítícím sdělovačem modré barvy v zorném poli řidiče, tlumené světlo pak nepřerušovaně svítícím světlem zelené barvy [1].

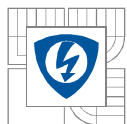
Vozidla kategorií M, N a motorová vozidla kategorií L2 a L3, která jsou širší než 1,3 m, musí být vybavena dvěma světlomety s potkávacím světlem a dvěma nebo čtyřmi světlomety s dálkovým světlem. Nejvyšší souhrnná svítivost dálkových světel nesmí být vyšší jak 225 000 cd [1].

Přepínání potkávacích a dálkových světel musí být provedeno tak, aby nedošlo k jejich současnému vypnutí. Dálková světla mohou být zapnuta buď současně, nebo ve dvojicích, potkávací světla mohou svítit současně s dálkovými světly, po přepnutí na potkávací však musí být všechna dálková vypnuta [1].

Motorová vozidla kategorií M, A, L2 a L5, která jsou vybavena více než jednou dvojicí dálkových světel, mohou mít jednu dvojici dálkových světel pohyblivou v závislosti na řízení vozidla. Vozidla kategorií L1, L2 a L3 mohou mít tlumená i dálková světla pohyblivá v závislosti na řízení vozidla [1].

Rozsvícení tlumených či dálkových světel je možné pouze, pokud jsou v činnosti obrysová světla a osvětlení zadní poznávací značky. Tato podmínka neplatí, pokud se jedná o použití světel jako výstražného zařízení [1].

Motorová vozidla s nejméně čtyřmi koly a motorová vozidla se třemi koly uspořádanými souměrně k podélné ose vozidla, mohou být vybavena dvěma předními světlomety shodného provedení se světlem do mlhy. Dále mohou být vybavena jednou nebo dvěma zpětnými světly do mlhy červené barvy, jedním nebo dvěma světlomety se zpětným světlem bílé barvy a jedním hledacím světlometem. V případě použití jednoho zadního světla červené barvy, musí být toto světlo umístěno v levé polovině vozidla. Současně se světlomety se světlem



do mlhy a svítilnami se světlem do mlhy musí svítit obrysová světla a osvětlení zadní poznávací značky. Přední světlomety se světlem do mlhy musí být možné zapnout nebo vypnout nezávisle na dálkových a tlumných světlech. Zapnutí zadních svítilen se světlem do mlhy musí být signalizováno v zorném poli řidiče scelovačem oranžové barvy [1].

Světlomet se zpětným světlem může být v činnosti pouze při zařazeném zpětném chodu a jsou-li zapojena zařízení pro jízdu [1].

Každé motorové vozidlo kategorií L1, L2, LM a T musí být vybaveno výstražným světelným zařízením. To musí být v činnosti pouze, pokud řidič působí na jeho ovládací ústrojí, dále při vypnutých světelných zařízeních vnějšího osvětlení. Dále musí umožňovat zapínání dálkových nebo tlumených světel [1].

Kontrolní přístroje pracovního prostoru řidiče musí být osvětleny při zapnutí světelných zařízení vnějšího osvětlení vozidla, osvětlení přístrojů nesmí řidiče oslňovat ani působit rušivě při řízení vozidla a přístroje se nesmí zrcadlit na čelním skle [1].

Kategorie vozidel [2]:

L – motorová vozidla, která mají dvě nebo tři kola

M – motorová vozidla, která mají nejméně 4 kola a jsou určena pro přepravu osob

N – motorová vozidla, která mají nejméně 4 kola a jsou určena pro přepravu věcí

T – traktory

O – přípojná vozidla

4.2 Konstrukce hlavního světlometu

Hlavní světlomet se skládá z krycího skla, světelného zdroje, pouzdra a odrazové plochy neboli reflektoru, do kterého je zezadu zastrčená jedna nebo dvě objímky se žárovkou. Reflektor soustředí světlené paprsky ze zdroje světla a usměrňuje je dopředu před vozidlo [1].

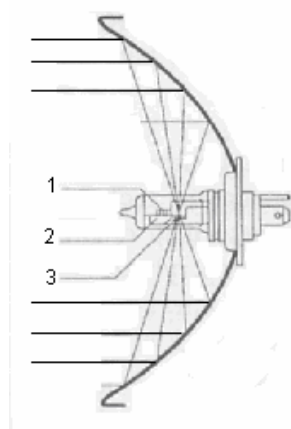
4.2.1 Světelné zdroje

Viz kapitola 3.

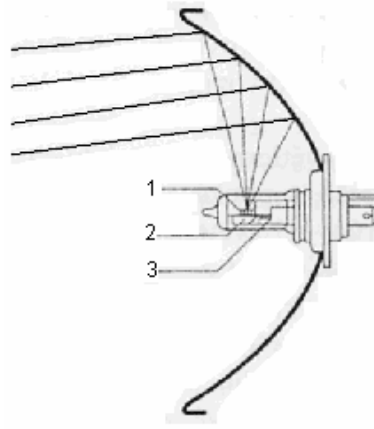
4.2.2 Odrazová plocha světlometu – Reflektor

Reflektor je citlivá, přesně tvarovaná součást s chromovaným povrchem. Reflektoru se pokud možno nedotýkáme, v případě nutnosti ho očistíme pouze čistým hadříkem a teplou mýdlovou vodou. Pokud je reflektor matný nebo zrezivělý, musíme ho vyměnit. Reflektor často bývá spojen se sklem, takže tyto součásti tvoří jeden celek. Odrazová plocha reflektoru se dříve vyráběla z ocelového plechu, v poslední době jsou však vzhledem k tomu, že tvar odrazových ploch je velmi složitý, stále více používány plasty. Světelná účinnost závisí nejen na tvaru odrazové plochy, ale také na jejím povrchu, který musí být hladký, trvanlivý, s malou pohltivostí a musí dobře odrážet světelné paprsky. Dříve užívané postříbřené a leštěné odrazové plochy jsou dnes nahrazovány plochami s hliníkovou vrstvou napařenou ve vakuu, na které je nanesen ochranný lakový nebo křemenný povlak [1, 2].

Paprsky dálkového světla jsou usměrňovány do kuželu s menším sklonem, aby měly co největší záběr a vykrývaly slepé prostory (obrázek 4.2.2a). Paprsky ještě před opuštěním světlometu procházejí sklem, které je cíleně rozptyluje tak, aby paprsky tlumeného světla měly širší a plošší záběr a aby byly skloněné více dolů (obrázek 4.2.2b) [1, 2].



obrázek 4.2.2a: Dálkové světlo
1. vlákno potkávacího světla, 2. krytka,
3. spirála pro dálkové světlo v ohnisku

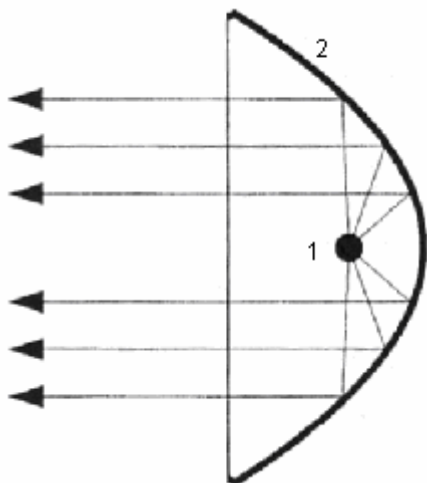


obrázek 4.2.2b: Potkávací světlo
1. vlákno potkávacího světla, 2. krytka,
3. spirála pro dálkové světlo

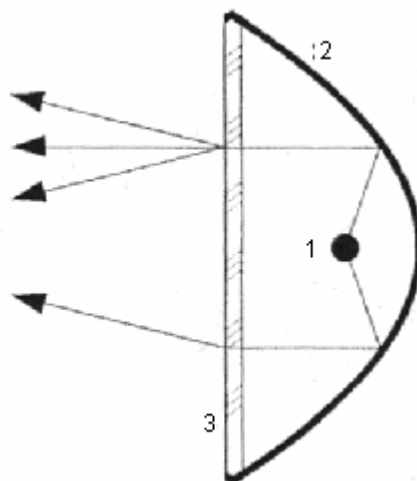
4.2.3 Krycí sklo

U některých odrazových ploch nelze dosáhnout vhodného rozložení světla jen úpravou reflektoru, případně polohou světelného zdroje. V těchto případech je nutno použít tvarované krycí sklo, to paprsky světla vhodně láme a směřuje [1, 2].

Na krycích sklech bývá několik polí, každé může mít jiné tvarování pro působení do určitých směrů. Sklo musí být čiré, bez kazů a s vysokou optickou propustností. V dnešní době se používají i krycí skla z mechanicky velmi odolných plastů [1, 2].



obrázek 4.2.3a: Reflektor světlometu vytváří paralelní světelné paprsky
1. žárovka, 2. reflektor



obrázek 4.2.3b: Rozptylové sklo vytváří požadovaný výstup světla
1. žárovka, 2. reflektor, 3. rozptylové sklo

4.2.4 Pouzdro světlometu

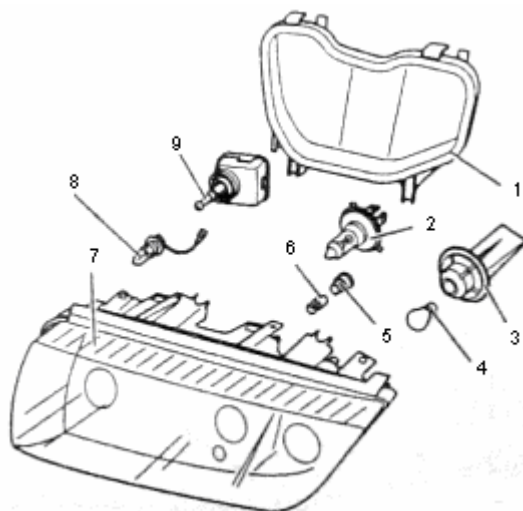
Pouzdro slouží jako nosná část celého světlometu, tzn., zajišťuje pevné a neměnné spojení dílčích částí světlometu. Pomocí objímky je světlomet spolehlivě a trvale upevněn ve vozidle, přičemž konstrukce musí umožňovat nastavení světlometu do předepsané polohy [2].

