

Pokročilé osvětlení interiéru automobilu

Advanced Car Interior Lighting

Bc. Jana Grmelová

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Jana Grmelová
Osobní číslo: A12417
Studijní program: N3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Počítačové a komunikační systémy
Forma studia: prezenční

Téma práce: Pokročilé osvětlení interiéru automobilu
Téma anglicky: Advanced Car Interior Lighting

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s možnostmi řízení LED osvětlení prostřednictvím mikrokontroléru.
2. Vyberte nejvýhodnější možné řešení a to podrobně popište v teoretické části.
3. Nastudujte si vývojové prostředí a programovací jazyk pro platformu Arduino.
4. Navrhněte soustavu osvětlující interiér automobilu v součinnosti s aktuálním stavem palubní elektroniky.
5. Vytvořte model osvětlovací soustavy pro vybraný automobil.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. MARGOLIS, Michael. Arduino cookbook. 1st ed. O'Reilly, 2011, xxi, 631 s. ISBN 978-059-6802-479.
2. BANZI, Massimo. Getting started with Arduino. 1st ed. Make: Books / O'Reilly, 2011, xxi, 631 s. ISBN 978-059-6155-513.
3. SCHMIDT, Maik. Arduino: a quick-start guide. 1st ed. Raleigh, N.C.: Pragmatic Bookshelf, c2011, xxiv, 263 p. ISBN 19-343-5666-2.
4. BARRETT, Steven F. Arduino microcontroller: processing for everyone!. 2nd ed. San Rafael, Calif.: Morgan, c2011, xxiv, 263 p. Pragmatic programmers. ISBN 978-160-8458-592.
5. EVANS, Brian. Beginning arduino programming: processing for everyone!. 2nd ed. New York: Apress, 2011, xx, 252 s. Pragmatic programmers. ISBN 978-1-4302-3777-8.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Pospíšilík

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce:

7. února 2014

Termín odevzdání diplomové práce:

27. května 2014

Ve Zlíně dne 7. února 2014

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Karel Vlček, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Teoretická časť práce rozoberá presný princíp fungovania LED technológie a jej možnosti použitia v praxi. Zároveň popisuje fungovanie mikroprocesoru a mikropočítača. Záver teoretickej časti detailne popisuje vybraný typ mikrokontroléra, ktorý je v práci použitý.

Praktická časť rozoberá presný postup zostavenia modelu pre pokročilé osvetlenie automobilu. Začiatok praktickej časti je venovaný zostaveniu a popisu vrchného shieldu, ktorý je potrebný pre prepojenie mikrokontroléra s LED pásmy. Ďalej je v tejto časti popisovaný postup pri programovaní tohto osvetlenia. Od zoznámenia sa s programovacím prostredím a programovacím jazykom, po vysvetlenie funkčnosti samotného kódu.

Kľúčové slová:

LED, Mikroprocesor, Mikrokontrolér, Mikropočítač, Arduino, Shield

ABSTRACT

The Theoretical part of this Diploma Thesis describes in detail the principles of LED functioning and its usage in practise. The theoretical part also focuses on the description of microprocessor, microcomputer and microcontroller which were used when creating the Practical part.

The Practical part itself includes a detailed manual for advanced car lighting assembling. The Theoretical Part presents assembling of the upper part of the shield which is interconnected with microcontroller and LED tapes. Furthermore, the programming of the lighting is described as well as the programming environment, programming language and functioning of the code itself.

Keywords:

LED, Microprocessor, Microcontroller, Microcomputer, Arduino, Shield

Podakovanie

Chcela by som týmto poďakovať svojmu vedúcemu práce Ing. Martinovi Pospíšilíkovi, Ph.D., za jeho ochotu, podporu a poskytnuté rady pri vypracovávaní diplomovej práce.

Najviac však chcem poďakovať svojim rodičom, hlavne za to, že ma podporovali počas celého štúdia, verili mi, a za to, že mi vôbec štúdium na vysokej škole umožnili.

Ďalej chcem poďakovať všetkým svojim súrodencom, obzvlášť bratovi, za ich podporu.

Motto

„Je lepšie zažať sviečku, než nadávať na tmú.“

Čínske príslovie

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČASŤ.....	10
1 PRINCÍP LED DIÓDY	11
1.1 DVA TYPY PN PRECHODOV	12
1.2 KONŠTRUKČNÉ USPORIADANIE LED	13
1.2.1 V-A charakteristiky	14
1.2.2 Vyžarovacia charakteristika	15
1.3 FARBA VYŽAROVANÉHO SVETELNÉHO LÚČA.....	16
1.3.1 Generovanie bieleho optického žiarenia	17
1.4 SVIETIVOSŤ LED.....	18
1.5 HLAVNÉ PREDNOSTI LED	19
1.5.1 Geometrické parametre	19
1.5.2 Elektrické a svetelné parametre	19
1.5.3 Kolorimetrické parametre	20
1.5.4 Prevádzkové parametre:	20
1.5.5 Vlastnosti z hľadiska životného prostredia	21
1.6 MOŽNOSTI VYUŽITIA LED	21
1.7 LED PÁSY	22
2 MIKROPROCESOR	24
2.1 HLAVNÉ ČASTI MIKROPROCESORU:	24
2.2 TYPY MIKROPROCESOROV	24
2.3 ARCHITEKTÚRA MIKROPROCESOROV	26
3 MIKROKONTROLÉR.....	28
3.1 ČASTI MIKROKONTROLÉRU	28
3.2 MIKROKONTROLÉRY ATMEL.....	30
3.2.1 AVR	30
3.2.2 ARM.....	31
4 ARDUINO	32
4.1 VÝHODY ARDUINA.....	32
4.2 ARDUINO ATHEART	34
4.3 VÝHODY ATHEART.....	34
4.4 PODMIENKY PROGRAMU ATHEART	34
4.5 PRODUKTY	35
4.5.1 Dosky plošných spojov	35
4.5.1.1 Príklady dosiek Arduino	35
4.5.2 Shieldy.....	37
4.5.2.1 Príklady Shieldov Arduino	37
4.5.3 Arduino Kits.....	38
5 ARDUINO UNO	39
5.1 TECHNICKÉ PARAMETRE	39
5.1.1 Schéma	39
5.1.2 Napájanie.....	39

5.1.3	Pamäť	40
5.1.4	Vstupy a výstupy	40
5.1.5	Komunikácia	41
5.1.6	Rozmery	42
5.1.7	Prehľad technických parametrov	42
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	43
6	VÝBER	44
7	ZOSTAVENIE	45
7.1	SCHÉMA NAVRHNUTÉHO SHIELDU	45
7.2	POPIS SHIELDU	47
8	PROGRAMOVANIE	49
8.1	POPIS PROSTREDIA	49
8.2	PROGRAMOVACÍ JAZYK	50
8.2.1	Štruktúry	50
8.2.2	Premenné a konštanty	52
8.2.3	Funkcie	53
8.2.3.1	Digitálne I/O	53
8.2.3.2	Analógové I/O	54
8.3	KNIŽNICE	55
8.4	VÝVOJOVÝ DIAGRAM	58
8.5	POPIS JEDNOTLIVÝCH ČASTÍ PROGRAMU	59
8.5.1	Použité premenné a konštanty	59
8.5.2	Funkcie	61
8.5.2.1	Funkcia pre zisťovanie stavu zamknutia	62
8.5.2.2	Funkcia pre zisťovanie stavu otvorenia dverí	63
8.5.2.3	Funkcia pre zasvecovanie svetla	63
8.5.2.4	Funkcia pre zhasínanie	64
	ZÁVER	65
	CONCLUSION	66
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	67
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK	71
	ZOZNAM OBRÁZKOV	74
	ZOZNAM TABULIEK	76
	ZOZNAM PRÍLOH	77

ÚVOD

V súčasnej dobe všetky novšie typy automobilov obsahujú inteligentné osvetlenie interiéru automobilu. Jedná sa o osvetlenie, ktoré reaguje samostatne na vonkajšie podmienky, a podľa nich interiér osvetľuje. Staršie typy automobilov zväčša obsahujú len základné osvetlenie interiéru. Toto osvetlenie je riadené ovládacím prvkom, ktorý má tri polohy nastavenia. Prvá poloha je zhasnutie svetla interiéru, druhá poloha je zasvietenie osvetlenia interiéru a posledná poloha určuje, že sa svetlo zažne iba v prípade otvorenia dverí. Intenzita osvetlenia je vždy rovnaká a nereaguje na žiadne iné vonkajšie podnety.

Táto práca sa venuje vytvoreniu pokročilého osvetlenia interiéru aj pre staršie automobily, ktoré obsahujú len základné osvetlenie. Osvetlenie je riadené pomocou jednoduchého mikrokontroléra, ktorý je cenovo dostupný. Samozrejmosťou je vytvorenie vhodného programu, pomocou ktorého bude mikrokontrolér riadiť osvetlenie.

V dnešnej dobe je veľmi rozšírená LED technológia, ktorá sa používa takmer všade, či už ide o vnútorné osvetlenie domácností alebo o vonkajšie osvetlenie bazénov. Preto pre osvetlenie interiéru automobilu sú použité LED pásy. Výhodou je ich nízka energetická náročnosť a nízka cena. Navyše tieto LED pásy je možné napájať priamo z autobatérie.

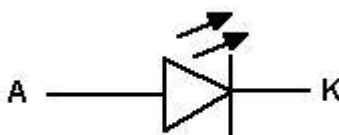
Okrem samotného výberu vhodného mikrokontroléra je potrebné navrhnuť shield-určitú nadstavbu, pre pripojenie LED pásov k doske s mikrokontrolérom. Tento shield bude slúžiť pre oddelenie dvoch rôznych elektrických sietí, elektrickej siete automobilu a klasickej elektrickej siete.

Cieľom tejto práce je zostavenie modelu pokročilého osvetlenia interiéru, ktorého výhodou bude možnosť použitia v akomkoľvek type automobilu. A samozrejmosťou bude jeho cenová dostupnosť.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PRINCÍP LED DIÓDY

Prvú prakticky využiteľnú LED vyvinul v roku 1962 kanadský vedec Nick Holonyak. Názov LED pozostáva z počiatočných písmen anglického názvu **L**ight **E**mitting **D**iode, čo v preklade znamená dióda, ktorá vyžaruje (produkuje) optické žiarenie. Ide o polovodičový svetelný zdroj, používaný v mnohých zariadeniach, ako sú kontrolky, a stále častejšie pre osvetlenie rôznych častí interiérov či exteriérov.



Obr. 1 Schematická značka LED

Pri LED je využívaný princíp elektroluminiscencie, pri ktorej je PN prechodom vyžarované optické žiarenie. Základný princíp LED je rovnaký ako pri klasickej usmerňovacej dióde. [1] Priložením napätia v priepustnom smere dochádza k injekcii minoritných nosičov elektrického náboja cez PN prechod. Pri prechode elektrických nábojov cez prechod dochádza k rekombinácii elektrónov s dierami.[1] Vplyvom priloženého elektrického poľa prechádzajú elektróny na vyššiu energetickú hladinu.

Podľa toho, ako stabilný je stav elektrónu, zostane elektrón na vyššej hladine rôznu dobu. Skôr či neskôr však vyššiu energetickú hladinu opustí a vyžiari elektromagnetické kvantum. Učiní tak sám od seba, spontánne, preto sa jedná o spontánnu emisiu žiarenia. Pre každý atóm je doba kedy sa to stane, vecou náhody.

Rekombinácie sú pochody, kedy voľné elektróny strácajú energiu a dostávajú sa na obežné dráhy v atómoch. Pokiaľ rekombinuje elektrón s dierou, odovzdáva atóm energiu zhruba rovnakú, aká je šírka zakázaného pásu. Pri rekombinácii každého páru elektrón - diera sa uvoľní určité kvantum energie, ktorá sa môže buď vyžiariť mimo kryštál alebo môže byť absorbovaná v mreži, čo sa prejaví zvýšenou teplotou kryštálu. To závisí na type materiálu. [1]

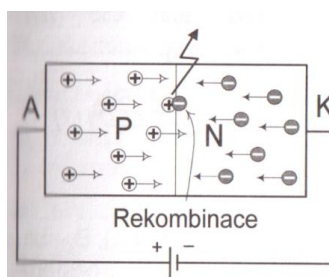
Vlnová dĺžka energie vyžiarenej vo forme fotónu je daná rozdielom energií nosiča elektrického náboja pred a po rekombinácii (šírke zakázaného pásu). Čím je energia väčšia, tým má vyžarovaný svetelný lúč kratšiu vlnovú dĺžku.

OSvetelné žiarenie opúšťa dosku vo všetkých smeroch, ktoré sú pre neho priehľadné. V oblasti stredných prúdov je svietivosť LED priamo úmerná hustote prúdu.

Pravdepodobnosť žiarivej rekombinácie rastie so zväčšujúcou sa šírkou zakázaného pásu. U kremíka so šírkou zakázaného pásu 1,1 eV je uvoľňovaná energia prevažne absorbovaná v kryštáli, z ktorého je odvádzaná cez puzdro diódy do okolitého prostredia.[1] Dióda z GaAs, ktorý má šírku zakázaného pásu 1,34 eV, bude už nezanedbateľná časť energie rekombinácie vyžarovaná vo forme fotónov o príslušnej vlnovej dĺžke, ktorá však ešte spadá do oblasti neviditeľného infračerveného žiarenia. Kombináciou tohto materiálu s fosforom, tzv. gallium arsenid fosfid, GaAsP, sa získa už materiál, ktorý, ak je z jeho vytvorený PN prechod, vyžaruje červené viditeľné žiarenie. [1]

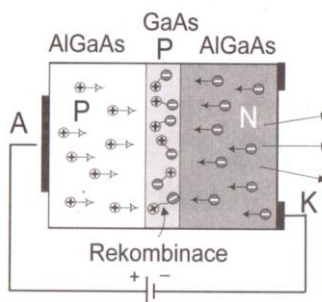
1.1 Dva typy PN prechodov

- a) **Homogénne prechody** – ide o najjednoduchšie typy prechodov, ktoré sú vytvárané z jedného typu materiálu na oboch stranách dotovaného prímiesami P a N.



Obr. 2 Homogénny prechod [1]

- b) **Heterogénne prechody** – skladajú sa z dvoch rôznych polovodičových materiálov. Napr. GaAs a AlGaAs. Tieto prechody obsahujú viacero prechodov PN a sú v porovnaní s diódami s homogénnym prechodom výkonnejšie, a zároveň drahšie a zložitejšie.



Obr. 3 Heterogénny prechod [1]

1.2 Konštrukčné usporiadanie LED

LED sa vyrábajú v dvoch základných prevedeniach, klasickom a SMD. Puzdro diód pre klasickú montáž je spravidla vyrobené z priehľadného plastu určitej farby, ktorý môže byť buď číry alebo difúzny.

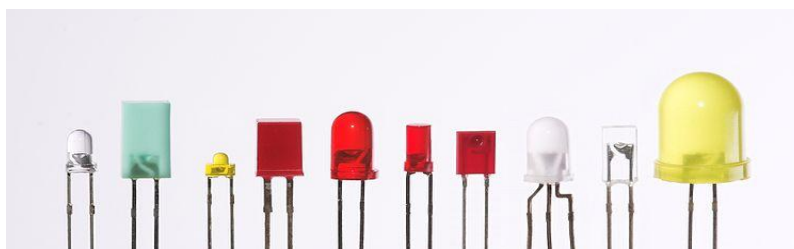


Obr. 4 Klasické prevedie LED [3]



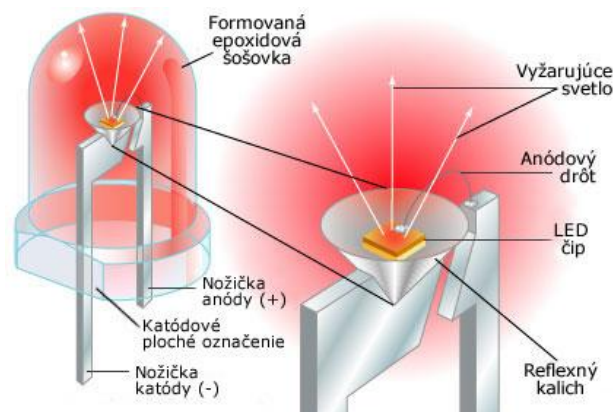
Obr. 5 Prevedenie SMD [4]

Puzdro môže mať buďto kruhový alebo obdĺžnikový prierez. Priemer kruhového puzdra pre klasickú montáž sa vyskytuje v rozmeroch od 1 do 8 mm, 10 mm a 20 mm, bežne používané puzdrá majú priemery 3 mm a 5 mm. [1] Typický rozmer obdĺžnikového puzdra je 2 mm x 5 mm.



Obr. 6 Rôzne druhy puzdra LED diódy [30]

Pre vytvorenie polovodičových PN prechodov sa používajú najmä polovodiče typu A^{III} a B^V vysokej čistoty, legované malým množstvom vhodných prímiesí, ktoré vytvárajú buď prebytok elektrónov (materiál typu N), alebo ich nedostatok, a teda prebytok dier (materiál typu P).

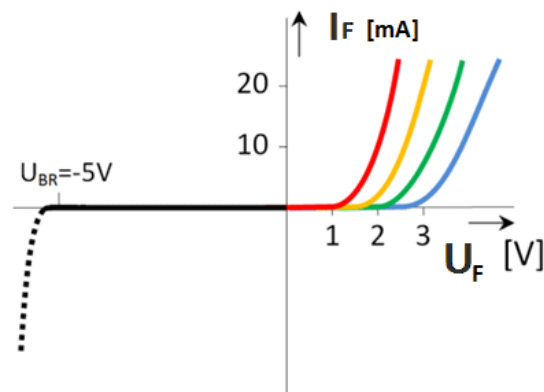


Obr. 7 Konštrukčné usporiadanie LED [2]

Konštrukčných usporiadaní pre povrchovú montáž je celá rada.

1.2.1 V-A charakteristiky

Priebeh V-A charakteristiky LED odpovedá charakteristike klasickej diódy, rozdiel je v napätí medzi anódou a katódou U_F v priepustnom smere.



