

Inteligentní svítidlo ovládané hlasem

Intelligent lamp with voice control

Bc. Tomáš Spurný

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Spurný**
Osobní číslo: **A11447**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Počítačové a komunikační systémy**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Inteligentní svítidlo ovládané hlasem**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na téma inteligentních LED svítidel a možností ovládání zařízení pomocí hlasu.
2. Navrhněte koncepci LED svítidla s možností ovládání pomocí hlasových povelů i běžných ovládacích prvků.
3. Vytvořte prototyp zařízení.
4. Vytvořte programové vybavení pro řídicí mikropočítač.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0110-1.**
2. **MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy – linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003. ISBN 80-730-0077-6.**
3. **SCHREIBER, Herrmann. 50 praktických zapojení se světelnými diodami. Praha: BEN – technická literatura, 1997. ISBN 80-86056-23-6.**
4. **COULTER, Doug. Digital Audio Processing. 2nd ed. Berkeley, CA, 2000. ISBN 978-0879305666.**
5. **ZÖLZER, Udo. Digital Audio Signal Processing. Chichester: John Wiley, 2008. ISBN 978-0470997857.**
6. **VÁŇA, Vladimír. ARM pro začátečníky. 1. vyd. Praha: BEN-Technická literatura, 2009. ISBN 978-80-7300-2.**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Dolinay, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky


Datum zadání diplomové práce:

26. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2013

Ve Zlíně dne 26. února 2013


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




prof. Ing. Karel Vlček, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem práce je navrhnout inteligentní svítidlo, u kterého lze nastavit vlastní barvu, jas a různé režimy pro nasvícení. Osvětlení bude možno nastavovat pomocí intuitivního a přehledného manuálního ovládání, nebo za pomoci hlasových povelů. Návrh dále zahrnuje vytvoření vlastního zapojení a programového vybavení, které se bude starat o správný chod zařízení. Součástí práce bude i zhotovený funkční prototyp.

Klíčová slova:

Svítidlo, Ovládání, Barva, LED dioda, Optický senzor, Displej, Tlačítko, Hlasový modul, Mikrofon, Mikropočítač, VRbot, Arduino

ABSTRACT

The main purpose of this work is to propose intelligent lamp, which allows you to set custom color, brightness and styles for lighting. Lighting will be adjusted by intuitive manual controls or using voice commands. The thesis also includes design of the printed circuit board and the software for controlling the lamp. A functional prototype will be part of this work.

Keywords:

Lamp, Control, Color, LED diode, Optical sensor, Display, Button, Voice module, Microphone, Microcontroller, VRbot, Arduino

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Janu Dolinayovi, Ph.D., za jeho odborné vedení, vstřícné jednání a profesionální přístup. Dále chci poděkovat své rodině, přítelkyni a kamarádům, kteří se mnou měli při tvorbě diplomové práce trpělivost.

Motto:

„Nemůžete se jednoduše zeptat zákazníků, co chtějí, a pak se to pokusit sestavit. V době, kdy to budete mít hotové, už budou chtít něco jiného.“

Steve Jobs (1955 - 2011)

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 ČÁST.....	11
1 LED SVÍTIDLA	12
1.1 ROZDĚLENÍ.....	12
1.2 INTELIGENTNÍ LED SVÍTIDLA.....	13
1.2.1 LED pásy.....	13
1.2.2 LED žárovky	15
2 LED DIODA	16
2.1 PRINCIP LUMINISCENČNÍ DIODY.....	16
2.2 ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI.....	19
2.3 DRUHY LED DIOD.....	20
2.4 RGB LED DIODY	21
3 PULSNĚ ŠÍŘKOVÁ MODULACE.....	22
4 OVLÁDÁNÍ ZAŘÍZENÍ HLASEM	23
4.1 PODMÍNKY PRO HLASOVÉ OVLÁDÁNÍ	23
4.2 ZVUK.....	24
4.3 ROZPOZNÁNÍ HLASOVÝCH POVELŮ	26
5 EASYVR MODUL	27
6 ARDUINO	29
6.1 MIKROPOČÍTAČ	29
6.2 ARDUINO MEGA 2560	30
6.2.1 Specifikace	31
6.3 PROGRAMOVÁNÍ.....	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
7 ELEKTRONICKÉ ZAPOJENÍ.....	34
7.1 OSVĚTLOVACÍ PANELE	35
7.2 CENTRÁLNÍ DPS	37
7.3 FOTOREZISTOR	38
7.4 RGB LED DIODY	39
7.5 UNIPOLÁRNÍ TRANZISTORY	39
7.6 LCD DISPLEJ.....	39
7.7 NAPÁJENÍ SVÍTIDLA.....	40
8 MECHANICKÉ ZPRACOVÁNÍ	41
8.1 HLINÍKOVÁ ŠASI.....	41
8.1.1 Úprava krabičky	42
8.2 VÝROBA A OSAZENÍ DPS	43
8.3 MONTÁŽ SVÍTIDLA	45
9 KOMUNIKACE S HLASOVÝM MODULEM.....	49

9.1	OŽIVENÍ MODULU	49
9.2	VYTVÁŘENÍ HLASOVÝCH POVELŮ	49
9.3	OBSLUHA HLASOVÝCH POVELŮ	50
10	SOFTWAREVÉ VYBAVENÍ.....	51
10.1	INICIALIZACE	52
10.1.1	Kalibrace optického senzoru	52
10.1.2	Obnovení původního nastavení.....	52
10.1.3	Načtení uložených hodnot.....	52
10.2	HLAVNÍ PROGRAM.....	53
10.3	PODPROGRAMY	54
10.3.1	Seznam podprogramů.....	55
11	OVLÁDÁNÍ SVÍTIDLA.....	56
11.1	SPUŠTĚNÍ.....	56
11.1.1	Vyvolání kalibrace optického senzoru	56
11.1.2	Vymazání uživatelského nastavení	56
11.2	HLAVNÍ MENU	57
11.3	NASTAVENÍ JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK	58
11.3.1	Barva	58
11.3.2	Jas.....	58
11.3.3	Osvětlení	58
11.3.4	Automatický jas	58
11.3.5	Automatické vypnutí.....	58
11.3.6	Ovládání hlasem.....	59
11.3.7	Efekty	59
11.4	HLASOVÉ POVELY	59
11.5	SVÍTIDLO V PROVOZU	60
	ZÁVĚR	62
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Světlo patří odpradáвна mezi nedílnou součást života na Zemi. Zatímco dříve to byla otázka převážně slunce a ohně, později mohl člověk díky elektřině svítit, kde se mu zachtělo. Od rozsvícení první žárovky uběhlo už více než 130 let a v upravených variantách s ní svítíme dodnes. Postupný rozvoj elektroniky umožnil vyrobit i úspornější a efektivnější zářivku, nebo svítící LED diody.

Ještě donedávna LED diody sloužily pouze jako signalizační kontrolky, dnes však už moderní technologické postupy nabízejí daleko širší využití. Mezi hlavní výhody patří malé rozměry, vysoká svítivost, nízká spotřeba, dlouhá životnost, odolnost proti nárazům, možnost vytvořit libovolnou barvu a rychlá reakční doba mezi rozsvícením a zhasnutím. Díky těmto atributům je zřejmé, že LED diody budou na trhu stále více konkurovat konvenčním osvětlovacím prvkům, na které jsme byli doposud zvyklí. Můžeme se tak s nimi stále častěji setkávat například v automobilovém průmyslu, zábavní osvětlovací technice, kapesních svítílnách, obchodních centrech, restauracích, kancelářích a hlavně i v domácnostech. Využití LED diod je vskutku rozsáhlé, stejně jako možnosti jejich ovládání.

Diplomová práce se věnuje návrhu inteligentního osvětlení, které bude uživatel moci snadno přizpůsobit svým požadavkům. Mezi základní funkce patří nastavení libovolné barvy osvětlení a intenzity jasu, výběr strany nasvícení, automatické řízení jasu v závislosti na intenzitě světla v místnosti, zvolení času pro automatické vypnutí, nebo výběr z různých osvětlovacích efektů. Svítidlo může uživatel ovládat dvojím způsobem. K prvnímu slouží trojice tlačítek, za pomoci kterých lze snadno a intuitivně nastavit vše potřebné. Uživatel navíc díky displeji přímo vidí, co nastavuje a v jakém stavu se osvětlení právě nachází. Důležité stavy signalizuje také akustická odezva pomocí krátkých tónů. Zařízení umožňuje kalibrovat optický senzor a přizpůsobit ho na aktuální prostředí, v kterém se zrovna nachází. Klíčové hodnoty nastavení se ukládají a i po opětovném zapnutí jsou uživateli k dispozici. Druhou možností ovládání jsou hlasové povely. Svítidlo má naučeno několik základních příkazů, kterými lze osvětlení řídit na dálku. I zde displej zobrazuje aktivně každou změnu. Funkční chod obstará správně naprogramovaný mikropočítač, k němu vhodně zapojený a nastavený hlasový modul, podpůrná elektronika a barevné RGB LED diody.

Hlasové ovládání se už zcela běžně využívá v navigacích, chytrých telefonech, u řízení robotů, k sofistikovanému ovládání počítačů, v přístrojích pro tělesně postižené nebo v moderních inteligentních domech. Využití hlasové povely pro řízení osvětlení je zajímavá metoda, jak řešit pro nás nejpřirozenějším způsobem ovládání něčeho tak samozřejmého a dnes už neodmyslitelného, jako je světlo. Vyrobené zařízení bude díky svým malým rozměrům sloužit pro dekorativní nasvícení interiéru.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LED SVÍTIDLA

Světelná technika patří mezi rychle se rozvíjející odvětví celosvětového hospodářství. Klasické žárovky a zářivky jsou stále více nahrazovány výkonnějšími a mnohem úspornějšími LED svítidly, které při stejně kvalitním osvětlení spotřebují o 25 – 80% méně energie. Také životnost je několikanásobně vyšší. Nové výrobní postupy umožňují vyrábět malé a výkonné LED diody, které lze díky malým rozměrům umístit prakticky do čehokoliv. LED svítidla tak mají velký rozmach i v dekoračních a uměleckých osvětleních. Na trhu se lze setkat s nepřeberným množstvím různých druhů svítidel. Objevují se stále nové koncepce vedení světelného toku, a také řízení osvětlení se více přizpůsobuje moderním technologiím. [8]

1.1 Rozdělení

Při pohledu na sortiment zboží, jenž nabízejí různí výrobci a firmy, se LED svítidla dají dělit na mnoho kategorií. Ať už jsou to vestavná, stropní, závěsná, stolní, zahradní, bazénová nebo speciální svítidla, vždy se dají rozdělit na:

- Vnitřní
- Venkovní

Tomu musí být uzpůsobena především konstrukce a elektro-montáž. Samozřejmě by zde mělo platit, že svítidla určené pro venkovní prostředí mají být odolnější a splňovat náročnější normy na bezpečnost.

Svítidla se od sebe liší také svou složitostí a funkcemi, které uživateli nabízejí. Mnoho LED svítidel je koncipováno pouze jako klasická náhrada stolních lampiček, dekorativních lamp nebo stropních svítidel. Vypadají sice podstatně lépe, mají mnohdy zajímavější design a existuje větší výběr, ale stále je to osvětlení, které se může nacházet pouze ve stavu zapnuto, nebo vypnuto. V krajních případech je možné regulovat i intenzitu emitujícího světla. Podle toho lze osvětlení rozdělit na:

- Klasické
- Inteligentní

Inteligentní svítidla už nabízejí mnoho možností, jak si osvětlení přizpůsobit podle vlastních představ. Nabízejí kupříkladu výběr vlastní barvy, jasu, automatickou intenzitu jasu v závislosti na okolním osvětlení, přizpůsobení světla podle pohybu v místnosti,

přechodové efekty, světelné projekce podle hudby, možnost ovládání svítidla pomocí telefonu, tabletu, dálkového ovládání, nebo přes centrální vybavení inteligentního domu. Od klasických svítidel se liší především použitím složitější elektroniky a nezbytným programovým vybavením. [9]

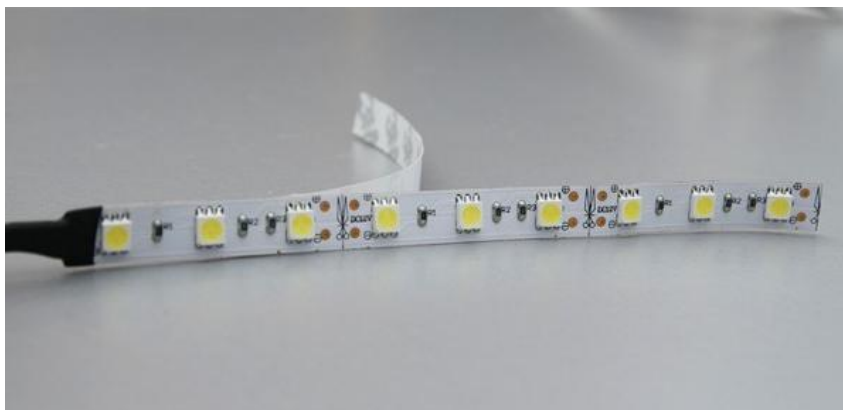
1.2 Inteligentní LED svítidla

Žádný inteligentní dům se dnes už neobejde bez plně automatizovaného osvětlení. Centrální systém v domě mnohdy zajišťuje i regulaci vytápění, odvětrávání, řízení žaluzií, domácích spotřebičů, audio-video techniky, ovládání požárních detektorů, garážových vrat, zabezpečení domu proti vloupání a v neposlední řadě i řízení osvětlení v domě. Celý dům lze ovládat přes jedno zařízení, které má vlastní software, jenž umožňuje komunikaci s centrálním systémem. [9]

S inteligentním osvětlením se lze setkat ale i v jiné podobě. Není zapotřebí mít vždy celý dům připojený k počítači. Existuje mnoho cenově dostupných alternativ, ze kterých si uživatel může vybrat. Hodně rozšířené a populární jsou například LED pásy RGB, nebo chytré LED žárovky s klasickou patičí E27.

1.2.1 LED pásy

Z hlediska dostupnosti a využití jsou LED pásy velmi flexibilní. Jsou tvořeny z pružné a dobře ohebné samolepicí pásky, která může nabývat různé šířky a libovolné délky. To umožňuje osvětlit i taková místa, kam by se jiná svítidla nikdy nedostala. Malé rozměry zajistí decentní ukrytí a led pásy nemusí být přes den vůbec vidět. Mohou se namontovat prakticky kamkoliv.



Obrázek 1. Nezalutý LED pásek [22]

LED pásek je zpravidla osazen SMD LED diodami, které jsou poskládány v řadě za sebou. Pásky se vyrábí v nejrůznějších barevných provedeních i typech a za zmínku stojí určitě RGB LED pásky, které mohou nabývat libovolných barev. [10]

Zatímco obyčejné, jednobarevné LED pásky stačí zapojit pouze ke zdroji napětí, RGB LED pásky pro své plné využití potřebují ještě řídicí elektroniku. Ta se zapojuje mezi zdroj a LED pásky. Z řídicího zařízení jsou k LED diodám vyvedeny všechny 3 barevné složky, včetně napájecího napětí. Součástí takových zařízení bývají i dálkové ovladače. Ty komunikují s řídicím kontrolérem buď za pomoci klasického IR senzoru, nebo přes rádiové vysílání na pracovní frekvenci 433MHz. Dálkový ovladač často umožňuje navolení a ukládání vlastních barevných odstínů, nastavení stmívání, výběr z osvětlovacích efektů a vypínání zařízení na dálku.



Obrázek 2. Řídicí kontrolér s dálkovým ovládáním [22]

1.2.2 LED žárovky

Výhoda oproti LED páskám spočívá ve snadné instalaci. LED žárovky jsou adekvátní náhradou klasických wolframových žárovek a jsou konstruovány tak, aby se daly namontovat do stejného závitu. Využívají přímo síťové napětí 230V~/50Hz a není zapotřebí žádných přídatných zdrojů ani regulátorů. Vedle těchto obyčejných LED žárovek však existují i RGB LED žárovky, které se dají považovat za inteligentní zdroj osvětlení. Stejně jako u RGB LED pásků, i tyto chytré žárovky se dají snadno ovládat pomocí dálkového ovládání, kdy je IR senzor umístěn přímo uvnitř žárovky.

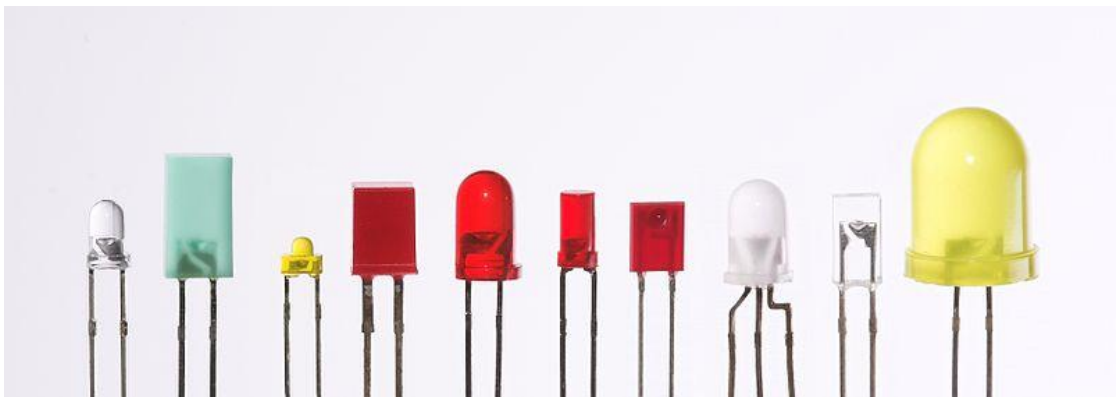


Obrázek 3. RGB LED žárovka s dálkovým ovládáním [23]

Na trhu se začínají objevovat také LED žárovky, které je možné ovládat prostřednictvím chytrých telefonů. V mobilu je nainstalována příslušná aplikace a ta komunikuje s žárovkou prostřednictvím Wi-Fi sítě. Přehledné grafické rozhraní umožní uživateli pohodlně regulovat osvětlení a nastavovat různé režimy. Mezi ně mohou patřit světelné reakce na právě pouštěnou hudbu v telefonu, nebo postupné zhasínání či rozsvěcování světla v závislosti na denní době.

2 LED DIODA

Označení „LED“ je zkratka, která vychází z anglického slovního spojení „Light Emitting Diode“, tedy dioda emitující světlo. První takovou diodu vyvinul v roce 1962 Nick Holonyak Jr. LED diody jsou oproti konvenčním světelným zdrojům mnohonásobně úspornější. Předpokládaná životnost se pohybuje okolo padesáti tisíc hodin. Jen minimum energie se při svícení přeměňuje na teplo a rozsvícení LED diody je okamžité. Vyrábí se v různých barvách, tvarech a velikostech, díky čemuž stále stoupá obliba jejich využití k osvětlovacím účelům. [11]



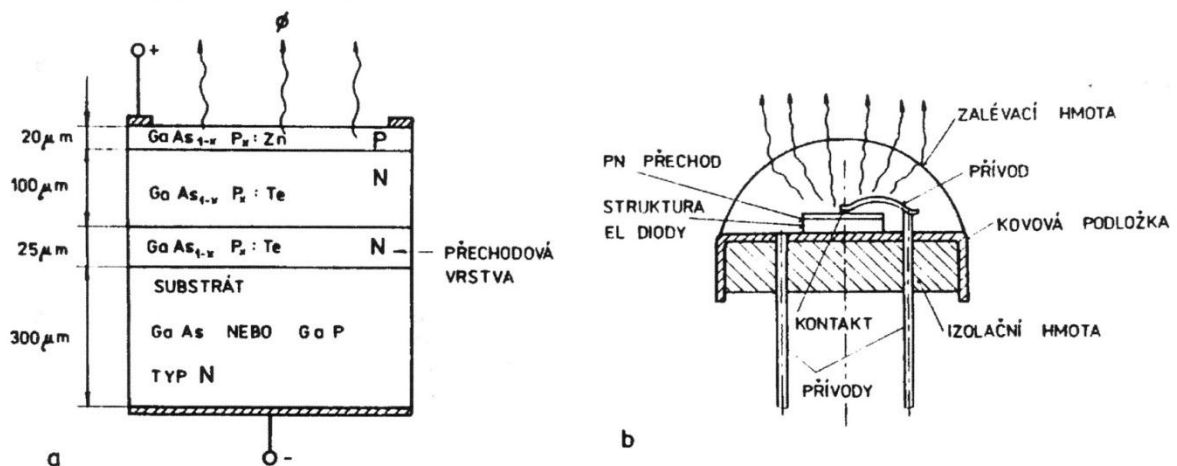
Obrázek 4. Ukázka některých typů LED diod [24]

2.1 Princip luminiscenční diody

Luminiscenční dioda je polovodičová součástka, která obsahuje PN přechod. Od usměrňovacích diod se liší tím, že v propustném směru emituje světlo do okolí. Zrovna tak jako u usměrňovací diody, i luminiscenční diodou prochází v propustném směru nezanedbatelný proud. V závěrném směru součástkou protéká proud téměř nulový. LED diody ovšem nejsou vyráběny z křemíku, ale z polovodičových sloučenin, které obsahují galium – galiumfosfid (GaP) a galiumarzenid (GaAs). Podle požadované barvy emitujícího světla mohou být použity samotně, nebo ve vrstvách. Vliv na barvu má také podíl fosforu a arzenu.

