

**ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: Průmyslový management

**Elektronické systémy v automobilech**

**Diplomová práce**

**Bc. Matyáš Bernard**

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří David,



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Matyáš Bernard**

Studijní program: Průmyslový management

Název tématu: **Elektronické systémy v automobilech**

Cíl: Práce bude zaměřena na oblast elektronických systémů v automobilech. V rámci práce bude popsán význam a funkce elektronických systémů v automobilech a provedena podrobná charakteristika vybraného elektronického systému v automobilu. Cílem práce bude návrh a realizace zjednodušeného modelu elektronického systému v modelu automobilu.

Rámcový obsah:

1. Význam a funkce elektronických systémů v automobilech.
2. Charakteristika vybraného elektronického systému v automobilu.
3. Model elektronického systému v modelu automobilu.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. EDGAR, J. *Car Electrical & Electronic Systems*. Dorchester : Veloce Publishing LTD, 2018. 128 s. ISBN 978-1-787-11281-0.
2. DENTON, T. *Automobile Electrical and Electronic Systems*. London: Routledge, 2017. 674 s. ISBN 978-0-415-72577-4.
3. KOLEKTIV. *Automotive Electric/Elektronic systems: Automobilové elektrické/elektronické systémy*. Robert Bosch GMBH, 1995. 380 s.

Datum zadání diplomové práce: květen 2022

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2023

L. S.

Elektronicky schváleno dne 30. 8. 2022

**Matyáš Bernard**  
Autor práce

Elektronicky schváleno dne 1. 9. 2022

**doc. Ing. Jiří David, Ph.D.**  
Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 1. 9. 2022

**prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.**  
Garant studijního programu

Elektronicky schváleno dne 2. 9. 2022

**doc. Ing. Pavel Mertlík, C.Sc.**  
Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 28.6.2023

Děkuji doc. Ing. Jiřímu Davidovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a pomoc s výrobou laboratorního modelu elektronického systému. Dále děkuji Ing. Františkovi Starému za 3D výtisk podpůrných desek pro laboratorní model elektronického osvětlovacího systému.

## Obsah

Úvod.....	8
1 Elektronické systémy automobilu.....	10
1.1 Klasifikace elektronických systémů.....	11
1.1.1 Elektronické systémy – hnací ústrojí .....	11
1.1.2 Elektronické systémy – komunikace.....	12
1.1.3 Elektronické systémy – bezpečnost.....	13
1.1.4 Elektronické systémy – komfort .....	16
1.2 Vybrané elektronické systémy automobilu .....	17
1.2.1 Hnací ústrojí.....	17
1.2.2 Komunikace .....	19
1.2.3 Komfort .....	23
1.2.4 Bezpečnost.....	26
2 Osvětlovací systémy.....	29
2.1 Zdroje světla .....	29
2.1.1 Konvenční žárovka.....	31
2.1.2 Halogenová žárovka.....	32
2.1.3 Xenonová výbojka .....	33
2.1.4 LED dioda.....	35
2.1.5 Laserová dioda .....	36
2.2 Vybrané typy světlometů .....	38
2.2.1 Halogenové světlometry .....	38
2.2.2 Xenonové světlometry .....	39
2.2.3 LED světlometry .....	41
2.2.4 Laserové světlometry .....	43
3 Návrh modelu elektronického osvětlovacího systému .....	45
3.1 Funkcionalita současných osvětlovacích systémů .....	46
3.1.1 Automatická dálková světla .....	46

3.1.2	Funkcionalita Corner .....	48
3.1.3	Funkcionalita zhasínání denního svícení při zapnutí směrovek .....	48
3.1.4	Ostatní moderní funkcionality .....	49
3.2	Myšlenkový návrh modelu .....	49
3.3	Komponenty modelu .....	52
3.3.1	Klon Arduino UNO R3 precise .....	52
3.3.2	Modul NeoPixel .....	53
3.3.3	Modul měření intenzity světla .....	56
3.4	Model elektronického systému .....	57
3.5	Funkcionality a programování modelu v Tinkercad .....	60
3.6	Vývojový diagram .....	64
	Závěr .....	66
	Seznam literatury .....	68
	Seznam obrázků a tabulek .....	73
	Seznam příloh .....	75

## Seznam použitých zkratk a symbolů

ABS	Anti Locking Brake System
BAS	Brake Assistant System
ESC	Electronic Stability Control
ASR	Anti-Slip Regulation
EDS	Electronic Differential System
ACC	Adaptive Cruise Control
BLIS	Blind Spot Information System
CAS	Collision Avoidance System
ISA	Intelligent Speed Assistance
CWS	Collision Warning System
FCW	Forward Collision System
HDC	Hill Descent System
RSA	Road Sights Assist
LDW	Lane Departing System
K	Kelvin
LED	Light Emitting Diode
V	Volt



## Úvod

Tato diplomová práce se věnuje elektronickým systémům v automobilech. Ty jsou nejprve klasifikovány na základě oblasti jejich použití do čtyřech kategorií. Tyto kategorie jsou: hnací ústrojí, komunikace, komfort a bezpečnost. V následující kapitole teoretické části práce jsou vybrané elektronické systémy podrobně popsány.

Konkrétně je tato práce zaměřena na osvětlovací systémy automobilu. Nejdříve jsou popsány jednotlivé zdroje světla, jež se v moderních automobilech používají a poté je celá kapitola věnována vybraným typům osvětlovacích systémů. Halogenovým světlometům, xenonovým světlometům, LED světlometům a laserovým světlometům. Ty jsou zevrubně popsány a zobrazeny na obrázcích. Jsou zmíněny jejich výhody a nevýhody.

V následující praktické části jsou získané znalosti o osvětlovacích systémech využity pro laboratorní model osvětlovacího systému, jehož vytvoření je hlavním cílem této diplomové práce. Tento fyzický model bude sloužit jako praktický model ve výuce předmětu Elektronické součásti automobilu, kde jednou z hlavních částí sylabu tohoto předmětu jsou právě osvětlovací systémy. Tato praktická pomůcka, která je postavena na bázi ledkových modelů NeoPixel a softwarového rozhraní Arduino Uno, bude díky své modulárnosti a univerzálnímu použití sloužit jako učební pomůcka, ve které si studenti budou moci různě upravovat funkcionalitu nad rámec základní funkcionality vytvořené v rámci této práce.

V rámci práce je tento model vytvořen ze třech RGB LED matic 8 x 8 Neopixel WS2812B, z programovatelného prostředí Klon Arduino UNO R3 precise, ze senzoru měření intenzity světla BH1750, dvou tlačítek a podpůrných desek vytisknutých na 3D tiskárně. Jednotlivé LED moduly jsou napájeny k sobě a zapojeny do mikrokontroléru Arduino společně se senzorem intenzity světla a tlačítky.

Je potřeba zmínit, že profesionální osvětlovací systém v současných moderních automobilech se skládá z větších a více komplikovanějších komponent. Tento model osvětlovacího systému představuje jakési zjednodušení těchto systémů, model především plní funkci týkající se pochopení funkcionality osvětlovacích systémů. Nejenom, že studentům bude tento model sloužit jako praktická pomůcka k pochopení osvětlovacích systémů a názorná ukázka, ale studenti si díky

modulárnosti tohoto systému budou moci tento systém upravovat, vylepšovat, rozšiřovat. Přidávat další svítící moduly či další senzory na ně navázané. Tudiž v rámci této práce je představena jedna varianta tohoto systému, avšak hardware lze rozšiřovat a různě upravovat. To samé softwarové naprogramování tohoto systému.

# 1 Elektronické systémy automobilu

V minulosti se v automobilu využívaly klasické metody pro fungování řídicích a regulačních systémů. Tyto metody využívaly mechanických, hydraulických, pneumatických a elektrických systémů. Tyto systémy ale mají své nedostatky, a to především omezenou přesnost, hysterezi průběhu, setrvačnost regulace či obtížnost ovládat proces pomocí více než jednoho parametru. Vzhledem k nedostatkům těchto systémů a obecně ke zvyšování požadavků na automobil začaly být tyto systémy nahrazovány systémy elektronickými. (Ferenc,2000). Ty totiž mají podstatně menší setrvačnost, jsou prakticky bez hystereze, je možné, aby regulace probíhala rychleji a také lze regulovat proces podle současného působení více parametrů.

Nejprve těchto elektronických systémů v automobilu bylo pomálu. To se ale v posledních 20 letech dramaticky změnilo. Elektronických systémů v automobilu je čím dál tím více. Už nejenom řídí pohonné ústrojí automobilu, ale především se tyto systémy rozmohly v oblastech komfortu a bezpečnosti. V současném automobilovém světě se investuje nejvíce času a peněz právě do těchto kategorií elektronických systémů. Bezpečnost provozu, snaha o eliminaci dopravních nehod, snaha o zmírnění následků dopravních nehod. To jsou jedni z největších hybatelů automobilových inovací.

Krom bezpečnosti se také upíná pozornost na různé komfortní systémy. Na zvyšování pohodlí pasažérů, zlepšování kompatibility palubních počítačů, inovace infotainmentu, zlepšování hlasového ovládání apod.

Využití elektronického propojení jednotlivých částí automobilu slouží k odlehčení řidiče v běžných i nebezpečných situacích, kterou mohou v provozu nastat. Studie prokázaly, že když řidiči uvolníme od tělesné námahy při ovládání agregátů, tak to uvolní mentální kapacitu řidiče, což vede k lepšímu sledování vnějšího dopravního děje (Vlk, 2006).

„Systémy, které redukuje jak psychické, tak také fyzické zatížení řidiče, zabraňují dřívějšímu unavení řidiče a zabezpečují jeho koncentraci, jsou rozhodujícím přínosem ke zvýšení aktivní bezpečnosti motorových vozidel“ (Vlk, 2006, str.1).

V této diplomové práci je uvažováno základní rozřazení elektronických systémů v automobilu následovně (Vlk, 2002):

- hnací ústrojí,
- komunikace,
- bezpečnost,
- komfort.

V následujících podkapitolách je provedena klasifikace elektronických systémů právě dle uvedeného typu rozřazení.

## **1.1 Klasifikace elektronických systémů**

V následující podkapitole jsou v jednotlivých tabulkách znázorněny používané elektronické systémy v automobilech. Jedná se o pouhou klasifikaci vybraných elektronických systémů. Nejedná se o plný výčet všech systémů, které existují. To není možné v požadovaném rozsahu práce obsáhnout.

Systémy se dělí do několika skupin, podle toho, jakým způsobem přispívají k chodu vozidla. První zmíněnou kategorií jsou systémy, které ovládají hnací ústrojí automobilu, nebo se na něm nějakou mírou podílejí.

### **1.1.1 Elektronické systémy – hnací ústrojí**

Elektronické řídicí systémy, které můžeme zařadit do této kategorie zajišťují optimální jízdní provoz, například elektronické řízení převodovky, regulace podvozku či elektronické řízení výkonu motoru (Vlk, 2002). Jízdní ovladatelnost a pohodlí se tím znatelně zlepšují. Tabulka č.1 některé tyto systémy zobrazuje.

**Tab. 1 elektronické systémy hnací ústrojí**

Systém řízení motoru Motronic – řízení zážehového motoru
Systém řízení vznětového motoru
Elektronické řízení automatické převodovky

ECU – Electronic Control Unit – řídicí jednotka motoru
OBD – On-Board Diagnostics – diagnostika vozidla
Samočinný samosvorný diferenciál ASD – Automatic Slip Control Differential
Lambda sonda
Regulace volnoběhu
Elektronický akcelerátor
Aktivní systém přenosu točivého momentu ATTS – Active Torque Transfer System
Systém řízení zadní nápravy

Zdroj: Upraveno dle (Vlk, 2002)

V současnosti jsou elektronické systémy klíčovou součástí hnacího ústrojí automobilu, protože umožňují optimalizovat výkon, snižovat spotřebu paliva a emise a zvyšovat bezpečnost a pohodlí jízdy (Vlk, 2002). Systémy usnadňují řízení, ale také zvyšují ovladatelnost a aktivní bezpečnost vozidla, jelikož umožňují rychlejší reagování na vzniklé situace, než to dokáže řidič.

Například při optimalizaci chování diferenciálů elektronické systémy zvyšují ovladatelnost a aktivní bezpečnost vozidla pomocí údajů z jednotlivých senzorů. Tyto údaje ze senzorů elektronika vyhodnotí a zvolí nejvhodnější zásah do systému regulace hnací síly (Fojtášek, 2012).

### 1.1.2 Elektronické systémy – komunikace

Tyto systémy zahrnují různé funkce, jako je rádio, navigace, palubní počítač apod. V moderních automobilech se objevují digitální kombinované přístroje (jinak nazývaný infotainment) nebo tzv. virtuální cockpity, head-up displeje. Často jsou tyto systémy ovládány pomocí dotykové obrazovky nebo hlasových příkazů.

Mezi komunikační elektronické systémy patří všechna bezdrátová zařízení umožňující jednosměrný přenos informací do vozidla nebo i obousměrný přenos informací (Vlk, 2006).

Bezdrátové připojení Bluetooth odstraňuje potřebu propojovacích kabelů mezi telefonem a automobilem (KOLEKTIV, 2007). Nejenom, že díky technologii Bluetooth se může přenášet audio a video signál, ale také to dává možnost rozvinutí

nových technologií. Příkladem může být zrcadlení chytrého mobilního telefonu Apple Carplay či Android Auto. Tabulka č. 2 obsahuje některé elektronické systémy používané v moderních automobilech.

**Tab. 2 elektronické systémy komunikace**

Rádio
Palubní počítač
Navigace
Head up displej
Hlasové ovládání
Digitální kombinovaný přístroj / infotainment
Telefon
Virtuální cockpit
Hands-free telefon
TV-tuner
Zábavní systém pro cestující

Zdroj: Upraveno dle (Vlk, 2002)

### 1.1.3 Elektronické systémy – bezpečnost

Automobily současnosti mají nesčetně mnoho prvků, které zvyšují bezpečnost v provozu. Tyto prvky se dělí na prvky aktivní bezpečnosti a na prvky pasivní bezpečnosti (Palatka, 2015). Je potřeba si uvědomit základní rozdíl mezi prvky pasivními a aktivními. Pasivní prvky bezpečnosti by měly snižovat následky dopravní nehody, a naopak prvky aktivní bezpečnosti mají za úkol samotným nehodám předcházet. Zcela zabránit vzniku nehod. Mezi prvky pasivní bezpečnosti patří samotná karoserie se svými deformačními zónami, dále pak bezpečnostní pásy s předpínači a v neposlední řadě vzduchové vaky neboli airbagy. Tato diplomová práce se bude věnovat druhé skupině bezpečnostních prvků, skupině prvků aktivní bezpečnosti. Mezi prvky aktivní bezpečnosti (viz Tab. 3) patří různé elektronické systémy, které můžeme rozdělit do třech podkategorií, přičemž se mohou jednotlivé prvky mezi těmito kategoriemi překrývat.:

- bezpečnostní systémy,
- asistenční systémy,
- osvětlovací systémy.

Bezpečnostní systémy např. systém ABS, ESP, ASR a další, dále pak systémy asistenční např. adaptivní tempomat, kontrola mrtvého úhlu apod. a v neposlední řadě osvětlovací systémy viz Tab. 3.

O elektrické systémy týkající se aktivní bezpečnosti vozidla se zajímá i evropská legislativa (Fišer, 2019). Začátkem roku 2019 podpořila Evropská komise návrh seznamu bezpečnostních asistentů, které automobilky budou muset instalovat do všech nových vozů.

V červenci 2022 tento návrh vyšel v platnost. Rozhodlo se, že všechna silniční vozidla homologovaná po 6.7.2022 musí obsahovat následující bezpečnostní systémy (Evropská komise, 2022):

- ISA – inteligentní regulace rychlosti,
- detekce zpětného chodu s kamerou nebo senzory,
- upozornění v případě ospalosti nebo nedostatku pozornosti řidiče,
- zapisovač údajů („černá skříňka“),
- signál nouzového brzdění.

Inteligentní regulace rychlosti neboli Intelligent Speed Assistance (ISA) je elektronický systém, který sleduje dopravní značení a upozorňuje řidiče na překročení nejvyšší povolené rychlosti (Bečková, 2022). Systém lze vypnout, ale při každém nastartování musí být aktivován. Detekce zpětného chodu s kamerou nebo senzory je systém, který už většina řidičů zná. Jedná se o systém, který dává řidiči povědomí o překážkách za vozidlem buď prostřednictvím kamery nebo senzorů. Dalším elektronickým systémem, který Evropská komise v roce 2022 schválila je systém, jež sleduje a následně upozorňuje řidiče v případě ospalosti nebo nedostatku pozornosti. Pojem „signál nouzového brzdění“ v praxi vypadá tak, že automobil automaticky spustí varovné směrovky, tzv. blinkry, pokud je vůz nucen nouzově brzdít. Tím upozorňuje ostatní účastníky silničního provozu, že na něj působí velká zpomalovací síla.

**Tab. 3 elektronické systémy bezpečnost**

Bezpečnostní systémy	ABS	Anti Locking Brake System
	BAS	Brake Assistant System
	ESC	Electronic Stability Control
	ASR	Anti-Slip Regulation
	Multikolizní brzda	
	„Emergency Assist“	
	EDS	Electronic Differential System
Asistenční systémy	ACC	Adaptive Cruise Control
	BLIS	Blind Spot Information System
	CAS	Collision Avoidance System
	Udržování jízdního pruhu	
	Asistent pro jízdu v koloně	
	Rozpoznávání chodců	
	ISA	Intelligent Speed Assistance
	Car – Net „Security & Service“	
	Systém sledování únavy řidiče	
	CWS	Collision Warning System
	FCW	Forward Collision Warning
	HDC	Hill Descent Control
	RSA	Road Sights Assist
	LDW	Lane Departing Warning
Osvětlovací systémy	Halogenová světla	
	Xenonová světla	
	Led	
	Laser	
	Adaptivní	
	Dynamická	
	Noční vidění – night vision	

Zdroj: Upraveno dle (Asistencnisystemy.cz, 2023)



### 1.1.4 Elektronické systémy – komfort

Pojem „komfortní systém“ v automobilu představuje různé vozidlové systémy, které zvyšují komfort řidiče a cestujících (Vlk, 2006). Jednotlivé systémy znázorňuje tabulka č.4.

Požadavkem zákazníků na stále větší komfort vozidel jsou automobilky nuceny vybavovat automobily neustále novými systémy (Vlk, 2005). Dříve tyto elektronické systémy byly výsadou luxusních vozů. Dnes se tyto technologie objevují i ve vozech nižší střední třídy. Zlevnění technologií a výroby elektronických součástí tuto skutečnost umožňuje. Velkým hybatelem je i fakt, který je zmíněn v předchozí kapitole, spočívající v regulaci prostřednictvím Evropské unie.

Tab. 4 elektronické systémy komfort

Elektricky ovládaná okénka, popř. střešní okno, panoramatická střecha
Elektricky nastavitelný, popř. vyhřívaný volant
Elektricky ovládaná, popř. vyhřívaná zpětná zrcátka
Elektricky nastavitelné, popř. vyhřívané, větrané, masážní sedačky
Zabezpečení vozu (alarm, pohybový senzor, kamery, centrálná zamykání, imobilizér)
Keyless technologie – bezklíčkový vstup do vozidla a bezklíčkové startování
Regulace topení a klimatizace
Stírací a omývací zařízení čelního skla či ostřik světlometů
Dešťový senzor pro automatický chod stěračů
Stmívací senzor pro automatické přepínání světel z denního svícení na potkávací
Tempomat
Multifunkční volant (ovládání hlasitosti rádia, přepínání stanic, přepínání skladeb, ovládání palubního počítače apod.)
Asistent pro couvání s přívěsem
Asistent pro výjezd z parkovacího místa
Parkovací asistent – parkovací senzory, zpětná kamera
Bezdotykové otevírání zavazadlového prostoru – „virtual pedal“

Zdroj: Upraveno dle (Vlk, 2002)

## 1.2 Vybrané elektronické systémy automobilu

Stejně jako v předchozí kapitole jsou v této kapitole elektronické systémy rozděleny na základě oblasti jejich použití do čtyřech kategorií. Hnací ústrojí, komunikace, komfort a bezpečnost. V současnosti existuje napříč osobními automobily nesčítelně mnoho elektronických systémů. Následující podkapitoly zmiňují pouze vybrané systémy.