Obr. 8 V-A charakteristika LED [5]

Farebné LED majú rôzne napätie U_F . Zelená a modrá LED má väčšie napätie U_F ako červená LED. Veľkosť napätia U_F je závislá na použitom materiáli diódy, na konštrukcii diód, na prúde I_F a na teplote.

Vlnová délka λ [nm]	Farba	U_F [V] pri $I_F = 20 \text{ mA}$	Svietivosť $I_F = 20 \text{ mA}$ [mcd]	Materiál LED
940	Infračervená	1,5		GaAIAs/GaAs
880	Infračervená	1,7		GaAIAs/GaAs
660	Červená	1,8	200 pri $I_F = 50 \text{ mA}$	GaAIAs/GaAs
633	Červená	2,0	3500	InGaAIP
612	Oranžová	2,2	6500	InGaAIP
592	Žltá	2,2	7000	InGaAIP
585	Žltá	2,1	100	GaAsP/GaP
555	Zelená	2,1	80	GaP
525	Zelená	3,5	10 000	SiC/GaN
470	Modrá	3,6	3000	SiC/GaN
4500 K	Biela	3,6	2000	SiC/GaN
8000 K	Biela	3,6	6000	SiC/GaN

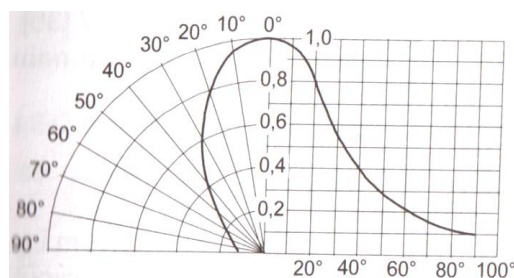
Tab. 1 Závislosť U_F na farbe LED [1]

Biela farba zahrňuje všetky vlnové dĺžky z viditeľného spektra farieb, preto sa u nej neurčuje vlnová dĺžka, ale farebná teplota v kelvinoch.

1.2.2 Vyžarovacia charakteristika

Šírka a tvar vyžarovacej charakteristiky LED je závislý na konštrukčnom usporiadaní LED a prevedení jej puzdra.

Vyžarovacia charakteristika vyjadruje, jak sa v závislosti na odchýlke od osi diódy mení relatívna svietivosť diódy. Najväčšia hodnota relatívnej svietivosti je 1. [1]



Obr. 9 Vyžarovacia charakteristika LED [1]

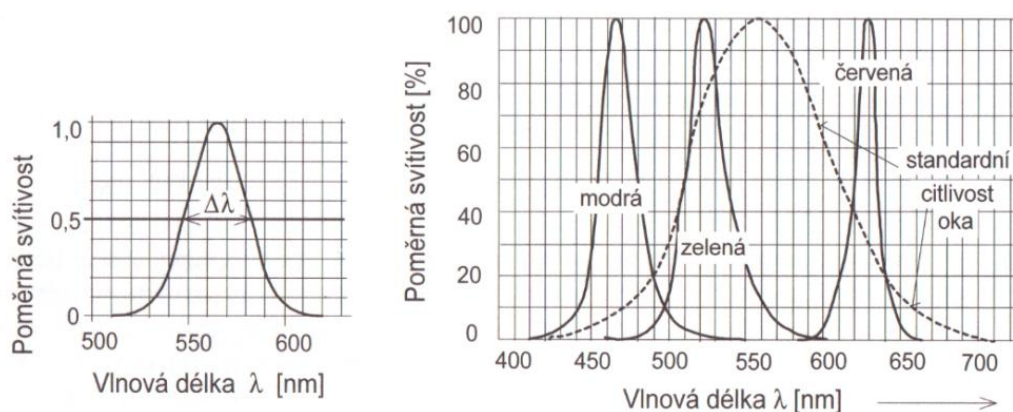
Odchýlka od osi diódy sa vyjadruje v stupňoch, relatívna svietivosť v desatinných číslach (0,2; 0,4 až po 1,0).

Výrobcovia často pre vyrábané diódy uvádzajú tzv. polovičný vyžarovací uhol. Ide o uhol na vyžarovacej charakteristike, pri ktorom má vyžarovanie polovičnú intenzitu (0,5) oproti maximálnej intenzite (1).

1.3 Farba vyžarovaného svetelného lúča

Luminiscenčné LED môžu vyžarovať v rôznych oblastiach spektra od infračerveného, cez viditeľné až po ultrafialové.

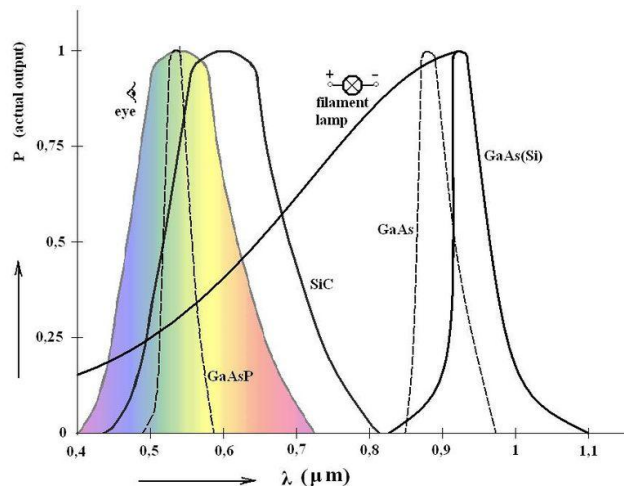
Prvé diódy vyžarovali svetlo červenej farby, po nich sa objavili diódy so zelenou, oranžovou, žltou a nakoniec modrou farbou. Až doplnenie sortimentu o modrú farbu umožnilo vyvinúť aj diódy bielej farby, žiariace v celej viditeľnej oblasti spektra. Tým sa výrazne rozšírila oblasť ich využitia.



Obr. 10 Normalizovaná spektrálna charakteristika a spektrálna charakteristika RGB LED [1]

Farbu vyžarovaného optického žiarenia určuje použitý materiál, vzájomný pomer zložiek jednotlivých materiálov a prevedené dotácie.

Napríklad diódy vyrobené na báze zlúčenín obsahujúcich 35% galliumarsenidu a 65% fosforu, svietia na červeno (energia zakázaného pásu 1,95 eV), na žltu (energia zakázaného pásu 2,1 eV).



Obr. 11 Spektrálne charakteristiky LED vyrobených z niekoľkých materiálov [6]

Najčastejšie používanými materiálmi sú zlúčeniny III. a V. skupiny periodickej sústavy prvkov ako GaP, GaAsP, GaAlAs, AlGaInP pre farby od zelenej do červenej, GaN, InGaN a SiC pre modré diódy.

1.3.1 Generovanie bieleho optického žiarenia

Biele diódy sú najmladším typom svietivých diód. Ich význam vzrastá s vývojom technológií supersvietivých LED. Odtieň bieleho optického žiarenia je udávaný farebnou teplotou.

Generovanie bieleho optického žiarenia diódami je možné dvomi spôsobmi:

a) využitím viacerých farebných LED

- modrá a žltá
- modrá – zelená – červená (RGB)
- modrá – zelená – žltá – červená

b) použitím LED a luminoforu

- modrá LED a žltý liminofor (YAG – Yttrium- Aluminium - Garnet)
- UV LED a červený – zelený – modrý luminofor
- kombinácia modrej a červenej, prípadne iných farieb LED a luminoforov.

Najčastejším spôsobom realizácie bielej LED je z cenových dôvodov kombinácia modrej LED a luminoforu. Podľa použitého luminoforu následne môže mať optické žiarenie odtieň od nažltutej po namodralú farbu.

1.4 Svietivosť LED

Svietivosť je fyzikálna veličina označovaná I_v . U LED sa udáva pre určitý prúd pretekajúci diódou v priamom smere v mcd (millicandela). [1] Je závislá na rôznych faktoroch, ako je technické prevedenie čipu, typ prechodu, použitý materiál, prevedenie a materiál puzdra a pod.

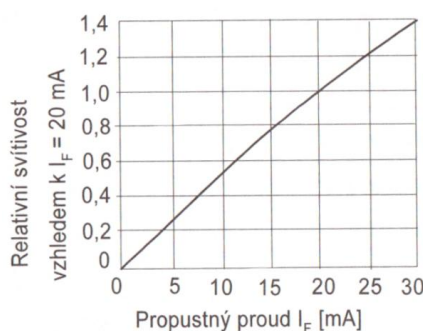
LED podľa svietivosti môžeme rozdeliť do troch skupín, s týmito rozdeleniami sa môžeme najčastejšie stretnúť v katalógoch výrobcov.

- štandardná (obvyklá),
- zvýšená,
- vysoká svietivosť.

Niektorí výrobcovia používajú aj názvy ako superjasné (super-bright), či ultrajasný (ultra-bright). Pre tieto označenia však neexistuje žiaden štandard, a ide len o subjektívne označenie výrobcu.

Okrem vyššie uvedených faktorov je svietivosť LED závislá na pretekajúcom prúde v priepustnom smere. Väčšinou sa udáva pre prúd $I_F = 20 \text{ mA}$.

- štandardná LED má svietivosť v rozsahu cca (3 až 30) mcd/10mA
- svietivosť LED so zvýšenou svietivosťou sa pohybuje v rozsahu približne (100 až 1000) mcd/20mA
- supersvietivé LED dosahujú svietivosti viac než 1000 mcd/20mA



Obr. 12 Závislosť svietivosti na priepustom prúde I_F [1]

Pre nízkopríkonové aplikácie sú určené diódy s malým príkonom a ich svietivosť sa pohybuje v jednotkách mcd/2mA. [1]

Avšak pri veľkých prúdoch sa svietivosť diódy so zvyšovaním prúdu nezvyšuje lineárne, ale prírastok svietivosti sa znižuje.

1.5 Hlavné prednosti LED

LED majú nespočetne veľa výhod, z tohto dôvodu, sa čoraz viac používajú a nahrádzajú klasické zdroje svetla, ako žiarovky, žiarivky, či halogénové žiarovky.

1.5.1 Geometrické parametre

- umožňujú konštruktérom vytvárať veľké množstvo svetelných prístrojov a svetidiel najrôznejších tvarov, výkonov a rozmerov;
- malé rozmery LED dovoľujú navrhovať svetelné prístroje s vysoko koncentrovaným zväzkom svetelnej (resp. žiarivej) energie. Napr. prenos informácií

1.5.2 Elektrické a svetelné parametre

- malé napájacie napätie nevyžaduje ochranu pred nebezpečným dotykcom;
- je možné ich spájať do série, a tým dosiahnuť vyšších hodnôt svetelného toku;
- vďaka jednosmernému prúdu, je možná jednoduchšia regulácia pomocou stávajúcich prostriedkov riadenia a ovládania osvetlení;
- je možné modulovať žiarenie prostredníctvom napájacieho napätia
- majú minimálnu dobu nábehu (kratšia ako u žiaroviek)
- rýchla odozva (nanosekundy)
- môžu pracovať v impulznom režime bez negatívneho vplyvu na ich životnosť a spoľahlivosť, je možné ich ľahko zapínať a vypínať
- je možné ich stmievanie bez zmeny farby, stmievajúce moduly sú kompatibilné s používanými štandardnými systémami pre žiarovky, žiarivky i halogénové žiarovky
- je možné ich napájať solárnymi článkami
- majú vysoký jas
- môžu svietiť v ľubovoľnej polohe

- je možné vytvárat' osvetľovacie sústavy s dynamickým riadením intenzity a farby svetla
- farebné LED majú veľkú účinnosť, pretože k dosiahnutiu požadovanej farby sa nepoužívajú filtre, ktoré spôsobujú u iných svetelných zdrojov nežiaduce straty
- teoretické možnosti ďalšieho zvyšovania merného výkonu nie sú ani zďaleka vyčerpané

1.5.3 Kolorimetrické parametre

- je možné získať veľký počet farieb – červená, oranžová, žltá, zelená, zeleno-modrá, modrá, fialová. Väčšina z týchto farieb sa vyznačuje vysokou čistotou, a sú takmer monochromatické, čo je dôležité z hľadiska ich nezameniteľnosti, najmä v signalizačných zariadeniach
- Kombináciou uvedených farieb je teoreticky možné získať nekonečné množstvo farebných odtieňov a hodnôt jasu v sústavách s dynamickým riadením osvetlenia
- je možné vyrobiť LED bielej farby s veľmi dobrou účinnosťou, vysokým R_a a v potrebnej stupnici teplôt chromatičnosti
- je možné vyrobiť LED žiaricu v ultrafialovej aj infračervenej oblasti



Obr. 13 Farebné LED [37]

1.5.4 Prevádzkové parametre:

- LED sú vysoko spoľahlivé a úsporné
- majú extrémne dlhú životnosť (60 až 100 tisíc hodín, pri úbytku svetelného toku 30 až 40%)
- náklady na údržbu a výmenu poškodených zdrojov sú nízke
- interval teploty okolitého prostredia je široký, uvádza sa medzi -30 a $+60$ °C

- povrchové teploty sú nízke a absencia UV a IR žiarenia (okrem diód špeciálne vyvinutých pre tieto spektrá) umožňuje pre konštrukciu prístrojov s LED používať plasty
- konštrukcia je mechanicky odolná, znášajú bez vážnejších následkov otrasy a vibrácie

1.5.5 Vlastnosti z hľadiska životného prostredia

- neobsahujú ortuť
- nemajú negatívny vplyv na životné prostredie ani behom prevádzky, ani po ukončení ich životnosti, pomerná časť použitých materiálov je recyklovateľná

K nevýhodám LED patrí ešte stále ich vyššia cena, avšak ich ceny v posledných rokoch neustále klesajú, a ich dostupnosť sa nesmierne rozšírila. Druhou nevýhodou LED je významná závislosť ich hlavných parametrov na teplote okolia.

1.6 Možnosti využitia LED

Možností pre využitie LED je veľmi veľa a neustále týchto možností s rozvíjajúcou sa technológiou pribúda. V súčasnosti sa stali určitým fenoménom v oblasti moderného úsporného osvetlenia.

Príklady využitia LED:

- osvetlenia interiérov, osvetlenie celých miestností prostredníctvom LED žiaroviek, osvetlenie pracovných plôch, ako sú kuchynské linky, osvetlenie skriň, relaxačné osvetlenie izieb, podsvietenie nábytku, podsvietenie televízorov, osvetlenie schodov;
- osvetlenie verejných miest, reštaurácií, osvetlenie exponátov v múzeách, v galériách, na výstavách, osvetlenie bazénov, zjazdoviek;
- osvetlenie exteriérov, osvetlenie celých budov, tunelov, osvetlenie peších zón, vyznačenie priechodov pre chodcov, dopravných značiek;
- signalizácie, semaforey, indikátory;
- zobrazovacie techniky;
- reklamné osvetlenia;
- osvetlenie automobilov, denné svietenie, interiéry automobilov, palubné dosky automobilov;
- vreckové a akumulátorové svietidlá;

- hračky;
- LED doplnky, náušnice, náramky, šnúrky do topánok;
- svietiace ventily na pneumatiky;
- spotrebiče, priemyslové zariadenia;
- diaľkové ovládanie bytových a priemyselných zariadení;
- čítanie čiarových kódov;
- optické myši;
- kontrola bankoviek a cenných papierov UV žiarením;
- presvetľovanie klávesníc a displejov, napr. v mobilných telefónoch, v notebookoch;
- prístroje nočného videnia s diódami žiariacimi v infračervenej oblasti spektra;
- vytvrdzovanie epoxidových živíc;
- svetelné zdroje vo vláknovej optike;



Obr. 14 Možnosti využitia LED [31,32,33]

1.7 LED pásy

Ide o zdroje svetla pozostávajúce z viacerých SMD LED čipov. Rovnako ako LED samotná slúžia ako osvetlenie. Obvykle sa vyrábajú v metráži, z ktorej je možné si požadovanú dĺžku odstrihnúť na vyznačených miestach, ktoré udáva samotný výrobca.

Vyznačujú sa vysokou pružnosťou a flexibilitou. Väčšina LED pásov je opatrená samolepiacou vrstvou, pomocou ktorej je možné LED pásik jednoducho nainštalovať na požadované miesto.

LED pásy sa vyrábajú v rôznych prevedeniach, šírkach, dĺžkach, i farbách. Farebne môže ísť o pásy biele (studená biela, teplá biela), červené, zelené, modré, a v súčasnosti

čoraz viac rozšírené RGB pásy. RGB pásy pozostávajú z LED troch farieb, červenej, zelenej a modrej. Miešaním týchto farieb, prostredníctvom riadiacej jednotky, vznikajú ďalšie farby a farebné odtiene.

Ďalej môže ísť o LED pásy určené do interiérov, alebo vodotesné pásy, ktoré sú určené do exteriérov, a ktoré sú vhodné aj na použitie do kúpeľní, či bazénov.

Jedná sa o perfektnú alternatívu k bežnému osvetleniu tvorenému klasickými žiarovkami, ale aj o možnosť, ako spojiť dekoráciu s úsporou energie.

Jednoznačnou prednosťou LED pásov je ich úspornosť, vďaka samotným LED, ktoré sú v páse osadené, tak vysokou flexibilitou ich využitia.



Obr. 15 LED pás [34]



Obr. 16 LED pásy s riadiacou jednotkou a diaľkovým ovládaním farieb [35]

2 MIKROPROCESOR

Mikroprocesor, skratkou μP , je druh procesoru, ktorý je integrovaný do jedného integrovaného obvodu ako celok. V súčasnosti sa mikroprocesory používajú takmer všade, dôvodom je ich vysoká miera použiteľnosti a klesajúca cena.



