

Mikropočítačový modul pro řízení tříbarevných LED pásků

Jan Pískovský

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Pískovský**
Osobní číslo: **A11152**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Mikropočítačový modul pro řízení třibarevných LED pásků**
Téma anglicky: **A Microcontroller-based Module for Three-colour LED Lighting Strip Control**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na téma osvětlovacích zdrojů a jejich řízení se zaměřením na LED technologii.
2. Provedte hardwarový návrh mikropočítačového řídicího modulu pro řízení třibarevných LED pásků s možností příjmu povelů z infračerveného dálkového ovladače a RS485 rozhraní.
3. Realizujte mikropočítačový řídicí modul a ověřte jeho funkci.
4. Vytvořte programové vybavení řídicího modulu.
5. Sestavte a odladte podpůrnou knihovnu podprogramů pro ovládání řídicího modulu z vývojového kitu M68EVB908GB60 prostřednictvím RS485 rozhraní.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **AXIOM MANUFACTURING. M68EVB908GB60 Development Board for Freescale MC9S08GB60, Rev. C [online]. 2006 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.axman.com>**
2. **FREESCALE SEMICONDUCTOR. CPU08 Central Processor Unit Reference Manual [online]. 2001 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.freescale.com>**
3. **FREESCALE SEMICONDUCTOR. HCS08 Family Reference Manual, Rev.1. [online]. 2003 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.freescale.com>**
4. **FREESCALE SEMICONDUCTOR. MC9S08GB/GT Data Sheet, Rev.2.3. [online]. 2004 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.freescale.com>**
5. **HUMLHANS. Zajímavá zapojení 4. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005, 143 s. Inspirace konstruktérům. ISBN 80-730-0153-5.**
6. **JURÁNEK, Antonín a Miroslav HRABOVSKÝ. EAGLE pro začátečníky I: uživatelská a referenční příručka .: 2. vydání. Praha: BEN – technická literatura, 2007, 191 s. ISBN 80-730-0213-2.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Dostálek, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

6. března 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

22. května 2015

Ve Zlíně dne 6. března 2015



L.S.

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

děkan

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

ředitel ústavu


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 připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- 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/bakalářské 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

ABSTRAKT

Cílem Bakalářské práce je návrh řídicí elektroniky pro tříbarevný LED pásek. Návrh zahrnuje také programování mikropočítače na řídicím modulu. Modul řídí tříbarevný LED pásek pomocí PWM a výkonových MOSFET tranzistorů. Na modulu se dále nachází rozhraní pro sériovou komunikaci RS485 a přijímač signálů z infračerveného zdroje. Pro vývojový kit M68EVB908GB60 byla vytvořena knihovna, která zajišťuje sériovou komunikaci s modulem.

Tento modul bude sloužit, pro výukové účely v předmětu Programování mikropočítačů, při projektech zabývajících se sériovou komunikací.

Klíčová slova: Freescale, S08, RGB LED pásek, LED, RS485, IR, M68EVB908GB60

ABSTRACT

The aim of the thesis is to design the control electronics for the free-colour LED strip. The proposal involves the programming of microcomputers at the control module. The module controls the three-colour LED strip by PWM and MOSFET transistors. On the module is also a serial communication interface RS485 and receiver of signals from the infrared source. For development kit M68EVB908GB60 was created a library that provides serial communication module.

This module will be used for educational purposes in the course of the Programming of microcomputers, in projects dealing with serial communication.

Keywords: Freescale, S08, RGB LED strip, LED, RS485, IR, M68EVB908GB60

Rád bych poděkoval panu Ing. Petru Dostálkovi, Ph.D., za jeho cenné rady při řešení problémů a jeho rychlou odezvu na mé dotazy. Chtěl bych poděkovat také rodině a své přítelkyni za to, že mě po celou dobu podporovali a věřili ve mně.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„Neselhal jsem 10000 krát. Našel jsem 10000 způsobů, které nefungují.“

Thomas Alva Edison

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HISTORIE INTERIÉROVÉ OSVĚTLENÍ	11
1.1 ŽÁROVKA	11
1.2 VÝBOJKY	13
1.2.1 Nízkotlaké rtuťové výbojky – zářivky	13
1.3 LED – SVĚTLO VYZAŘUJÍCÍ DIODA	14
2 LED - LIGHT-EMITING DIODE	16
2.1 PRINCIP LED.....	16
2.2 DRUHY LED	17
2.2.1 LED pásek.....	18
3 VÝVOJOVÝ KIT M68EVB908GB60	19
4 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE	21
4.1 RS232	21
4.2 RS422	22
4.3 RS485	23
4.4 DMX 512.....	23
5 INFRA-ČERVENÝ (IR) SIGNÁL	24
5.1 NEC	24
5.2 RC5.....	25
6 PWM	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
7 NÁVRH A REALIZACE HARDWARU	28
7.1 BLOKOVÉ SCHÉMA	28
7.2 SOUČÁSTKY - HARDWARE.....	29
7.2.1 Mikropočítač	29
7.2.2 Stabilizátor napětí.....	30
7.2.3 Rozhraní RS485	30
7.2.4 RGB LED pásek.....	32
7.2.5 Tranzistory	33
7.2.6 IR Přijímač	34
7.3 NÁVRH A VÝROBA PLOŠNÉHO SPOJE.....	35
7.3.1 Použité softwarové vybavení	35
7.3.2 Schéma zapojení.....	35
7.3.3 Návrh vodivých cest a osazení plošného spoje	39
8 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ	41
8.1 PROGRAM PRO MIKROPOČÍTAČ MC9S08SH4.....	41
8.1.1 Inicializace	42
8.1.2 Sériová linka.....	43
8.1.3 Přerušení PWM	44
8.1.4 Přerušení IR.....	44

8.2	KNIHOVNA A TESTOVACÍ PROGRAM PRO VÝUKOVÝ KIT	46
8.2.1	Knihovna funkcí pro komunikaci s RGB modulem.....	46
8.2.2	Testovací program.....	47
ZÁVĚR	.....	49
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	.....	50
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	.....	53
SEZNAM OBRÁZKŮ	.....	54
SEZNAM TABULEK	.....	55
SEZNAM PŘÍLOH	.....	56

ÚVOD

Světlo je důležitou součástí lidského života. Ve většině části dne nám stačí sluneční světlo, ale při práci ve večerních až nočních hodinách je nutné využít umělé světlo. Přibližně 150 let bylo interiérové osvětlení tvořeno žárovkami, ale právě v této době přichází osvětlovací revoluce v podobě LED. Hlavní důvody využití LED v interiérovém prostředí je její nízká spotřeba a vysoká životnost. Také lze snadno soustředit světlo na určitá místa nebo řídit její intenzitu. RGB LED mají na jednom čipu tři barvy a můžou nastavit celé spektrum barev, které je možné řídit.

Již v dnešní době je možné propojit veškeré osvětlení na jeden řídicí panel, který se může ovládat např. pomocí tabletu a specifické aplikace. Toto propojení může zajišťovat sériová linka na standardu RS485, které by stačily pouze dva vodiče. Každé zařízení pak může mít jedinečnou adresu a určité funkce ovládání. Zatím nejsou chytré domácnosti tak rozšířené, ale technologie nejde zastavit a zanedlouho budou vypínače na stěnách historií.

Tato práce se věnuje řízení RGB LED pásku a jeho možnostmi ovládání. RGB LED pásek má využití převážně v dekorativním osvětlení. Cílem práce je vytvořit modul řídicí RGB LED pásek. Tento modul bude komunikovat pomocí sériového rozhraní a IR rozhraní s dálkovým ovladačem.

Řízení RGB LED pásku je řešeno pomocí PWM regulace jednotlivých barev, kde PWM má takovou frekvenci, aby člověk nemohl vidět změnu úrovní signálu. Výstupem signálu je pak pouze změna intenzity světla jednotlivých barev. IR ovladač a zařízení připojené k sériové lince má umět komunikovat s modulem současně, tzn., že když se změní intenzita světla barvy pomocí ovladače, tak následně bude mít možnost změnit intenzitu barvy i instrukce ze sériové linky.

Na sériové lince bude k modulu připojený vývojový kit M68EVB908GB60, pro který je vytvořena knihovna funkcí. Tento modul bude sloužit k výukovým účelům předmětu Programování mikropočítačů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE INTERIÉROVÉ OSVĚTLENÍ

Když se budeme zabývat osvětlením úplně od základu, můžeme jej rozdělit na denní a umělé. Denní osvětlení je obecně známo, je to Slunce. Záření, které k nám ze Slunce přichází je celé spektrum, od ultrafialového až po infračervené. Umělé osvětlení je poněkud rozsáhlejší oblast. V historii se nejčastěji setkáme s osvětlením, které využívá chemickou reakci hoření. Oheň nevyzařuje pouze světlo, ale vyzařuje také velké množství tepla. Proto bylo v historii se světlem spjato vždy i teplo, dnes již tomu tak není. Světelné zdroje na bázi ohně se postupně vyvíjely. Pro udržování plamene se měnilo palivo např. pochoďeň, svíčka, olejová lampa, petrolejová lampa a plynová lampa. Ale tato práce se bude zabývat historií elektrického osvětlení. Tato doba započala vynálezem obloukové lampy, která díky svým nedostatkům, velkému jasu a špatné stabilitě, byla nahrazena žárovkou. [1]

1.1 Žárovka

Vynález žárovky byl pro lidstvo důležitý krok. Byl to hlavní důvod pro umístění elektrického vedení do běžných bytů. Poté co byla elektřina zavedena, objevily se zástupy vynálezů, které ji využívaly.



Obr. 1. Heinrich Göbel [2]

S elektrickou žárovkou si většina populace spojuje jméno Thomas Alva Edison (1847-1931). Ale funkční žárovku se snažilo vyrobit více vědců. Je důležité zmínit osobu, která jako první zprovoznila funkční žárovku za pomoci uhlíkového vlákna umístěného

ve flakonku od voňavky. Byl to Heinrich Göbel (1818-1893), hodinář a mechanik-optik. Když se přestěhoval z Německa do New Yorku, potřeboval pro svůj obchod udělat reklamu. A tak si dal do své výlohy zinko-uhlíkovou baterii, pomocí které vyráběl intenzivní světlo elektrického oblouku. Po té začal experimentovat s uhlíkovým vláknem místo s kovovým. Jeho žárovka svítila 220 hodin při světelném toku 1 lm/W, pro porovnání první Edisonova žárovka svítila 100 hodin. Bohužel Göbela experimentování finančně vyčerpalo, a proto nemohl svůj vynález přihlásit k patentování. [1]



Obr. 2. Thomas Alva Edison [3]

Thomas Alva Edison oproti Göbelovi slavil svůj úspěch. Pro jeho žárovku se rychle nadechla velká skupina obdivovatelů. A právě on dal světu koncept žárovky, jakou známe dnes a už je tomu půl druhého století. Nejdůležitější součástí žárovky bylo uhlíkové vlákno, jehož kvalita určovala životnost žárovky. Uhlíkové vlákno se vyrábělo z bambusů. Méně důležitá a ne tolik pracná na výrobu byla skleněná baňka. Jakmile se tyto dvě části vzduchotěsně spojí, vysaje se z baňky vzduch, tak aby vzniklo vakuum. [1]

Vývoj žárovky započal roku 1820, kdy Alessandro Volta vynalezl galvanický článek. Proudem baterií byla žhavana nejrůznější vlákna (platinová, wolframová, dřevěná, grafitová, rostlinná). V roce 1860 se grafitové vlákno dostalo na vrchol, protože svítilo ve vzdu-

choprázdnu i v plynných náplních. Měrný výkon žárovek nebyl dostačující, byl pouhých 3 lm/w a životnost žárovky byla maximálně 400 hodin. Od roku 1909 se vyráběly žárovky s wolframovým a tantalovým vláknem, jejichž měrný výkon začínal na 10 lm/W a životnost byla až 800 hodin. Od roku 1914 byl průmysl se žárovkami na vzestupu. Vzácné plyny zamezovaly vypařování wolframu a zvyšovaly provozní teplotu vlákna. Měrný výkon dosáhl 12 lm/W a životnost 1000 hodin. Postupem času se měrný výkon a životnost žárovky zvětšovaly do dnešních hodnot. [1]

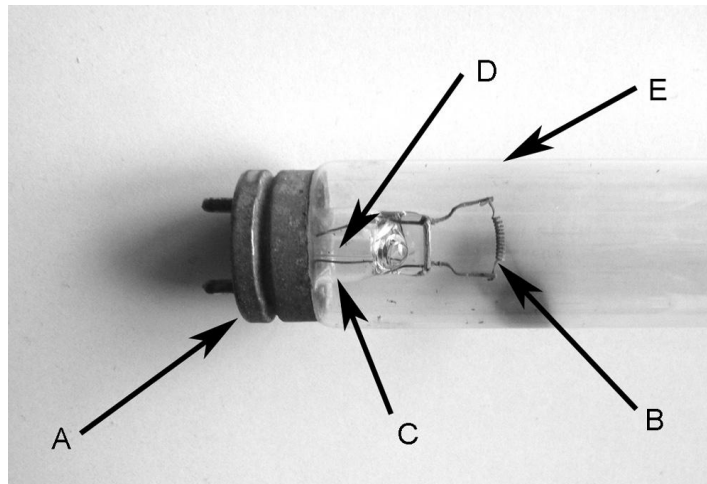
1.2 Výbojky

Výbojky se na trhu začaly objevovat v 40. letech 20. století a můžeme je rozdělit na dvě skupiny, nízkotlaké a vysokotlaké. První vysokotlaké výbojky byly rtuťové a měly příkon od 50 W až do 1000 W osvětlovaly převážně ulice, tovární prostory nebo třeba nádraží. Vysokotlaké rtuťové výbojky byly později nahrazeny sodíkovými a halogenidovými výbojkami. Sodíkové výbojky měly příkon mezi 70 W a 400 W používají se dodnes na pouliční osvětlení. Halogenidové výbojky měly příkon až 3500 W a jejich využití bylo převážně v osvětlení velkých ploch například na sportovních stadionech nebo na nákladních nádražích. Nás ale více zajímají nízkotlaké rtuťové výbojky, které se nejčastěji objevovaly v domácnostech. [4]

1.2.1 Nízkotlaké rtuťové výbojky – zářivky

První křemíková zářivka byla vynalezena roku 1935 a roku 1949 začala výroba zářivek ve firmě Tesla Holešovice. Největší využívání této technologie po celém světě nastal v 60. letech. Zářivky zpravidla obsahují luminofor. Můžeme je rozdělit do čtyř skupin:

- lineární – příkon je mezi 4 až 120 W
- kruhové
- kompaktní – vícenásobné spirály, svým nižším příkonem nahrazují klasické žárovky
- speciální – barevné, využívají se k různým chemickým procesům.[4]



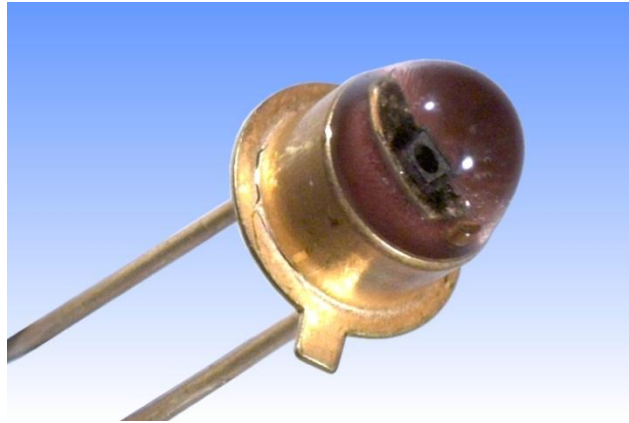
Obr. 3. Popis zářivky A - Patice, B - Žhavicí vlákno, C – Skleněná nožka, D – Čerpací trubička, E – Skleněná trubice (obvykle s luminoforem) [4]