### 1.2.1 Hnací ústrojí

Hnací ústrojí neboli anglicky „drivetrain“ obsahuje u osobního vozu samotný motor, převodovku, manuální či automatickou, spojku, hřídele, diferenciál, poloosy.

„Hnací ústrojí má za úlohu vytvářet hnací sílu na kolech vozidla pro dopředný pohyb odpovídající rovnováze mezi pohonem a jízdními odpory. S cílenou elektronickou podporou může toto probíhat velmi variabilním způsobem. Elektronická řízení pro spojky a převodovky dnes umožňují řízení hnacího ústrojí.“ (Vlk, 2002, str. 269)  
V této podkapitole jsou popsány vybrané elektronické systémy týkající se hnacího ústrojí automobilu.

- 1) Systém řízení motoru Motronic – řízení zážehového (benzinového) motoru

„Motronic“ je název pro řadu řídicích jednotek motoru, která byla vyvinuta firmou Bosch. Tento systém umožňuje řízení benzinových motorů. Kombinuje ovládání vstřikování paliva a zapalování v jedné jednotce (KOLEKTIV, 2007). Řízením vstřikování paliva, ale i zapalování v jedné řídicí jednotce, lze zlepšit mnoho aspektů motoru.

Tento systém má několik stěžejních funkcí.:

- 1) Má upravit požadovaný kroutící moment, který řidič vyvolal šlápnutím na plynový pedál.

- 2) Má provozovat motor takovým způsobem, aby plnil legislativní omezení týkající se emisí.
- 3) Má dosáhnout co nejnižší spotřeby paliva.
- 4) Má zaručit vysokou úroveň jízdního komfortu a potěšení z jízdy.

## 2) Elektronické řízení vznětového (dieselového) motoru

Hlavní motivací vývoje dieselových motorů je zvyšování výkonu agregátu při současném snížení emisí škodlivých látek a snížení spotřeby pohonných hmot (Vlk, 2002). Základním předpokladem pro tyto požadavky je kromě přepřínování motoru turbodmychadlem a použití metody přímého vstřikování použití elektronických systémů řízení motoru. Ty totiž na rozdíl od mechanického řízení vstřikování umožňují přesněji určit parametry vstřikování paliva.

Například u vstřikovacího systému Common-Rail či u vstřikovacího systému se sdruženými vstřikovači jsou tyto elektronické systémy schopny díky vysokému výkonu použitých mikroprocesorů řídit množství paliva s vysokou přesností pod vysokým tlakem. Je zajímavé, že u těchto systémů řízení naftového motoru nemá řidič přímý vliv na výkon motoru (Vlk, 2002). Plynový pedál není mechanicky spojen se vstřikováním paliva. Je to řízeno elektronicky. Vstřikovanou dávku do spalovacích komor určuje řídicí jednotka podle několika parametrů. Přednostně podle požadavku řidiče (poloha plynového pedálu), podle teploty motoru, potažmo s ohledem na ochranu motoru a převodového ústrojí před poškozením vlivem poruch v systému. Dle těchto parametrů je v modulu řídicí jednotky vypočteno množství vstřikovaného paliva. Použití plně elektronického řízení dieselového motoru má z tohoto důvodu i bezpečnostní funkci. Systém rozezná odchylky a vadné funkce a podle nich zavede opatření. Nejčastěji omezí množství vstřikovaného paliva a tím sníží výkon agregátu.

## 3) Elektronické řízení automatické převodovky

Elektronické řízení automatické převodovky je už dnes absolutním standardem. Přednosti, kterými elektronika převodovky disponuje, jsou komfortní bezrázové přechody řazení, variabilní momenty řazení, které odpovídají provozním podmínkám (Vlk, 2002).

Ve většině moderních vozidel má řidič na výběr z několika řadících programů převodovky. Režim ekonomický, normální či sportovní. Každý z těchto režimů převodovky má jiný charakter. V ekonomickém režimu převodovka řadí co nejdříve následující vyšší stupeň, aby provoz automobilu byl, co nejvíce hospodárný. Naopak ve sportovním režimu nechává převodovka zařazený nižší převodový stupeň, aby měl řidič k dispozici maximální výkon ihned po sešlápnutí akcelérátoru. Normální režim kombinuje to nejlepší z obou světů. Takový kompromis. Některá vozidla mají volitelných režimů více, avšak většina vozidel s automatickou převodovkou mají režimy dva až tři.

Ve společnosti se traduje mylné přesvědčení, že automatické převodovky jsou neekonomické, nehospodárné. To už několik let není pravda (Šterba, Čupera, 2010). Naopak pro většinu řidičů je automatická převodovka vhodná. A to nejenom z hlediska úspory paliva, ale i komfortu jízdy, snížení opotřebení pohonného ústrojí vozu apod.

V případě kombinace spalovacího motoru a automatické převodovky může nastat potřeba aplikovat speciální režim točivého momentu pro okamžiky řazení. Automatická převodovka v momentu přeřazení převodového stupně vysílá signál do motorové řídicí jednotky, která pokud je to žádáno, tak sníží momentální výkon motoru pomocí snížení předstihu zážehu (Vlk, 2002). Potom, co převodovka zařadí další převodový stupeň tak motorová jednotka postupně vrací výkon na původní hodnotu. To vše se děje kvůli snížení rázů v hnacím ústrojí.

### **1.2.2 Komunikace**

Základním elektronickým systémem týkající se komunikace v automobilu je palubní počítač. Ten spolupracuje s řídicími systémy zapalování, vstřikování a řízením převodovky a následně zpracovává údaje o činnosti motoru a jízdě vozidla (Vlk, 2006). Na přístrojové desce nebo na obrazovce infotainmentu zobrazuje údaje o rychlosti, ujeté vzdálenosti celkové i dílčí, okamžité i průměrné spotřebě paliva,

zásobě paliva v nádrži a s tím spojený předpokládaný dojezd vozidla, časové údaje o jízdě či informace o vnější teplotě vzduchu.

V moderních vozech se spíše mluví o infotainmentu než o palubním počítači. Infotainment je v podstatě displej, který se v moderních vozidlech nachází vedle volantu. Může být zabudován v přístrojové desce nebo i mimo ni (PDMAUTO, 2023).

Vývojáři hledají kompromis s umístěním tohoto displeje. Jedním požadavkem je, aby řidič nemusel při jízdě odvracet pohled od silnice, ale na druhou stranu není chtěné, aby displej řidiče rozptyloval. Takový typický infotainment poskytuje informace a zábavu řidiči i cestujícím. Můžeme ho použít k částečnému ovládní vozu. Jakožto klimatizace, rádia, přehrávání hudby a dalším funkcím. Existuje spousta typů displejů lišící se velikostí, rozlišením či možností ovládní dotykem nebo pouze mechanickými tlačítky. Jednoznačným trendem v oblasti infotainmentů je zbavení se téměř všech mechanických tlačítek ve vozidle a nahrazení těchto tlačítek displejem. Tyto displeje se stávají čím dál tím větší. Příkladem může být 17palcový displej v Tesle modelu X nebo Mercedes Benz v nejnovějších modelech, kde má automobil pouze jeden velký displej pro infotainment i přístrojovou desku.

- digitální palubní přístroj,

Klasické analogové palubní přístroje jsou už označovány jako za přežitě. V současnosti jsou čím dál častěji nahrazovány digitálním displejem. Takový displej vám poskytne o mnoho více informací než jen aktuální rychlost, aktuální otáčky motoru a stav paliva v nádrži. Např. Volkswagen nabízí displej s vysokým rozlišením a úhlopříčkou 26 cm. Displej, který označuji jako „Active Info Display“, může dle potřeby zobrazit na celou plochu displeje detailní informace o jízdě a o vozidle, nebo navigaci, popřípadě optické zobrazení asistenčních systémů či informace o přehrávané hudbě. Zobrazení nemusí být tzv. na full screen, ale lze zobrazení kombinovat. Lze zároveň mít na digitálním displeji zobrazené klasické kruhové ukazatele, jak u analogového přístroje, a k tomu navíc vámi zvolené informace. Výhodou může být možnost si nakonfigurovat až tři zobrazení, ty si uložit do paměti a následně pomocí multifunkčního volantu nebo infotainmentu systému jednoduše mezi nimi přepínat (Volkswagen značka a technologie, 2023). Digitální palubní

přístroj, který automobilka Audi označuje jako „Virtual Cockpit“ je zobrazen na obrázku č.1.



Zdroj: (Svatoš, 2018)

Obr. 1 Audi digitální palubní přístroj

- digitální kombinovaný přístroj,

Jednou z neaktuálnějších inovací v interiéru vozu je tzv. digitální palubní deska. Tento elektronický systém kombinuje pod jedním společným skleněným krytem velkou obrazku, která propojuje digitální přístrojovou desku (ta byla popsána v předchozím odstavci) s hlavním infotainmentem vozidla (Volkswagen značka a technologie, 2023). Volkswagen tento kombinovaný přístroj označuje jako tzv. „Innovision Cockpit“ (obrázek č. 2), který mimo jiné integruje softwarové rozhraní, které umožňuje zobrazovat aplikace běžící na vašem chytrém telefonu. Samozřejmostí je bezdrátové indukční nabíjení mobilního telefonu a ovládání infotainmentu pasažérů ze zadních sedadel či od spolujezdce.



Zdroj: (Volkswagen newsroom, 2023)

Obr. 2 Digitální kombinovaný přístroj

- head-up-displej.

Aby řidič mohl věnovat svoji pozornost jízdě a nemusel odvracet pohled na navigační přístroj, který neleží přímo v jeho zorném poli, začal se v automobilech využívat tzv. Head Up Displej. Ten promítá ty nejdůležitější informace na skleněný panel přímo v zorném poli řidiče. Tuto užitečnou funkci lze vidět také na obrázku č. 2 společně s digitálním kombinovaným přístrojem. V dolní části čelního okna, přímo v zorném poli řidiče, jsou zobrazovány ty nejpodstatnější informace. Aktuální rychlost vozidla, pokyny navigace, potažmo důležité informace o jízdě.

„Průhledový zobrazovač HUD (projekce nejdůležitějších údajů z palubní desky na čelní sklo) byl vyvíjen původně pro letectví a umožňuje pilotovi sledování přístrojů palubní desky bez ztráty kontaktu s vnější realitou“ (Vlk, 2006, str. 108).



### 1.2.3 Komfort

Pod komfortními elektronickými systémy v automobilu si můžeme představit takové systémy, které zvyšují pohodlí řidiče a pasažérů (Vlk, 2002). V této podkapitole jsou vybrány nejmodernější elektronické systémy týkající se komfortu řidiče a cestujících používané v osobních automobilech.

- asistent pro couvání s přívěsem,

Ne pro každého řidiče je manévrování s přívěsem jednoduchá záležitost. Takové couvání vyžaduje trénink. Pro přesné zatočení celé soupravy je rozhodující správné natočení volantu. Přívěs zatáčí přesně na druhou stranu, než řidič původně očekává. Z toho důvodu vývojaři Volkswagenu vyvinuli komfortní systém označovaný jako „Trailer Assist“ (obrázek č. 3) pro snadnější couvání s přívěsem. Řidič je stále odpovědný za řazení, zrychlování a brždění, ale práci s volantem nechává na tomto komfortním systému (Volkswagen Asistenční systémy, 2023).



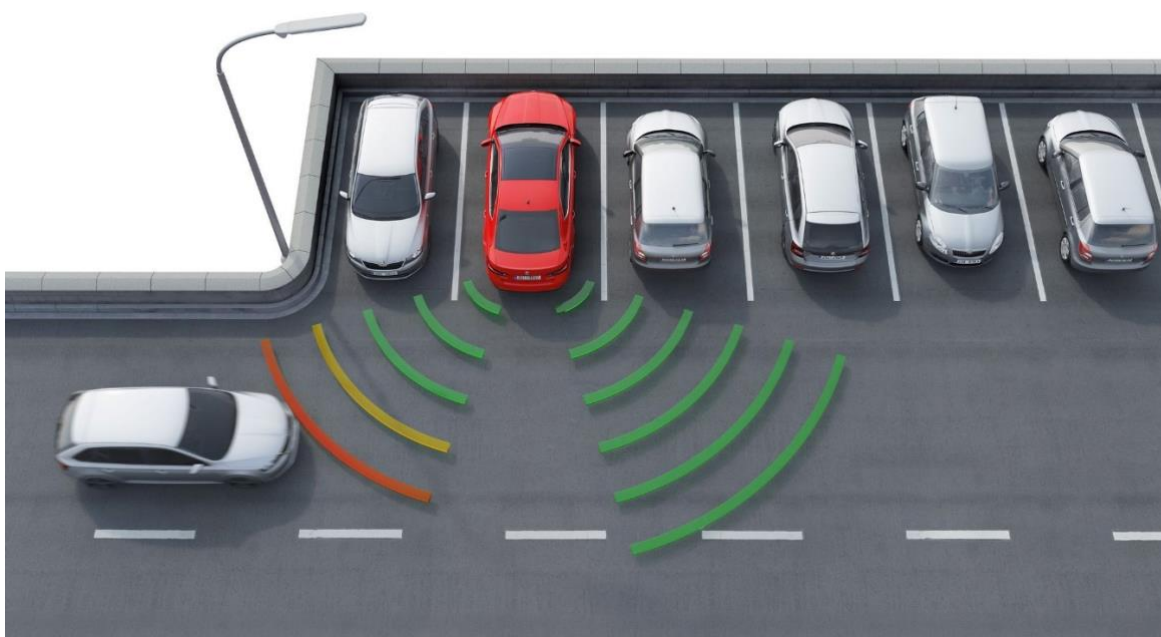
Zdroj: (Marek, 2018)

Obr. 3 Asistent pro couvání s přívěsem



- asistent výjezdu z parkovacího místa,

Určitě se vám někdy stalo, že jste měli potíže vycouvat z příčného parkovacího místa. Neviděli jste dozadu, zda po hlavní silnici jede vozidlo či nejede. To řeší následující asistent „Rear Traffic Alert“ (obrázek č. 4), který detekuje vozidla přijíždějící ze stran (Škoda Storyboard, 2017). Pokud vozidlo vybavené tímto komfortním systémem vyhodnotí, že hrozí kolize, tak zazní zvukový signál a zároveň zobrazí na hlavním displeji infotainmentu varovnou notifikaci. V případě nouzové situace je vozidlo schopno samo zabrzdit, aby předešlo kolizi. Tento elektronický systém lze zařadit jak do podkategorie bezpečnostních systémů, tak i komfortních.



Zdroj: (Pecák, 2015)

Obr. 4 Asistent výjezdu z parkovacího stání

- parkovací asistent,

Příplatkový komfortní systém zvaný „Park Assist“ zjednodušuje parkování. Nejdříve vám pomůže vyhledat parkovací místo, které je dostatečně velké pro váš vůz. (V současnosti tato funkcionality funguje pouze do 40 km/h). Poté systém

automaticky převezme ovládání řízení a začne exekuvovat parkovací manévr (Volkswagen Asistenční systémy, 2023). S čím vám ale asistent nepomůže je ovládání pedálů, jak plynu, brzdy potažmo spojky. Asistent ovládá pouze volant. Systém lze využívat i jiným způsobem. Řidič může provádět parkovací manévr sám, avšak pokud by mělo dojít k jakékoli kolizi, tak systém zakročí, zabrzdí a zabrání tak případné škodě nebo ji alespoň minimalizuje.

- systém monitorování okolí vozu,

Díky kamerám, které sledují okolí vozidla, je možné kontrolovat okolní prostředí vozidla například při zapojování přívěsu nebo při manévrování v těsném či nepřehledném prostoru (Volkswagen Asistenční systémy, 2023). Obraz z kamer je buď spojen do tzv. bird's eye view, který zobrazuje pohled z ptačí perspektivy na vozidlo, což řidiči pomáhá v orientaci v prostoru. Automobilka Volkswagen tento systém nazývá „Area View“, kde tento systém funguje pomocí čtyř kamer, které okolí monitorují a předávají obraz na hlavní displej infotainment systému.

- PDC senzory a zpětná kamera,

Klasické parkovací senzory (označení PDC) se v automobilech objevily už před více než 15 lety. Tento rozšířený komfortní systém se ale stále inovuje. Nejdříve systém dával řidiči najevo blížící se překážku pouze pomocí akustického signálu. Později došlo k rozšíření a okolí automobilu bylo zobrazováno pomocí grafického zobrazení na centrálním displeji. Novou nedílnou součástí parkovacího asistenta je funkce nouzového brždění, pokud by mělo dojít ke kolizi. (Pozor tato funkcionality funguje pouze do 10 km/h). Zpětná kamera dále pomáhá k předcházení kolizí. Řidič zkrátka má větší přehled o okolí.

- bezdotykové otevírání zavazadlového prostoru.

V každodenním používání automobilu často nastává situace, kdy přicházíte k automobilu s plnými rukama a nemáte, jak otevřít kufr. Tuto situaci řeší komfortní elektronický systém, který byl zaveden do vozů Škoda Auto už v roce 2016.

Automobilka tento systém nazývá „Virtuální pedál“ (Škoda Storyboard, 2016). Aby uživatel nemusel cokoli pokládat na zem a mohl si pohodlně otevřít zavazadlový prostor bezdotykově, tak vývojaři vyvinuli systém, který využívá senzory integrované do spodní části zadního nárazníku, které detekují pohyb v této oblasti. Na základě pohybu, ve většině případů dolní končetiny, systém automaticky otevírá dveře do zavazadlového prostoru. Přiblížení fungování tohoto systému je zobrazeno na obrázku č. 5.



Zdroj: (Škoda Storyboard, 2016)

Obr. 5 Bezdotykové otevírání zavazadlového prostoru

#### 1.2.4 Bezpečnost

Bezpečnost řidiče a cestujících je jedním z největších hybatelů v oblasti automobilových inovací. Automobilky investují spoustu zdrojů do aktivní, ale i pasivní bezpečnosti vozidel. Tato kapitola se zaměřuje na nejnovější bezpečnostní systémy používané v moderních automobilech.

- emergency assist,

Tento asistent, pokud neregistruje žádnou aktivitu řidiče, začne kontrolovaným způsobem auto zastavovat, tak aby nedošlo k dopravní nehodě (Volkswagen Asistenční systémy, 2023). Prostřednictvím sledování odezvy na volantu a pedálech systém zjistí, zda je řidič aktivní. Pokud není, tak systém zkouší přimět řidiče k reakci pomocí varovných tonů, varovné světelné signalizace, cyklického natáčení volantu či dokonce brzdých rázů. Současně varuje ostatní účastníky silničního provozu. Pokud řidič i po těchto zásazích do řízení vozu nepřevzme řízení, tak systém vyhodnotí, že řidič není aktivní a auto pomalu zastaví.

- pre-crash assist,

Tento elektronický systém připravuje vozidlo na náraz pouhé okamžiky před kolizí (Auto-mania.cz, 2020). V případě, že už nelze hrozící incident odvrátit, tak tento systém nastupuje a zavádí taková opatření, aby zmenšil dopady kolize. Systém aktivuje nouzová světla, uzavře okna a přitáhne bezpečnostní pásy cestujících, tak aby minimalizoval následky nehody.

- multikolizní brzda,

Tento systém přichází na řadu až po kolizi. Systém vyhodnotí, že ke kolizi došlo a začne brzdit automobil, aby nedošlo ke kolizím dalším (Volkswagen Asistenční systémy, 2023). Zjistilo se totiž, že 22 % nehod představují vícenásobné kolize. Multikolizní brzda tudíž pomáhá tyto vícenásobné kolize eliminovat.

- BLIS – Blind Spot Information System.

Tento systém je už několik let součástí dražších automobilů a začíná se objevovat ve vozech nižší třídy. Systém využívá kamery pro zjištění, zda v tzv. mrtvém úhlu řidiče nejede vozidlo.

