

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec 2009

Martin Petira

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B 2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 2612R011 - Elektronické informační a řídicí systémy

Komunikace po energetickém vedení ke spotřebiči

**Kommunikation through electric power supply to
appliance**

Bakalářská práce

Autor: Martin Petira

Vedoucí práce: Ing. Martin Vlasák

Konzultant: Ing. Tomáš Martinec

V Liberci 20. 4. 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovával jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v bakalářské práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o využití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že použít svou bakalářskou práci, či poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne vyžadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne: 20. 4. 2009

.....

Martin Petira

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat všem lidem ve svém okolí, kteří mi byli oporou při řešení této bakalářské práce. Chtěl bych poděkovat i svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Vlasákovi, který mi umožnil celý tento projekt řešit a nechal mi volný prostor pro jeho uskutečnění.

Dále bych rád poděkoval Bc. Michalu Brátovi, který mi podal důležité informace v oblasti řešení hardware a software této práce a Janu Ryšlavému za pomoc při vytváření webové aplikace ve skriptovacím jazyce PHP.

V neposlední řadě děkuji také mé rodině a blízkým za jejich morální podporu, trpělivost a za umožnění studia na této škole.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je řešení problému přenosu signálu po napájecím vedení elektrického napětí mezi zdrojem a spotřebičem.

K jednomu z cílů patří i vytvoření hardware pro komunikaci a ovládání otáček stejnosměrného pohonu (stejnosměrného motoru; s přihlédnutím na omezení vlivů rušení způsobených přenosem energie mezi kotvou a kartáči. Komunikace je řešena pomocí jednočipových mikroprocesorů firmy ATMEL řady 89C4051.

Výsledkem práce je rozsáhlý soubor návrhů a doporučení řešení systému zdroje a spotřebiče od jeho návrhu po komunikaci, které povedou k sestavení funkčního modelu. Další částí je vytvoření webové aplikace pro vzdálené ovládání zdroje a spotřebiče. Pro komunikaci je použita metoda spínání dvou hodnot napětí 13,5V a 15,5V.

Abstract

The purpose of this bachelor work is a solution to the problem of signal transfer through electric power supply conduction between source and appliance.

One of its targets is a creation of hardware for communication and control of rotation speed of direct current traction (DC motor) with regard to restriction of disturbance influences caused by energy transfer between anchor and brushes. The communication is solved by single-chip microprocessor of ATMEL Company, series 89C4051.

The outcome of this work is an extensive collection of proposals and recommendations for solution of the source and appliance system, from its proposition to communication, which will lead to construction of a functional model. Next part is creation web application for far control source and appliance. For communication is adopted method switching two value voltage 13.5V and 15.5V.

Klíčová slova

Komunikace po elektrické síti, řízení otáček stejnosměrného motorku, mikroprocesor, sériová komunikace.

Key words:

Communication on the electric network, rotation speed of direct current traction, microprocessor, serial communication.

Obsah

1	SEZNAM OBRÁZKŮ	9
2	ÚVOD	10
3	SEZNÁMENÍ SE SE SPOTŘEBIČEM A JEHO VLASTNOSTMI.....	11
3.1	POPIS A VLASTNOSTI SPOTŘEBIČE	11
3.2	NAMĚŘENÉ CHARAKTERISTIKY SPOTŘEBIČE (SS MOTORKU).....	11
4	NÁVRH A ŘEŠENÍ KOMUNIKACE	14
4.1	NÁVRH NAPÁJECÍHO ZDROJE	14
4.2	NÁVRH PŘIJÍMAČE SIGNÁLU OD ZDROJE.....	18
4.3	PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ VLASTNÍ KOMUNIKACE ZDROJE A SPOTŘEBIČE.....	24
5	ŘEŠENÍ HARDWARE PRO REGULACI OTÁČEK SS MOTORU.....	32
6	NAHRÁNÍ PROGRAMŮ DO MIKROPROCESORŮ	36
7	SESTAVENÍ CELÉHO SYSTÉMU A OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI NA MODELU	38
8	NÁVOD NA OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU	41
9	ZÁVĚR	42
10	POUŽITÉ MATERIÁLY LITERAURA.....	43
	PŘÍLOHA A - FOTODOKUMENTACE	44
	PŘÍLOHA B – UKÁZKA DPS	47
	PŘÍLOHA C – SCHÉMA LADÍCÍ ČÁSTI POUŽITÉHO STAB. DROJE	48
	PŘÍLOHA D - CD-ROM	

1 Seznam obrázků

OBR. 1 – STAVEBNICE STABILIZOVANÉHO ZDROJE SRJ2A18SX	16
OBR. 2 – SCHEMA ZAPOJENÍ OVLÁDACÍHO PRVKU ZDROJE.....	17
OBR. 3 – MODUL PŘIJÍMAČE SIGNÁLU OD ZDROJE	18
OBR. 4 – SCHEMA PŘIJÍMACÍHO PRVKU	20
OBR. 5 – ZOBRAZENÍ PŘENOSU ZDROJE A SPOTŘEBIČE PŘI FREKVENCI 57Hz.....	22
OBR. 6 – ZOBRAZENÍ PŘENOSU SIGNÁLU PŘI FREKVENCI PŘIBLIŽNĚ 169 Hz	23
OBR. 7 – ČASOVÁNÍ SÉRIOVÉHO KANÁLU V MODU 2 S VYZNAČENÍM VÝZNAMU BYTŮ	24
OBR. 8 – SCHÉMA ZAPOJENÍ MATICOVÉ KLÁVESNICE	25
OBR. 9 – PŘEVODNÍK RS232 NA TTL	30
OBR. 10 – SCHÉMA PŘEVODNÍKU RS232 NA TTL.	31
OBR. 11 – SCHÉMA ZAPOJENÍ OVLADAČE ss MOTORU S VYUŽITÍM IO L6203	33
OBR. 12 – SCHÉMA ZAPOJENÍ OVLÁDACÍHO PRVKU MOTORU BEZ REVERZACE	33
OBR. 13 – OVLADAČ SS MOTORKU BEZ REVERZACE.....	34
OBR. 14 – PRINCIP GENEROVÁNÍ PWM	34
OBR. 15 – UKÁZKA SIMULÁTORU ADUC 812 - ADSIM	36
OBR. 16 – PROGRAMÁTOR PATMEL3	37
OBR. 17 – ZDROJ NAPĚTÍ A SIGNÁLU - ZE VNITŘ	38
OBR. 18 – ZDROJ PŘEDNÍ PANEL	38
OBR. 19 – ZDROJ ZADNÍ PANEL S KLÁVESNICÍ.....	38
OBR. 20 – ZDROJ v/v PORTY	39
OBR. 21 – TESTOVACÍ MODEL - UVNITŘ.....	39
OBR. 22 – TESTOVACÍ MODEL - VNĚ	39
OBR. 23 – ZDROJ - OVLÁDACÍ KLÁVESNICE.....	41
OBR. 24 – WEBOVÝ SIMULÁTOR PRO OVLÁDÁNÍ SPOTŘEBIČE PŘES PC	41

2 Úvod

Již od nepaměti je touhou lidí zjednodušit si práci různými stroji a přístroji. K tomu, aby tyto „pomocníci“ mohly efektivně pracovat, bylo zapotřebí vyvinout spoustu úsilí při vymýšlení a zlepšování jejich funkčnosti. Již v roce 1873 objevil náhodou Zénobe Gramme princip motoru pracujícího na stejnosměrný proud. A těchto jeho poznatků se po desítky let drželi vědci celého světa.

Vynálezem motoru to však neskončilo, spíše naopak vznikla potřeba jeho vlastnosti co nejlépe využít a to byl základ pro jeho následnou regulaci. Je mnoho způsobů, jak ovládat stejnosměrné pohony. Od změny statorového napětí, přes změnu buzení kotvy až po nejmodernější řešení, které je v současné době velice oblíbené a tím je využití pulsně šířkové modulace. Tento velice jednoduchý a efektivní princip, je možné řešit pomocí moderních technologií a to pomocí číslicové techniky nebo mikroprocesoru. Jelikož jsem již lehce nastínil řešení pomocí mikroprocesoru a číslicové techniky, nabízí se zde další možnost, jak ještě více zefektivnit práci strojů a tím je jejich ovládání na dálku - a to pokud možno s využitím výpočetní techniky, která dává regulaci další rozměr.

Je spousta principů, jak lze přenášet příkazy jednotlivým spotřebičům. Nejčastěji se využívá přenos signálu po zvláštní datové lince, na které komunikuje zdroj s ovládacím zařízením spotřebiče. Toto ovládací zařízení přenesle následně požadovanou informaci spotřebiči v podobě energie odebírané ze silového napájecího vedení.

Zde se již nachází prostor pro tuto bakalářskou práci, ve které se snažím tato dvě oddělená média spojit a vytvořit tak způsob přenosu dat po energetickém vedení zdroje. Tímto odpadne potřeba tahat další datové vodiče. Ovládání jednotlivých zařízení připojených na zdroj napětí se zjednoduší pouze na vodiče silové, které budou obohaceny kromě napájecího napětí ještě o informace směřující k jednotlivým aktivním spotřebičům připojeným k této energetické soustavě.

3 Seznámení se se spotřebičem a jeho vlastnostmi

V této části je popsán spotřebič, který bude v závěru bakalářské práce ovládán přes energetickou síť od zdroje napětí. Spotřebič bude představovat model auta se stejnosměrným motorkem a přídatnými periferiemi, které budou demonstrovány pomocí LED.

3.1 Popis a vlastnosti spotřebiče

Jako spotřebič je použit stejnosměrný motorek běžně využívaný pro pohon modelu automobilu z autodráhy. Součástí spotřebiče jsou i LED diody simulující další využitelnost funkcí, které bude poskytovat řídicí člen přijímacího zařízení. Celý spotřebič je řízen velmi rozšířeným mikroprocesorem AT89C4051 z rodiny mikroprocesorů řady 8051 od společnosti ATMEL.

Aby bylo možné navrhnout potřebný hardware pro přenos dat mezi zdrojem a spotřebičem komunikujících přes napájecí vedení, je nezbytné znát základní elektrické vlastnosti spotřebiče. V tomto případě se budu tedy zabývat převážně stejnosměrným motorkem, jelikož jeho vliv na vlastnosti přenosového média bude nejmarkantnější.

3.2 Naměřené charakteristiky spotřebiče (ss motorku)

Měření je prováděno na samotném stejnosměrném motorku namontovaném do autíčka z autodráhy. V tomto případě k němu nebyly připojeny žádné další prvky. V první části měření se zjišťují vlastnosti motorku. Napájení je provedeno přes vodící lišty autodráhy.