4.3 Hlavní světlometry soudobých vozidel

Hlavní světlometry soudobých vozidel jsou vybaveny tzv. čirou optikou. Odražeče (optické vložky) jsou vyvinuty počítačovou technologií, k usměrňování paprsků světla nepotřebují dezén skla. Proto mohou být světlometry opatřeny čirými kryty, ty jsou vyrobeny z polykarbonátu. Čirá optika lépe využívá světelnou energii, má tedy lepší účinnost. Kromě úpravy světleného toku má však sklo i za úkol chránit vnitřek světlometu. Utěsnění vnitřního prostoru světlometu se provádí vložením těsnění mezi krycí sklo a odrazovou plochu, nebo se obě části spojují napevno, což je z hlediska prachotěsnosti a vodotěsnosti mnohem výhodnější [1, 2].

Světlomet je rozdělen na komory. Rozptylu světla se dosahuje tvarem reflexních ploch, které jsou samostatné pro jednotlivá světla a mají tedy i samostatné zdroje světla pro tlumená,

dálková a obrysová světla. Do těles světlometů mohou být integrována směrová světla. Při zapnutí dálkových světel zůstávají svítit i světla potkávací, tím se docílí mnohem lepšího osvětlení vozovky. Světlomety mají zařízení, kterým je možné plynule měnit jejich sklon podle zatížení vozu [1, 2, 5].



obrázek 4.3: Přehled hlavního světlometu Škody Fabia

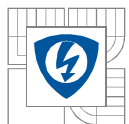
1. zadní kryt, 2. žárovka tlumeného světla, 3. objímka žárovky tlumeného světla, 4. žárovka směrového světla, 5. objímka směrového světla, 6. žárovka obrysového světla, 7. těleso světlometu, 8. žárovka dálkového světla, 9. nastavovač sklonu světlometu.

4.4 Klopení světelného kužele

Evropský systém se vyznačuje klopením světelného kužele směrem dolů a výrazným potlačením světelných paprsků v horní polovině světelného kužele. To lze provést dvěma způsoby:

- **Symetrické tlumené světlo** – má vodorovné rozhraní potlačeného světla souměrné vpravo i vlevo. Jedná se o starší způsob, který se používá jen pro některé motocykly.
- **Asymetrický evropský systém** – viz 3.4.1

Další způsob klopení světelného kužele popisuje americký systém, tento systém klopí tlumená světla šikmo dolů na stranu od protijedoucích vozidel. Tento systém ve srovnání s evropským asymetrickým lépe osvětluje, ale více oslňuje [1].



4.4.1 Asymetrické rozdělení světla

Tento způsob se v Evropě používá od roku 1957. Asymetrické rozdělení světla v úrovni vozovky, kde rozhraní světla a tmy vzrůstá na pravé straně (u vozidel s pravostranným řízením). To umožňuje výrazné zvětšení délky dosahu tlumeného světla, aniž by docházelo k oslnění protijedoucích řidičů. Je přesně popsán předpisy EHK OSN [1].

4.5 Druhy světel

U soudobých vozidel se používají tato světla:

- parabolická světla,
- elipsoidní světla,
- světlomety s volnou plochou,
- kombinace elipsoidního světlometu a světlometu s volnou plochou

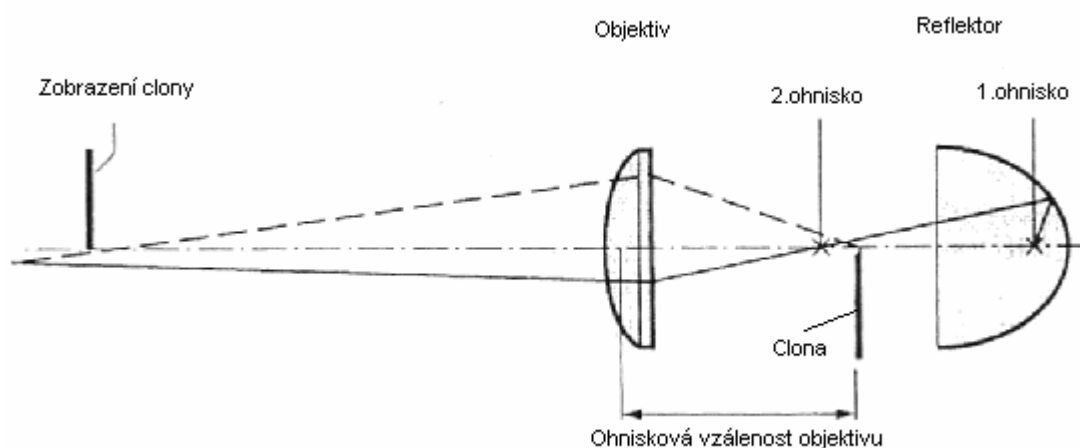
4.5.1 Parabolické světlomety

U parabolických světlometů je plocha reflektoru tvořena povrchem paraboloidu, který vzniká rotací paraboly kolem její osy. Při pohledu do světlometu zepředu tlumené světlo využívá jeho horní část. Rotační paraboloid má jedno ohnisko, jehož poloha je rozhodující pro průběh světelného toku. Odrazové plochy s malou ohniskovou vzdáleností zajišťují homogenní osvětlení před vozidlem, plochy s velkou ohniskovou vzdáleností zaručují větší dosah světla. Tato skutečnost přináší problémy při konstrukci světlometů, kde jsou sdružena dálková a tlumená světla. Pokud je zdroj světla umístěn v ohnisku, odráží se světelné paprsky od plochy rovnoběžně s osou paraboloidu (dálková světla). Pokud je zdroj světla před ohniskem, odráží se světelné paprsky směrem k ose (tlumená světla). Kromě odražených paprsků vystupují i přímé paprsky, které vytvářejí tzv. rozptylový kužel světla [1, 2].

4.5.2 Elipsoidní světlomety

Elipsoidní světlomet má podle svého názvu tvar plochy reflektoru elipsoidní. Umožňuje konstruovat světlomety o zvláště malých rozměrech s vysokým světelným výkonem. Takovéto světlomety pracují na podobném principu jako projekční zařízení, a proto se také označují jako projekční světlomety. Projekční světlomety jsou v protikladu oproti klasickým světlometům.

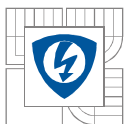
Základní rozdíl je v tom, že rozptyl světla nevykonává rozptylové sklo, ale čočka, která světlo přenáší na vozovku. Konstrukce tohoto světlometu tedy připomíná diaprojektor. Nejdůležitějším parametrem je optické zobrazení objektu. V případě diaprojektoru se zobrazený objekt vytváří pouze z diapozitivu, u světlometu je tento objekt vytvářen reflektorem, který vytváří rozptyl světla a hranu clony. Hrana clony je důležitá pro vytváření hranice světla a tmy u tlumeného světla. Čočka funguje jako objektiv, promítá rozdělení světla. Projekční světlomety jsou zvláště vhodné pro tlumená světla a světla do mlhy díky ostré hranici světla a tmy [1, 2].



obrázek 4.5.2: Princip projekčního světlometu (objektiv = čočka)

4.5.3 Světlomet s volnou plochou

Tento světlomet má plochu reflektoru volně vytvořenou v prostoru (není to symetrický prostorový útvar). Jednotlivé segmenty osvětlují různé části vozovky. Tímto způsobem se může pro tlumené světlo využít prakticky celá plocha reflektoru. Návrh se provádí pomocí výpočetní techniky a plochy jsou uspořádány tak, že světlo ze všech spodních segmentů je odraženo na vozovku. Ohyb světelných paprsků a rozptyl světla se vytváří přímo pomocí ploch reflektoru. Proto se může použít čisté krycí sklo bez optických polí, to řeší problém u některých soudobých vozidel, kde je plocha krycího skla skloněna natolik, že není možné ji použít pro usměrňování paprsků světla.