Zajímavý je energetický poměr mezi zářivkou a žárovkou. Žárovka má přibližně měrný výkon 10 lm/W, viditelné záření je 9 %, vyzařované teplo je 74 % a odvedené teplo je 17 %. Zářivka má měrný výkon 45 lm/W, viditelné záření je 22 %, vyzařované teplo je 30 % a odvedené teplo je 48 %. Životnost zářivek je přibližně pětinašobná oproti žárovkám. Jedinou nevýhodou zářivek oproti žárovkám je už jen cena. [4]

1.3 LED – světlo vyzařující dioda

Kapitán Henry Joseph Round (1881-1966) byl průkopníkem své doby. Na technologii LED přišel o téměř 60 let dříve, než se začala běžně využívat. V roce 1906 H. H. Dundwoody objevil krystalický detektor, který byl velký konkurent Flemingově diodové elektronice. Round dělal pokusy na krystalickém detektoru tím, že zkoušel různé materiály. Také zkusil použít stejnosměrný proud a u toho si všiml, že některé krystalické detektory vyzařují světlo. Tento objev byl publikován 9. 2. 1907 v deníku Electrical World. Na konci svého života měl na své jméno zapsaných 117 patentů. [5]

Nick Holonyak Junior (1928) vynálezce LED (světlo-vyzařující diody). Při vývoji LED byl klíčovým faktorem vývoj III-V polovodičové slitiny jako je arsenid gallitý (GaAs) a gallium arsenid fosforit (GaAsP), které úpravou slitinových kompozic, umí nastavit polovodičové vlastnosti na užitečný rozsah. Z pokusů vznikla první červená LED v roce 1962. Tyto slitiny byly základem pro řadu dalších vynálezů i dalších barev LED. Holonyakovy vynálezy mají přímý přínos na každodenní život v dnešní době. [6]



Obr. 4. První červená LED [7]

V 80. letech nastal rozmach LED technologií. Převážně se využívaly k indikačním účelům, ale také se již objevovaly displeje nebo první žárovky. V roce 1993 se na trhu vyskytovaly první vysoce svítivé LED, které po spojení tří barev krystalů LED mohly tvořit bílou barvu. První bílá dioda byla vynalezena v roce 1995 a také se mohly vyrábět první přijatelné LED žárovky. [8]

2 LED - LIGHT-EMITING DIODE

V této kapitole je vysvětleno, jaký je princip funkce diody, a jaké má základní vlastnosti.

2.1 Princip LED

LED funguje na principu polovodičů a jejich přechodem nábojů přes energetickou bariéru. Přes tuto bariéru se dostávají za pomoci elektrického napětí. energii, kterou potřebují pro změnu svého stavu, po navrácení do původního stavu vrátí ve formě světelného záření. U různých materiálů jsou různé energetické bariéry, které se udávají v elektronvoltech. A zde platí vztah, že energie spotřebovaná pro přechod je přímo úměrná frekvenci vyzařovaného světla nebo nepřímo úměrná vlnové délce. LED vyzařuje díky chemickému složení velmi úzký rozsah vlnových délek. To znamená, že její frekvence se téměř nemění. [9]

$$\lambda = \frac{hc}{E_g} \quad (1)$$

Kde

h je Planckova konstanta ($6,6260755 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

c rychlost světla ve vakuu ($2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),

E_g energie zakázaného pásu (J). [9]

Existují dva způsoby, jak změnit monochromatické světlo. První je využití více monochromatických zdrojů pro smíšení barev. Nejčastěji se využívá červená, zelená a modrá pro vytvoření dojmu bílého světla. Druhý způsob v transformaci monochromatického světla, které převážně mívá modrou barvu, do širokopásmového záření pomocí luminiscence pevných látek z fosforu a jejich dalších sloučenin, které vyzařují světlo po přijmutí záření z polovodiče. [9]

2.2 Druhy LED

Jak již bylo řečeno, takové základní rozdělení LED je podle barev jaké vyzařují a to také znamená, že jsou vyrobeny z jiných materiálů. Rozdělení naleznete v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1. Vlastnosti a materiály LED podle vlnové délky [10]

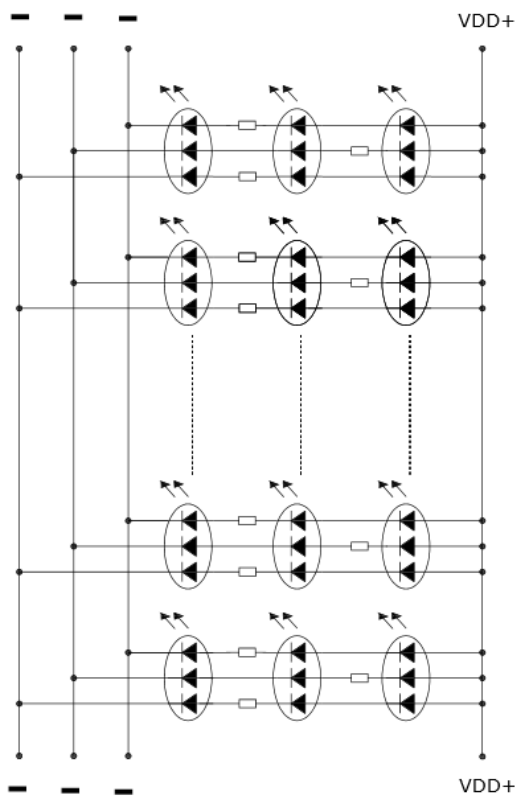
Barva	Vlnová délka [nm]	Napětí [V]	Používaná látka
Infračervená	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1,9$	GaAs, AlGaAs
Červená	$610 < \lambda < 760$	$1,63 < \Delta V < 2,03$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Oranžová	$590 < \lambda < 610$	$2,03 < \Delta V < 2,1$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Žlutá	$570 < \lambda < 590$	$2,10 < \Delta V < 2,18$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Zelená	$500 < \lambda < 570$	$1,9 < \Delta V < 4,0$	InGaN/GaN, GaP, AlGaInP, AlGaP
Modrá	$450 < \lambda < 500$	$2,48 < \Delta V < 3,7$	ZnSe, InGaN, SiC, Si
Fialová	$400 < \lambda < 450$	$2,76 < \Delta V < 4,0$	InGaN, Červená/modrá + fialový luminofor
Ultrafialová	$\lambda < 400$	$3,1 < \Delta V < 4,4$	Diamant, Nitrid boru, AlN, AlGaN, AlGaInN
Bílá	Celé spektrum	$\Delta V = 3,5$	Modrá/ultrafialová + žlutý luminofor

Dále je možné dělit LED podle provedení součástky. Klasická LED dioda je polovodičová součástka s P-N přechodem. Tato dioda je rozdílná od klasických diod tím že vyzařuje viditelné světlo. [8]

LED chip je polovodičová součástka, která v podstatě řídí zdroj LED světla. Podle typu provedení se dále dělí na DIP (nízko-výkonný LED chip), SMD (nízko-výkonný LED chip), COB (vysoko-výkonný LED chip). SMD LED je součástka, ve které je čip nebo kombinace čipů s kterými je možno komunikovat. Vyrábějí se podle vyzařovacího úhlu (bodové či rozptýlené). COB LED je konstrukčně podobná SMD LED, ale má mnohem vyšší svítivost a s tím přímo úměrně stoupá také příkon. Hodí se především do hal nebo jako venkovní osvětlení. [8]

2.2.1 LED pásek

Tato práce se zabývá řízením RGB LED pásku, a proto v následující kapitole bude vysvětleno, jak tato součástka funguje a jak je zkonstruovaná.



Obr. 5. Schéma zapojení RGB LED pásku [11]

LED pásek využívá převážně SMD LED jedno či více barvené. Napájení je zajištěno zdrojem, který většinou bývá dvanácti voltový. Příkon závisí na počtu použitých LED a tím se také určuje délka pásku. [12]

Velký rozmach LED pásku způsobilo to, že může být celkem nenápadný a snadno se instaluje díky jedné samolepící straně. Výhodou je také to, že je možné upravovat jejich rozměr, kdy zkracování je v řádech centimetrů. Takže lze cíleně osvětlovat libovolné objekty či prostory při velmi nízké spotřebě. [12]

Intenzita svítivosti lze u LED řídit pomocí PWM signálu, při použití více barevných LED čipů lze tak dosáhnout celého spektra barev. Princip PWM je blíže v kapitole č. 6.

3 VÝVOJOVÝ KIT M68EVB908GB60

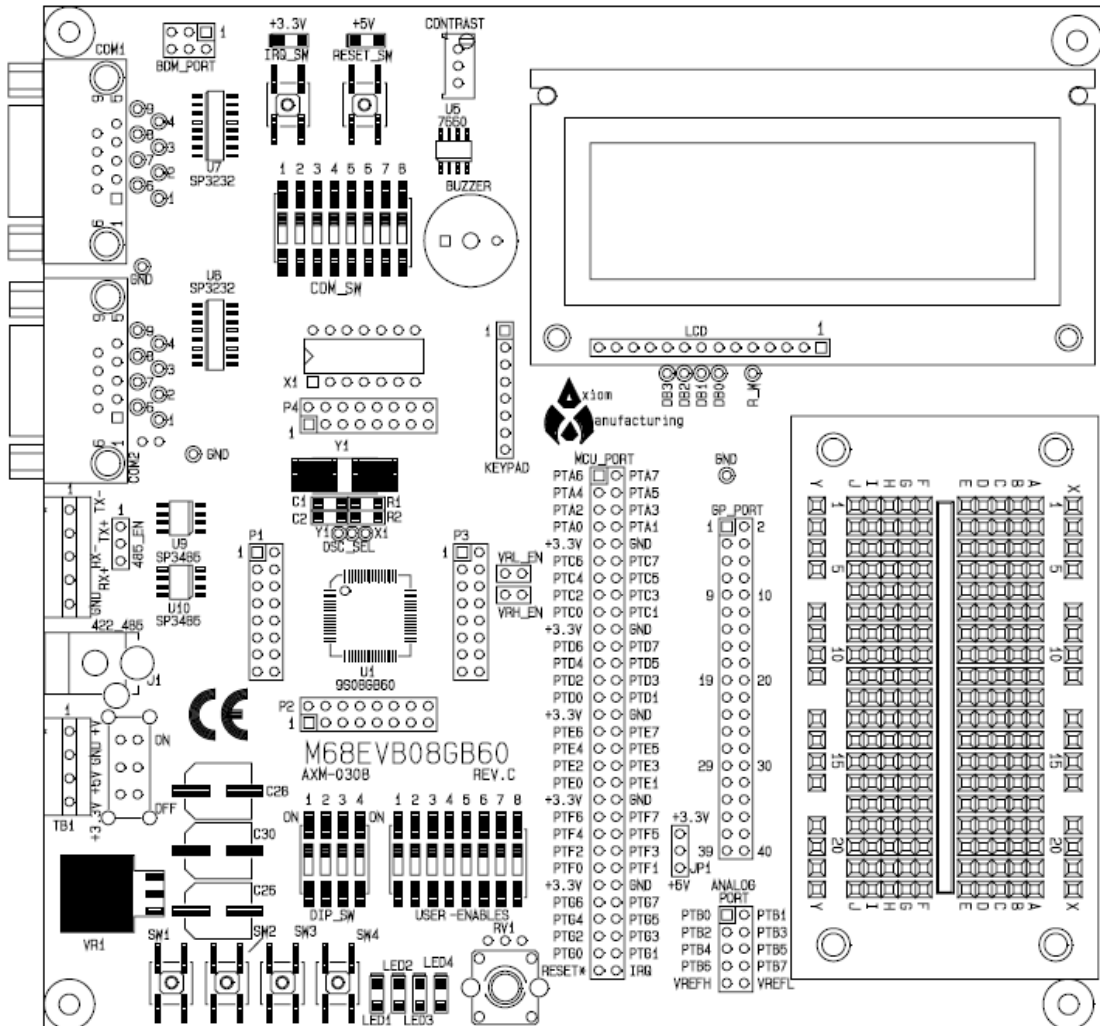
Vývojový kit je zapotřebí v této práci k demonstraci řízení RGB LED pásku pomocí sériové komunikace. Také se zde ověřuje, jaký může mít modul přínos do výukových hodin mikropočítačů při studování sériové komunikace.

Vývojový kit M68EVB908GB60 je dobrý výukový nástroj, který využívá mikropočítač od firmy Freescale řady HCS08. Tento vývojový kit je možno programovat pomocí COM konektoru a kabelu DB9 se sériovou komunikací. Nebo lze využít BDM port a pomocí programátoru, který podporuje mikropočítače řady HCS08, lze do vývojového kitu nahrát program a následně také ladit.

Parametry:

- Mikropočítač M9S08GB60
 - 60 KB paměti FLASH
 - 4 KB paměti RAM
 - 56 I/O pinů
 - 5 kanálů TPM 2 časovače
 - 3 kanály TPM 1 časovače
 - 8 kanálový 10 bitový AD převodník
 - SPI a IIC sériové porty
 - Klíčové Wake-up porty
 - BDM port
 - Generátor taktu PLL
 - Až 40 MHz taktovací frekvence
- 32 kHz nebo 4 MHz krystalový oscilátor
- Kit se napájí 9 V zdrojem, toto napětí je na itu sníženo na +3,3 V a 5 V
- COM2 sériový port RS232 DB9-S konektor nebo RS422/485 konektor
- ON/OFF spínač napájení
- Uživatelské komponenty:
 - 4 LED indikátory (PTF0-3)
 - 4 DIP přepínače (PTB4-7)
 - 4 tlačítka (PTA4-7)
 - 2x16 znakový LCD modul (PTG3-7, PTE6-7)
 - Bzučák (PTD0)

- MCU port konektor poskytuje všechny digitální I/O
- Analogový port konektor poskytuje analogové vstupy nebo PTB výstupy
- Nepájivé kontaktní pole pro prototypy. [13]



Obr. 6. Vývojový kit M68EVB908GB60 [13]

V této práci se využívá port sériové komunikace RS422/485. Podrobné nastavení portu bude vysvětleno v praktické části.

4 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE

Pro posílání datových signálů je možné použít dva druhy komunikace, a to sériovou nebo paralelní. Paralelní komunikace se využívá při kratších vzdálenostech (maximálně 20m) a vysílané bity jsou vysílány vedle sebe, proto je nutné použít více vodičů. U sériové komunikace jsou data přenášena za sebou, proto je potřeba pro jeden směr jeden vodič. [14]

Sériová komunikace je synchronní nebo asynchronní. Synchronní komunikace přenáší na zvláštní lince signál pro synchronizaci dvou zařízení, které mezi sebou komunikují. Synchronní komunikace se používá převážně na jednom plošném obvodu například pro komunikaci s pamětí. Asynchronní komunikace se používá pro přenos na delší vzdálenosti. Důležitý předpoklad je, aby si vysílač i přijímač měli stejně nastavenou přenosovou rychlost (je to také jedna příčina omezení rychlosti, přesnost oscilátorů není vždy optimální a při vyšších rychlostech už by tyto nepřesnosti poznamenaly přenášená data). [15]

V této práci jsou podrobněji vysvětleny standardy RS232, RS422 a RS485 a také protokol pro digitální přenos řídicích informací světelné jevištní techniky a světelných efektů DMX512. V praktické části bude představen komunikační protokol, který běží na standardu RS485.