V první fázi měření se zjistí vlastnosti motorku při běhu naprázdno (hnaná kola se nebudou dotýkat podložky). V druhé fázi se již budou získávat hodnoty při provozu autíčka na autodráze a jeho mírném zatížení.

Použitý stejnosměrný motorek je konstruován na stejnosměrné napětí v rozsahu 4 až 12 V a maximální jmenovitý proud 250 mA. Maximální příkon motorku by dle dokumentace neměl přesáhnout hodnotu 3 W.

a) bez zatížení

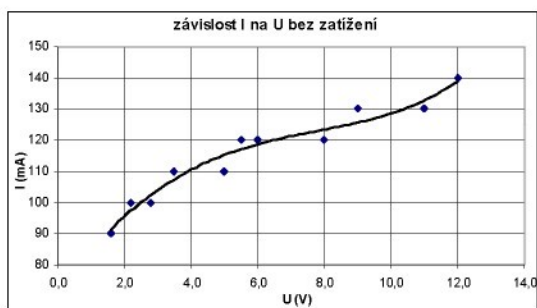
Tab. 3. 2. 1

U (V)	1,6	2,2	2,8	3,5	5,0	5,5	6,0	8,0	9,0	11,0	12,0
I (mA)	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140
P (W)	0,144	0,220	0,280	0,385	0,550	0,660	0,720	0,960	1,170	1,430	1,680

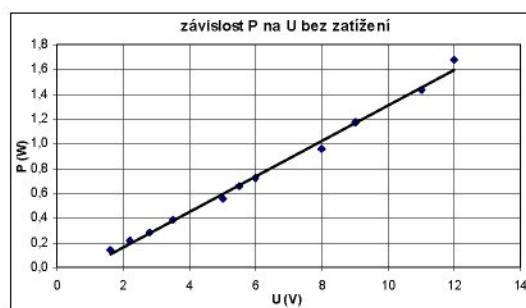
b) při zatížení (při provozu na měřené soustavě autodráhy)

Tab. 3. 2. 2

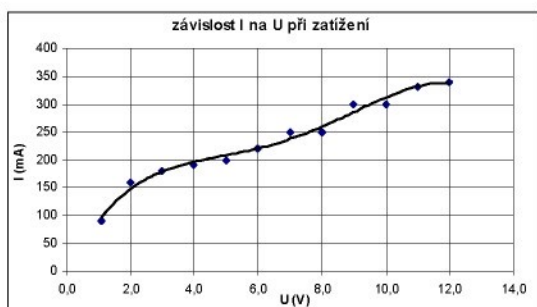
U (V)	1,1	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
I (mA)	90	160	180	190	200	220	250	250	300	300	330	340
P (W)	0,10	0,32	0,54	0,76	1,00	1,32	1,75	2,00	2,70	3,00	3,63	4,08



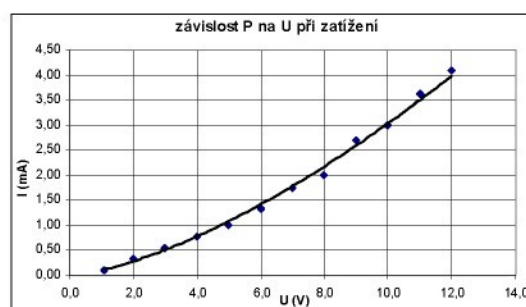
Graf 3.2.1



Graf 3.2.2



Graf 3.2.3



Graf 3.2.4

Jak je z naměřených hodnot patrné, tak proud procházející motorkem převyšuje při zatížení proud stanovený výrobcem a dosahuje při zatížení až 340 mA, z čehož vyplývá, že i příkon spotřebiče stoupne až na 4 W. Tyto hodnoty byly měřeny až po ustálení napětí a proudu. Špičkový proud při sepnutí motorku dosahuje až 600 mA. Tyto odchylky od udávaných hodnot výrobce mohou být zapříčiněny délkou vedení, ztrátami mezi kartáči, popřípadě opotřebením motorku.

Další součástí spotřebiče jsou i LED demonstrující další využitelnost ovládacího prvku. Každá z těchto LED zatíží zdroj 20 mA, což znamená, že při počtu 10 kusů může být zdroj zatížen dalšími až 200 mA.

Z těchto naměřených výsledků budou vycházet i požadavky na zdroj, kterým bude celá soustava napájena.

4 Návrh a řešení komunikace

Komunikace mezi zdrojem a spotřebičem probíhá v tomto případě přes energetické vedení stejnosměrného napětí. Aby bylo možné data vůbec přenášet, je nezbytné do media, přes které komunikace probíhá, implementovat nějakým způsobem dvě rozdílné logické hodnoty (logická hodnota jedna a logická hodnota nula). V tomto případě se nabízela jako jedna z vhodných variant využít spínání dvou různých napěťových úrovní, z nichž jedna bude představovat logickou hodnotu „0“ a druhá logickou hodnotu „1“. Po převodu tohoto signálu do TTL, již bude s daty nakládáno dle standardních pravidel.

Pro komunikaci mezi zdrojem a spotřebičem budou použity mikroprocesory řady AT89C4051 firmy ATMEL. Tento způsob je zvolen z důvodu jeho vybavenosti, to se týká nejen vstupů a výstupů, ale i pro jeho konstrukci, jež obsahuje obvod UART, který slouží pro snadnější komunikaci s okolím.

UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) – je to typ obvodu realizující sériové rozhraní mikroprocesoru. Zajišťuje přeměnu sériové posloupnosti bitů na paralelní znak a naopak, přičemž jsou tyto operace na sobě nezávislé, což umožňuje duplexní přenos viz. [4].

4.1 Návrh napájecího zdroje

Jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, jedná se o komunikaci, založené na spínání dvou úrovní stejnosměrného napětí. K těmto potřebám je tedy nezbytné navrhnout zdroj, který bude splňovat kritéria pro výše zmiňovaný přenos dat.

4.1.1 Požadavky na zdroj

Na základě šetření vlastností spotřebiče bylo zjištěno, že pro ovládání spotřebiče je nezbytné napětí dosahující hodnoty alespoň 12 V stejnosměrných. Z tohoto důvodu byly zvoleny napěťové úrovně následovně: pro logickou hodnotu jedna odpovídá napětí 15,5 V a pro logickou hodnotu nula odpovídá napětí 13,5 V. Tyto hodnoty byly zvoleny z toho důvodu, aby při špičkovém zatížení zdroje neklesla spodní úroveň napětí (logická hodnota nula) pod 12,5 V. K tomuto poklesu by mohly přispívat i přechody polovodičových prvků, které se někdy připojují na vstup spotřebiče (úbytek napětí na přechodu polovodiče je kolem 0,7 V, záleží to ovšem na použitém polovodičovém prvku). Napětí pro logickou úroveň jedna je odvozeno zvýšením o 2 V oproti hodnotě

pro logickou hodnotu nula, tedy 15,5 V. Samozřejmě není možné, aby byl zdroj schopen udržet stále přesně tyto dvě hodnoty, proto byla stanovena jistá rozmezí, ve kterých se ještě jedná o logickou hodnotu „1“ popřípadě o logickou hodnotu „0“. Pro logickou úroveň „1“ tedy platí rozmezí od 14 V do 15,5 V a pro logickou úroveň „0“ odpovídá napětí pod 13,5 V. Rozdíl jednotlivých úrovní v nezátíženém stavu (14 V až 13,5 V) je 0,5 V, což by mělo být postačující pro zajištění spolehlivosti přenosu. Současně je zde stanoveno i takzvané zakázané pásmo, ve kterém by mohlo dojít k nežádoucímu kmitání logických hodnot. Tomuto pásmu náleží rozmezí napětí 13,6V do 13,9V. Napětí 13,5 V bylo zvoleno proto, aby v případě, že se na něj připojí klient, který má na vstupu polovodičový prvek, nekleslo pod 12,5 V (např. dioda má na přechodu úbytek napětí cca 0,7 V). 12,5 V je zapotřebí udržet, aby byl ještě schopen pracovat stabilizátor 78L12, který je součástí přijímacího členu.

Z výše uvedeného je patrné, že potřebný zdroj musí splňovat určitá kritéria, která se týkají jak výše maximálního napětí tak i proudu, který je schopen zdroj dodat napájeným zařízením. Minimální potřebné výstupní napětí je 16 V a dodávaný proud do spotřebiče musí být alespoň 2 A. Současně však musí splňovat i patřičné parametry stabilizace, aby nedocházelo k nežádoucím přeslechům v případě náhlých proudových špiček.

4.1.2 Hardwarové řešení zdroje

Při průzkumu požadovaných vlastností bylo zjištěno, že je zapotřebí zdroj, který dosahuje napětí alespoň 16V proud alespoň 2A, aby byl patřičně naddimenzován a bylo jej možné použít pro více než jeden spotřebič.

Jako základní pilíř zdroje byla využita stavebnice modulu stabilizovaného zdroje SRJ2A18SX dodávaného firmou GM electronic. Tento zdroj přesně splňoval požadavky, které jsem si před touto stavbou určil.



Obr. 1 - Stavebnice stabilizovaného zdroje
SRJ2A18SX

Parametry zvoleného zdroje:

Osazení: L4960, LM337

Rozsah vstupního napětí: 20 až 22 V

Frekvence: 50 Hz

Výstupní regulované napětí: 0 až 18 V

Max. výstupní proud (I_{Omax}): 2 A

Výstupní odpor ($I_0 = 1A$) R_O : 10 m Ω (typ.)