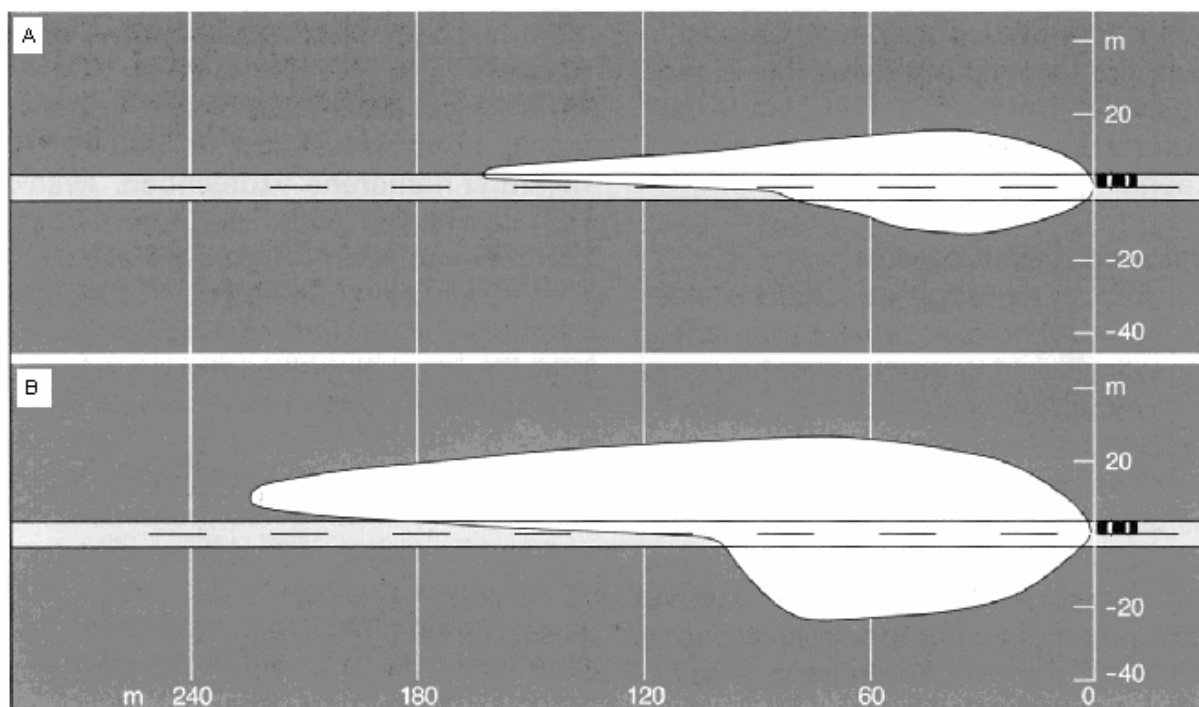
4.5.4 Kombinované osvětlovací systémy – Litronic

Jsou projekční systémy, které mají plochu reflektoru navrženou technologií volných ploch. Reflektor tak zachycuje nejvíce světla od zdroje. Toto světlo pak směřuje přes clonu na čočku (objektiv). Světlo je reflektorem směřováno tak, že ve výšce clony vzniká rozdělení světla, které čočka promítá na vozovku [1].

5 MODERNÍ KONSTRUKCE SVĚTLOMETŮ

5.1 Systém Litronic

U moderních vozidel je požadavek kladen na kompaktní světlomety. Systém Litronic (Light-Electronics) s xenonovou výbojkou tyto požadavky plní jak z pohledu kompaktní konstrukce, tak i druhem světla a jeho intenzitou. V porovnání s halogenovými žárovkami je vozovka podstatně lépe osvětlena (viz obrázek 4.1), životnost výbojek je asi 1500 hodin a díky tomu, že nedochází k náhlým výpadkům, je možná jejich diagnóza a včasná výměna [1, 3, 6].



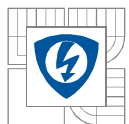
obrázek 5.1: Rozdělení světla v úrovni vozovky

A. projekční světlomet se žárovkou H1, B. projekční světlomet Litronic s výbojkou D2S

Systém Litronic se skládá z:

- optické jednotky s výbojkou,
- elektronického předřadného zařízení se zápalným systémem a řídicí jednotkou.

Díky systému Litronic jsou lépe osvětleny okraje vozovky, tím i při zhoršené viditelnosti nedochází ke ztrátě orientace. Systémy jsou dále povinně vybaveny automatickou regulací vertikálního sklonu světlometů a čistícím zařízením, které se společně starají o optimální



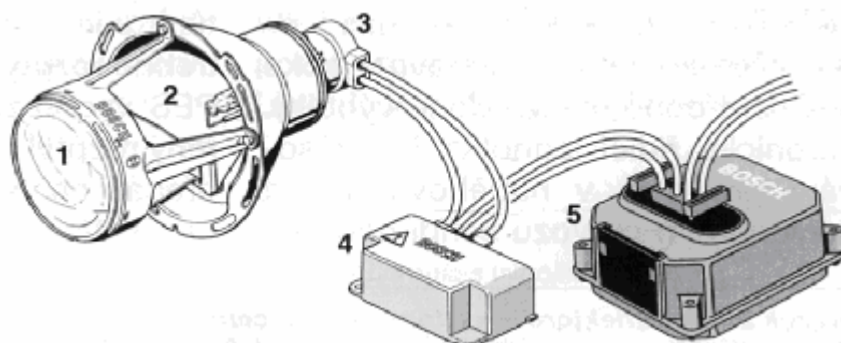
využití dalekého světelného dosvitu. Jako zdroj světla se používá xenonová výbojka, její popis viz kap. 3.3.2 [1, 3, 6].

Elektronický předřadný přístroj slouží pro zapálení, provoz a kontrolu výbojkové lampy. Skládá se ze zápalného zařízení, které dodává napětí potřebné k zapálení výbojky, a elektronické řídicí jednotky, ta řídí dodávky proudu v náběhové fázi a pak i v ustáleném stavu na výkon 35 W. Po zapálení je potřeba několik vteřin dodávat vyšší proud, aby bylo co nejdříve dosaženo provozního stavu s plným světelným výkonem. Řídicí jednotka dále vyrovnává kolísání palubního napětí, tím odpadají změny světelného toku. Pokud dojde, např. kvůli vlivu extrémního poklesu napětí v palubní síti, ke zhasnutí výbojky, automaticky se zapálí znovu. V případě závady nebo poškození lampy se přeruší napájení proudem a tím zabezpečí ochrana proti nebezpečnému dotyku [1, 2].

Světlomety s výbojkami se přednostně používají pro tlumená světla v tzv. čtyř-reflektorovém systému v kombinaci s klasickými dálkovými světly. Systém Litronic se používá v dalších optických systémech, jako jsou PES, reflexní světlomety, Bi-Litronic [3, 6].

5.2 Projekční světlomety (PES – polyelipsoidní světlomety)

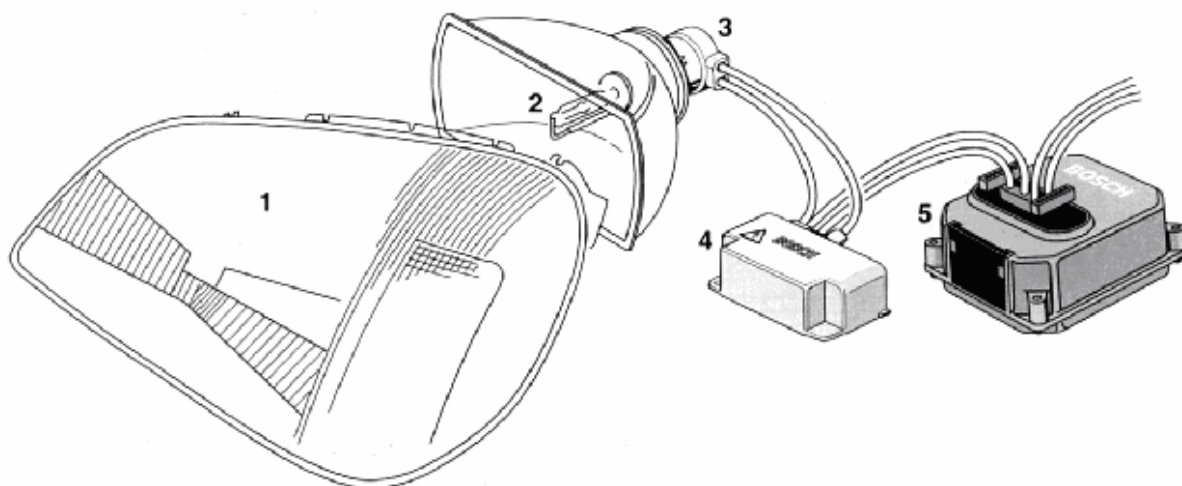
Projekční světlomety jsou v protikladu oproti klasickým světlometům. Základní rozdíl je v tom, že rozptyl světla nevykonává rozptylové sklo, ale čočka, která světlo přenáší na vozovku. Konstrukce tohoto světlometu tedy připomíná diaprojektor. Nejdůležitějším parametrem je optické zobrazení objektu. V případě diaprojektoru se zobrazený objekt vytváří pouze z diapozitivu, u světlometu je tento objekt vytvářen reflektorem, který vytváří rozptyl světla a hrana clony. Hrana clony je důležitá pro vytváření hranice světla a tmy u tlumeného světla. Čočka funguje jako objektiv, promítá rozdělení světla. Projekční světlomety jsou zvláště vhodné pro tlumené světla a do mlhy, díky ostré hranici světla a tmy [1].



obrázek 5.2: Systém Litronic v projekčním světlometu
1. čočka, 2. výbojka, 3. konektor, 4. zapalovací zařízení, 5. řídicí jednotka