Pokud je v mrtvém úhlu bočního zrcátka „schován“ jiný automobil, tak to systém vyhodnotí a prostřednictvím kontrolky (viz obrázek č. 6), umístěné přímo ve vnějším zpětném zrcátku, dá řidiči najevo, že je v jeho mrtvém úhlu vozidlo (Sajdl, 2023).



Zdroj: (Sajdl, 2023)

Obr. 6 Blind Spot Information System

## 2 Osvětlovací systémy

Osvětlení vozidel představuje významný prvek aktivní bezpečnosti. Hlavním úkolem čelních světlometů je zajistit viditelnost a zlepšit schopnost řidiče vidět okolní prostředí. Čím lépe jsou osvětlena vozidla, vozovka a okolní prostředí, tím rychleji řidič reaguje na krizové situace a tím menší je riziko nehod (Daňková, 2013). Do osvětlovacích systémů se jakožto do významného prvku aktivní bezpečnosti investuje velké množství času a peněz za účelem snížení nehodovosti.

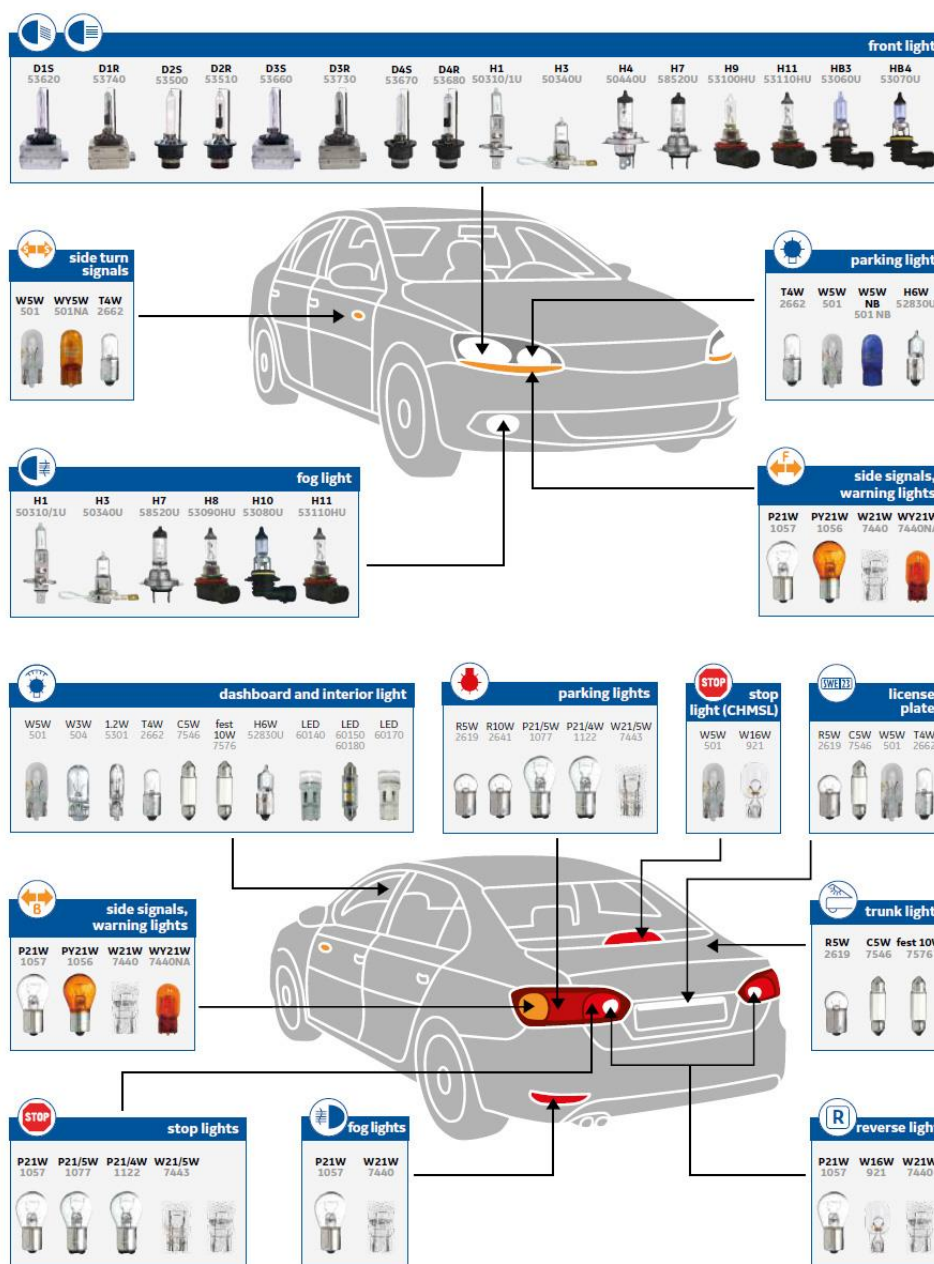
Hned na úvod je potřeba rozlišit osvětlovací systémy neboli světla či osvětlení na vnější a vnitřní. Zcela logicky světlo vnitřní je v automobilu zakomponováno do interiéru vozidla a slouží k osvětlení interiéru, aby cestující měli ve vozidle větší komfort. Světla vnější pak slouží k hned několika dalším funkcím. Osvětlují vozovku před vozidlem, zvýrazňují vozidlo ostatním účastníkům silničního provozu a také je pomocí nich indikována změna směru vozidla (Vlk, 2005). Odborně se světla podle účelu dělí do dvou kategorií.:

- 1) osvětlovací světla – určené k osvětlování jízdní dráhy před vozidlem, přičemž jsou osvětlovací světla dálková, potkávací a světla do mlhy tzv. mlhovky,
- 2) návěštní světla – ty zajišťují viditelnost automobilu pro ostatní účastníky silničního provozu (světla obrysová a koncová), upozornění na zpomalení vozu při brždění prostřednictvím tzv. brzdových světel a upozornění na změnu směru jízdy prostřednictvím tzv. směrovek či blinkrů.

### 2.1 Zdroje světla

Existují několik druhů světelných zdrojů používaných pro osvětlení vozidel, které se liší v závislosti na typu osvětlení (Žlebek, 2013). Jednotlivé zdroje světla budou v této podkapitole podrobněji popsány. V současné době je hned několik typů zdrojů světla, které se objevují v automobilech. Klasické žárovky jsou nejčastěji používány u starších vozidel, zatímco u moderních vozidel jsou téměř nahrazeny jinými druhy zdrojů světla, jako jsou xenonové výbojky a světlo emitující diody LED.

Na přiloženém obrázku č. 7 lze vidět základní typy zdrojů světla používaných v automobilech. Je potřeba zmínit, že v moderních automobilech se často používají světla využívající technologii LED, které nejsou na obrázku vyznačeny. Obrázek č. 7 ukazuje oblast použití jednotlivých zdrojů světla. Z obrázku je patrné, že existuje velké množství žárovek či výbojek používaných v automobilech. Pokud by si člověk chtěl vyměnit žárovku ve svém automobilu svépomocí, je potřeba si ověřit jaký konkrétní typ zdroje světla ve svém automobilu má.



5

Zdroj: (Elancar, 2023)

Obr. 7 Zdroje světla v automobilu



Halogenové žárovky jsou označeny písmenem H na prvním místě, jako například H1, H4 či H7. Ty jsou určeny k použití pouze ve světlometech kvůli svému vyššímu příkonu (Žlebek, 2013). Stejně tak jsou xenonové výbojky určeny k použití pouze ve světlometech a jsou označovány jako D1, D2 či D1S, D2S, D1R, D2R. Xenonové výbojky šetrné k životnímu prostředí se označují např.: D3R, D5S. Ostatní žárovky používané například v interiéru, v osvětlení registrační značky, či v brzdových a směrových světlech se většinou značí svým příkonem. Například P21W, R10W, C5W apod.

### 2.1.1 Konvenční žárovka

Konvenční žárovka je složena z patice, wolframového vlákna a jeho nosného systému a skleněné baňky (Vlk, 2005). Konvenční žárovku můžete vidět na obrázku č. 8. Žárovka je naplněna inertním plynem, většinou se jedná o směs dusíku a argonu. Když se použije krypton, jakožto dražší inertní plyn, tak se snižuje emise materiálu vlákna. Emise materiálu toto wolframové vlákno zeslabuje a v místě zeslabení dochází k přetavení vlákna.



Zdroj: (ElektroMB, 2023)

Obr. 8 Konvenční žárovka s wolframovým vláknem



Tento typ světelných zdroje má malou účinnost, protože se vydává velké množství energie ve formě tepla, ale na druhou stranu poskytuje spojité spektrum světla od červené až po fialovou barvu (Straka, 2011). Tyto zdroje světla jsou k dispozici v rozsahu 6-24 V a o výkonu až 75 W s maximální svítivostí až 2000 lm. Vlákno z wolframu se ohřívá proudem na teplotu kolem 3300 °C, při které začíná svítit.

### 2.1.2 Halogenová žárovka

Halogenová žárovka má vyšší svítivost a delší dobu života než žárovka konvenční (Vlk, 2005). Její baňka je vyrobena z křemičitého skla, což zajišťuje vysokou mechanickou a tepelnou odolnost. Uvnitř baňky je plyn s příměsí halových prvků. U motorových vozidel se používá jako plnicí plyn metylenbromid a jako halový prvek brom. Proces, který probíhá uvnitř baňky se pak nazývá halogenový cyklus. Vlákno je tvarováno jako šroubovice, což lze vidět na obrázku č. 9.



Zdroj: (Conrad, 2023)

Obr. 9 Halogenová žárovka

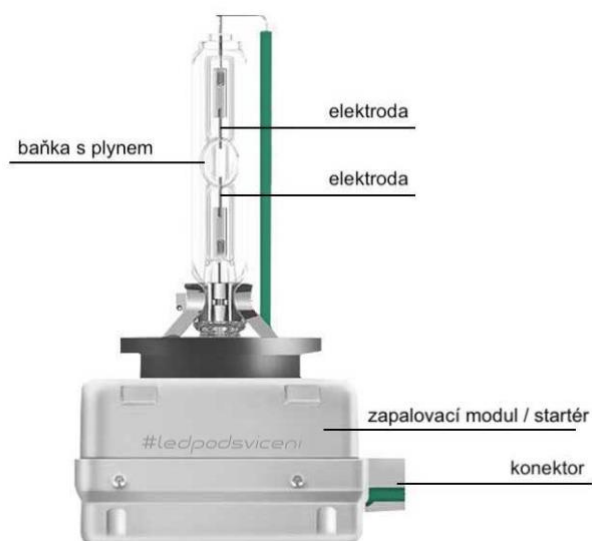
Na obrázku č. 9 je také vidět že žárovka má vlákna dvě. Vlákno žárovky dálkového světla a vlákno žárovky tlumeného neboli potkávacího světla (Žlebek, 2013). Vlákno

pro dálkové světlo se označuje jako HB (high beam filament) a vlákno pro tlumené světlo jako LB (low beam filament).

Životnost halogenové žárovky je větší než žárovky konvenční, avšak existuje hned několik faktorů, jež ji ovlivňuje (Daňková, 2013). Při montáži nebo výměně je třeba dávat pozor, aby se povrchu žárovky nedotýkaly prsty, protože obsažené látky v potu mohou způsobit krystalizaci křemíku, zvýšení teploty povrchu a následné zničení žárovky. Dalším faktorem je fakt, že odpařený wolfram se nikdy nevrátí na stejné místo, což může vést ke změně tloušťky vlákna a omezit tak životnost. Parametry žárovky jsou také závislé na napájecím napětí, jehož výkyvy mohou mít nepříznivý vliv na životnost žárovky. Dále pak otřesy způsobené jízdou po nerovnostech mohou negativně ovlivnit především vlákno, které může oslabit a přetrhnout se. Neustálé vypínání a zapínání světel životnost též neprodlužuje.

### **2.1.3 Xenonová výbojka**

V současnosti jsou kromě halogenových žárovek využívány také výbojky s vysokou intenzitou světla, označované jako HID (High-Intensity Discharge) (Ševčík, 2017). Český řečeno výboj s vysokou intenzitou nebo hovorově označován jako xenon. Tyto xenonové výbojky neobsahují žhavicí vlákno, ale svítí díky elektrickému oblouku mezi dvěma elektrodami. (viz obrázek č. 11) Světlo vzniká při řízeném výboji v plynné náplni obsahující xenon a další přísady. Xenon pomáhá v první fázi po zapálení tomu, aby náběh výbojky do plného výkonu byl dostatečně rychlý.



**Zdroj: (ledpodsviceni, 2022)**

**Obr. 10 Xenonová výbojka**

Jak již bylo řečeno, tak světlo vzniká při řízeném výboji v plynné náplni mezi dvěma elektrodami. Pro zapálení výboje je ale nutné dosáhnout vysokého napětí v rozsahu 18000-30000 V (Žlebek, 2013). Jakmile je výboj zapálen, světlomet pracuje s konstantním výkonem 25 nebo 35 W.

Xenonová výbojka vytváří v porovnání s halogenovou žárovkou dvojnásobné množství světla a má vyšší barevnou teplotu, zhruba 4100 kelvinů, nýbrž existuje velké množství xenonových výbojek. Barva originálních výbojek je nejčastěji 4300 K případně 5500 (Ledxenony, 2023). Záměnné, tzv. aftermarketové neznámkové xenonové výbojky jsou nabízeny v široké škále barev. Čím větší hodnota teploty světla (vyšší hodnota kelvinů) tím je světlo více bílé až modré. S ohledem na optimální svítivost je doporučováno vybírat barvu světla v rozmezí od 4300 K až 6000 K.

Co se týče životnosti, tak ta je v porovnání s halogenovými žárovkami více než 6x delší. Může dosahovat 3000 hodin a více. Vůz by měl ujet s jednou sadou xenonových výbojek 150 až 180 tisíc km.

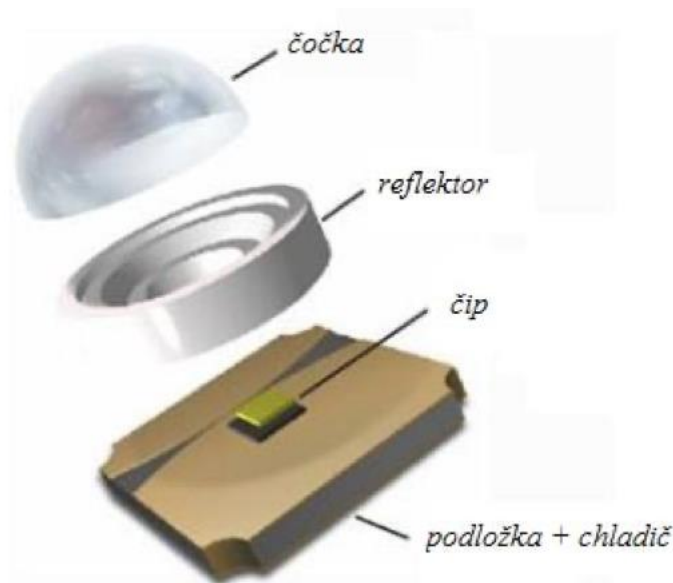
## 2.1.4 LED dioda

Světelná dioda, také označovaná jako LED nebo luminiscenční dioda, je elektronická součástka sestávající z polovodičů typu P a N, jejichž vývody se označují jako anoda a katoda (Daňková, 2013). Tyto polovodiče jsou propojeny v PN přechodu, kde elektrický proud mění svou energii na světlo. Pokud aplikujeme napětí v propustném směru na diodu, minoritní nosiče náboje proudí přes PN přechod a rekombinují se s nosiči opačné polaroty, čímž se uvolňuje energie ve formě fotonu (světla). Barva světla je určena použitým polovodičovým materiálem a jeho dotací, které ovlivňují vlnovou délku emitovaného fotonu. Existuje mnoho typů světelných diod v různých barvách. Bílé LED jsou často používány ve světlometech pro lepší světelný výkon a jsou využívány v předních světlech, zatímco červené a žluté LED se používají v zadních světlech.

LED zdroje se nejčastěji rozdělují do dvou kategorií. Na jednočipové (single chip) a na vícečipové (multichip) (Žlebek, 2013). U jednočipových LED světel je na podložce umístěn, jak název napovídá, pouze jeden PN přechod, zatímco u vícečipových LED se na podložce nachází více přechodů, přičemž světelný tok a příkon jsou uváděny pro jeden čip. Další typ rozdělení LED zdroje světla může být podle výkonu, které se dělí na miniaturní, střední a vysoce výkonné.

Jednou z nejvýznamnějších vlastností LED je okamžitá odezva, což znamená, že LED téměř okamžitě (v jednotkách milisekund) dosáhne plného světelného výkonu (Daňková, 2013). Tuto vlastnost lze využít zejména při použití LED v brzdových světlech, což umožňuje řidiči vozidla za vozem s LED světly rychleji reagovat a zkrátit tak brzdovou dráhu o několik metrů.

Každá LED se skládá ze čtyř základních prvků, které jsou znázorněny na obrázku č. 11 pro výkonné LED (Žlebek, 2013). Tyto prvky jsou čočka, čip, reflektor a katoda s anodou.



Zdroj: (Žlebek, 2013)

Obr. 11 Schéma LED diody s chladičem

Diody LED mají několik výhod, jako například nízký příkon a zachování barevné stálosti světla (Grof, 2008). Na druhou stranu mají nevýhodu v podobě nepřírozené barvy světla a omezeného rozptylu, což vede k potřebě osadit větší počet diod LED.

### 2.1.5 Laserová dioda

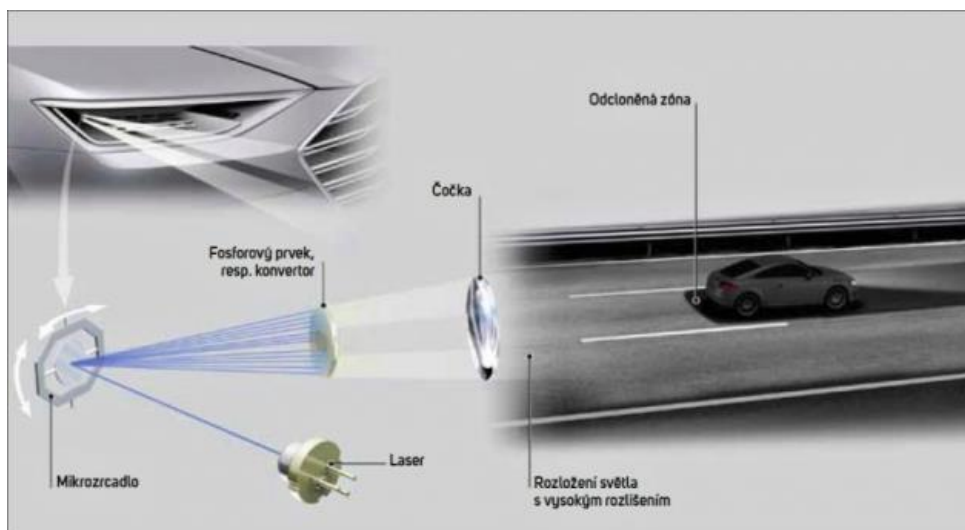
V posledních letech se stále více používají LED světlomety, které jsou výkonnější a spotřebovávají méně energie (Olivík, 2015). Avšak laserové světlomety mají ještě lepší vlastnosti a jsou nabízeny od roku 2014 v prvních sériově vyráběných vozech, jako jsou BMW i8 a Audi R8. Laserové světlomety jsou schopné generovat téměř paralelní paprsek světla s jasem, který je tisíckrát vyšší než u konvenčních LED diod, přestože jsou laserové diody stokrát menší než LED.

Adaptace laserových diod do automobilů byla náročná práce. Bylo těžké vyvinout laserové diody, které spolehlivě fungují při teplotách vyšších 50 stupňů celsia, což je teplota, které lze rychle dosáhnout, pokud je sluneční záření intenzivní (Fiederling, 2022). Laserové diody primárně emitují monochromatické světlo s vlnovou délkou 450 nanometrů, které je lidským okem vnímáno jako modré světlo. To není vhodné pro použití v automobilovém průmyslu. Proto specialisté vyvinuli

modul, ve kterém laserové světlo z několika diod nejdříve narazí na měnič, kde pomocí fluorescenční látky je modré světlo převedeno na bílé.