Výstupní zkratový proud I_{OZ} : cca 350 až 500 mA

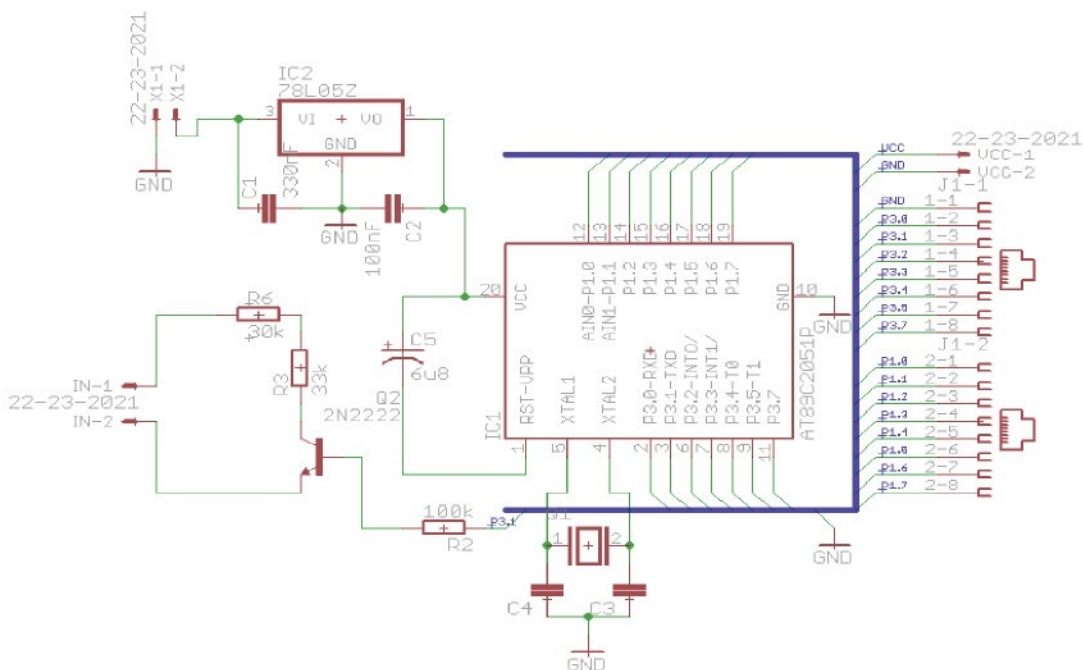
Výška modulu: 27 mm

Rozteč otvorů pro uchycení: 80 x 30 mm

Rozměry plošného spoje: 90 x 40mm

Pro napájení tohoto zdroje je využit síťový transformátor 230/21 V střídavých.

Modul je běžně dodáván jako stavebnice, bylo tedy nejprve nutné jej dle přiloženého plánu sestavit. Po sestavení již bylo možné modifikovat jeho parametry pro požadované účely. Jelikož uvedený zdroj umožňuje měnit výstupní napětí v rozmezí 0 až 18 V, bylo třeba těchto vlastností využít. Zvolená výstupní napětí se řešila způsobem, že se na ladícím trimru dodávaném přímo ve zdroji nastavila požadovaná horní hranice napětí demonstrující logickou hodnotu „1“ a k tomuto trimru se paralelně přes prvek ovládaný mikroprocesorem AT89C4051 připojuje přes tranzistor potřebný odpor pro získání spodní napěťové úrovně viz. Obr. 2. Jelikož dochází k poměrně rychlému přepínání mezi jednotlivými hodnotami napětí, je nezbytnou součástí spolehlivé funkčnosti celé soustavy, zajistit kvalitní chlazení stabilizačního členu zdroje. Při malých příkonech spotřebiče do proudu 1 A postačí pouze pasivní chladič, chceme-li však k soustavě připojit více spotřebičů, je třeba zajistit chlazení aktivní, nejlépe pomocí přídavného ventilátoru.



Obr. 2 - Schéma zapojení ovládacího prvku zdroje

Při celém návrhu byl dán důraz na co nejjednodušší zapojení a tím i omezení počtu součástek z důvodu výsledného rozměru celého zařízení. Jak je vidět, tak k ovládání je použit pouze mikroprocesor, s tranzistorem a dvojicí rezistorů, kterou potřebujeme pro výslednou hodnotu regulovaného napětí (dva rezistory jsou zde proto, jelikož je zapotřebí výsledný odpor 63 k Ω a ten se bohužel ve standardních řadách nevyskytuje). Na finálním výrobku se místo odporů použil odporový trimr, kterým lze přesně doladit požadované napětí. Ovšem je to jen z důvodu univerzálnosti pro různé parametry napětí.

Celé toto zařízení je velice jednoduché. Signál z vysílacího pinu P3.1 mikroprocesoru je vyveden přes odpor na bázi tranzistoru. V důsledku toho se tranzistor otevře a připojí nám paralelně k ladícímu trimru zdroje odpor, čímž na zdroji získáme napětíovou hodnotu odpovídající logické hodnotě „0“ (v tomto případě 13,5 V). Z procesoru jsou dále vyvedeny zbývající volné piny portu P3 a P1 pro možnost komunikace s ovládanými zařízeními.

Port P1 se celý využil pro ovládání maticové klávesnice s šestnácti tlačítky. Z portu P3 se využívá P3.0, pomocí kterého lze zdroj propojit s počítačem. A port P3.1,

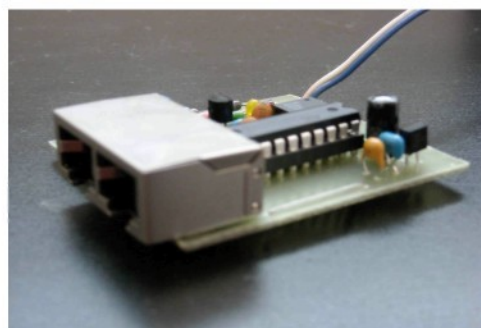
který slouží pro spínání napětí. Zbývající I/O piny portu P3 se mohou využít pro rozšiřující aplikace.

4.1.3 Ověření vlastností zdroje

Při ověřování správné funkčnosti zdroje bylo zapotřebí jako nejzákladnější zjistit, zda se opravdu výsledné hodnoty spínaných napětí shodují s požadovanými parametry. Test se provádí bez vloženého mikroprocesoru. Na zapnutém zdroji s prázdnou patičí pro mikroprocesor by měl udávat napětí úrovně logická hodnota „1“, což je 15,5 V. Po naměření této hodnoty přivedeme na třetí pin patice 5 V (tento pin náleží P3.1 mikroprocesoru), tím by mělo dojít k sepnutí tranzistoru a na výstupu zdroje by se mělo objevit napětí 13,3 V, které odpovídá logické úrovni „0“. Po tomto testu lze konstatovat, že napětí skutečně odpovídají zvoleným hodnotám. Co se týká ověřování frekvence spínání potřebné pro přenos signálu, bude vše popsáno současně s ověřením přenosových vlastností spotřebiče.

4.2 Návrh přijímače signálu od zdroje

Při návrhu zařízení pro příjem a vyhodnocení signálu přicházejícího od zdroje napájecího napětí byl kladen důraz na jeho jednoduchost a co nejmenší rozměry při zachování, co největšího počtu ovládacích prvků (vstupů a výstupů použitelných pro ovládání spotřebiče).



Obr. 3 - Modul přijímače signálu od zdroje

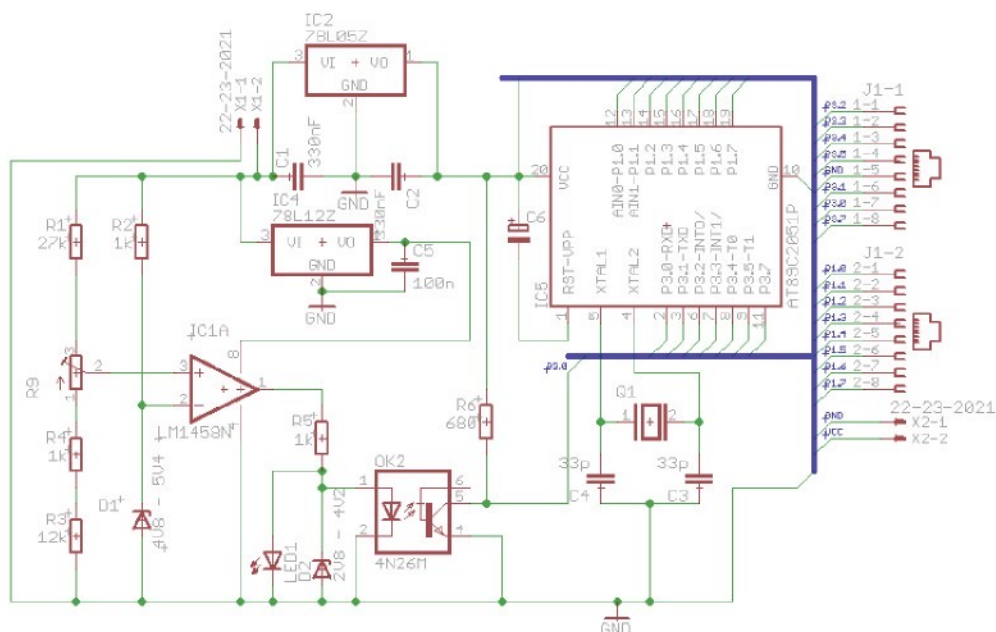
4.2.1 Požadavky na obsluhu spotřebiče

Jak již bylo zmíněno, tak jako spotřebič byl v našem případě použit testovací model se stejnosměrným motorkem. Dále k němu byla přidána sada LED, které demonstrují využití ovládacích vývodů. Pro ovládání stejnosměrného motorku je třeba využít jednoho až tří signálů v závislosti na tom, jestli chceme regulovat pouze rychlost otáčení, nebo máme-li zájem o ovládání i směru otáčení motorku. Pro regulaci pouze rychlosti nám stačí využít jen jeden výstupní pin z procesoru, který bude generovat patřičný signál pro pulsně šířkové řízení rychlosti otáčení motorku. V případě ovládání i směru otáčení je zapotřebí využít ještě dvou pomocných pinů, které budou vybírat směr otáčení. Po odečtení použitých třech výstupů ovládacího prvku, máme dispozici ještě dalších osm ovládacích výstupů (celý vstupně/výstupní port P1 použitého mikrokontroleru AT89C4051). Tyto vstupy/výstupy lze využít k připojení dalších periférií, nebo jako vstupy bezpečnostních čidel, snímačů otáček apod. Pro řešení směru otáček by se dalo využít i pouze jednoho pinu, který by určoval směr otáčení. V tomto případě by se muselo použít investoru, který by na druhý vstup pro ovládání směru přenášel negovanou hodnotu pinu ovládajícího směr otáček. Problematika řízení otáček stejnosměrného motorku bude popsána podrobněji viz. kapitola 5.

4.2.2 Hardwarové řešení přijímače

Při návrhu hardware pro příjem signálu byly brány v potaz jak rozměry výsledného zařízení, tak i následná multifunkčnost při ovládání a řízení spotřebičů. Z důvodu jednodušší realizace zařízení při ručním pájení, nebylo v tomto prvku využito SMD součástek, které by nám výsledné rozměry zařízení ještě zmenšily. Sice by se daly ručně napájet i SMD součástky, ale bylo by to náročnější.

Vlastní řešení přijímacího členu je založené na velice jednoduchém principu pracujícím na indikaci vstupního napětí a následného rozhodnutí o jeho zařazení do úrovně logické hodnoty „0“ popřípadě logické hodnoty „1“. Základem celého zařízení je operační zesilovač LM1458 zapojený jako komparátor napětí.