Stejně jako u křemíkových diod, lze i ze sloučenin galia vytvořit v krystalu dvě oblasti, které vykazují buď kladnou, nebo zápornou vodivost. Tyto dvě oblasti jsou známé jako p-přechod a n-přechod. Abychom docílili pohybu elektronů mezi těmito oblastmi, bude

zapotřebí použít elektrickou energii. Při průchodu proudu v propustném směru je část energie přeměněna na teplo a zbylá část se promění v záření. Použitím vhodného složení polovodičového materiálu se toto záření objeví ve viditelné oblasti. [5]



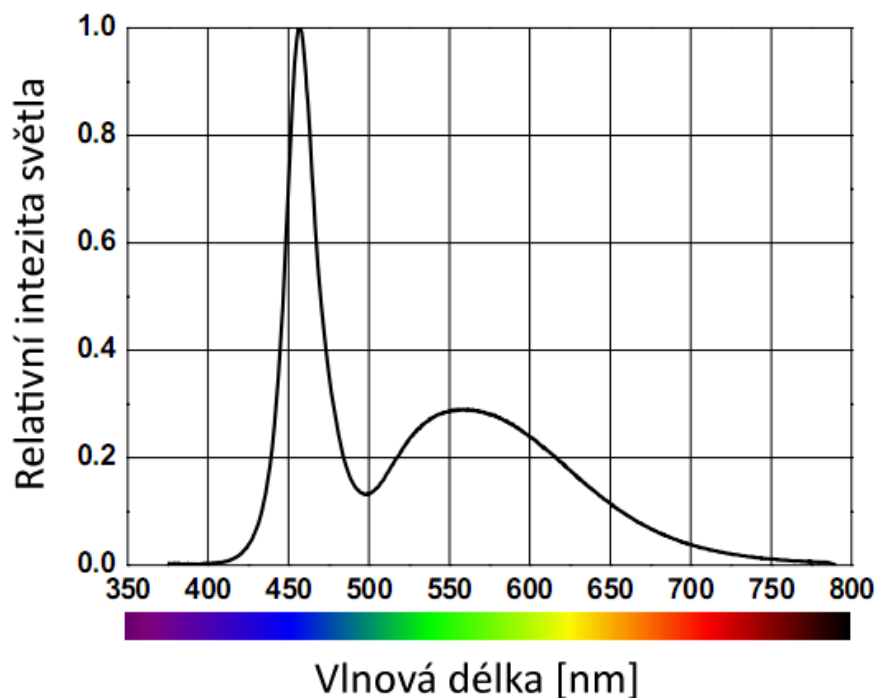
Obrázek 5. a) uspořádání vrstev b) řez LED diodou [5]

Na obrázku 5, lze vidět zjednodušené zobrazení polovodičového krystalu světelné diody. Světelné záření vzniká v blízkosti přechodu PN. Ztrátu světla způsobuje ne zcela průhledný polovodičový materiál, proto se oblast vodivosti P vytváří pokud možno co nejtenčí. Přívod proudu je zajištěn kovovými kontakty ve spodní vrstvě a čip diody je zalitý průhlednou umělou hmotou. Její tvar ovlivňuje lom světla, které může na venek působit buď bodově, nebo rozptýleně. U LED diod dochází v propustném směru k luminiscenci, která se také nazývá jako „studené“ světlo. Na rozdíl od žárovek, které potřebují rozžhavit wolframové vlákno alespoň na 1000°C, aby vydávaly světlo, u LED diod nemá vznik světla s teplem nic společného.

Dlouhou dobu existovaly pouze LED diody, které dokázaly emitovat jenom červené světlo (GaAsP), protože jsou na výrobu nejjednodušší. Dokonce se dříve tvrdilo, že nikdy nepůjde vyrobit luminiscenční dioda, která by vyzařovala jinou barvu. Následovaly ale LED diody s jiným poměrem As a P, které dokázaly emitovat žluté světlo. Povlak GaAsP na GaP vytváří oranžové světlo, zatímco GaP se používá pro světlo zelené. Modré a bílé LED diody byly dlouho dobu hubbou budoucnosti a zprvu byly hodně drahé. Jejich masové rozšíření nastalo teprve před pár lety. Barva světla se uvádí pomocí vlnové délky

v nanometrech. Vedle námi viditelného spektra se vyrábí také infračervené (IR) a ultrafialové (UV) LED diody. [5][7]

PN přechod se podle své struktury dá rozdělit na homogenní a heterogenní. Homogenní přechody jsou po obou stranách tvořeny jedním materiálem. Na bázi heterogenních přechodů jsou konstruovány všechny diody, které nejsou schopny tvořit PN přechod. Jedná se zejména o fialové, modré a super svítivé LED diody. Přechody u těchto diod musí být tvořeny ze dvou různých polovodičových materiálů. Elektrony při přechodu ztrácejí energii, kterou vyzařují ve formě fotonů. Šířka zakázané oblasti (PN přechod) určuje výslednou barvu, kterou bude LED dioda emitovat. [7]

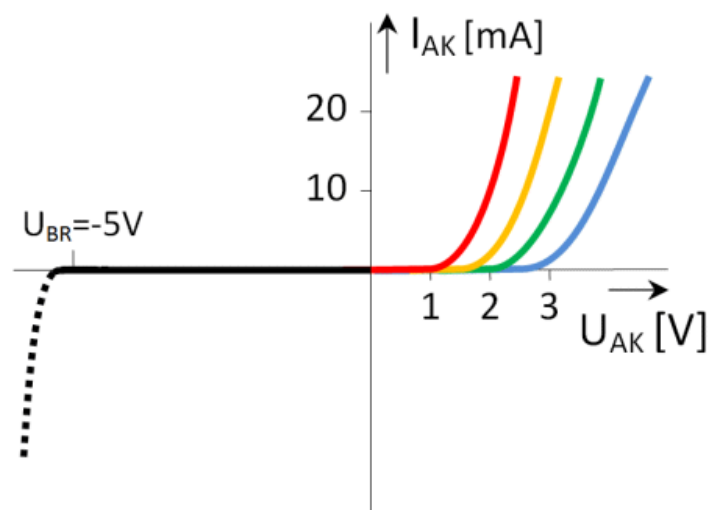


Obrázek 6. Spektrální charakteristika bílé LED diody [25]

Bílé záření patří u LED diod mezi nejsložitější a musí být tvořeno pomocí luminoforu a vícebarevných složek. Nejčastěji se vyrábí doplněním modré diody o žlutozelený nebo žlutý luminofor.

2.2 Elektrické vlastnosti

LED diody se připojují na stejnosměrné napětí a důležité je i dodržení polarity. Dioda má dva vývody, které jsou připojeny na vrstvu polovodiče typu P a N. Vývod typu P se u LED diody nazývá anoda, N se označuje jako katoda. Aby dioda svítila, musí být zapojená v propustném směru. Anoda je připojena na kladné napětí zdroje, katoda na záporné. V opačném případě se jedná o zapojení diody v závěrném směru. Světelné diody se také nikdy nezapojují přímo na provozní napětí a vždy je potřeba začlenit před diodu předřadný rezistor R_p . V přímém zapojení by mohlo dojít ke zvýšenému zahřátí LED diody a to vede ke zvyšujícímu se proudovému odběru, čímž vzniká zase větší teplo. Dochází tak k lavinovému efektu, který způsobí krátké bliknutí (mnohdy okem ani nepostřehnutelné) a dioda je zničena. Taktéž se nedoporučuje diodu provozovat v závěrném směru, kde je průrazné napětí poměrně nízké a hrozí zničení PN přechodu. Každá LED dioda je určena pro jiné napájecí napětí a taktéž proud v propustném směru se liší. Vhodně zvolený předřadný rezistor má zajistit správnou funkci diody. [5]

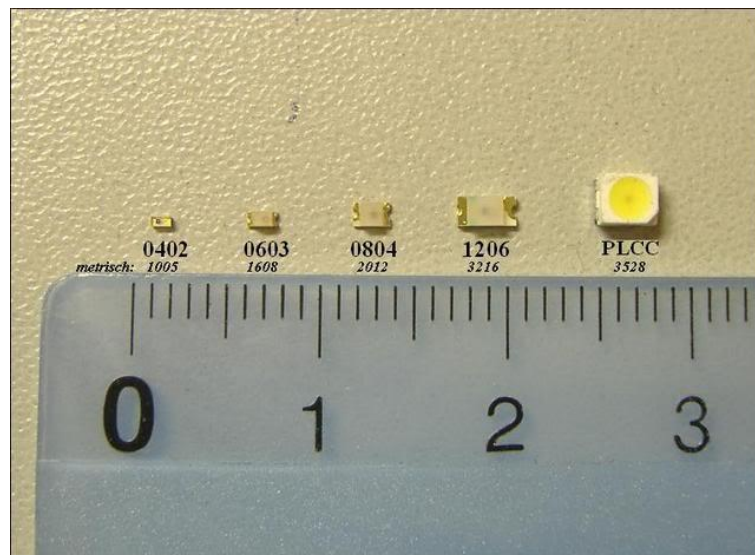


Obrázek 7. Voltampérová charakteristika barevných LED diod [25]

Provozní napětí se liší především podle barvy, kterou dioda emituje. U obyčejných LED diod se nedoporučuje proud větší než 20mA. Hodnoty napětí jednotlivých barev se pohybují od 1,8V, až po 3,5V. Tyto hodnoty se mohou mírně lišit podle druhu diody a výrobce. Obecně platí, že červená, oranžová, žlutá a zelená mají menší provozní napětí, zatímco modrá, fialová a bílá LED dioda potřebují pro otevření PN přechodu napětí vyšší.

2.3 Druhy LED diod

Jako většina součástek, i světelné diody se rozděluje podle toho, zda má jejich pouzdro klasické rozměry, nebo jde o SMD. Menší SMD LED diody jsou uzpůsobeny pro pájení přímo na povrch tištěného spoje a využívají se zejména při výrobě LED pásků.



Obrázek 8. Různé rozměry SMD LED diod

Kromě vzhledu, tvaru, velikosti a barvy pouzdra se od sebe světelné diody liší také počtem vývodů a tím i PN přechodů. Jedná se v podstatě o více diod v jednom pouzdře, díky čemuž může jedna LED dioda svítit v závislosti na zapojení více barvami. Rozdělení je následovné:

- Jednobarevné
- Dvoubarevné
- RGB

Jednobarevné LED diody jsou nejjednodušší a obsahují pouze dva vývody - anodu a katodu. Dvoubarevné a RGB diody mají více jak dva vývody v závislosti na počtu barev umístěných v pouzdře. Nejčastěji se lze setkat s typy LED diod, které mají vždy jeden vývod společný. Je to buď zapojení se společnou anodou, nebo katodou. Princip je stejný, jako bychom chtěli mít více LED diod zapojených paralelně. I zde je podmínkou, aby každá barevná složka měla svůj předřadný rezistor.

2.4 RGB LED diody

Tato polovodičová součástka má 4 vývody a existuje v zapojení jak se společnou anodou, tak se společnou katodou. Zbylé tři vývody tvoří připojení na červenou, zelenou a modrou složku. LED dioda dokáže díky správné kombinaci jednotlivých složek vytvořit libovolnou barvu. Pouzdra těchto diod bývají mléčné, nebo čiré. Mléčné pouzdra jsou výhodné v tom, že se jednotlivé barevné kanály smíchají a výsledná barva působí celistvě. Čiré pouzdro propustí sice více světla, barvy budou zářivější, ale jsou často vidět jednotlivé barevné složky a výsledný odstín požadované barvy je nevěrohodný. Je tak zapotřebí použít přídatnou optiku, nebo plexisklo na rozložení světla. [12]

Řízení:

Pokud bychom se omezili na získání základních barev, řízení RGB LED diody je poměrně jednoduché. Stačí zapojit barevné kanály ve správné kombinaci, podle následující tabulky:

R	G	B	Výsledná barva
1	0	1	Fialová
0	0	1	Modrá
0	1	1	Azurová
1	1	1	Bílá
0	1	0	Zelená
1	1	0	Žlutá
1	0	0	Červená

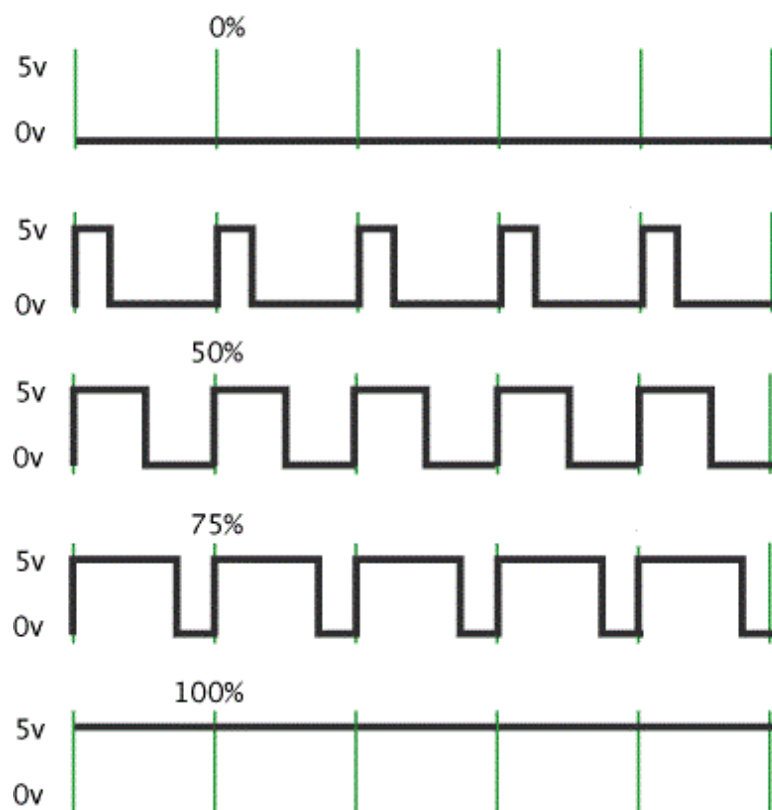
Tabulka 1. Základní barevné kombinace

Barvy popsané v tabulce 1 vzniknou tak, že vždy naplno rozsvítíme danou kombinaci barevných složek, u kterých je jednička. Pro získání jiných barevných odstínů se už vše komplikuje a musíme řídit výkony jednotlivých LED diod. Například abychom dosáhli všech odstínů mezi žlutou a červenou, je zapotřebí při zapnuté žluté barvě postupně snižovat její zelenou složku, až zelená přestane svítit. Mezi tímto intervalem se nachází všechny odstíny mezi žlutou a červenou barvou, včetně oranžové.

Pro řízení výkonu se musí k LED diodám připojit složitější elektronika. Nejčastěji to bývá naprogramovaný mikropočítač, který dokáže generovat pulsně šířkovou modulaci (PWM). Na změnu signálu této modulace reaguje dioda tak, že se mění její svítivost. Změnou jasu u barevných složek RGB LED diody, se tedy vytváří různé odstíny barev.

3 PULSNĚ ŠÍŘKOVÁ MODULACE

Anglicky „Pulse Width Modulation“ značená též „PWM“ je modulace, kterou tvoří signál s konstantní frekvencí. Tento signál má obdélníkový průběh a v závislosti na nastavení modulace mění svou střídu. Ta představuje rozdíl mezi poměrem délky impulsu vůči mezeře mezi těmito impulsy v jedné periodě. Střídu signálu můžeme vyjádřit jako poměr impulsu a mezery (1:1, 2:1, 1:4 atd.), nebo procentuálně, kde 100% představuje poměr 1:0, 50% poměr 1:1 atd. Vždy je však potřeba uvést, které číslo představuje mezeru a které impuls. [13]



Obrázek 9. Možné průběhy PWM [21]

PWM je diskretní modulace a slouží pro přenos dvoustavového signálu. Často to bývá napětí pro logickou 0 a 1. Na obrázku 9 představuje 0% signál o napětí 0V a při 100% je to plných 5V. Tuto diskretní modulaci lze využít například pro řízení servomotorku, pro IR přenos v dálkovém ovládní, zpracovávání dat z různých snímačů a v neposlední řadě pro ovládní jasu LED diod. Ke generování PWM může být použit časovač typu NE555 nebo mikropočítač, kde si za pomoci vhodného programu lze navolit přesnou střídu pro požadovaný signál.

4 OVLÁDÁNÍ ZAŘÍZENÍ HLASEM

Ačkoli dřív jsme se mohli setkat s hlasovým ovládáním pouze ve sci-fi filmech, dnes už se nejedná o žádnou ojedinělou věc. Stále častěji se s ovládáním pomocí hlasu můžeme setkávat třeba u automobilových navigací, chytrých telefonů nebo osobních počítačů. Operační systém Windows nabízí vlastní ovládání pomocí rozpoznávání řeči, které lze využít k diktování a upravování textu, spouštění programů nebo k interakci se systémem. V některých případech umí plně nahradit klávesnici a myš. Existují i různé programy, které se na ovládání hlasem přímo specializují a umožňují uživateli mnohem větší komfort a přizpůsobení pro komunikaci s počítačem. Také mobilní telefony už nabízejí natolik sofistikované vybavení, že lze hlasovými povely běžně ovládat celý přístroj, využívat internetové služby, diktovat texty zpráv nebo si nechat vyhledávat potřebné informace. Mezi nejznámější a nejrozšířenější patří hlasová asistentka Siri od firmy Apple nebo Google Voice od Googlu.

Například služba Siri pracuje tak, že nejprve mikrofon snímá zvukové signály z okolí a ty jsou následně vzorkovány na digitální signál. V případě, že telefon využívá dva mikrofony, dokáže si poradit i s okolními rušivými zvuky, které vyfiltruje a zůstane pouze mluvený příkaz. Frekvenční spektrum se poměrně rychle analyzuje pomocí Fourierovy transformace. Rozpoznávání slov je prováděno skrytými markovskými modely (HMM) a složí k analýze časových řad. Analyzovaná slova se porovnávají s dostupnou databází a vyhledává se nejvhodnější shoda. Celý proces je náročný na výpočetní kapacitu počítače a serveru. V současné době existují už systémy s takovým výkonem, že jsou schopny rozpoznávat hlasové povely v reálném čase. Důležité je taky porozumět kontextu slov a najít řešení, u kterého se předpokládá, že uživatel očekává. Porovnávají se skupiny slov a hledá se jejich společný význam nebo možné souvislosti s poskytovanými službami. Podle nejoptimálnějšího řešení nabídne Siri uživateli odpověď, nebo si vyptá upřesnění požadavku. [14]

4.1 Podmínky pro hlasové ovládání

Ovládání hlasem může působit jako přirozený způsob, jak pohodlně ovládat některá zařízení. Není nutné hledat dálkový ovladač, vyměňovat baterky, sedět u počítače nebo mít zařízení přímo po ruce. Stačí jednoduše vyslovit svůj požadavek a počkat si na jeho správné vyhodnocení. Existuje ale několik překážek a problémů, na které se musí brát

zřetel. Pro jednoznačné rozpoznání hlasových příkazů je nezbytné dodržovat následující podmínky:

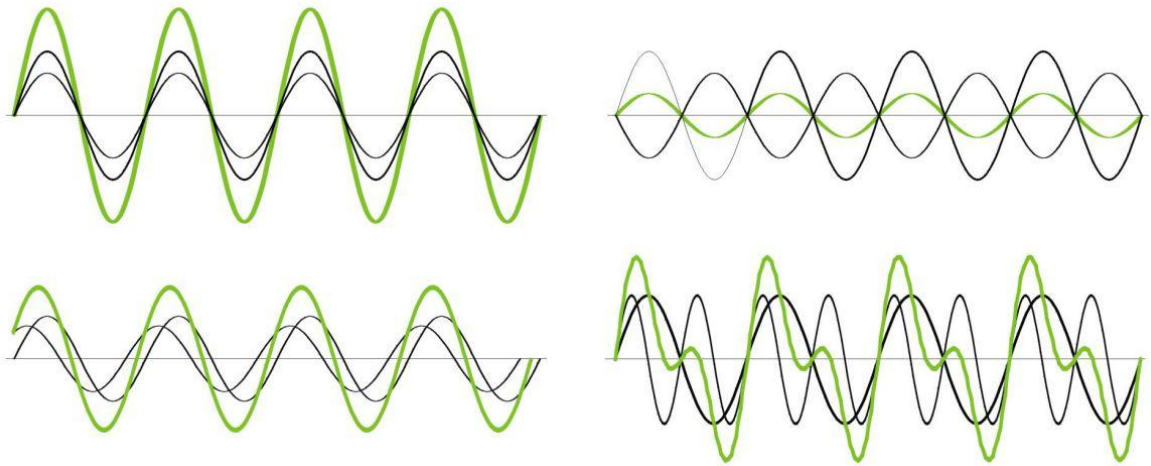
- Pokud zařízení neobsahuje více mikrofonů pro odrušení okolního ruchu, musí uživatel vyslovovat hlasové příkazy v tichém a klidném prostředí. V opačném případě může dojít ke špatnému pochopení příkazu, nebo úplnému neporozumění.
- Čím blíže bude uživatel přiblížen k mikrofonu, tím pravděpodobnější je správné zaznamenání hlasového povelu. Vyslovený příkaz je lépe rozpoznatelný a není tolik zašuměný nebo smíchaný s okolními zvuky.
- Důležité je také srozumitelné, hlasité a zřetelné vyslovování příkazů. Slova by se měla vyslovovat přirozeně a bez silného přízvuku nebo nářečí. V některých případech je zapotřebí si hlasové povely zažít a jejich správnou výslovnost si nacvičit. Přístroj tak daleko snáze vyhodnotí příkazy a nebude se muset každý povel několikrát opakovat.
- Pro lepší porozumění a vyhodnocení by hlasové příkazy neměly být příliš dlouhé a složité.
- Mikrofon nesmí být umístěn vedle ventilátoru nebo v místech, kde dochází k silnějšímu proudění vzduchu.
- Nezanedbatelnou roli hraje prostředí, ve kterém se mikrofon nachází. Zatímco venku se zvukové vlny šíří rovnoměrně, v místnosti někdy dochází k odrazům zvuku, ozvěně nebo částečnému pohlcení. Tyto faktory mohou ztěžovat rozpoznání hlasového povelu.