5.3 Reflexní světlomety

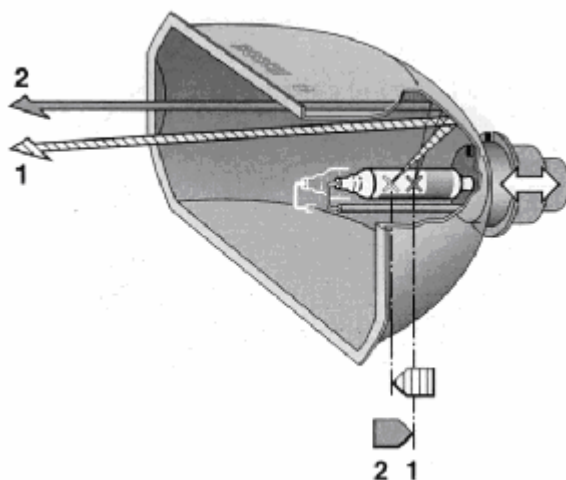
Pokud je možné použít pro výstup světla větší plochu, může se použít tzv. reflexní světlomet. Výstupní plocha je charakterizovaná rozptylovým polem, které je integrováno do uzavíracího skla světlometu, nebo leží na jeho vnitřní straně. Pro tlumené světlo se používá výbojka, která je pro vytvoření hranice světla a tmy vybavena stínovým pruhy. Pomocí speciální výbojky lze realizovat i velmi účinný dálkový světlomet [1].



obrázek 5.3: Systém Litronic v reflexním světlometu
1. uzavírací rozptylové sklo světlometu, 2. výbojková lamp, 3. konektor, 4. zapalovací zařízení, 5. řídicí jednotka

5.4 Bifunkční Litornic – Bi-Litronic

Jedná se o zvláštní systém navržený firmou Bosch, spočívá na principu reflexního světlometu, ale dovoluje pomocí pouze jedné výbojky z dvoj-světlometového systému vytvářet dálkové i tlumené světlo. K přepínání světel dochází tak, že při přepnutí přepínače světel nastaví elektromagnetický stavěcí člen výbojku D2R umístěnou v reflektoru do dvou různých poloh, které odpovídají výstupu světelného toku pro dálkové nebo tlumené světlo.



obrázek 5.4: Bifunkční Litronic
1. dálkové světlo, 2. tlumené světlo

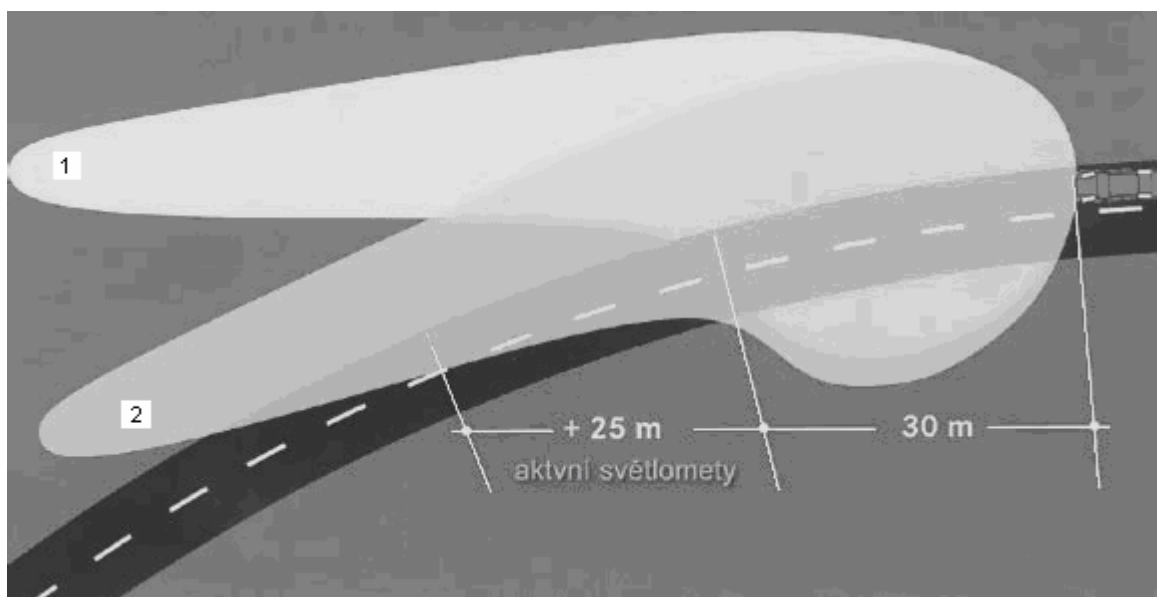
Důležitost kvalitního osvětlení a vidění v noci je patrná ze statistik dopravních nehod. Ačkoliv řidiči během noci ujedou jen pětinu z celkově najetých kilometrů, stane se téměř 50 % všech těžkých nehod právě v noci a za šera. Proto je nutné stále hledat nové a technicky vyspělejší způsoby osvětlování – ty budou popsány v následujících kapitolách [1].

6 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY

Vývoj těchto světlometů začal v roce 1993, kdy z iniciativy několika výrobců vznikl projekt AFS Eureka (Advanced Front Light System), jehož prvním výsledkem byl právě světlomet AFS. Uvedení těchto světlometů do sériové výroby však umožnila až novela předpisu ECE R48, s platností od 31. ledna 2003. Tato norma navazuje na změněné předpisy ECE pro xenonové a halogenové světlomety.

První kroky pro jednoduché natáčení světlometů však předvedl již v šedesátých letech Citroen, který pomocí mechanických lanovodů natáčel dálkové světlomety v závislosti na poloze volantu.

Moderní systém AFS používá elektronické zařízení, které samočinně natáčí hlavní světlomety do zatáčky v závislosti na rychlosti jízdy a úhlu natočení volantu. Jejich uvedení bylo rozděleno na dva kroky. Od roku 2006 je povoleno pouze natáčení světlometů, ale od roku 2008 bude možno využívat další generaci s doplňkovými funkcemi, jako je například adaptivní distribuce světla pro různé podmínky (špatné počasí, jízda na dálnici atd.) [1, 3, 6].



obrázek 6: Adaptivní světlomet při osvětlení zatáčky

1. oblast osvětlena konvenčním tlumeným světlometem s asymetrickým rozložením
2. oblast osvětlena dynamickým systémem AFS, prodlužuje osvětlení až o 25 metrů

6.1 Statické světlometry

Statické světlometry nelze považovat za adaptivní světlometry, protože se nenatáčejí, ale mají přídatný světlomet, který je pevný a nastaven tak aby při změně směru jízdy osvětloval oblast v úhlu 60 až 80 stupňů. Jeho hlavní využití je zejména při odbočování, projíždění velmi úzkých zatáček, serpentin, křižovatek a pro manévrování v těsných prostorech, kde je špatná viditelnost okolo vozu. Funkce těchto světlometů je řízena elektronickou jednotkou, která na základě rychlosti jízdy, úhlu natočení volantu a zapnutí směrových svítilen plynule zvyšuje a snižuje intenzitu postranního světelného paprsku [1].

U statického světla se jako vstupní veličina pro algoritmus spouštění světla používá spínač směrových světel, akčním členem je přídatná halogenová žárovka [1].



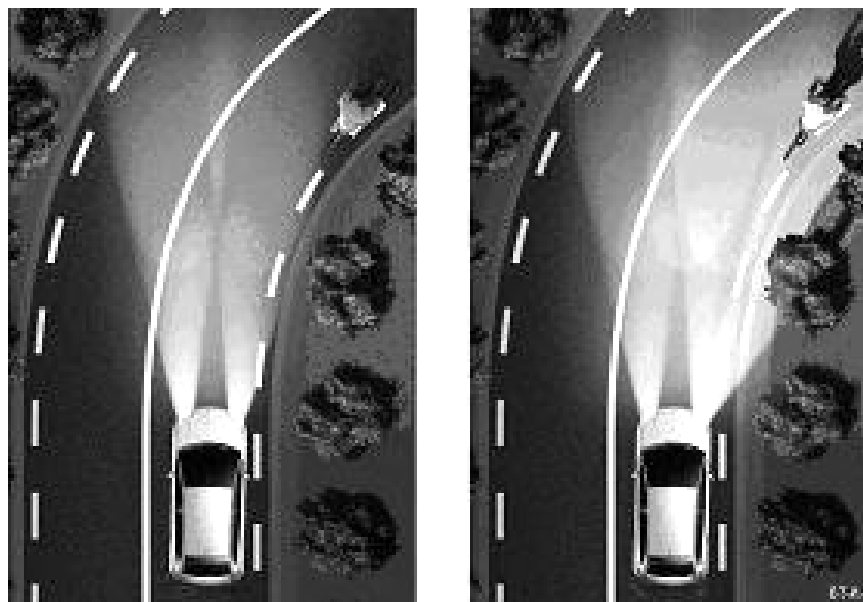
obrázek 6.1: Statický světlomet pro odbočování

6.2 Adaptivní dynamické světlometry AHL (Adaptive Head Lights)

Adaptivní dynamické světlometry AHL zlepšují osvětlení vozovky při zatáčení vozidla v noci nebo za zhoršené viditelnosti. Délka osvětlení a úhel natočení světlometů se reguluje podle rychlosti jízdy. Natáčení kompletního tlumeného světla je maximálně $\pm 15^\circ$. Toto natáčení je ideální pro rychlosti nad 30 km/h [1].

Provedení světlometů AHL může být halogenové, xenonové nebo bi-xenonové. Adaptivní bi-xenonové světlometry s projektorovým systémem jsou natáčeny jak při dálkových, tak tlumených světlech pomocí elektromotorů. Vše řídí elektronická jednotka, která je součástí elektronické datové sítě vozu, z níž v reálném čase dostává informace o úhlu natočení volantu a rychlosti jízdy. Každý modul má svoji řídicí jednotku a vlastní elektromotor [1, 2].

Budoucností je vario-xenonový světlomet, který bude umět vytvořit rozličné rozdělení světla na vozovku podle aktuálních podmínek. Natáčení projektoru nebo reflektoru řídí elektronika, která umí v závislosti na natočení řízených kol a rychlosti jízdy měnit směr, šířku a výšku svazku světla [1, 2, 3, 6].