Příklad nastavení děliče: chceme-li, aby nám komparátor překlápěl na napěťové hodnotě 14 V budou hodnoty jednotlivých odporů po dosazení do výše uvedeného vztahu vypadat takto: zvolíme hodnoty odporů:

$$R1 = 27 \text{ k}\Omega, R3 = 12 \text{ k}\Omega, R4 = 1 \text{ k}\Omega, R9 = 10 \text{ k}\Omega.$$

Dopočítáme odpor $\Delta R9$

$$U_{in}/U_r = (R1+R3+R4+R9) / (R3+R4+\Delta R9)$$

$$\Delta R9 = [U_r \cdot (R1+R3+R4+R9)/U_{in}] - (R3+R4)$$

$$\Delta R9 = [(5,1 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^3) / (14 \cdot 10^3)] - (13 \cdot 10^3) = \underline{5,2 \text{ k}\Omega}$$

Z výpočtu výše vychází poměr odporů $(R1+(R9-\Delta R9)) / (R3+R4+\Delta R9)$ zmíněného děliče na kladném vstupu operačního zesilovače je:

$$(27+4,8) \text{ k}\Omega / (13+5,2) \text{ k}\Omega \text{ tedy } 31,8 \text{ k}\Omega / 18,2 \text{ k}\Omega.$$

Druhá část zapojení je výsledek rozhodnutí operačního zesilovače a upravení na 5 V logický vstup pro mikroprocesor. Výsledkem operačního zesilovače zapojeného jako komparátor je saturační napětí 0 nebo 12 V. Výsledný signál poté převádíme přes optočlen na 0, nebo 5 V, což jsou i logické vstupy pro řídicí mikrokontroler. Optočlen 4N26M (OK2) má současně i ochranný charakter vstupů mikrokontroleru proti přepětí.

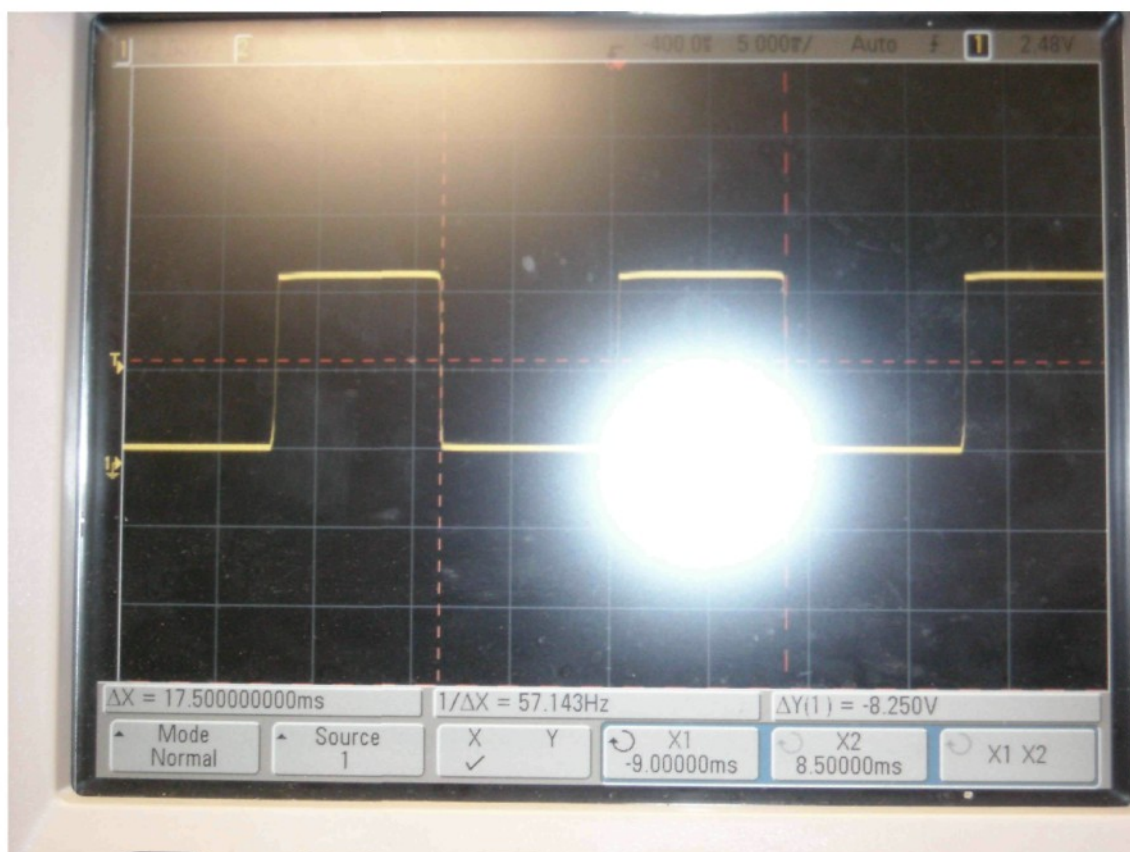
Třetí část je již samotný řídicí člen, který vyhodnocuje přijatý signál a následně v závislosti na jeho informaci ovládá pomocí vstupně výstupních bran akční členy spotřebiče. Pro účel ovládání je procesor vybaven dvěma vstupně/výstupními branami P1 a P3. Z portu P3 je použit pin P3.0 pro sériový přenos a zbytek lze využít pro další aplikace. U P1 lze pro ovládání akčních členů využít všech 8 vstupů / výstupů.

Než bylo možné prvek sestavit, bylo zapotřebí vytvořit všechny potřebné součásti, co se týká návrhu a vytvoření desky plošných spojů. Návrh schémat i DPS byl vytvořen v programu Eagle. Technologie výroby DPS se řešila metodou nažehlování toneru na cuprexitovou desku a následným vyleptáním v roztoku chloridu železitého. Po vytvoření DPS se již mohlo přistoupit k vlastnímu osazení a napájení prvků.

Po sestavení přijímacího členu bylo nutné sladit přijímací zařízení se zařízením vysílacím, aby byla zajištěna co největší přesnost šířky jednotlivých logických úrovní. Tuto část je vhodné provádět s pomocí osciloskopu.

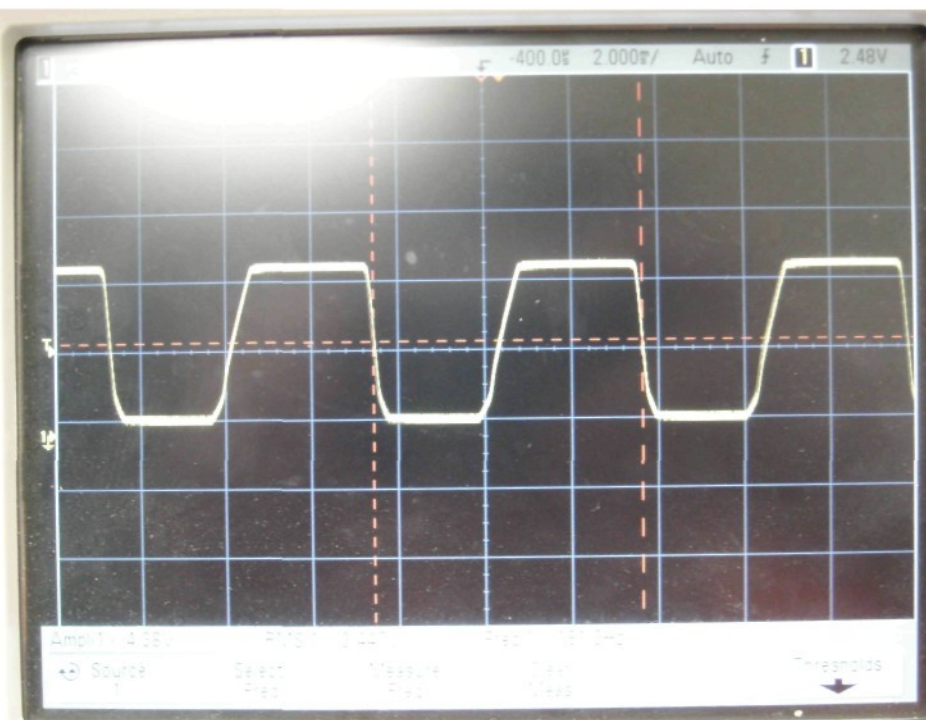
4.2.3 Ověření vlastností přijímače

Ověřování kvality přenosu signálu je řešeno za použití osciloskopu. Ovládací prvek zdroje necháme generovat střídavě pulsy logické hodnoty 1 a logické hodnoty 0 s frekvencí přibližně 57 Hz (to umožňuje přenést data 114 bitů/s) a na osciloskopu připojeném na vstup mikroprocesoru spotřebiče P3.0 by se měl zobrazit signál o stejné šířce a fázi, v jakém byl vyslán zdrojem.



Obr. 5 - Zobrazení přenosu soustavy zdroje a spotřebiče při frekvenci 57 Hz.

Z Obr.5 je vidět výsledek, který osciloskop zobrazil. Signál je téměř přesný, tudíž by neměl být s komunikací žádný větší problém. Frekvence pulsního signálu je přibližně 57 Hz a výstupní napětí kmitá mezi 0 a 5 V.