4.2 Zvuk

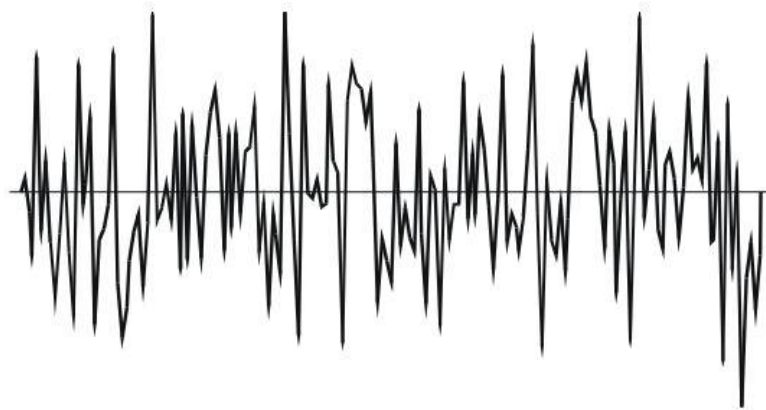
Zvuk vzniká šířením tlakových vln, které jsou tvořeny stlačováním a rozpínáním hmotného prostředí. Zvukové vlny se nemohou šířit ve vakuu a je zapotřebí elastického prostředí v oblasti slyšitelných frekvencí. Člověk je schopný vnímat vlnění přibližně od 16Hz do 20kHz. Tento frekvenční rozsah je ale hodně individuální a s rostoucím věkem člověk přestává slyšet vyšší frekvence. [3]

Každá periodická vlna je tvořena určitým počtem sinusových a kosinusových složek. Z těchto dílčích vln můžeme pomocí Fourierovy transformace získat spektrum zvuku. Zatímco periodická vlna se stále opakuje ve stejných úsecích, v případě lidské řeči se jedná o kvaziperiodické vlnění. Vlny v periodě nejsou úplně stejné a frekvence i amplituda se v závislosti na čase mění. Zvuk se dělí také na harmonické složky. U harmonického vztahu

platí, že frekvence všech složek je násobkem složky nejnižší frekvence. Základní frekvence se značí jako f_0 a je to nejnižší harmonická složka. Ostatním harmonickým složkám se potom říká vyšší harmonické. [4][15]



Obrázek 10. Skládání vln [15]

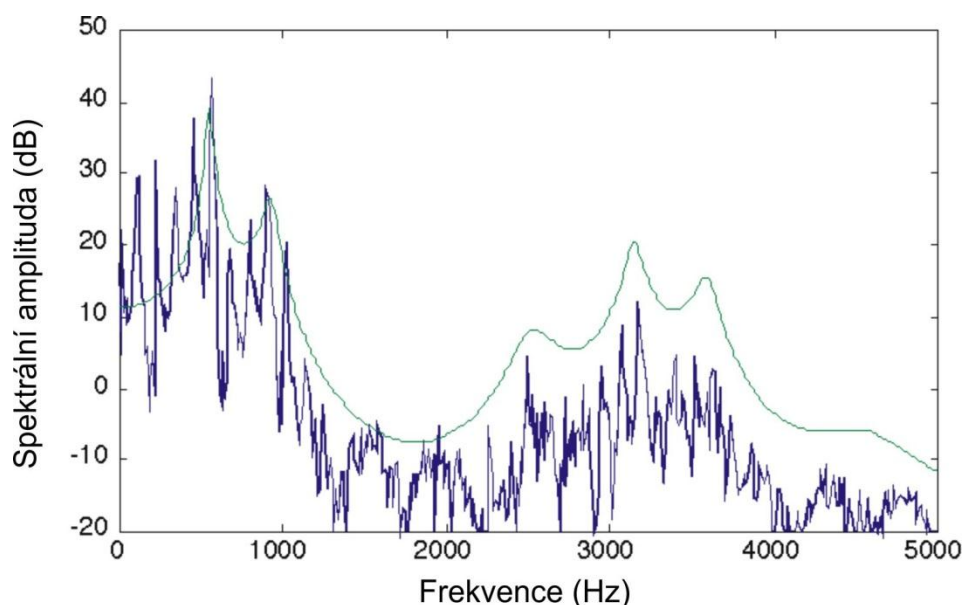


Obrázek 11. Aperiodické vlny [15]

V lidské řeči se s periodickým vlněním můžeme setkat u samohlásek, zatím co neperiodické průběhy se vyskytují zejména u neznělých souhlásek. Ve frekvenčním spektru lze poměrně snadno vymezit oblast pro hlas a ostatní zvuky o jiné frekvenci vynechat. Lidský hlas se může pohybovat ve frekvenčním spektru až do 10kHz, a však pro běžnou řeč používáme mnohem užší pásmo. To se pohybuje v oblasti 1kHz až 3kHz, vyšší frekvence se podílejí především na individuální barvě hlasu. [4][16]

4.3 Rozpoznání hlasových povelů

Je důležité od sebe odlišit pojem „rozdání hlasu“ a „rozdání hlasových povelů“. Rozpoznávání hlasu dokáže pracovat s různou výslovností a intonací. K dispozici je také daleko větší slovní zásoba a za pomoci současné výpočetní techniky dokáže rozpoznávání hlasu fungovat i v reálném čase. Jedná se o skutečné rozpoznání lidské řeči, kdy se hlas převádí přímo na jednotlivá slova do digitální podoby a může se s nimi dále pracovat tak, aby jim odpovídaly ekvivalentní významy v různých programech a aplikacích. Rozpoznávání hlasových povelů využívá předem připravených vzorků a ty porovnává se zachycenými zvukovými sekvencemi, které představují konkrétní povel. V případě shody jim bývá přiřazena konkrétní činnost. Tato metoda bývá do určité míry závislá na konkrétním řečníkovi a na výslovnosti nebo intonaci hlasu. Těchto vlastností lze využít třeba u biometrického ověřování, kdy bude zařízení reagovat až po přesně pronesené frázi, kterou zná jenom pověřená osoba. [3]

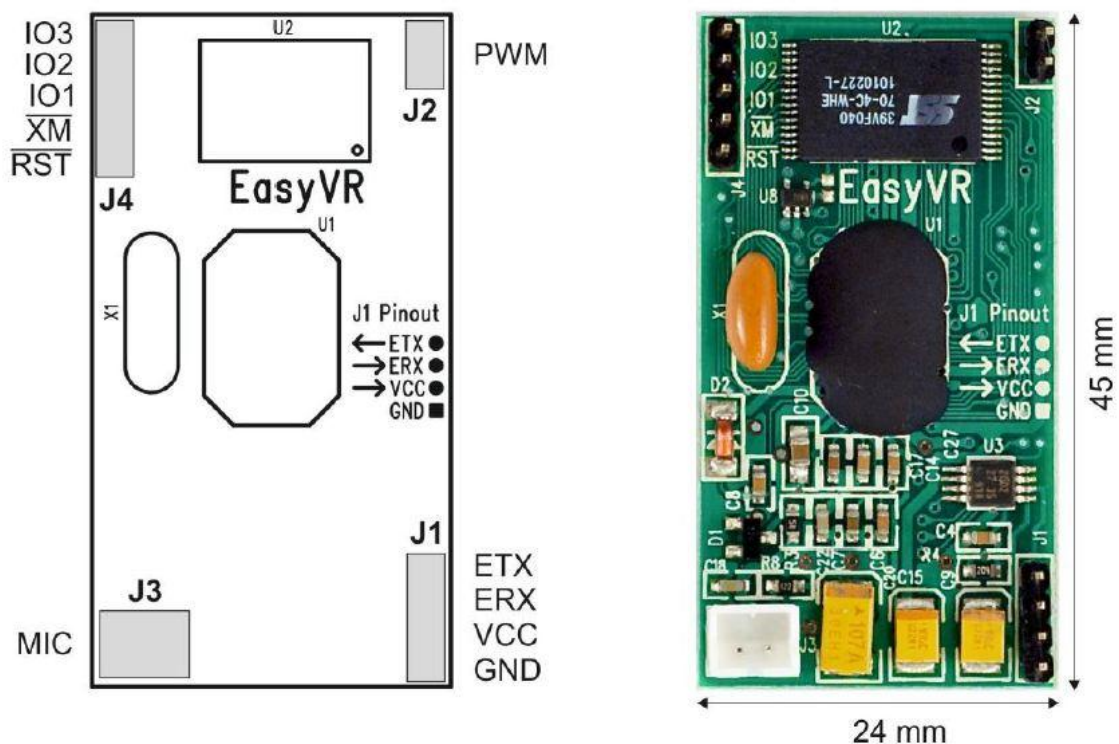


Obrázek 12. Spektrum řeči [17]

Na obrázku 12 se nachází charakteristický frekvenční průběh pro anglické citoslovce „oh“. Průběh je proložený přenosovou funkcí, která vykazuje charakteristické rysy pro toto konkrétní slovo. K rozpoznávání se používají znělé segmenty řeči, protože právě ty mají dostatečně popisný charakter. Jelikož nezáleží na časové posloupnosti segmentů, není zapotřebí provádět časové přizpůsobení vzorku. [17]

5 EASYVR MODUL

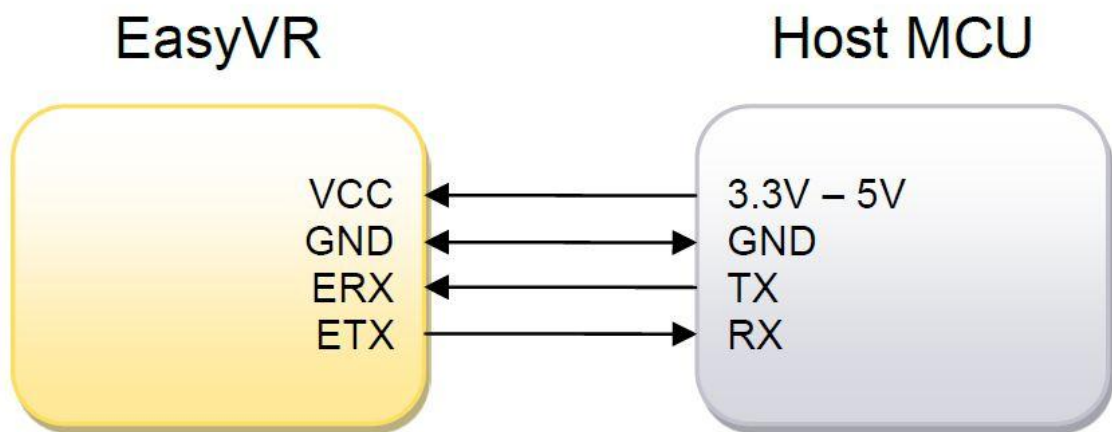
EasyVR je víceúčelový modul, sloužící k rozpoznávání hlasových povelů. Modul lze připojit na jakékoliv hostitelské zařízení, které obsahuje UART rozhraní napájené 3,3V až 5V, nebo které dokáže asynchronní sériový interface emulovat. Hlasové ovládání prostřednictvím tohoto modulu je možné využít v automatizované domácnosti, v průmyslových aplikacích, při ovládání činnosti robotů a pro aplikace libovolného charakteru. EasyVR se dodává s 26 přednastavenými příkazy, které se nejvíce uplatní při řízení pohybu robota. Povelů jsou předprogramovány v cizích jazycích, jako je angličtina, italština, němčina, francouzština, španělština a japonština. Uživatel si navíc může nadefinovat až 32 vlastních povelů, které budou přesně vyhovovat účelům jeho aplikace. Společnost VeeaR ke svým produktům poskytuje veškerou možnou dokumentaci a softwarovou podporu. [18]



Obrázek 13. Hlasový modul EasyVR [18]

Vlastní hlasové příkazy je možné vytvořit v libovolném jazyce a zařízení podporuje i použití hlasových hesel. Uživatelé jsou k dispozici také tři volně programovatelné GPIO

porty (IO1, IO2, IO3). Modul si dokáže pamatovat až 9 minut zvukového záznamu a optimální vzdálenost mluvčího od mikrofonu je 60cm. Při větší vzdálenosti je zapotřebí mluvit hlasitěji. EasyVR v sobě zahrnuje i vlastní zesilovač, takže se mikrofon napojuje přímo konektorem J3. Při různých aplikacích lze využít i audio výstupu na konektoru J2, na který se připojí 8Ω reproduktor. Konfigurace modulu se nejčastěji provádí přes sériové spojení s hostitelským mikropočítačem. Ten bývá napojený přes USB rozhraní na osobní počítač, který mu pomocí vhodného softwaru umožňuje programovat obě tyto periferie. Modul EasyVR pracuje pod napájecím napětím od 3,3 do 5,5V.



Obrázek 14. Komunikace s EasyVR [18]

Počáteční konfigurace pro sériový přenos je 9600Bd, 8 bitů dat, bez parity a 1 stop bit. Přenosová rychlost však může pracovat v rozmezí 9600 až 115200Bd. Komunikační protokol využívá pro přenos na TX a RX lince pouze tisknutelné znaky z ASCII tabulky, které lze rozdělit do dvou hlavních skupin:

- Rozsah malých písmen zastupuje příkazy a stavy
- Velké písmena zastupují argumenty příkazů nebo podrobnosti o stavu

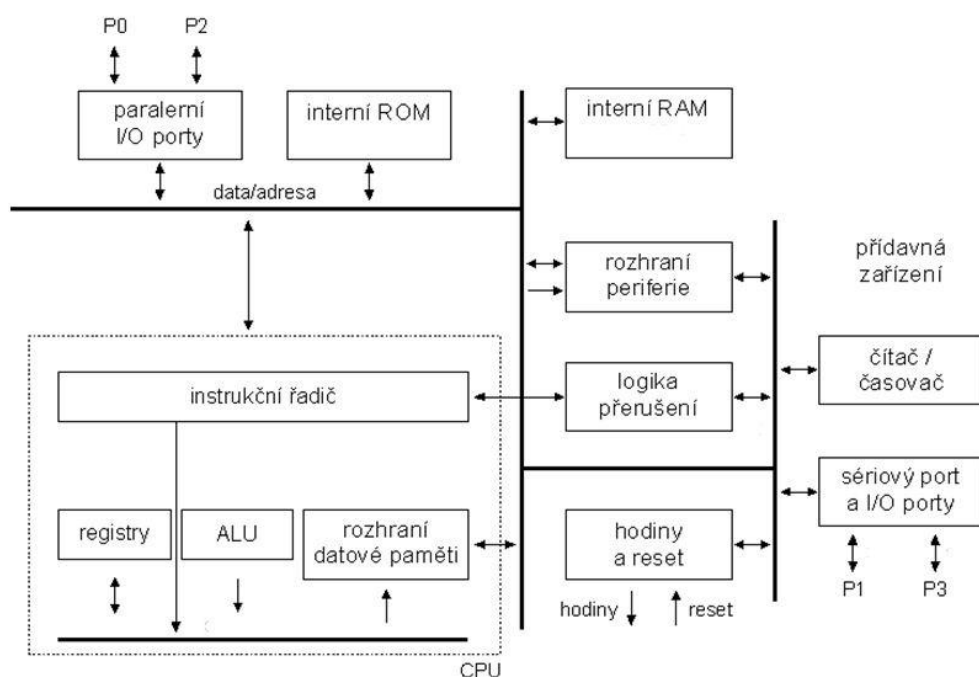
Každý příkaz odeslaný na lince TX s nulovými nebo dalšími bajty argumentů dostane odpověď přes linku RX ve formě stavového bajtu, za kterým následuje nula nebo více argumentů. Hlasový modul dokáže spolehlivě komunikovat kupříkladu s vývojovými deskami, jako jsou EasyVR Development Kit, Robonova, Basic Stamp, POPbot, EasyPIC5 nebo s kity značky Arduino. [18]

6 ARDUINO

Vývojové kity značky Arduino se stávají stále rozšířenějšími a dají se využívat všude tam, kde je zapotřebí ovládat hardware za pomoci jednočipového mikropočítače.