Během dlouhého procesu vývoje byla vrozená účinnost laserových světlometů ještě zdokonalena. Díky tomu jsou laserové světlometry velmi úsporné a spotřebují méně než polovinu energie ve srovnání s již velmi úspornými LED světlometry (Olivík, 2015). Současné laserové světlometry mají účinnost kolem 170 lumenů na watt, což je více než světlometry s diodami LED, které produkují jen kolem 100 lumenů na watt. V roce 2014 Audi představilo další vývojový stupeň laserových světlometů v konceptu Audi prologue. Systém Audi Matrix Laser s vysokým rozlišením pro všechny osvětlovací funkce používá jediné miniaturní zrcadlo o průměru 3 mm, které rychle odráží modré laserové paprsky z diod OSRAM požadovaným směrem. Tyto paprsky jsou následně přeměněny na bílé světlo na konvertoru a promítány na silnici.

Systém Audi Matrix Laser, který je vyobrazen na obrázku č. 12, má funkci, která umožňuje rychle zapínat a vypínat laserové diody v závislosti na poloze zrcadla. (Olivík, 2015) Tato technologie umožňuje dynamické a variabilní změny osvětlení nebo odcloňování příslušných ploch. Podobně jako u současných světlometů Audi Matrix LED, vozovka zůstává vždy intenzivně osvětlena, aniž by ostatní účastníci silničního provozu byli oslňováni. Hlavním rozdílem je však to, že technologie Matrix Laser má ještě vyšší dynamické rozlišení, což zvyšuje úroveň bezpečnosti na silnici.



Zdroj: (Olivík, 2015)

Obr. 12 Audi Matrix Laser

## 2.2 Vybrané typy světlometů

### 2.2.1 Halogenové světlometry

Možná by se mohlo zdát, že vzhledem k novým možnostem a rozmohu technologií LED, se zanevře na halogenové světlometry. Ono pravděpodobně k tomu v budoucnosti dojde, avšak stále se halogenové světlometry do nových vozů montují. Můžeme je najít například ve třetí generaci Octavie, v poslední generaci vozu Hyundai i20 apod.

Proč je stále možné koupit nová auta s obyčejnými žárovkami typu H4 nebo H7? Odpovědí je samozřejmě cena (Srovnátor, 2020). Tento způsob je nejlevnější jak pro automobilku, tak pro koncového zákazníka. Výhodou halogenových žárovek je také to, že si je můžete vyměnit sami na většině automobilů. Mezi všemi technologiemi světlometu mají halogenové světlometry nejmenší dosvit a zároveň největší proudový odběr.

Je ale potřeba říci, že se postupně halogenové světlometry z nabídky vytrácejí, jsou nabízeny pouze u nejlevnějších modelů automobilů. V současné nabídce vozů Škoda Auto pro Českou republiku nenajdeme už vůz, který by měl halogenová světla. Už i ty základní verze nejlevnějších modelů mají světla s technologií LED.

Co se týče porovnání se světlometry xenonovými, tak halogenové světlo je nažloutlé a méně intenzivní, přičemž průměrná intenzita halogenového světla se pohybuje mezi 650 a 900 lux (Miller, 2018). Xenonová světla jsou zcela odlišná a měření ukazuje téměř dvojnásobnou intenzitu, s průměrnými 1 100 lux a maximem 1 600 lux. Toto je další potvrzení toho, že při rozhodování o investici do xenonových světel není v porovnání s halogenovými světly příliš co zvažovat, protože rozdíl v jejich projevu je obrovský.

Typy halogenových světel, které můžeme nejčastěji vidět u starších aut jsou tzv. reflektorové a projektorové optické systémy s halogenovými žárovkami, které lze snadno vyměnit (Žlebek, 2013). Na obrázku č. 13 je zobrazen jednoduchý reflektorový a projektorový světlomet ze Škody Fabie druhé generace. Halogenový reflektorový světlomet vlevo, halogenový projektorový světlomet vpravo.



Zdroj: (Ševčík, 2017)

Obr. 13 Porovnání halogenového reflektorového a projektorového světlometu

## 2.2.2 Xenonové světlomety

Klasické xenonové výbojky se mohou používat pouze jako potkávací světla, zatímco světla dálkových světel jsou zajištěna halogenovými žárovkami (Žlebek, 2013).

Lepší řešení, které je hojně využíváno je takové, kde i dálková světla jsou zajištěna pomocí xenonových výbojek, poté hovoříme o bi-xenonových světlometech. (Obrázek č. 14) Takový světlomet má jednu výbojku, která slouží jak jako potkávací, tak i dálkové světlo, a je doplněna pohyblivou clonou, která mění svou pozici pomocí elektromagnetu a omezuje dálkový světelný kužel (Daňková, 2013). Výhodou je, že se ušetří místo a zároveň je zajištěno lepší osvětlení vozovky.



Zdroj: (Aničič, 2015)

Obr. 14 Bi-xenonová světla



Klíčovými součástmi xenonových světlometů jsou elektrická řídicí jednotka a startér (součást žárovky), které jsou nezbytné pro správnou funkci (Žlebek, 2013). Dále musí být světlomet vybaven ostřikovačem a automatickým nastavováním výšky. Tyto součásti způsobují výrazné zvýšení celkové hmotnosti a ceny.

Automatické nastavování výšky znamená, že světlomet je nakláněn na základě polohy vozidla, tedy jeho sklonu v důsledku pružení a zatížení přední nebo zadní nápravy (Daňková, 2013). Snímače zatížení nápravy přenášejí informace do řídicí jednotky, která vypočítá naklonění vozidla a porovná ho s předdefinovanou hodnotou. Poté předá signál servomotorům, které vykonají sklopení světlometu.

V Evropě je od roku 1996 povinný čistící systém pro xenonové světlometry. (Daňková, 2013) Důvodem pro toto nařízení není pouze zhoršený rozptyl světla, ale také oslnění protijedoucích řidičů. Čištění probíhá současně s ostřikem čelního skla a vyžaduje správnou vzdálenost mezi tryskou a sklem světlometu, vhodné množství vytrysknuté kapaliny, úhel dopadu kapaliny a její rychlost. Používají se dva typy ostřikovačů. Ostřikovače statické a výsuvné.

Velice originální a důmyslný způsob realizace výsuvného ostřikovače světlometu používaný v luxusním voze Bentley Bentayga lze vidět na obrázku č. 15.



**Zdroj: (Mazal, 2019)**

**Obr. 15 Výsuvný ostřikovač**

Naopak nejjednodušší řešení ve formě statického ostřiku světlometu můžeme vidět na obrázku č. 16. V tomto konkrétním případě se jedná o Mercedes Benz třídy G, který má jen jednu statickou trysku namířenou na podobně tvarovaný světlomet

(Mazal, 2019). I přes zdánlivě obyčejný ostříkovač se jedná o poměrně povedené řešení, jak po praktické stránce, tak i estetické.



Zdroj: (Mazal, 2019)

Obr. 16 statický ostříkovač

### 2.2.3 LED světlomety

LED diody jsou výrazně úspornější než jakékoliv konvenční světelné zdroje a umožňují variabilní design díky svým malým rozměrům. Světla používající LED diody umožňují automobilkám nové designové možnosti a umožňují jim vytvořit si svůj vlastní identifikační prvek (tzv. "podpis" značky) (Grof, 2008). Jako příklad může sloužit kruhové parkovací světlo ve světlometech BMW, označované jako „Angel eyes“, které slouží jako tzv. denní svícení. (viz obrázek č. 17)



Zdroj: (Luxangeleyes, 2023)

Obr. 17 Denní svícení "Angel Eyes"

LED světla v autě jsou umístěna na páskách, což umožňuje právě zmiňované širší možnosti designu. Tyto diody jsou seskupené do jednoho celku, nazývaného LED modul (Daňková, 2013). Pokud by nefungovala alespoň jedna z diod, musí se celý modul vyměnit.

Co se týče historie nasazení LED světlometů do automobilů, tak původně byly LED diody používány jako brzdová světla kvůli jejich rychlému náběhu do plného výkonu (Daňková, 2013). Poté byl vytvořen první kompletní LED koncový světlomet a v předních světlometech byly používány pouze jako denní světla, často v kombinaci s xenonovými výbojkami. Poprvé byly všechny světelné funkce hlavního světlometu realizovány diodami u modelu Audi R8 v roce 2008. (viz obrázek č. 18)



**Zdroj:** (Auto.cz, 2008)

**Obr. 18** První FULL LED světlomet

V současnosti se například nová Škoda Superb používá koncernovou technologii světlometů s názvem LED Matrix, které lze vidět na obrázku č. 19. LED diody plní všechny funkce hlavního světlometu (Mokříš, 2020). Funkci potkávacího světla, denního svícení, indikaci o změně směru jízdy, ale i funkci dálkových světlometů. Tato technologie využívá 12 diod namísto jedné, které se při zapnutí rozsvítí a pokryjí potřebný prostor. Každá dioda pokrývá určitý kousek a lze je nezávisle zapínat a vypínat. Za ideálních podmínek se všechny diody zapínají najednou a prostor před vozidlem je tak úplně osvětlen.



Zdroj: (Mokříš, 2020)

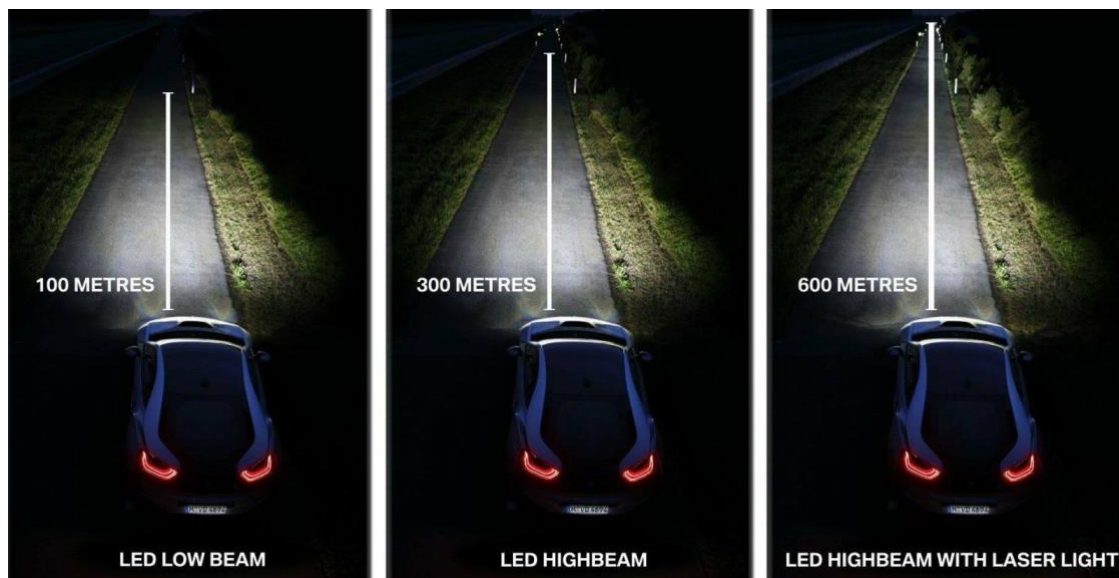
Obr. 19 LED Matrix

Světla na vozidle jsou spojena s kamerou, která je umístěna nejčastěji v modulu zpětného zrcátka a je viditelná za sklem vozidla (Mokříš, 2020). Kamera neustále sleduje prostor před vozem a pokud zjistí, že se v jeho blízkosti pohybuje jiné vozidlo, řídicí jednotka vypne příslušné segmenty LED diod, aby se řidič druhého vozidla necítil oslněn. Toto chování lze pozorovat například na silnicích obklopených stromy nebo svodidly, kde se tvar a chování světelného kužele mění v závislosti na pohybu dalších vozidel. Jednotlivé segmenty LED diod jsou zapínány a vypínány skokově, což způsobuje změny v pozici neosvětleného prostoru.

## 2.2.4 Laserové světlometry

Laserové světlometry jsou společně s technologií Digital lights, která bude popsána v další kapitole, jednou z nejmodernějších technologií, kterou lze nalézt v automobilech. BMW se stalo průkopníkem v jejich využití (Mokříš, 2020). Laserová světla, která mají dosvit účtyhodných 600 metrů, byla poprvé použita v BMW i8. Porovnání dosvitu s LED světly je znázorněno v obrázku č. 20. Laserové diody jsou použity vedle standardních LED světel a jsou aktivovány spolu s dálkovými světly. Světelné paprsky jsou modré barvy a jsou spojeny v jeden pomocí soustavy zrcadel.

Pro lidské oko není modré světlo přirozené, proto musí projít skrz tzv. fosforový konvertor, který toto modré světlo přemění na bílé s teplotou 5500 kelvinů, což je téměř stejně přirozené jako denní světlo.



Zdroj: (Mokříš, 2020)

Obr. 20 Laserová světla

Laserové světlomety mají několik výhod oproti běžným LED světlometům (Lažanský, 2016). Mimo delší dosvit nabízejí i nejvíce přirozené bílé světlo pro lidské oko. Mají dlouhou životnost a jsou energeticky úspornější než LED světla. Navíc mají menší rozměry, což usnadňuje designové řešení pro výrobce automobilů. V současné době jsou však laserové světlomety k dispozici pouze jako doplněk k LED světlům. Jejich větší rozšíření je brzděno vysokou cenou, která se ale pravděpodobně bude s časem snižovat, stejně jako tomu bylo u plně LED světlometů. Například u BMW řady 7 se cena laserových světlometů pohybuje kolem osmdesáti tisíc korun.

Laserové světlomety jsou také lehčí než xenonové nebo halogenové světlomety (Olivík, 2015). Jejich paprsek je možné upravovat s velkou přesností, což je důležité pro adaptivní řízení světlometů v závislosti na dopravní situaci.



### 3 Návrh modelu elektronického osvětlovacího systému

Tato část diplomové práce je věnována návrhu modelu elektronického systému, konkrétně systému osvětlovacímu. Tento model elektronického systému slouží jako využití znalostí získaných při studiu stěžejních předmětů studijního programu Průmyslový management jako např.: Elektronické systémy automobilu a Senzory a zkoušení strojů.

Hlavním cílem praktické části této diplomové práce je vytvoření laboratorního modelu elektronického systému, který bude sloužit jako praktický model ve výuce předmětu Elektronické součásti automobilu, kde jednou z hlavních částí sylabu tohoto předmětu jsou právě osvětlovací systémy. Tato praktická pomůcka, která je postavena na bázi ledkových modelů NeoPixel a softwarového rozhraní Arduino Uno, bude díky své modulárnosti a univerzálnímu použití sloužit jako učební pomůcka, ve které si studenti budou moci různě upravovat funkcionalitu nad rámec základní funkcionality vytvořené v rámci této práce.

Je potřeba zmínit, že profesionální osvětlovací systém v současných moderních automobilech se skládá z větších a více komplikovanějších komponent. Tento model osvětlovacího systému představuje jakési zjednodušení těchto systémů, model především plní funkci týkající se pochopení funkcionality osvětlovacích systémů. Nejenom, že studentům bude tento model sloužit jako praktická pomůcka k pochopení osvětlovacích systémů a názorná ukázka, ale studenti si díky modulárnosti tohoto systému budou moci tento systém upravovat, vylepšovat, rozšiřovat. Přidávat další svítící moduly či další senzory na ně navázané. Tudiž v rámci této práce je představena jedna varianta tohoto systému, avšak hardware lze rozšiřovat a různě upravovat. To samé softwarové naprogramování tohoto systému.

V následujících podkapitolách je nejprve popsána funkcionalita současných osvětlovacích systémů. Jako například automatická dálková světla, směrové ukazatele potažmo led světla, která umožňují tzv. denní svícení a taktéž funkci směrových ukazatelů.

Poté je podrobně popsán myšlenkový návrh onoho modelu osvětlovacího systému. Ve 3 schématech je znázorněna funkcionalita navrhovaného modelu. Funkcionalita směrových světel, světel denního svícení a dálkových světel. Také jsou podrobně popsány jednotlivé komponenty použité pro tento model osvětlovacího systému.

Dále je popsán proces výroby onoho modelu doplněn o fotografie z laboratoře. Pro efektivní znázornění jednotlivých funkcionalit modelu jsou v podkapitole 3.5 znázorněny obrázky ze softwaru Tinkercad, který umožňuje simulování elektronických obvodů. Pro zjednodušení je v poslední podkapitole této práce vytvořen vývojový diagram programu, který popisuje návaznost jednotlivých akcí.

### **3.1 Funkcionalita současných osvětlovacích systémů**

Moderní automobily mají nesčetně mnoho sofistikovaných elektronických systémů. Jedním z nich je osvětlovací systém. Světla už neplní jen základní funkci osvětlení vozovky před automobilem a osvětlení zadní části vozu, nýbrž technologie pokročila dál a osvětlovací systémy jsou na vysoké úrovni funkcionality. Dokáží se například automaticky zapínat a vypínat v závislosti na nastartování vozu. Dále dokáží přepínat mezi denním svícením a klasickými potkávacími světly na základě stmívacího senzoru. A další funkce jako přepínání mezi potkávacími a dálkovými světly jsou dnešním standardem v rámci moderních automobilů. Některé automobily mají takové vychytávky jako tzv. animační efekty směrových světel nebo tzv. dynamické blinkry. V následující podkapitole budou zmíněny vybrané funkcionality moderních osvětlovacích systémů.

#### **3.1.1 Automatická dálková světla**

Co se týče automatických dálkových světel, tak je rozdíl, zda je automobil vybaven světly s klasickou technologií LED či s tzv. světly MATRIX, které se skládají z jednotlivých LED modulů a systém je umí nezávisle na sobě ovládat a tím řídit světelný tok. V prvním zmíněném případě, tak systém umí přepínat mezi tlumenými a dálkovými světly. Stačí nastavit automatický režim světlometů a automobil se sám postará o to, kdy zapnout dálková světla. V praxi to bohužel nefunguje dokonale. Stává se, že světla zhasínají pozdě a oslňují protijedoucí řidiče. Nebo se také stává, že dálková světla se rozsvítí jen na okamžik, jen probliknou, což může ostatní účastníky silničního provozu překvapit. Tento systém funguje na základě kamery, která bývá většinou umístěna za čelním sklem u zpětného zrcátka, přičemž kamera monitoruje intenzitu pouličního osvětlení, rozpoznává zadní osvětlení automobilů

jedoucích před vozidel a samozřejmě vozidla jedoucí v protisměru. Podle této kamery systém automaticky přepíná mezi tlumenými a dálkovými světly.

Druhým zmíněným případem jsou světla LED MATRIX, které byly zmíněny v podkapitole 2.2.3. Tyto světla jsou složeny z několika částí. Společnost Škoda Auto uvádí, že tou hlavní částí jejich LED Matrix světlometů je bi-funkční LED modul, který plní funkci potkávacích a dálkových světel. Kromě tohoto modulu se ve světlometu nacházejí také tři samostatné reflektory, které přispívají k dálkovému osvětlení a zvyšují jeho dosah. Světlomet také nabízí signální funkce, jako je denní světlo, poziční světlo a ukazatel směru. Tyto tři funkce využívají světlovodičovou technologii. Tato část světlometu může být naprogramována tak, že vytváří animační efekt při odemykání a zamykání vozu. Jednotlivé části LED MATRIX světlometu lze vidět na obrázku č. 19.

Rozdíl mezi klasickými LED světlometry a světlometry LED MATRIX je patrný při použití dálkových světlometů. Světlometry LED MATRIX jsou rozděleny do několika menších segmentů, které lze zapínat nebo vypínat postupně a v reálném čase. Tímto způsobem systém dokáže rozpoznat, kde je potřeba rozsvítit světelný kužel a kde ho zase zhasnout. Jinými slovy, světlomet je schopen detekovat přítomnost jiného vozidla a přizpůsobit světelný kužel tak, aby ostatní účastníky silničního provozu neoslňoval. Naopak je cílem naplno osvětlit okolí vozidla. Díky tomuto systému je možné jezdit s dálkovými světly zapnutými, aniž by docházelo k oslnění ostatních řidičů na silnici. S technologií LED Matrix je navíc možné přesně nastavit různé režimy osvětlení pro různé jízdní situace a povětrnostní podmínky. Inteligentní systém využívá informace z navigačního systému a rychlosti jízdy z GPS a na základě těchto údajů rozpozná, zda se vozidlo nachází ve městě, na silnici nebo na dálnici, a automaticky přizpůsobí osvětlení okolí vozovky nebo zapne režim odbočovacího světla. Odbočovací světlo lépe osvětluje prostor před vozidlem nebo ve směru jízdy při zatáčení. Předchozí systém LED tyto funkcionality neměl. Pouze pomocí clony ořízl světelný kužel v celé jeho šíři, pokud detekoval automobil před vozem.