Obr. 6 - Zobrazení přenosu signálu při frekvenci přibližně 169Hz

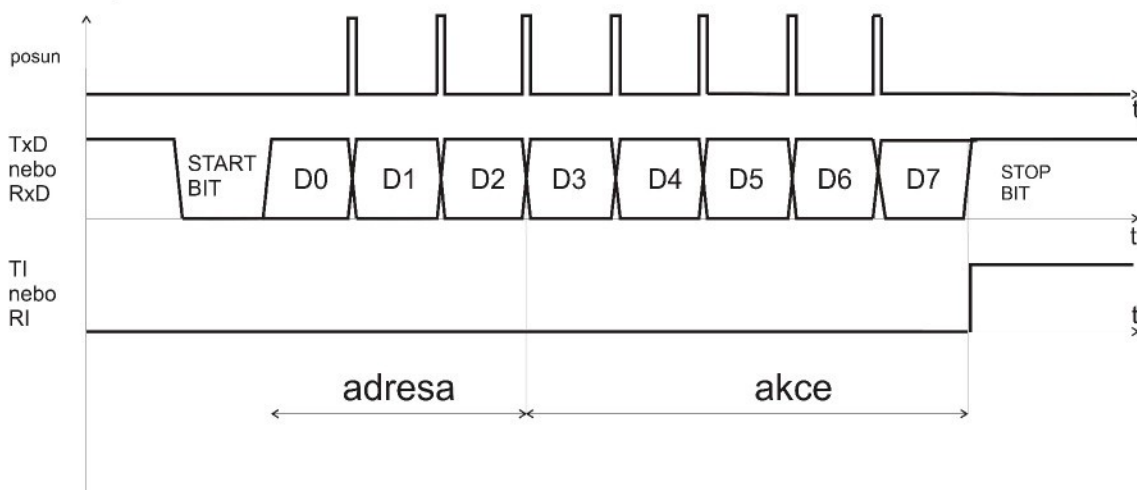
V případě přenosové frekvence 169 Hz (což umožňuje přenos přibližně 338 bitů/s) je již signál mírně znehodnocen, jak je vidět z Obr. 6. I v tomto případě by ovšem měl být přenos dat možný. Toto zvlnění je způsobeno nabíjením a vybíjením kondenzátorů jak na zdroji, tak i na připojeném klientském zařízení. Z tohoto důvodu je počet klientských zařízení omezen. V případě testování byl přenos zkoušen se dvěma připojenými klienty současně a přenos probíhal bez problémů. Test byl prováděn při délce vedení dva metry. Ovšem při prodlužování vedení a současném zvyšování počtu klientů by se jistě problémy s přesností komunikace zřejmě dostavily. Už jen tím, že by narůstaly kapacity jak přímo na vedení, tak i na jednotlivých připojených zařízeních. Většina stejnosměrných zařízení má na svých vstupech nějaký stabilizátor napětí a jeho velice důležitou součástí je vstupní kapacita, která se snaží eliminovat prudké změny vstupního napětí. Bohužel pro naši metodu přenosu má tato skutečnost negativní účinek.

4.3 Programové řešení vlastní komunikace zdroje a spotřebiče

Pro komunikaci mezi zdrojem a spotřebičem se v našem případě využívá sériového asynchronního přenosu. Asynchronní komunikace slouží pro přenos dat, které nemají přesně dané intervaly mezi jednotlivými znaky. Musí se tedy tento způsob komunikace koordinovat pomocí takzvaného spouštěcího a závěrečného bitu (jeden start bit, jeden stop bit) tyto pomocné koordinační bity se přidávají na začátek a na konec každého vysílaného znaku. Díky těmto start a stop bitům může být výsledná velikost odesílaného souboru až o 20 % větší než je tomu v případě přenosu synchronního viz. [1]. Tento fakt v tomto případě vůbec nevadí, jelikož na řízení modelu má největší vliv rychlost stisku kláves.

Z výsledků z osciloskopu víme, že pro komunikaci můžeme využít přenos až do rychlosti téměř 340 bitů/s. V tomto případě byla využita přenosová rychlost 122 bitů/s. Tato rychlost byla zvolena z toho důvodu, že pro aplikaci nebyl hlavní požadavek na rychlost, ale spíše na spolehlivost přenosu.

Data se přenášejí v osmi bitových blocích. Jeden přenášený osmibitový paket se skládá z adresy klientského zařízení a patřičné informace o požadované akci. Adresa zabírá nejvyšší tři bity přenášeného paketu, z toho vyplývá, že je možné teoreticky ovládat současně až osm (2^3) klientských zařízení. Ve zbývajících pěti bitech je uložena informace o dané operaci klienta (operací může být až 2^5 , což odpovídá počtu 32 možných instrukcí) viz. Obr. 7. Počet instrukcí klienta se dá samozřejmě zvýšit tím, že se jednomu klientovi přiřadí více adres. Toto řešení nám ale sníží počet možných ovládaných zařízení.



Obr. 7 – Časování sériového kanálu v módu 2 s vyznačením významu bitů

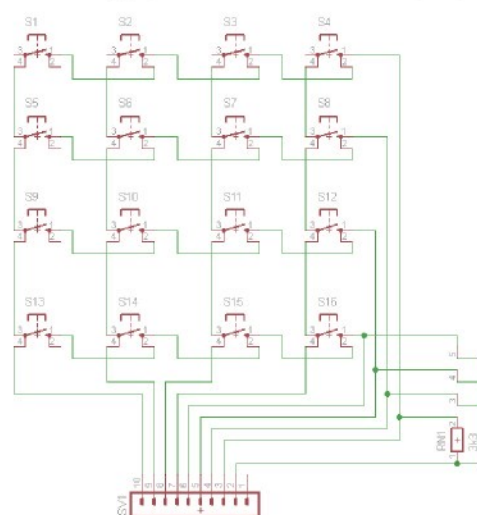
4.3.1 Generování signálu zdrojem

Jak již bylo zmíněno v předchozí části textu, pro přenos dat je použit obvod UART, který zajišťuje v případě mikroprocesoru AT89C4051 sériový přenos dat.

Abychom mohli informaci od zdroje stejnosměrného napětí odeslat, je nutné ji nejprve do ovládacího prvku zdroje načíst. V tomto případě ji lze získat hned ze dvou periférií. Jednou je klávesnice integrovaná přímo ke zdroji a zapojená do vstupně-výstupního portu P1 ovládacího mikrokontroleru, a druhou periférii zastupuje počítač, ze kterého je informace načtena přes sériové rozhraní RS232. Jak již bylo zmíněno, odesílaná informace se skládá z osmi bitů z něhož první tři nejvyšší bity představují adresu klientského přijímače a zbývajících pět bitů udává informaci o dané činnosti ovládaného spotřebiče.

Jako ovládací prostředí počítače je vytvořena webová aplikace, která komunikuje se sériovým rozhraním počítače (RS232) a umožňuje tak komunikaci mezi počítačem a zdrojem. Tento způsob ovládání představuje spoustu výhod pro využitelnost celého navrženého systému. Díky této vlastnosti lze informace zdroji posílat třeba i přes internet bez potřeby další speciální ovládací aplikace. Postačí jakýkoliv moderní webový prohlížeč.

Vlastní funkce zdroje je pak velice prostá. Jednotlivým tlačítkům maticové klávesnice jsou přiděleny kódy skýtající adresu a informaci o požadovaném úkonu (osmibitová informace). V případě stisku klávesy odešle zdroj přidělený kód patřící dané klávese klientům. Pro odesílání je využit obvod UART. V případě ovládání přes počítač je to ještě snadnější, jelikož přes sériové rozhraní přijde zdroji již konečná informace v patřičném formátu a zdroj ji jednoduše klientům přepośle.



Obr. 8 - Schéma zapojení maticové klávesnice

Snad nejdůležitější podmínkou pro asynchronní sériový přenos dat je nastavení shodné přenosové rychlosti jak ze strany zdroje, tak ze strany spotřebiče. V našem případě, jak již bylo zmíněno, je tato přenosová kapacita nastavena na 122 bitů/s. Zdroj má sice schopnost přenést data větší, ale z důvodu lepšího ošetření proti rušení a pro možnost připojení většího počtu klientů je zvolena takto. Pro komunikaci je zvolen přenos osmi datových bitů a jeden stop bit. Komunikace je řešena bez využití paritního bitu. Využívá se časovače 1 v módu 2.

Příklad komunikace pro testování spolehlivosti přenosu

```

ORG    30H
MOV    TMOD,#20H           ;timer1 mode 2
MOV    TH1,#01H
MOV    SCON,#50H           ;8bit,1stop,REN enabled
SETB   TR1                 ;spustí čítac
MOV    A,#11100000B
toc:   RL    A
      MOV    SBUF, A
      skok:  JNB   TI,    skok
      CLR    TI
      SJMP   toc
      end

```

Uvedená sekvence slouží pro testování spolehlivosti přenosu. Jedná se o nastavení vysílače. Program rotuje tři bity osmibitového řetězce a po každé rotaci je odešle přijímači. Ten přijatá data následně zobrazí na LED panelu.

4.3.2 Příjem a vyhodnocení signálu spotřebičem

Příjem je řešen opět přes rozhraní UART se stejným nastavením přenosové rychlosti, jako tomu bylo v případě zdroje. Řídící mikroprocesor zareaguje na příchod signálu přerušením od sériové linky a program vykoná načtení informace z bufru (SBUF), kde je uložena právě přijatá informace. Tuto informaci je nutné vyzvednout a vyhodnotit dříve, než dojde k příjmu následujících dat, aby nedošlo k přepsání a tím i k znehodnocení předchozí informace.

Po načtení příchozích dat dojde nejprve ke kontrole adresy příjemce. V případě, že adresa příjemce není shodná s nastavenou adresou zařízení, dojde k ukončení dalšího

zjišťování informace a program pokračuje v proceduře, kterou vykonával, než došlo k přerušení od sériové linky. Shoduje-li se adresa s příjemcem, program dále testuje, jestli má pro danou informaci přidělenou nějakou akci a v případě, že ano, uskuteční akční zásah. V opačném případě se opět vrátí k předchozímu běhu programu.

Ukázka části kódu pro ovládání klientského modulu.

```

ORG      30h

start:
    MOV    TMOD,#21h      ; casovac 1 mod 2, casovac 0 mod 1
    MOV    TH1,#01h      ; prenosova rychlost na minimum s 12MHz
krystalem cca 122baud
    MOV    SCON,#50h      ; 8 bit data,1 stop bit,REN povolen
    SETB   TR1            ; spusteni casovace 1
    SETB   EA            ; povoleni globalniho preruseni
    SETB   ET1           ; povoleni preruseni od casovace 1
    MOV    TH0,#0F8h
    MOV    TL0,#027h      ; preruseni kazdych 2ms
    SETB   ET0           ; povoleni preruseni od casovace 0
    SETB   TR0           ; spusteni casovace 0
    MOV    45h,#0h        ; motor stoji
    MOV    41h,#080h      ; blikani kazdych 510ms
    MOV    42h,#0FFh      ; houkani kazdych 256ms
    MOV    R0,41h
    MOV    R1,42h
    MOV    A,45h
    MOV    R2,A
    MOV    R3,#0h         ; nuluvani R3
    MOV    20h,#0h
    JMP    $

;----- procedury -----
;*****
;      procedura obsluhy prijmu dat ze ser. linky
;*****

ORG 200h

prijem:
    CLR    ET1            ; vypnuti preruseni od seriove linky
    PUSH   0E0h           ; uloz akumulator
    PUSH   00h            ; uloz r0
    MOV    A,SBUF         ; vyzvednuti prijateho byte
    MOV    R0,#00h        ; adresa zarizeni
    ANL    A,#0Fh

;***** vpred *****
    INC    R0              ; zjistovani jaky prikaz se vyslal
    CJNE   A,00h,vzad
    CPL    20h.0           ; vpred - prepinač
    CLR    20h.4           ; vypne houkacku
    JMP    konec           ; zkraceni casu
;***** vzad *****
vzad:
    INC    R0              ; zjistovani jaky prikaz se vyslal
    CJNE   A,00h,rychle
    CPL    20h.1           ; vzad - prepinač
    JMP    konec           ; zkraceni casu

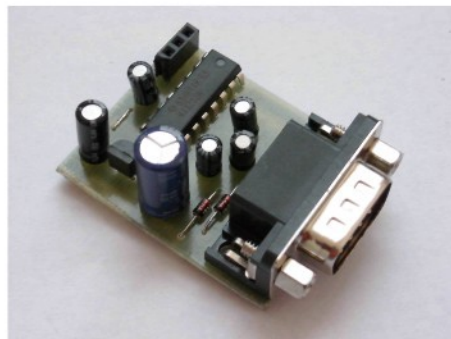
```