6.1 Mikropočítač

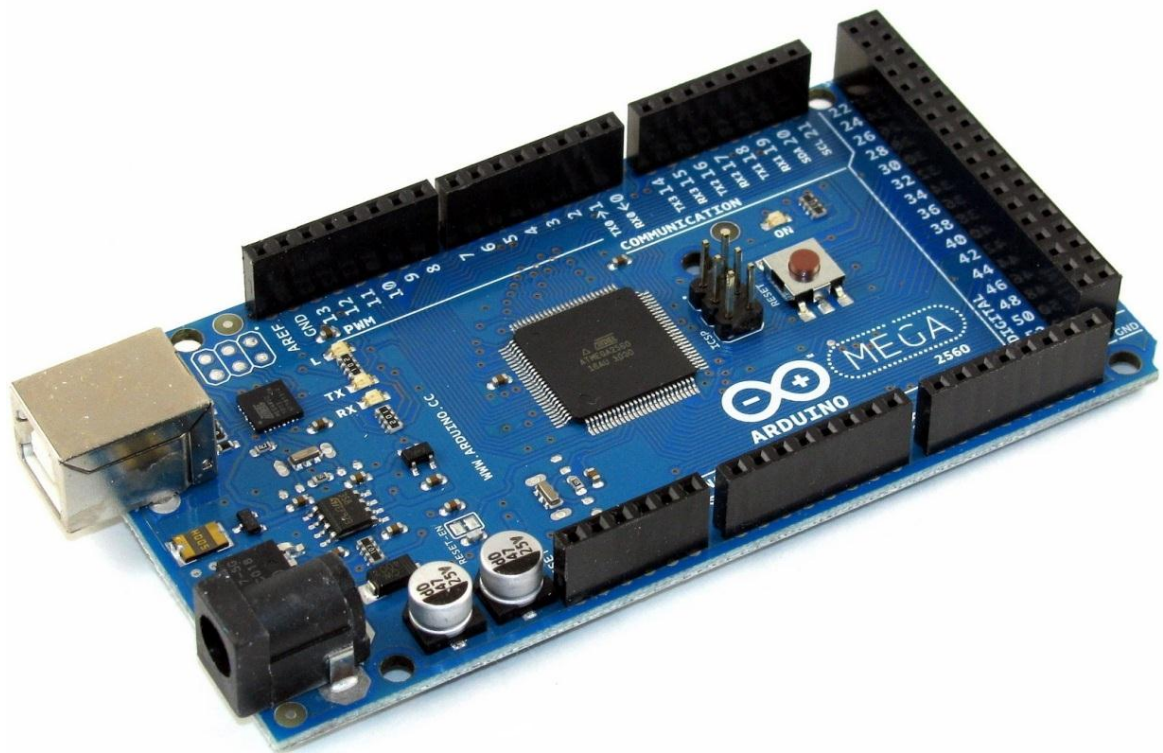
Mikropočítače se obecně staly za posledních 25 let důležitým odvětvím v technice. Díky svým malým rozměrům a univerzálnímu využití se objevují v nepřeberném množství aplikaci a dají se dnes sehnat prakticky kdekoliv. Zastanou svou úlohu kupříkladu ve spotřební elektronice, automobilech, průmyslovém odvětví nebo při řízení, regulaci a monitorování elektrických i neelektrických veličin. Mikropočítač bývá zpravidla tvořen jediným čipem, který je zapouzdřený v integrovaném obvodu. Ten v sobě ukrývá mikroprocesor (CPU), aritmeticko-logickou jednotku (ALU), paměti různého typu, ať už pro inicializační zavádění, ukládání programu nebo uchovávání dat, řadiče a registry. Dále obsahují rozšiřující bloky, které obstarávají komunikaci s okolím, načítání a zapisování různých stavů, A/D nebo D/A převodníky, přerušeni, čítače, časovače, vnitřní hodiny a další jiné bloky sloužící k ovládání nebo komunikaci s externími periferiemi. Mikropočítačů se vyrábí plno druhů, které se od sebe liší kupříkladu výkonem, pamětí, rychlostí, počtem portů, komunikačními kanály nebo vnitřním rozhraním. Vždy ale vychází ze stejné struktury, jakou je možno vidět na následujícím obrázku. [1][6][19]



Obrázek 15. Obecné blokové schéma mikropočítače [19]

6.2 Arduino Mega 2560

Vývojový kit Arduino Mega 2560 je jen jedním z mnoha výrobků, které se v řadách platformy Arduino vyskytují. Mozkem Arduino Mega 2560 je osmibitový mikropočítač (ATmega2560) od firmy Atmel. Tento vývojový kit kromě mikrokontroléru obsahuje také vlastní rozhraní, které umožňuje uživateli jeho propojení s osobním počítačem a následné programování dle potřeb. Kit je fyzicky tvořen osazenou deskou s plošnými spoji, v které jsou zahrnuty i vstupní a výstupní porty, porty napojené na A/D převodníky, PWM modulaci, obslužné přerušování nebo sériovou linku. Pohodlnou komunikaci s PC zajistí USB port. [20][21]



Obrázek 16. Vývojový kit Arduino Mega 2560 [21]

Hardware Arduina je koncipovaný jako open-source, což znamená, že je volně dostupná veškerá dokumentace, podrobné schéma zapojení a zdrojové soubory, včetně některých knihoven. Takový hardware může kdokoli svobodně stavět, modifikovat, rozšiřovat a vylepšovat. Oblíbené jsou například tzv. štíty (shields), což jsou rozšiřující periferie, jejichž rozložení konektorů má stejný rozměr jako u Arduina. Štíty se díky tomu snadno nasazují a dají se mezi sebou různě kombinovat. Možné je využít kupříkladu i periferie s Ethernetovým rozhraním, paměťovými kartami, GSM moduly a akcelerátory. [2][20]

6.2.1 Specifikace

Mikrokontrolér:

- ATmega2560
- Atmel AVR architektura
- Pracovní frekvence 16MHz
- 256kB flash paměť, 8kB SRAM, 4kB EEPROM

Vstupní a výstupní porty:

- **54 digitálních pinů**
 - 0, 1, 14, 15, 16, 17, 18, 19 – UARTS (celkem čtyři sériové linky)
 - 2, 3, 18, 19, 20, 21 – externí přerušení
 - 2 až 13 a 44 až 46 – 8b PWM výstup
 - 50, 51, 52, 53 – SPI
 - 20, 21 – TWI
 - 13 – Signalizační LED
- **16 analogových vstupů**

Možnosti napájení:

- 5V přes USB port
- 7-12V přídatný adaptér

Komunikace s PC:

- Přes USB kabel
- RS-232 při použití převodníku úrovní

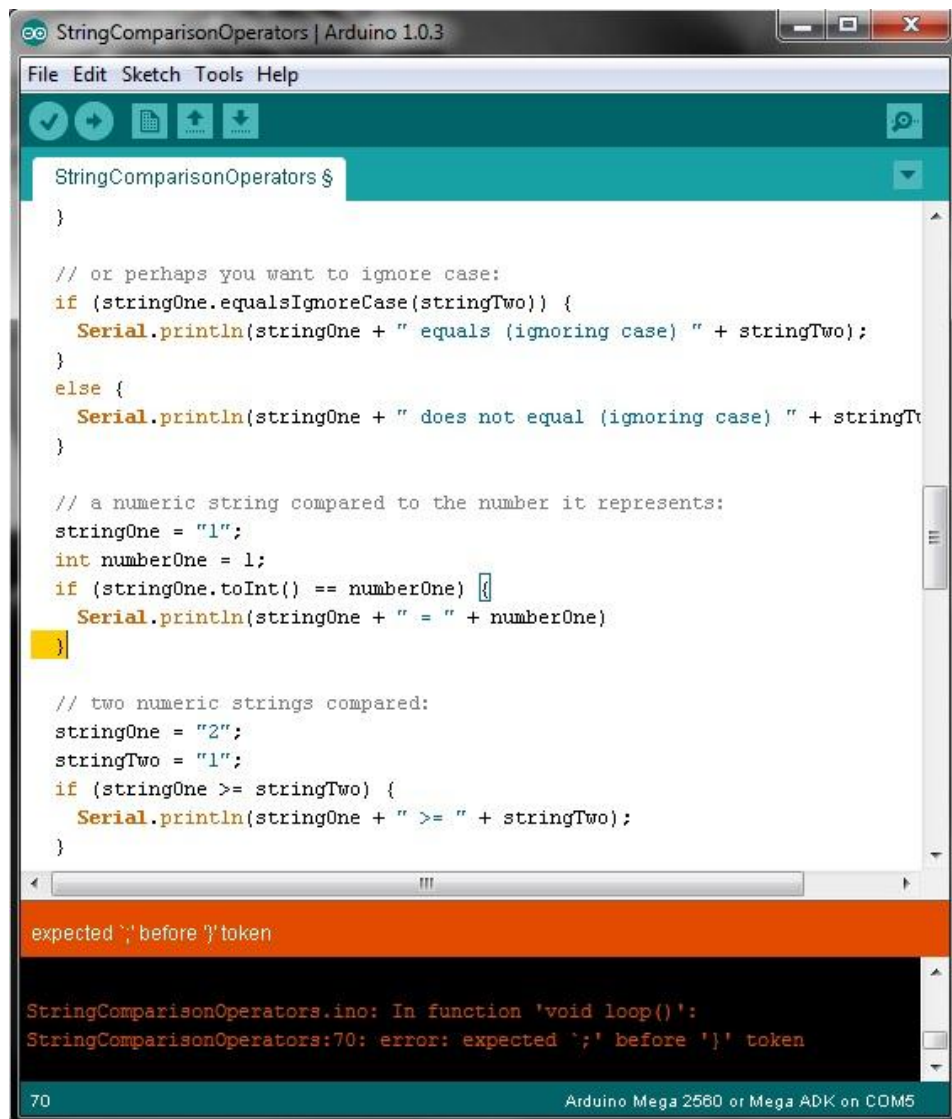
Programování:

- Programovací jazyk Wiring s Processing IDE
- Multiplatformní vývojové prostředí Arduino 1.0.3
- Atmel Studio 6.0

Digitální porty mají na výstupu napětí 5V a maximální proud, který dokáží poskytnout, je 40mA. A/D převodník je 10 bitový a rozsah 0 – 1023 má uzpůsobený pro napětí 0-5V. V některých případech je Arduino možno napájet až 20V. [21]

6.3 Programování

K programování vývojových kitů Arduino slouží Arduino Programmable Language, který je založený na jazyce Wiring. Wiring vychází z jazyka C a je uzpůsobený pro vývoj softwaru k jednočipovým zařízením. K tvorbě programů je k dispozici multiplatformní vývojové prostředí Arduino (v aktuální verzi 1.0.3), které je volně ke stažení. Toto JAVA prostředí je možno využívat pod operačním systémem Windows, Linux i Mac OS. Arduino umožňuje při psaní programů implementovat různé podpůrné knihovny a sledovat aktuální stav sériové linky. Vývojové prostředí působí jednoduše a přehledně. Uživatel však pro psaní programů může použít i jiná prostředí – např. Atmel Studio, Eclipse, MS Visual Studio, CodeBlocks. [20]



```
StringComparisonOperators | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help
StringComparisonOperators $
}

// or perhaps you want to ignore case:
if (stringOne.equalsIgnoreCase(stringTwo)) {
  Serial.println(stringOne + " equals (ignoring case) " + stringTwo);
}
else {
  Serial.println(stringOne + " does not equal (ignoring case) " + stringTwo);
}

// a numeric string compared to the number it represents:
stringOne = "1";
int numberOne = 1;
if (stringOne.toInt() == numberOne) {
  Serial.println(stringOne + " = " + numberOne);
}

// two numeric strings compared:
stringOne = "2";
stringTwo = "1";
if (stringOne >= stringTwo) {
  Serial.println(stringOne + " >= " + stringTwo);
}

expected ';' before '}' token

StringComparisonOperators.ino: In function 'void loop()':
StringComparisonOperators:70: error: expected ';' before '}' token

70 Arduino Mega 2560 or Mega ADK on COM5
```

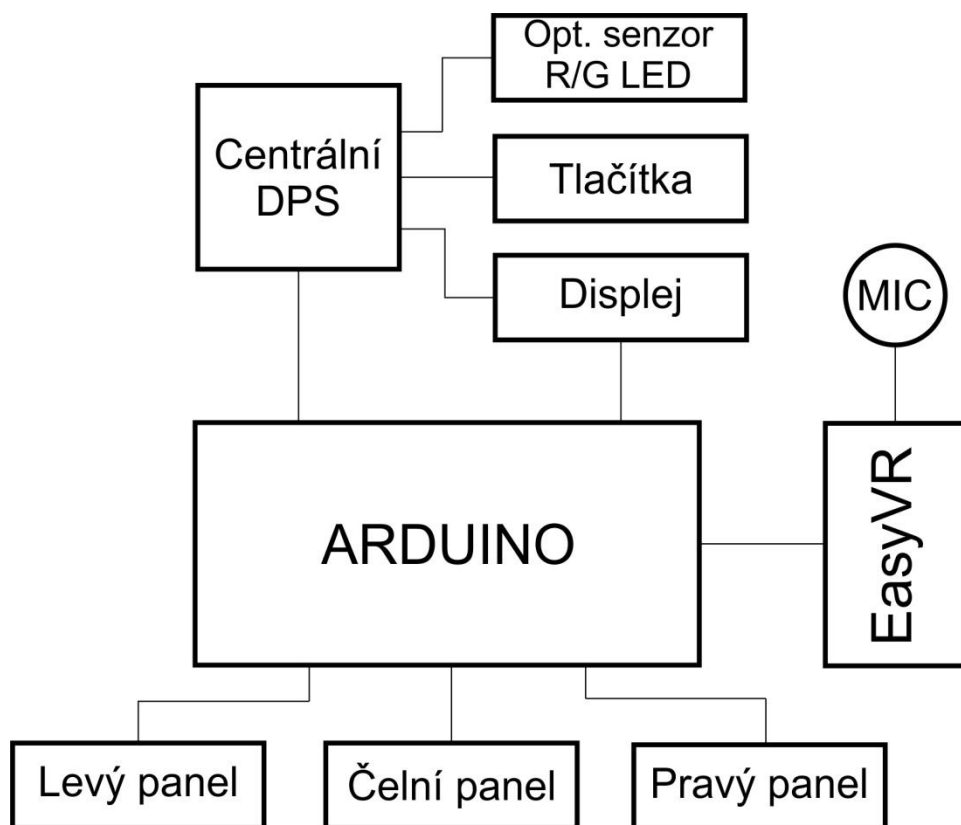
Obrázek 17. Vývojové prostředí Arduino 1.0.3

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 ELEKTRONICKÉ ZAPOJENÍ

Tato kapitola popisuje elektronické schéma zapojení svítidla. Popsáno je jeho fungování a propojení jednotlivých komponentů. Elektroniku svítidla tvoří kromě Arduina a modulu EasyVR, také vlastní desky plošných spojů. Schémata i desky byly navrženy v programu Eagle.

Tělo svítidla je vyrobeno z hliníkové krabičky o rozměrech 220x165x51,5mm. Krabička je upravená tak, že je svítidlo při používání postavené na výšku (podstava 165x51,5mm). Na přední straně zařízení jsou umístěné prvky jako tlačítka, displej, mikrofon, optický senzor a také signalizační LED dioda, indikující hlasové ovládání. Zadní strana svítidla je určena k osvětlení a přes plexisklo svítí ven matice RGB LED diod. Ty jsou uvnitř umístěny na čelním panelu. Návrh svítidla počítá i s bočním osvětlením. Na levém i pravém boku se uvnitř zařízení nachází osvětlovací panel, který je osazen příslušnou elektronikou a RGB LED diodami. Svítidlo tak obsahuje tři desky sloužící k osvětlení a jednu centrální DPS, která uvnitř svítidla zajišťuje propojení všech komponentů. Všechny tyto dílčí prvky jsou vzájemně propojeny vícežilovými kabely s konektory.

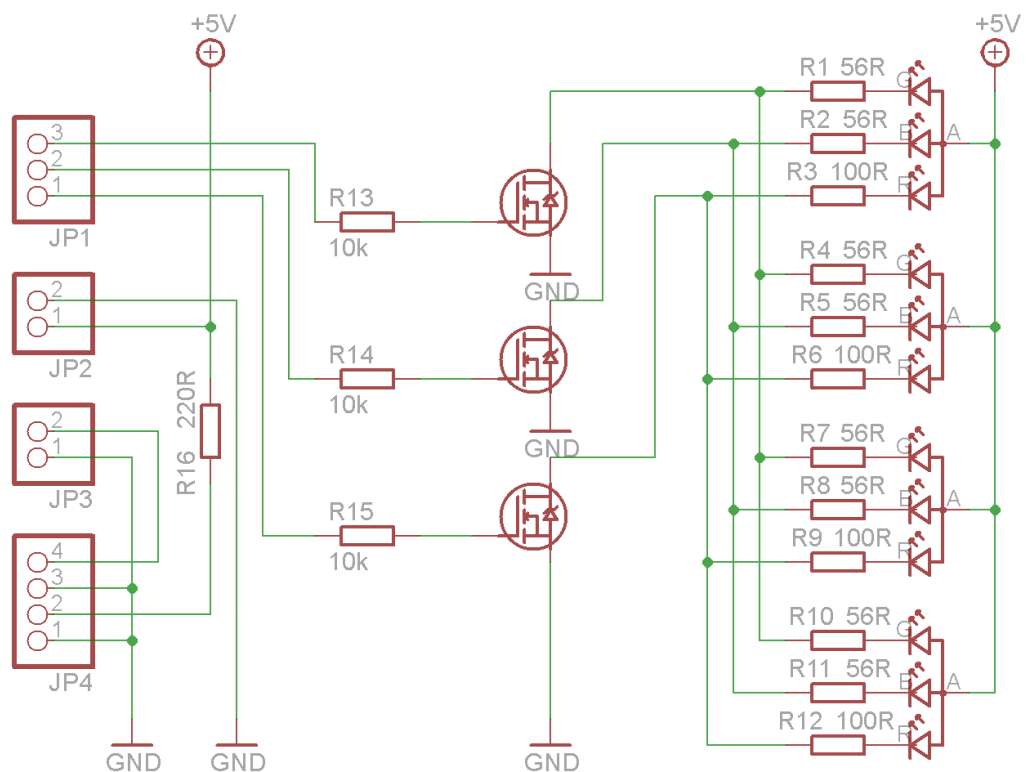


Obrázek 18. Blokové schéma pro komunikaci mezi komponenty

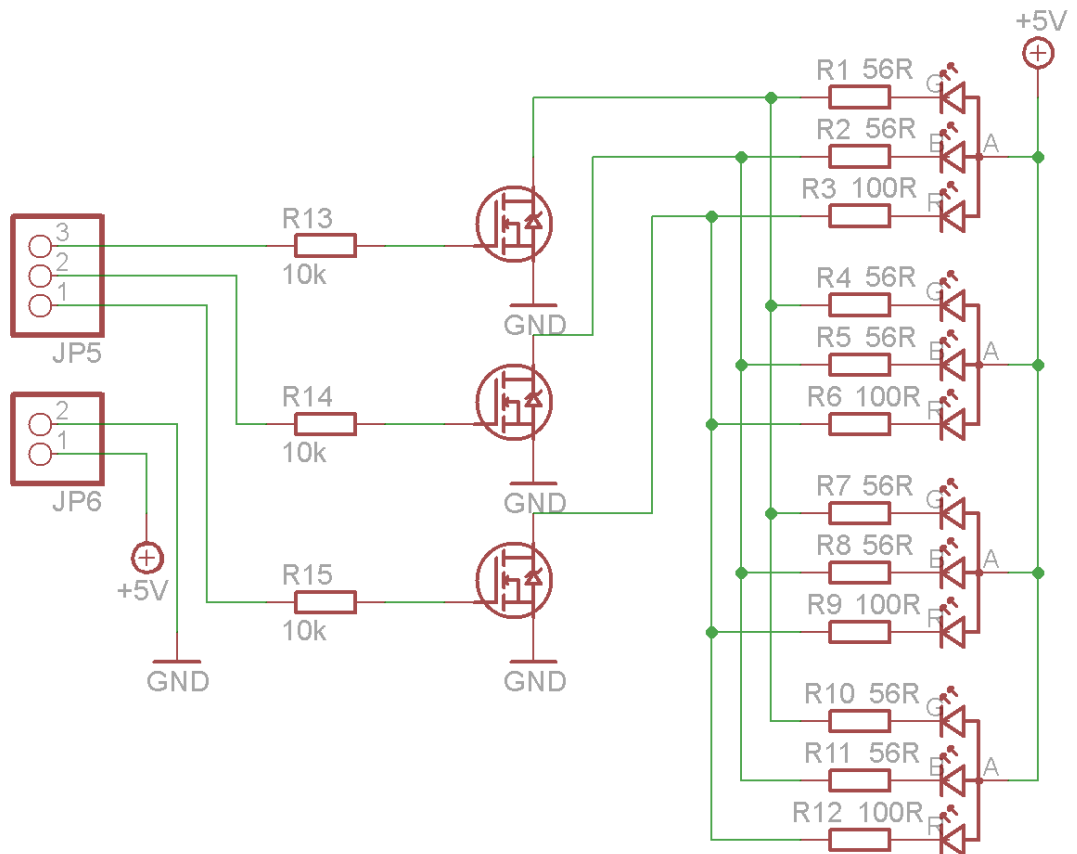
Obrázek 18 znázorňuje, jak jsou mezi sebou propojeny komponenty uvnitř svítidla - jednotlivé vazby popisují vzájemnou komunikaci prvků. Arduino přes PWM ovládá levý panel, čelní panel a pravý panel, na kterých jsou umístěny RGB LED diody. Na vývojový kit je napojený i hlasový modul EasyVR, displej a centrální deska. Centrální DPS zprostředkovává komunikaci tlačítek, optického senzoru a signalizační LED diody s Arduinem, které vše řídí. K centrální desce jsou napojeny i některé kontakty displeje. Svítidlo je napájeno externím adaptérem a ten je přes vypínač připojený přímo k Arduinu. Napětí je dále vedeno na centrální DPS, ze které se rozvádí na všechny prvky znázorněné v blokovém schématu.