4.1 RS232

„Recommended Standard“ neboli doporučený standard 232 je hlavním stavebním kamenem u asynchronní sériové komunikace tzn. přenosová rychlost je pevně stanovená. Přenos byl původně určen pro vzdálenost maximálně 20 metrů a odolnost proti rušení je řešena větším napětím než je standardních 5V. Synchronizaci stanovuje sestupná hrana signálu. Standard RS232 může využívat tři typy konektorů (CANNON 25, CANNON 9, RJ45). [16]

Nejčastěji se vyskytuje konektor CANNON 9 pro průmyslové zapojení zařízení. Konektor CANNON 9 disponuje devíti vodiči, zde je stručný přehled přenášených signálů:

1. CD (Carrier detect) – signalizuje, že přijatý signál je „dobrý“, resp. přijatý analogový signál lze dobře demodulovat.
2. RxD (Receive Data) – data vysílaná z modemu k zařízení.
3. TxD (Transmit Data) – data vysílaná ze zařízení směrem k modemu.
4. DTR (Data Terminal Ready) – tímto signálem terminál oznamuje, že je připraven ke komunikaci.

5. GND (System Ground) – systémové uzemnění.
6. DSR (Data Set Ready) – tímto signálem modem oznamuje, že je připraven ke komunikaci.
7. RTS (Request To Send) – zařízení oznamuje modemu, že je možné vysílat další data.
8. CTS (Clear To Send) – modem oznamuje, že je možno odesílat další data.
9. RI (Ring Indicator) – indikátor zvonění je aktivní, když modem detekuje na telefonní lince zvonění. [16]

U standardu RS232 je maximální délka vodičů udávána 15 metrů při kapacitě vodiče 2500pF. Ale při použití kvalitnějších vodičů nebo omezení přenosové rychlosti lze docílit větších vzdáleností. Firma Texas Instruments při svých pokusech v „laboratorních“ podmínkách uvádí tyto parametry:

Tab. 2. RS232 - Vzdálenosti při změně rychlosti [16]

Baud Rate [Bd]	Maximální délka [m]
19200	15
9600	150
4800	300
2400	900

4.2 RS422

Standard RS422 využívá celkově čtyři vodiče. Jeden pár používá pro RxD signál a druhý pro TxD signál. Páry vodičů jsou kroucené a vodiče označované „a“ a „b“ jsou buzeny v protifázi, vyhodnocuje se jejich napěťový rozdíl. Tento princip odstraňuje aditivní rušení. [16]

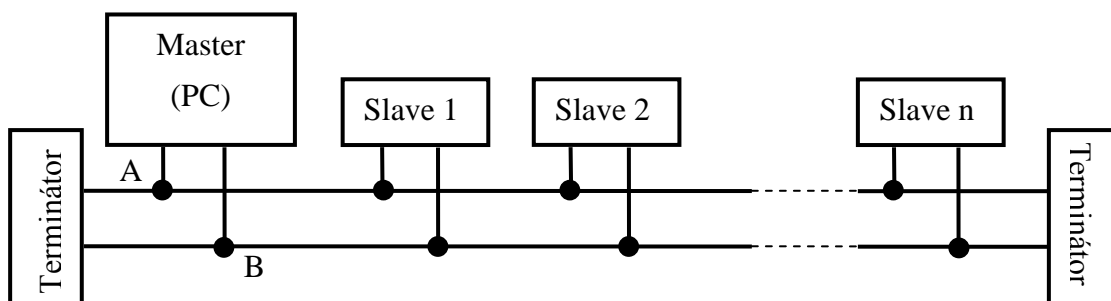
Linky se standardem RS422 mohou být vedené až 1600 m, kde vodiče budou s kapacitou do 65pF/m. Pokud budeme chtít namísto standardu RS232 využít standard RS422 není třeba softwarově nic radikálně měnit. [16]

4.3 RS485

Standard RS485 je rozdílný oproti standardu RS422 v tom, že používá pouze jeden pár vodičů pro oba směry toku dat. Je tedy potřeba řídit programově směr, kterým v určité chvíli data budou přenášena. [16]

Hlavní výhodou standardu RS485 je možnost připojení více zařízení a komunikovat na základě adres. Také je možné dosáhnout podstatně vyšších rychlostí přenosu než u standardu RS232. Jako u standardu RS422 je stanovena vzdálenost přenosu až 1600 m. [16]

Tento standard je využit i v praktické části a tam bude také vysvětleno podrobněji řízení toku dat a jaké jsou použita rozhraní.



Obr. 7. Možnost zapojení podle standardu RS485

4.4 DMX 512

Jelikož se tato práce zabývá osvětlovacími zařízeními, tak je zde představen protokol, který přenáší řídicí signály právě pro ovládání jevištní světelné techniky a světelných efektů. Zároveň má předpoklady pro přenos řídicích signálů osvětlení chytrých domácností.

Protokol vychází ze standardu RS485 a vznikl v roce 1986. Zařízení se zapojují jako na sběrnici a každé zařízení má svoji originální adresu stanovenou výrobcem. Data jsou přenášena po dvou vodičích a jeden vodič zastupuje zem. Vodič je zakončen konektorem typu XLR, který je tří nebo pěti pinový. Někteří výrobci u pěti pinového vodiče na čtvrtém nebo pátém pinu přenášeli napětí, které nevyhovuje standardu DMX512. Tento způsob je nebezpečný a může poškodit vysílaná data nebo také může poškodit koncové zařízení. V dnešní době se využívá v naprosté většině tří vodičová varianta. [17]

5 INFRA-ČERVENÝ (IR) SIGNÁL

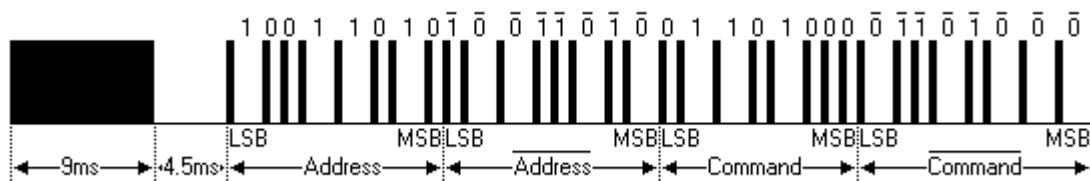
IR signál je v podstatě druh světla, které má barvu mimo viditelný rozsah pro lidské oko (více jak 950 nm). To je také jeden z důvodů, proč byl IR vybrán pro přenos řídicích signálů, chceme-li signál přenášet vzduchem, ale ne tak abychom jej viděli či jinak mohli pozorovat. Dalším důvodem je to, že IR LED je celkem snadné vyrábět, a proto jsou její pořizovací náklady velice nízké. [18]

Modulace IR signálu spočívá v tom, že vysílač bliká na určité frekvenci (která se pohybuje od 30 kHz do 60 kHz) a přijímač bude naladěn právě na tuto frekvenci. Tzn., že může ignorovat rušivé signály a z nosné frekvence může demodulovat informaci. [18]

V následujících dvou podkapitolách budou představeny dva protokoly NEC a RC5. Pro praktickou část byla vybrána komunikace pomocí protokolu RC5.

5.1 NEC

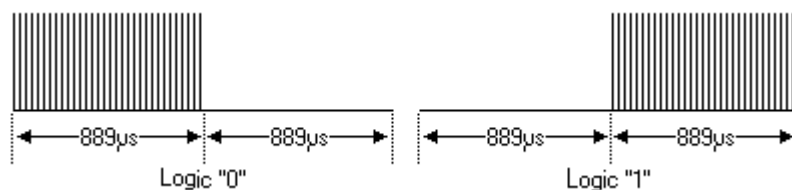
Protokol převzal své jméno po firmě, která ho vyvinula. Přenášená data jsou 8 bitová adresa a 8 bitový řídicí příkaz. Tato data jsou přenášená dvakrát pro ověření. Nosná frekvence pro protokol NEC je 38 kHz. Čas za jaký jsou bity přeneseny je 1,125 ms nebo 2,25 ms. Logické hodnoty se měří podle šířky pulzu. Každý pulz začíná samplovaným signálem na nosné frekvenci po dobu 560 μ s a poté mezerou. Pokud je pulz široký 2,25 ms, tak nabývá logické hodnoty „1“, pokud je šířka pulzu 1,125 ms nabývá logické hodnoty „0“. Na začátku celého přenosu pro vyloučení toho, že by se jednalo o nějaký jiný signál, přenáší samplovaný signál na nosné frekvenci nazvaný AGC po dobu 9 ms, poté následuje mezera dlouhá 4,5ms, následují přenášená data. Tato data se mohou přenášet pouze jednou za 110ms, aby nedocházelo k zahlcení přijímače. Pokud bude tlačítko na ovladači stále stisknuté, neboli bude-li se opakovaně přenášet stejný signál, bude vysílač odesílat pouze AGC signál a poté 2,25 ms mezeru a 560 μ s dlouhý samplovaný signál následovaný mezerou. [19]



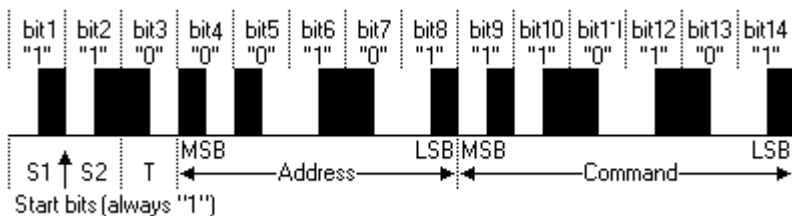
Obr. 8. Příklad vysílaného signálu protokolem NEC [19]

5.2 RC5

Protokol RC5 vyvinula firma Philips a jedná se o možná nepoužívanější protokol fandů a kutilů, kteří potřebují využít IR signál. Jeden z důvodů tak velkého rozšíření je i nízká cena komponentů. Protokol RC5 přenáší dva start bity, toggle bit (určuje, zdali se tlačítko drží), 5 bitovou adresu a 6 bitů dlouhý řídicí signál. Logické hodnoty se přenášejí pomocí bi-fázového kódování. Nosná frekvence je 36 kHz a konstantní délka jednoho bitu je 1,778 ms. Tento pulz je rozdělen na dvě části, kdy jedna část je vždy nečinná a v druhé probíhá samplovaný signál. Pokud je první polovina zaplněna samplovaným signálem, je logická hodnota bitu „0“, pokud je druhá polovina zaplněna samplovaným signálem, je logická hodnota bitu „1“. Řídicí signál se vysílá jednou za 113,792 ms. [20]



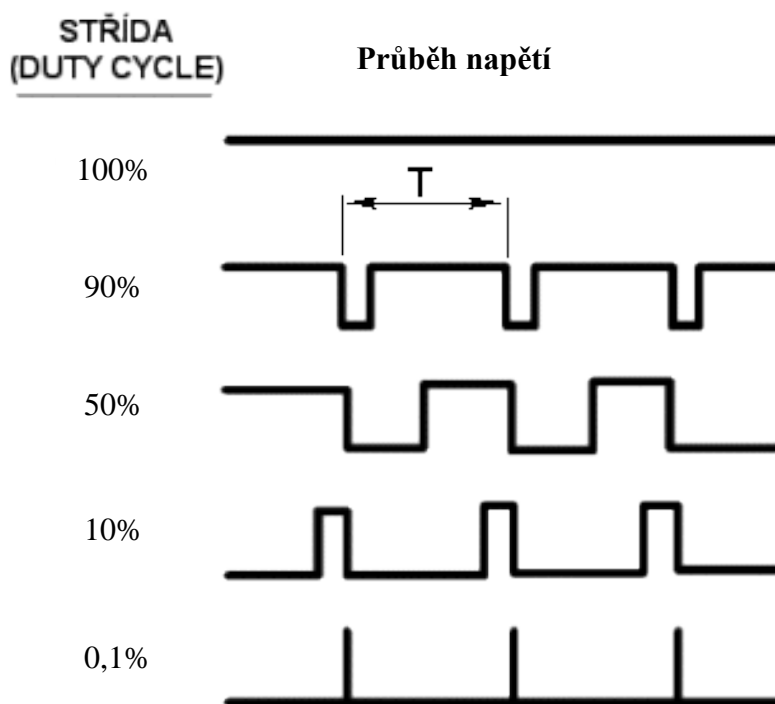
Obr. 9. Logické hodnoty bitu [20]



Obr. 10. Příklad vysílaného signálu protokolem RC5 [20]

6 PWM

Pulzně šířková modulace (**P**uls **W**idth **M**odulation) je určitý způsob přenášení dat nebo možnost řízení výkonu. Tento signál má vždy konstantní periodu, mění se zde pouze poměr délky impulzu a mezery, označujeme tento poměr jako střidu signálu. Střidu lze uvádět jako poměr nebo procentuálně. [21]



Obr. 11. Průběh napětí při různých střídách PWM [21]

Využití PWM je převážně ve výkonové elektronice, kde se využívá tranzistor pro spínání cílového zařízení (osvětlení, motor, atd.). Tranzistor má téměř nulový ztrátový výkon ve dvou stavech, když je sepnutý nebo když je rozepnutý. Když se tyto dva stavy mění, tak přechází přes oblast vysokých ztrát. Z toho plyne, že pokud bude velká frekvence spínání, tak budou i velké ztráty na tranzistoru. V této práci je využito PWM pro řízení svítivosti jednotlivých barev na RGB LED pásku. [21]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

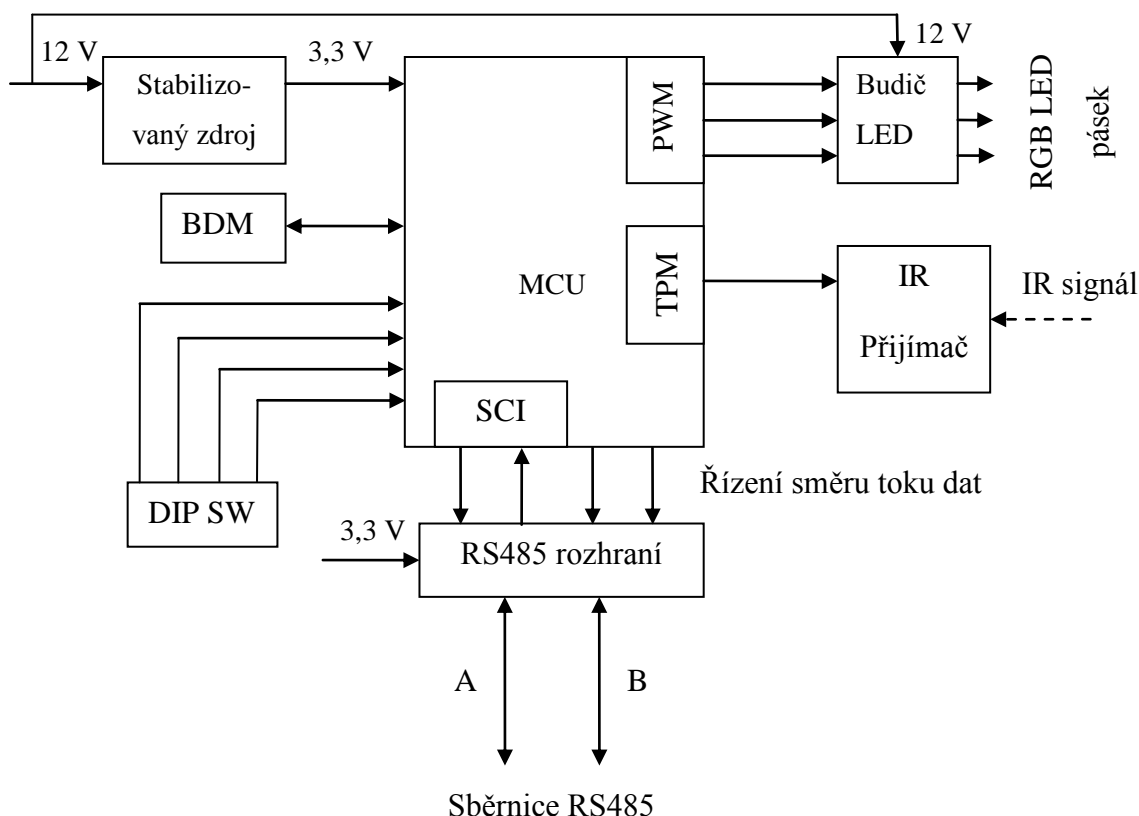
7 NÁVRH A REALIZACE HARDWARU

Tato kapitola se zabývá návrhem hardwaru pro řídicí modul RGB LED pásku a jeho následnou realizací.