Obr. 17 Mikroprocesor od firmy Atmel [36]

2.1 Hlavné časti mikroprocesoru:

- **Operačná pamäť** (memory): slúži k uchovávaní spracovávaného programu, spracovávaných dát a výsledkov výpočtov.
- **ALU** – Arithmetic-Logic Unit (aritmetickologická jednotka): jednotka vykonávajúca všetky aritmetické výpočty a logické operácie. Obsahuje sčítačky, násobičky (pre aritmetické výpočty) a komparátory (pre porovnávanie).
- **Radič** (control-unit): riadiaca jednotka, ktorá riadi činnosť všetkých častí počítača. Toto riadenie je vykonávané pomocou riadiacich signálov, ktoré sú zasielané jednotlivým modulom. Reakcia na riadiace signály, stavy jednotlivých modulov sú naopak zasielané späť radiči pomocou stavových hlásení.
- **Vstupné zariadenia** (input): zariadenia určené pre vstup programu a dát.
- **Výstupné zariadenia** (output): zariadenia určené pre výstup výsledkov, ktoré program spracoval. [18]

2.2 Typy mikroprocesorov

- a) **CISC** (Complex Instruction Set Computer) – procesor s veľkou sadou strojových inštrukcií a relatívne malým počtom registrov. Procesory CISC majú rôzne dlhé strojové inštrukcie, ktorých vykonanie trvá dlhú dobu. Označenie CISC bolo zavedené ako protiklad po tom, čo sa presadili procesory RISC. [20]

- b) **RISC (Reduced Instruction Set Computer)** – procesor s redukovanou inštrukčnou sadou, ktorého návrh je zameraný na jednoduchú, vysoko optimalizovanú sadu strojových inštrukcií, ktoré je v protiklade so špecializovanými sadami inštrukcií ostatných architektúr. Presná definícia termínu, nie je jasná, ale často sa používa popisnejší názov architektúra load-store. [20]

Vlastnosti RISC procesoru:

- v každom strojovom cykle by mala byť dokončená jedna inštrukcia (neznamená to však, že jej vykonanie trvalo jeden strojový cyklus),
- redukovaná sada strojových inštrukcií obsahuje hlavne jednoduché inštrukcie,
- mikroprogramový radič môže byť nahradený rýchlejším obvodovým radičom,
- dáta sú z hlavnej pamäte vyberané a následne ukladané výhradne pomocou dvoch inštrukcií LOAD a STORE,
- mikroinštrukcie sú hardwarovo implementované na procesore, čím je veľmi výrazne zvýšená rýchlosť ich vykonávania,
- registre sú len viacúčelové (nezáleží, ktorý z nich inštrukcie využije, čo zjednodušuje návrh prekladačov),
- využívajú reťazenie inštrukcií (pipelining).

- c) **VLIW (Very Long Instruction Word)** – sú podtriedou superskalárnych procesorov. Inštrukčné slová obsahujú inštrukcie, ktoré môžu byť prevedené súčasne (paralelne), zvýšenie výkonnosti na úrovni inštrukcií ILP (Instruction Level Parallelism).[23] Zodpovednosť za výber inštrukcií, ktoré majú byť vykonané súčasne, je na kompilátore.

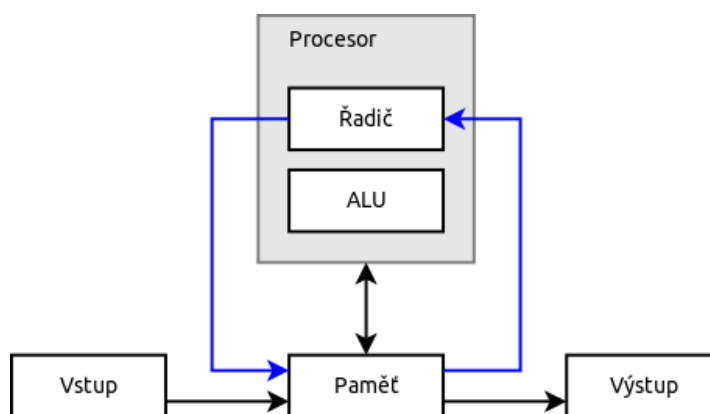
Procesory VLIW sú charakteristické tým, že majú veľmi dlhé inštrukčné slovo. To je spôsobené nahradením inštrukčného slova (kódu) čiastočne dekodovaným inštrukčným slovom. Inštrukčný kód predstavuje dekodovaný kód, ale súčasne jeden alebo dva operandy. [23]

Hlavnou výhodou je úspora hardware pri dekodovaní inštrukcií. Ďalšou výhodou je, že nemusí byť strážené, jak majú byť vydávané inštrukcie, aby sa dosiahlo čo najväčšieho výkonu.

Medzi nevýhody procesorov VLIW patrí zložitejšie vytváranie prekladačov. Programy sú väčšie a rozsiahlejšie, v inštrukciách nie sú plne využité všetky časti inštrukčného slova. Pri dekodovaní nie je možné stanoviť dĺžku registrov, čo vytvára nebezpečenstvo hazardov. Výkon je ovplyvňovaný typom algoritmov, čo vedie k tomu, že VLIW procesory sú špecializované na určité úlohy. [23]

2.3 Architektúra mikroprocesorov

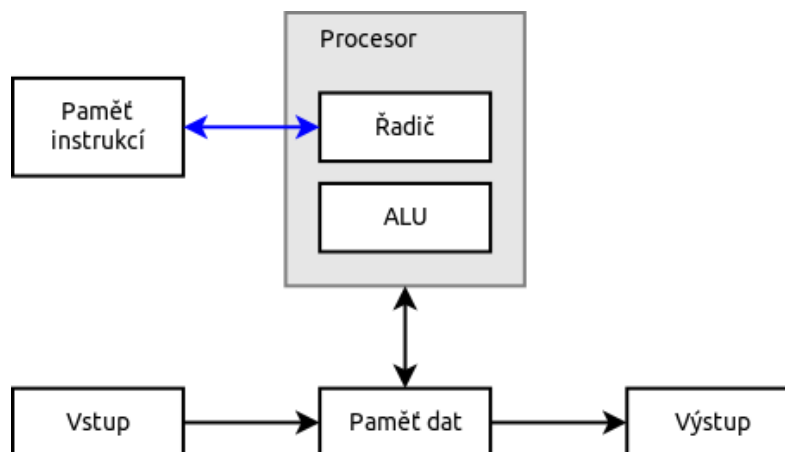
- a) **Von Neumannova architektúra** – je architektúra, pre ktorú je typická spoločná pamäť pre dáta aj program. Toto usporiadanie má výhody v tom, že nie je potrebné rozlišovať inštrukcie pre prístup k pamäti dát a pamäti programu, čo vedie k zjednodušeniu vlastného čipu. Ďalšou výhodou je, že je potrebná len jedna dátová zbernica, po ktorej sa prenášajú oba typy dát, čo je výhodné v prípade použitia externých pamätí, kde sa redukuje potrebný počet nutných vstupov a výstupov. Nevýhodou je, že prenos oboch typov dát po jednej zbernici je pomalší, než pri oddelených zberniciach pre pamäť dát a programu. [17]



Obr. 18 Von Neumannová architektúra [19]

- b) **Harvardská architektúra** – je architektúra typická oddelením pamäte programu a pamäte dát. Hlavnou nevýhodou tejto architektúry je väčšia technologická náročnosť daná nutnosťou vytvoriť dve zbernice. Za hlavnú je možné považovať možnosť inej šírky programovej a dátovej zbernice. Tejto možnosti sa široko

využíva, takže je možné nájsť osembitové mikrokontroléry s programovou zbernicou širokou 12, 14 aj 16 bitov. Medzi ďalšie výhody harvardskej architektúry patrí rýchlosť vykonávanie inštrukcií, pretože inštrukcie aj potrebné dáta je možné čítať v jeden okamžik. [17]



Obr. 19 Harvardská architektúra [19]

3 MIKROKONTROLÉR

Mikrokontrolér, iným slovom jednočipový počítač, jednočip, z anglického slova *microcontroller*, je špeciálny druh mikroprocesora, ktorý je určený pre zákaznícky špecifikované koncové aplikácie.

Ide väčšinou o monolitický integrovaný obvod obsahujúci kompletný mikropočítač. Jednočipové počítače sa vyznačujú veľkou spoľahlivosťou a kompaktnosťou, preto sú určené predovšetkým pre jednouúčelové aplikácie (riadenie, regulácia, apod.). Často sú súčasťou vstavaných (embedded) systémov.

3.1 Časti mikrokontroléru

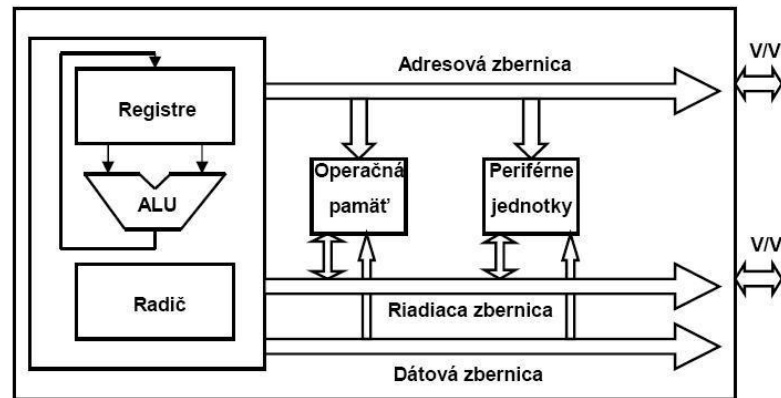
Mikrokontrolér je IC, ktorý v sebe zahŕňa všetko potrebné k tomu, aby mohol obsiahnuť celú aplikáciu, bez toho, aby potreboval ďalšie podporné obvody. Na jednom čipe sa nachádza:

- mikroprocesor,
- operačná pamäť RAM,
- pevná pamäť (ROM, PROM, EPROM alebo Flash), kde je uložený riadiaci program,
- vstupné obvody,
- výstupné obvody.

Ďalej sa tu nachádzajú priamo potrebné rozhrania pre riadenie periférií, ktoré závisia od konkrétnej špecifikácie mikrokontroléru. Ide o:

- sériové rozhranie,
- A/D prevodníky,
- D/A prevodníky,
- časovač, umožňuje synchronizáciu s okolím – reálnym svetom,
- čítač,
- radiče prerušenia,
- DMA radiče,
- výkonový budič riadiacich číslicových signálov, apod.

Mikrokontroléry sa vyrábajú v širokom sortimente výkonov a veľkostí. Dôvodom je zabezpečiť zjednodušenie a hlavne zlacnenie návrhu riadiaceho hardwaru.



Obr. 20 Štruktúra mikrokontroléru [28]

Charakteristické z historického vývoja mikrokontrolérov preto je, že sa neprejavuje snaha o žiadne drastické zvýšenie rýchlosti a kapacity pamäte, ako je to u klasických personálnych počítačov. Snahou je vybrať ten najjednoduchší mikrokontrolér, ktorý pre danú aplikáciu bude vyhovovať, čím dôjde k zjednodušeniu výroby a predovšetkým k zníženiu ceny.



Obr. 21 Mikrokontrolér [16]

Často sa vyrába jeden typ mikrokontroléru v mnohých variantoch, ktoré sa od seba líšia len drobnými zmenami v kapacite pamäte (RAM, ROM), počtom analógových vstupov, počtom digitálnych vstupov, počtom výstupov, počtom použiteľných periférií, apod.

3.2 Mikrokontroléry ATMEL

3.2.1 AVR

Ide o mikrokontroléry vyrábané spoločnosťou Atmel. AVR mikrokontroléry sa vyznačujú RISC architektúrou (Reduced instruction set – Redukovanou inštrukčnou sadou).[28] Tieto mikrokontroléry boli vyvinuté predovšetkým pre nízkoúrovňový programovací jazyk C.

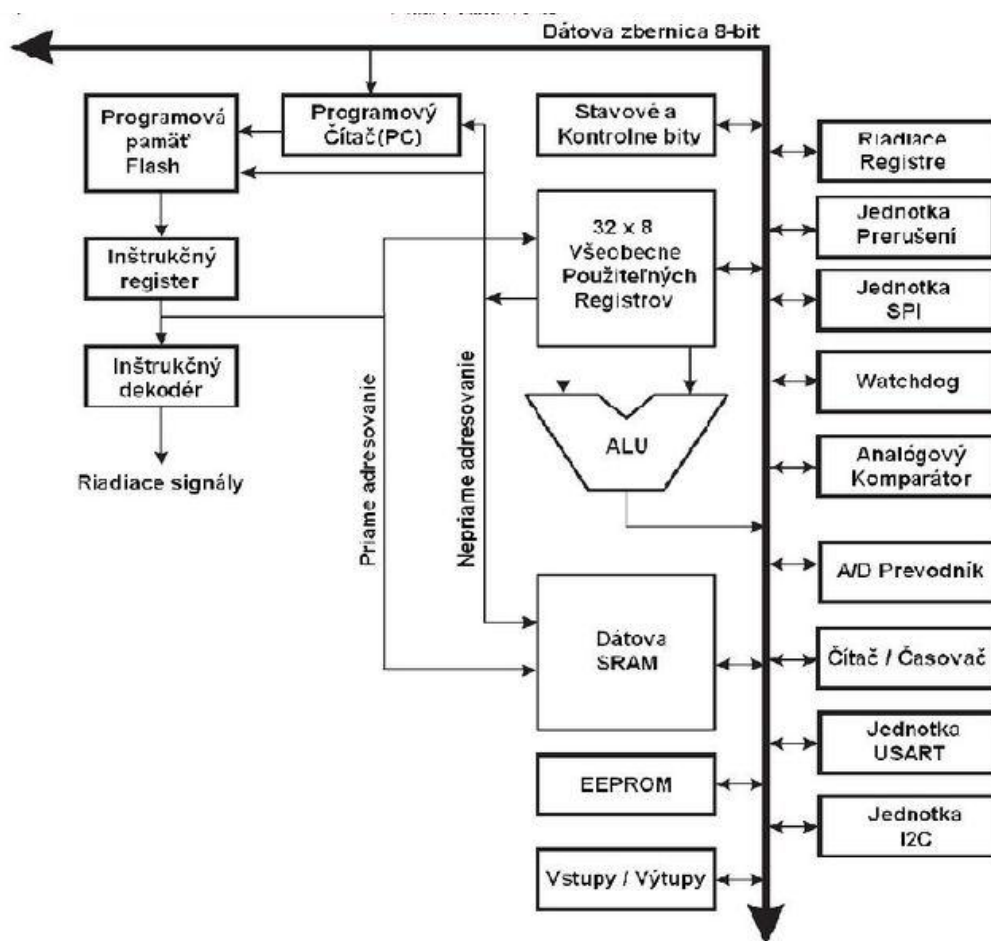
Oproti klasickým mikrokontrolérom 8051 je zväčšená šírka inštrukčného slova na 16 bitov. To umožňuje zrýchlenie načítavania inštrukcií. Pre zníženie počtu hodinových taktov potrebných k vykonaniu väčšiny inštrukcií na dva takty, je prepojená ALU (aritmetickologickej jednotky) s 32 pracovnými registrami.

Vďaka tomu, že si inštrukcia vystačí s jedným slovom, je možné využiť jednoduchého prekrývania inštrukcií (pipelining). [28] Toto prekrývanie spôsobuje, že v okamžiku dekódovania a vykonávania jednej inštrukcie dochádza k súčasnému nahrávaniu nasledujúcej inštrukcie. Počet hodinových taktov potrebných na vykonanie inštrukcie typu register-register sa tým znížil na jeden hodinový takt.

Mikrokontrolér typu AVR poskytuje až 12x vyšší výpočtový výkon, pri rovnakom hodinovom kmitočte, ako klasický mikrokontrolér 8051.

Mikrokontroléry AVR sú Harvardského typu (oddelená pamäť pre program a dáta). Na čípe sú však implementované tri typy pamätí. Pamäť typu Flash má šírku 16 bitov a je využitá pre uloženie programu. Pamäť SRAM má šírku 8 bitov, a je využívaná pre ukladanie dát. Nakoniec pamäť EEPROM slúži pre odkladanie dát, ktoré je potreba zachovať i pri odpojení napájacieho napätia. Prístup do EEPROM sa zaisťuje nastavením príslušných registrov a komunikácia s ňou je pomalšia. [28]

Jadro AVR sa skladá z 32 rovnakých 8 bitových registrov, slúžiacich pre uloženie, ako adresy, tak aj dát. Tieto registre sú prepojené priamo s ALU a práca s nimi zaberá len jeden strojový cyklus. Vďaka jej adresácii v rozmedzí 0H až 1FH je k nim zjednodušený programový prístup. [28]



Obr. 22 Všeobecná architektúra mikrokontroléra rady AVR [28]

3.2.2 ARM

Mikrokontrolér rady ARM je informačných technológiách 32bitová mikroprocesorová architektúra typu RISC vyvinutá firmou ARM Limited, ktorá sa využíva v mnohých vstavaných systémoch. Vďaka svojim energeticky úsporným vlastnostiam sa procesory ARM používajú hlavne v mobilnom odvetví spotrebnej elektroniky, kde je malá spotreba energie veľmi dôležitá. Prvý mikroprocesor s architektúrou ARM bol navrhnutý firmou ARM Limited v roku 1984. [28]

4 ARDUINO

V roku 2005 v Taliansku v meste Ivrea vznikol projekt, ktorého cieľom bolo vytvoriť jednoduchú prototypovaciu platformu pre študentov, ktorá by umožňovala rýchly vývoj a jednoduché používanie. Projekt zaznamenal veľký úspech. Zakladatelia tento projekt nazvali po Arduinovi Ivrajskom, čo bola jedna z historicky významných postáv mesta.

Arduino je open-source, voľne dostupná všetkým užívateľom, ktorí ju chcú používať, či vylepšovať, výpočtová platforma založená na jednoduchej doske plošných spojov s jednoduchým mikrokontrolérom a vývojovým prostredím, pre vytváranie softvéru. Dokumentácie a všetky referenčné príručky jazyka a externých knižníc je zväčša vydávaná pod licenciou Creative Commons. Vďaka tomu sú všetky zdrojové súbory dostupné a existuje aj určitá kompatibilita.

Platforma Arduino je založená na mikrokontroléroch ATmega, od firmy Atmel, a grafickom vývojovom prostredí (IDE).

Arduino môže byť použité na vytvorenie samostatných interaktívnych objektov, pričom vstupmi môžu byť rôzne spínače a senzory a môžu ním byť ovládané rôzne fyzické výstupy ako svetlá, motory, apod. Arduino môže bežať samostatne alebo môže komunikovať so softvérom, ktorý beží na inom počítači (napr. Macromedia Flash, MaxMSP).

Samotnú dosku plošného spoja Arduino je možné zostaviť ručne alebo si zakúpiť ju už zostavenú. Schémy a návrh plošných spojov sú voľne dostupné. Taktiež open-source IDE je možné stiahnuť zadarmo priamo na stránkach.