*obrázek 6.2: Adaptivní dynamické světlomety
vlevo – konvenční potkávací světlo s asymetrickým rozložením
vpravo – potkávací světlo s dynamickým světlem*

6.3 Systém ALC

Systém ALC (Cornering Lights with Adaptive Light Control) je vyvíjen výzkumným programem Connected Drive. Jedná se o světlomety s variabilním rozdělením světla na vozovku podle jízdní situace. Základem jsou natáčecí světlomety vario-xenon, které mají úhel natočení až 15 stupňů a satelitní systém GPS. Díky satelitnímu systému GPS a digitalizovaným mapám silniční sítě, které používají navigační systémy, sleduje systém ALC pohyb vozu po vozovce a dokáže osvětlit zatáčku ještě dřív, než do ní vůz vjede. Při jízdě v obci je světelný kužel velmi široký, aby osvětlil oblasti přilehlé k vozovce. Mimo obec je užší, zato však má větší dosah [1].

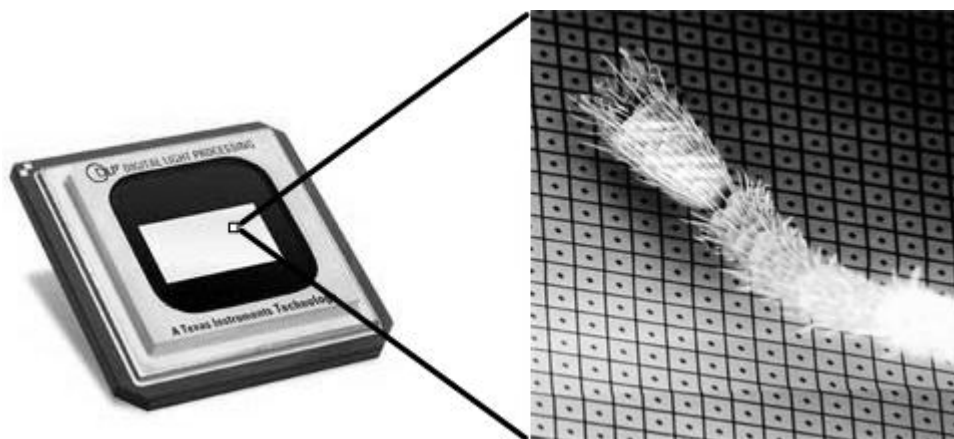
6.4 Pixelové světlomety

Jedná se o nový druh světlometů, která umožňuje libovolně programovatelné a na bod přesné rozdělení světla na vozovku. Základem je DMD čip (Digital Micromirror Device = digitální mikrozrcadlové zařízení), (obrázek 7.1), který nese asi 480 tisíc mikroskopických

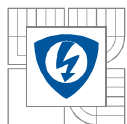
zrcadel o velikosti jednoho pixelu. Každé takové zrcadlo je individuálně řízeno a natáčeno. Zrcátka přebírají funkci běžného reflektoru, ale díky natáčení 480 tisíc odrazových plošek umožňuje tento světlomet zavedení zcela nových funkcí, například trvale využitelný neoslňující dálkový světlomet, u kterého je oblast ve výši očí protijedoucích řidičů ztmavena, nebo zvlášť jasné a cílené osvětlení dopravního značení. [1]

Tento systém navíc umí na vozovku promítat i různé informační symboly, například světlené šipky, kterými navigační systém informuje řidiče o změně směru jízdy. Prozatím se počítá s využitím pixelových světlometů jako doplňujících součástí běžných světlometů, pro osvětlování určitých ploch, které jsou mimo dosah běžných světlometů [1].

Pixelové světlomety umožňují ještě lepší dynamickou regulaci sklonu i bočního natočení světelného paprsku [1].



obrázek 6.4: Čip DMD se zvětšenou plochou zrcadel



7 ZAŘÍZENÍ PRO NOČNÍ VIDĚNÍ

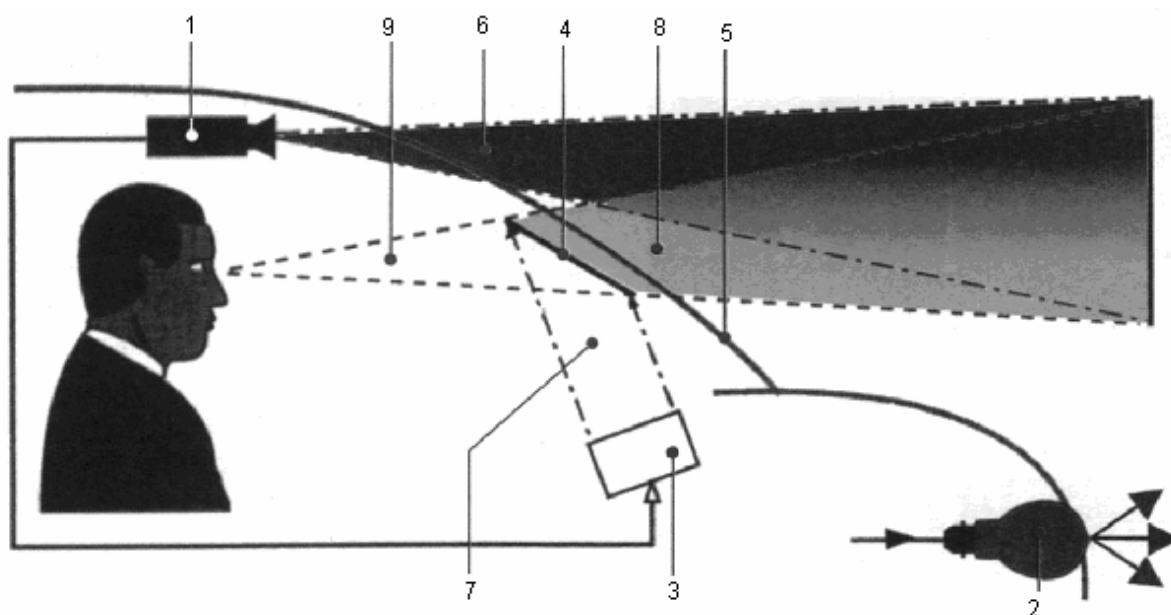
Zařízení pro noční vidění informuje řidiče o všech překážkách před vozem mnohem dříve než by je zaregistroval pouhým okem, protože osvětlení vozovky tlumenými halogenovými světly dosahuje zpravidla do vzdálenosti asi 40 m. Takové osvětlení poskytuje pouze omezené osvětlení vozovky a krajnice. Použití dálkových světel je možné vlivem velkého provozu jen zřídka. Při řízení automobilu jsou tedy všechny důležité informace vnímány očima, proto hrají videosenzory u asistenčních systémů ústřední roli, protože podporují vidění řidiče. Doplnkem těchto videosystémů jsou další asistenční služby, například kontrolování a udržování jízdní stopy, dodržování bezpečné vzdálenosti. Pro zadní část lze najít využití jako např. pomoc při parkování. Podpora řidiče se skládá z speciální kamery, která je propojena s počítačem a komplexním zpracováním obrazu [1].

Kamery s infračerveným viděním využívají, pro lidské oko neviditelné, infračervené světlo, tím se nabízí možnost využití infračervených kamer v osvětlení vozidel. Toto světlo, tedy spíše druh záření, vyzařují všechny objekty, lidé, zvířata, rostliny atd. Čím vyšší teplotu pozorovaný objekt má, tím světlejší barvou jsou zobrazovány. Systémy nočního vedení pracují se dvěma technologiemi:

- Near Infra-Red (NIR),
- Far Infra-Red (FIR) [1].

7.1 Near Infra-Red – NIR

Tato technologie je schopna pomoci infračerveného záření identifikovat osoby, zvířata, dopravní značky a ostatní objekty na vzdálenost asi 150 m. Systém osvětluje prostor před vozem infračerveným zdrojem světla, jedná se tedy o aktivní technologii. Světlo odražené od objektů, silnice a osob je zachycováno infračervenou kamerou, v počítači je signál zpracován na obraz a znázorněn na obrazovce [1, 2].



obrázek 7.1: Princip zařízení pro noční vidění NIR

1. kamera, 2. zdroj infračerveného světla, 3. displej, 4. kombinací plocha, 5. čelní sklo, 6. obraz snímáný kamerou, 7. viditelný NIR obraz, 8. přímo přecházející obraz, 9. výsledný obraz

7.2 Technologie NIR v praxi

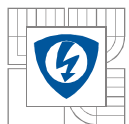
Technologii NIR využívají především následující systémy.

7.2.1 Night Vision

Některé podpůrné systémy nočního vidění Night Vision, které jsou založeny na snímání infračerveného spektra záření, jsou propojeny s displejem HUD (Head-Up Display). Ten z kamery získaný obraz promítá prostřednictvím HUD na čelní sklo. Další možností je využití speciálních laserových světlometů, které osvětlují vozovku infračerveným světlem, jehož odraz snímá videokamera. Snímaný obraz je pak řidiči zobrazován a klasickém displeji nebo na HUD. Viditelnost při zapnutých tlumených světlometech se zvýší až na 150 metrů, ale větší přínos tohoto systému nalezneme při extrémních podmínkách – hustý déšť, mlha, sněžení [1, 2].