7.1 Blokové schéma

Na začátku každé realizace je potřeba si uvědomit, co vše bude potřeba, aby modul mohl fungovat bez problémů a aby nevznikaly žádné dodatečné úpravy. Proto má smysl si vytvořit blokové schéma, kde budou objasněny požadavky, podle kterých bude následně vybrán potřebný hardware.

Řídicí modul má tři základní specifikace, od kterých se bude odvozovat následná potřeba hardwaru. Za prvé bude potřeba řídit RGB LED pásek pomocí PWM signálu. Za druhé bude potřeba zajistit komunikaci se standardem RS485. A za třetí uskutečnit možnost ovládat modul pomocí IR signálu.



Obr. 12. Blokové schéma

Na obrázku (Obr. 12) je blokové schéma, které bylo vytvořeno pro následující výběr potřebných součástek. Ze schématu lze například zjistit kolika pinový bude potřeba mikropo-

čítač, nebo že budou potřeba dva TPM moduly. Jeden bude pro realizaci PWM a druhý pro příjem IR signálu. Podrobně bude výběr součástek popsán v následujících kapitolách, které se zabývají jednotlivými součástkami.

7.2 Součástky - Hardware

7.2.1 Mikropočítač

Před začátkem této práce bylo určeno, že se bude používat osmibitový mikropočítač od firmy Freescale, ale nebyl určen přesný typ. Podle blokového schématu bylo zjištěno, že je zapotřebí mikropočítač, který bude mít alespoň dvacet pinů. Pro snadnější manipulaci a ruční pájení byla vybrána DIP varianta pouzdra. Dále bylo zapotřebí splnit požadavek dvou časovačů, kde jeden by měl být tří kanálový. A nesmí být zapomenuto na modul pro sériovou komunikaci. S těmito parametry se otevřel velký výběr mikropočítačů, ale žádný neměl k dispozici tří kanálový časovač. Bylo tedy rozhodnuto vyřešit PWM signál softwarově a použít tři běžné výstupy.

Pro tento modul byl vybrán dvaceti pinový mikropočítač z rodiny HCS08 s názvem MC9S08SH4CPJ. Tento mikropočítač zajišťuje vše co je potřeba s rezervou dvou volných pinů. [22][23]

Specifikace:

- Pouzdro – DIP 20
- 8 bitový mikroprocesor
- Maximální sběrniceová frekvence – 20 MHz
- Maximální pracovní frekvence – 40 MHz
- Zdroj napětí – od 2,7 V do 5,5 V
- Interní FLASH paměť – 4 KB
- Interní RAM – 256 B
- Rozhraní pro sériovou komunikaci 1x
- Časovač:
 - Počet – 2
 - Počet kanálů na jednom časovači – 2
 - Velikost čítače časovače – 16 bitů
- 10 bitový AD převodník s 12 kanály. [23]

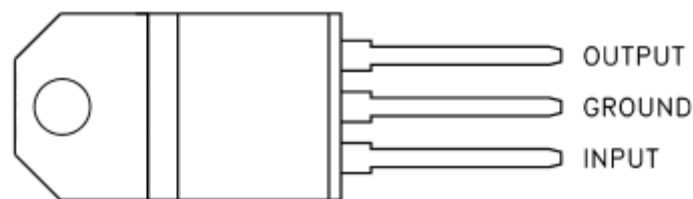
7.2.2 Stabilizátor napětí

Pro řídicí modul RGB LED pásku je zapotřebí použít stabilizátor napětí. Důvodem je rozdílné napájecí napětí u mikropočítače a u RGB LED pásku. Pro mikropočítač je potřeba napětí od 2,7V do 5,5V, ale rozhraní RS485, které bude využito má přísnější kritéria od 3V do 3,6V. Napětí pro RGB LED pásek je optimální 12V.

S těmito informacemi bylo stanoveno výstupní napětí ze stabilizátoru 3,3V. Parametrům vyhovuje napěťový regulátor LF33CV, který byl vybrán pro daný účel.

Specifikace:

- Výstupní napětí – 3,3 V
- Výstupní proud – 0,5 A
- Maximální vstupní napětí – 16 V (až 40 V, ale regulátor se od 18 V vypne)
- Pouzdro – TO220
- Provozní teplota – od -40 °C do 125 °C [24]



Obr. 13. Piny stabilizátoru (pohled z vrchu) [24]

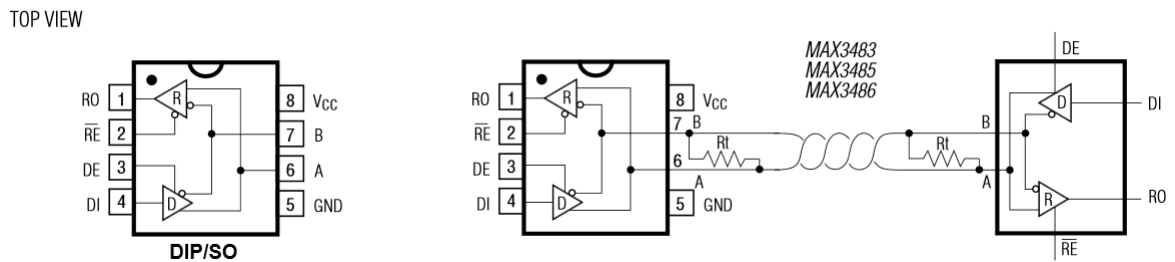
7.2.3 Rozhraní RS485

K tomuto modulu byla vybrána sériová komunikace na standardu RS485. Důvodem je velká vzdálenost, na kterou je možné řídicí signály přenášet. Také rozhodoval počet vodičů. U standardu RS485 stačí dva vodiče pro bi-pólový přenos signálu. Někdy je nutný třetí vodič propojující zem komunikujících zařízení.

Výběr zařízení byl snadný, protože bylo zapotřebí otestovat funkčnost rozhraní MAX3485 od firmy Maxim Integrated, které by mělo být použito v budoucích vývojových kitech do předmětu Programování mikropočítačů. [25]

Specifikace:

- Napájecí napětí – od 3 V do 3,6 V
- Maximální přenosová rychlost – 10 Mb/s
- Poloviční duplex (komunikace je jednosměrná)
- Pouzdro – DIP 8 [25]



Obr. 14. MAX3485 - popis pinů a doporučené zapojení [25]

Protože je komunikace jednosměrná, je zapotřebí řídit směr toku dat. K tomu slouží piny RE a DE (Obr. 14), jejich možnosti nastavení jsou popsány v tabulkách (Tab 3. a Tab 4.)

Tab. 3. Odesílání dat (X – nerozhoduje, High-Z – vysoká impedance) [25]

Vstupy			Výstupy		MÓD
\overline{RE}	DE	DI	B	A	
X	1	1	0	1	Normální
X	1	0	1	0	Normální
0	0	X	High-Z	High-Z	Normální
1	0	X	High-Z	High-Z	Vypnuto

Tab. 4. Přijímání dat (X – nerozhoduje, High-Z – vysoká impedance) [25]

Vstupy			Výstupy	MÓD
\overline{RE}	DE	A, B	RO	
0	0	$\geq +0,2 \text{ V}$	1	Normální
0	0	$\leq -0,2 \text{ V}$	0	Normální
0	0	Vstupy otevřeny	1	Normální
1	0	X	High-Z	Vypnuto

7.2.4 RGB LED pásek

Výběr RGB LED pásku nebyl složitý, protože byl potřeba převážně k otestování funkčnosti modulu. Vybrán byl tedy RGB LED pásek od firmy OptoSupply dlouhý jeden metr. Zajímavostí na tomto pásku je to, že RGB LED jsou na celé délce pásku potáhnuty ochranou silikonovou vrstvou. [11]

Specifikace:

- Vlnové délky barev – červená 625 nm, zelená 525 nm, modrá 470 nm
- Výkon – 7,2 W/m
- Napájení – 12 V
- Odběr – 0,6 A/m
- Vyzařovací úhel – 120°
- Typ LED – SMD 5050
- Počet LED – 30 [11]



Obr. 15. RGB LED pásek [11]

7.2.5 Tranzistory

Pro buzení RGB LED pásku pomocí PWM signálu budou zapotřebí tranzistory. Tedy přesně tři tranzistory, každý pro jednu barvu. Konkrétně je potřeba unipolární MOSFET s indukovaným N kanálem. Tento tranzistor je možné řídit elektrickým napětím a velkou předností oproti bipolárnímu tranzistoru je jeho velký vstupní odpor řídicí elektrody.

Vybrán byl unipolární tranzistor IRL3803 220AB od firmy International Rectifier. Jeho základní specifikace:

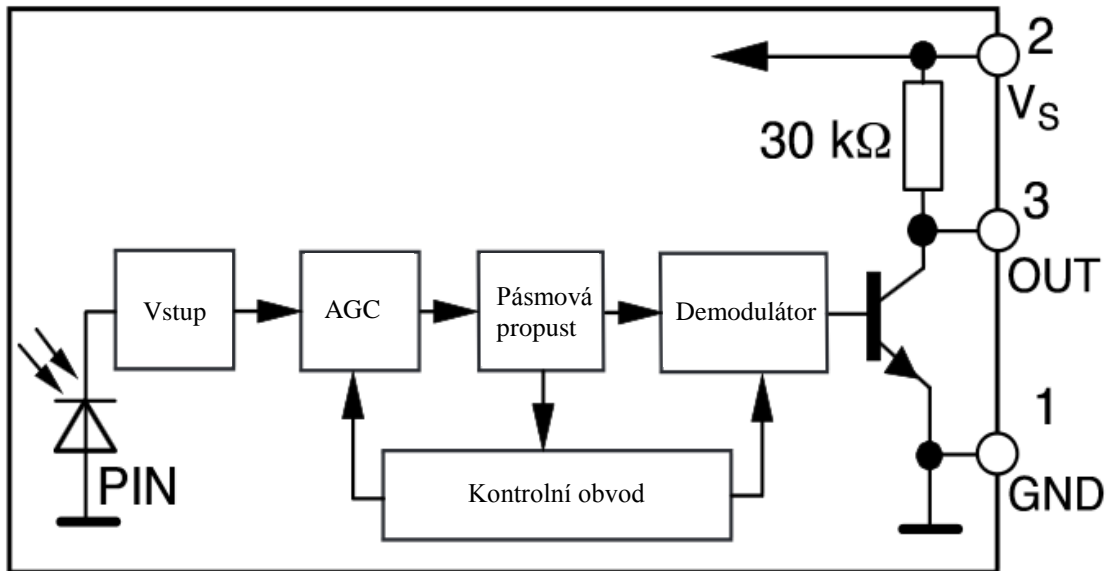
- Technologie – N-MOSFET
- Ochranná dioda – Ano
- I_{dss} – 140 A
- U_{ds} – 30 V
- U_{gs} – ± 16 V
- P_d – 200 W
- Pouzdro – TO220AB [26]



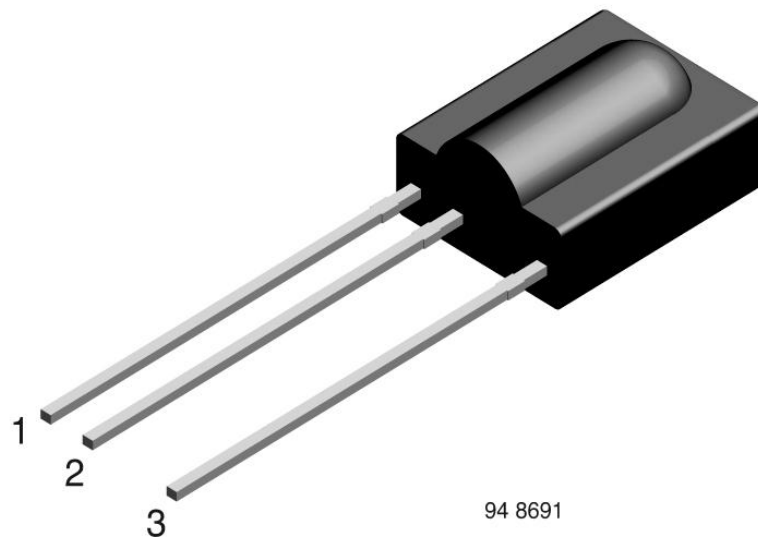
Obr. 16. IRL3803 220AB – Unipolární MOSFET [26]

7.2.6 IR Přijímač

IR přijímač byl vybrán podle standardu, se kterým bude modul pracovat. Standard RC5 má nosnou frekvenci 36 kHz, proto byl vybrán IR přijímač s tvarovačem TSOP31236 značky VISHAY. Vstupní napětí může být v rozmezí od 2,7 V do 5,5 V. Na obrázku 2 je zobrazeno blokové schéma tohoto IR přijímače. [27]



Obr. 17. Blokové schéma – TSOP31236 [27]



Obr. 18. TSOP31236 [27]

7.3 Návrh a výroba plošného spoje

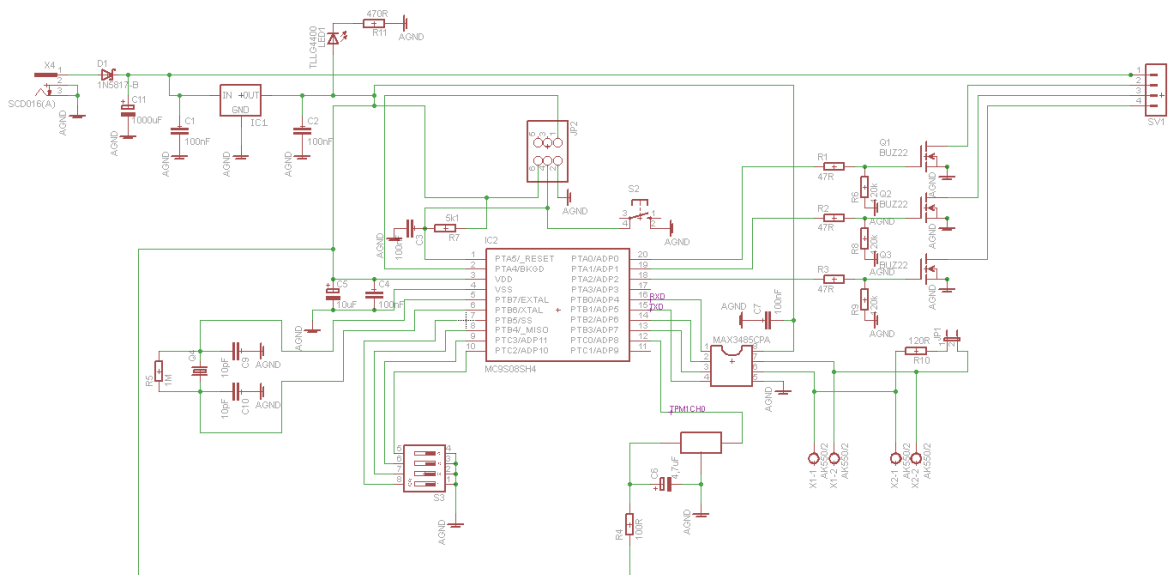
Tato kapitola zahrnuje veškeré kroky k zhotovení plošného spoje, takže začíná schematickým zapojením a končí osazováním plošného spoje.