4.3.3 Akční zásah – ovládání vlastností spotřebiče

Každý spotřebič má ve své paměti uloženy osmibitové kódy pro jednotlivé akční zásahy, pro které je dané zařízení určeno. Tyto kódy jsou uloženy v části paměti 30H až 50H. V případě, že přijde ke spotřebiči žádost o nějaký akční zásah, bude program vyhledávat právě v této části paměti a porovnávat, jestli se zde požadovaná akce vyskytuje. Akce mohou být různé od rozsvícení signálních diod až po ovládání zvukových zařízení, či elektromechanických zátěží, jako jsou například motory. Některé specializované procesory mají v sobě přímo implementován výstup s pulsně šířkovou modulací (PWM), který umožňuje řízení zátěží typu otáček stejnosměrného motoru, popřípadě teploty u tepelných zdrojů. V případě, že tímto výstupem není procesor vybaven od výrobce, je možné takovou funkci řešit programem. Způsoby ovládání otáček viz. kapitola 5.

4.3.4 Propojení zdroje s počítačem

Pro zefektivnění celé aplikace je velice výhodná možnost připojení celé soustavy k počítači a umožnit tak ovládání pomocí výpočetní techniky. Pro náš případ bylo vybráno ovládání přes webový server připojeného počítače. Byla vytvořena aplikace ve skriptovacím jazyce PHP simulující klávesnici pro ovládání jednotlivých klientů. Stiskem klávesy ve webovém prohlížeči se odešle ke zdroji, přes sériové rozhraní RS232, informace o žádané akci. Zdroj tuto informaci přepošle přímo klientům. Komunikace se řeší pomocí sériového přenosu, stejnou přenosovou rychlostí, jako je komunikace mezi zdrojem a spotřebičem, v našem případě 122 baudů. Využití právě této metody ovládání zdroje přes webové rozhraní umožňuje řízení klienta z jakéhokoliv počítače připojeného ke stejné počítačové síti, nebo k internetu (v tomto případě musí být webový server připojen k internetu a mít veřejnou IP adresu).



Obr. 9 - Převodník RS232 na TTL

Příklad komunikace webové aplikace se zdrojem:

Odesílání řetězce 21H (00100001) v jazyku PHP, která rozsvítí na modulu příslušnou diodu.

Prvním krokem je nastavení přenosové rychlosti komunikace na sériovém portu příkazem

```
system('stty -F /dev/ttyS0 122');.
```

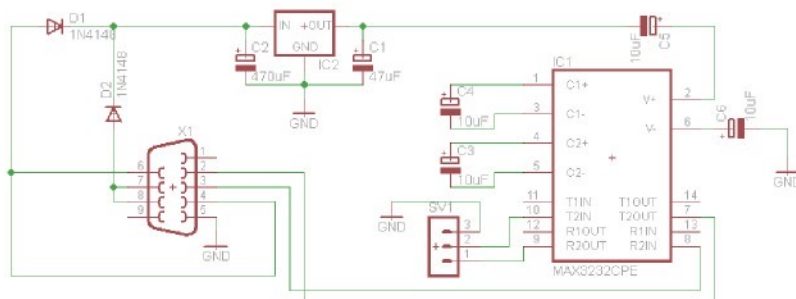
Funkcí `system` spustíme externí program systému (Linux) `stty`. Rutina nastaví požadovanou přenosovou rychlost na 122 bps na COM rozhraní označené systémem `ttyS0`. Odeslání řetězce na příslušný port se provede příkazem

```
system ('echo ! > /dev/ttyS0');.
```

K sériovému portu se pod systémem Linux přistupuje jako k souboru (cesta k souboru `/dev/ttyS0`). Tomuto souboru je nutné přiřadit příslušná práva, aby do něho bylo možné zapisovat z webového serveru. Pro zápis na COM spustíme příkaz `echo`, který zašle řetězec (v tomto případě „!“ tedy v ASCII kódu 21H) na `/dev/ttyS0`.

Při komunikaci zdroje se spotřebičem se jedná o jednosměrný asynchronní přenos. Pro přenos mezi mikroprocesorem a počítačem je použit port P3.0

mikroprocesoru a společná zem. Pro převedení signálu z RS232 na TTL je využit převodník sestávající z integrovaného obvodu MAX 232 viz[7].



Obr. 10 – Schéma převodníku RS232 na TTL

5 Řešení hardware pro regulaci otáček ss motoru

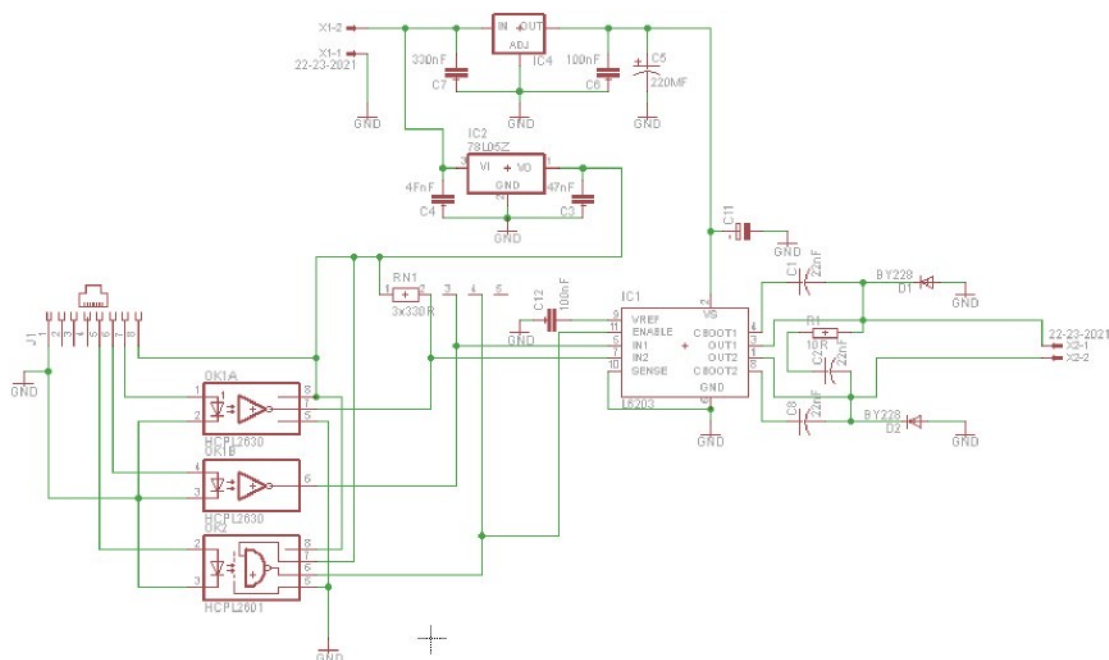
V této kapitole bude zmíněno pár vět o stejnosměrných motorech a jejich nejčastějších způsobech řízení.

V průmyslových aplikacích se nejčastěji využívá motorů s cizím buzením, které umožňuje dosažení širokého rozsahu rychlostí otáček. Otáčky se v tomto případě řídí změnou velikostí napětí kotvy a budícího proudu pomocí potenciometrů a reostatů. Tyto metody se dají používat jak odděleně, tak v některých případech je možné je dle potřeb i kombinovat. Řízení otáček velkých stejnosměrných motorů se nejčastěji řeší pomocí řízených usměrňovačů. Některé řízené usměrňovače mají i reverzaci a tím je možné ovládat nejen rychlost otáček motoru, ale i jejich směr viz.[2].

V současné době je velmi rozšířená metoda pro řízení rychlosti otáček stejnosměrného motoru pulsně šířková modulace (PWM). Tato metoda má spoustu výhod, jednak má malé ztráty na jednotlivých ovládacích prvcích (těmi jsou většinou tranzistory), čímž je dosaženo vysoké účinnosti nad 90 % a další z výhod je možnost řízení i v nízkých otáčkách, kde má motor větší sílu, než při standardním řízení. Principem je řízení střidy napětí na stroji. Stroj je dodáváno stále stejné napětí a proud, ovšem pokaždé s jinou akční dobou dle střidy spínání (PWM). Jedinou nevýhodou je snad trochu složitější zapojení ovládání a nároky na výkonové prvky (například výkonové tranzistory).

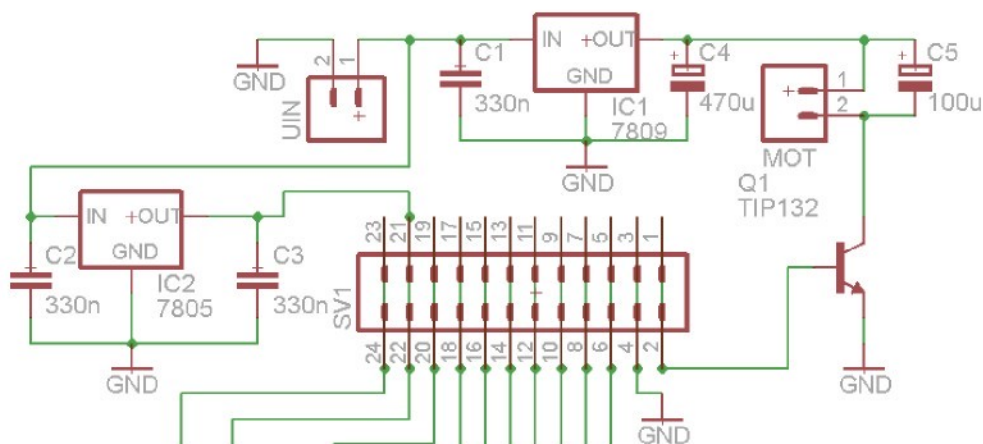
Zde jsou uvedeny dva možné způsoby zapojení ovládání stejnosměrného motoru pomocí PWM.