7.2.2 Active Infrared Night Vision

Tento systém byl vyvinut firmou Valeo, uvádí se viditelnost jako při zapnutých dálkových světlometech (asi 200 metrů). Zdrojem infračerveného světla je halogenová žárovka ve dvoufunkčním projektovém modulu. Dalším krokem je náhrada žárovky infračervenými



diodami LED. Obraz snímá infračervená kamera, která je zabudována do vnitřního zpětného zrcátka [1, 2].

7.2.3 Automotive Lighting

Prostor před vozem osvětlují infračervené LED diody, které jsou zabudovány v předních světlometech. Obraz pak snímá kamera citlivá na infračervené světlo a zobrazuje ho na displeji před řidičem [1, 2].

7.3 Far Infra-Red – FIR

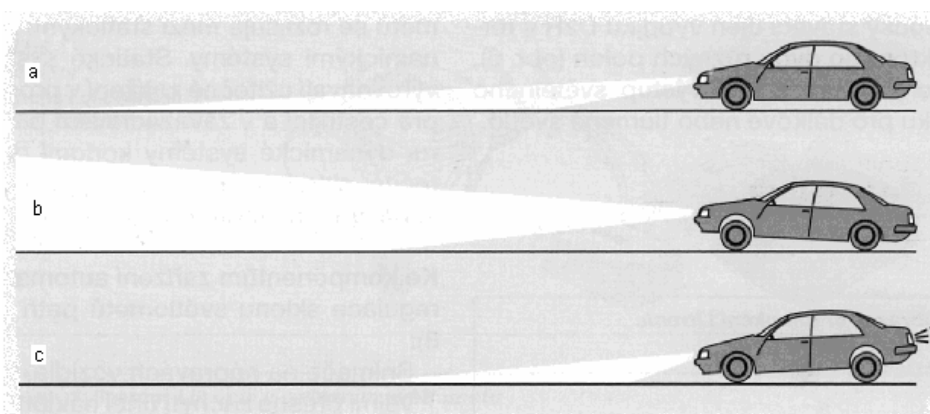
Tato technologie je v porovnání s NIR vhodnější k zobrazování osob a zvířat, protože její dosah je dvojnásobný, tedy téměř 300 m. Systém nereaguje na dopravní značky ani na světla ostatních automobilů. Systém FIR zobrazuje pouze objekty, které vyzařují teplo, protože snímá termovizní kamerou, tím se stává další zdroj světla na vozidle nadbytečným. Jedná se o pasivní systém. Informace z kamery jsou převedeny na ikonická data a zobrazeny na obrazovce. FIR neposkytuje detailní obraz dopravní situace, nepodstatné detaily jsou ztlumeny, aby nerozptylovaly pozornost řidiče [1].

Je používán především firmou BMW. Snímač – kamera zachycuje teplo vyzařované objekty, je umístěn v levém rohu předního nárazníku. Kamera je chráněna nárazuvzdorným sklem, čistí se automaticky při aktivaci ostřikovačů a při teplotách pod 5 stupňů je kryt vyhříván. V rychlostech do 80km/h kamera snímá úhel 36 stupňů, při rychlostech vyšších snímá úhel 24 stupňů a mění se o 6 stupňů podle natočení vozidel. Ve vysokých rychlostech lze zapnout digitální zoom, který zvětší vzdálené objekty o 50 % [1].

Technologie FIR je v porovnání s NIR vhodnější k zobrazování osob a zvířat, protože její dosah je dvojnásobný. Podle studie výzkumného ústavu dopravy v Mnichově, UMTRI, rozpoznal systém FIR osoby průměrně na vzdálenost 165 m, zatímco NIR jen na 59 m. Je patrné, že použití systému FIR je ve vozidlech výhodnější. Hlavní předností systémů nočního vidění je nemožnost oslnění světlomety protijedoucích automobilů [1].

8 ŘÍZENÍ DOSAHU SVĚTLOMETŮ

Řízení dosahu světlometů (nastavení sklonu světelného kužele) má při všech zatížení vozidla zabezpečit stále dobrý dohled bez oslňování protijedoucích vozidel tím, že se úhel sklonu tlumeného světla přizpůsobí zatížení vozidla [1].

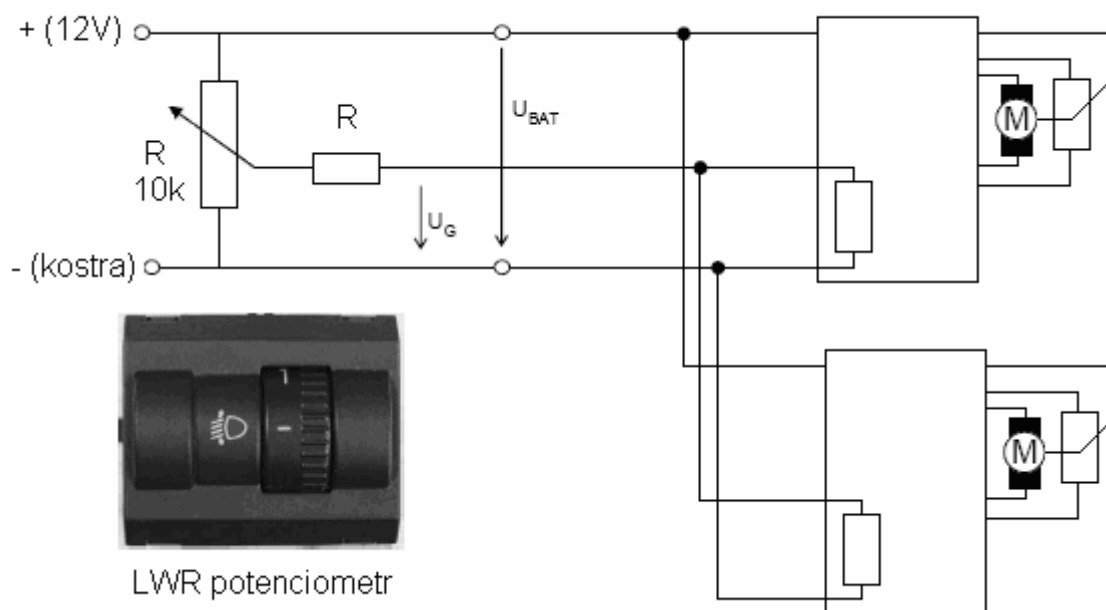


obrázek 8: Dosah světla na rovné vozovce bez regulace sklonu světlometů
a. při jízdě stálou rychlosti bez užitečného zatížení, b. při zrychlení nebo s větším zatížením vzadu, c. při brzdění

8.1 Ruční nastavení sklonu světlometů

Toto řízení se ovládá otočným regulátorem z místa řidiče. Regulátor (korektor) je u starších vozidel hydraulický a nerozebíratelný, bývá naplněn nemrznoucí kapalinou, prostřednictvím níž jsou stlačovány písty naklápějící optické vložky světlometů. Naklápění optických vložek upravuje řidič podle momentální hmotnosti vozu [1].

U vozů novějšího data výroby bývá hydraulický regulátor nahrazen elektronickým ovladačem, což je vlastně odporový dělič spojený se stejnosměrným motorkem, který naklápí optické vložky světlometu – viz obrázek 8.1 [7].



obrázek 8.1: Zapojení potenciometru pro ruční nastavování světlometů

8.2 Automatické nastavování sklonu světlometů

Toto nastavování je v protikladu s ručním ovládáním, je bezpečnější a jistější, neboť nastavení řidičem je subjektivní a kromě toho se může lehce zapomenout správné nastavení provést. Pro vozidla s výbojkovými světlometry je automatická regulace předepsaná zákonem. Při automatickém řízení sklonu světlometů lze rozlišovat dva systémy [1].

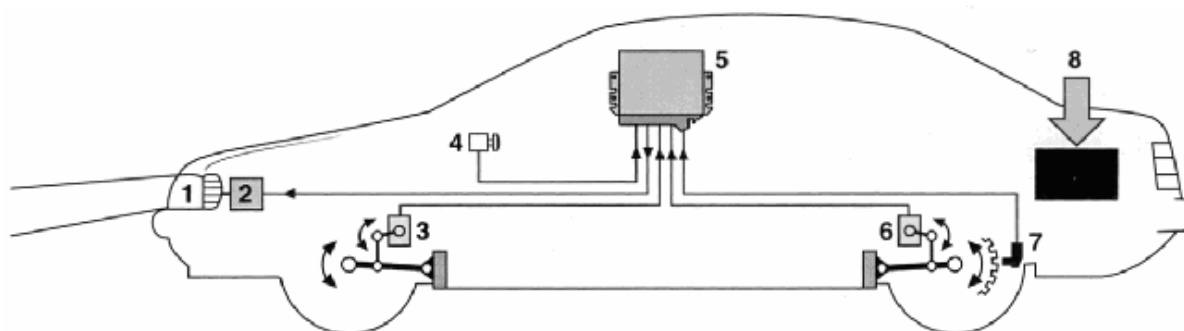
8.2.1 Statický systém

Statický systém vyrovnává užitečné zatížení v prostoru pro cestující a v zavazadlovém prostoru. Mimo signálů z nápravových snímačů přijímá řídicí jednotka rychlostní signál z elektrotechnického tachometru nebo z řídicí jednotky ABS. Pomocí tohoto signálu systém určí, zda-li vozidlo stojí, pohybuje se nebo jede stálou rychlostí. Tento systém pracuje s velkým útlumem, tzn., že vyreguluje pouze dlouho přetrvávající náklony karoserie [2, 3].

8.2.2 Dynamický systém

Dynamický samočinný systém zabezpečuje optimální polohu světlometů v každé jízdní poloze, protože funguje ve dvou provozních režimech. Přídavným rozlišením rychlostního signálu se na rozdíl od statické regulace sklonu světlometů rozpozná i akcelpace a brzdění.