4.1 Výhody Arduina

Existuje mnoho ďalších platforiem, ktoré sú k dispozícii pre fyzikálne výpočty. Napríklad Parallax Basic Stamp, Phidgets, Handyboard, ktoré ponúkajú podobnú funkčnosť ako Arduino. Arduino sa, oproti nim, snaží prácu s mikroprocesormi a mikrokontrolérmi zjednodušiť, a ponúka rôzne výhody pre učiteľov, študentov a zainteresovaných amatérov.

- **Cena** – Arduino dosky sú relatívne lacné v porovnaní s ostatnými platformami. Najlacnejšie verziou je zostaviť si Arduino ručne, avšak aj u ostatných už zmontovaných modulov stojí Arduino menej ako 50 dolárov.
- **Cross-platform (Multiplatformný)** – softvér Arduino je možné používať na systémoch Windows, Macintosh OSX, aj operačných systémoch Linux. Väčšina ostatných systémov je obmedzená na používanie pod operačným systémom Windows.
- **Jednoduché a jasné programovacie prostredie** – prostredie pre programovanie Arduina je ľahké pre použitie začiatočníkom, ale aj dosť pokročilým užívateľom.
- **Open-source a rozšíriteľný softvér** – softvér Arduino je verejný, dostupný a rozšíriteľný, prostredníctvom skúsených programátorov. Jazyk je možné rozšíriť pomocou C++ knižnice. Technické detaily možno pochopiť pomocou programovacieho jazyka AVR C, na ktorom je založený.
- **Open-source a rozšíriteľný hardware** – Arduino je založené na mikrokontroléroch ATmega od firmy Atmel. Schémy modulov sú zverejňované pod licenciou Creative Commons, takže si skúsení užívatelia môžu urobiť vlastnú verziu modulu, ktorá bude rozšírená a vylepšená o ich vlastné nápady. U menej skúsených užívateľov táto možnosť šetrí peniaze a vytvára u nich možnosť k lepšiemu pochopeniu funkčnosti modulu.

Arduino sa snaží byť čo najviac cenovo dostupné, a z dôvodu jeho veľkej univerzálnosti, je Arduino často vyhľadávané domácimi kutilami, ale aj veľkými firmami. Možnosti jeho využitia sú rozsiahle, preto začína byť čoraz viac rozšírené aj vo svete. Začína vznikať čoraz viac webových stránok, ktoré sa venujú práci s Arduino.

Projekt Arduino získal v roku 2006 ocenenie na Prix Ars Electronica v kategórii digitálnych komunít.

Alternatívnymi programami k programu Arduino je napríklad FreeDuino, či Arduelo Libero. Arduelo Libero, je český klon, ktorý vychádza z projektu Arduino Diecimila. Od Arduina sa líši predovšetkým názvom a niekoľkými drobnými úpravami, ktoré však na funkčnosť nemajú žiaden vplyv. Ide prevažne o odlišné rozmiestnenie súčiastok. Veľkosť dosky plošných spojov však ostala nezmenená. Arduelo rovnako ako Arduino je voľne k dispozícii vrátane výrobných podkladov.

4.2 Arduino AtHeart

Arduino AtHeart je program určený pre pracovníkov a spoločnosti, ktoré chcú, aby ich výrobky boli ľahko rozpoznateľné, že pracujú na báze technológie Arduino. Program je k dispozícii pre akýkoľvek produkt, ktorý obsahuje mikroprocesor, ktorý je v súčasnosti podporovaný vývojovým prostredím Arduino.

4.3 Výhody AtHeart

- Súčasť komunity ľudí pracujúcich s touto platformou.
- Logo Arduino AtHeart na výrobku, ktoré jasne ukazuje, že produkt je založený na technológii Arduino.
- Stránky na webe popisujúce dané výrobky Arduino s odkazmi na dokumentácie, tutoriály akékoľvek iné marketingové materiály.
- Zjednodušenie pre koncového užívateľa, ktorý potrebuje len micro-usb kábel a Arduino IDE.
- Zapojenie sa do marketingových aktivít Arduino.
- Možnosť uverejňovania noviniek a aktualizácií o užívateľmi vytvorených produktoch cez oficiálne účty Arduino.

4.4 Podmienky programu AtHeart

Pre účasť v programe Arduino AtHeart musia spoločnosti a pracovníci splniť určité požiadavky.

- Zaplatenie malého poplatku za licencie pre značku Arduino AtHeart.
- Program sa vzťahuje na hotové výrobky, ako budíky, hodinky, hračky, svetlá, rádia, apod., ktoré sú vyvinuté na bázy Arduino.
- Arduino klonu sa z programu vylučujú (dosky, ktoré sú priame kópie oficiálnych Arduino dosiek).



Obr. 23 Logo programu Arduino AtHeart [38]

4.5 Produkty

Arduino ponúka širokú škálu produktov. Jedná sa predovšetkým o dosky plošných spojov, ktoré tvoria základ, ďalej ide o takzvané štíty (shields), pomocou ktorých je možné Arduino rozšíriť o ďalšie užitočné funkcie, ako napríklad možnosť pripojenia k internetu, či možnosť ovládania jednosmerných motorov. Okrem toho spoločnosť Arduino ponúka začiatnícky set, ktorý je vhodný prevažne pre začínajúcich užívateľov. Set obsahuje mnoho súčiastok potrebných pre navrhovanie najrôznejších projektov. V neposlednej rade Arduino ponúka aj príslušenstvo ako napríklad LCD display, ktorý je možné pripojiť k doske Arduino a pomocou neho vypisovať jednoduchšie textové údaje.

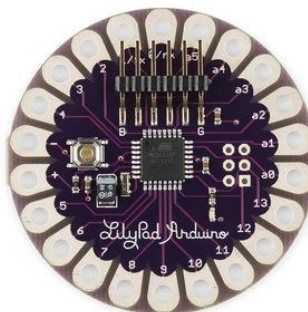
Všetky tieto produkty je možné si objednať priamo z oficiálnych webových stránok Arduino.

4.5.1 Dosky plošných spojov

Dosky Arduino obsahujú mikrokontroléry od firmy Atmel rady AVR a množstvo ďalších podporných obvodov. Na doskách býva zväčša niekoľko LED, tlačidlo pre Reset, konektory pre ICSP programovanie, napájací konektor, oscilátor a obvod, ktorý sprostredkúva komunikáciu po USB.

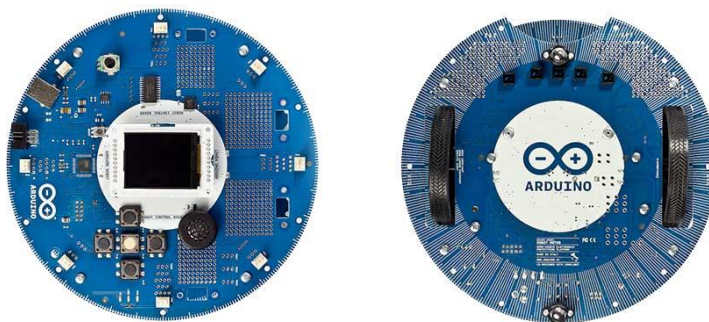
4.5.1.1 Príklady dosiek Arduino

- ❖ **LilyPad Arduino** – ide o dosku mikrokontroléra, ktorá je určená pre použitie do textílií. Môže byť vsiatá do tkaniny, podobne ako aj ďalšie súčasti, ako je zdroj, senzory a akčné členy. Doska je založená na mikroprocesore ATmega168V alebo ATmega328V.



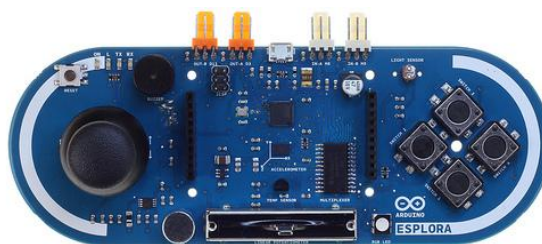
Obr. 24 Arduino LilyPad pohľad zhora [38]

- ❖ **Arduino Robot** – ide o prvé oficiálne Arduino na kolesách. Robot má dva procesory a dve dosky. Každý procesor je umiestnený na jednej doske. Jedna doska „*Motor Board*“ riadi motory, druhá doska „*Control Board*“ číta údaje zo senzorov a rozhoduje o ich funkcii. Každá z týchto dosiek je plne programovateľná pomocou Arduino IDE.



Obr. 25 Arduino Robot pohľad zhora (vľavo) a pohľad zdola (vpravo) [38]

- ❖ **Arduino Esplora** – mikrokontrolér Arduino Esplora vychádza z dosky Leonardo. Narozdiel od ostatných dosiek, obsahuje množstvo vstavaných senzorov, vrátane joysticku, slideru, akcelerometra, teplotného senzoru, mikrofónu a svetelného senzoru, navyše obsahuje aj zvukové a svetelné výstupy.



Obr. 26 Arduino Esplora pohľad zhora [38]

- ❖ **Arduino Tre** – ide o pripravovanú dosku Arduino, čoskoro dostupné a zároveň ide o prvú dosku Arduino vyrábanú v USA. Vďaka 1 GHz procesoru Sitara AM335x, bude 100 krát výkonnejší ako Arduino Uno, či Arduino Leonardo. [38] To bude umožňovať vytvárať pokročilé linuxové aplikácie. Bude možné vytvárať vysoko výkonné aplikácie, napríklad pre 3D tlačiarne, pre automatizáciu brán a osvetlenia

v budovách, telemetriu uzlov, zber dát z okolitých bezdrôtových a ostatných pripojených senzorov, ktoré vyžadujú riadenie hostiteľa, a to všetko v reálnom čase.



Obr. 27 Arduino Tre [38]

4.5.2 Shieldy

Každá doska Arduina má väčšinu I/O pinov prístupných cez precízne patice, do ktorých sa jednoducho pripájajú ďalšie obvody, tieto obvody sa nazývajú *Shieldy*.

4.5.2.1 Príklady Shieldov Arduino

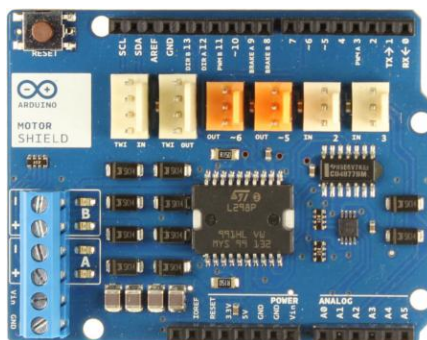
- ❖ **Arduino GSM Shield** – tento shield umožňuje pripojenie Arduina k internetu pomocou bezdrátovej siete GPRS. Je potrebné pripojiť tento modul na dosku Arduino a zapojiť SIM kartu, ktorej poskytovateľ ponúka GPRS pokrytie. Takto je možné prijímať a zasielať SMS, a pri použití externého reproduktora a mikrofónu je možné aj prijímať a vysílať hlasové hovory.



Obr. 28 Arduino GSM Shield [38]

- ❖ **Arduino Ethernet Shield** – štít (shield) umožňuje pripojenie dosky Arduino k internetu.
- ❖ **Arduino Wifi Shield** – tento shield umožňuje pripojenie dosky Arduino k internetu bezdrôtovo (802.11).

- ❖ **Arduino Motor Shield** – štít (shield) umožňuje využívať dosku Arduino k riadeniu jednosmerných motorov. Arduino Motor Shield R3 dokonca umožňuje riadiť dva jednosmerne napájané motory, ovládať ich rýchlosť a smer otáčania.



Obr. 29 Arduino Motor Shield [38]

4.5.3 Arduino Kits

Okrem samotných dosiek a shieldov ponúka Arduino aj takzvaný štartovací kit, ktorý určený pre začiatočníkov, ktorí nemajú s Arduino skúsenosti. Tento set obsahuje výber najčastejšie používaných a užitočných elektronických súčiastok spolu s knihou, ktorá obsahuje celkom 15 projektov, počítajúc základmi elektroniky, až po zložitejšie projekty. Súčasťou setu sú napríklad: tlačidlá, LED viacerých farieb, USB kábel, základová doska Arduino UNO, prepojovacie káble, potenciometer, optočleny, kondenzátory, malý servomotor, tranzistory, odpory a mnoho ďalších užitočných súčiastok.



Obr. 30 Štartovací set od spoločnosti Arduino [38]

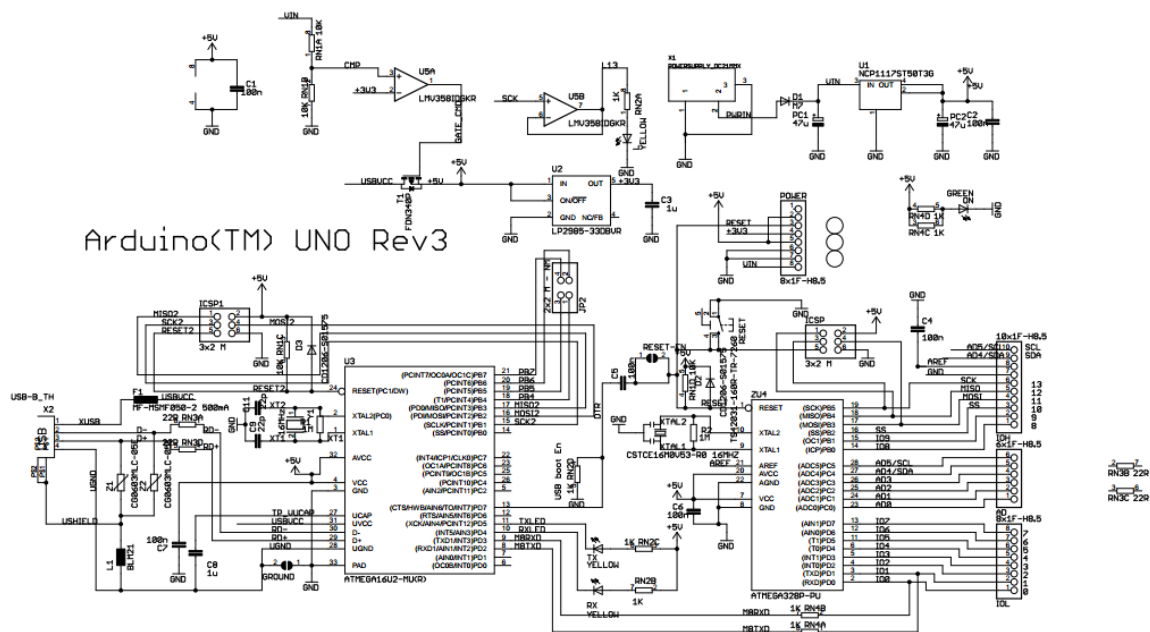
5 ARDUINO UNO

Arduino Uno je založené na mikrokontroléry ATmega328, má 14 digitálnych vstupných/výstupných pinov (z toho 6 môže byť využitých ako PWM výstupy), 6 analógových vstupov, 16 MHz keramický rezonátor, napájací konektor, pripojenie cez USB, hlavičky ICSP a tlačidlo reset. Arduino Uno je možné jednoducho pripojiť k počítači pomocou kábla USB, a obsahuje prakticky všetko, čo je potrebné na programovanie a samotné jeho využívanie.

Slovo „UNO“ v talianskom jazyku znamená jedna, tak je pomenovaná verzia Arduino 1.0, čo je referenčná verzia Arduino.

5.1 Technické parametre

5.1.1 Schéma



Obr. 31 Technická schéma Arduino Uno [38]

5.1.2 Napájanie

Arduino Uno môže byť napájané cez USB pripojenie, alebo cez externý zdroj energie. [38] U dosky Arduino Uno je zdroj energie volený automaticky.

Externé napájanie, teda nie cez USB, môže byť buď z adaptéra AC-DC, alebo z batérie. Adaptér je pripojený cez konektor o priemere 2,1 mm, kde kladný pól je umiestnený v strede konektora.

Doska Arduino Uno je schopná pracovať na externom napájaní 6-20 V. Avšak pri dodávke menej ako 7 V, môže byť doska nestabilná. Naopak pri používaní viac ako 12 V, sa v niektorých prípadoch môže regulátor napätia prehriať, a tým môže dosku poškodiť. Preto odporúčaný rozsah napätia je 7-12 voltov.

Arduino Uno obsahuje tie napájacie piny:

- VIN – Vstupné napájanie dosky Arduino, ak je použitý externý zdroj napájania (narozdiel od 5 V z USB napájania alebo iných regulovaných napájacích zdrojov). V prípade externého napájania je napájanie prístupné cez tento pin.
- 5V – pin poskytujúci na výstupe regulované napätie 5 V.
- 3V3 – napájanie 3,3 V generované regulátorom na doske Arduina. Maximálny prúdový odber je 50 mA.
- GND – pin pre uzemnenie.
- IOREF – poskytuje referenčné napätie, s ktorým pracuje mikroprocesor. Správne nakonfigurovaným shield môže prečítať napätie na pine IOREF a môže byť tak byť vybraný vhodný zdroj napájania.

5.1.3 Pamäť

Mikroprocesor ATmega328 má pamäť 32 kB (s 0,5 Kilobajtmi použitými pre bootloader). Má ešte 2 kB SRAM a 1 kB EEPROM (ktorá môže čítať a zapisovať do knižnice EEPROM).

5.1.4 Vstupy a výstupy

Arduino Uno obsahuje **14 digitálnych pinov**. Každý z týchto 14 pinov môže byť použitý ako vstup alebo výstup. Slúžia na to funkcie pinMode(), digitalWrite() a digitalRead(). Pracujú na 5 voltoch.[38] Každý pin môže poskytovať alebo prijímať maximálne 40 mA, a má interný pull-up rezistor, ktorý je v predvolenom nastavení odpojený, na 20-50 kOhm. Okrem toho majú niektoré piny špecializované funkcie:

- ❖ **Serial: 0 (RX) a 1 (TX)** – Používa sa pre príjem (RX) a prenos (TX) sériových dát TTL. Tie sú pripojené so zodpovedajúcimi pinami Atmega8U2 USB-to-TTL Serial čip.