První z nich je řešení pomocí integrovaného obvodu L6203 umožňujícího řízení jak rychlosti otáček, tak i jejich směru. Pro tento způsob je zapotřebí použít třech signálových vstupů. Dva signálové (logické) vstupy slouží pro určení směru otáčení motoru a jeden přenáší na obvod PWM signál, pro řízení otáček. Integrovaný obvod L6203 pracuje na principu klasického H můstku a zastupuje silovou část zapojení řídicího členu.



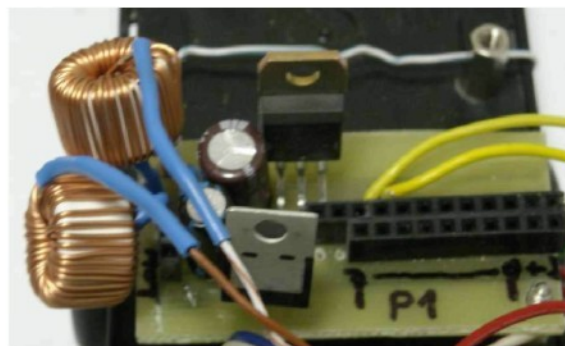
Obr. 11 - Schéma zapojení ovladače ss motoru s využitím IO L6203

Tato metoda je navržena i s přihlédnutím k tomu, aby nedocházelo k velkému rušení napájecí sítě, tudíž zde byl vložen ještě jeden stabilizátor napětí a kondenzátor 2,2 mF, který tento nežádoucí vliv omezí. Napájecí napětí spotřebiče přivedeme na napájecí svorky X1-1, X1-2. Spotřebič potom připojíme k řízeným výstupním svorkám X2-1, X2-2. Celé zapojení je následně ovládáno buď specializovaným PWM obvodem, nebo mikroprocesorem s jedním PWM a dvěma pomocnými výstupy pro řešení směru a rychlosti otáčení motoru viz.[7].



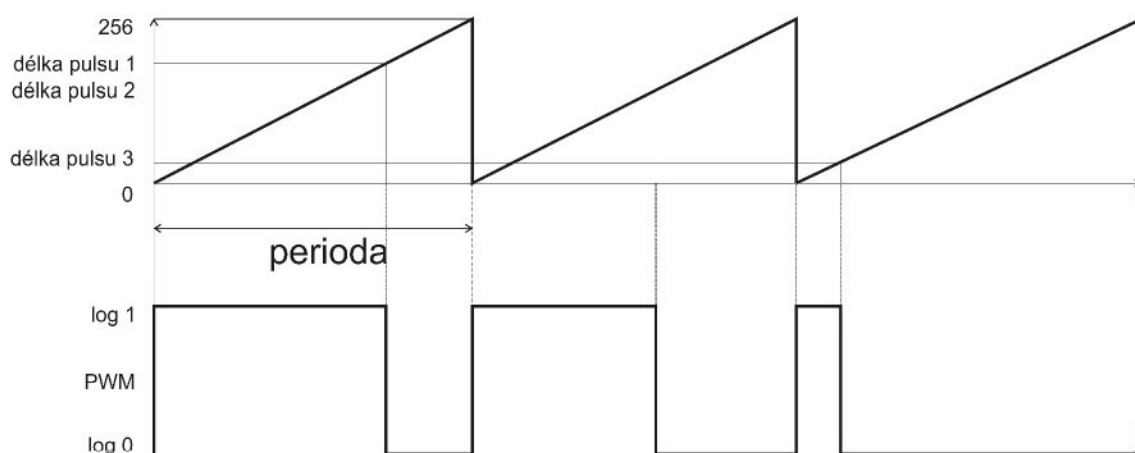
Obr. 12 - Schéma zapojení ovládacího prvku motoru bez možnosti reverzace

Další možnou variantou ovládání ss motorku je bez možností reverzace. Tento způsob je využit i u modelu, na kterém bude celý systém ověřen. V případě tohoto zapojení sice nelze ovládat směr otáčení motoru, ale pro ovládání rychlostí otáček nám stačí pouze jeden ovládací signál a to PWM ve spojení se signálovou zemí. Toto zapojení je využito i na modelu pro ověření celé konstrukce komunikace. Na svorky U_{IN} se přivede napájecí napětí, které se následně pomocí stabilizátoru upraví na potřebnou velikost. Stabilizátor zde slouží zaprvé k potlačení nežádoucích vlivů způsobených kartáči ss motorku, a zadruhé k zamezení kolísání otáček motorku po dobu přenosu dat po napájecí síti. Řízené výstupní napětí je odebíráno ze svorek MOT. Jako ovládací prvek zde je tranzistor Q1 TIP132 v pouzdře TO220, který umožňuje přenést proud až 1,5 A, což je pro naše účely postačující. Na bázi tranzistoru Q1 přivedeme pulsní PWM signál z řídicího procesoru, který nám otvírá a zavírá zmíněný tranzistor a tím přenáší pulsní energii spotřebiči (v tomto případě motorku). Při otáčení motoru nám vzniká rušení z důvodu jiskření na kartáčích. Tento jev lze eliminovat tím, že před motor předradíme stabilizátor a paralelně k motoru ještě zapojíme kondenzátor o kapacitě 220 uF. Na vstupy ovladače motoru jsou dále připojeny odrušovací cívky o indukčnosti 125 uH.



Obr. 13 - Ovladač ss motorku bez reverzace

PWM signál je generován procesorem a jeho nastavení je následující: perioda signálu je 1 ms a maximální rozlišovací schopnost je 256 úrovní viz. Obr. 14.



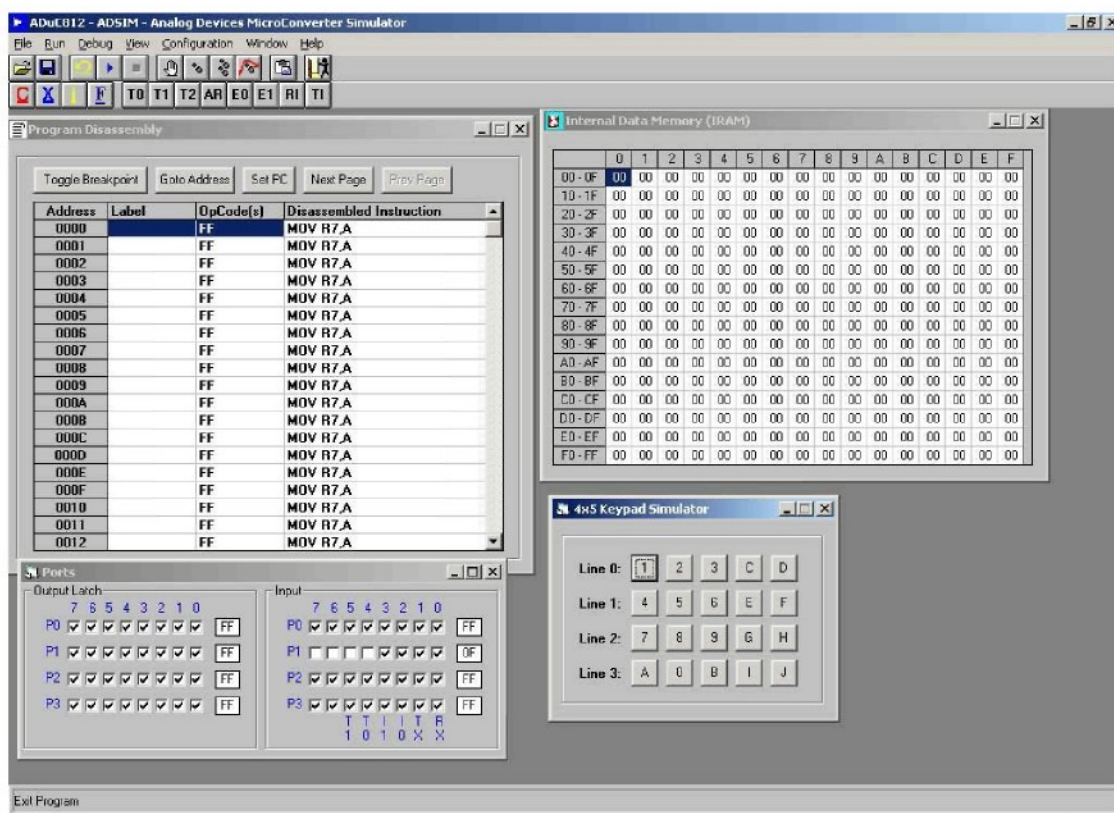
Obr. 14 – Princip generování PWM

Příklad programu pro generování PWM signálu

```
; ----- PWM generován na P3.7 -----  
  
      MOV    R1,#0           ;vymazání čítání periody  
      MOV    R2,#4           ;zpoždění /4  
      CLR    P3.7           ;P3.7 nastavit na log.0  
start_pwm:  
  
pokr:  
      INC    R1              ;uběhlý čas periody  
      CLR    C  
      DJNZ   R2,$  
      MOV    A,45H           ;na adrese 45H uložena t pulsu  
      SUBB   A,R1            ;45H-R1>0 => C=0 45H - doba pulsu  
      JNC    PULS           ;45H-R1<0 => C=1  
      CLR    P3.7           ;C=0 => P3.7=1  
      CLR    C  
      CJNE   R1,#250,start_pwm ;čítání cyklu PWM  
      MOV    R1,#0  
      JMP    start_pwm  
PULS:  SETB   P3.7           ;C=1 => P3.7=1  
      jmp    start_pwm
```

6 Nahrání programu do mikroprocesorů

Po sestrojení modulů pro komunikaci po energetické síti je před námi jeden z posledních úkonů a to kompilace programů a jejich nahrání do řídicích mikroprocesorů jednotlivých zařízení (zdroj, spotřebiče). Pro kompilaci a překlad z formátu .ASM do HEX byl použit program ASIM51. Tento program umožňuje jak překlad, tak i poukazuje na případné chyby a nedostatky v případě nesprávné syntaxe v programu. Po přeložení programu jej bylo nutné nasimulovat a k tomu byl použit volně dostupný simulátor ADSIM vytvořený pro simulaci mikroprocesoru ADuC812 od společnosti Analog Device. Mikroprocesor ADuC812 je ve většině funkcí ekvivalentní s námi používaným mikropočítačem AT89C4051.