7.3.1 Použité softwarové vybavení

K návrhu plošného spoje byl použit program Eagle 6.5.0 s omezenou licencí (tato omezená licence opravňuje navrhovat plošné spoje do velikosti 10x8 cm a pouze ve dvou vrstvách). Tento program byl vybrán, protože nabízí spoustu existujících knihoven s již navrženými součástkami. Také disponuje přesným výstupem pro následnou práci. [28]

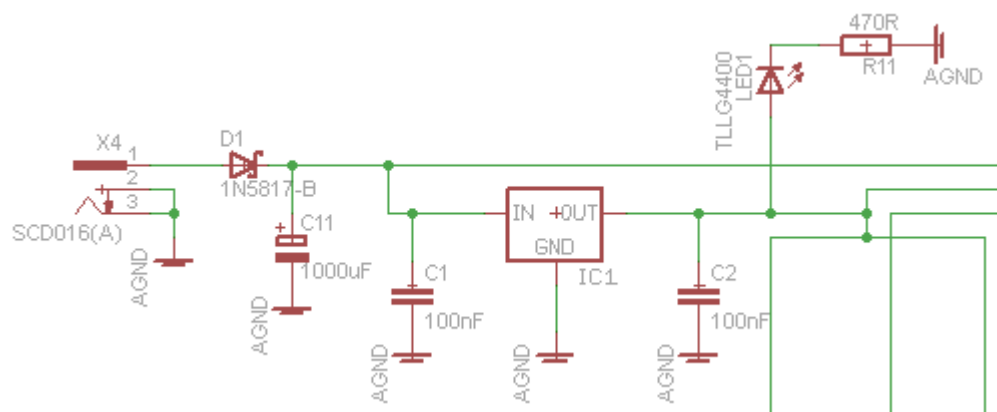
7.3.2 Schéma zapojení

Na následujícím schématu je zobrazené detailní propojení veškeré elektroniky. Ve většině zapojení se postupovalo podle doporučených návrhů z technické dokumentace jednotlivých součástek. Část buzení RGB LED pásku se ale muselo navrhnout od základu.



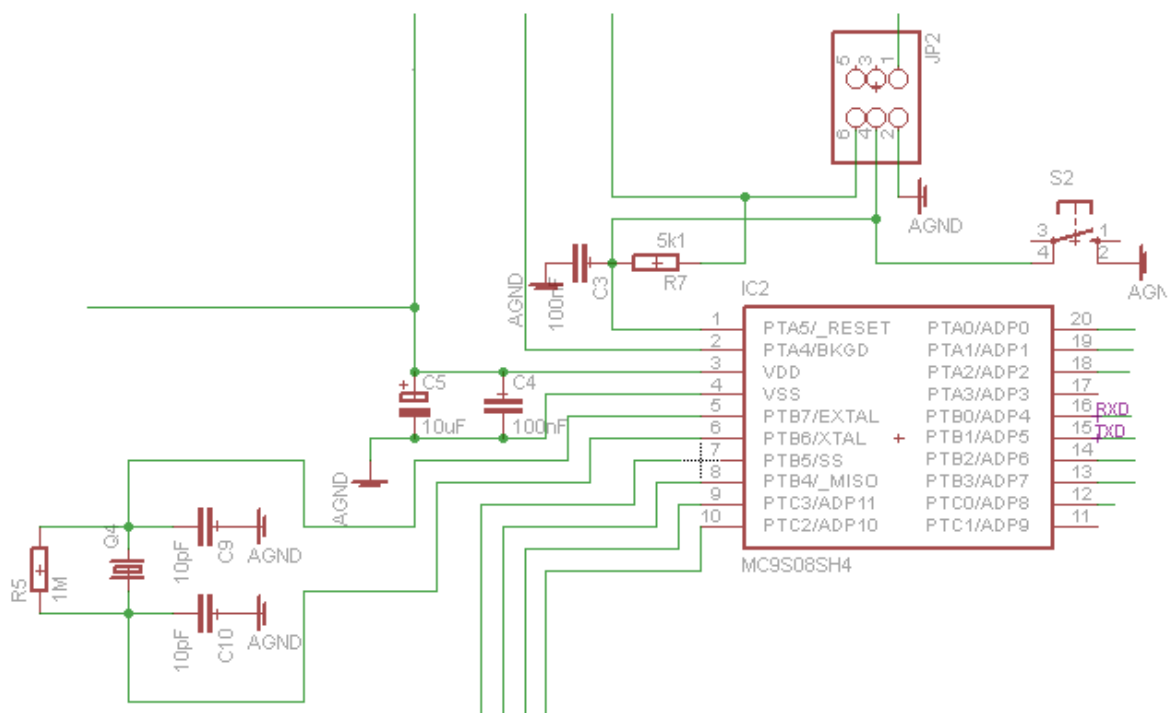
Obr. 19. Celkové schéma zapojení řídicího modulu

Jelikož je schéma zapojení obsáhlé, budou v následných podkapitolách popsány jeho jednotlivé části.



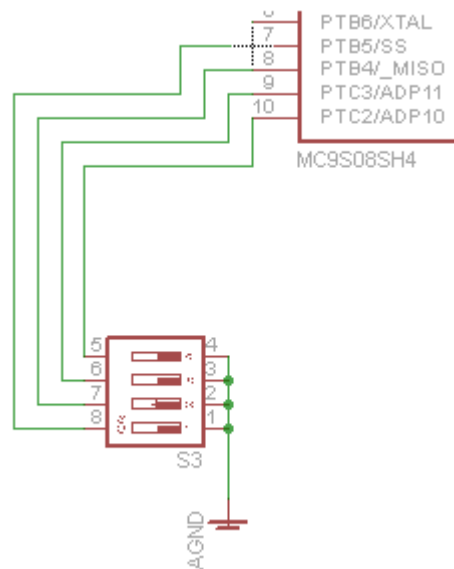
Obr. 20. Schéma zapojení – regulace vstupního napětí

Na obrázku (Obr. 20) se nachází konektor X4 pro přívod napětí ze zdroje. Pro ochranu součástek je zde připojena ochranná dioda D1 typu 1N5817-B. Pro filtraci napětí je zde zapojen kondenzátor C11. Vstupní napětí by mělo být 12 V pro ideální chod RGB LED pásku, proto je potřeba regulovat napětí, které bude přivedeno na mikropočítač, rozhraní RS485 a IR přijímač. K tomu účelu je zde využít stabilizátor označený IC1 typu LF33CV se jmenovitým výstupním napětím 3,3 V. Součástka IC1 je zapojena s filtračními kondenzátory, podle doporučení z technické dokumentace. Pro signalizaci přítomnosti napájecího napětí je zde zelená LED.



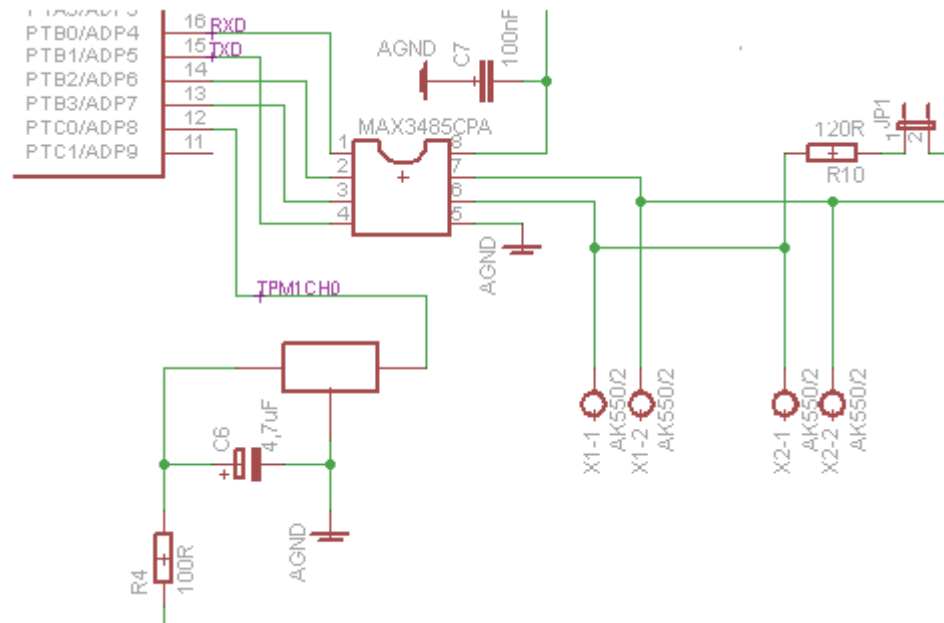
Obr. 21. Schéma zapojení – Externí oscilátor a BDM konektor

Zapojení externího oscilátoru k mikropočítači je nutné, protože je zapotřebí stabilní frekvence pro sériovou komunikaci a pro IR přijímač. Krystal byl zvolen s frekvencí 9,8304 MHz, který vyhovuje následnému nastavení sériového rozhraní pro standardní rychlosti RS485 linky. Krystal má označení Q4 a na obrázku (Obr. 21) je zobrazeno zapojení k mikropočítači. Zapojení je vyčteno z technické dokumentace mikropočítače a odpor R5 je zvolen tak, aby vyhovoval právě této frekvenci krystalu. Na obrázku (Obr. 21) lze ještě pozorovat připojení napájení 3,3 V na mikropočítač. Pin 3 (V_{DD} – vstupní napětí) a 4 (V_{SS} - připojení k zemi). Zapojení bylo také provedeno podle doporučení z technické dokumentace mikropočítače. Zapojení BDM konektoru je nutné pro nahrávání programu na FLASH paměť a následné ladění programu. Na pin 1 (RESET) je připojené tlačítko S2, pro případ chybné inicializace modulu.



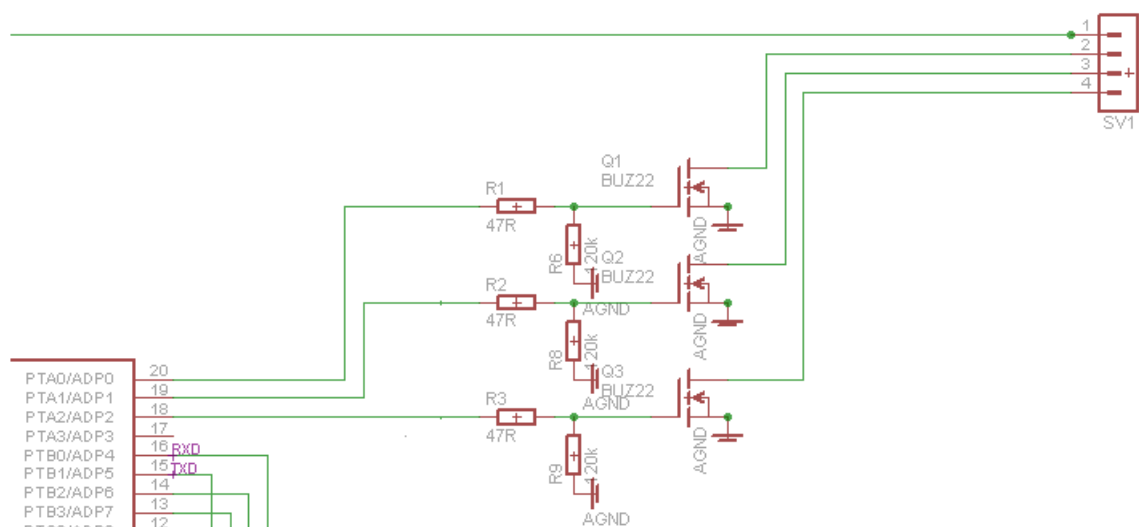
Obr. 22. Schéma zapojení – Nastavení adresy

Do série je možné zapojit až 16 řídicích modulů RGB LED pásků s jedinečnou adresou. K určení adresy byl vybrán DIP switch s označením S3 (Obr. 22), který lze nastavit na 16 různých stavů. Jednotlivé přepínače jsou připojeny na vstupní porty mikropočítače s aktivovanými pull-up rezistory.



Obr. 23. Schéma zapojení – Sériové rozhraní a IR přijímač

Na obrázku (Obr. 23) jsou zařízení pro komunikaci s řídicím modulem. Sériové rozhraní RS485 a IR přijímač jsou zapojeny podle doporučení z jejich technické dokumentace. MAX3485CPA je připojen k pinům mikropočítače zajišťující sériovou komunikaci (SCI) a ke dvěma pinům, které řídí směr toku dat po vodičích. Výstup z tohoto zařízení je veden ke dvěma svorkovnicím, které zajišťují snadné propojení více modulů na sběrnici. Každý modul má možnost pomocí součástky JP1 (Jumper) zapojit terminátor. Terminátor se zapojuje na posledním modulu na sběrnici sériové komunikace. IR přijímač TSOP31236 je připojen k pinu 12, který je možno nastavit jako časovač 2 kanál 0, kde bude využita funkce zachycení vstupu při sestupné hraně signálu.

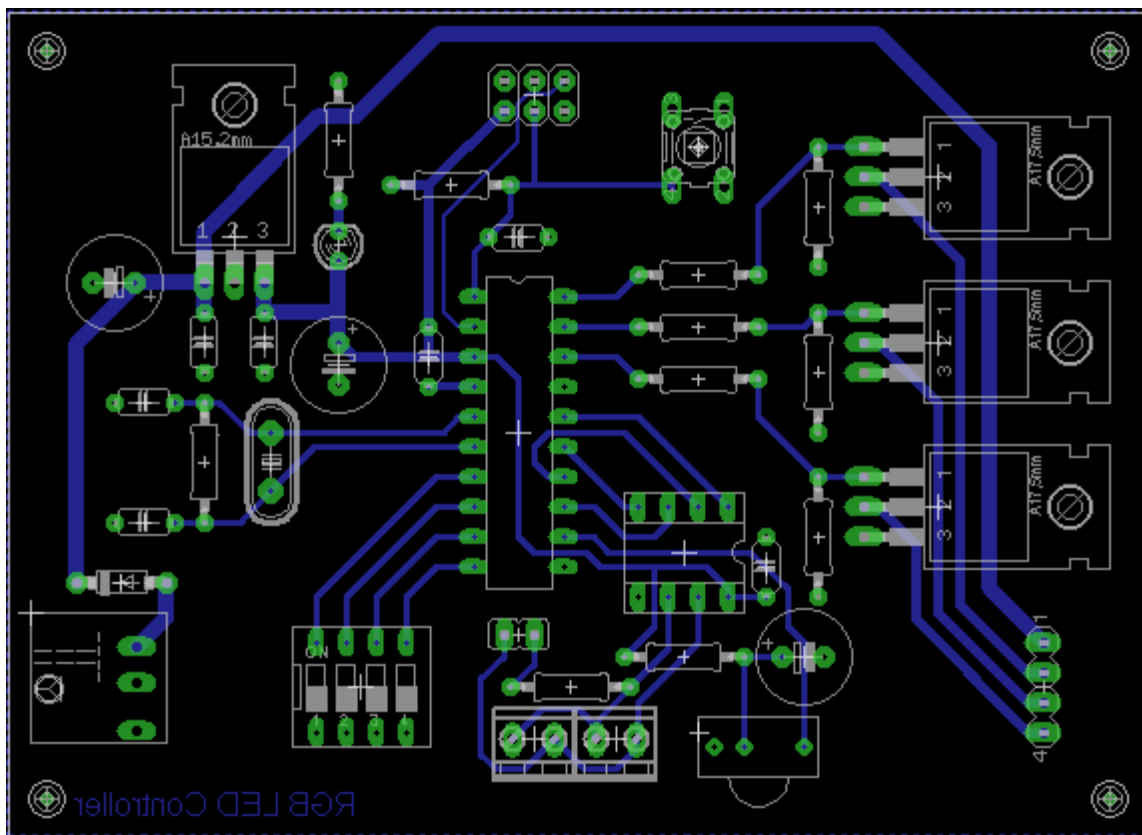


Obr. 24. Schéma zapojení – Budič RGB LED pásku

Obrázek (Obr. 24) zobrazuje zapojení budiče RGB LED pásku. Pro zajištění spínání podle signálu PWM z mikropočítače byly použity tranzistory (MOSFET, Q1 – Q3). Na bránu (Gate) tranzistorů je připojen signál, který je generován pomocí časovače v mikropočítači. Pro každou barvu RGB LED pásku je generován vlastní PWM signál, který ovlivňuje svítivost jednotlivých LED. Pro vyloučení rušivého spínání tranzistorů jsou před bránou tranzistorů připojeny rezistory o velikosti 120 k Ω , které jsou svedeny do země. Konektor pro připojení RGB LED pásku je čtyř pinový. Tři piny jsou pro jednotlivé barvy a čtvrtý pin je pro napětí ze zdroje, které by mělo být ideálně 12 V.