- ❖ **Externé prerušenie: 2 a 3** – Tieto piny môžu byť konfigurované na spustenie prerušenia na nízku hodnotu, stúpajúcu alebo klesajúcu hranu, ale na zmenu hodnoty. Slúži k tomu funkcia `attachInterrupt()`.
- ❖ **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, 11** – Poskytujú 8-bitový výstup PWM s pomocou funkcie `analogWrite()`.
- ❖ **SPI 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK)** – tieto piny podporujú SPI komunikáciu s použitím knižnice SPI.
- ❖ **LED: 13** – na 13 pine je vstavané pripojenie LED. Keď je na pine hodnota HIGH, LED svieti, pri hodnote LOW, nesvieti.

Ďalej Arduino Uno má 6 analógových vstupov s označením A0 až A5, z ktorých každý poskytuje 10 bitové rozlíšenie (1024 rôznych hodnôt). V predvolenom nastavení sa meria až 5 voltov od zeme, avšak hornú hranicu rozsahu je možné zmeniť použitím pinu AREF a funkciou `analogReference`. Niektoré analógové piny majú špecializované funkcie:

- ❖ **TWI: A4 alebo SDA pin a A5 alebo SCL pin** – použitie komunikačnej podpory TWI, knižnica `Wire`.

Ďalšie piny, ktoré Arduino Uno obsahuje:

AREF – referenčné napätie pre analógové vstupy. Používaná funkcia `analogReference()`.

Reset – reset mikrokontroléra.

5.1.5 Komunikácia

Arduino Uno je schopné komunikovať s počítačom, ďalším Arduino, či iným mikrokontrolérom. ATmega328 poskytuje UART TTL (5 V) sériovú komunikáciu, ktorá je k dispozícii na digitálnych pinoch 0 (RX) a 1 (TX).

Pri sériovej komunikácii cez USB k počítači, sa zobrazuje ako virtuálny port COM. Výhodou je, že firmware používa štandardné ovládače pre USB a COM, a preto nie je potrebné inštalovať žiadne ďalšie externé ovládače. Okrem toho Arduino obsahuje tzv. Serial Monitor, pomocou ktorého je možné zobrazovať jednoduché textové údaje, ktoré majú byť poslané cez Arduino na dosku. Počas prenosu dát prostredníctvom USB, budú na doske blikáť LED RX a TX.[38] Sériovú komunikáciu na digitálnych pinoch zabezpečuje knižnica s anglických označením „*SoftwareSerial library*“.

Okrem toho ATmega328 podporuje aj I2C (TWI) a SPI komunikáciu. Pre zjednodušenie používania I2C zbernice obsahuje software Arduino knižnicu „*Wire library*“ a pre SPI komunikáciu knižnicu „*SPI library*“.

5.1.6 Rozmery

Maximálna dĺžka a šírka PCB Arduina Uno je 2,7 x 2,1 palca, čo v metrických jednotkách odpovedá veľkosti 6,9 x 5,3 centimetra.



Obr.32 Arduino Uno [38]

5.1.7 Prehľad technických parametrov

Mikrokontrolér	ATmega328
Prevádzkové napätie	5 V
Vstupné napätie (Odporúčané)	7-12 V
Vstupné napätie (Obmedzenia)	6-20 V
Digitálne I/O piny	14 (z toho 6 poskytuje PWM výstup)
Analógové vstupné piny	6
DC prúd I/O pin	40 mA
DC prúd pre 3,3 pin	50 mA
Flash pamäť	32 kB (ATmega328), z toho 0,5 kb používa bootloader
SRAM	2 kB (ATmega328)
EEPROM	1 kB (ATmega328)
Taktovacia frekvencia	16 MHz

Tab. 2 Technické parametre Arduino Uno

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

6 VÝBER

Pri pokročilom osvetlení interiéru automobilu, je potrebné osvetlenie riadiť a docieľiť, aby reagovalo na vonkajšie podnety a zmeny. Aby bolo možné osvetlenie ovládať, je potrebné vybrať vhodný mikrokontrolér. Mikrokontrolér je jednočipový počítač, ktorý je určený pre špecifikované koncové aplikácie. Preto sa mikrokontroléry vyrábajú v širokom sortimente výkonov a veľkostí. Zároveň sa tým zabezpečí zjednodušenie a hlavne zlacnenie návrhu riadiaceho hardwaru.

Aby bol návrh čo najjednoduchší a zároveň spĺňal požiadavky spojené s riadením osvetlenia interiéru automobilu, bol vybraný ako najvhodnejší mikrokontrolér od firmy Arduino, typ Arduino Uno.

Mikrokontrolér Arduino Uno spĺňa všetky potrebné požiadavky, je jednoduchý, obsahuje 14 digitálnych pinov, kde každý z nich môže fungovať ako vstup alebo výstup. Dôležité sú najmä analógové piny 3, 5, 6, 9, 10 a 11, ktoré umožňujú PWM moduláciu. Vďaka nim je možné svetlo plynule rozsvetľovať a zhasínať.

Ďalšou výhodou mikrokontroléru od firmy Arduino, je jeho vysoká dostupnosť, a množstvo návodov na jeho programovanie v slovenskom, či českom jazyku. Zároveň je programovací jazyk Arduino vcelku jednoduchý a podobný jazyku C. Všetko potrebné pre programovanie je voľne dostupné, softvér, návody, knižnice.

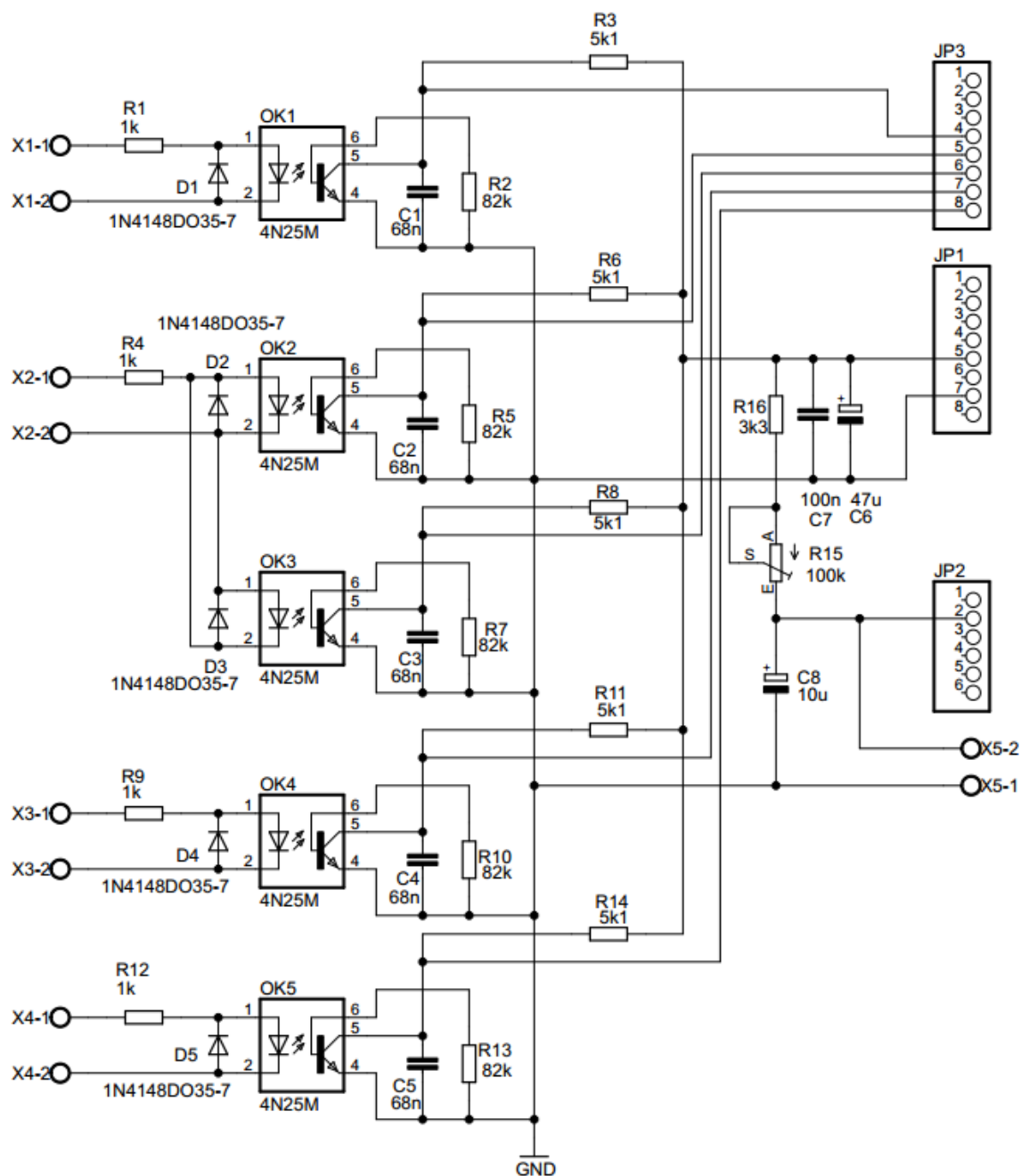
Pre samotné osvetlenie interiéru automobilu boli vybrané dva LED pásy, tvorené tromi LED od firmy Atarion, s. r. o. Napájacie napätie týchto pásov je 12 V a výkon 0,72 W. Vďaka tomu ich je možné napájať priamo z autobatérie. Avšak pre model, ktorý nie je umiestnený v automobile, bolo nutné zakúpiť adaptér na prevod napätia z bežnej zásuvky (200 – 240 V) na 12 V.

Vybrané LED pásy, však nie je možné priamo pripojiť k doske Arduino, preto bolo potrebné navrhnuť štít, ktorý slúži na prepojenie medzi doskou Arduino Uno a LED pásmi.

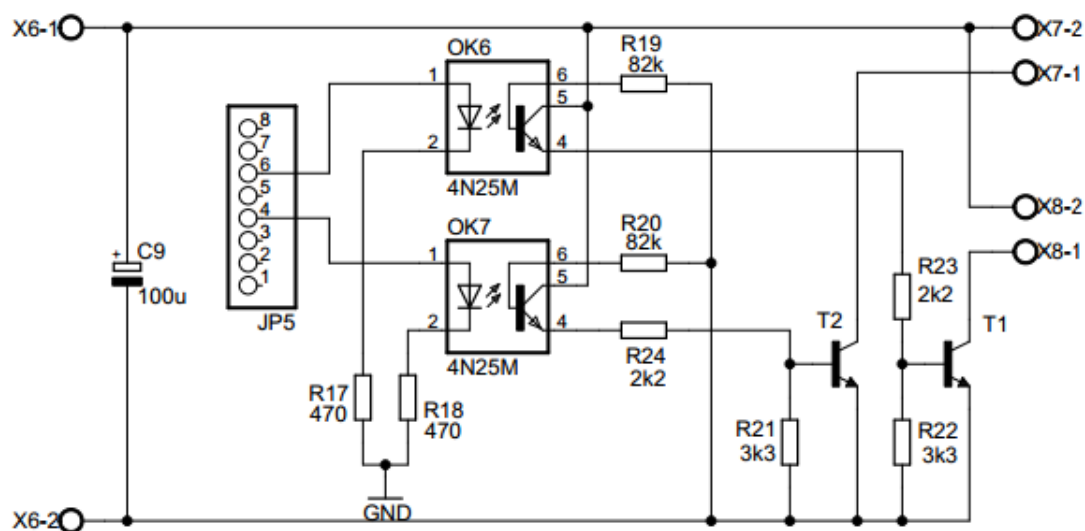
7 ZOSTAVENIE

Vzhľadom na to, že vybrané LED pásy nie je možné pripojiť priamo k doske Arduino, bolo potrebné zostaviť Shield. Ide o určitú nadstavbu pre dosku Arduino. Tento shield slúži ako prepojenie medzi doskou Arduino a použitým LED pásmi.

7.1 Schéma navrhnutého Shieldu



Obr. 33 Schéma vstupov shieldu

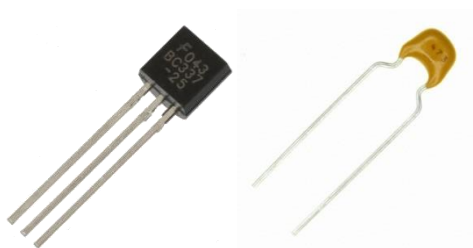


Obr. 34 Schéma výstupov shieldu

Na vyššie zobrazených schémach sú uvedené elektrické zapojenia jednotlivých súčiastok.

Použité súčiastky:

- rýchlo spínajúce diódy 1N4148
- rezistory (470, 1k, 82k, 100k, 2k2, 3k3, 5k1)
- optočleny 4N35
- kondenzátory (68n, 100n, 47u, 10u, 100u)
- svorkovnice (rozteč 5 mm)
- tranzistory bc 337
- pinová lišta



Obr. 35 Tranzistor bc337 a kondenzátor 47u [40,41]

7.2 Popis Shieldu

Shield je v podstate obojstranne osadená doska vybranými súčiastkami, ako sú optočleny, rezistory, kondenzátory a rýchlo spínané diódy.

Najdôležitejšími súčiastkami na vytvorenom shielde sú podľa mňa optočleny, ktoré zaisťujú galvanické oddelenie riadiaceho a riadeného obvodu. Toto galvanické oddelenie slúži na oddelenie dvoch rozdielnych elektrických sietí a zároveň na ochranu riadiaceho procesora.

Riadiaci signál z elektrickej siete auta sa do vstupov mikroprocesora dostáva cez optočlen, ktorý sa privádza na infračervenú diódu cez ochranný (obmedzovací) odpor o veľkosti 1K. Druhá dióda pripojená antiparalelne k infračervenej dióde je blokovacia dióda.

Druhá časť optočlena, ktorú tvorí NPN tranzistor je využitá na privádzanie signálu do vstupu mikroprocesoru. Ide o základné zapojenie tranzistora so spoločným emitorom. Z kolektora tranzistora je vyvedený výstup, na ktorom pri zopnutí tranzistora je logická nula, a v prípade rozopnutia tranzistora logická jednotka.

Ďalej sa tu nachádza záťažový odpor R3 a blokovací kondenzátor medzi kolektorom a emitorom, ktorý slúži proti rušeniam. Odpor umiestnený medzi bázou a mínusom je kvôli rozpínaniu tranzistora. Rovnakým spôsobom sú zapojené všetky vstupy.

Je tu ešte analógový vstup od fotoodporu, ktorý je zapojený do externých svoriek X5 a vstupom je napätie z deliča, ktorý tvorí fotoodpor a odpor 3k3 s trimrom 100k. Týmto deličom sa nastavuje stredné napätie, a tým aj hraničnú úroveň pre vonkajšie osvetlenie. Pri analógovom vstupe je hodnota napätia v hodnotách od 0 po 255, čo znamená 256 úrovní.

Kondenzátor 10u zapojený paralelne za fotoodpor je filtračný, to znamená, že ak sa mení príliš rýchlo hodnota fotoodporu, tak kondenzátor spomaľuje, nekmitá hodnota napätia na fotoodpore.

Ďalej sa tu nachádza blokovací kondenzátor 100n, filtračný 47u, ktoré slúžia na stabilizáciu napájania, vyrovnávajú výkyvy pri rôznych odberoch.

Pri vstupoch z procesora do elektrickej siete automobilu sú podobne použité optočleny, ktoré sú zapojené rovnako ako aj optočleny pre vstupy. Rozdiel je, že v tomto

prípade sa emitorový vstup zosilňuje pomocou ďalšieho tranzistora z dôvodu väčšieho prúdového zaťaženia osvetľovacích LED pásov.

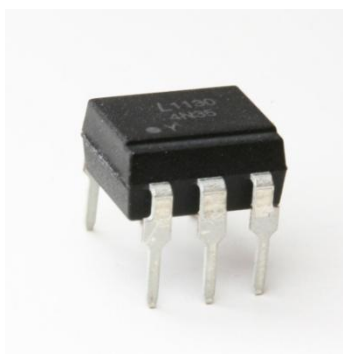
Kondenzátor 100u je filtračný, a slúži k stabilizácii napájania z elektrickej siete automobilu.

Odpor 470 je ochranný (obmedzovací) z digitálneho výstupu. Nie je tu blokovácia dióda, pretože je tu malá pravdepodobnosť vzniku zákmitov. Odpor 82K tu je umiestnený pre lepšie rozopnutie tranzistora a odpory 2k2 a 3k3 tvoria delič pre bákové napätie pre prídavný tranzistor. LED pásy na svorkách X7 a X8 sú záťaže na kolektoroch tranzistorov (vstup).

Vrchnú časť shieldu môžeme rozdeliť na niekoľko fiktívnych častí, kde každá časť zastáva určitú úlohu. Týchto častí je šesť, kde päť častí sa stará o jednotlivé vstupy, ako sú otvorené/zatvorené pravé dvere, otvorené/zatvorené ľavé dvere, celkové zamknutie automobilu, snímanie zapalovania a snímanie intenzity okolitého svetla. Poslednou šiestou časťou je pinová lišta, ktorá zabezpečuje prepojenie dosky shieldu s doskou Arduino.

Dolná časť shieldu predstavuje výstupy, ktorými sú dva LED pásy, tvorené tromi luminiscenčnými diódami s vysokou svietivosťou.

Aby bolo možné simulovať jednotlivé situácie, ktoré môžu nastať, sú k shieldu pripojené štyri dvojpolohové tlačidlá. Pomocou týchto tlačidiel je možné simulovať zamykanie a odomykanie dverí, otváranie a zatváranie ľavých a pravých dverí, a stav zapalovania.