7.1 Osvětlovací panely

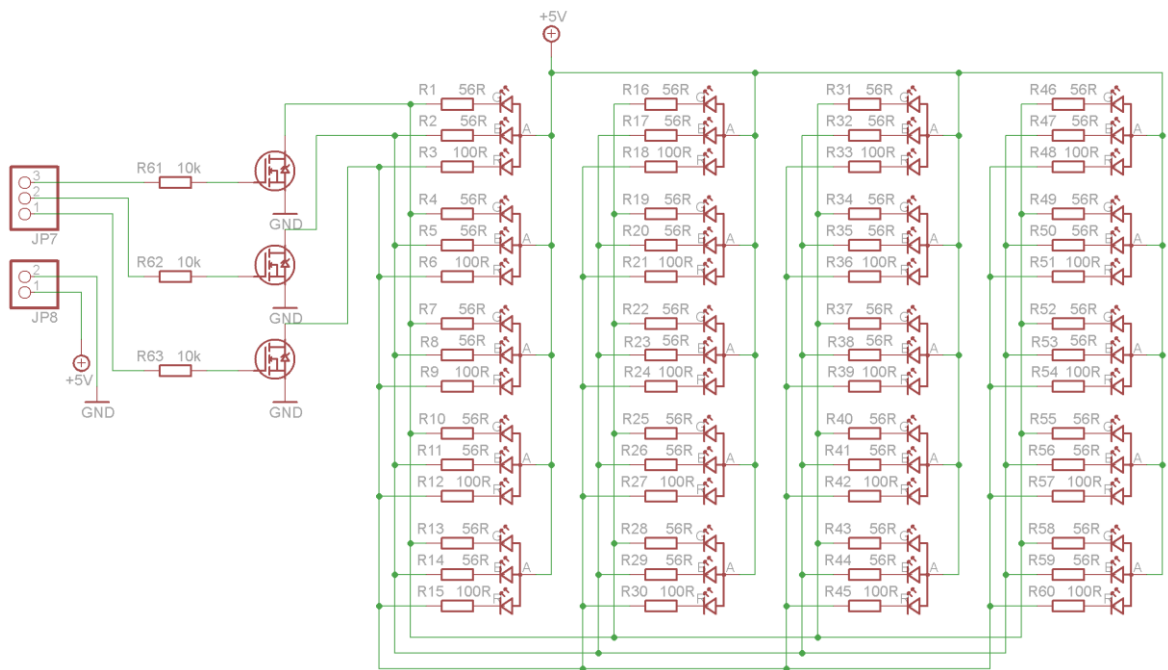
Elektronické schéma zapojení těchto tří desek se od sebe principiálně příliš neliší. Rozdíl je především v počtu použitých RGB LED diod. Zatím co dva boční panely jsou osazené vždy čtyřmi LED diodami, čelní panel jich obsahuje dvacet (v matici 4x5). Každá deska je osazená rovněž potřebnými rezistory, konektory a MOSFET tranzistory. Tranzistory jsou na každé desce vždy tři a mají za úkol spínat podle PWM modulace jednotlivé barevné RGB kanály LED diod se zemí.



Obrázek 19. Schéma zapojení pravého bočního panelu



Obrázek 20. Schéma zapojení levého bočního panelu

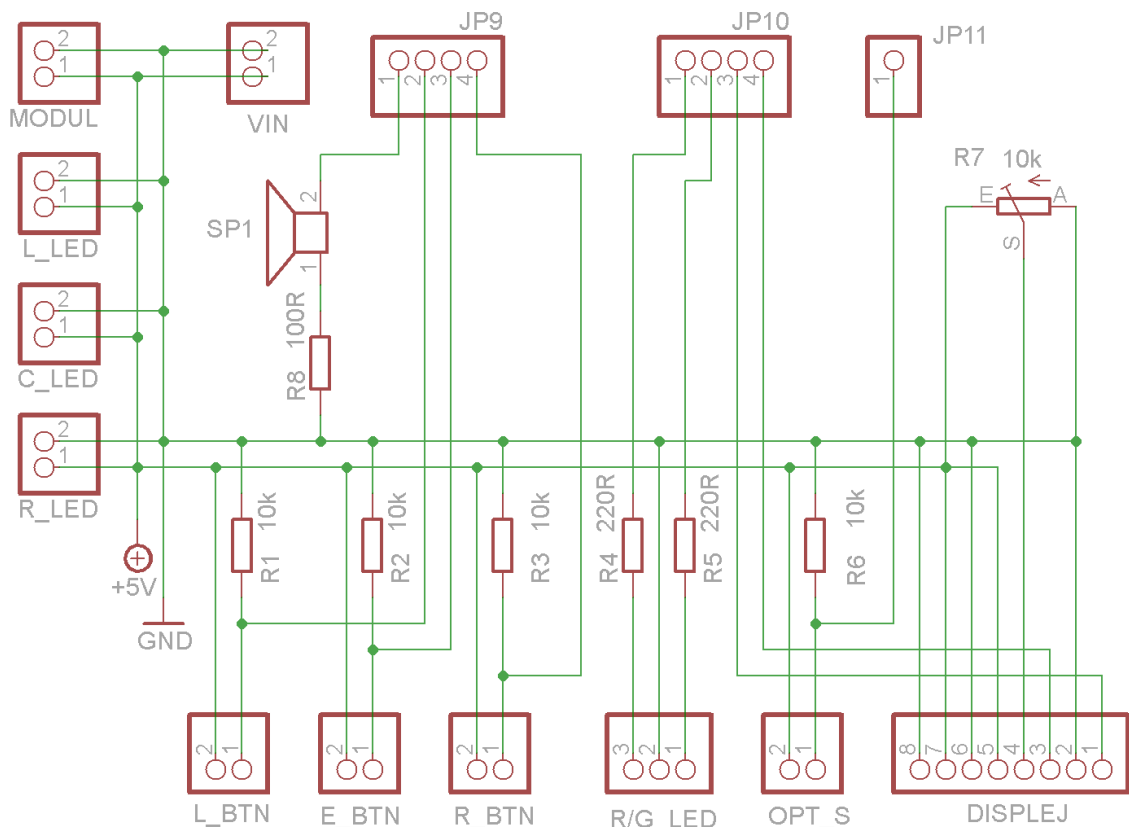


Obrázek 21. Schéma zapojení čelního panelu

Popis konektorů:

- JP1 – Přívod PWM z Arduina (RGB)
- JP2 – Napájecí napětí 5V (připojeno z centrální desky, konektor R_LED)
- JP3 – Odvod napětí 6V z adaptéru na Arduino
- JP4 – Přívod napětí 6V z adaptéru / signalizační LED dioda pro zapnuté zařízení
- JP5 – Přívod PWM z Arduina (RGB)
- JP6 – Napájecí napětí 5V (připojeno z centrální desky, konektor L_LED)
- JP7 – Přívod PWM z Arduina (RGB)
- JP8 – Napájecí napětí 5V (připojeno z centrální desky, konektor C_LED)

Přívod elektrického napětí je realizován externím adaptérem, který je nastaven na 6V. Svítidlo má svůj vlastní vypínač, kterým lze napájení z adaptéru v zařízení vypínat a zapínat. Pokud je svítidlo zapnuté a připojené k adaptéru, vedle vypínače svítí malá zelená LED dioda. Napětí je vedeno do vývojového kitu Arduino Mega 2560 a odtud je vyvedeno 5V do centrální desky na konektor VIN.

7.2 Centrální DPS

Obrázek 22. Schéma zapojení centrální desky

Popis konektorů:

- JP9 – Připojení tlačítek a pieza k Arduinu
- JP10 – Připojení R/G LED diody a vývodů displeje (E, RS) na Arduino
- JP11 – Vývod signálu z optického senzoru na A/D převodník Arduina
- VIN – Napětí 5V přivedené z Arduina
- MODUL – Napájení hlasového modulu EasyVR
- L_LED – Napájení levého bočního panelu
- C_LED – Napájení čelního panelu
- R_LED – Napájení pravého bočního panelu
- L_BTN – Připojení tlačítka „LEFT“
- E_BTN – Připojení tlačítka „ENTER“
- R_BTN – Připojení tlačítka „RIGHT“
- R/G_LED – Připojení signalizační červeno-zelené LED diody
- OPT_S – Připojení optického senzoru (fotorezistor)
- DISPLEJ – Připojení na displej (napětí a řízení kontrastu)

Centrální DPS slouží především pro rozvod napětí 5V na všechny komponenty a pro připojení důležitých ovládacích prvků svítidla. Deska kromě konektorů obsahuje několik rezistorů a odporový trimr, který nastavuje úroveň kontrastu na displeji. Piezo SP1 je napojeno na Arduino a je využíváno jako akustická signalizace. K této desce jsou přes drátové propojky napojeny také ovládací tlačítka, signalizační LED dioda nebo optický senzor.

7.3 Fotorezistor

Fotorezistor je pasivní součástka, která mění svůj vnitřní elektrický odpor v závislosti na působení světla. Na centrální DPS je fotorezistor zapojený v sérii (přes konektor OPT_S) společně s rezistorem o hodnotě 10k Ω , který má druhý vývod uzemněný. Optický senzor je rovněž připojený na kladné napětí 5V. Bod spojující fotorezistor a rezistor, je napojený k A/D převodníku Arduina (konektor JP11). Při rostoucím osvětlení lineárně klesá odpor fotorezistoru a to vede ke zvýšení proudu, který obvodem protéká. Úbytek napětí na rezistoru poroste. Toto napětí (měnící se dle osvětlení) vyhodnocuje 10 bitový A/D převodník. Získané napětí v rozmezí 0 – 5V se rozčlení na 1024 úrovní. Podle těchto hodnot lze dále vyhodnocovat intenzitu osvětlení a tomu přizpůsobit chování zařízení.

Fotorezistor využitý v zapojení nese označení VT83N2 a při úplné tmě vykazuje hodnotu elektrického odporu až 500k Ω .

7.4 RGB LED Diody

V zařízení je zapojeno celkem 28 RGB LED diod. Všechny tyto diody mají společnou katodu, jejich vyzařovací úhel je 45° a svítivost dosahuje hodnoty 4200 mcd. Zelená i modrá barevná složka je napájena 3,3V, červená pouze 2,1V. Každá RGB LED dioda má proudový odběr pohybující se okolo 30mA. Jednotlivé I/O porty Arduina jsou však schopny poskytnout maximální proudový odběr 40mA, takže nelze zapojovat LED diody bez použití tranzistorů. RGB LED diody jsou propojeny paralelně – společně zapojeny jsou vždy stejné barevné složky (červená, zelená a modrá). Tyto složky jsou vyvedeny přes MOSFET tranzistory až k digitálnímu portu Arduina, který disponuje PWM modulací.

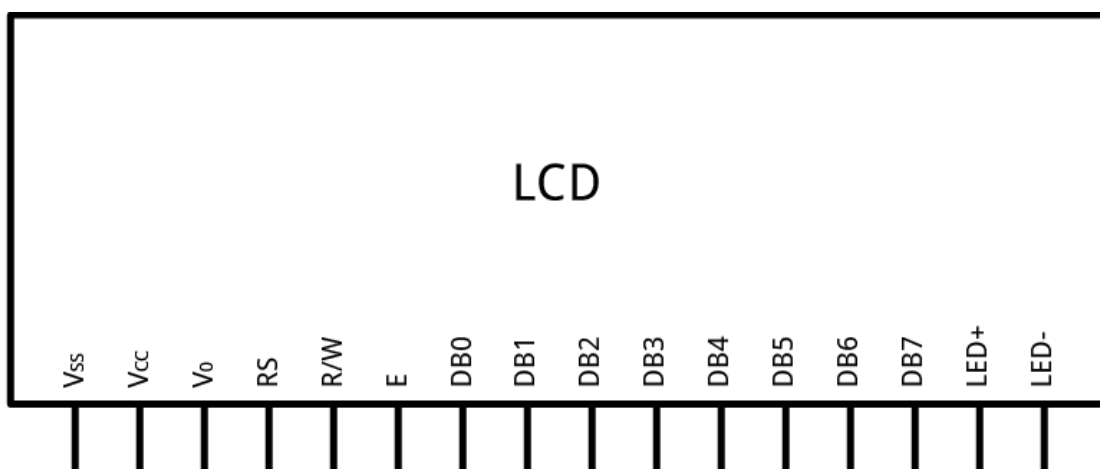
7.5 Unipolární tranzistory

Použité MOSFET tranzistory jsou SMD a označení je IRLR120N. Jejich velká výhoda oproti standartním bipolárním tranzistorům spočívá v tom, že dokáží v saturaci propouštět daleko větší proud. Zatímco u bipolárních tranzistorů se tato hodnota pohybuje okolo 100mA, v případě tranzistoru IRLR120N je to až 10A. Další výhodou je, že příliš nezatěžují zdroj, protože odpor přechodu (R_{DS}) v saturaci je pouze 0,185 Ω . Při tak nízkém odporu dochází jen k minimálnímu úbytku napětí na tranzistoru a díky tomu se MOSFET skoro vůbec nezahřívá. Vzhledem k celkovému odběru všech RGB LED diod se nabízí použití MOSFET tranzistorů jako nejvhodnější.

7.6 LCD Displej

Elektronické zapojení svítidla zahrnuje i použití displeje, který je určený pro zobrazování potřebných informací a pro snadnější manipulaci s přístrojem. K těmto účelům byl zvolen alfanumerický maticový LCD displej s vlastním řadičem. Jeho typové označení je MC1602E-SBL/H. LCD panel poskytuje modré podsvícení s bílými znaky. Dvouřádkový displej dokáže zobrazit 16 znaků na každý řádek. Jednotlivé znaky se skládají z matice bodů o rozsahu 5x8. Displej má 16 vývodů, které se starají o jeho napájení, správný chod a o komunikaci s připojeným zařízením. Následující piny LED-, LED+, V_{SS}, V_{CC}, V₀, RS, R/W, E jsou ve stejném pořadí připojeny na centrální DPS (konektorem s označením „DISPLEJ“). Vývod V₀ je připojený na jezdec odporového trimru a nastavuje se jím

kontrast displeje. Piny E a RS jsou následně z centrální desky vyvedeny na kit Arduino. RS má na starost výběr signálu z instrukčního nebo datového registru. Pin E následně povoluje zapisování nebo čtení dat. Jestli se data budou zapisovat nebo číst, o tom už rozhoduje pin R/W. Logická 0 je určena pro zápis dat, jednička pro jejich načtení. Svítidlo bude využívat displej pouze pro zápis dat, proto je R/W spojeno se zemí (GND). Piny DB4 – DB7 jsou napojeny přímo na Arduino a slouží pro výběr znaků, které se budou na displeji zobrazovat.



Obrázek 23. Uspořádání pinů LCD displeje

7.7 Napájení svítidla

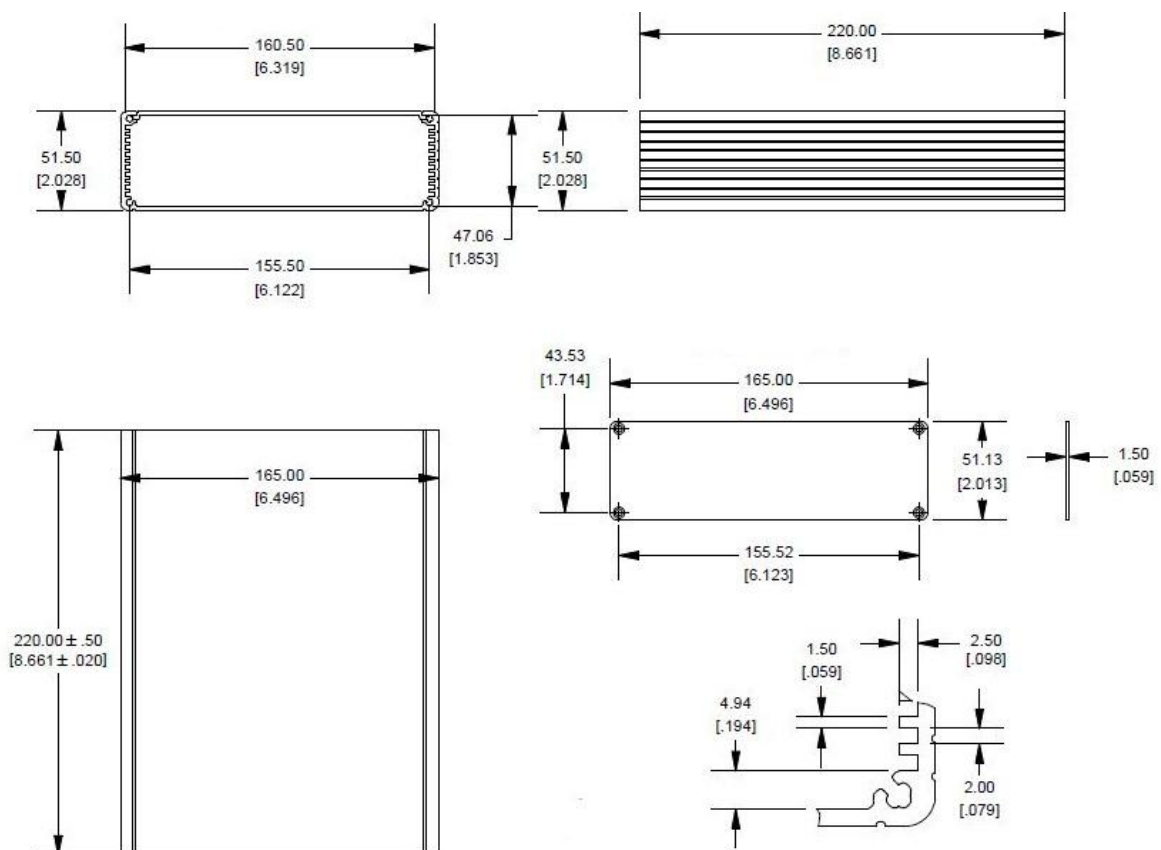
Do svítidla není přiváděno síťové napětí 230V/50Hz. Vzhledem k použití hliníkové šasi by mohl hrozit úraz elektrickým proudem, a proto by zařízení muselo podléhat nejruznějším normám a standardům. Nevyhnutelné by bylo i připojení svítidla na ochranný zemnicí kolík PE. Jednodušší variantu představuje zapojení s externím napájecím adaptérem, který obsahuje malý pulzní zdroj. Do svítidla je tak připojeno bezpečné napětí 6V, které je přes vypínač napojené přímo na vývojový kit Arduino (s vlastním stabilizátorem napětí) a dále je rozvedeno 5V na ostatní komponenty v zařízení. Zelená LED dioda, umístěná vedle vypínače indikuje zda je zařízení zapnuto. Největší spotřebu ve svítidle mají RGB LED diody, které při plném jasu a bílé barvě, mají každá proudový odběr 30mA. Celé zařízení má maximální proudový odběr kolem 1A a při 6V má svítidlo max. výkon 6W, což se dá považovat za poměrně nízké číslo. Aktuální spotřeba bude vždy nejvíce záviset na jasu a zvolené barvě osvětlení.

8 MECHANICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Při návrhu mechanické konstrukce svítidla bylo nejdříve zapotřebí zohlednit několik faktorů. Uvnitř svítidla musí být umístěný kit Arduino Mega 2560, hlasový modul EasyVR, LCD displej, ovládací prvky a v neposlední řadě RGB LED diody. LED diody přitom musí být rozmístěny tak, aby ze zařízení vyzařovaly světlo na co největší plochu. Na trhu jsou k dostání různé umělohmotné konstrukční krabičky, které se vyrábí v mnoha tvarech a velikostech. Mají však tu nevýhodu, že nejsou dobře utěsněné a přes spáry v konstrukci bude ven pronikat světlo. Taktéž by umělá hmota do jisté míry prosvítala. Daleko lepší variantou je použití hliníkové krabičky, která těmito neduhy netrpí a navíc i lépe vypadá. Pro tyto účely byla vybrána AL krabička od firmy HAMMOND, s typovým označením 1455T2201.

8.1 Hliníková šasi

Hliníková krabička HAMMOND 1455T2201 je zcela uzavřená a neobsahuje žádné otvory. Uživateli tak umožňuje maximální přizpůsobení pro jeho konkrétní návrh zařízení.



Obrázek 24. Konstrukční rozměry klinické šasi

Základní rozměry krabičky jsou 220x165x51,5mm. Jedná se o poměrně úzkou konstrukci s rozsáhlou přední i zadní plochou. Na bočních stranách krabičky je z každé strany přišroubovaná hliníková krytka o rozměrech 165x51,13mm. Rovněž i zadní panel je vysouvací. Díky tomu je vnitřek hliníkové krabičky dobře přístupný a jednotlivé části se budou lépe upravovat.