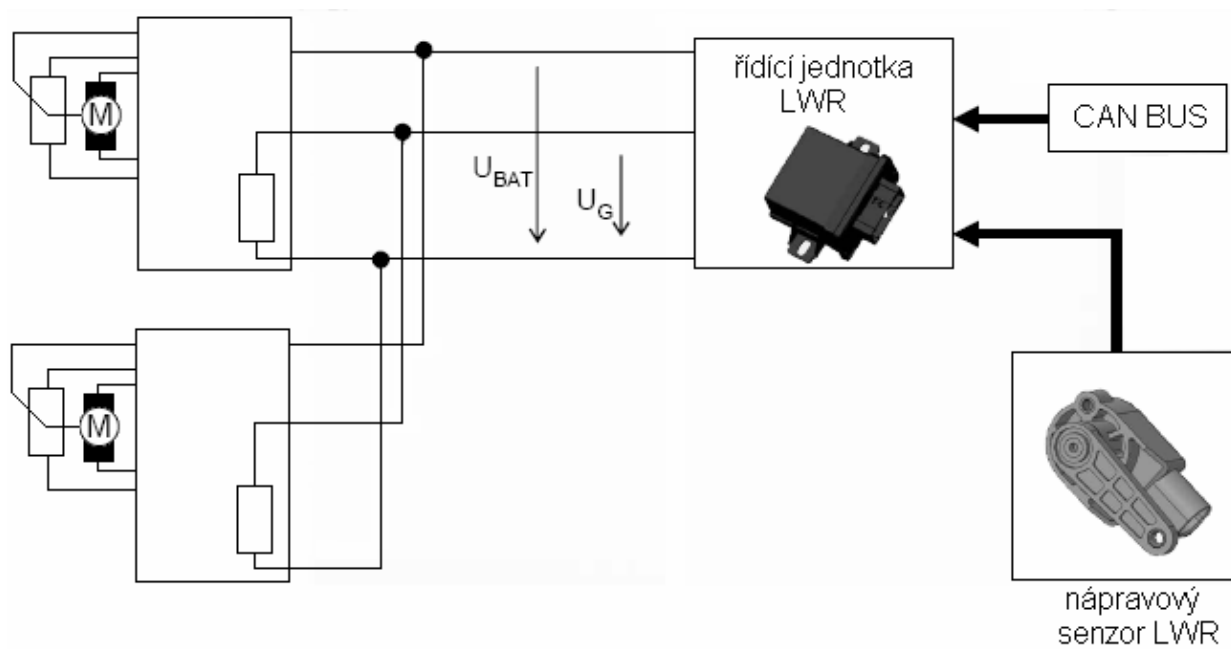
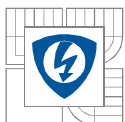
Při jízdě stálou rychlostí zůstává jak dynamický, tak statický systém v režimu velkého tlumení. Pokud se však rozpozná akcelerace nebo brzdění, přepne se systém do dynamického režimu. Zkrácené vyhodnocování signálů a zvýšené stavěcí rychlosti servomotorů umožňují přizpůsobení sklonu světlometů za zlomky sekundy. Po ukončení akcelerace nebo brzdění se systém automaticky přepne opět do pomalého režimu [1, 2, 3].



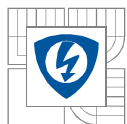
obrázek 8.2.2a: Principiální zobrazení dynamické regulace sklonu světlometů
1. světlomet, 2. nastavovací člen, 3. snímač na přední nápravě, 4. vypínač světel (zapnuto/vypnuto), 5. elektronická řídicí jednotka, 6. snímač na zadní nápravě, 7. snímač otáček, 8. užitečné zatížení

K dynamickému systému samočinné regulace světlometů patří následující komponenty:

- snímače na nápravách vozidla, které přesně zachytí úhel náklonu karoserie,
- elektronická řídicí jednotka, která ze signálů snímačů propočte úhel náklonu karoserie a ten pak porovná s předvolenou hodnotou. Při odchylce vyšle příslušné aktivační signály na servomotory, které provedou přesné nastavení světlometů [1, 2, 3].



obrázek 8.2.2b: Zapojení dynamické regulace sklonu světlometu



9 OSTATNÍ OSVĚTLENÍ NA VOZIDLE

Dalším důležitým prvkem v osvětlení motorových vozidel jsou směrová světla a zadní svítilny, především pak brzdová světla.

9.1 Brzdová světla

Každé vozidlo, jehož konstrukční rychlost je vyšší jak 6 km/h, musí být opatřeno dvěma brzdovými světly červené barvy. Od 9. 2. 1998 je při schvalování technické způsobilosti starších vozidel a od 9. 2. 1999 evidováním nových vozidel povinnost, aby vozidlo třídy M1 bylo vybaveno střední, homologovanou, svítlnou brzdového světla.

Jsou-li zapojená všechna zařízení předepsaná pro jízdu, musí se brzdová světla jednotlivého vozidla i všech přípojných vozidel soupravy rozsvítit současně při působení řidiče na ovládací ústrojí provozního brzdění [1].

9.2 Směrová světla

Všechna motorová vozidla a jejich přípojná vozidla, s výjimkou dvoukolových vozidel s konstrukční rychlostí nižší než 50 km/h a s objemem válců motoru do 50 cm³, musí být vybavena směrovými světly [1].

Směrová světla musí svítit přerušovaným světlem oranžové barvy. Přerušování směrového světla musí mít frekvenci $1,5 \pm 1$ Hz. Doba svícení musí být mezi 40÷80 % doby cyklu, aby účinek směrového světla byl zřetelně a dostatečně vnímatelný [1].

Směrová světla musí být možno uvést do činnosti nezávisle na ostatních světelných zařízeních vozidla. Činnost musí být indikována opticky, akusticky nebo kombinací obou. Směrová světla dále plní funkci výstražnou, pro tuto funkci musí být vozidlo vybaveno spínačem. Výstražná činnost je signalizována červenou barvou, činnost směrových světel je znázorněna zelenou barvou [1].

Boční směrová světla – jsou umístěna podle vyhlášky EHK – OSN č. 48 v jedné třetině délky vozu, tj. v zadní části předního blatníku [2].

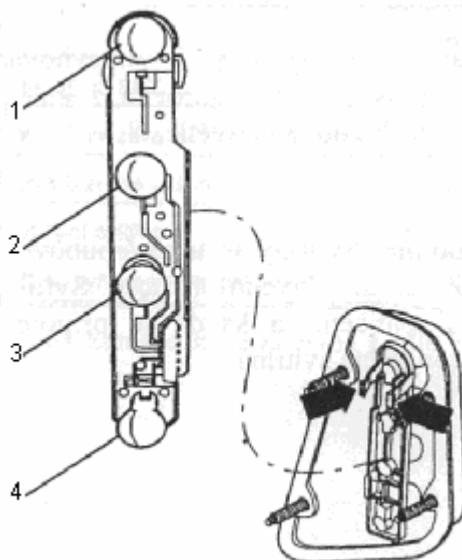
Přerušovače směrových světél – existují ve třech konstrukčních a funkčních provedeních:

- bimetalové,
- kondenzátorové,
- elektronické [1].

V dnešní době se používají především elektronické přerušovače, ty pracují spolehlivě a přesně, frekvence spínání není závislá na palubním napětí. Existují dva druhy elektronických přerušovačů. Přerušovače osazené tranzistory a přerušovače s číslicovými obvody. U obou typů se jako zdroj přerušovaného proudu používá klopný obvod (multivibrátor) [1].

9.3 Zadní skupinové svítilny

Stejně jako u hlavního světlometu bude popsána svítilna vozidla Škoda Fabia. Zadní skupinová svítilna obsahuje po čtyřech žárovkách v samostatných nosičích. Funkce a umístění žárovek je uvedeno na obrázku 9.3 [1, 5].

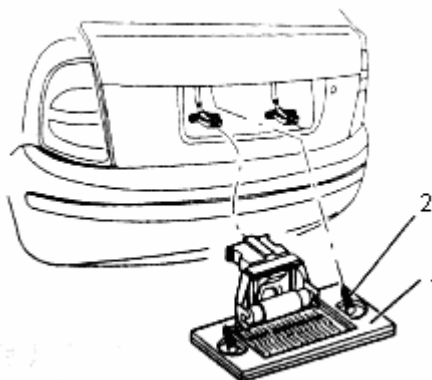


obrázek 9.3: Zadní skupinová svítilna Škoda Fabia
1. brzdové světlo, 2. směrové světlo, 3. světlo pro couvání, 4. dvouvláknová žárovka
(mlhové světlo/obrysové světlo)

U všech vozů je v zadní svítilně na čtvrté pozici shora dvouvláknová žárovka 12V/4W – 21W, avšak u vozu pro pravosměrný provoz je v pravé svítilně zapojeno pouze pravé zadní obrysové světlo, zatímco v levé svítilně je zapojeno i druhé vlákno žárovky, tedy 21W, pro zadní světlo do mlhy. U automobilů pro levosměrný provoz je to opačně [1, 5].

9.4 Osvětlení registrační značky

Osvětlení zadní registrační značky u vozu škoda Fabia je dvoudílné, svítilny jsou osazeny žárovkami 12V/5W se sufitovými paticemi. Na obrázku 9.4. je vidět pouze jedna svítilna [1, 5].