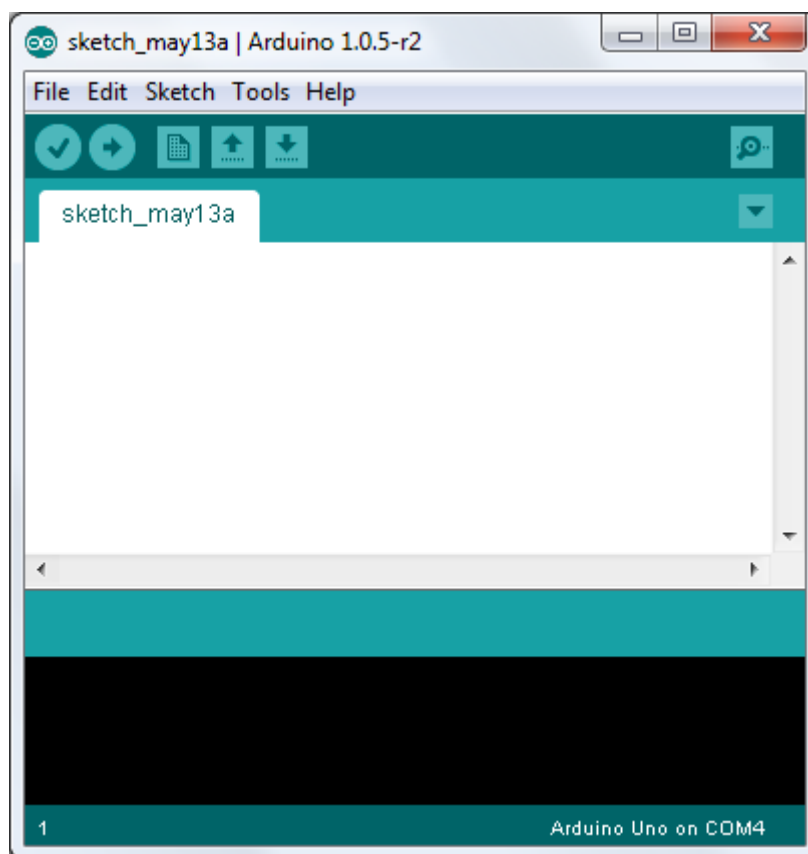
Obr. 36 Optočlen 4N35 [39]

8 PROGRAMOVANIE

Najskôr bolo potrebné zoznámiť sa s prostredím programovania, a so samotným programovacím jazykom, jeho funkciami, používanými premennými a štruktúrami.

8.1 Popis prostredia

Vývojové prostredie Arduino je veľmi jednoducho a stroho navrhnuté. IDE vďaka Jave vyzerá na všetkých operačných systémoch takmer rovnako. Je možné si vybrať z viacerých svetových jazykov, avšak český či slovenský jazyk sa v ponuke nenachádza. Prostredie je možné rozdeliť do niekoľkých častí.



Obr. 37 Prostredie Arduino

Prvou dôležitou časťou prostredia je **hlavné menu**, ktoré obsahuje voľby File, Edit, Sketch, Tools a Help.

- **File** – táto voľba umožňuje uloženie projektu, otvorenie stávajúceho projektu, vytvorenie nového projektu, otvorenie príkladov, tlač, nastavenia a ukončenie.

- **Edit** – pomocou tejto voľby je možné upravovať texty, kopírovať, vkladat', či vyhľadávať určitý text v kóde.
- **Sketch** – voľba „Sketch“ predstavuje voľbu „Project“ v iných vývojových prostrediach. Pomocou tejto voľby je možné sketch verifikovať, či doň vložiť novú knižnicu.
- **Tools** – voľba „Tools“ obsahuje možnosti nastavenia portov pre Arduino, výber konkrétneho typu, spustenie „Serial Monitoru“.
- **Help** – obsahuje informácie o software Arduino.

Ďalšou časťou je lišta pod hlavným menu obsahujúca 5 tlačidiel, ktoré zjednodušujú a urýchľujú prácu pri vývoji nového programu. Prvé tlačidlo zľava „Verify“ slúži na verifikáciu, preklad, napísaného kódu, ďalšie tlačidlo, „Upload“, slúži pre nahratie kódu do Arduina. Nasledujúce tri tlačidlá súvisia s prácou so sketchom, ide o vytvorenie nového sketchu, tlačidlo „New“, o otvorenie už existujúceho sketchu „Open“, a o uloženie sketchu „Save“. Posledné tlačidlo, nachádzajúce sa na pravej strane lišty slúži pre spustenie monitoru sériového rozhrania „Serial Monitor“.

Najväčšiu časť tvorí pracovná plocha, do ktorej je vpisovaný vývojový kód. Pod touto plochou sa nachádza oblasť, v ktorej je vyobrazený priebeh verifikácie a prípadné chyby v programe.

8.2 Programovací jazyk

Programovací jazyk Arduino vychádza z programovacieho jazyka Wiring, ktorý je veľmi podobný na programovací jazyk C/C++. Rozdiely medzi týmito jazykmi sú minimálne. Je navrhnutý pre maximálnu jednoduchosť a zrozumiteľnosť pre programátora. Samotné programy Arduino je možné rozdeliť do troch hlavných častí: štruktúry, hodnoty (premenné a konštanty) a funkcie.

8.2.1 Štruktúry

- **setup ()** – funkcia je volaná pri spustení sketchu. Používa sa k inicializácii premenných, priradeniu pin módov a pre spustenie používania knižníc. Funkcia `setup ()` je spúšťaná len raz, a to pri zapnutí napájania alebo pri resete dosky Arduino.

- **loop ()** – funkcia sa využíva k aktívnemu riadeniu dosky Arduino, je spúšťaná opakovane v slučke, a umožňuje tak program meniť a reagovať na zmeny.

Riadiace štruktúry:

Riadiace štruktúry v programovacom jazyku Arduino majú podobné funkcie ako ich použite v iných vyššie uvedených jazykoch.

- **if** – používa sa v spojení s porovnávacím operátorom, ktorý testuje, či bolo dosiahnutých určitých podmienok. Pri splnení podmienky program vykoná určitú akciu, v opačnom prípade kód umiestnený uprostred tejto funkcie bude preskočený. V podmienke je možné použiť viacero operátorov.

Operátory porovnania:

<code>x == y</code>	x sa rovná y
<code>x != y</code>	x sa nerovná y
<code>x < y</code>	x je menšie ako y
<code>x > y</code>	x je väčšie ako y
<code>x <= y</code>	x je menšie alebo rovné y
<code>x >= y</code>	x je väčšie alebo rovné y

- **if / else** – v porovnaní so základným if, umožňuje väčšiu kontrolu nad tokom kódu. V prípade nesplnenia prvej podmienky, bude vykonaný kód umiestnený v zátvorkách za else. Ďalej je možnosť použitia else if, kde môže byť pridaná ďalšia podmienka pre porovnanie. V jazyku Arduino nie je počet použitých vetiev else if obmedzený.
- **for** – používa sa pre opakovanie bloku príkazov uzavretých do zložených zátvoriek. Pre ukončenie tejto slučky sa používa počítadlo, ktoré sa pri každom cykle zvýši, kým je splnená podmienka.
- **switch case** – podobne ako if riadi tok programu tým, že je možné zadať iný kód, ktorý by mal byť spustený v rôznych podmienkach. Switch porovnáva hodnotu

premennej s hodnotou case, ak sa zhodujú, je spustený kód daného case. Pre ukončenie je používaný príkaz break.

- **while** – v tomto prípade slučka nepretržite plynie, až kým podmienka nie je splnená. Aby bola slučka ukončená, musí sa niečo zmeniť, a opačnom prípade môže slučka plynúť donekonečna.
- **do...while** – slučka pracuje rovnako ako u while, s rozdielom, že podmienka je testovaná až na konci slučky, tým slučka vždy prebehne najmenej raz.
- **break** – používa sa na ukončenie cyklu for, while a k opusteniu príkazu switch.
- **return** – ukončuje funkciu, a ak je to žiaduce, tak vracia hodnotu z funkcie.

8.2.2 Premenné a konštanty

Pri programovaní v jazyku Arduino sa využívajú premenné rôznych dátových typov a mnohé konštanty. Konštanty sú v jazyku Arduino preddefinované premenné. Používajú sa, aby bol program čitateľnejší.

Pre definovanie logických úrovní sa využívajú logické konštanty true a false.

False – je jednoduchšie definovateľná konštanta, je definovaná ako 0 (nula).

True – je definovaná ako 1, v skutočnosti ide o akékoľvek celé číslo, ktoré nie je nula.

Pri čítaní alebo zápise na digitálne piny existujú dve možné hodnoty, na ktoré môže byť pin nastavený. Pre definovanie Pin úrovne, sa využívajú hodnoty LOW/HIGH.

HIGH – v prípade, že je pin nakonfigurovaný ako vstup, bude mikrokontrolér, v spojení s digitalRead hlásiť hodnotu HIGH, ak bude napätie 3 V alebo vyššie.

LOW – ak je pin nakonfigurovaný ako vstup, bude mikrokontrolér v súvislosti digitalRead, hlásiť hodnotu LOW, ak bude na pine prítomné napätie 2 V alebo menej.

Digitálne piny je možné použiť ako vstupy alebo výstupy, preto je nutné ich nakonfigurovanie pomocou funkcie `pinMode ()`.

INPUT – ak je pin Arduina nakonfigurovaný ako vstup (input), je v stave vysokej impedancie. Piny nakonfigurované ako vstupy, majú veľmi malé nároky na obvod, to odpovedá sérii 100 MOhm na prednej časti pinu. Vďaka tomu sú vhodné pre čítanie senzora, ale nie pre napájanie.

OUTPUT – piny nakonfigurované ako výstupy (outputs), sú v stave s nízkou impedanciou. To znamená, že môžu poskytnúť značné množstvo prúdu do ďalších obvodov. Piny tak môžu poskytovať prúd, môžu byť zdrojom (môžu poskytnúť pozitívny prúd), alebo môžu odoberať prúd z iných zariadení. Sú tak vhodné na napájanie, napríklad LED, ale nie sú vhodné pre čítanie senzorov.

8.2.3 Funkcie

Základné funkcie najčastejšie používané pri programovaní sú rozdelené do dvoch kategórií, a to funkcie pre digitálne vstupy a výstupy, a funkcie pre analógové vstupy a výstupy.

8.2.3.1 Digitálne I/O

- **pinMode ()** – nastaví vybraný pin buď ako vstup alebo ako výstup. Jej syntax vyzerá nasledovne:

`pinMode (pin, režim)`

pin: číslo pinu, ktorého režim má byť nastavený

režim: INPUT, OUTPUT alebo INPUT_PULLUP

- **digitalWrite ()** – zapíše hodnotu HIGH alebo LOW na digitálny pin. Ak je vybraný pin nakonfigurovaný funkciou `pinMode ()` ako výstup, bude jeho napätie nastavené na hodnotu 5 V (alebo 3,3V pre 3,3V dosky) pre hodnotu HIGH, a 0V pre hodnotu LOW. V prípade, že je pin nakonfigurovaný ako vstup, tak funkcia `digitalWrite ()` umožní (HIGH) alebo zakáže (LOW), interný pullup na vstupnom pine. Doporučuje sa však tento pin nastaviť funkciou `pinMode ()` ako INPUT_PULLUP. Syntax:

`digitalWrite (pin, hodnota)`

pin: číslo pinu, na ktorý má byť daná hodnota zapísaná

hodnota: HIGH alebo LOW

- **digitalRead ()** – prečíta hodnoty z určeného digitálneho pinu, a to buď HIGH alebo LOW.

Syntax:

digitalRead (pin)

pin: číslo digitálneho pinu, ktorý má byť prečítaný (int)

V prípade, že pin nie je k ničomu pripojený, môže funkcia digitalRead () vrátiť hodnotu HIGH alebo LOW, a môže sa náhodne meniť.

8.2.3.2 Analógové I/O

- **analogReference ()** – nastaví referenčné napätie používané pre analógový vstup (hodnotu použitú ako vrchol vstupného rozsahu). Možnosti:

DEFAULT: predvolené analógové napätie 5 V alebo 3,3 V (pre 3,3V dosky)

INTERNAL: 1,1 V na ATmega168 a ATmega328 a 2,56 V pre ATMEGA8

INTERNAL1V1: 1,1 V pre Arduino Mega

INTERNAL2V56: 2,56 V pre Arduino Mega

EXTERNAL: Napätie aplikované na pine AREF (0 až 5 V), použije sa ako referenčné.

Nesmie sa používať napätie menšie ako 0 V a väčšie ako 5 V pre externé referenčné napätie pre pin AREF. V opačnom prípade, by mohlo dôjsť k poškodeniu dosky Arduino.

- **analogRead ()** – funkcia prečíta hodnotu zo zadaného analógového pinu. Doska Arduino Uno dokáže mapovať vstupné napätie v rozsahu 0 až 5 voltov v celočíselných hodnotách 0 až 1023. Vstupný rozsah a rozlíšenie je možné zmeniť pomocou analogReference (). Čítať analógový vstup trvá približne 100 mikrosekúnd, takže maximálna rýchlosť čítanie je asi 10 000 krát za sekundu.

Syntax:

analogRead (pin)

pin: číslo analógového vstupu, ktorý má byť prečítaný (na väčšine dosiek 0-5)

V prípade, že analógový pin nebude k ničomu pripojený, hodnota, ktorá sa bude vracaať, sa bude meniť na základe viacerých faktorov (napr. hodnôt iných analógových vstupov, či iných zdrojov rušenia).

- **analogWrite ()** – funkcia zapíše hodnotu (PWM) na pin. Môže byť použitá pre ovládanie jasu u svetla LED alebo pre riadenie motora na rôzne rýchlosti. Po volaní funkcie `analogWrite()`, bude pin generovať stabilný obdĺžnikový signál zadaného pracovného cyklu, až do nasledovného volania funkcie `analogWrite ()`, alebo funkcie `digitalRead ()/digitalWrite ()` na tom istom pine.

Syntax:

`analogWrite (pin, hodnota)`

pin: číslo pinu, na ktorý má byť hodnota zapísaná

hodnota: pracovný cyklus medzi 0 (vždy vypnuté) a 255 (vždy)

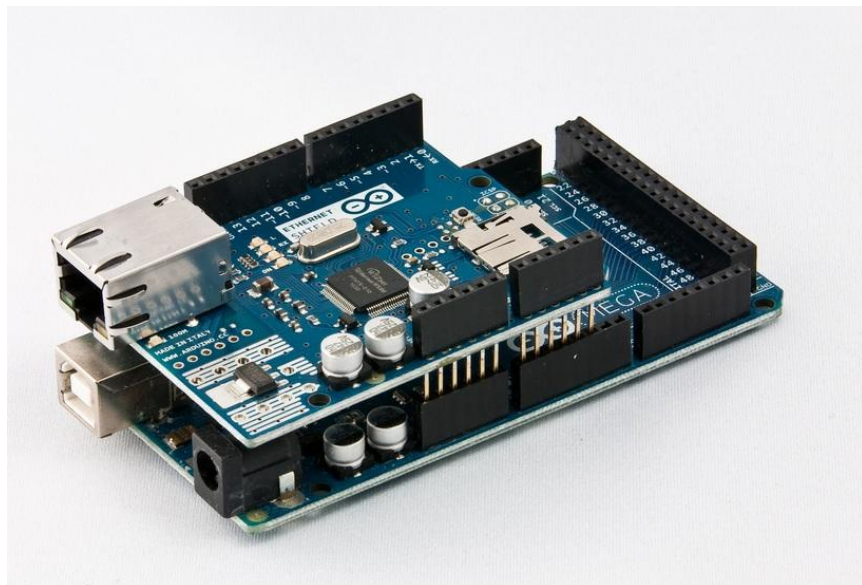
8.3 Knižnice

Pomocou knižníc je možné vývojové prostredie Arduino rozšíriť, rovnako ako u väčšiny programovacích platforiem. Knižnice poskytujú ďalšie funkcie pre použitie v sketchoch. Ide napríklad o prácu s hardvérom, či manipuláciu s dátami. Základné a najpoužívanejšie knižnice sa sťahujú automaticky, pri inštalácii IDE, ďalšie knižnice je možné získať stiahnutím priamo z webových stránok Arduina alebo si vytvoriť vlastné knižnice. Podrobné návody ako knižnice inštalovať, a ako si knižnicu vytvoriť sa nachádzajú na domovskej stránke Arduino. Štandardné knižnice:

- **EEPROM** – knižnica umožňuje čítať a zapisovať hodnoty do pamäte EEPROM, umiestnenej na doske Arduino. Veľkosť pamäte EEPROM u Arduina Uno je 1024 bajtov.
- **Ethernet** – pri použití Ethernet Shieldu táto knižnica umožňuje dosku Arduino pripojiť k internetu. Môže slúžiť ako server alebo ako klient. Knižnica podporuje až štyri súbežné pripojenia. Arduino komunikuje so štítom pomocou zbernice SPI. Na Arduino Uno sa jedná o digitálne piny 11, 12 a 13.