8.1.1 Úprava krabičky

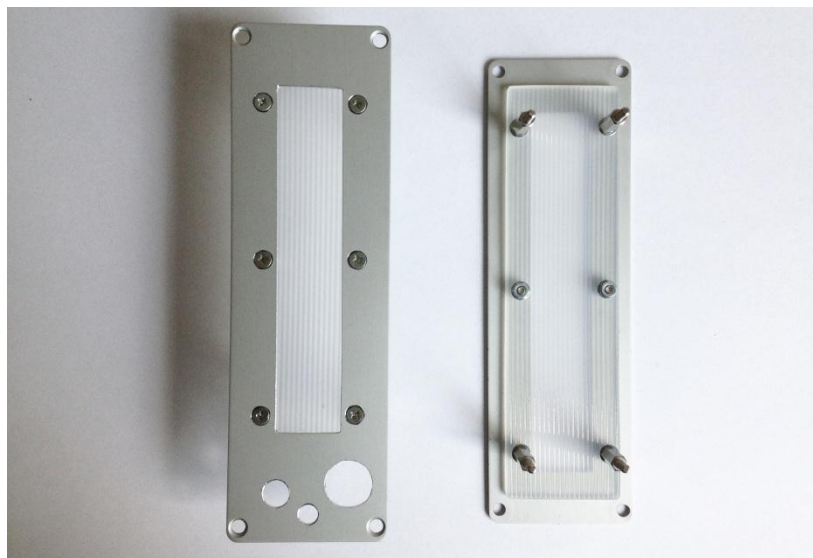
Oproti umělé hmotě je hliník daleko pevnější a tvrdší, práce s ním je tedy daleko náročnější. Taktéž je náchylný na poškrábání, je proto nutné dávat neustále pozor, aby se nepoškodil. Přední panel svítidla je tvořen největší plochou krabičky. Do tohoto panelu patří umístit ovládací tlačítka, displej, mikrofon, optický senzor a signalizační LED diodu, které hlásí aktivní hlasové ovládání. Tyto prvky se upevní tak, aby v hliníkové krabičce bylo co nejméně otvorů pro šroubování. Tlačítka proto mají vlastní závit, mikrofon a optický senzor jsou upevněny gumovými průchodkami. Jediný displej je upevněn pomocí čtyř šroubů, aby dokonale přiléhal k vnějšímu nalepenému rámečku. Na obrázku 25 lze vidět upravený přední panel ještě bez umístěných součástí a displeje.



Obrázek 25. Vlevo – přední panel krabičky, vpravo – zadní panel osvětlení

Zadní panel krabičky je vysouvací a je upevněn v podélných drážkách konstrukce. Do této hliníkové desky byl vyřezaný obdélníkový otvor o rozměrech 180x125mm. Rozměry byly voleny tak, aby krabička neztratila svou pevnost a zároveň, aby LED diody měly k dispozici co největší plochu pro svícení. Toto umístění RGB LED diod do zadní strany krabičky má také výhodu v tom, že uživatele nic neoslňuje při čtení informací z displeje.

Z vnitřní strany zadní desky je přišroubováno osmi šrouby plexisklo, které kryje a chrání LED diody. Má také za úkol lépe rozptýlit světlo.

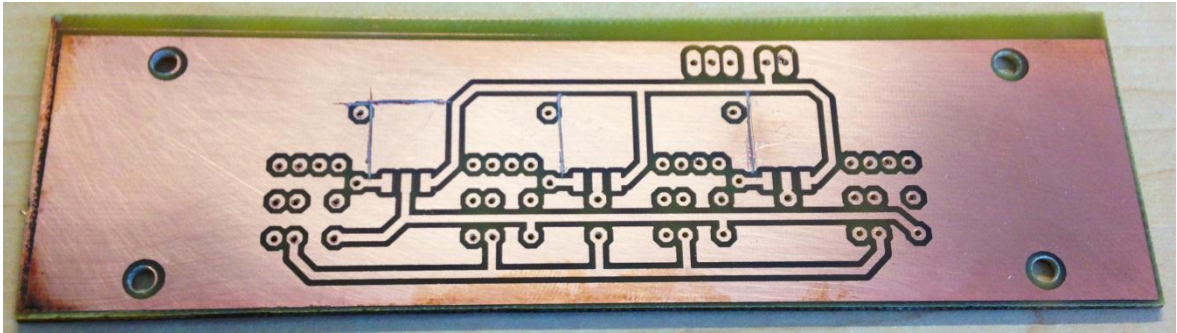


Obrázek 26. Upravené boční kryty

Na obrázku 26 jsou zobrazeny boční kryty svítidla. I do těchto krytů byly umístěny obdélníkové otvory pro svit LED diod. Toto řešení umožní svítidlu mnohem větší záběr nasvícení místnosti. Kryty mají stejně jako zadní panel přišroubovány z vnitřní strany plexisklo. Plexisklem prochází distanční kovové sloupky, na které se upevní potřebná elektronika s LED diodami. Vlevo (obrázek 26) jsou do krytu vyvrtány tři otvory, do kterých patří umístit vypínač, kontrolní LED diodu a konektor pro připojení adaptéru.

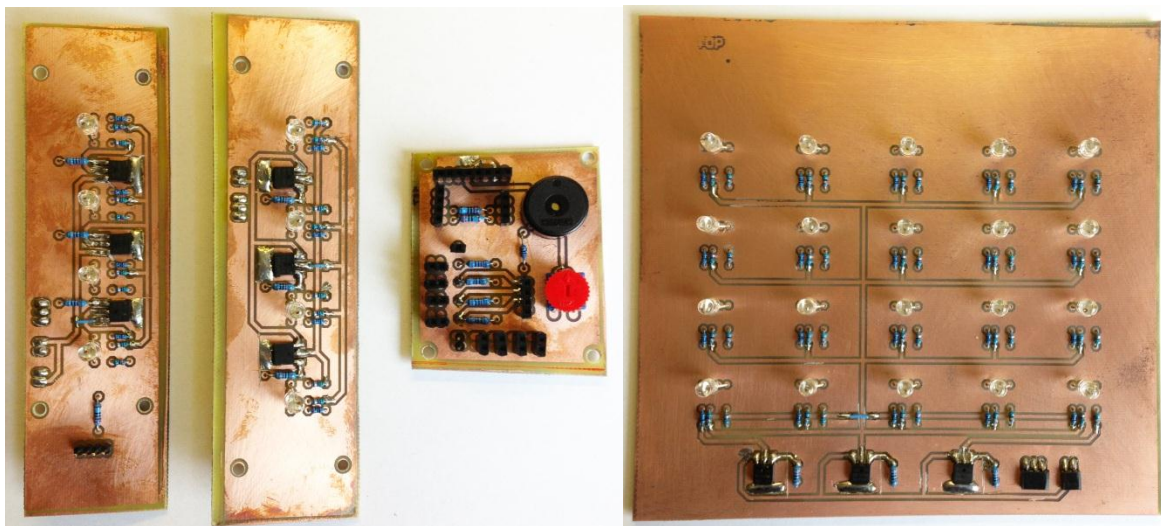
8.2 Výroba a osazení DPS

Tištěné spoje vychází z návrhů elektronických zapojení, jenž jsou uvedeny v kapitole 7. Desky s tištěnými spoji jsou celkem čtyři – centrální, pro čelní osvětlovací panel a dvě pro boční panely. DPS byly rovněž navrhovány v programu Eagle. Rozmístění součástek musí být přizpůsobeno velikosti jednotlivých desek. Rozměry desek jsou voleny tak, aby se přesně vešly do zařízení a zároveň nezabraly víc místa, než je nezbytně nutné. Všechny DPS musí být díky rozsáhlejšímu zapojení oboustranné, čímž jsou náročnější na výrobu a přesnost. DPS byly vyráběny fotocestou, pomocí UV záření a následně vyleptávány v kyselině. Všechny otvory pro umístění součástek musely být ručně vyvrtány. Na obrázku 27 se nachází ukázka vyrobené desky plošných spojů.



Obrázek 27. Horní strana DPS - levý boční panel

Na jednotlivé DPS byly následně připájeny všechny součástky. RGB LED diody bylo nejprve potřeba upravit tak, aby jednotlivé vývody měly od sebe standardní rozstup 2,54mm. Původní rozstup vývodů byl 1,27mm a vyrábět tištěný spoj takových rozměrů, by bylo velice náročné. K úpravě vývodů LED diod posloužila vyrobená šablona z novoduru. Pozor se muselo dávat zejména na to, aby nedošlo k odštípnutí čirého pouzdra LED diody. SMD tranzistory (IRLR120N) jsou pájeny na horní stranu DPS a jejich spodní vodivá strana musela být na tištěném spoji odizolována od okolí.

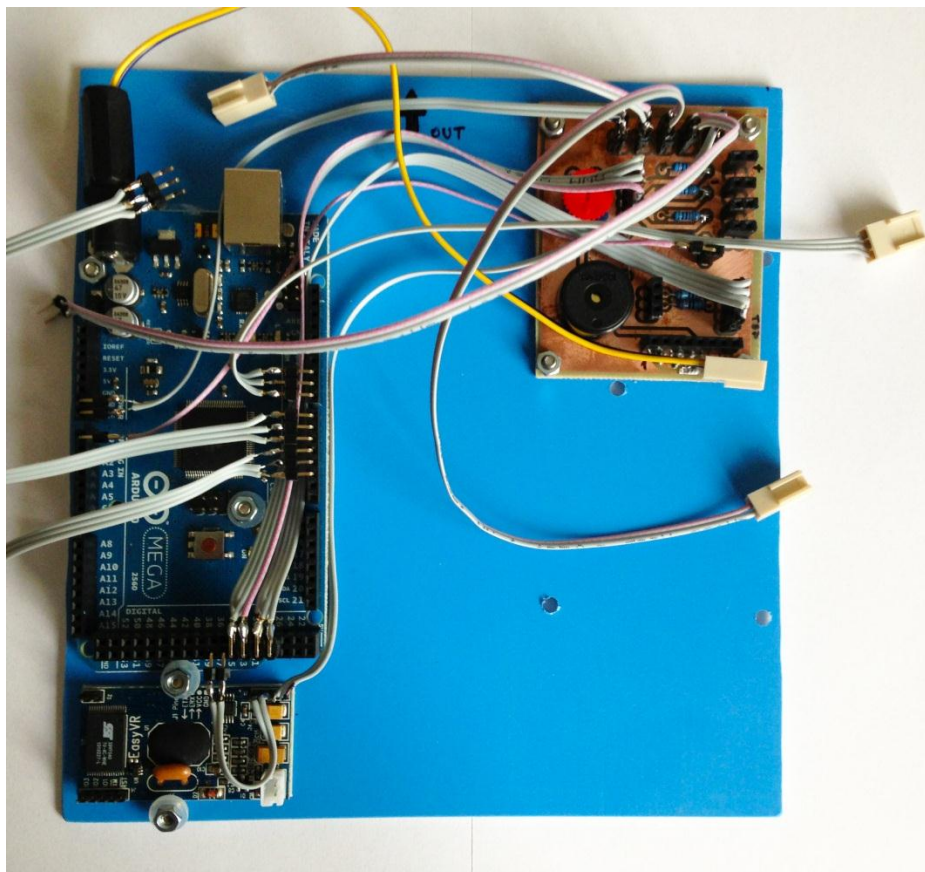


Obrázek 28. Osazené DPS

Na obrázku 28 lze vidět vyrobené a osazené DPS. Zcela vlevo je umístěná deska pro pravý boční panel, následuje deska pro levý boční panel, centrální DPS a čelní panel s maticí RGB LED diod.

8.3 Montáž svítidla

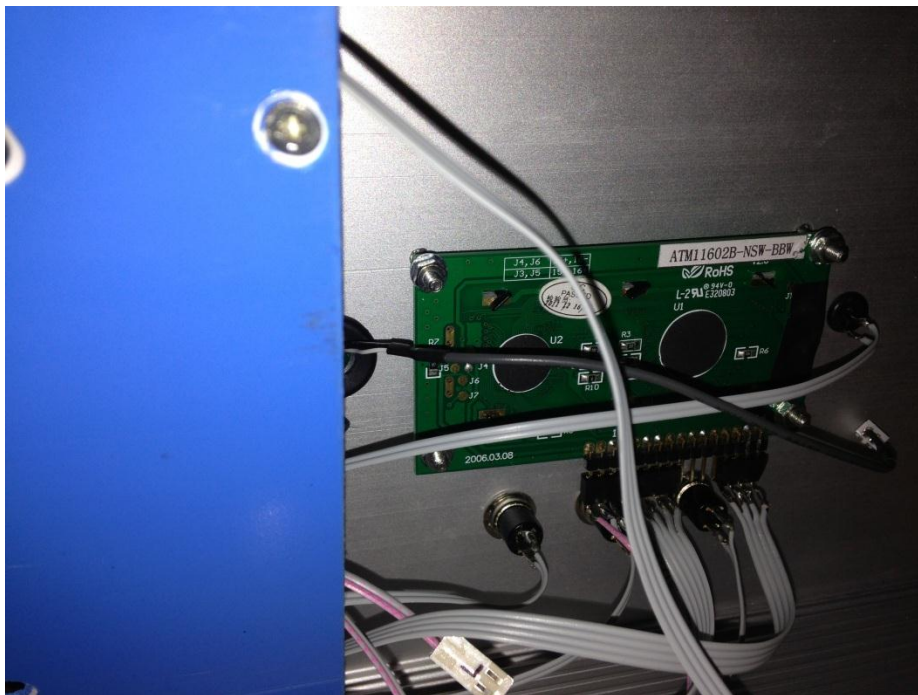
Po úpravě hliníkové šasi a vyrobení DPS přichází na řadu zapojit mezi sebou všechny komponenty a smontovat svítidlo. Desky plošných spojů, Arduino, EasyVR, displej i všechny ovládací prvky byly mezi sebou propojeny vícežilovými kabely. Ty musely být nejprve upraveny na potřebnou délku a následně k nim byly připájeny vhodné konektory a piny.



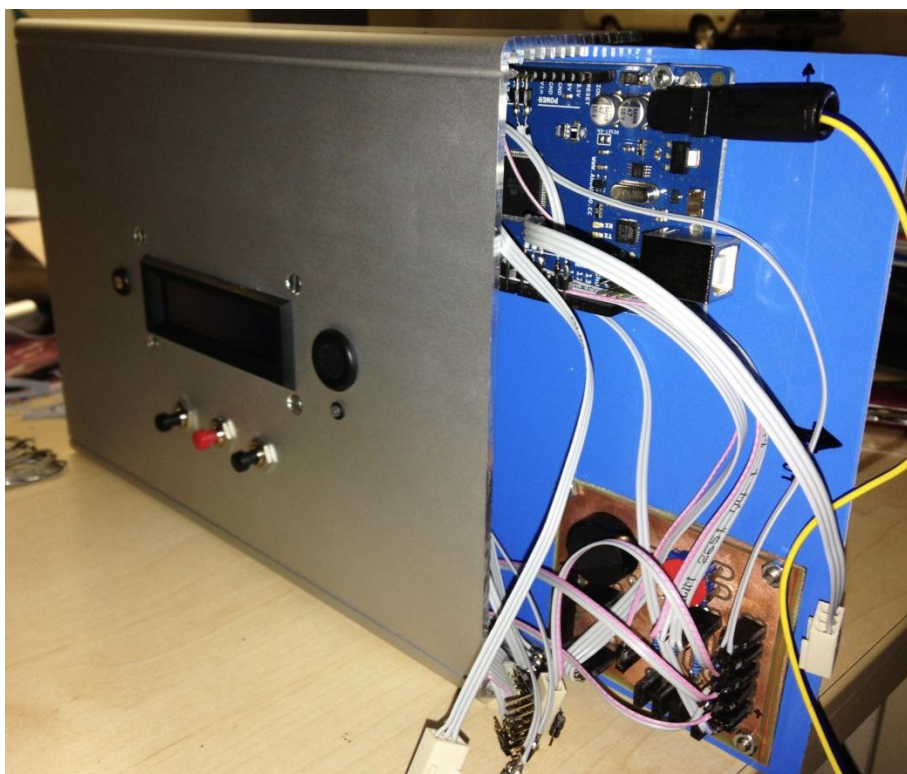
Obrázek 29. Propojení komponent

Na modrý novodurový plát jsou přichyceny komponenty jako je Arduino, hlasový modul EasyVR a centrální DPS. Novodurová deska má přesně zvolené rozměry 168x160,5mm. Je to z důvodu, aby se dala nasunout do podélných drážek hliníkové šasi a zároveň neblokovala boční panely s LED diodami. Novodur je nevodivý, takže nehrozí žádný zkrat mezi komponenty. Taktéž je zajištěna i izolace od čelního panelu s maticí RGB LED diod. Volné místo na novodurové desce není zvoleno náhodně. Musí zde být prostor pro displej a ovládací prvky, které jsou uchyceny na přední straně hliníkové šasi. Kdyby tomu tak nebylo, novodurový plát by do no hliníkové krabičky nešel nasunout. Rozměry svítidla

jsou zvolené dost natěsno a každá komponenta má přesně své místo. V konstrukci se žádný nevyužitý prostor nenachází.



Obrázek 30. Montáž svítidla – pohled ze zadní strany



Obrázek 31. Montáž svítidla – pohled z přední strany

Během zasouvání novodurové desky do hliníkové krabičky se musí zároveň připojovat konektory do příslušných zdířek, protože pak by byly jen těžce přístupné. Po zasunutí desky jsou ploché kabely dobře schovány a žádný nečouhá ven. Jako další se musí do svítidla zapojit čelní DPS s LED diodami, která se zasune hned za novodurovou desku. Až je DPS zasunutá na stejné úrovni, musí se ještě propojit kabely s centrální deskou a Arduinem.



Obrázek 32. Připojení posledního bočního krytu

Následně se montují boční panely, na kterých je přichycená potřebná elektronika pomocí distančních sloupků. Na boční panely se napojí příslušné kabely a poté se přišroubují k hliníkové konstrukci. Vše do sebe přesně zapadá a svítidlo je kompletně smontované. Jak si lze na obrázku 32 všimnout, plošné spoje s LED diodami mají na povrchu přichycený bílý výkresový papír. Je tomu tak z důvodu, že přes plexisklo působí bílý podklad čistěji než měděný povrch tištěných spojů a také bílý povrch daleko lépe odráží světlo ven. Konstrukce svítidla je navržena tak, aby po odšroubování pravého bočního krytu, byla dobře přístupná i USB přípojka na Arduino.



Obrázek 33. Přední strana hotového svítidla



Obrázek 34. Pravý boční panel s vypínačem

9 KOMUNIKACE S HLASOVÝM MODULEM

Vlastnosti a funkce hlasového modulu EasyVR, jsou popsány již v 5. kapitole. Tato kapitola má za úkol, stručně nastínit práci s modulem, způsob vytváření uživatelských příkazů a začlenění hlasového ovládání do svítidla.

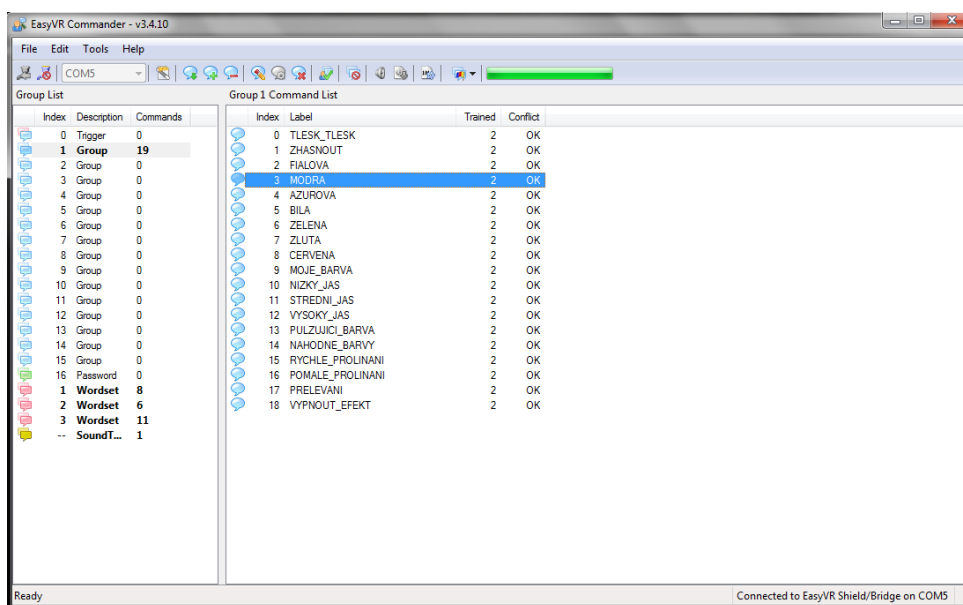
9.1 Oživení modulu

Aby bylo možné s modulem EasyVR vůbec pracovat, je nutné k němu připojit elektrické napětí v rozsahu 3.3 – 5.5V. Mikrofon je napojený přímo na modul, který mu poskytuje vlastní zesilovač. Není tedy nutné používat žádné přídavné obvody. EasyVR však pro svůj funkční provoz potřebuje ještě hostitelský mikropočítač, díky kterému je možno tento hlasový modul správně nastavit, ovládat a vyhodnocovat povely zaznamenané mikrofonem. Pro účely svítidla je modul napojený k vývojovému kitu Arduino Mega 2560. Tyto dvě zařízení mezi sebou komunikují prostřednictvím sériové linky. Pin ETX musí být připojený k Arduino na Rx a ERX zase na Tx. Na Arduino je nutné vytvořit příslušný zdrojový kód, díky kterému budou o sobě obě zařízení vědět. Pro přenos dat po sériové lince se využívá vhodné posloupnosti znaků z ASCII tabulky, kde každá posloupnost těchto znaků má svůj význam. Příkazy a stavy zastupují malá písmena, velká písmena pak nesou údaje o argumentech příkazů nebo podrobnosti o stavech. Modul má ve vnitřní paměti několik přednastavených hlasových příkazů, ale pro ovládání svítidla bylo nutné vytvořit nové povely.