7.3.3 Návrh vodivých cest a osazení plošného spoje

Jakmile bylo schéma zapojení kompletní, následujícím krokem bylo osazení plošného spoje a ideální návrh vodivých cest. Cílem bylo umístit všechny součástky na co nejmenší plochu a zároveň aby bylo dost prostoru pro zapojení. Pro tento modul bylo optimální řešení centralizovat mikropočítač a podle toho v jaké části mikropočítače se daná součástka připojuje, tak v tom směru ji umístit.

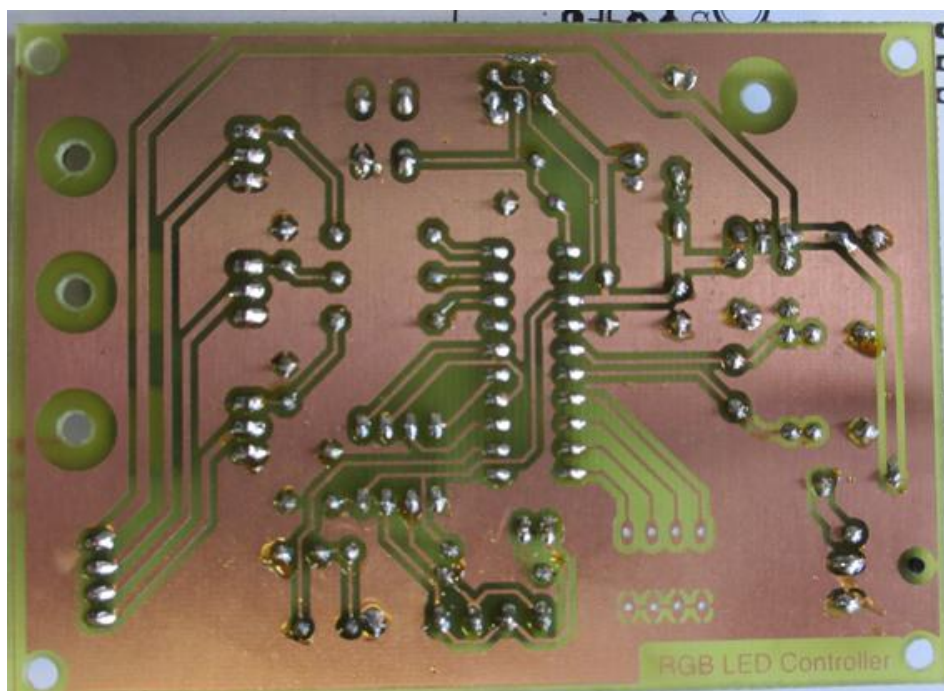


Obr. 25. Návrh plošného obvodu

Plošný spoj má rozměry 9,6x7 cm. Šířka datových cest je 0,4 mm a šířka napájecích cest je 0,8 mm pro 3,3 V a 1,27mm pro 12 V. IR přijímač a konektory byly umístěny na okraj modulu. Stabilizátor a tranzistory mají prostor pro přišroubování k modulu a tím budou i chlazeny. [29]

Jakmile byly návrhy hotové, tak následovala realizace. Plošný spoj byl připraven pomocí fotocesty, která byla provedena na sklolaminátovou desku s fotocitlivým lakem. Byl vytisknut připravený obrázek s vodivými cestami plošného spoje na průhlednou folii, který vygeneroval program Eagle. Vytisknutá folie byla přiložena k desce a osvětlena UV světlem (340 nm – 420 nm) přibližně 3 minuty. Po osvětlení byla deska ponořena do roztoku hydroxidu sodného při koncentraci 10g/l. Bylo potřeba s deskou pohybovat opatrně, aby se odstranila osvětlená ochranná vrstva. Nakonec bylo nutné ještě plošný spoj ponořit do chloridu železitého přibližně na 30 minut. Po tomto čase byly odstraněny měděné části bez ochranné vrstvy. [30]

Dalším krokem bylo vrtání děr a osazení plošného spoje. Výsledek těchto kroků je zobrazen na obrázku (Obr. 26).



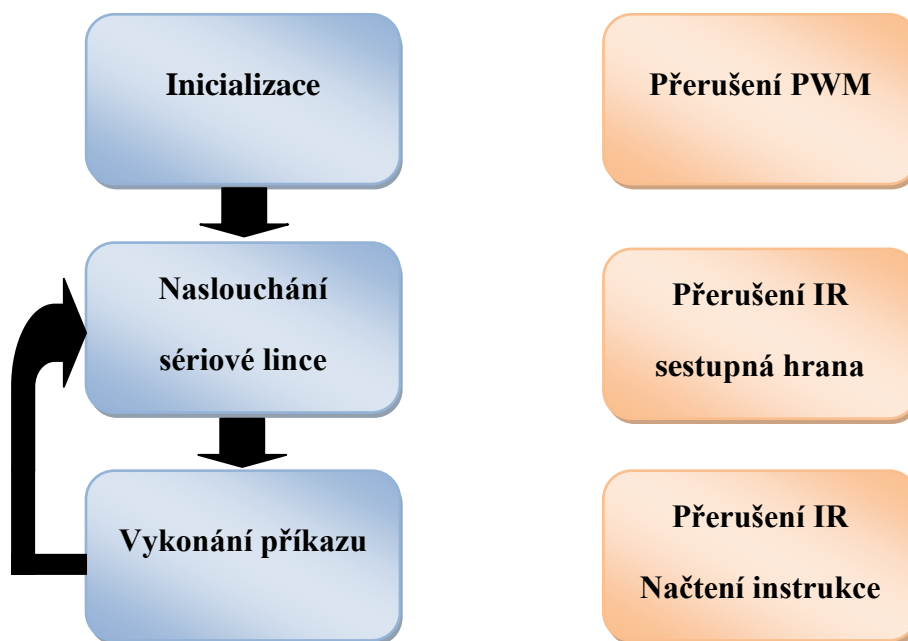
Obr. 26. Řídicí modul RGB LED pásku – dolní strana

8 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Pro modul řídící RGB LED pásek bylo nutné vytvořit softwarové vybavení, které zajišťuje řízení RGB LED pásku, sériovou komunikaci a komunikaci pomocí dálkového IR ovládní. Dále byla vytvořena knihovna pro vývojový kit, která podporuje sériovou komunikaci s modulem. Ke knihovně byl také vytvořen testovací program, který demonstruje funkčnost modulu.

8.1 Program pro mikropočítač MC9S08SH4

Mikropočítač MC9S08SH4 se nachází na modulu, který řídí RGB LED pásek. Program je vytvořen v jednom souboru, který obsahuje potřebné funkce. Program ve své hlavní smyčce neustále naslouchá, jestli nepřišla zpráva ze sériové linky. Přerušení se generuje frekvencí 10 kHz pro vytvoření PWM výstupu na RGB LED pásek. Lidské oko může pozorovat blikání až o frekvenci 60 Hz, proto je výstupní frekvence PWM 100 Hz. V tomto přerušení navíc probíhá veškeré nastavení barev a módů RGB LED pásku. Další přerušení se generuje od sestupné hrany signálu z IR přijímače, které následně zapne časovač a pomocí dočasně zapnutého přerušení z přetečení čítače načte přijatou instrukci.



Obr. 27. Vývojový diagram mikropočítače MC9S08SH4

8.1.1 Inicializace

V inicializační části programu proběhne veškeré nastavení mikropočítače, které je potřeba pro správný chod modulu. Budou zde představeny ty nejdůležitější inicializace.

V první řadě je zapotřebí nastavit externí zdroj pracovní frekvence mikropočítače.

Tab. 5. Internal Clock Source (ICS) registry [23]

Name		7	6	5	4	3	2	1	0
ICSC1	R	CLKS		RDIV			IREFS	IRCLKEN	IREFSTEN
	W								
ICSC2	R	BDIV		RANGE	HGO	LP	EREFS	ERCLKEN	EREFSTEN
	W								
ICSTRM	R	TRIM							
	W								
ICSSC	R	0	0	0	IREFST	CLKST	OSCINIT	FTRIM	
	W								

Hodinový generátor bude nastaven na mód se zkratkou „FBELP“ (FLL bypassed external low power). Mód zajišťuje správný chod externího oscilátoru, který má frekvenci 9,8304MHz. Registry „ICSC1“ (hodnota registru 10000000) a „ICSC2“ (hodnota registru 00111101) jsou nastaveny tak, aby frekvence na sběrnici byla co nejvyšší. Ve výsledku bude frekvence na sběrnici 4,9152 MHz. [31] [23]

Dále je zapotřebí nastavit sériovou komunikaci. Registr SCIBD udává přenosovou rychlost a ta je pro tento mikropočítač nastavena na 9600 Bd. Do registrů SCIC1 a SCIC2 jsou hodnoty zapsány tak, aby bylo povoleno vysílání i přijímání dat. Sériová linka bude neustále naslouchat, proto nejsou zapotřebí žádné přerušení od sériové komunikace. [23]

V tomto mikropočítači jsou využity oba časovače „TPM1“ a „TPM2“. „TPM1“ je nakonfigurován pro práci s IR signálem a má zajistit jeho správnou demodulaci. Po inicializaci běží na frekvenci 2,25 kHz. Také je na kanálovém registru „TPM1C0SC“ nastaveno přerušení na příchozí sestupnou hranu signálu (detekce příchozího IR signálu). [23]

Nakonec je nutné nastavit vstupní a výstupní režimy pinů. Jedná se po piny řídící budič RGB LED pásku, piny pro řízení sériového rozhraní a piny, které čtou nastavenou adresu z modulu (tuto adresu zajišťuje součástka „switch DIP“, kde přepínač 4 má nejnižší bitovou hodnotu a přepínač 1 má nejvyšší bitovou hodnotu). [23]

8.1.2 Sériová linka

Sériová linka pracuje na principu neustálého naslouchání, jestli nepřichází příkaz ze sběrnice. Je to vlastně nekonečná smyčka v hlavní části programu.

Protokol, na kterém sériová linka pracuje, byl vytvořen na základě textového řetězce, aby byla možnost řídit modul z terminálu na PC. Zpráva na sériové lince má tvar „*XXYZZZ#“ a v tabulce (Tab. 6) je přesné znění protokolu.

Tab. 6. Protokol sériové komunikace

Znak	Popis
*	Začátek zprávy
XX	adresa od 0 do 15, musí být vyplněny vždy oba znaky
Y	Výběr jaká má proběhnout změna: R – červená barva G – zelená barva B – modrá barva M – výběr módu
ZZZ	U barev se nastavuje intenzita svícení od 0 do 100, u módů se nastavuje číslo od 1 do 8 (jednotlivé módy budou vysvětleny níže)
#	Konec zprávy

Příklad správné zprávy: *01R050# (u modulu s adresou 1 nastav červenou barvu na 50%).

Modul po přijetí zprávy odesílá potvrzovací nebo chybovou zprávu. V tabulce (Tab. 7) jsou podrobně popsány odchozí zprávy.

Tab. 7. Odesílané zprávy o stavu

Zpráva	Popis
*OK#	Vše proběhlo v pořádku a daná instrukce byla provedena.
*E1#	Chyba – přetečení zásobníku (zadáno příliš mnoho znaků)
*E2#	Chyba – chybný znak u výběru změny (protokol akceptuje pouze znaky R, G, B a M)
*E3#	Chyba – zadaný mód neexistuje

8.1.3 Přerušování PWM

Od inicializace je přerušování povoleno na modulu TPM2, kde čítač přetéká rychlostí 10 kHz. Toto přerušování je jádrem celého programu, protože zde probíhá veškeré nastavení výstupu na RGB LED pásek. Nezákladnějším prvkem je programové řízení PWM výstupu, kde na základě hodnot v jednotlivých barvách určuje, v jakém poměru bude daný kanál svítit. PWM signál má frekvenci 100 Hz. Tato hodnota je dostačující pro řízení svítivosti, protože lidské oko nedokáže zachytit frekvence blikání od 60 Hz.

Dále na tomto přerušování probíhá nastavení módů a jejich výstupy. Očíslované módy jsou zobrazeny v přehledné tabulce (Tab. 8).

Tab. 8. Seznam módů

Číslo módu	Popis
1	Mód, kdy se prolínají vždy alespoň dvě barvy
2	Střídavě nabíhají jednotlivé barvy
3	Stroboskop
4	Zapnutí pouze červené barvy
5	Zapnutí pouze zelené barvy
6	Zapnutí pouze modré barvy
7	Zapnutí všech barev (bílá barva)
8	Vypnutí PWM (v programu reprezentuje proměnná „on_off“)

8.1.4 Přerušování IR

Přerušování IR obstarává správné vyhodnocení demodulovaného signálu. První část je nastavena v inicializaci programu a je to přerušování při sestupné hraně. Jakmile se spustí přerušování, tak se hned vzápětí zakáže a povolí se přerušování z přetečení čítače. Je nutné čítač vynulovat, protože je potřeba přesné načítání vstupní hodnoty z IR přijímače. Po prvním načteném bitu je zapotřebí nastavit novou hodnotu modulo registru, kdy bude přerušování aktivováno jednou za 1,7778 ms. Jakmile je načteno všech 14 bitů, které znázorňují protokol RC5, je možné vyhodnotit operaci. Na konci se přerušování od přetečení deaktivuje a aktivuje se opět přerušování od sestupné hrany.

Jako vysílač pro otestování funkčnosti byl zvolen univerzální ovladač značky UET model MC-7, který je potřeba nastavit podržením tlačítka SET a TV1, poté je potřeba zadat kód 026 který reprezentuje ovladač značky Philips s protokolem RC5. Pro ovládání modulu byla zvolena čísla na ovladači, které jsou popsány na následném obrázku (Obr. 28).



Obr. 28. Rozložení tlačítek na ovladači UET MC-7

Na obrázku (Obr. 28) jsou ve žlutých rámečcích tlačítka, která regulují úroveň jasu jednotlivých barev, pokud není aktivovaný mód. V modrých rámečcích je možné zaktivovat jednotlivé barvy (červenou, zelenou, modrou a bílou). V bílém rámečku jsou tlačítka, která nastavují jednotlivé módy modulu. Funkční je i tlačítko „POWER“.