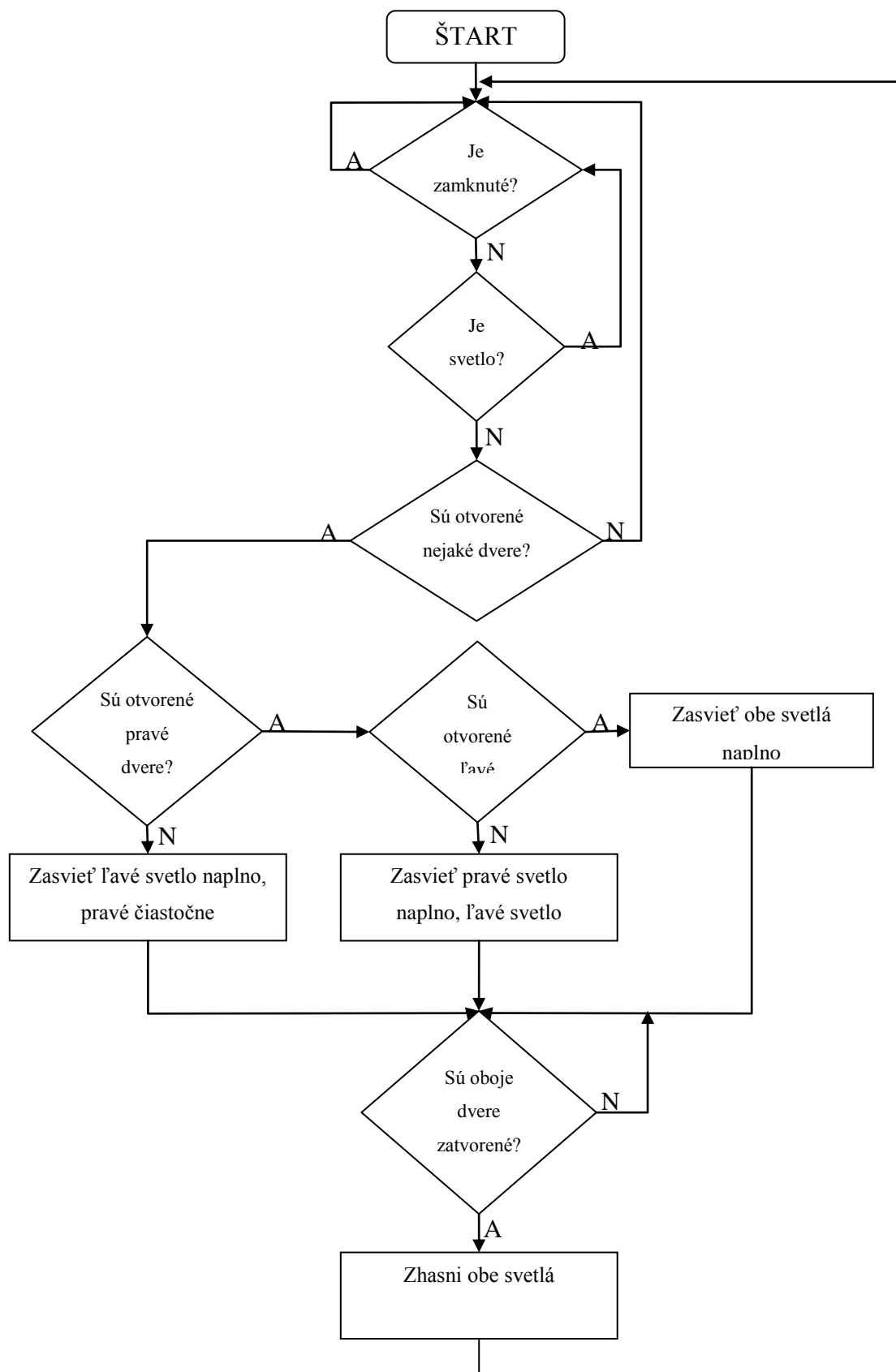
- **GSM** – so štítom GSM pripojeným k doske Arduino, umožňuje táto knižnica robiť väčšinu operácií ako s GSM telefónom. Môže vysielat' a prijímať hovory, posielat' a prijímať SMS a umožňuje pripojenie k internetu cez sieť GPRS. GSM shield má modem, ktorý prenáša dáta zo sériového portu do GSM siete. Modem vykonáva operácia prostredníctvom série AT príkazov. Knižnica abstrahuje komunikáciu nízkej úrovne medzi modemom a SIM kartou. Komunikáciu medzi Arduino a modemom závisí na softvéri „Serial library“. Štruktúra knižnice GSM je pomerne rozsiahla. Vzhľadom na to, že umožňuje viac typov funkcií, existuje celý rad rôznych tried, napríklad GSM trieda, ktorá sa stará o príkazy k rádiovému modemu, trieda zaoberajúca sa správou hlasových hovorov (*GSMVoiceCall*), trieda spravujúca odosielanie a prijímanie SMS (*GSM_SMS*), atď.
- **SD** – knižnica SD umožňuje čítanie a zápis na SD karty. Knižnica podporuje systémy súborov FAT16 a FAT32 na štandardné karty SD a SDHC karty. Pre komunikáciu medzi doskou Arduino a SD kartou sa používa zbernica SPI.
- **Servo** – umožňuje doske Arduino ovládanie RC servomotorov. Servá majú intergované kolesá a hriadeľ, ktorá môže byť presne riadená a kontrolovaná.
- **SPI** – knižnica umožňuje komunikáciu s SPI (Serial Peripheral Interface) zariadeniami. SPI je synchrónny sériový dátový protokol používaný mikroprocesormi pre komunikáciu s jedným alebo viacerými periférnymi zariadeniami, rýchlo na krátke vzdialenosti. Rovnako môže byť použitý pre komunikáciu medzi dvomi mikroprocesormi. Pri pripojení SPI, je vždy jedno zariadenie označované ako master, zvyčajne je to mikroprocesor, ktorý riadi periférne zariadenie.
- **SoftwareSerial** – Arduino hardware má vstavanú podporu pre sériovú komunikáciu na pinoch 0 a 1. Hardvér čipu ATmega umožňuje príjem sériovej komunikácie aj počas iných úloh. Táto knižnica bola vyvinutá s cieľom umožniť sériovú komunikáciu na iných digitálnych pinoch Arduino, pomocou softvéru pre replikáciu funkcie. Avšak knižnica má niekoľko obmedzení, najpodstatnejším z nich je, že v prípade viacerých softvérových portov, prijíma dáta iba jeden z nich.

- **Stepper** – knižnica umožňuje ovládať unipolárne alebo bipolárne krokové motory.
- **Wi-Fi** – spoločne s Wi-Fi štítom, táto knižnica umožňuje doske Arduino pripojenie k internetu. Môže slúžiť ako server alebo ako klient. Knižnica podporuje WEP a WPA2 Personal šifrovanie, avšak nepodporuje šifrovanie WPA2 Enterprise. Arduino komunikuje s Wi-Fi shieldom pomocou zbernice SPI. Wi-Fi knižnica je veľmi podobná knižnici Ethernet a mnohé z volaných funkcií sú rovnaké. Podobne ako u knižnice GSM, aj knižnica Wi-Fi je tvorená viacerými triedami. Jednou z tried knižnice je trieda IPAddress, ktorá poskytuje informácie o konfigurácii siete, trieda WiFi, ktorá slúži k inicializácii a nastaveniu siete, triedy Server a Client, atď.
- **Wire** – umožňuje komunikovať s I2C / TWI zariadeniami.



Obr. 38 Arduino Mega s Ethernet Shieldom [38]

8.4 Vývojový diagram



Obr. 39 Vývojový diagram programu

8.5 Popis jednotlivých částí programu

Najskôr bolo potrebné premyslieť, ako by osvetlenie interiéru automobilu malo fungovať. V akých situáciách by malo byť svetlo zasvietené, a za akých podmienok by sa malo zhasnúť. Preto pred samotným začatím programovania bolo vhodné načrtnúť si vývojový diagram. Zjednodušená forma tohto diagramu je uvedená vyššie.

Ako je z diagramu jasné na začiatok je nutné skúmať, či je automobil zamknutý, či je svetlo alebo tma, a predovšetkým, či sú otvorené niektoré z dverí. Každú z týchto situácií rieši samostatná funkcia. Ďalej program obsahuje aj niekoľko pomocných funkcií na zisťovanie aktuálneho stavu dverí, aktuálneho stavu osvetlenia a minulého stavu osvetlenia, ktoré napomáhajú k lepšej funkčnosti programu.

8.5.1 Použité premenné a konštanty

Pred hlavnými funkciami programu sa nachádza deklarácia globálnych premenných. Nastavujú sa tu ich názvy, dátové typy a počiatočné hodnoty. Každá premenná má v programe určitú úlohu.

```
int AktualneOsvetlenieL = 0;
```

```
int AktualneOsvetlenieP = 0;
```

```
byte DStav[2];
```

```
bool UzOnL = false;
```

```
bool UzOnP = false;
```

Premenná `AktualneOsvetlenieL` a `AktualneOsvetlenieP` slúži na uchovávanie hodnoty stavu osvetlenia, v ktorom sa v daný moment nachádza. Pri `DStav[2]`, ide o pole, obsahujúce 2 prvky. Pomocou tohto poľa je zaznamenávaný stav otvorenia ľavých a pravých dverí. Zvyšné premenné slúžia ako pomocné premenné pre uchovávanie predchádzajúcich stavov.

Digitálne vstupy

Ďalej sa tu nachádzajú premenné určené pre uchovávanie hodnôt digitálnych vstupov. Všetky hodnoty sú na začiatku nastavené na hodnotu nula, ich hodnota sa bude počas programu meniť.

```
byte HodnotaLaveDvere = 0;  
byte HodnotaPraveDvere = 0;  
byte HodnotaZamknutieLave = 0;  
byte HodnotaZamknutiePrave = 0;  
byte HodnotaZapalovanie = 0;
```

Okrem hodnôt digitálnych vstupov sú v kóde uvedené konštanty, ktorých hodnoty sa rovnajú číslam pinov, ktoré sa budú používať pre konkrétne účely. Názvy boli priradené hlavne kvôli lepšej orientácii, o ktorý pin sa jedná.

```
const int LaveDvere = 12;  
const int PraveDvere = 9;  
const int ZamknutieLave = 11;  
const int Zapalovanie = 13;  
const int ZamknutiePrave = 10;
```

Analógové vstupy

Pre skúmanie okolitého osvetlenia je použitá konštanta FotoOdpor. Ako názov napovedá, jedná sa o konštantu a premennú, ktorá je spojená s fotoodporom umiestneným na doske Arduino. Pomocou neho je možné rozhodovať, či je nutné svetlo zasvietť, alebo nie.

```
const int FotoOdpor = A1;  
byte HodnotaFotoOdpor = 0;
```

Analógové výstupy

Konštanty LedPas1Pin a LedPas2Pin slúžia pre označenie pinov ovládajúcich LED pásy. Piny číslo 3 a 5 sú analógové piny obsahujúce PWM moduláciu, vďaka nej bude možné LED pásy rozsvetovať a stmovať plynule.

```
const int LedPas1Pin = 3;  
const int LedPas2Pin = 5;
```

8.5.2 Funkcie

Program obsahuje dve hlavné funkcie, je to funkcia `setup()` a `loop()`. Funkcia `setup()` je prípravná a vykonáva sa len raz na začiatku programu. V tejto funkcii sa inicializujú režimy jednotlivých pinov.

Inicializácia sa vykonáva pomocou funkcie `pinMode()`. Namiesto čísiel pinov, sú použité názvy premenných, ktoré sú deklarované pred funkciou. Všetky uvedené piny sú nastavené ako vstupy. Zároveň sa v tejto funkcii nastavuje sériová komunikácia.

```
void setup() {  
    // put your setup code here, to run once:  
    Serial.begin(9600);  
    pinMode(LaveDvere, INPUT);  
    pinMode(PraveDvere, INPUT);  
    pinMode(ZamknutieLave, INPUT);  
    pinMode(ZamknutiePrave, INPUT);  
    pinMode(Zapalovanie, INPUT);  
}
```

Funkcia `loop()` sa na rozdiel od funkcie `setup()` vykonáva neustále dokola. V tejto funkcii sa iba volajú ďalšie vedľajšie funkcie, pokiaľ sú splnené určité podmienky. Je to z dôvodu, aby sa nevykonávali všetky funkcie neustále dokola a vykonávali sa len v prípade, ak sú potrebné.

Prvá podmienka `if`, volá funkciu `StavZamknutia()`, ktorá detekuje zamknutie dverí. Pokiaľ sú dvere zamknuté, nič sa nedeje. V prípade, že sa dvere odomknú, zmení sa jej návratná hodnota na `true`.

Následne sa overí podmienka pre vyhodnotenie intenzity okolitého svetla. Ak je dostatočné svetlo, je zbytočné LED pásy rozsvetovať, nie je volaná žiadna ďalšia funkcia a program ostáva v stave, kedy sleduje zamknutie dverí a vonkajšie svetlo. V prípade, že už svetlo nie je dostatočné, a je potrebné rozsvietiť LED pásy, zavolá sa funkcia `StavDvere()`, ktorá zisťuje, či sa otvorili aj nejaké dvere. Ak sa niektoré z dverí otvoria funkcia volá funkciu na zasvietenie.

8.5.2.1 Funkcia pre zisťovanie stavu zamknutia

Táto funkcia sa volá v hlavnej slučke loop() stále dokola, až kým sa dvere neodomknú. Funkcia StavZamknutia() je typu bool, to znamená, že návratová hodnota je true alebo false. Na začiatku funkcie sa do premennej HodnotaZamknutieLave zapíše hodnota z pinu označeného ako ZamknutieLave.

Hodnota vstupu sa prečíta pomocou funkcie digitalRead(). Ak sú ľavé dvere otvorené hodnota zapísaná do premennej je LOW, v opačnom prípade, ak sú ľavé dvere zatvorené, hodnota je HIGH. Následne program počká 2 milisekundy a opäť zisťuje stav dverí, tentokrát pravých dverí.

Ďalej nasleduje podmienka, ktorá je splnená, ak sú oboje dvere odomknuté. To znamená, že hodnoty premenných HodnotaZamknutieLave a HodnotaZamknutiePrave bude LOW. Potom funkcia StavZamknutie() bude vracať hodnotu true. V prípade nesplnenia podmienky funkcia vráti false.

Okrem toho funkcia obsahuje vypísanie textu do serial monitoru, pre overenie stavu, kde sa program nachádza, a či sa jedná o správne vyhodnotenie stavu.

```
bool StavZamknutie()
{
    HodnotaZamknutieLave = digitalRead(ZamknutieLave);
    delay(2);
    HodnotaZamknutiePrave = digitalRead(ZamknutiePrave);
    delay(2);
    if((HodnotaZamknutieLave == LOW) || (HodnotaZamknutiePrave == LOW))
    {
        Serial.print("Dvere su odomknute");
        return(1);
    } else
    {
        Serial.println("Dvere su zamknute");
        return(0); }
}
```

8.5.2.2 Funkcia pre zisťovanie stavu otvorenia dverí

Funkcia pre zisťovanie otvorených dverí je veľmi dôležitá. Bez tejto funkcie by nebolo možné svetlo využívať, práve vtedy, keď je potrebné. Funkcia využíva pole s názvom DStav, obsahuje 2 prvky. Prvý prvok predstavuje hodnotu pre ľavé dvere, druhý prvok pre pravé dvere. Hodnota otvorených, či zatvorených dverí sa opäť získava z digitálnych vstupov pomocou funkcie digitalRead().

```
void StavDvere()
{
    DStav[0] = digitalRead(LaveDvere);
    Serial.print("Lave dvere: ");
    Serial.println(DStav[0]);
    DStav[1] = digitalRead(PraveDvere);
    Serial.print("Prave dvere: ");
    Serial.println(DStav[1]);
}
```

Podľa návratovej hodnoty poľa DStav sa určuje, ktorý typ osvetlenia bude použitý a volá sa funkcia pre zmenu osvetlenia.

8.5.2.3 Funkcia pre zasvecovanie svetla

Funkcia pre zasvecovanie svetla je volaná až potom, čo sú splnené podmienky nachádzajúce sa predtým. To znamená, že musia byť oboje dvere odomknuté, musí byť tma, aby sa zbytočne pásy nerozsvecovali, z dôvodu šetrenia energie autobatérie. Posledná podmienka je, že sa musia otvoriť aspoň jedny dvere, pravé alebo ľavé.

Intenzita rozsvietenia ľavého a pravého LED pásu závisí na otvorených dverách. Pokiaľ sú otvorené ľavé dvere, tak ľavý LED pás sa rozsvieti naplno, zatiaľ čo pravý pás sa rozsvieti len čiastočne, približne na 1/3. Rozsvecovanie prebieha vďaka PWM modulácii plynule po krokoch, v tomto prípade po kroku 10.

V skutočnosti ide o dve podobné funkcie, ktoré sú volané v závislosti na tom, ktorá strana dverí je práve otvorená. Následne volaná funkcia rozsvieti LED pásy na požadovanú úroveň intenzity. Zároveň pokiaľ dôjde k otvoreniu dverí na oboch stranách, budú oba LED pásy rozsvietené na maximálnu nastavenú úroveň intenzity.

8.5.2.4 *Funkcia pre zhasínanie*

Funkcie pre zhasínanie je volaná, len v prípade, že sú oboje dvere zavreté. Zhasínanie je riešené opäť pomocou PWM modulácie, kde hodnota kroku určuje rýchlosť zhasínania. Hodnota kroku závisí na hodnotách vstupov od dverí a zapalovania. V prípade, že sú zavreté oboje dvere a zároveň zapnuté zapalovanie, bude hodnota kroku vyššia, a tým bude zhasínanie prebiehať rýchlejšie. Ak sú zavreté len dvere a zapalovanie je vypnuté, bude zhasínanie spustené s oneskorením a s menším krokom.

Počas zhasínania je stále sledovaný stav dverí. V prípade otvorenia dverí, sa zhasínanie preruší a zavolá sa opäť funkcia na zažínanie.

Pokiaľ neboli pásy rozsvietené na rovnakú úroveň intenzity, začne sa pás s nižšou intenzitou zhasínať až potom, čo budú mať oba pásy rovnakú intenzitu. To zaistí, že oba pásy zhasnú v rovnaký okamžik.

ZÁVER

Cieľom práce bolo navrhnuť a zostaviť model pre pokročilé osvetlenie interiéru automobilu.

Na začiatok bolo potrebné premyslieť možné riešenia návrhu osvetlenia. Následne bolo potrebné vybrať vhodný mikrokontrolér, ktorý bude spĺňať požiadavky, ktorými sú jednoduchosť, nízke náklady na obstaranie, spoľahlivosť a vhodný typ osvetlenia.

Po dlhšom vyberaní bol ako najvhodnejšie riešenie vybraný mikrokontrolér od firmu Arduino, konkrétny typ Arduino Uno. Ide o jednoduchý, pomerne lacný mikrokontrolér s jednoduchým programovacím jazykom. Detailný popis tohto mikrokontroléra je uvedený v teoretickej časti práce.

Pre osvetlenie bola vybraná technológia LED, ktorá je dnes veľmi rozšírená. Jej výhodami sú nízka spotreba energie, dlhá životnosť a vysoká svietivosť.

Začiatok praktickej časti je venovaný postupu zostavenia shieldu, ktorý bol potrebný pre prepojenie LED pásov s doskou s mikrokontrolérom. V práci je uvedená celá schéma návrhu vrchnej aj spodnej časti shieldu. Ďalej sú v praktickej časti uvedené použité súčiastky a popis jednotlivých častí shieldu.

Posledná časť praktickej časti práce je venovaná popisu vývojového prostredia a popisu programovacieho jazyka, ktorý je veľmi podobný programovaciemu jazyku C.

Pred samotným začatím programovania bolo nutné premyslieť ako sa bude osvetlenie v interiéri automobilu správať, a na aké podnety bude reagovať. Preto bol vytvorený vývojový diagram, ktorého zjednodušená podoba je uvedená v práci.