9.2 Vytváření hlasových povelů

Aby bylo možné vytvořit vlastní příkazy, je nutné nastavit modul do tzv. módu „bridge“. Ten umožní ovládat EasyVR nejen prostřednictvím mikropočítače, ale s jeho pomocí je schopný komunikovat i s příslušným softwarem v PC. Díky tomu, že se Arduino připojuje k osobnímu počítači přes USB kabel, má modul vytvořenou přímou cestu. Správnou komunikaci hlasového modulu s PC lze monitorovat prostřednictvím výpisu dat ze sériové linky mikropočítače. Pro samotné vytváření nových hlasových příkazů lze využít software s názvem EasyVR Commander. Pokud je komunikace mezi Arduinem a modulem vhodně nastavená, stačí nastavit port pro připojení hlasového zařízení – např. „COM5“. Modul se do PC načte a k dispozici jsou přednastavené i vlastní hlasové povely. Příkazy je možné řadit do různých skupin, které jsou mezi sebou provázané a příkazy tak lze mezi sebou kombinovat. Pro účely svítidla bude však vhodnější, když bude pro každý úkol jeden

konkrétní příkaz. Povel je tedy nahrán pouze do jedné skupiny. Na obrázku 35 lze vidět nahrávací software EasyVR Commander a také seznam nahraných příkazů pro svítidlo. Každý nahrávaný povel musí být pro kontrolu dvakrát stejně zopakovaný a teprve potom se uloží. Zaznamenané příkazy jsou vedeny pod konkrétním identifikátorem v paměti EasyVR a podle toho k nim program vytvořený v Arduino musí přistupovat. Povel lze vytvářet i přes samotný mikropočítač. Tady už je nutné obsluhovat přímo adresový prostor paměti a vytvořený program musí vyhodnocovat rovněž mnoho stavů.



Obrázek 35. EasyVR Commander

9.3 Obsluha hlasových povelů

Svítidlo je naprogramováno tak, aby měl uživatel možnost ovládání hlasovými příkazy povolit i zakázat. V případě, že je tato funkce aktivní, mikroprocesor prostřednictvím EasyVR neustále monitoruje okolní zvuky. Aby mohl být hlasový příkaz správně vyhodnocen, musí se vejít do 5 sekundového intervalu. V případě, že tomu tak není, je příkaz vyhodnocen jako neplatný a okamžitě následuje načítání nového zvukového vzorku. Pět vteřin je pouze limit. Pokud zazní čistý a platný hlasový příkaz, tak bývá vyhodnocen daleko dříve. Každý vzorek je porovnáván s databází dostupných hlasových povelů. V případě, že je nalezena shoda, musí mikropočítač z modulu EasyVR získat také ID konkrétního povelu. Podle toho, co uživatel hlasovým povelům požaduje, musí být naprogramována obsluha jednotlivých příkazů. Jejich vyřízení musí být okamžité a nesmí přitom narušit chod zařízení. Svítidlo musí být schopno zároveň reagovat i na manuální ovládání, a proto je potřeba vše ošetřit tak, aby nedocházelo ke konfliktům.

10 SOFTWAREVÉ VYBAVENÍ

Bez vhodně vytvořeného softwaru je sestavené svítidlo prakticky nefunkční. Zařízení nereaguje na vnější podněty a kromě zelené kontrolky (indikující napětí v přístroji) nevykazuje žádné známky činnosti. Veškeré řízení, obsluhu a komunikaci má na starost mikropočítač ATmega2560, který je součástí vývojového kitu Arduino Mega 2560. Mikropočítač musí být naprogramovaný tak, aby byl schopný neustále zobrazovat aktuální informace na displeji, soustavně sledovat, zda bylo stisknuto nějaké tlačítko a vykonávat příslušné povely, vyhodnocovat data z optického senzoru, řídit RGB LED diody, obsluhovat vytvořená nastavení (automatické vypnutí, světelné efekty...) a v neposlední řadě se starat o data z hlasového modulu EasyVR.

Modul EasyVR je přes mikropočítač naprogramovaný tak, aby byl schopný rozpoznávat vytvořené hlasové povely a neustále informoval mikropočítač o aktuálním dění. Mikropočítač musí být schopen v reálném čase tyto informace z modulu přijímat, a také je správně vyhodnocovat, čemuž se musí přizpůsobit celá obsluha svítidla.

Uživatel má pro manuální ovládání k dispozici tři tlačítka. Levé, potvrzovací (červené) a pravé. Pomocí dvou směrových tlačítek se pohybuje ve vytvořeném menu a potvrzovacím tlačítkem se dostává do podmenu, kde může měnit směrovými tlačítky aktuální nastavení. K uložení volby slouží opět potvrzovací tlačítko, kterým se uživatel zároveň vrací zpět do menu. V menu je možno nastavovat vlastní barvu osvětlení, jas, režim nasvícení, automatické řízení jasu (podle okolního osvětlení), automatické vypnutí osvětlení (za čas, který si uživatel nastaví), aktivovat nebo deaktivovat hlasové ovládání, a také si vybírat ze světelných efektů.

Programové vybavení svítidla je tvořeno zdrojovým kódem, který se po správném přeložení ve vývojovém prostředí odešle z počítače přes USB kabel přímo do kitu. Zde je přeložený program zapsán do Flash paměti, která má v případě mikropočítače ATmega2560 velikost 256kB. Mikropočítač potom pomocí portů ovládá připojené periferie a získává z nich rovněž potřebná data. Zdrojový kód má svou strukturu. Tuto strukturu tvoří vložené pomocné knihovny, definované proměnné a datová pole, příslušná inicializace mikropočítače, hlavní obslužný program a také podprogramy, na které se hlavní program odvolává. Podprogramy mají za úkol zpřehlednit celý program a nahradit zbytečně se opakující kroky. Mohou být volány při inicializaci, z hlavního programu, ale i z jiných vytvořených podprogramů.

10.1 Inicializace

Inicializace je část programu, který mikropočítač vykonává během svého chodu pouze jednou. Bývá to zpravidla hned při spuštění mikropočítače, nebo po jeho restartu. Při inicializaci probíhá nastavování portů, které budou v programu využívány. Je třeba u každého portu definovat, zda se bude jednat o vstupní nebo výstupní pin. Při inicializaci se definují i potřebná nastavení pro periferie, se kterými bude mikropočítač komunikovat. Zdrojový kód, vytvořený pro svítidlo, vykonává při inicializaci ještě i kalibraci optického senzoru, obnovení původního nastavení a načítání uložených hodnot z EEPROM paměti.

10.1.1 Kalibrace optického senzoru

Ke kalibraci optického senzoru dojde ve chvíli, kdy uživatel během inicializace podrží potvrzovací tlačítko. Tato kalibrace má za účel vymezení hodnoty pro minimální a maximální osvětlení, které bude na fotorezistor dopadat. Podle těchto hodnot svítidlo později vyhodnocuje aktuální osvětlení v okolí a tomu také přizpůsobí svit LED diod. Kalibrace trvá tak dlouho, dokud uživatel drží tlačítko. A/D převodník neustále načítá a vyhodnocuje data. Dosažené maximální a minimální hodnoty se přitom ukládají do proměnných. Tyto hodnoty se pohybují v rozmezí 0-1023. Pokud není rozdíl mezi minimálním a maximálním číslem alespoň 200, kalibrace se po uvolnění tlačítka vyhodnotí jako neúspěšná a načtená jsou předchozí data z EEPROM paměti. V případě úspěšné kalibrace se data v EEPROM paměti přepíší.

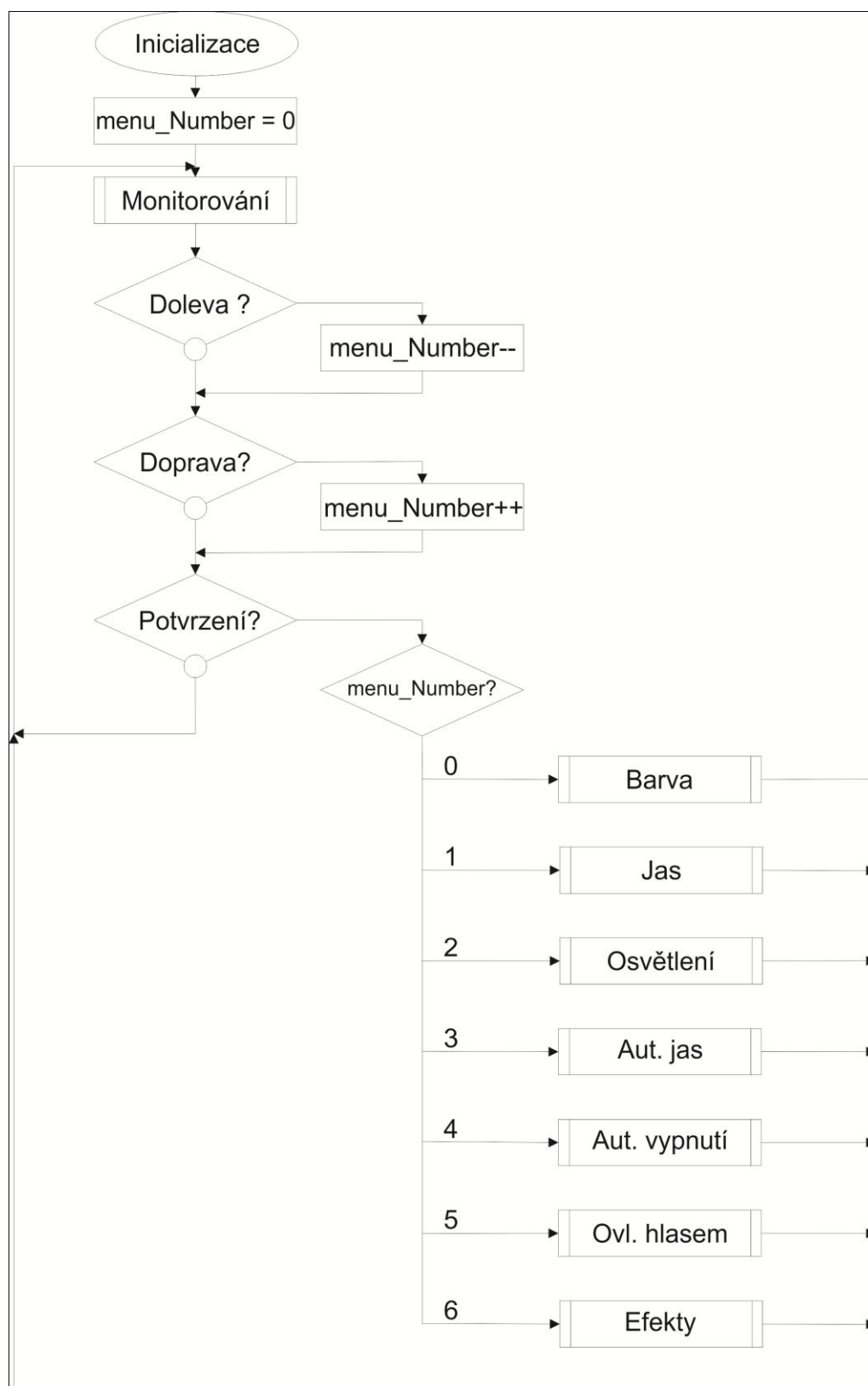
10.1.2 Obnovení původního nastavení

Jedná se o vymazání části EEPROM paměti, do které jsou ukládána uživatelská nastavení. Po vymazání těchto dat se zařízení nachází v tzv. továrním nastavení. EEPROM paměť má velikost 4kB a data jsou zde ukládány po jednotlivých bajtech. Tomu taky musí odpovídat přístupu do této paměti.

10.1.3 Načtení uložených hodnot

Během ovládání svítidla se do EEPROM paměti ukládají uživatelem nastavené hodnoty. Je tomu tak z důvodu, aby si svítidlo i po opětovném zapnutí pamatovalo předchozí nastavení. Při inicializaci se z EEPROM paměti načítají uložená data jako je nastavení limitů pro optický senzor, barva osvětlení, vlastní barva (z barevného spektra), jas svítidla, režim nasvícení a zda je povoleno ovládání hlasem.

10.2 Hlavní program



Obrázek 36. Zjednodušený vývojový diagram hlavního programu

Hlavní program se musí nejprve starat o monitorování, které zahrnuje kontrolu a případnou obsluhu následujících procesů:

- Stisknutí tlačítka - reading_Buttons
- Automatické vypnutí - timeOFF
- Automatický jas - autoBS
- Světelné efekty - selection_Effect
- Hlasové ovládání - voice_Control

Pokud je nějaký z těchto procesů aktivní, na řadu přichází obsluha příslušného podprogramu. Obsluhy podprogramů jsou cyklické a netrvalí déle než 1-2 milisekundy. Tím je zajištěné, že se na všechny procesy dostane včas a nebude vznikat prodleva, která by ovlivnila správný chod programu. Za pomoci směrových tlačítek vzniká pohyb v menu a na vše musí také reagovat okamžité výpisy na displeji. Pokud se směrovými tlačítky dostane uživatel na požadovanou položku a stiskne tlačítko potvrzení, dostane se do nastavení této položky (podmenu). Nabídek je v menu celkem sedm a patří mezi ně nastavení barvy, jasu, režimu osvětlení, automatický jas, automatické vypnutí, ovládání hlasem a efekty. Všechny tyto položky se musí chovat tak, aby nezasahovaly do funkce těch ostatních a aby v případě kolize bylo zvoleno optimální řešení. Výpis na displeji se musí neustále přizpůsobovat editaci zvolené nabídky z hlavního menu. Musí se také ošetřit správné ukládání hodnot, nastavování počátečních stavů a volání podprogramů v přesně daném pořadí. Pokud uživatel stiskne opětovně tlačítko pro potvrzení, je výběr z nabídky ukončen. Aktuální změny se nastaví a uloží do paměti. Program se vrací zpátky do čekající smyčky, kde vyčkává na další volby a zároveň monitoruje ostatní procesy. V určitých případech je zapotřebí některé procesy monitorovat přímo i při nastavování položek menu, nebo v podprogramech.

10.3 Podprogramy

Podprogramů je celkem devatenáct a jejich vhodná kombinace volání z hlavního programu, při inicializaci, ale také z jiných podprogramů tvoří kompletní obsluhu celého svítidla. Některé podprogramy si mezi sebou předávají data, jiná pouze nastavují potřebné proměnné nebo příznaky, se kterými mikropočítač dále pracuje. Všechny podprogramy jsou konstruovány tak, aby nevytvářely žádné dlouhé čekání, ani se nemohly dostat do stavu, že by se zacyklily nebo zasekly. Na následující straně jsou heslovitě uvedeny jednotlivé podprogramy.

10.3.1 Seznam podprogramů

- **piezo_Beep** – stará se o vydávání akustických tónů
- **voice_Control** – má na starost obsluhu modulu EasyVR, načítá v intervalech hlasové příkazy a provádí jejich vyhodnocování
- **voice_Action** – hlasovému povelu nastavuje klíčovou hodnotu a odvolává se na vhodný podprogram, pro hlasovou obsluhu
- **voice_Color** – vybaví všechna nastavení a ukládání dat pro změnu barvy
- **voice_Brightness** – má na starost obsluhu pro změnu jasu svítidla
- **voice_Effect** – obsluhuje vybavení zvoleného efektu
- **selection_Effect** – zahrnuje v sobě ovládání pěti světelných efektů (podle volby)
- **autoBS** – upravuje jas svítidla podle optického senzoru. Hodnotu na A/D převodníku se kontroluje každých 500ms
- **brightness_Settings** – podprogram nastavuje intenzitu jasu od 0 do 100% a má rovněž za úkol takto upravený jas (konkrétních barevných složek) odeslat přímo na PWM výstup
- **brightness_Slider** – slouží k nastavení grafického ukazatele jasu na displeji (pokud je v menu nalistována položka jasu)
- **timeOFF** – obsluhuje časový odpočet a následné vypnutí osvětlení. Rovněž se stará o výpis zbývajících času na displej (aktualizace po 1s)
- **display_Title** – má na starost komunikaci s displejem, vypisuje požadované informace
- **lightning_Selection** – podle zvoleného režimu osvětlení vybírá požadovanou kombinaci a odvolává se na příslušné vybavení požadavku
- **color_Palette** – obstarává nastavení vlastní barvy z celého barevného spektra. Spektrum je rozloženo do 1792 kroků
- **LCD_Blink** – v případě editace rozbliká spodní řádek displeje
- **color_Picker** – nastavují se zde základní barevné odstíny (fialová, modrá, azurová, bílá, zelená, žlutá a červená)
- **bottom_Row** – při projíždění hlavní nabídky zajišťuje spodnímu řádku displeje aktuální informace
- **reading_Buttons** – pokud bylo stisknuto některé tlačítko, zaznamená tento stav
- **button_Press** – ošetření proti nechtěnému zákmitu tlačítka

11 OVLÁDÁNÍ SVÍTIDLA

Svítilidlo je navrženo tak, aby jeho ovládání bylo co nejjednodušší a uživatel se možnostech nastavení snadno zorientoval. K manuálnímu ovládání slouží tři tlačítka umístěná na předním panelu. Krajní tlačítka jsou určena pro pohyb v menu a k výběru možných voleb v režimu editace. Editaci lze vyvolat prostředním (červeným tlačítkem), které zároveň slouží i pro návrat do hlavního menu a uložení zvoleného nastavení. K dispozici je také hlasové ovládání svítidla.

11.1 Spuštění

Zařízení musí být nejprve připojeno na adaptér s napětím 6V. Konektor se připojuje do zdířky, která je umístěná na pravém bočním panelu. Zde se nachází i vypínač, kterým se celé zařízení uvádí do chodu. Při zapnutí svítidla se rozsvítí zelená indikační LED dioda a na displeji se po dobu 3 sekund objeví nápis „LED SVITIDLO model 2013“. Je to zároveň doba, během které může uživatel vyvolat kalibraci optického senzoru, nebo obnovit původní nastavení svítidla. Zařízení je připravené k používání ve chvíli, kdy se ozve 2x krátké pípnutí a displej zároveň zobrazí aktuální nastavenou barvu.

11.1.1 Vyvolání kalibrace optického senzoru

Během 3 sekund od spuštění musí uživatel stisknout a držet červené tlačítko. Následně se objeví na displeji nápis „Kalibrace opt. senzoru“. Fotorezistor, který je umístěný hned nalevo od displeje, musí být vystavený minimálnímu a maximálnímu osvětlení, pro které uživatel chce, aby zařízení přizpůsobilo svit LED diod u automatického jasu. Kalibrace končí ve chvíli, kdy uživatel uvolní červené tlačítko. V případě, že senzor nebyl vystaven hraničním hodnotám osvětlení, se na displeji zobrazí „Spatne provedeni kalibrace!“ a zařízení vydá hluboký upozorňující tón. Pro kalibraci jsou následně využity hodnoty z předchozího úspěšného nastavení. Pokud proběhla kalibrace úspěšně, ozve se po uvolnění tlačítka pípnutí, které doprovází nápis „OK“.

11.1.2 Vymazání uživatelského nastavení

Pro vymazání vlastních uložených hodnot musí uživatel během prvních 3 sekund od spuštění podržet obě krajní tlačítka. Ozve se dlouhý hluboký tón a na displeji se zobrazí text „! RESET !“. Poté zařízení 2x krátce pípne a je připravené na používání v původním továrním nastavení.

11.3 Nastavení jednotlivých položek

11.3.1 Barva

Uživatel může vybírat z následujících barev osvětlení – fialová, modrá, azurová, bílá, zelená, žlutá, červená. V případě, že mu žádná z těchto barev nevyhovuje, má možnost si definovat svou vlastní, která se nastavuje pod položkou „Moje“. U této volby se při stisknutí červeného tlačítka objeví na displeji posuvník, pomocí kterého lze procházet celé barevné spektrum. Vlastní barva se uloží po opětovném stisknutí potvrzovacího tlačítka.

11.3.2 Jas

Jas LED diod lze nastavit od úplného zhasnutí až po maximální svítivost. Na displeji je zobrazená stupnice, která koresponduje s úrovní nastaveného jasu. Ten je možno regulovat jak krokově, tak i držením směrových tlačítek.

11.3.3 Osvětlení

V režimu osvětlení se nastavuje, která strana zařízení bude svítit. K výběru je levý, pravý a čelní osvětlovací panel s LED diodami. Uživateli může osvětlení těchto strany mezi sebou libovolně kombinovat.