8.2 Knihovna a testovací program pro výukový kit

Pro otestování a předvedení funkčnosti sériové linky bylo nutné vyrobit programové vybavení pro výukový kit M68EVB908GB60. Knihovnu funkcí bude možné využít i v následující výuce, ale se znalostí protokolu je možné zadat studentům projekt i pro vytvoření knihovny.

8.2.1 Knihovna funkcí pro komunikaci s RGB modulem

Knihovna má přesný název SCI_RGB_GB60.c. Funkce knihovny jsou popsány v následující tabulce (Tab. 9).

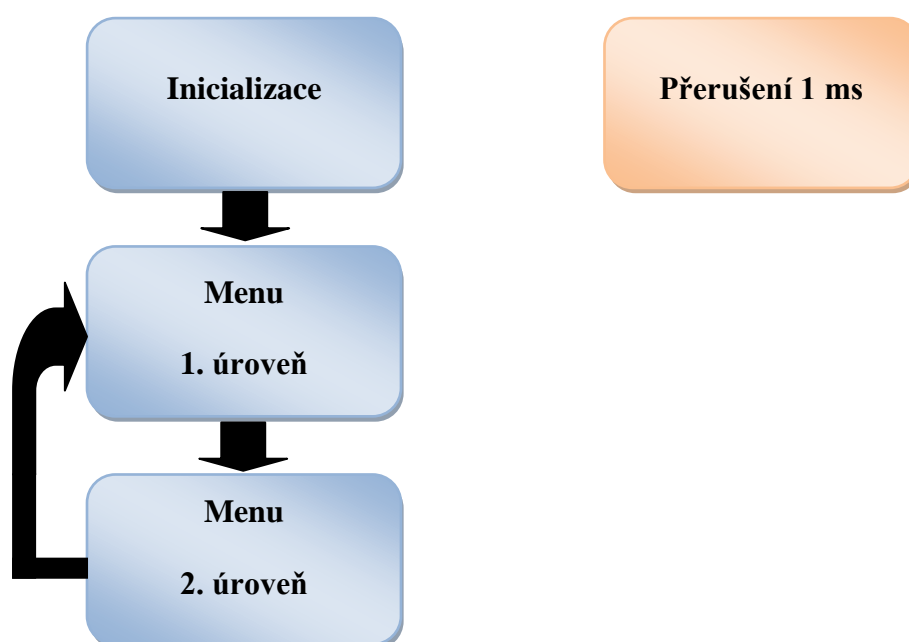
Tab. 9. Funkce knihovny SCI_RGB_GB60

Název funkce	Popis
void RS485_tx_char(char znak)	Funkce zajišťuje odesílání znaku na sériovou linku.
char RS485_rx_char(void)	Funkce zajišťuje přijetí znaku ze sériové linky.
void sci_init(void)	Inicializace sériové linky pro správnou komunikaci s modulem. Je nutné nastavit frekvenci mikropočítače na 20 MHz.
void sci_nastav_red(char x, char a)	Nastaví červenou barvu na požadovanou hodnotu. Kde „x“ je úroveň jasu (od 0 do 100) a „a“ je adresa modulu (od 0 do 15).
void sci_nastav_green(char x, char a)	Nastaví zelenou barvu na požadovanou hodnotu. Kde „x“ je úroveň jasu (od 0 do 100) a „a“ je adresa modulu (od 0 do 15).
void sci_nastav_blue(char x, char a)	Nastaví modrou barvu na požadovanou hodnotu. Kde „x“ je úroveň jasu (od 0 do 100) a „a“ je adresa modulu (od 0 do 15).
void sci_mode(char x, char a)	Nastaví zvolený mód (módy jsou vysvětleny v programovém vybavení modulu). Kde „x“ je mód (od 1 do 9) a „a“ je adresa modulu (od 0 do 15).

8.2.2 Testovací program

Testovací program na výukovém kitu M68EVB908GB60 ověřuje všechny možné funkce, jaké modul nabízí. Celá komunikace probíhá na RS485 lince.

Nejdříve je potřeba zmínit hardwarové nastavení vývojového kitu. Musí být povolena dvou vodičová komunikace na portu 422_485. Proto je nutné na COM_SW zapnout přepínač 7, ale pozor nesmí být zároveň aktivovaný přepínač 4, z důvodu využívání jednoho sériového modulu pro dva konektory. Také je potřeba nastavit „jumper“ u 485_EN na vývody 2 a 3, které zajišťují dvou vodičovou komunikaci.



Obr. 29. Vývojový diagram testovacího programu

Pro zprovoznění displeje na výukovém kitu je použita knihovna „disp_gb60“, která pomocí funkcí zajišťuje snadnější zobrazování údajů na displeji.

Při inicializaci testovacího programu se nastavuje externí hodinový zdroj na 20 MHz. Časovač, který zajišťuje přerušování každou 1ms. Inicializaci sériové linky z knihovny a 8 bitový AD převodník, který převádí napětíovou úroveň na výstupu potenciometru na digitální hodnotu. Z knihovny displeje se také inicializují porty pro zápis. Nakonec se nastaví tlačítka na vývojovém kitu do vstupního režimu a zapnou se pull-up rezistory. [32]

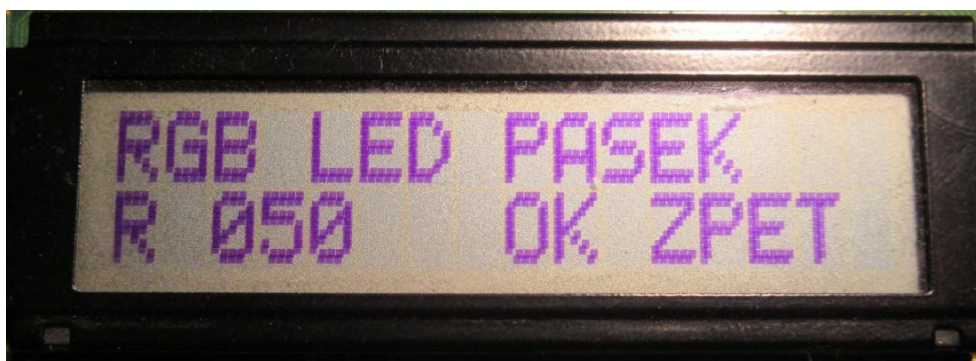
V hlavní části programu jsou dvě důležité části, kde se pomocí potenciometru a tlačítek volí, co bude na RGB LED řídicím modulu změněno. Tyto dvě části nebo úrovně menu jsou představeny v následující tabulce (Tab. 10).

Tab. 10. Testovací program – menu

1. úroveň menu	2. úroveň menu	Popis
RED	0 – 100	Nastaví červenou barvu na danou hodnotu.
GREEN	0 – 100	Nastaví zelenou barvu na danou hodnotu.
BLUE	0 – 100	Nastaví modrou barvu na danou hodnotu.
MODE	1 – 7	Nastaví zvolený mód.
ADRESS	0 – 15	Změna adresy, na kterou chceme zasílat informace.
ON/OFF	-	Vypnutí/Zapnutí modulu (nemá druhou úroveň)



Obr. 30. Menu 1. úroveň – příklad zobrazení na displeji



Obr. 31. Menu 2. úroveň – příklad zobrazení na displeji

ZÁVĚR

Cílem bylo vytvořit modul řídicí RGB LED pásek, který disponuje dvěma druhy komunikace, a to komunikací sériovou a komunikací za pomoci IR signálu z ovladače. V první řadě bylo nutné určit, jaký hardware je ke konstrukci modulu zapotřebí. Nejdůležitější součástí je na modulu samotný mikropočítač, který je od firmy Freescale. Byl vybrán 8 bitový mikropočítač MC9S08SH4, který zajišťuje možnost připojení veškerých periférií. V další části konstrukce byl navrhnout budič RGB LED pásku, který zpracovává PWM signál z mikropočítače pomocí MOSFET. Také bylo nutné zajistit komunikaci s modulem. Pro sériovou komunikaci byl zvolen standard RS485, který má možnost propojit více zařízení na jednu sběrnici. Může být až 16 modulů na sběrnici s jedinečnou adresou, kterou lze nastavit DIP přepínačem. Pro bezdrátovou komunikaci byl zvolen IR přenos. Na modulu byla proto zajištěna možnost takovýto signál přijímat pomocí foto diody a následné demodulaci, která běží na frekvenci 36 kHz. Frekvence 36 kHz odpovídá přenosovému protokolu RC5, který byl také v této práci využit.

K modulu řídicí RGB LED pásek bylo vytvořeno programové vybavení, které bylo nahráno do FLASH paměti mikropočítače. Programové vybavení obsahuje možnost ovládat intenzitu jednotlivých barev RGB LED pásku. Součástí programu je také možnost nastavení tří módů. Program zajišťuje nastavení aplikovat pomocí rozhraní RS485 a IR signálu.

Součástí programového vybavení je také knihovna pro výukový kit M68EVB908GB60, která obsahuje funkce pro ovládání modulu pomocí rozhraní RS485. K tomuto účelu byl vytvořen i ukázkový program, který demonstruje funkčnost právě této knihovny a komunikace které probíhá mezi zařízeními.

Tento modul bude sloužit ve výuce předmětu Programování mikropočítačů k demonstraci řízení za pomoci sériového rozhraní. Řídit se bude intenzita světla jednotlivých barev LED a také bude možnost vytvářet své vlastní módy či přechodová schémata. Podrobné vysvětlení fungování sériového rozhraní je napsáno v této práci nebo je možné poskytnout studentům výukovou prezentaci. Tato prezentace obsahuje popis knihovny a popis ASCII protokolu, který má pevně stanovený tvar.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MIKEŠ, Jan a Marcela EFMERTOVIÁ. *Cesta žárovky historii: Strípky světla zapomenutého prvenství* [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/cesta-zarovky-historii--16441>
- [2] Portraitaufnahme von Heinrich Göbel: Henry Goebel. *Western Electrician Vol 13* [online]. 1893 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Henry_Goebel_WesternElectric.jpg
- [3] TUDOR, Troy (ed.). Thomas Alva Edison: Edison, a man that shaped the world. *Troy Tudor and the Entrepreneurial Spirit* [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <https://troytudor.wordpress.com/2010/07/19/edison-reshaping-his-world/dscf7942/>
- [4] TRNČÁK, Patrik. Výbojkopedie: zářivky. *Sběratelství: Světelné zdroje a svítidla veřejného osvětlení* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: http://www.vybojky-zarovky.cz/vp_zarivky.html
- [5] POOLE, Ian. Captain H.J. Round: H.J. Round - the little known genius who added much to thermionic valve or tube development and made significant developments to ASDIC. *Radio-Electronics.com* [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: http://www.radio-electronics.com/info/radio_history/gtnames/round/hjround.php
- [6] Nick Holonyak, Jr.: Inventor of the Visible Light Emitting Diode (LED). *The Engineering and Science Hall of Fame* [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://eshalloffame.org/nick-holonyak-jr>
- [7] Monsanto MV1: The First Successful Red LED. *Lamptech* [online]. 2008 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.lamptech.co.uk/Spec%20Sheets/LED%20Monsanto%20MV1.htm>
- [8] HISTORIE, SOUČASNOST A TECHNICKÉ POJMY LED ZDROJŮ SVĚTLA. *RETRAST TRADE, s.r.o* [PDF] [online]. 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: http://www.retrast.cz/downloads/Manual_LED_PARAMETRU_M02_08082012_3.pdf
- [9] BAXANT, Petr. *Zdroje LED v osvětlovací technice: Diody LED využívané v elektrické instalaci a v elektrických zařízeních* [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/zdroje-led-v-osvetlovaci-technice--9897>

- [10] Příspěvatelé Wikipedie, LED [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2015, Datum poslední revize 14. 3. 2015, 19:25 UTC, [cit. 2015-05-20] <http://cs.wikipedia.org/wiki/LED>
- [11] *Product specification for LED Ribbon light* [PDF] [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/960/302/led-pasek-samolepici-30-x-led-100cm-7-2w-rgb-ip65-datasheet-1.pdf>
- [12] *LED pásy: Moderní LED osvětlení s jednoduchou montáží* [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.ledpasky.net/>
- [13] AXIOM MANUFACTURING. M68EVB908GB60 Development Board for Freescale MC9S08GB60, Rev. C [PDF] [online]. 2006 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.axman.com>
- [14] *Základní formy přenosů* [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://pc-site.owebu.cz/?page=PPre>
- [15] DOSTÁLEK, Petr a Jan DOLINAY. *PROGRAMOVÁNÍ MIKROPOČÍTAČŮ 10: Sériová komunikace, SCI, UART, SPI, I2C* [PDF] [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: www.utb.cz/file/42223_1_1/
- [16] OLMR, Vít. *HW server představuje - Sériová linka RS-232* [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/rozhrani/hw-server-predstavuje-seriova-linka-rs-232.html>
- [17] DMX512. *United States Institute for Theatre Technology Inc.* [online]. 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.usitt.org/dmx512>
- [18] IR Remote Control Theory. *SB-Projects* [online]. 2001 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/index.php>
- [19] NEC Protocol. *SB-Projects* [online]. 2001 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/nec.php>
- [20] RC5 Protocol. *SB-Projects* [online]. 2001 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/rc5.php>
- [21] Pulsně šířková modulace. *DH servis* [online]. 2009 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.dhservis.cz/psm.htm>
- [22] FREESCALE SEMICONDUCTOR. HCS08 Family Reference Manual, Rev.1. [PDF] [online]. 2003 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.freescale.com>