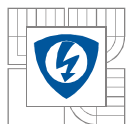
obrázek 9.4: Demontáž jedné ze dvou svítilen pro osvětlení registrační značky

9.5 Inovativní zdroje světla pro ostatní osvětlení

Pro brzdová a směrová světla se zavádějí zdroje světla z LED diod. Světlo emitují diody, které se vyznačují nízkým příkonem a barevnou stálostí světla. Do koncových a brzdových světel se používají supersvítivé diody. Jejich výhodou je velmi krátká reakční doba. Doba pro rozzáření brzdových světel s LED diodami je jen 50 ms, tedy výrazně kratší než je reakční doba žárovek. Díky rychlejší aktivaci LED diod v brzdovém světle může řidič při rychlosti 100km/h zkrátit brzdovou dráhu asi o 5,5 m. Například v automobilu Audi A8 zastávají svítivé diody všechny hlavní funkce zadních světel (koncové světlo, brzdové světlo) zadní i boční směrovky [1].

9.6 Adaptivní brzdová světla

Tato světla při nouzovém brzdění blikají a tím zřetelně varují řidiče jedoucího v závěsu. Frekvence blikání je čtyřikrát vyšší než u zapnutých směrových světel [1].



10 NÁVRH PRAKTICKÉHO VYUŽITÍ V PŘEDMĚTU BAEB

Tato kapitola se zaměřuje návrhem teoretické a praktické aplikace problematiky osvětlení vozidel v přednáškách a laboratorních cvičeních z předmětu BAEB. V části přednášek se jedná především o shrnutí základních vlastností z optiky, dále pak teoretické pojednání o možnostech osvětlování z hlediska dosavadního vývoje, důležitosti kvalitního osvětlení – vliv na bezpečnost silničního provozu a samozřejmě i předpokládaný směr budoucího vývoje v této oblasti. Součástí přednášek by měl být i prostor pro seznámení se s laboratorními úlohami. V laboratorních úlohách by pak studenti mohli teoretické znalosti uplatnit při praktickém měření.

10.1 Aplikace v přednáškách

Pro účely přednášek bych navrhoval vytvoření prezentace, jejíž uspořádání by odpovídalo členění mé bakalářské práce. V první části přednášky by byly zmíněny důležité pojmy, rozdělení světla, jejich umístění na vozidle. Dále by byla prezentace zaměřena pouze na hlavní světlomety, jejich konstrukci, použité zdroje světla, porovnání jednotlivých systémů atd. V poslední části přednášky by bylo vhodné věnovat se moderním systémům osvětlení.

10.2 Aplikace ve cvičení

Problematika osvětlení vozidel nabízí několik možností praktického využití ve výuce. Práci v laboratorních cvičeních lze provádět demonstrativně, například s využitím diagnostického programu a funkčního modelu, jež používají školící střediska automobilek pro výuku autorizovaných servisních techniků. Jeden z těchto modelů jsme měli možnost vidět v TU v Košicích. Jedná se o pracoviště, obsahující plnohodnotný model elektroinstalace auta, se všemi řídicími jednotkami a zařízeními (spotřebiči) a osobního počítače. Pomocí diagnostického programu lze celou elektroinstalaci testovat, popřípadě měnit určitá nastavení.

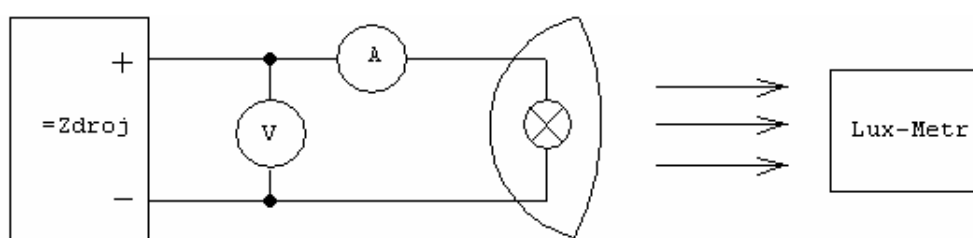
Další možností je například realizace úlohy, ve které by se studenti zabývali nastavováním sklonu světlometů, ovšem i tato úloha má překážku v podobě řídicí jednotky, jejíž pořízení je nákladné. Proto bych navrhoval navázání kontaktů s některou z firem, zabývajících se automobilovým průmyslem, především spolupráce se Škodou Auto a firmou Hella se jeví do budoucna jako velmi zajímavá. Pro praktická cvičení proto vidím zatím jedinou možnost

v jednoduchém zpracování měření, které bude možné provádět se stávajícím vybavením laboratoří VUT FEKT.

10.2.1 Měření automobilových žárovek

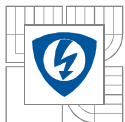
Hlavním úkolem první části cvičení bude seznámení se s běžně používanými žárovkami v automobilu a jejich parametry. Ve druhé části cvičení proběhne praktické měření, jehož cílem bude určit parametry žárovek, především pak jejich příkon a intenzitu osvětlení, v závislosti na palubním napětí.

Úkolem studentů bude proměřit běžně používané žárovky, například žárovky halogenové nebo blue vision s označením H4 a H7, pro různá napětí palubní sítě – simulace kolísání napětí. Předpokládané schéma zapojení pro měření úlohy je uvedeno na obrázku 9.2.1.



obrázek 10.2.1: Zapojení úlohy pro měření žárovek

Do tabulky (např. viz tabulka 10.2.1) studenti zapíšou změřené hodnoty proudu, napětí a intenzity osvětlení. Z naměřených hodnot bude vypočtena hodnota příkonu. Z hodnot příkonu a intenzity osvětlení studenti sestojí grafickou závislost, která jasně charakterizuje konkrétní druh žárovky [8].



tabulka 10.2.1: Tabulka pro úlohu měření žárovek

		Typ žárovky – výrobce					
		Žárovka 1			Žárovka 2		
		I [A]	E [Lux]	P _ž [W]	I [A]	E [Lux]	P _ž [W]
U [V]	10						
	10,5						
	11						
	11,5						
	12						
	12,5						
	13						
	13,5						
	10						

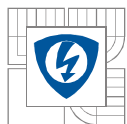
Kde:

U – napájecí napětí

I – proud tekoucí obvodem

E – změřená hodnota intenzity osvětlení

P_ž – příkon žárovky

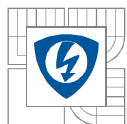


11 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracována na téma Moderní systémy osvětlení vozidel. V úvodní části je popsáno osvětlení vozidel, základní pojmy z optiky, zdroje světla a provedení konstrukce hlavních světlometů, jež se v dnešní době běžně používají.

Dále jsou uvedeny moderní způsoby řešení hlavních světelných zdrojů, především projekční a adaptivní světlomety. Tato technická řešení se v některých moderních vozidlech již využívají, ovšem jejich vývoj a tím i zdokonalování stále pokračuje. V mé bakalářské práci se dále zabývám možností použití zařízení pro noční vidění, které umožňuje velmi dobré zviditelnění objektů a překážek za špatné viditelnosti např. i v mlze a při hustém sněžení. Výhodou je, že při použití těchto zařízení nedochází k oslňování dalších účastníků silničního provozu. Bohužel rozsah problematiky mi nedovoluje komplexní popsání všech moderních systémů osvětlení.

V poslední části práce byla navržena jednoduchá úloha pro využití ve cvičeních předmětu Automobilová elektrotechnika. Původním záměrem byl návrh úlohy pro automatické řízení sklonu světlometů. Problémem většiny úloh, které využívají moderní systémy, je nutnost mít k dispozici řídicí jednotku, znát protokoly, které používá pro přenos a vyhodnocování informací z jednotlivých čidel. Navíc její pořízení je finančně náročné. Pro zefektivnění práce v laboratorních cvičeních by bylo přínosem navázat spolupráci s některou z firem zabývajících se automobilovou elektrotechnikou.



SEZNAM LITERATURY

Monografie:

- [1] VLK, František. *Systémy řízení podvozku a komfortní systémy: Automobilová elektronika 2*. 2006. vyd. Brno: Ben – Technická literatura, 2006. 308 s. ISBN 80-239-7062-3. Vlk, F.: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy. Automobilová elektronika 2. Brno 2006
- [2] KUBÁT, Jindřich, Ždánšský, Bronislav. *Elektrotechnika motorových vozidel 2*. 2003. vyd. Brno: Avid, 2003. 155 s.
- [3] Bosch: Technická příručka. Bezpečnostní a komfortní systémy. Praha 1998
- [4] HALLIDAY, D, RESNICK, R, WALKER, J. *Fyzika*. 1997. vyd.: VUTIUM, 2001. 1254 s. ISBN 80-214-1868-0.
- [5] CEDRYCH, Mario René, SCHWARZ, Jiří. *Automobily Škoda Fabia: Třetí, rozšířené vydání*. 2003. vyd. Praha: Grada, 2003. 336 s. ISBN 80-247-0656-3.

Internetové zdroje:

- [6] *Http://www.bosch.cz: http://www.bosch.cz/press/* [online]. [cit. 2007-11-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.bosch.cz/press/>>.
- [7] *Http://www.fm.tul.cz/: http://www.fm.tul.cz/files/projektme/Elektronika_sv_tlomet_28.3.2007_TU_Liberec.pdf* [online]. 2007 [cit. 2007-10-28]. Dostupný z WWW: <http://www.fm.tul.cz/files/projektme/Elektronika_sv_tlomet_28.3.2007_TU_Liberec.pdf>.

Ostatní materiály:

- [8] KAŇUCH, Ján, Materiály pro přednášky a laboratorní cvičení TU Košice, 2007