11.3.4 Automatický jas

Tato položka má pouze dva stavy, které se nastavují potvrzovacím tlačítkem. Uživatel zde může vybírat, zda je funkce aktivní nebo ne. V případě zapnutí automatického jasu se na displeji objeví grafické znázornění intenzity okolního osvětlení. Pokud je osvětlení v okolí slabé, indikace zobrazuje nízký stupeň. Jestliže okolní světlo sílí, signál narůstá na intenzitě. Signalizace na displeji má sedm stupňů zobrazení. Minimální a maximální hodnota je odvozena od kalibrace optického senzoru. Jas LED diod je následně regulován v závislosti na okolním osvětlení.

11.3.5 Automatické vypnutí

Automatické vypnutí osvětlení je ve výchozím stavu neaktivní. Uživateli jsou k dispozici odstupňované časy po 15 minutách. Automatické vypnutí lze volit v rozmezí 15 – 120 minut. Při potvrzení požadované hodnoty se vedle časového údaje objeví dva vykřičníky. Ty signalizují, že je odpočet pro vypnutí aktivní. Uživatel může na displeji sledovat, kolik

minut do vypnutí ještě zbývá. Po vyčerpání času světlo zhasne a tato funkce je opět neaktivní. Během časového odpočtu lze automatické vypnutí kdykoliv deaktivovat.

11.3.6 Ovládání hlasem

Položka pro hlasové ovládání se může nacházet pouze ve dvou stavech – aktivní a neaktivní. V případě, že je hlasové ovládání aktivní, rozsvítí se pod mikrofonem červená LED dioda. Ta signalizuje, že zařízení přijímá hlasové povely. Pokud je hlasový povel nesprávný (nebo špatně vyhodnocený), červená LED dioda na okamžik problikne. V opačném případě se LED dioda na moment rozsvítí zeleně a přístroj vykoná obsluhu konkrétního povelu. O správném vyhodnocení uživatele informuje i krátké pípnutí pieza.

11.3.7 Efekty

Svítilidlo nabízí uživateli celkem pět světelných efektů, které se cyklicky opakují. Níže jsou uvedeny názvy jednotlivých efektů a jejich stručná charakteristika:

- **Pulzující barva** – efekt vybranou barvu postupně ztmavuje a poté zase rozsvěcuje, celý jev trvá 10 vteřin
- **Náhodné barvy** – funguje na stejném principu jako předchozí efekt, ovšem při každém novém rozsvěcování nabíhá náhodně vybraná barva
- **Rychlé prolínání** – světlo plynule prochází celým barevným spektrem, doba trvání jednoho cyklu je 30 sekund
- **Pomalé prolínání** – efekt projde barevné spektrum za 30 minut
- **Přelévání** – zvolená barva mění intenzitu osvětlení. Světlo se „přelévá“ z bočních panelů do čelního panelu a obráceně

11.4 Hlasové povely

Hlasovým ovládáním lze měnit barvu osvětlení, jas a požadovaný světelný efekt. Během vyslovování povelů je třeba dbát na srozumitelnou a hlasitou výslovnost, slova nesmí být zbytečně protahována nebo jinak měněna. V některých případech je zapotřebí si hlasové povely nejdříve osvojit a nacvičit si optimální výslovnost. Na bezchybné vyhodnocení hlasového příkazu má také vliv prostředí, ve kterém se zařízení nachází. V místnosti by nemělo docházet k ozvěnám, ani k rušivým zvukům, které by mohly zařízení zmást. Na následující stránce jsou uvedeny konkrétní hlasové povely, na které svítilidlo reaguje.

- **Fialová, modrá, azurová, bílá, zelená, žlutá, červená** – nastaví barvu podle příslušného názvu
- **Moje barva** – rozsvítí vlastně vytvořenou barvu
- **Zhasnout** – vypne osvětlení
- **Nízký jas** – nastaví jas na 10%
- **Střední jas** – nastaví jas na 50%
- **Vysoký jas** – nastaví jas na 100%
- **Pulzující barva, náhodné barvy, rychlé prolínání, pomalé prolínání, přelévání** – spustí požadovaný efekt
- **Vypnout efekt** – vypne právě probíhající světelný efekt

11.5 Svítidlo v provozu

Tato krátká podkapitola názorně ukazuje, jak vypadá svítidlo, když je v provozu. Na obrázku 38 si lze všimnout toho, že barevné světlo se na osvětleném povrchu rovnoměrně rozlévá. Nevytváří žádné prolínající se kruhy ani světelné mapy.



Obrázek 38. Zelené osvětlení, přední strana

Na obrázku 39 a 40 je ovšem vidět, že světlo je bodové a ve svítidle příliš nesplyvá. Za normálních okolností by toto osvětlení působilo rušivě. Plexisklo, které kryje LED diody, je však z vnitřní strany vroubkované a tím procházející světlo slévá dohromady. Osvětlený povrch (stěna, nábytek...) je díky tomu rovnoměrně pokrytý.



Obrázek 39. Modré osvětlení z pravé boční strany



Obrázek 40. Modré osvětlení z čelního panelu

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnutí a zhotovení funkčního prototypu inteligentního svítidla. Při návrhu se vycházelo hned z několika požadavků. Uživatel bude mít možnost ovládat osvětlení za pomoci základních hlasových povelů a také prostřednictvím manuálního ovládání. Ovládání musí být intuitivní, jednoduché a zároveň uživateli nabídne bohaté možnosti nastavení osvětlení. V návrhu byly rovněž kladeny nároky na malé rozměry svítidla, a aby při poměrně malé spotřebě zvládalo nasvítit středně velkou místnost. K těmto účelům nejlépe posloužily vysoce svítivé RGB LED diody. Hlasové ovládání zařízení je zprostředkováno pomocí modulu EasyVR, jenž dokáže rozpoznat jednotlivé hlasové povely. O správné vyhodnocování a řízení svítidla se stará mikropočítač ATmega2560 od firmy Atmel, který je součástí vývojového kitu Arduino Mega 2560. Bylo potřeba vytvořit i příslušné zapojení a software. Arduino má za úkol zajistit funkční ovládání svítidla a vhodnou komunikaci mezi všemi periferiemi, včetně jejich řízení.

Mikropočítač je naprogramovaný tak, aby uživatele prostřednictvím displeje informoval o aktuálním stavu zařízení a umožnil mu pohodlné ovládání svítidla pomocí tlačítek. Přes sériovou linku komunikuje s modulem EasyVR, stará se o správné vyhodnocení a obsluhu hlasových povelů. Samozřejmostí je i ovládání několika RGB LED diod a zpracování dat z optického senzoru v reálném čase. Po odladění je funkční prototyp schopen uživateli poskytnout vlastní nastavení barvy světla, jasu, režimu nasvícení a efektu osvětlení. Mezi rozšiřující funkce patří ovládání jasu v závislosti na okolním osvětlení, kalibrace optického senzoru kvůli lepší adaptaci na prostředí, ukládání vlastních nastavení do paměti a možnost automatického vypnutí v závislosti na zvoleném čase.

Při řešení diplomové práce byl nejprve proveden návrh a výběr konstrukčních prvků, které umožňují realizaci zvolených požadavků na osvětlení. Při výrobě prototypu svítidla byla zohledněna nejenom správná funkčnost zařízení, ale i kvalitní mechanické provedení. Práce na hliníkové šasi a způsobu zabudování všech komponentů byla náročná jak časově, tak i na přesnost. Desky plošných spojů zahrnující vlastní zapojení byly navrženy v programu Eagle. Z důvodu bezpečnosti, zachování malých rozměrů a špatnému odvodu tepla v uzavřeném zařízení, svítidlo neobsahuje zabudovaný zdroj napájení. Zvoleno bylo zapojení s externím síťovým adaptérem, které do zařízení přivádí napětí 6V. Při programování mikropočítače bylo zapotřebí zařízení neustále zkoušet a testovat jeho reakce. Časově náročnější bylo i ladění softwaru, hledání chyb, ošetření všech stavů a

kombinací, které by mohly při užívání svítidla nastat. Tato optimalizace zajišťuje rychlé odezvy a bezproblémový chod zařízení. Uživateli je k dispozici seznam hlasových povelů, které může použít pro bezdotykové ovládání. V některých případech je třeba si příkazy osvojit a nacvičit jejich správnou výslovnost. Rozpoznání povelů je totiž do jisté míry závislé na správné intonaci a zřetelnosti vyslovovaných slov. Korektní vyhodnocení je ovlivňováno i prostředím, ve kterém se zařízení nachází. Optimální vzdálenost od mikrofonu je 60cm a při větší vzdálenosti se hlasové povely musí vyslovovat hlasitěji. Aby nedošlo k nepochopení nebo nesprávnému vyhodnocení příkazu, nesmí být v místnosti silné rušivé zvuky.

Diplomová práce mi umožnila bližší seznámení s principy a funkcionalitou hlasově ovládaných zařízení. Kompletní návrh prototypu, včetně vlastního programového vybavení a zapojení hardwaru, pro mě bylo zajímavou zkušeností. Na trhu existují různé alternativy moderních svítidel. Sestrojení nového konceptu svítidla je možnost, jak osvětlení přizpůsobit požadavkům, jenž ostatní výrobky nenabízí.

Součástí práce je přiložené CD, na kterém se nachází text této diplomové práce. Přiloženy jsou rovněž zdrojové kódy, které jsou nezbytné pro chod celého zařízení.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The main objective of the Thesis has been proposal and construction of a functional prototype of intelligent lamp. The proposal has been based on several conditions. User will be able to control lighting manually or using basic voice commands. Control must be intuitive and simple. The user can choose between various options of lighting settings. According to the proposal, the lamp should be of a small size, low consumption but able to illuminate medium-sized room. For this reason, we use high-power RGB LEDs. Voice control is managed by EasyVR module which can recognize individual voice commands. The proper evaluation and management of the lamp is supported by microcontroller ATmega2560 from Atmel, part of the development kit Arduino Mega 2560. Afterwards, the suitable involvement and software have been needed as well.

The microcontroller is programmed to be able to inform the user about the current condition of device via display and facilitate the comfortable control by buttons. The microcontroller communicates with an EasyVR by serial port and supports appropriate evaluation and operation of voice commands. As a matter of course, the microcontroller controls also several RGB LEDs and data processing from the optical sensor in real time. After debugging the working prototype is able to provide own settings of lights - colour, brightness, mode and lighting effects to user. The device offers other functions as setting of brightness depending on an ambient light, calibration of an optical sensor for better adaptation in the to the environment, saving of your own setting to memory and option of automatic shutdown depending on the time.

On the Thesis was first created the proposal and selection of components needed for implementation of selected requirements on lightings. During the processing of the lamp prototype have been very important not only the correct functionality of device, but also quality mechanical execution. Working on aluminium the chassis and installation of all components have been time-consuming as well and precision demanding. PCB including its own involvement has been designed in program Eagle. For safety reasons, the lamp does not have a built-in power source power due to maintaining of a small dimension and bad heat dissipation in the enclosed device. An external power adapter which supplies voltage of 6V has been elected. It has been necessary constant trying and testing the reaction of the microcontroller during the programming. Tuning of software, troubleshooting, processing of cases and combinations occurred during using the device

have required a lot of time of work as well. This optimization supports a quick response and smooth operation of the device. List of voice commands for contactless control are available. Some cases require getting up of commands and training of their correct pronunciation. Recognizing of commands depends on the appropriate intonation and comprehensibility of spoken words. The evaluation is also influenced by the environment, the place where the device is located. The optimal distance is 60 cm away from the microphone, if the distance is more than 60 cm, louder pronunciation is needed. In order to avoid misunderstandings or misinterpretation of commands, the device should be out of disruptive noises.

The Thesis has taken me closer to the principles and functionality of the voice-controlled devices. The complex proposal of the prototype, including my own software and hardware connections, has been a very interesting experience for me. Market offers different types of modern lighting. In my opinion, the construction of a new lighting concept is a possibility of adaption of lighting in according to the specific requirements that other products are not able to offer.

Attached you can find the CD with the text of the thesis, together with the source codes needed for the operation of all device.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a mikropočítače* 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0110-1.
- [2] MANN, Burkhard. *C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMELE AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky*. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003. ISBN 80-730-0077-6.
- [3] COULTER, Doug. *Digital Audio Processing. 2nd ed.* Berkeley, CA, 2000. ISBN 978-0879305666.
- [4] ZÖLZER, Udo. *Digital Audio Signal Processing*. Chichester: John Wiley, 2008. ISBN 978-0470997857.
- [5] SCHREIBER, Herrmann. *50 praktických zapojení se světelnými diodami*. Praha: BEN - technická literatura, 1997[cit. 2013-05-22]. ISBN 80-86056-23-6.
- [6] VÁŇA, Vladimír. *ARM pro začátečníky*. 1. vyd. Praha: BEN-Technická literatura, 2009. ISBN 978-80-7300-2.
- [7] DOLEČEK, Jaroslav. *Moderní učebnice elektroniky: Optoelektronika a optoelektronické prvky*. Praha: BEN, 2007[cit. 2013-05-22]. 160 s. ISBN 80-7300-184-5.
- [8] SOKANSKÝ, Karel. *Inteligentní řízení osvětlovacích soustav vnitřního osvětlení* [online]. 2003[cit. 2013-05-22]. Dostupné z: http://www.csorsostrava.cz/publikace/inteligentni_ridici_systemy%20-%202003.pdf
- [9] KREJČÍK, Adam. *Inteligentní osvětlení v chytrém domě. Můj dům* [online]. 2012 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/inteligentni-osvetleni-v-chytre-m-dome_413.html
- [10] PŮHONÝ, Jan. *LED pásy. Pandatron* [online]. 2009 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: http://pandatron.cz/?825&led_pasky_-_jak_je_nainstalovat_a_dalsi_odpovedi

- [11] HERWIG, Bohumil. LED diody jako náhrada žárovky, aneb Jak ušetřit na osvětlení. *DigiRoom* [online]. 2013 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://digiroom.digizone.cz/clanky/led-diody-jako-nahrada-zarovky-aneb-jak-usetrit-na-osvetleni/>
- [12] *DIA LED LAMP: 540R2GBC-CA Datasheet* [online]. [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/dokumentace/511/511-458/dsh.511-458.1.pdf>
- [13] Pulsně šířková modulace. *DH servis* [online]. 2002 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://www.dhservis.cz/psm.htm>
- [14] Rozpoznávání řeči. *Chip* [online]. 2012 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://earchiv.chip.cz/cs/earchiv/vydani/r-2012/chip-02-12/rozpoznavani-rci.html>
- [15] SKARNITZL, Radek. *Zvuk* [online]. Fonetický ústav [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: http://fu.ff.cuni.cz/vyuka/akustika/1_zvuk.pdf
- [16] ŠVEC, Jan. *Jak vzniká lidský hlas?* [online]. Katedra biofyziky UPOL [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: http://kaleidoskop.upol.cz/old/kal2013/jak_vznika_lidsky_hlas.pdf
- [17] JOHNSON, Don. Modeling the Speech Signal. *Connexions* [online]. 2011 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://cnx.org/content/m0049/latest/>
- [18] *EasyVR: User Manual* [online]. [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: http://download.tigal.com/veear/EasyVR_User_Manual_3.4.2.pdf
- [19] Jednočipové mikropočítače. [online]. [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektronika/kap9/jednocpoc.html>
- [20] MALÝ, Martin. Arduino: vývojový kit pro hrátky s hardware. *Root* [online]. 2009 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/arduino-vyvojovy-kit-pro-hratky-s-hardware/>
- [21] Arduino Mega 2560. *ARDUINO* [online]. [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- [22] Ovladače. *Led pásky* [online]. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.ledpasky.com/led-pasky-prislusenstvi-dalkove-ovladace>

- [23] LED žárovky. *Světelné zdroje* [online]. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.solarnisvetlo.cz/solarnisvetlo-cz/eshop/2-1-LED-zarovky-patice-E27/0/5/19-Zarovka-LED-E27-3W-RGB-color-dalk-ovl>
- [24] LED dioda. *Elektrobastleni.cz* [online]. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://elektrobastleni.cz/view.php?cislocclanku=2008090005>
- [25] Diody. *Charakteristiky LED diod* [online]. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.spsemoh.cz/vyuka/zel/diody.htm>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A/D	Analogově digitální
ALU	Aritmeticko-logická jednotka (Arithmetic Logic Unit)
AVR	Architektura Atmelovských mikrokontrolerů (Alf Vegard Risc)
CPU	Procesor (Central Processing Unit)
D/A	Digitálně analogový
DPS	Deska plošných spojů
EEPROM	Elektricky programovatelná i mazatelná paměť (typ ROM-RAM)
GND	Elektrické uzemnění (Ground)
GPIO	Volně programovatelné piny (General Purpose Input/Output)
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
HMM	Skryté Markovské modely (Hidden Markov Model)
IR	Infračervené záření (Infrared)
LCD	Displej z tekutých krystalů (Liquid Crystal Display)
LED	Elektroluminiscenční dioda (Light Emited Diode)
MCU	Jednočipový počítač (Multipoint Control Unit)
MOSFET	Tranzistor řízený elektrickým polem
PC	Osobní počítač (Personal Computer)
PCB	Deska plošných spojů (Printed Circuit Board)
PWM	Pulsně šířková modulace (Pulse Width Modulation)
RGB	Červená – zelená - modrá (Red, Green, Blue)
SMD	Součástky montované přímo na povrch plošného spoje
SRAM	Statická paměť s přímým přístupem
UART	Asynchronní sériové rozhraní
USB	Univerzální sériová sběrnice (Universal Seriál Bus)

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1. Nezalitý LED pásek [22]</i>	13
<i>Obrázek 2. Řídící kontrolér s dálkovým ovládním [22]</i>	14
<i>Obrázek 3. RGB LED žárovka s dálkovým ovládním [23]</i>	15
<i>Obrázek 4. Ukázka některých typů LED diod [24]</i>	16
<i>Obrázek 5. a) uspořádání vrstev b) řez LED diodou [5]</i>	17
<i>Obrázek 6. Spektrální charakteristika bílé LED diody [25]</i>	18
<i>Obrázek 7. Voltampérová charakteristika barevných LED diod [25]</i>	19
<i>Obrázek 8. Různé rozměry SMD LED diod</i>	20
<i>Obrázek 9. Možné průběhy PWM [21]</i>	22
<i>Obrázek 10. Skládání vln [15]</i>	25
<i>Obrázek 11. Aperiodické vlny [15]</i>	25
<i>Obrázek 12. Spektrum řeči [17]</i>	26
<i>Obrázek 13. Hlasový modul EasyVR [18]</i>	27
<i>Obrázek 14. Komunikace s EasyVR [18]</i>	28
<i>Obrázek 15. Obecné blokové schéma mikropočítače [19]</i>	29
<i>Obrázek 16. Vývojový kit Arduino Mega 2560 [21]</i>	30
<i>Obrázek 17. Vývojové prostředí Arduino 1.0.3</i>	32
<i>Obrázek 18. Blokové schéma pro komunikaci mezi komponenty</i>	34
<i>Obrázek 19. Schéma zapojení pravého bočního panelu</i>	35
<i>Obrázek 20. Schéma zapojení levého bočního panelu</i>	36
<i>Obrázek 21. Schéma zapojení čelního panelu</i>	36
<i>Obrázek 22. Schéma zapojení centrální desky</i>	37
<i>Obrázek 23. Uspořádání pinů LCD displeje</i>	40
<i>Obrázek 24. Konstrukční rozměry klinikové šasi</i>	41
<i>Obrázek 25. Vlevo – přední panel krabičky, vpravo – zadní panel osvětlení</i>	42
<i>Obrázek 26. Upravené boční kryty</i>	43
<i>Obrázek 27. Horní strana DPS - levý boční panel</i>	44
<i>Obrázek 28. Osazené DPS</i>	44
<i>Obrázek 29. Propojení komponent</i>	45
<i>Obrázek 30. Montáž svítidla – pohled ze zadní strany</i>	46
<i>Obrázek 31. Montáž svítidla – pohled z přední strany</i>	46
<i>Obrázek 32. Připojení posledního bočního krytu</i>	47

<i>Obrázek 33. Přední strana hotového svítidla</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 34. Pravý boční panel s vypínačem</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 35. EasyVR Commander</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 36. Zjednodušený vývojový diagram hlavního programu</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 37. Uspořádání hlavního menu svítidla</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 38. Zelené osvětlení, přední strana</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 39. Modré osvětlení z pravé boční strany</i>	<i>61</i>
<i>Obrázek 40. Modré osvětlení z čelního panelu</i>	<i>61</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1. Základní barevné kombinace</i>	<i>21</i>
--	-----------

SEZNAM PŘÍLOH

Příložený CD disk obsahuje diplomovou práci, zdrojové kódy a soubory s návrhy DPS.