Ďalej je v práci popisovaný samotný kód programu, premenné boli pri programovaní využité, a ako jednotlivé funkcie pracujú.

Výsledkom práce je model pokročilého osvetlenia interiéru automobilu, ktorý rozlišuje otvorenie pravých a ľavých dverí, zasvietením LED pásov s rôznou intenzitou. Zároveň skúma intenzitu okolitého svetla. Pri dostatočnom svetle interiér automobilu neosvetľuje. Pri zhasínaní berie do úvahy stav zapalovania, ak je zapalovanie zapnuté, zhasínanie je rýchlejšie. Naopak, pri vypnutom zapalovaní, dôjde k pomalšiemu zhasínaniu osvetlenia.

CONCLUSION

The main aim of this Diploma Thesis was to create a model for advanced car lighting assembling.

Right at the beginning it was necessary to consider all possible model variants. Next step was to choose a suitable type of microcontroller, which would meet all requirements such as simplicity, low purchasing costs, responsibility and suitable type of lighting.

After careful consideration, the microcontroller from Arduino Company was chosen, specifically the Arduino Uno type. It is a simple and affordable type of microcontroller with a simple programming language (detailed description of this microcontroller is to be found in the Practical Part of the Thesis).

The widely used LED technology was chosen for lighting mainly because of its low electricity consumption, long lifespan and high luminous intensity.

The Practical Part of the Thesis begins with the description of shield assembling. This shield is necessary for connection of LED tapes and the desk of the microcontroller. Both schemes of the upper on lower part of the shield are described in the Thesis. The Practical part also offers a detailed description of other used components as well as particular parts of the shield.

Furthermore the programming language very similar to the C programming language is presented.

Before programming itself it was necessary to think about the way in which the lighting is going to work inside the vehicle and it was especially important to think about the impulses which would initiate the lighting.

Therefore it was created a development diagram, whose simplified version is presented in the Thesis together with the program coding and functioning.

The main outcome of the Thesis is a model of the advanced car lighting which differentiate opening of the left and right doors by lighting of LED tapes of different intensity. At the same time, model allows to examine the intensity of a surrounding lighting. If the surrounding lighting is sufficient the additional LED tapes do not lighten up the interior of the vehicle. The LED lighting turning off is shorter when the ignition system is on. When it is off, the switching off of the LED lighting is slower.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] DOLEČEK, Jaroslav. *Moderní učebnice elektroniky*. Praha: BEN - technická literatura, 2007, 154 s. ISBN 80-730-0184-5.
- [2] Co je to LED?. *Uspornaziarovka.sk* [online]. 2014 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.uspornaziarovka.sk/pages/%C4%8Co-je-to-LED%3F.html>
- [3] Tester LED diod. *Rc.305.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://rc.305.cz/view.php?cislocclanku=2011030005>
- [4] Rozdíly mezi LED SMD 5050 a 3528. *Karavan.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: http://www.karavan.cz/rozdily_mezi_led_smd.htm
- [5] Diody. *Spsemoh.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.spsemoh.cz/vyuka/zel/diody.htm>
- [6] Teória-trochu teórie o technológiách. *Bhbsystems.sk* [online]. 2012 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://bhbsystems.sk/teory.html>
- [7] LED pásy. *Ledpasky.net* [online]. 2011 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.ledpasky.net/>
- [8] Co jsou to LED diody?. *Ledfield.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.ledfield.cz/led-diody/co-jsou-to-led-diody.html>
- [9] LED osvětlení v domácnosti. *Nazeleno.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/osvetleni/led-osvetleni-v-domacnosti-jak-jej-spravne-pouzivat.aspx>
- [10] LED technológia. *Ledpasy.eu* [online]. 2014 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.ledpasy.eu/menu/led-technologie/815>
- [11] Vlastnosti a možnosti použití luminiscenčních diod. *Odbornecasopisy.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23093
- [12] Ako správne napájať LED pásy?. *Uspornaziarovka.sk* [online]. 2014 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.uspornaziarovka.sk/pages/Ako-spr%C3%A1vne-nap%C3%A1ja%C5%A5-LED-p%C3%A1sy%3F.html>
- [13] LED pásy. *T-led.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.t-led.cz/led-pasky>

- [14] Světelné zdroje. *Odbornecasopisy.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf>
- [15] Proč si vybrat LED žárovky. *Led-usporne.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.led-usporne.cz/proc-vybrat-led-zarovky.html>
- [16] Mikrokontroléry. *Home.zcu.cz* [online]. 2001 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~dudacek/Pot/mikrokontrolery.pdf>
- [17] Historie MCU. *Beranek.lsd.spsejecna.net* [online]. 2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: http://beranek.lsd.spsejecna.net/I3A/Kuncman_MCU%20a%20jedno%C4%8Dip.Pdf
- [18] Von Neumannovské a Harvardské schéma počítače, popis, funkce. *Ai-fim-uhk.wikispaces.com* [online]. 2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://ai-fim-uhk.wikispaces.com/TECH1>
- [19] Počítač. *Voho.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://voho.cz/wiki/informatika/pocitac/>
- [20] Základné komponenty matičnej dosky. *Padi.webz.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://padi.webz.cz/skola/maticna/files/cisc-a-risc.html>
- [21] Procesory CISC a RISC. *Poli.cs.vsb.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://poli.cs.vsb.cz/edu/arp/down/procrisc.pdf>
- [22] Techniky zvýšení výkonnosti procesoru, RISC a CISC procesory. *Www1.osu.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www1.osu.cz/~klimesc/public/files/RPOS1/02%20-%20RISC%20a%20CISC%20procesory,%20Techniky%20zvyseni%20vykonnosti%20procesoru.pdf>
- [23] Procesory s velmi dlouhým instrukčním slovem. *Www1.osu.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www1.osu.cz/~klimesc/public/files/RPOS1/04%20-%20Procesory%20s%20velmi%20dlouhym%20instrukcnim%20slovem.pdf>
- [24] Architektury VLIW. *Edux.fit.cvut.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <https://edux.fit.cvut.cz/oppa/MI-PAP/prednasky/pr3.pdf>

- [25] VLIW Processors. *Courses.cs.washington.edu* [online]. 2006 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://courses.cs.washington.edu/courses/csep548/06au/lectures/vLIW.pdf>
- [26] Architektura VLIW. *Root.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/architektura-vliw-aneb-pokus-o-prekonani-problemu-architektur-cisc-a-risc/>
- [27] RISC versus CISC architektura. *Avr.hw.cz* [online]. 2000 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: http://avr.hw.cz/architektura/risc_cisc.html
- [28] Architektúra mikrokontroléra. *Kiwiki.info* [online]. 2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: http://www.kiwiki.info/index.php/Architekt%C3%BAra_mikrokontrol%C3%A9ra#Mikrokontrolery_rady_AVR
- [30] Electrical Terminology A-Z. *Affleckservices.co.uk* [online]. 2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.affleckservices.co.uk/Blog/Electrical-Terminology-A-Z>
- [31] Lighpack: Interaktívne podsvietenie monitora alebo TV. *Zive.sk* [online]. 2014 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.zive.sk/clanok/94479/lighpack-interaktivne-podsvietenie-monitora-alebo-tv-video>
- [32] EU označila LED světla Audi jako ekologickou inovaci. *Auto.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/eu-oznacila-led-svetla-audi-ekologickou-inovaci-73943>
- [33] Extreme lights. *Extremelights.sk* [online]. 2012 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://extremelights.sk/produkt/rucne-led-svietidlo-wolf-eyes-uv-explorer-r2-turbo/>
- [34] LED pásy SMD5050. *Shop.ledco.sk* [online]. 2013 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://shop.ledco.sk/led-pasy-pasiky/led-pasy-smd5050>
- [35] 5m LED pásy s ovládaním. *Zlavomat.sk* [online]. 2014 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.zlavomat.sk/zlava/73175-5m-led-pasy>
- [36] ATMEGA8_16AU. *Flytron.com* [online]. - [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.flytron.com/electronic-parts/25-atmega8-16au.html>
- [37] LED Dióda. *Anrodiszlec.hu* [online]. 2014 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: http://www.anrodiszlec.hu/product_info.php/products_id/2695
- [38] Arduino [online]. 2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://arduino.cc/>

- [39] GM Electronic. *Optočlen* [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/t/optoclen>
- [40] Tandyonline. *Tranzistor* [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.tandyonline.co.uk/bc337-npn-transistor.html>
- [41] SOS. *Distribúcia elektronických súčiastok* [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.sos.sk/?str=371&artnum=46660&name=kerko-0-47uf-y5v-rm5-08-50v>
- [42] MARGOLIS, Michael. *Arduino cookbook*. 1st ed. O'Reilly, 2011, xxi, 631 s. ISBN 978-059-6802-479
- [43] BANZI, Massimo. *Getting started with Arduino*. 1st ed. Make: Books / O'Reilly, 2011, xxi, 631 s. ISBN 978-059-6155-513
- [44] SCHMIDT, Maik. *Arduino: a quick-start guide*. 1st ed. Raleigh, N.C.: Pragmatic Bookshelf, c2011, xxiv, 263 p. ISBN 19-343-5666-2
- [45] BARRETT, Steven F. *Arduino microcontroller: processing for everyone!*. 2nd ed. San Rafael, Calif.: Morgan, c2011, xxiv, 263 p. Pragmatic programmers. ISBN 978-160-8458-592
- [46] EVANS, Brian. *Beginning arduino programming: processing for everyone!*. 2nd ed. New York: Apress, 2011, xx, 252 s. Pragmatic programmers. ISBN 978-1-4302-3777-8

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

μP	Mikroprocesor
1N4148	Označenie typu diódy
3D	Trojrozmerný
4N35	Označenie typu optočlena
A/D	Analog / Digital
AC-DC	Alternating Current – Direct Current (striedavý/jednosmerný prúd)
AlGaAs	Aluminium – Gallium - Arsenide
ALU	Arithmetick-Logic Unit (Aritmeticko-logická jednotka)
AREF	Analog Reference
ARM	Typ mikrokontrolérov od firmy Atmel
AtHeart	Program vytvorený firmou Arduino
AVR	Typ mikrokontrolérov od firmy Atmel
bc 337	Označenie typu tranzistora
CISC	Complex Instruction Set Computer
D/A	Digital / Analog
DMA	Direct Memory Access (priamy prístup do pamäte)
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
Embedded	Vstavaný / zabudovaný systém
eV	Elektrónvolt
GaAs	Gallium Arsenide
GaAsP	Gallium Arsenide Phosphide
GaP	Gallium Phosphide
GaAlAs	Gallium Aluminium Arsenide
AlGaInP	Aluminium Gallium Indium Phosphide

GaN	Gallium Nitride
InGaN	Indium Gallium Nitride
SiC	Carbid kremíka
GND	Ground
GPRS	General Packet Radio Service
HIGH	Označenie vysokej úrovne (logická 1)
I/O	Input / Output (Vstup / Výstup)
ICSP	In-Circuit Serial Programming
IDE	Integrated Development Environment
I_F	Označenie prúdu v priepustnom smere
ILP	Instruction-Level Parallelism
IOREF	Input Output Reference
IR	Infrared
kB	Kilobyte
kOhm	KiloOhm
LCD	Liquid-Crystal Display
LED	Light-Emitting Diode
LOW	Označenie nízkej úrovne (logická 0)
mA	Miliampér
mcd	Milicandela
MHz	Megahertz
RAM	Random-Access Memory
PCB	Printed Circuit Board
PWM	Pulse-Width Modulation
Reset	Obnovenie
RGB	Red-Green-Blue

RISC	Reduced Instruction Set Computer
SD	Secure Digital
Shield	Štít, nadstavba
SIM	Subscriber Identity Module
SMD	Surface Mount Devices
SMS	Short Message Service
U_F	Označenie napätia v priepustnom smere
USB	Universal Serial Bus
UV	Ultraviolet

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Schematická značka LED	11
Obr. 2 Homogénny prechod [1]	12
Obr. 3 Heterogénny prechod [1]	12
Obr. 4 Klasické prevedenie LED [3] Obr. 5 Prevedenie SMD [4]	13
Obr. 6 Rôzne druhy puzdra LED diódy [30]	13
Obr. 7 Konštrukčné usporiadanie LED [2]	14
Obr. 8 V-A charakteristika LED [5]	14
Obr. 9 Vyžarovacia charakteristika LED [1]	15
Obr. 10 Normalizovaná spektrálna charakteristika a spektrálna charakteristika RGB LED [1].....	16
Obr. 11 Spektrálne charakteristiky LED vyrobených z niekoľkých materiálov [6].....	17
Obr. 14 Možnosti využitia LED [31,32,33]	22
Obr. 15 LED pás [34]	23
Obr. 16 LED pásy s riadiacou jednotkou a diaľkovým ovládaním farieb [35]	23
Obr. 17 Mikroprocesor od firmy Atmel [36]	24
Obr. 18 Von Neumannová architektúra [19]	26
Obr. 19 Harvardská architektúra [19]	27
Obr. 20 Štruktúra mikrokontroléru [28]	29
Obr. 21 Mikrokontrolér [16]	29
Obr. 22 Všeobecná architektúra mikrokontroléru rady AVR [28]	31
Obr. 23 Logo programu Arduino AtHeart [38]	34
Obr. 24 Arduino LilyPad pohľad zhora [38]	35
Obr. 25 Arduino Robot pohľad zhora (vľavo) a pohľad zdola (vpravo) [38]	36
Obr. 26 Arduino Esplora pohľad zhora [38].....	36
Obr. 27 Arduino Tre [38].....	37
Obr. 28 Arduino GSM Shield [38]	37
Obr. 29 Arduino Motor Shield [38]	38
Obr. 30 Štartovací set od spoločnosti Arduino [38]	38
Obr. 31 Technická schéma Arduino Uno [38].....	39
Obr.32 Arduino Uno [38]	42
Obr. 33 Schéma vstupov shieldu	45
Obr. 34 Schéma výstupov shieldu	46

Obr. 35 Tranzistor bc337 a kondenzátor 47u [40,41].....	46
Obr. 36 Optočlen 4N35 [39].....	48
Obr. 37 Prostredie Arduino.....	49
Obr. 38 Arduino Mega s Ethernet Shieldom [38].....	57
Obr. 39 Vývojový diagram programu.....	58
Obr. 40 Zväčšená technická schéma Arduina Uno [38]	78
Obr. 41 Vyobrazenie zostaveného shieldu	79

ZOZNAM TABULIEK

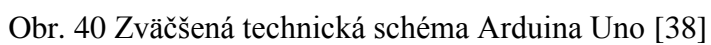
Tab. 1 Závislost U_F na farbe LED [1]	15
Tab. 2 Technické parametre Arduino Uno	42

ZOZNAM PRÍLOH

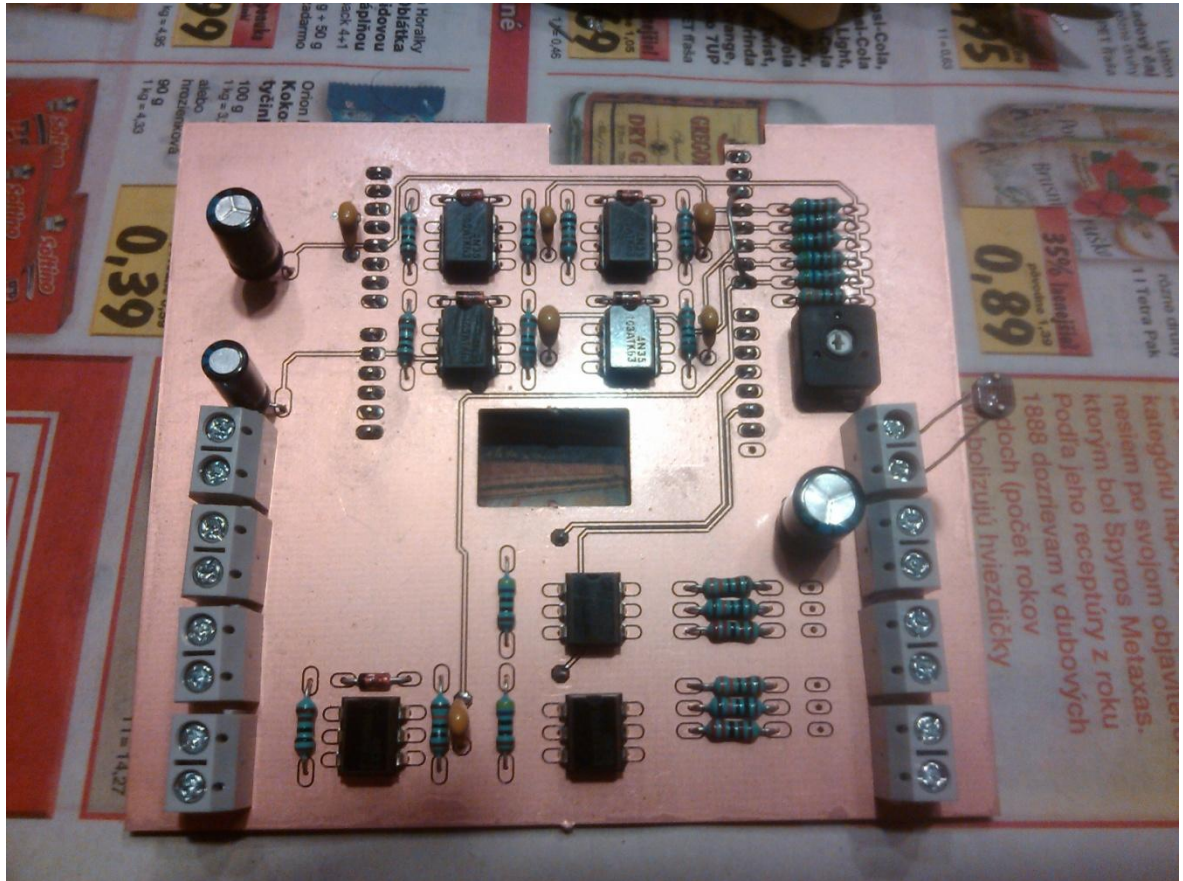
Príloha PI – Technická schéma Arduina Uno

Príloha PII – Shield

Arduino[®] UNO Rev3



PRÍLOHA P II: SHIELD



Obr. 41 Vyobrazenie zostaveného shieldu