### **3.1.2 Funkcionalita Corner**

Funkcionalita Corner neboli přisvicování mlhovými světly do zatáčky. Systém Corner monitoruje především úhel natočení volantu a rychlost automobilu. Pokud je rychlost vozidla nižší než 40 kilometrů za hodinu tak v závislosti na úhlu natočení volantu systém Corner rozsvítí levý nebo pravý mlhový světlomet, který osvítl prostor vozidla v úhlu zhruba 60 stupňů. Tento systém přispívá k aktivní bezpečnosti vozidla, protože umožňuje řidiči zaregistrovat chodce, cyklisty a jiné překážky dříve. Tento systém lze nahradit například aktivním natáčením xenonové či LED jednotky.

### **3.1.3 Funkcionalita zhasínání denního svícení při zapnutí směrovek**

Při zapnutí směrového ukazatele příslušné LED diody pro denní svícení pohasnou či úplně zhasnou. Důvodem je viditelnost směrového ukazatele. LED diody pro denní svícení svítí intenzivně a mohlo by dojít k tomu, že bude tzv. blinkr přehlédnut. Vypínání nebo zmenšení intenzity denního svícení při zapnutí směrových ukazatelů dokonce upravuje i jedna ze směrnic Evropské unie. Ta předepisuje, že pokud je směrové světlo umístěno do 4 centimetrů od světla denního svícení, tak musí ono denní svícení pohasnout, či úplně zhasnout (Valášek, 2017). A vzhledem k tomu, že značné množství světél současných automobilů mají světla pro denní svícení a světla směrových ukazatelů integrována do hlavního světlometu, tak musí k zhasínání docházet u značného množství moderních automobilů. Směrnice dále upravuje tu skutečnost, že když jsou směrové ukazatele přímo kombinovány s denním svícením, musí se denní svícení zcela vypnout.



Zdroj: (Valášek, 2017)

Obr. 21 Zhasínání denního svícení při zapnutí směrovek

### 3.1.4 Ostatní moderní funkcionality

Moderní asistenční funkce světel přináší posádce vozidla vyšší komfort, a především zvyšují aktivní bezpečnost. Systémy "Coming Home" a "Leaving Home" osvětlují okolí vozidla před nastoupením a spuštěním motoru, nebo naopak zpožděně zhasínají po vystoupení, aby se zlepšila přehlednost cesty od vozidla. Zkrátka osvětlují prostor kolem vozidlo pro pohodlnější nástup a výstup z automobilu.

## 3.2 Myšlenkový návrh modelu

Pro laboratorní model osvětlovacího systému byla zvolena možnost LED pole skládající se z jednotlivých LED modulů NeoPixel viz podkapitola 3.3.2. Byla možnost vytvořit dva jednotlivé moduly, které by představovaly osvětlovací systém na krajích vozu viz obrázek č. 23, ale ve výsledku byla pro laboratorní model vybrána varianta, která obsahuje jeden modul (jako na čele vozu). Především z důvodu malých rozměrů jednotlivých LED modulů NeoPixel. Zvolená varianta je vyobrazena na obr. 22.



Obr. 22 Varianta 1 čelo vozu

Zdroj: (Vlastní tvorba, 2023)



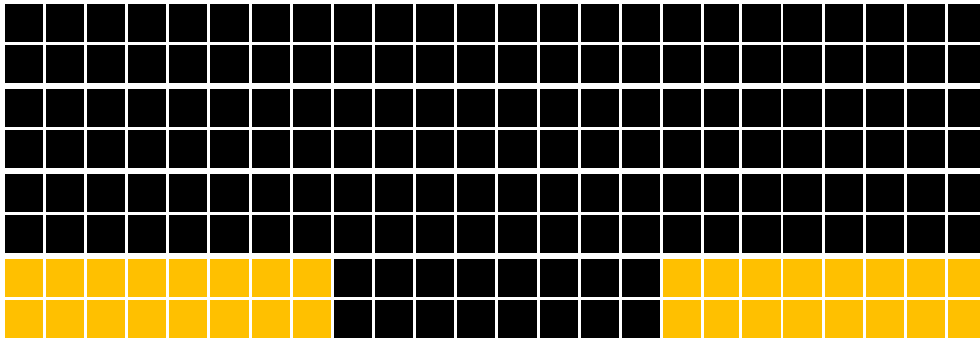
Obr. 23 Varianta 2 kraje vozu

Zdroj: (Vlastní tvorba, 2023)

Model elektronického osvětlovacího systému v rámci této práce vychází z dílčích částí současné funkcionality profesionálních osvětlovacích systémů. Pro laboratorní model byly vybrány následující funkcionality:

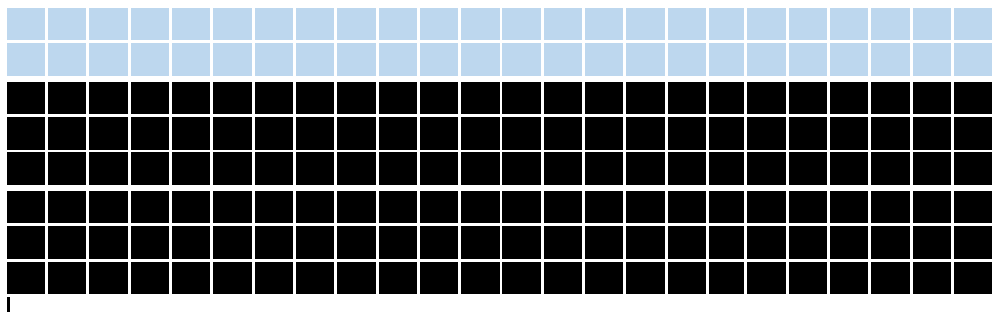
- funkcionalita směrových ukazatelů,
- funkcionalita denního svícení,
- funkcionalita dálkových světlometů.

Co se týče funkcionality navrhovaného modelu osvětlovacího modelu, tak jednou z hlavních funkcí, co tento model bude umožňovat je funkce směrových ukazatelů prostřednictvím rozsvícení určitých LED diod v rámci RGB LED modulů NeoPixel viz obrázek č. 24. Při zapnutí směrových ukazatelů se rozsvítí LED diody na levé či pravé straně tohoto LED modulu (popřípadě obě strany zároveň v případě aktivace varovných ukazatelů).



Zdroj: (Vlastní tvorba, 2023)

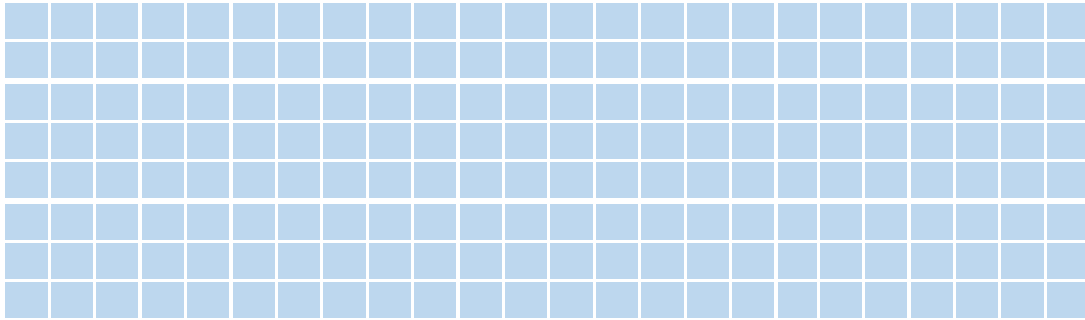
Obr. 24 funkcionalita směrových ukazatelů



Zdroj: (Vlastní tvorba, 2023)

Obr. 25 Funkcionalita denního svícení

Obrázek č. 25 tedy představuje funkcionalitu denního svícení, ve kterém jsou rozsvíceny pouze první dvě řady LED diod daného LED pole. To zaručuje svícení automobilu ve dne za nesnížené viditelnosti. Světla pro denní svícení vydávají rozptýlené světlo, které neoslňuje řidiče. Zároveň neosvětlují ani vozovku, a proto je považujeme za svítilnu, a nikoliv za světlomet. Hlavním přínosem denního svícení je úspora energie, protože ze zákona ve většině zemí je ze zákona daná povinnost rozsvícených světel i při nesnížené viditelnosti. V tom případě mají světla denního svícení velký přínos právě v úspoře energie.



**Zdroj:** (Vlastní tvorba, 2023)

**Obr. 26** Maximální svit

Obrázek č. 26 znázorňuje funkcionalitu dálkových světel. V tomto případě jsou rozsvícené všechny LED diody s daného LED pole na nejvyšší možnou intenzitu.

### **3.3 Komponenty modelu**

Laboratorní model osvětlovacího systému se skládá z programovatelného prostředí Arduino UNO, třech LED modulů NeoPixel, měřiče intenzity světla, dvou tlačítek a desky, na které jsou moduly uchyceny.

#### **3.3.1 Klon Arduino UNO R3 precise**

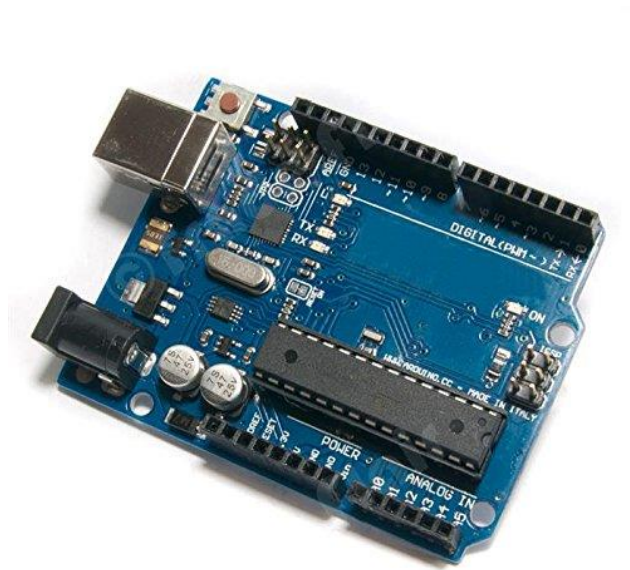
Pro laboratorní model byl vybrán mikrokontrolér Klon Arduino UNO R3 precise (obrázek 27), což je malý jednodeskový počítač založený na mikrokontrolerech ATmega od firmy Atmel (dratek.cz, 2023). Tento mikrokontrolér obsahuje 14 pinů (vstupních/výstupních). Připojuje se pomocí USB do počítače a napájí se pomocí napájecího konektoru.

V podstatě se jedná o otevřený elektronický systém, který se skládá z jednoduchého hardwarového modulu a vývojového prostředí. Slouží k vytváření softwaru pro interaktivní objekty. Arduino deska komunikuje s různými snímači a senzory, jako je například senzor osvětlení, vzdálenosti nebo jednoduché tlačítko. Na základě těchto dat ovládá různé výstupy, jako je například rozsvícení LED, zapnutí motoru nebo jiného fyzického zařízení. Aby se dosáhlo požadované funkcionality s Arduino deskou, je třeba vytvořit program pro Arduino mikrokontrolér.

K tomu slouží programovací jazyk Arduino, který je založen na jazyce Wiring a vývojové prostředí Arduino software (IDE), které je založené na prostředí Processing.

Zvolený mikrokontrolér Klon Arduino UNO R3 precise má dle dratek.cz následující parametry:

- MCU: ATmega328
- Pracovní napětí: 5 V
- Vstupní napětí: 7–12 V
- Vstupní napětí max.: 6–15 V DC
- I/O Piny: 14
- Analog. Vstupy: 6
- DC Proud na pin: 40 mA
- Flash: 32 KB (ATmega328)
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Krystal: 16 MHz



Zdroj: (Dratek.cz, 2023)

Obr. 27 Arduino UNO

### 3.3.2 Modul NeoPixel

Pro laboratorní model byl zvolen programovatelný RGB LED čtverec NeoPixel WS2812B viz obrázek 28. V rámci laboratorního modelu jsou tyto RGB LED moduly

zapojeny celkem tři. Tudíž celý model obsahuje 24 diod v jednom řádku a celkový počet řádků je 8.



**Zdroj: (Dratek.cz, 2023)**

**Obr. 28 RGB LED čtverec**

Tento LED čtverec je výstupní modul pro Arduino, který obsahuje celkem 64 RGB LED diod, které se díky kontroléru ve WS diodách můžou nezávisle řídit pomocí pouze jednoho datového pinu a napájet pomocí dvou napíjecích pinů (dratek.cz, 2023). Pro napájení celého LED modulu lze použít napětí v rozsahu 4-7 Voltů. Proudový odběr se liší podle nastavení barev na RGB LED diodě a samozřejmě jejich svítivosti. Při maximálním jasu a plném nastavení barev odebere jedna dioda až 50 miliAmpér.

Tento RGB LED modul má dle dratek.cz následující parametry:

- Typ LED diod: WS2812B
- Počet LED diod: 64
- Barevné spektrum: RGB
- Napájení: 5 VDC
- Max. proud: 2120 mA
- Rozměry: 65 x 65 mm
- Průměr mont. otvorů: 2,5 mm
- Rozteč mont. otvorů 61 x 8 mm
- Typ pinů: pájecí
- Hmotnost 21 g

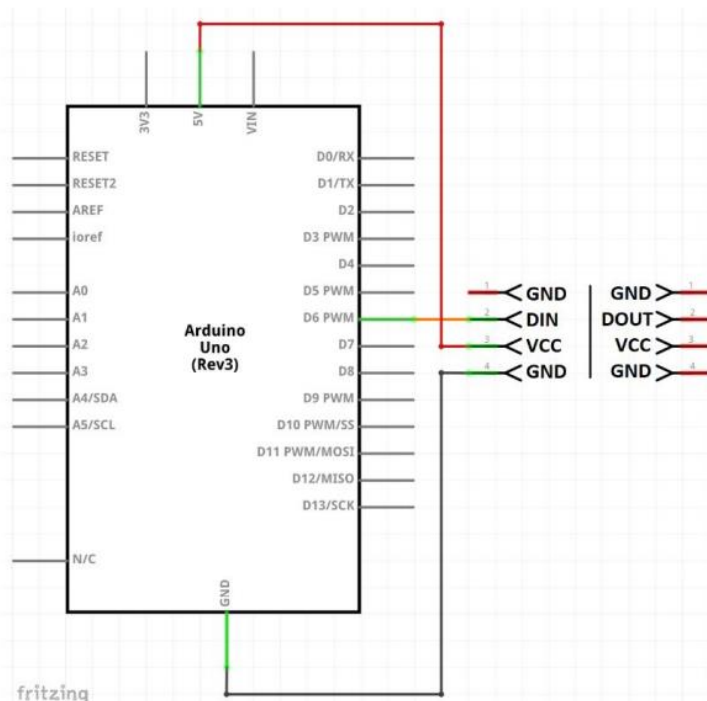
Tento LED modul umožňuje měnit intenzitu jednotlivých LED diod, nezávisle ovládat jednotlivé diody a měnit jejich barvy viz obr. 29.



Zdroj: (Dratek.cz, 2023)

Obr. 29 RGB funkcionality LED modulu

Schéma zapojení RGB LED modulů do programovatelného prostředí Arduino je znázorněno na obrázku č. 30.



Zdroj: (Dratek.cz, 2019)

Obr. 30 Schéma zapojení LED modulu do Arduina



### 3.3.3 Modul měření intenzity světla

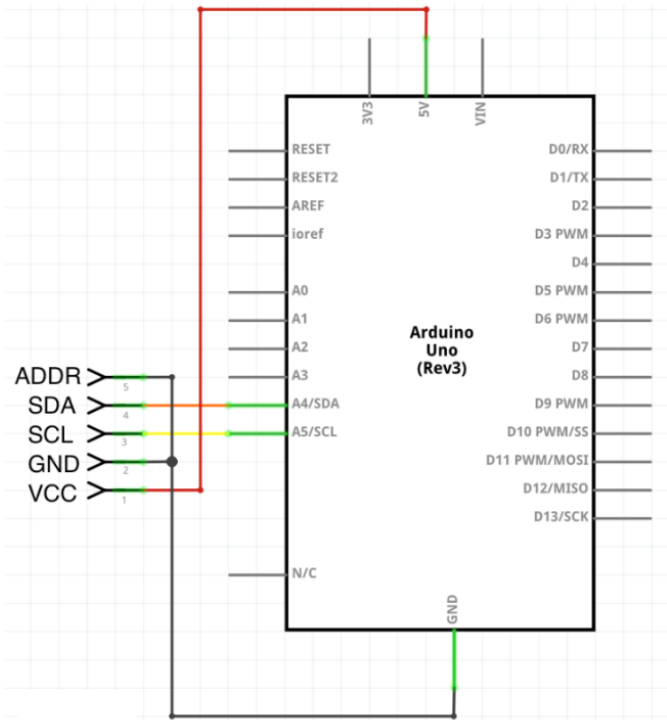
Pro laboratorní model byl zvolen modul měření intenzity světla (obr.31), který obsahuje senzor BH1750. Tento senzor využívá rozhraní I2C pro komunikaci a převádí naměřenou intenzitu světla v okolí na digitální výstup ve formě číselné hodnoty. (napěťový signál) (dratek.cz, 2023). Senzor je tepelně odolný, protože dokáže pracovat při provozních teplotách od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro napájení tohoto modulu lze použít napětí  $3,3\text{ V}$  nebo  $5\text{ V}$  z Arduino desky. Tento senzor řídí rozsvěcování, respektive zhasínání jednotlivých LED sekcí modelu.



**Zdroj:** (Dratek.cz, 2023)

**Obr. 31** Modul měření intenzity světla

Na obrázku č. 32 lze vidět schéma zapojení měřiče intenzity světla do programovatelného prostředí Arduino.