- [23] FREESCALE SEMICONDUCTOR. MC9S08SH8 Datasheet, Rev. 3.1. [PDF] [online]. 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.freescale.com>
- [24] STMICROELECTRONICS. *LF00 Series: VERY LOW DROP VOLTAGE REGULATORS WITH INHIBIT* [online]. 2003 [PDF] [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/330/165/lf33cv-datasheet-1.pdf>
- [25] MAXIM INTEGRATED. *MAX3485: 3.3V-Powered 10Mbps and Slew-Rate-Limited True RS-485/RS-422 Transceivers* [PDF] [online]. 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.mouser.com/ds/2/256/MAX3483-MAX3491-76586.pdf>
- [26] INTERNATIONAL RECTIFIER. *IRL3803 datasheet* [PDF] [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/213/188/irl3803-datasheet-1.pdf>
- [27] VISHAY SEMICONDUCTORS. *IR Receiver Modules for Remote Control Systems* [PDF] [online]. 2005 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/520/055/tsop31236-datasheet-1.pdf>
- [28] JURÁNEK, Antonín a Miroslav HRABOVSKÝ. *EAGLE pro začátečníky: uživatelská a referenční příručka* .: 2. vydání. Praha: BEN - technická literatura, 2007, 191 s. ISBN 80-730-0213-2.
- [29] HUMLHANS. *Zajímavá zapojení 4*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 143 s. Inspirace konstruktérům. ISBN 80-730-0153-5.
- [30] KÁKONA, Jakub, Jan LAFATA a Milan HORTEL. *Domácí výroba plošných spojů fotocestou* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: http://www.mlab.cz/Articles/HowTo/How_to_make_PCB/DOC/HTML/How_to_make_PCB.cs.html
- [31] FREESCALE SEMICONDUCTOR. CPU08 Central Processor Unit Reference Manual [PDF] [online]. 2001 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.freescale.com>
- [32] FREESCALE SEMICONDUCTOR. MC9S08GB/GT Data Sheet, Rev.2.3. [PDF] [online]. 2004 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.freescale.com>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AD	Analogově digitální.
AGC	Automatic gain control – Automatické vyrovnání citlivosti.
BDM	Background debug mode – funkce ladění programu při jeho běhu.
COB	Chip on board – druh pouzdra, které využívají LED.
COM	Název portu sériového rozhraní.
DIP	Dual in-line package – pouzdro pro integrované obvody.
FLASH	Nevolatilní elektricky programovatelná paměť s libovolným přístupem.
I/O	In/Out – vstupně výstupní.
IR	Infrared – infračervený.
LCD	Liquid crystal display – displej z tekutých krystalů.
LED	Light-emitting diode – dioda vyzařující světlo.
MCU	Micro computer unit – mikropočítač.
MOSFET	Elektrickým polem řízený tranzistor.
PWM	Pulse width modulation – pulzně šířková modulace.
RAM	Random-access memory – paměť s přímým přístupem.
RGB	Označení tří barev, červené, zelené a modré.
SCI	Serial communications interface – rozhraní pro sériovou komunikaci.
SMD	Surface mount device – zařízení v provedení pro povrchovou montáž.
TPM	Timer pulse-width modulator – označení modulu časovače v mikropočítačích řady HCS08 od firmy Freescale.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Heinrich Göbel [2]</i>	11
<i>Obr. 2. Thomas Alva Edison [3]</i>	12
<i>Obr. 3. Popis zářivky A - Patice, B - Žhavicí vlákno, C – Skleněná nožka, D – Čerpací trubička, E – Skleněná trubice (obvykle s luminoforem) [4]</i>	14
<i>Obr. 4. První červená LED [7]</i>	15
<i>Obr. 5. Schéma zapojení RGB LED pásku [11]</i>	18
<i>Obr. 6. Vývojový kit M68EVB908GB60 [13]</i>	20
<i>Obr. 7. Možnost zapojení podle standardu RS485</i>	23
<i>Obr. 8. Příklad vysílaného signálu protokolem NEC [19]</i>	24
<i>Obr. 9. Logické hodnoty bitu [20]</i>	25
<i>Obr. 10. Příklad vysílaného signálu protokolem RC5 [20]</i>	25
<i>Obr. 11. Průběh napětí při různých střídách PWM [21]</i>	26
<i>Obr. 12. Blokové schéma</i>	28
<i>Obr. 13. Piny stabilizátoru (pohled z vrchu) [24]</i>	30
<i>Obr. 14. MAX3485 - popis pinů a doporučené zapojení [25]</i>	31
<i>Obr. 15. RGB LED pásek [11]</i>	32
<i>Obr. 16. IRL3803 220AB – Unipolární MOSFET [26]</i>	33
<i>Obr. 17. Blokové schéma – TSOP31236 [27]</i>	34
<i>Obr. 18. TSOP31236 [27]</i>	34
<i>Obr. 19. Celkové schéma zapojení řídicího modulu</i>	35
<i>Obr. 20. Schéma zapojení – regulace vstupního napětí</i>	36
<i>Obr. 21. Schéma zapojení – Externí oscilátor a BDM konektor</i>	36
<i>Obr. 22. Schéma zapojení – Nastavení adresy</i>	37
<i>Obr. 23. Schéma zapojení – Sériové rozhraní a IR přijímač</i>	38
<i>Obr. 24. Schéma zapojení – Budič RGB LED pásku</i>	38
<i>Obr. 25. Návrh plošného obvodu</i>	39
<i>Obr. 26. Řídicí modul RGB LED pásku – dolní strana</i>	40
<i>Obr. 27. Vývojový diagram mikropočítače MC9S08SH4</i>	41
<i>Obr. 28. Rozložení tlačítek na ovladači UET MC-7</i>	45
<i>Obr. 29. Vývojový diagram testovacího programu</i>	47
<i>Obr. 30. Menu 1. úroveň – příklad zobrazení na displeji</i>	48
<i>Obr. 31. Menu 2. úroveň – příklad zobrazení na displeji</i>	48

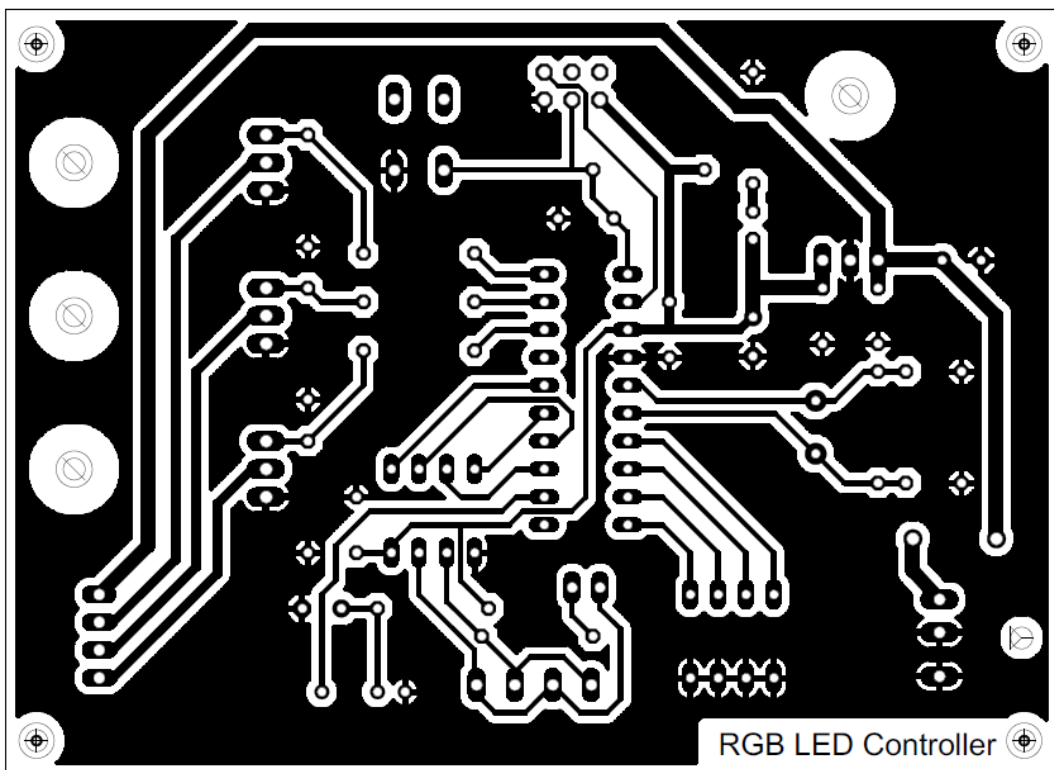
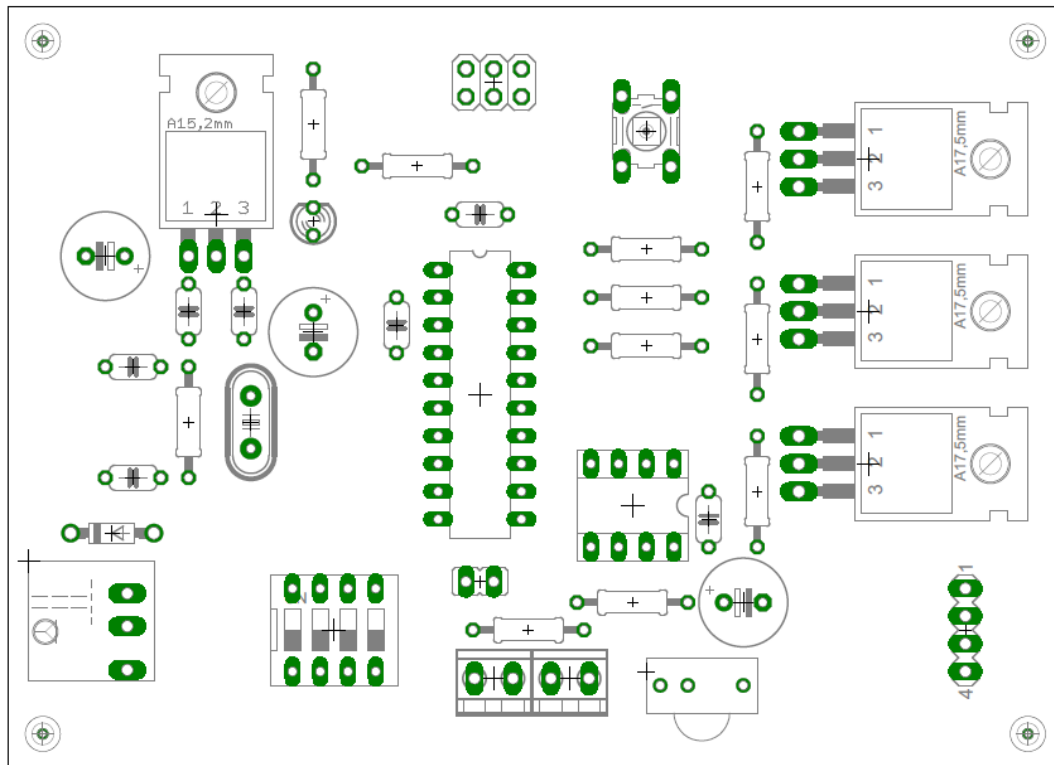
SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Vlastnosti a materiály LED podle vlnové délky [10]</i>	17
<i>Tab. 2. RS232 - Vzdálenosti při změně rychlosti [16]</i>	22
<i>Tab. 3. Odesílání dat (X – nerozhoduje, High-Z – vysoká impedance) [25]</i>	31
<i>Tab. 4. Přijímání dat (X – nerozhoduje, High-Z – vysoká impedance) [25]</i>	31
<i>Tab. 5. Internal Clock Source (ICS) registry [23]</i>	42
<i>Tab. 6. Protokol sériové komunikace</i>	43
<i>Tab. 7. Odesílané zprávy o stavu</i>	43
<i>Tab. 8. Seznam módů</i>	44
<i>Tab. 9. Funkce knihovny SCI_RGB_GB60</i>	46
<i>Tab. 10. Testovací program – menu</i>	48

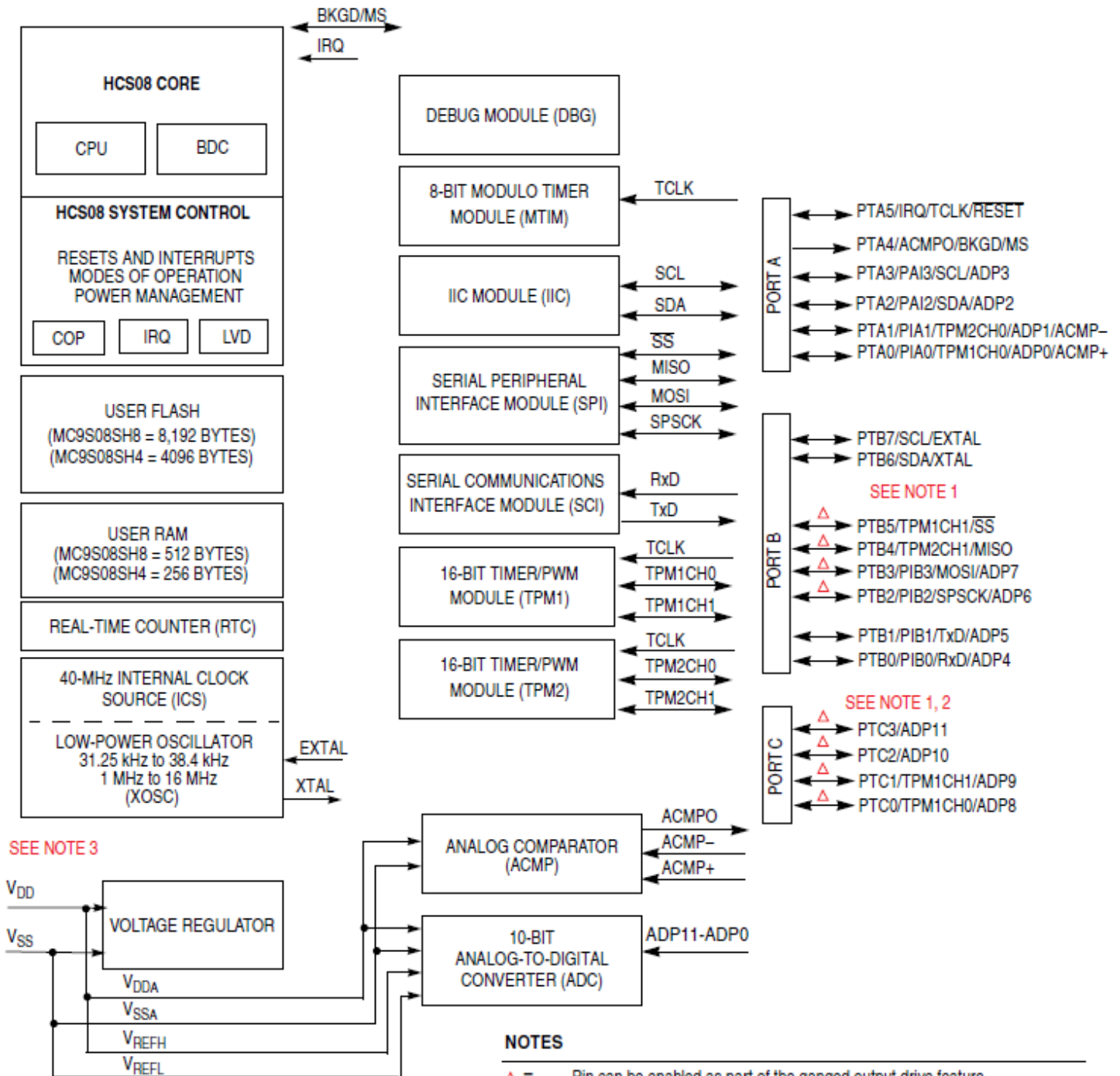
SEZNAM PŘÍLOH

- P I Schéma zapojení
- P II Osazovací plánec a obrazec DPS
- P III Blokové schéma MC9S08SH4
- P IV Fotodokumentace
- P V CD – Adresářová struktura

PŘÍLOHA P II: OSAZOVACÍ PLÁNEK A OBRAZEC DPS



PŘÍLOHA P III: BLOKOVÉ SCHÉMA MC9S08SH4



NOTES

- △ = Pin can be enabled as part of the ganged output drive feature
- NOTE 1: Port B not available on 8-pin packages
- NOTE 2: Port C not available on 8-pin or 16-pin packages
- NOTE 3: V_{DDA}/V_{REFH} and V_{SSA}/V_{REFL} are double bonded to V_{DD} and V_{SS} respectively.

PŘÍLOHA P V: CD – ADRESÁŘOVÁ STRUKTURA

Bakalářská práce

Text práce v PDF

CD:\fulltext.pdf

Výstupní soubory z programu Eagle

Schéma vytvořené v programu Eagle 6.5.0

CD:\01_vystupni_soubory_eagle\modul_RGB_LED.sch

DPS vytvořena v programu Eagle 6.5.0

CD:\01_vystupni_soubory_eagle\modul_RGB_LED.brd

Programové vybavení

Firmware pro modul řídící RGB LED pásek vytvořený v programu CodeWarrior 10.6

CD:\02_programove_vybaveni\RGB_LED_modul.zip

Knihovna pro vývojový kit M68EVB908GB60 zajišťující komunikaci s modulem

CD:\02_programove_vybaveni\knihovna_SCI_RGB_GB60.zip

Ukázkový program pro vývojový kit M68EVB908GB60 vytvořený v programu CodeWarrior 10.6

CD:\02_programove_vybaveni\ukazkovy_program.zip

Výuková prezentace

Prezentace určená pro rychlé objasnění funkcí knihovny a způsobu jak funguje přenosový protokol

CD:\03_vyukova_prezentace\Mikropocitace_knihovna_SCI_RGB_GB60.ppt