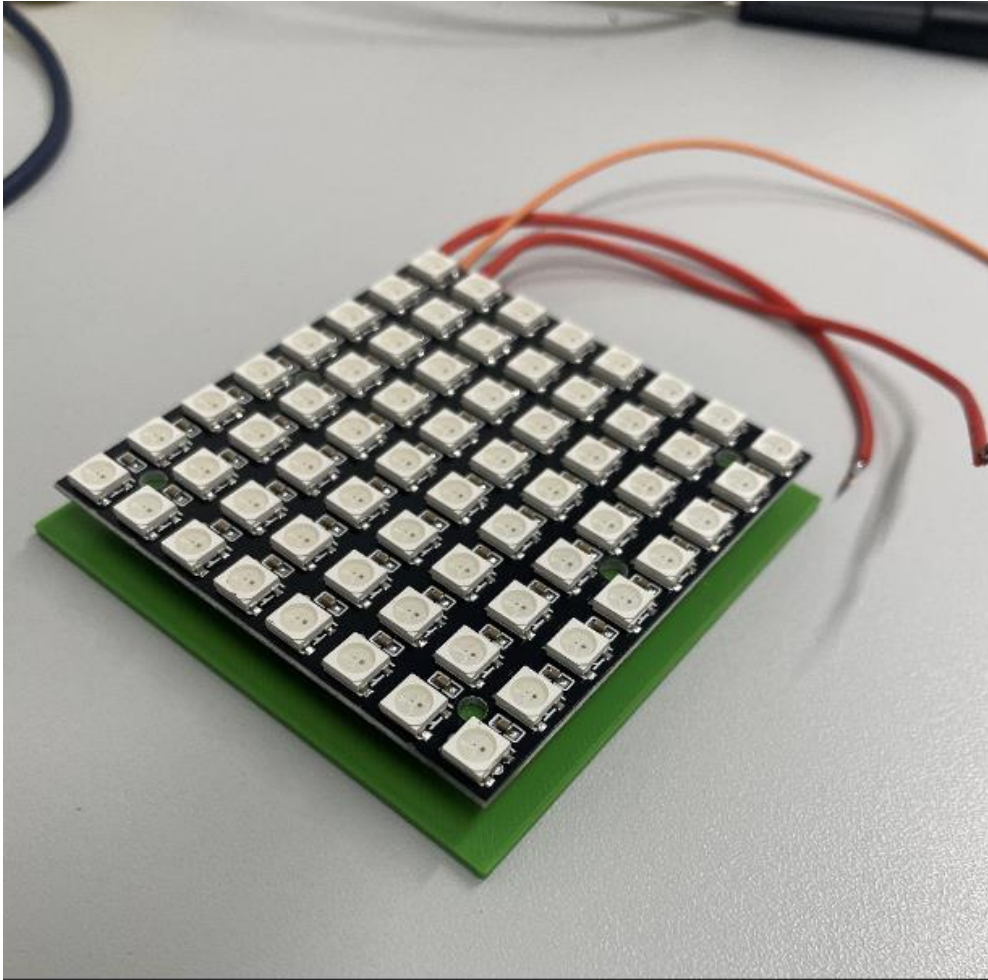


Zdroj: (Dratek.cz, 2017)

Obr. 32 Schéma zapojení senzoru do Arduina

### 3.4 Model elektronického systému

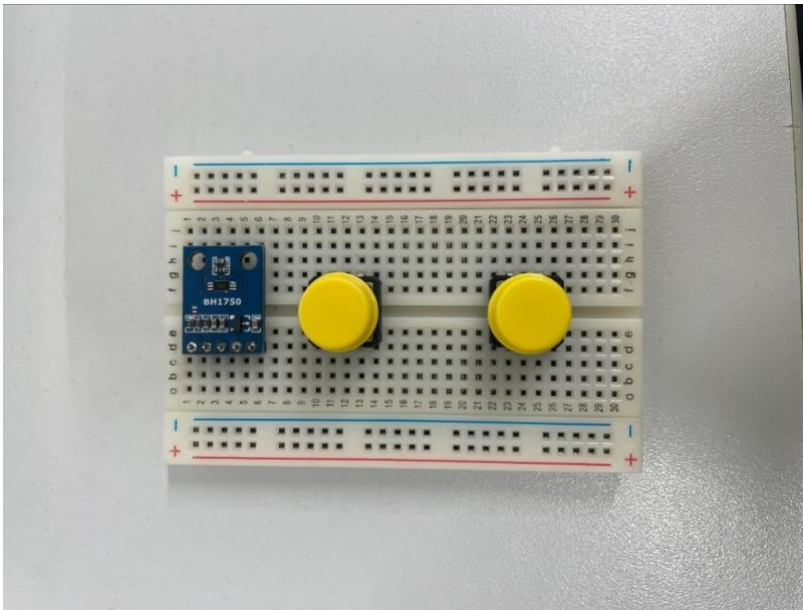
Na obrázku 33 je vidět jeden RGB LED čtverec přidělaný k desce vytisknuté na 3D tiskárně. Na LED modul jsou napájeny jednotlivé vodiče, jež se následně zapojují do programovatelného prostředí Arduino a do pomocného laboratorního zdroje. Ve výsledném modelu jsou tyto LED moduly celkem tři.



**Zdroj: (Fotografie autora, 2023)**

**Obr. 33 RGB LED modul přídělaný na podložce z 3D tisku**

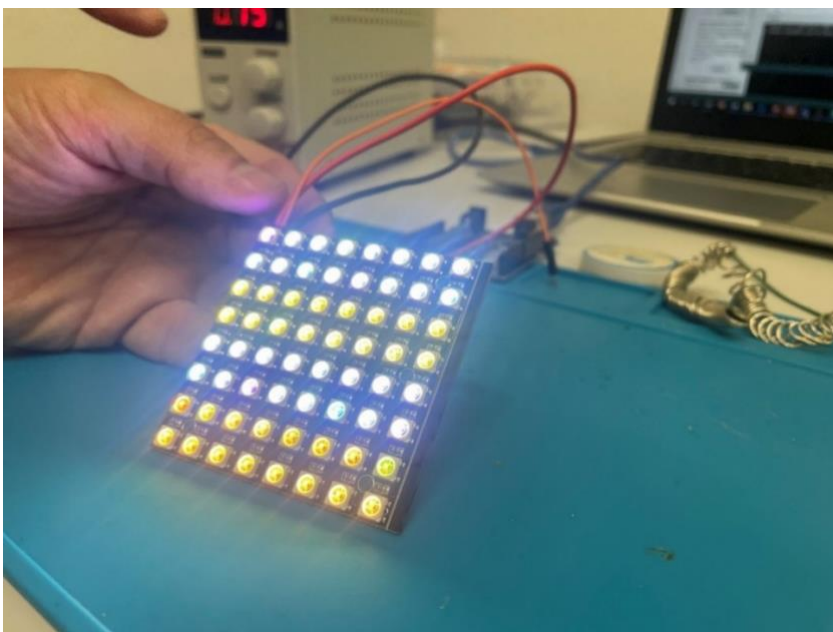
Dále se model skládá, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, z dvou tlačítek a senzoru měření intenzity světla, což lze vidět na obrázku č. 34. Tyto pomocné komponenty jsou zapojené do tzv. nepájeného pole a následně do programovatelného prostředí Arduino.



Zdroj: (Fotografie autora, 2023)

Obr. 34 Tlačítka a senzor na nepájeném poli

Na obrázku 35 lze vidět zapojený a naprogramovaný RGB LED modul. V této fázi výroby modelu se zkoušely různé funkcionality. Z obrázku je patrné, že čtyři řady LED diod svítí oranžově a zbylé čtyři řady svítí bíle. Tento obrázek představuje proces zkoušení jednotlivých funkcionalit a způsobu zapojení.



Zdroj: (Fotografie autora, 2023)

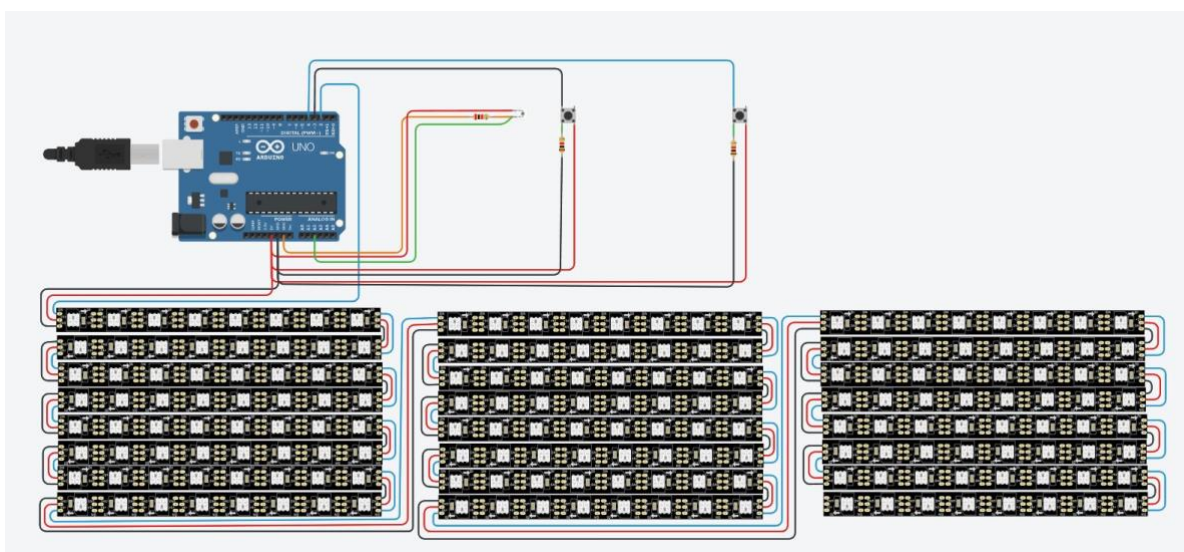
Obr. 35 Test RGB LED pole

### 3.5 Funkcionality a programování modelu v Tinkercad

Jednotlivé funkcionality laboratorního modelu, které jsou popsány v podkapitole 3.2 jsou detailně popsány a znázorněny prostřednictvím softwaru Tinkercad, který v rámci sekce „obvody“ umožňuje simulovat elektronické obvody.

V této kapitole je znázorněno zapojení jednotlivých komponent v rámci laboratorního modelu. Obrázek 36 ukazuje celkové schéma zapojení celého modelu. Celé schéma vytvořené v programu Tinkercad je umístěné v příloze této diplomové práce. Společně s tím je jako příloha uvedený i program, který tento hardware řídí.

Jen je potřeba zmínit, že program Tinkercad podporuje zapojení maximálně 24 LED diod, tudíž do schéma nebylo možné zapojit všech 192 LED diod (3 RGB LED čtverce 8 x 8). To ale nic nemění na výsledné funkcionalitě. Zapojení všech ostatních členů je identické s fyzickým modelem.

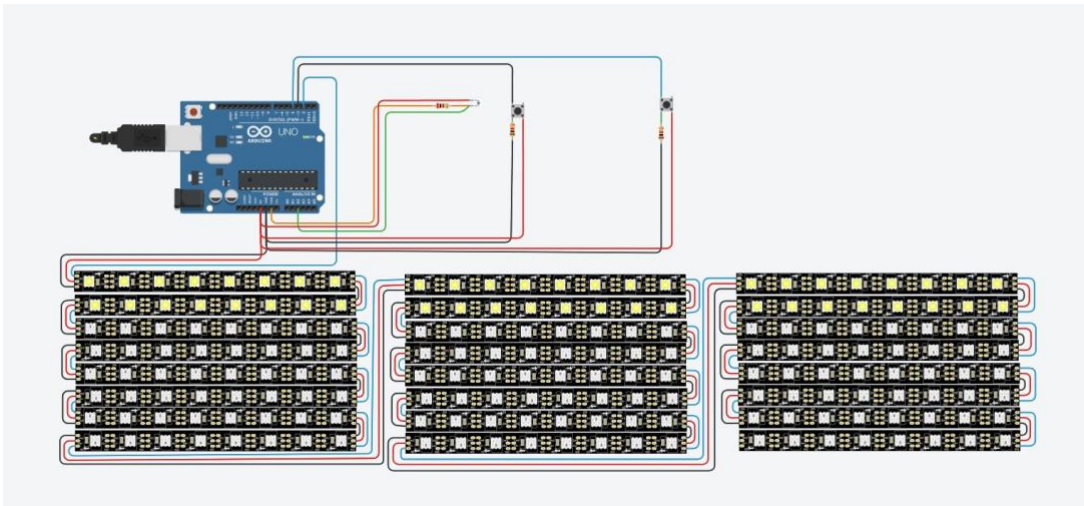


Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

Obr. 36 Schéma zapojení v Tinkercad

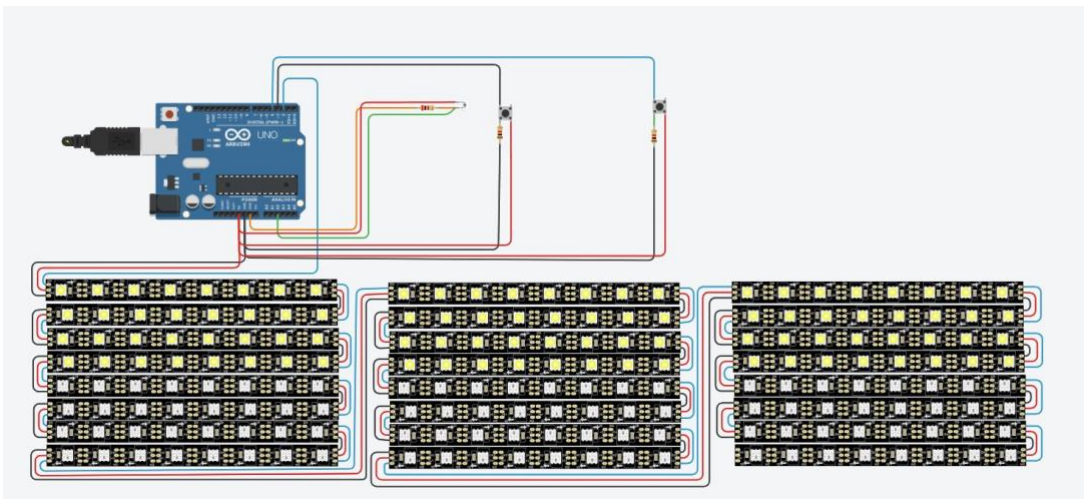
Následující obrázky ukazují jednotlivé funkcionality. Obrázek 37 znázorňuje funkcionalitu denního svícení, obrázek 38 a 39 ukazuje rozsvícení prvních dvou, respektive třech sekcí LED modulu.





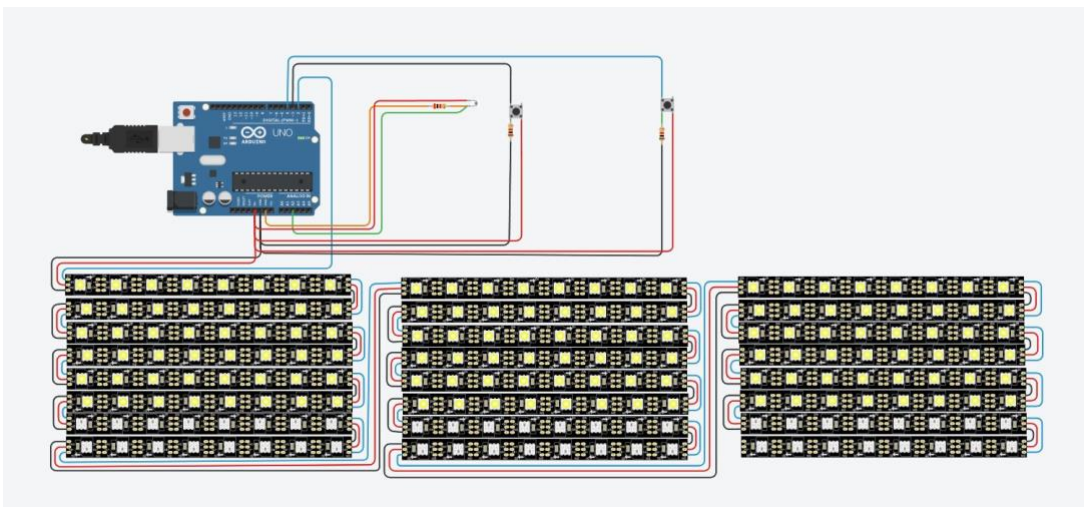
Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

Obr. 37 Denní svícení (rozsvícená 1. sekce)



Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

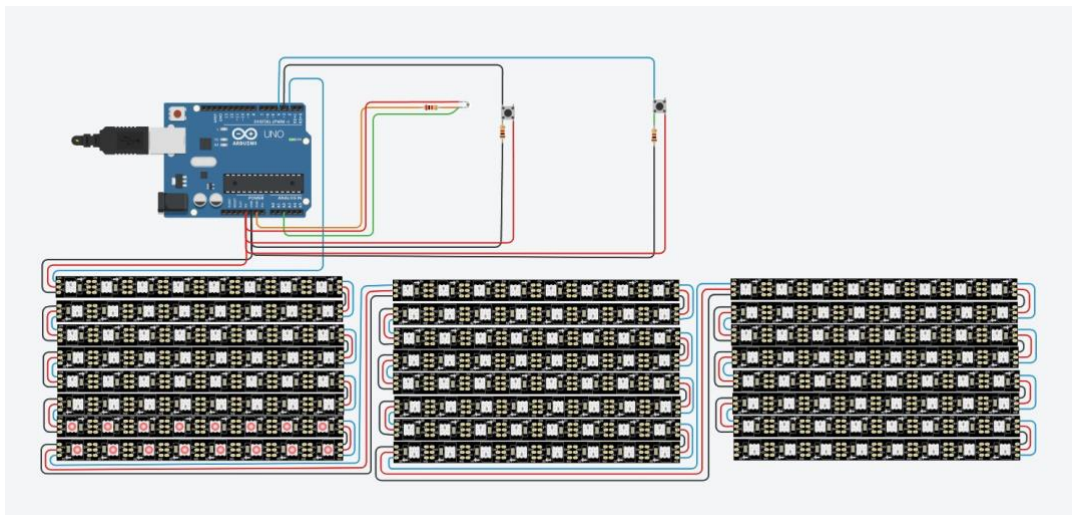
Obr. 38 Rozsvícená 1. a 2. sekce



Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

Obr. 39 Rozsvícená 1., 2. a 3. sekce

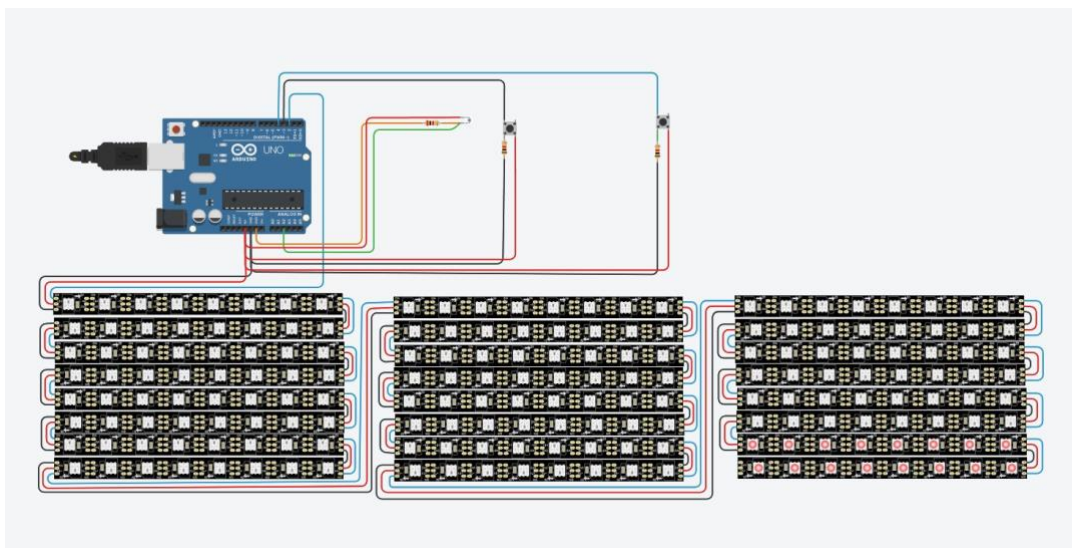
Obrázky 40 a 41 reprezentují funkcionalitu směrových ukazatelů. Na obrázku 40 je znázorněna levá směrovka, přičemž při této akci se rozsvícuje 16 LED diod (Dioda č. 48 až č. 63)



Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

Obr. 40 Levá směrovka

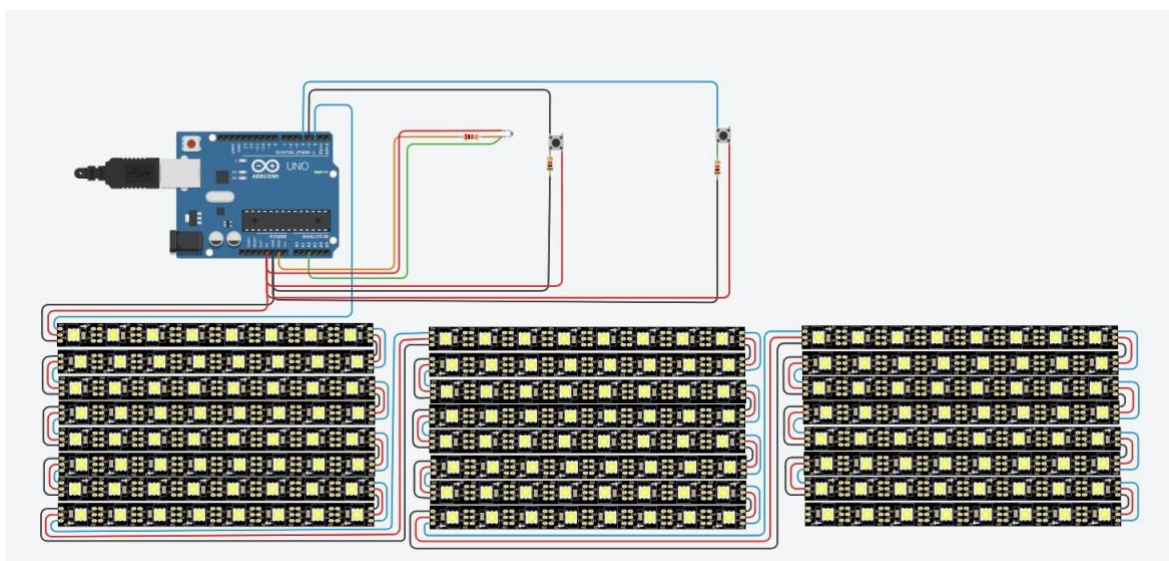
Obrázek 41 ukazuje pravou směrovku, přičemž při této akci se rozsvícuje 16 LED diod. Konkrétně se jedná o diodu č. 176 až č. 191.



Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

Obr. 41 Pravá směrovka

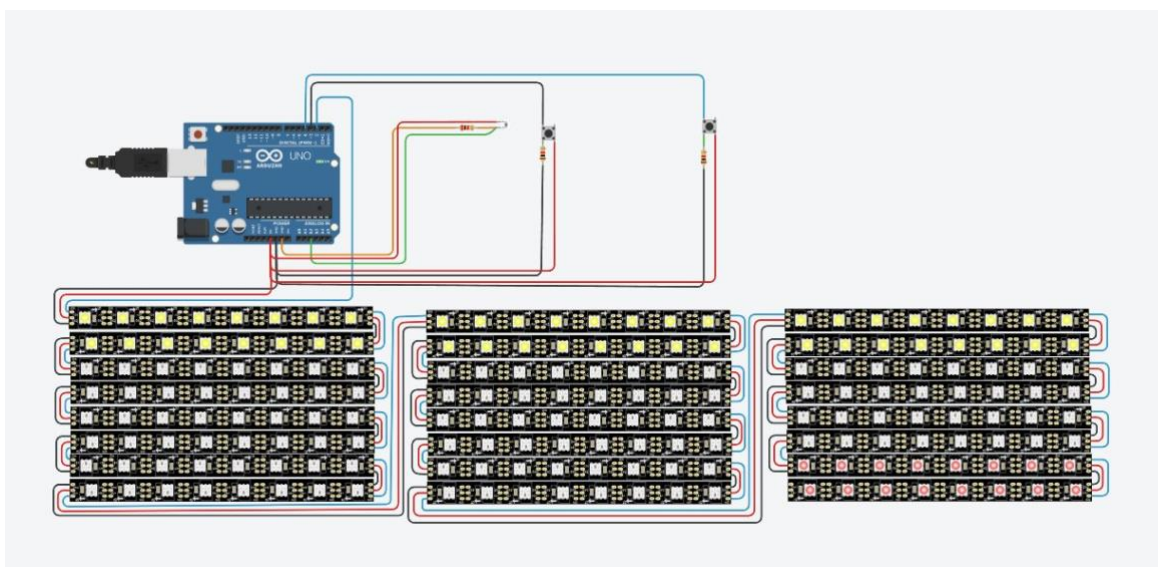
Obrázek 42 reprezentuje plné svícení laboratorního modelu. Jak již bylo zmíněno výše, tak rozsvícování 2., 3. a 4. sekce je řízeno senzorem intenzity světla.



Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

Obr. 42 Plné svícení

Poslední zmíněný obrázek týkající se jednotlivých funkcionalit modelu je zaměřen na funkcionalitu denního svícení a funkci směrového ukazatele zároveň.



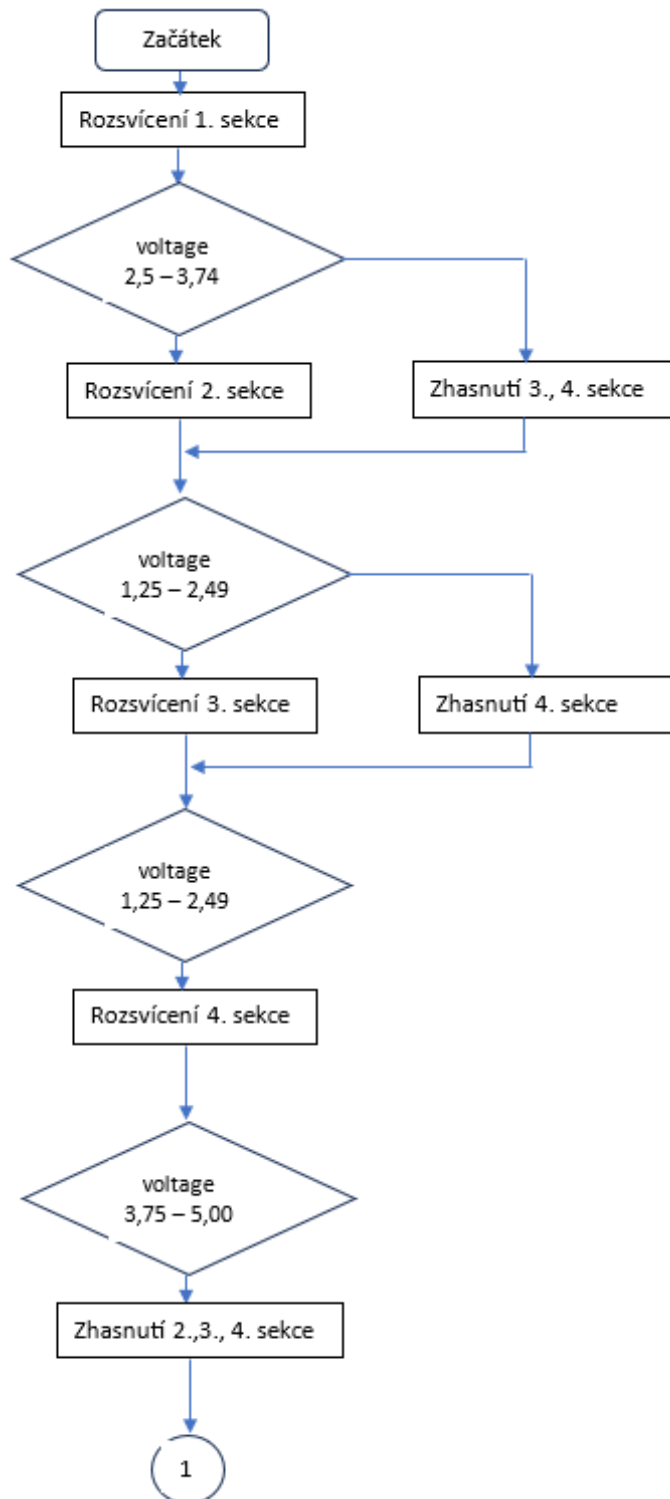
Zdroj: (Vlastní tvorba v Tinkercad, 2023)

Obr. 43 Denní svícení a pravá směrovka



### 3.6 Vývojový diagram

Obrázek 44 představuje vývojový diagram modelu.



Zdroj: (Vlastní tvorba, 2023)

Obr. 44 Vývojový diagram modelu

Tento diagram popisuje funkcionalitu zapínání a vypínání jednotlivých sekcí LED diod na základě senzoru měření intenzity světla. Na základě intenzity světla se přidávají další sekce. Senzor měření intenzity světla v podstatě převádí podmínky okolního světla na napěťový signál. Napěťový signál se pohybuje v rozmezí od 0 do 5 V. Jak lze vyčíst z vývojového diagramu, tak celý proces začíná tím, že když se model zapne, tak se automaticky zapíná první sekce LED diod představující denní svícení. Poté právě na základě senzoru se rozsvicují případně zhasínají další sekce LED diod. Napěťový signál je tedy výstupem senzoru intenzity světla. Pokud je v okolním prostředí senzoru tma, tak je výstupem senzoru napětí 0 V, pokud senzor zaregistruje maximální osvit, tak je výstupem senzoru 5 V. Tabulka č. 5 popisuje jednotlivé akce v závislosti na výstupním napětí senzoru.

**Tab. 5 Závislost akce na napětí**

Úroveň výstupu senzoru [V]	Funkce v modelu	Funkcionalita
3,75 – 5,00	svícení 1. sekce	Denní svícení
2,50 – 3,74	svícení 1. a 2. sekce	
1,25 – 2,49	svícení 1., 2. a 3. sekce	
0,00 – 1,24	svícení 1. až 4. sekce	Maximální svícení

**Zdroj: (Vlastní tvorba, 2023)**

Pokud je výstupní napětí senzoru v intervalu od 3,75 do 5 V, tak svítí 1. sekce modelu, což představuje denní svícení. Pokud je výstupní napětí senzoru v intervalu od 2,5 do 3,74 V, tak svítí 1. a 2. sekce modelu apod. Tabulka č.6 popisuje, jak jsou jednotlivé LED diody rozřazeny do sekcí.

**Tab. 6 Sekce LED**

	1. matrice	2. matrice	3. matrice
1. sekce	0–15	64–79	128–143
2. sekce	16–31	80–95	144–159
3. sekce	32–47	96–111	160–175
4. sekce	48–63	112–127	176–191

**Zdroj: (Vlastní tvorba, 2023)**

## Závěr

Tato diplomová práce byla zaměřena na elektronické systémy v automobilech. Ty byly nejprve klasifikovány na základě oblasti jejich použití do čtyřech kategorií. Tyto kategorie jsou: hnací ústrojí, komunikace, komfort a bezpečnost. V následující kapitole teoretické části práce byly vybrané elektronické systémy podrobně popsány.

Konkrétně byla tato práce zaměřena na osvětlovací systémy automobilu. Nejdříve byly popsány jednotlivé zdroje světla, jež se v moderních automobilech používají a poté byla celá kapitola věnována vybraným typům osvětlovacích systémů. Halogenovým světlometům, xenonovým světlometům, LED světlometům a laserovým světlometům. Ty byly zevrubně popsány a zobrazeny na obrázcích. Byly taktéž zmíněny jejich výhody a nevýhody.

V následující praktické části byly získané znalosti o osvětlovacích systémech využity pro laboratorní model osvětlovacího systému, jehož vytvoření bylo hlavním cílem této diplomové práce. Tento fyzický model bude sloužit jako praktický model ve výuce předmětu Elektronické součásti automobilu, kde jednou z hlavních částí syllabu tohoto předmětu jsou právě osvětlovací systémy. Tato praktická pomůcka, která byla postavena na bázi ledkových modelů NeoPixel a softwarového rozhraní Arduino Uno. Tento laboratorní model bude díky své modulárnosti a univerzálnímu použití sloužit jako učební pomůcka, ve které si studenti budou moci různě upravovat funkcionalitu nad rámec základní funkcionality vytvořené v rámci této práce.

Model byl vytvořen z třech RGB LED matic 8 x 8 Neopixel WS2812B, z programovatelného prostředí Klon Arduino UNO R3 precise, ze senzoru měření intenzity světla BH1750, dvou tlačítek a podpůrných desek vytisknutých na 3D tiskárně. Jednotlivé LED moduly byly napájeny k sobě a zapojeny do mikrokontroléru Arduino společně se senzorem intenzity světla a tlačítky. V rámci diplomové práce byla vytvořena simulace elektronického obvodu v softwaru Tinkercad, která vyobrazila jednotlivé funkcionality modelu v přehledných obrázcích. V příloze práce je přiloženo celkové schéma zapojení jednotlivých komponent společně s programem, který tento hardware řídí.

Je potřeba zmínit, že profesionální osvětlovací systém v současných moderních automobilech se skládá z větších a více komplikovanějších komponent. Tento

model osvětlovacího systému představuje jakési zjednodušení těchto systémů. Model především plní funkci týkající se pochopení funkcionality osvětlovacích systémů. Nejenom, že studentům bude tento model sloužit jako praktická pomůcka k pochopení osvětlovacích systémů a názorná ukázka, ale studenti si díky modulárnosti tohoto systému budou moci tento systém upravovat, vylepšovat, rozšiřovat. Přidávat další svítící moduly či další senzory na ně navázané. Tudiž v rámci této práce byla představena jedna varianta tohoto systému, avšak hardware lze rozšiřovat a různě upravovat. To samé softwarové naprogramování tohoto systému.

## Seznam literatury

BEČKOVÁ. Od července povinně nové systémy bezpečnosti v autech [online]. 2022 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.cysnews.cz/lifestyle/od-cervence-povinne-nove-systemy-bezpecnosti-v-autech/>

ČO VŠETKO DOKÁŽE INFOTAINMENT V AUTÁCH. PDMAUTO [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.pdmauto.sk/co-vsetko-dokaze-infotainment-v-autach>

DAŇKOVÁ, Andrea. Osvětlovací systémy vozidel [online]. 2013 [cit. 2023-03-08]. Bakalářská práce.

EU schválila nové povinné bezpečnostní prvky do aut. Automobilky kvůli tomu zdraží. Víme, o kolik. Autosalon.tv [online]. 2019 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/ridicuv-chleba/eu-definitivne-schvalila-nove-povinne-bezpecnostni-prvky-do-aut-co-na-to-automobilky>

FERENC, Bohumil. DIAGNOSTIKA ELEKTRONICKÉHO PŘÍSLUŠENSTVÍ [online]. 2000 [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: [https://www.mjauto.cz/newdocs/ferenc/fer\\_mo04/fer\\_mo04.htm](https://www.mjauto.cz/newdocs/ferenc/fer_mo04/fer_mo04.htm)

FOJTÁŠEK, Jan. SYSTÉMY REGULACE HNACÍCH ÚSTROJÍ UŽITKOVÝCH VOZIDEL [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/23752946-Systemy-regulace-hnacich-ustroji-uzitkovych-vozidel.html>. Bakalářská práce. VUT.

FIEDERLING, Roland. Laserové světlo v automobilovém průmyslu: Otázky a odpovědi o inovativní laserové technologii [online]. [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: <https://www.osram.cz/am/specials/trendslighting-innovations/laser-light-new-headlight-technology/questions-and-answers-on-innovative-laser-technology/index.jsp>

GROF, Tomáš. Aktivní bezpečnost zaměřená na osvětlení vozidel [online]. 2008 [cit. 2023-03-09]. Dostupné z:

[https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/28815/GrofT\\_Aktivni%20bezpecnost\\_JP\\_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/28815/GrofT_Aktivni%20bezpecnost_JP_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Diplomová práce.

Hlavně dobře vidět: jaké výhody má xenon, LED a klasické žárovky. : Srovnátor [online]. 2020 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.srovnator.cz/clanky/hlavne-dobre-videt-jake-vyhody-ma-xenon-led-a-klasicke-zarovky/>

Jaké jsou čtyři důležité asistenční systémy ve výbavě současných a budoucích automobilů?. Auto-mania.cz [online]. 2020 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://auto-mania.cz/jake-jsou-ctyri-dulezite-asistencni-systemy-ve-vybave-soucasnych-a-budoucich-automobilu/>

JAK VYBRAT VÝBOJKU: Jak vybrat správnou xenonovou výbojku? Ledxenony [online]. <https://www.ledxenony.cz/jak-vybrat-vybojku/> [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.ledxenony.cz/jak-vybrat-vybojku/>

Klon Arduino UNO R3 precise [online]. [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: Měření intenzity světla BH1750 [online]. [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: [https://dratek.cz/arduino/902-mereni-intenzity-svetla-bh1750.html?qclid=EAAlQobChMli\\_Xa0JDj\\_wIVguZ3Ch1SegbBEAQYASABEqJC1PD\\_BwE](https://dratek.cz/arduino/902-mereni-intenzity-svetla-bh1750.html?qclid=EAAlQobChMli_Xa0JDj_wIVguZ3Ch1SegbBEAQYASABEqJC1PD_BwE)

KOLEKTIV. Automotive Electric/Elektronic systems: Automobilové elektrické/elektronické systémy. Robert Bosch GMBH, 1995. 380 s.

LAŽANSKÝ, Milan. Do aut se teď montují čtyři typy světlometů. Vyznáte se v nich? [online]. 2016 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/do-aut-se-ved-montuji-ctyri-typy-svetlometu-vyznate-se-v-nich>

Nové předpisy zvýší bezpečnost silničního provozu a umožní zavádění plně automatizovaných vozidel v EU [online]. 2022 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://czechia.representation.ec.europa.eu/nove-predpisy-zvysi-bezpecnost->

[silnicniho-provozu-umozni-zavadeni-plne-automatizovanych-vozidel-v-eu-2022-07-06\\_cs](#)

Měření intenzity světla BH1750 [online]. [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: [https://dratek.cz/arduino/902-mereni-intenzity-svetla-bh1750.html?gclid=EAlaIQobChMli\\_Xa0JDj\\_wIVguZ3Ch1SegbBEAQYASABEgJC1PD\\_BwE](https://dratek.cz/arduino/902-mereni-intenzity-svetla-bh1750.html?gclid=EAlaIQobChMli_Xa0JDj_wIVguZ3Ch1SegbBEAQYASABEgJC1PD_BwE)

MILLER, Petr. Halogenová vs. xenonová vs. LED světla v praxi. Má smysl připlácet?. : Srovnátor [online]. 2018 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.autoforum.cz/zivot-ridice/halogenova-vs-xenonova-vs-led-svetla-v-praxi-ma-smysl-priplacet/>

MOKŘÍŠ, Jakub. Moderní automatické světelné systémy automobilů: jak vlastně fungují? [online]. 2020 [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/moderni-svetelne-systemy-automobilu-jak-vlastne-funguji>

MÜLLER, Martin. Světlomety a technologie. Takto šel čas a vývoj [online]. 2019 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://https://www.autojournal.cz/svetlomety-a-technologie-takto-sel-cas-a-vyvoj//zivot-ridice/halogenova-vs-xenonova-vs-led-svetla-v-praxi-ma-smysl-priplacet/>

OLIVÍK, Pavel. Laserové světlomety – postrach tmy [online]. [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/laserove-svetlomety-postrach-tmy\\_32367.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/laserove-svetlomety-postrach-tmy_32367.html)

PALATKA. Bezpečnostní systémy motorových vozidel [online]. 2015 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: [https://theses.cz/id/kj7aa6/zaverecna\\_prace.pdf](https://theses.cz/id/kj7aa6/zaverecna_prace.pdf). Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně

Prvky aktivní bezpečnosti. Asistenční systémy [online]. 2023 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.asistencnisystemy.cz>

RGB LED matice 8 x 8 Neopixel WS2812B [online]. [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/7689-rgb-led-matice-8-x-8-neopixel-ws2812b.html>

SAJDL. BLIS (Blind Spot Information System) [online]. 2023 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/blis-blind-spot-information-system/>

STRAKA, Ondřej. Analýza a inovace systémů osvětlení vozidel [online]. 2011 [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/751/final-thesis.pdf?sequence=-1>. Bakalářská práce.

ŠEVČÍK, František. Vývoj a konstrukce světlometů ŠKODA AUTO a.s.: ŠKODA AUTO a.s. [online]. 2017 [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/20229404-Vyvoj-a-konstrukce-svetlometu-skoda-auto-a-s.html>

ŠTĚRBA, Pavel a Jiří ČUPERA. Autoelektronika: elektronické systémy ve vozidlech, jejich propojení, diagnostika, základní nastavení, seřízení a ovlivnění jejich funkce. Brno: Computer Press, 2010. Rady a tipy pro řidiče (Computer Press). ISBN 978-80-251-2414-7

Škoda Storyboard: Polopatě: asistenční systémy ŠKODA – 2. díl [online]. 2017 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/inovace-a-technologie/polopate-asistencni-systemy-skoda-2-dil/>

Škoda Storyboard: ŠKODA Superb – Virtual Pedal [online]. 2016 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/inspirativni-bezpecnostni-technologie-nova-skoda-superb-s-inovativnimi-bezpecnostnimi-systemy-pro-vyssi-bezpecnost-komfort/attachment/skoda-9/>

Škoda Storyboard: Inspirativní bezpečnostní technologie: Nová ŠKODA Superb s inovativními bezpečnostními systémy pro vyšší bezpečnost a komfort [online]. 2015 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/inspirativni-bezpecnostni-technologie-nova-skoda-superb-s-inovativnimi-bezpecnostnimi-systemy-pro-vyssi-bezpecnost-komfort/>



Tipcars: Bezpečnostní systémy v osobních automobilech [online]. [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/bezpecnostni-systemy-v-osobnich-automobilech.html>

Víte, proč některým autům pohasíná denní svícení, když mají zapnuté blinkry? [online]. [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/auto/vite-proc-nekterym-autum-pohasina-denni-sviceni-kdyz-maji-zapnute-blinkry-20170531.html>  
Zkopírovat citaci

VLK, František. Elektronické systémy motorových vozidel. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 80-238-7282-6

VLK, František. Automobilová elektronika. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3

VLK, František. Automobilová elektronika 2. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

VLK, František. Elektrická zařízení motorových vozidel. Brno: František Vlk, 2005. ISBN 80-239-3718-9.

VLK. Soudní inženýrství: ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY MOTOROVÝCH VOZIDEL [online]. 2005 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2005-04-193-212.pdf>

Volkswagen. Značka a technologie: Asistenční systémy [online]. 2023 [cit. 2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/znacka-a-technologie/asistencni-systemy>

ŽLEBEK, Michal. OSVĚTLENÍ AUTOMOBILU [online]. 2013 [cit. 2023-03-08]. Bakalářská práce.

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Audi digitální palubní přístroj.....	21
Obr. 2 Digitální kombinovaný přístroj.....	22
Obr. 3 Asistent pro couvání s přívěsem.....	23
Obr. 4 Asistent výjezdu z parkovacího stání .....	24
Obr. 5 Bezdotykové otevírání zavazadlového prostoru .....	26
Obr. 6 Blind Spot Information System .....	28
Obr. 7 Zdroje světla v automobilu .....	30
Obr. 8 Konvenční žárovka s wolframovým vláknem .....	31
Obr. 9 Halogenová žárovka .....	32
Obr. 10 Xenonová výbojka.....	34
Obr. 11 Schéma LED diody s chladičem.....	36
Obr. 12 Audi Matrix Laser .....	37
Obr. 13 Porovnání halogenového reflektorového a projektorového světlometu ....	39
Obr. 14 Bi-xenonová světla.....	39
Obr. 15 Výsuvný ostřikovač .....	40
Obr. 16 statický ostřikovač.....	41
Obr. 17 Denní svícení "Angel Eyes" .....	41
Obr. 18 První FULL LED světlomet .....	42
Obr. 19 LED Matrix.....	43
Obr. 20 Laserová světla .....	44
Obr. 21 Zhasínání denního svícení při zapnutí směrovek .....	49
Obr. 22 Varianta 1 čelo vozu.....	50
Obr. 23 Varianta 2 kraje vozu .....	50
Obr. 24 funkcionálita směrových ukazatelů.....	51
Obr. 25 Funkcionálita denního svícení .....	51
Obr. 26 Maximální svit.....	52
Obr. 27 Arduino UNO .....	53
Obr. 28 RGB LED čtverec.....	54
Obr. 29 RGB funkcionálita LED modulu .....	55
Obr. 30 Schéma zapojení LED modulu do Arduina .....	55

Obr. 31 Modul měření intenzity světla .....	56
Obr. 32 Schéma zapojení senzoru do Arduina .....	57
Obr. 33 RGB LED modul přidělaný na podložce z 3D tisku.....	58
Obr. 34 Tlačítka a senzor na nepájeném poli.....	59
Obr. 35 Test RGB LED pole.....	59
Obr. 36 Schéma zapojení v Tinkercad .....	60
Obr. 37 Denní svícení (rozsvícená 1. sekce) .....	61
Obr. 38 Rozsvícená 1. a 2. sekce.....	61
Obr. 39 Rozsvícená 1., 2. a 3. sekce.....	61
Obr. 40 Levá směrovka .....	62
Obr. 41 Pravá směrovka .....	62
Obr. 42 Plné svícení .....	63
Obr. 43 Denní svícení a pravá směrovka .....	63
Obr. 44 Vývojový diagram modelu.....	64

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 elektronické systémy hnací ústrojí.....	11
Tabulka 2 elektronické systémy komunikace .....	13
Tabulka 3 elektronické systémy bezpečnost.....	15
Tabulka 4 elektronické systémy komfort.....	16
Tabulka 5 Závislost akce na napětí .....	65
Tabulka 6 Sekce LED.....	65

## Seznam příloh

### Programový kód modelu

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

#define PIN 2      // input pin Neopixel is attached to
#define PIN 3      // input pin vlevo
#define PIN 4      // input pin vpravo

#define NUMPIXELS 192 // number of neopixels in strip

Adafruit_NeoPixel pixels = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN, NEO_GRB +
NEO_KHZ800);

int delayval = 100; // timing delay in milliseconds
int buttonStateVLEVO = 0;
int buttonStateVPRAVO = 0;

//int redColor = 0;
//int greenColor = 0;
//int blueColor = 0;

void setup() {
  // Initialize the NeoPixel library.
  pixels.begin();
  // inicializujte sériovou komunikaci na 9600 bitech za sekundu:
  Serial.begin(9600);

  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, INPUT);

  int redColor = 255;
  int greenColor = 255;
  int blueColor = 0;

  for (int i=0; i < 16; i++) {
    // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
    pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(redColor, greenColor,
blueColor));

    // This sends the updated pixel color to the hardware.
    pixels.show();

    // Delay for a period of time (in milliseconds).
    //delay(delayval);
  }

  for (int i=64; i < 64+16; i++) {
    // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
    pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(redColor, greenColor,
blueColor));

    // This sends the updated pixel color to the hardware.
    pixels.show();

    // Delay for a period of time (in milliseconds).
    // delay(delayval);
  }
}
```

```

    }

    for (int i=128; i < 128+16; i++) {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,          pixels.Color(redColor,          greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();

        // Delay for a period of time (in milliseconds).
        // delay(delayval);
    }
}

void loop()
{
    // přečte vstup A2:
    int sensorValue = analogRead(A2);
    // Převede analogový vstup (od 0 do 1023) na napětí (0 - 5V):
    float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
    // Odešle přečtenou hodnotu:
    Serial.println(voltage);

    //setColor();

    // rozsviceni 2. sekce
    if ((voltage > 2,49)&&(voltage < 3,94))
    {
        int redColor = 255;    //
        int greenColor = 128;
        int blueColor = 0;

        for (int i=16; i < 16+16; i++)
        {
            // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
            pixels.setPixelColor(i,          pixels.Color(redColor,          greenColor,
blueColor));

            // This sends the updated pixel color to the hardware.
            pixels.show();
        }

        for (int i=80; i < 80+16; i++)
        {
            // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
            pixels.setPixelColor(i,          pixels.Color(redColor,          greenColor,
blueColor));

            // This sends the updated pixel color to the hardware.
            pixels.show();
        }

        for (int i=144; i < 144+16; i++)
        {
            // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
            pixels.setPixelColor(i,          pixels.Color(redColor,          greenColor,
blueColor));

            // This sends the updated pixel color to the hardware.
            pixels.show();
        }
    }
}

```

```

    }
}
else
{
    int redColor = 255;
    int greenColor = 255;
    int blueColor = 204;

    for (int i=32; i < 32+32; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=96; i < 96+32; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=160; i < 160+32; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }
}

// rozsviceni 3. sekce
if ((voltage > 1,24)&&(voltage < 2,49))
{
    int redColor = 255;    //
    int greenColor = 128;
    int blueColor = 0;

    for (int i=32; i < 32+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=96; i < 96+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

```

```

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=160; i < 160+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }
}
else
{
    int redColor = 255;
    int greenColor = 255;
    int blueColor = 204;

    for (int i=48; i < 48+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=112; i < 112+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=176; i < 176+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

}

// rozsviceni 4. sekce
if ((voltage > 1,24)&&(voltage < 0))
{
    int redColor = 255;    //
    int greenColor = 128;
    int blueColor = 0;

    for (int i=48; i < 48+16; i++)

```

```

    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=112; i < 112+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=176; i < 176+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }
}

// zhasnutí 2.,3.,4. sekce
if (voltage < 1,25)
{
    int redColor = 255;    //
    int greenColor = 128;
    int blueColor = 0;

    for (int i=16; i < 64; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=80; i < 128; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }

    for (int i=144; i < 192+16; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255

```



```

        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }
}

// -----
// blinkry

buttonStateVLEVO = digitalRead(3);
buttonStateVPRAVO = digitalRead(4);

if (buttonStateVLEVO == HIGH)
{
    int redColor = 255;
    int greenColor = 0;
    int blueColor = 0;
    for (int i=56; i < 64; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
        delay(delayval);
    }
}
else
{
    if ((voltage > 1,24)&&(voltage < 0))
    {
        int redColor = 255;    //
        int greenColor = 128;
        int blueColor = 0;

        for (int i=56; i < 64; i++)
        {
            // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
            pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

            // This sends the updated pixel color to the hardware.
            pixels.show();
        }
    }
    else
    {
        int redColor = 255;    //
        int greenColor = 255;
        int blueColor = 204;

        for (int i=56; i < 64; i++)
        {
            // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
            pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

```

```

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
    }
}

if (buttonStateVPRAVO == HIGH)
{
    int redColor = 255;
    int greenColor = 0;
    int blueColor = 0;
    for (int i=176; i < 191; i++)
    {
        // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
        pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

        // This sends the updated pixel color to the hardware.
        pixels.show();
        delay(delayval);
    }
}
else
{
    if ((voltage > 1,24)&&(voltage < 0))
    {
        int redColor = 255;    //
        int greenColor = 128;
        int blueColor = 0;

        for (int i=176; i < 191; i++)
        {
            // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
            pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

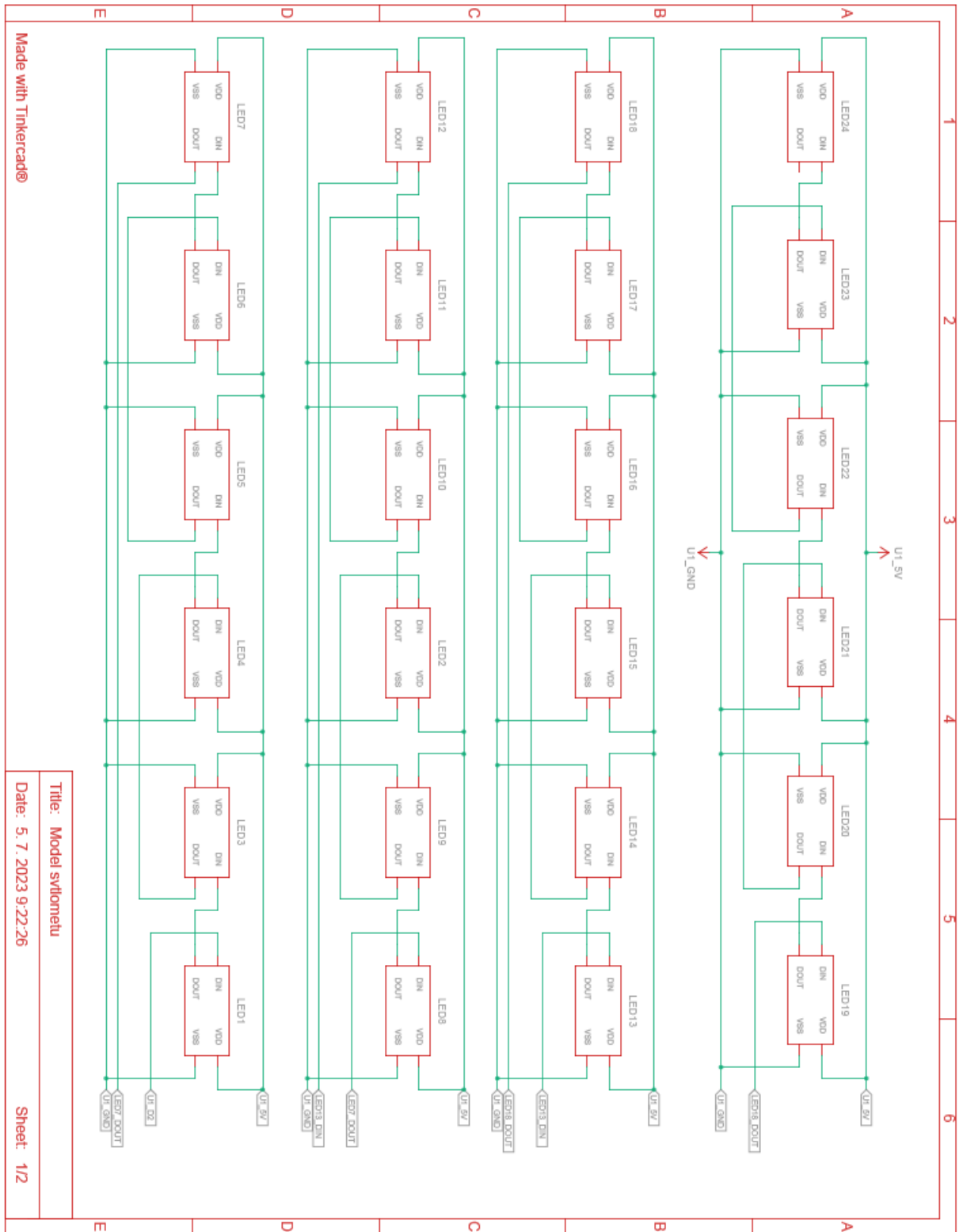
            // This sends the updated pixel color to the hardware.
            pixels.show();
        }
    }
    else
    {
        int redColor = 255;    //
        int greenColor = 255;
        int blueColor = 204;

        for (int i=176; i < 191; i++)
        {
            // pixels.Color takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
            pixels.setPixelColor(i,      pixels.Color(redColor,      greenColor,
blueColor));

            // This sends the updated pixel color to the hardware.
            pixels.show();
        }
    }
}
}
}

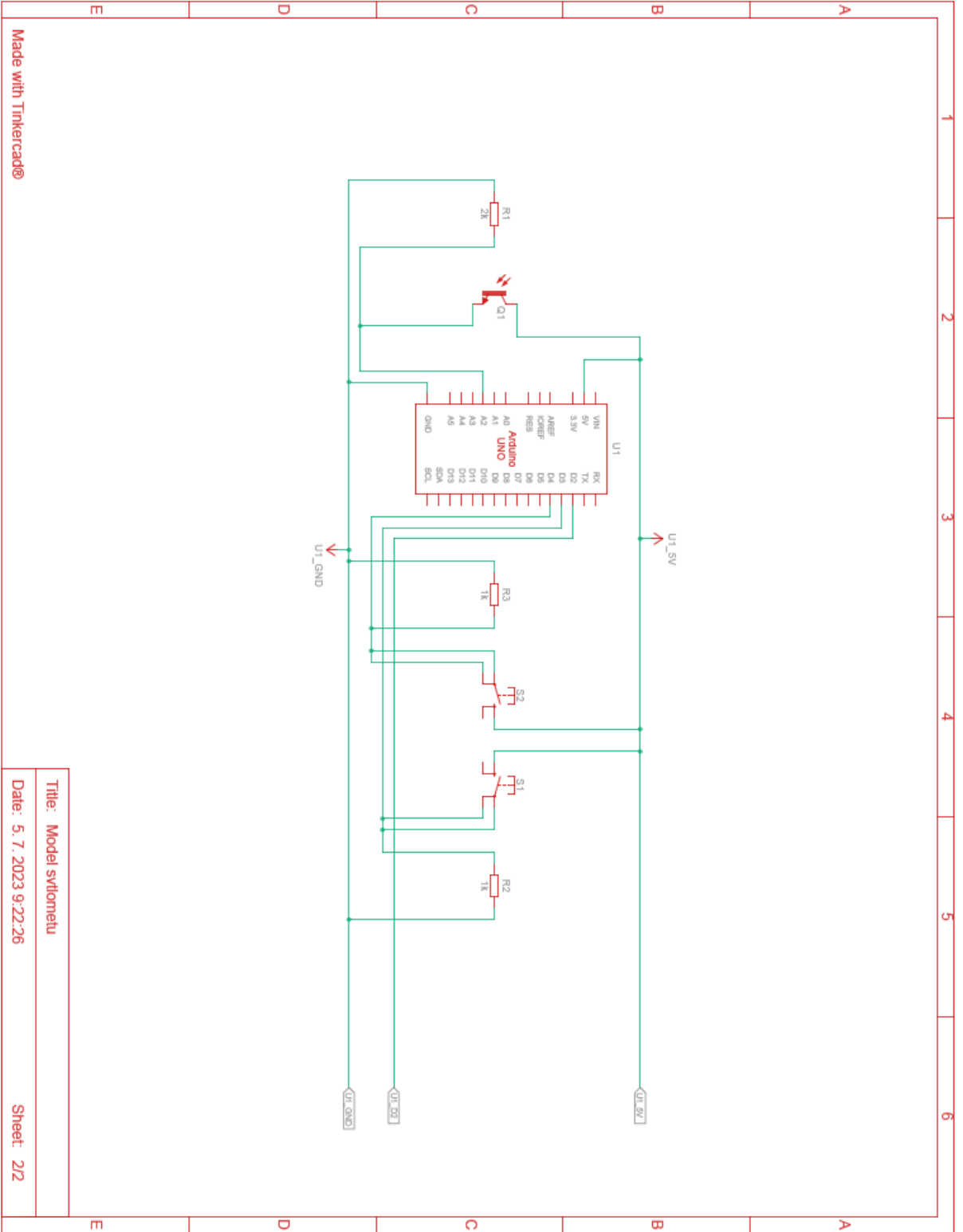
```

# Schéma zapojení Tinkercad



Made with Tinkercad®

Title: Model svytlometu  
 Date: 5. 7. 2023 9:22:26  
 Sheet: 1/2



Made with Tinkercad®

Title: Model syttonmetu
Date: 5. 7. 2023 9:22:26
Sheet: 2/2

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	<b>Bc. Matyáš Bernard</b>		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b>	<b>Průmyslový management</b>		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	<b>Elektronické systémy v automobilech</b>		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Doc. Ing. Jiří David, Ph. D</b>		
<b>KATEDRA</b>	<b>KSE – Katedra strojírenství a elektrotechniky</b>	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	<b>2023</b>
<b>POČET STRAN</b>	<b>87</b>		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	<b>44</b>		
<b>POČET TABULEK</b>	<b>6</b>		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	<b>2</b>		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tato diplomová práce se zabývá elektronickými systémy v automobilech. V rámci práce jsou klasifikovány a popsány jednotlivé elektronické systémy. Práce se zaměřuje především na osvětlovací systémy, které jsou zevrubně popsány. V práci jsou popsány různé typy osvětlovacích systémů, jako jsou halogenové, xenonové, LED a laserové světlomety. Hlavním cílem práce je vytvoření laboratorního modelu osvětlovacího systému, který bude sloužit jako praktická pomůcka ve výuce. Model je postaven na modulech NeoPixel a Arduino UNO a je modulární, umožňující studentům upravovat jeho funkcionalitu. Tento zjednodušený model pomáhá studentům lépe porozumět osvětlovacím systémům v automobilech.</p>		

<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	elektronické systémy, automobil, Arduino, LED, xenon, laser, světla, osvětlovací systémy, model
----------------------	---

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Matyáš Bernard		
<b>FIELD</b>	Industrial management		
<b>THESIS TITLE</b>	Electronic systems in automobiles		
<b>SUPERVISOR</b>	Doc. Ing. Jiří David, Ph. D		
<b>DEPARTMENT</b>	KSE – Department of Mechanical and Electrical Engineering	<b>YEAR</b>	2023
<b>NUMBER OF PAGES</b>	87		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	44		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	6		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	2		
<b>SUMMARY</b>	<p>This thesis deals with electronic systems in automobiles. Within the thesis the different electronic systems are classified and described. The thesis focuses mainly on lighting systems, which are described in detail. Different types of lighting systems such as halogen, xenon, LED and laser headlights are described in the thesis. The main</p>		

	<p>objective of the thesis is to create a laboratory model of a lighting system that will serve as a practical aid in teaching. The model is based on NeoPixel and Arduino UNO modules and is modular, allowing students to modify its functionality. This simplified model helps students to better understand lighting systems in cars.</p>
<b>KEY WORDS</b>	<p>electronic systems, car, Arduino, LED, xenon, laser, lights, lighting systems, model</p>