Obr. 15 - Ukázka simulátoru ADuC 812-ADSIM

Po nasimulování programů bylo možné přikročit k jejich nahrání do jednotlivých mikroprocesorů. K tomu bylo využito programátoru celé řady mikroprocesorů firmy ATMEL PAtmel3. Programátor PAtmel3 je ovládán přes sériové rozhraní RS232. Přímě k zařízení je dodáván i ovládací software PAtmelX, který umožňuje celou řadu operací, jako načtení dat z paměti procesoru, verifikaci, zápis a mazání dat v paměti procesoru.

Před vlastním nahráváním bylo třeba sestavu programátoru doplnit o propojovací kabel. Kabel byl pro danou aplikaci vyroben vlastnoručně dle návodu výrobce použitého zařízení.

Zapojení sériového konektoru pro komunikaci mezi PC a programátorem je totožné se zapojením s COM v počítači. K propojení je tedy nutné použít křížený (laplink) kabel.



Obr. 16 - Programátor PATmel3

Tab. 6. 1. 1 Zapojení pinů 9pinového canon konektoru.

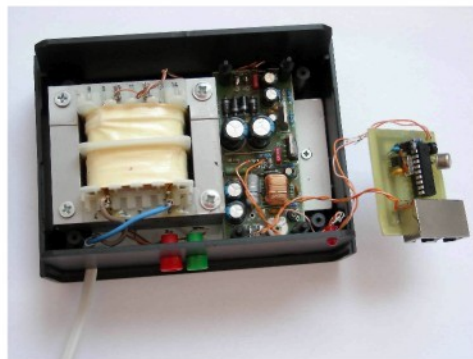
číslo pinu	1	2	3	4	5	6	7	8	9
význam	-	RX	TX	DTR	GND	-	RTS	CTS	-

7 Sestavení celého systému a ověření funkčnosti na modelu

Při sestavování systému byla nejdůležitější kompletace zdroje a jeho umístění do příslušné krabičky. Pro tento účel byla použita přístrojová krabice z černého polypropylenu s označením U-KP08 o vnějších rozměrech 70 x 110 x 150 mm s dvěma výsuvnými čely a ventilačními otvory ve vrchní i spodní části krabičky. Pro zlepšení vlastního chlazení bylo třeba vytvořit další otvory i z boku krabice u chladiče stabilizátoru.

Do čelního panelu jsou vsazeny zdířky pro konektory (banánky) výstupního řízeného napětí. Ve stejném panelu jsou umístěny i vstupně výstupní porty mikroprocesoru realizované stíněnými konektory typu RJ45. Tyto vstupy popřípadě výstupy slouží pro připojení periférií jako např. klávesnice, či led panel pro různé kontrolní aplikace. Dále je možno přes jeden z těchto portů uskutečnit komunikaci mezi zdrojem a počítačem. Součástí zdroje je i maticová šestnácti tlačítková klávesnice, připojená k výše zmíněnému portu. Klávesnici lze v případě potřeby odpojit a místo ní zapojit případnou jinou periférii.

Zapojení konektorů a I/O portů P1 a P3. Přední panel obsahuje svorky výstupního řízeného napětí označené +Ucc a GND. Dále vstupně/výstupní porty P1 a P3. Zapojení konektoru P3. Jelikož má tento port vyveden pouze sedm vývodů, byla zbylá pozice konektoru využita pro signálovou zem (tato zem



Obr. 17 – Zdroj napětí a signálu zevnitř



Obr. 18 – Zdroj přední panel



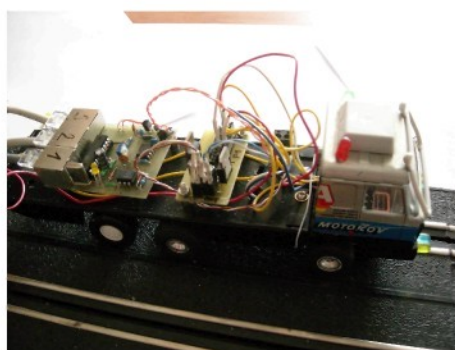
Obr. 19 – Zdroj zadní panel s klávesnicí

není shodná se zemí na zeleném konektoru). Jednotlivé vývody jsou zleva v tomto pořadí: GND, P3.0, P3.1, P3.2, P3.3, P3.4, P3.5, P3.7. Vývody pravého portu P1 jsou zapojeny zleva v tomto pořadí: P1.0, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4, P1.5, P1.6, P1.7.



Obr.20 – Zdroj v/v porty

Dalším neméně důležitým prvkem je i speciálně upravený model auta, na kterém lze celou komunikaci otestovat. Z důvodu rozměrů přijímací platformy byl zvolen model nákladního automobilu, aby se do něho vešly veškeré potřebné prvky pro kompletní otestování. Součástí modelu je i sada LED demonstrující rozšiřující využití vstupů a výstupů a ovladač pro PWM řízení stejnosměrného motorku.



Obr. 21 – Testovací model - uvnitř

Modul umístěn v modelu automobilu přijímá povely od zdroje přes napájecí vedení, implementované do jízdní dráhy modelu (upravená dětská autodráha). Není tedy potřeba žádného dalšího datového vodiče.

Na modelu byla testována spolehlivost přenosu způsobem, že se ze zdroje ke klientu odesílaly požadavky na určité akce a klient zobrazoval danou akci na zobrazovacích prvcích (LED). Současně byl na modelu zobrazeno přerušení od sériové linky, které zobrazovalo přijetí dat. V průběhu testu byla měněna rychlost otáček motorku (rychlost autíčka) a zjišťovalo se, kolik požadavků nebude doručeno, popřípadě jestli byl správně doručen požadavek. Zda byl požadavek správně doručen, demonstruje daná akce. Pokud byla informace při přenosu poškozena zobrazil se pouze příjem dat, ale požadovaná akce nebyla provedena. Problém nastal, při zvýšení rychlosti autíčka, kdy se projevila nerovnost dráhy a docházelo k přerušení styku s dráhou, což mělo za následek buď úplnou ztrátu dat, nebo alespoň poškození přenášené informace. Zjištění tedy bylo takové, že se data dala přenášet jen při nízkých rychlostech autíčka, kdy se stihla celá



Obr. 22 – Testovací model - vně

informace přenést mezi jednotlivými nerovnostmi dráhy (spoji jednotlivých dílů dráhy).
V případě, že se autíčko nepohybovalo, byl přenos téměř stoprocentní.

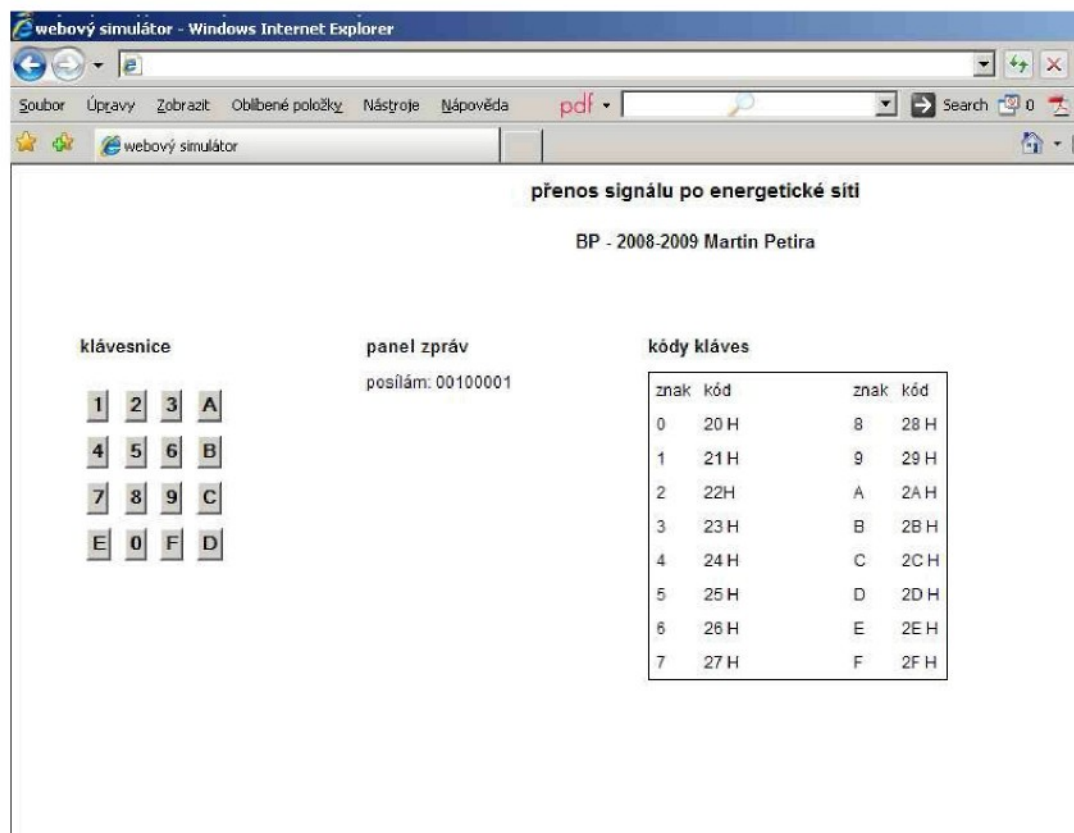
8 Návod na ovládání systému

Zdroj propojíme pomocí napájecích kabelů se spotřebičem. Po propojení všech součástí systému je třeba zapojit zdroj do elektrické sítě 230 V střídavých a následně lze již dle požadavků z klávesnice od zdroje popřípadě z připojeného PC ovládat klientská zařízení propojená s touto energetickou soustavou.

Místo klávesnice lze použít jakékoliv snímače například dvupolohový snímač teploty, či intenzity osvětlení, popřípadě senzor pohybu. U těchto senzorů je nezbytné, aby jejich ovládací výstupy byly upraveny pro TTL logiku. Dále je třeba mírně poupravit program, aby byl zdroj schopen na tato čidla reagovat.



Obr. 23 – Zdroj – ovládací klávesnice



Obr. 24 - Webový simulátor pro ovládání spotřebiče přes PC

Ovládání spotřebiče přes webové rozhraní je řešeno následovně: do webového prohlížeče se napíše adresa webového serveru připojeného ke zdroji signálu pro přenos

po energetické síti. Zobrazí se výše uvedená stránka a na té je ovládání simulováno pomocí klávesnice. Při stisku tlačítka na klávesnici se odešle zdroji přes sériové rozhraní patřičný kód zobrazený v tabulce kódy kláves. Panel zpráv přitom zobrazuje probíhající akci.

9 Závěr

Na základě testování bylo zjištěno, že se data přes napájecí vedení přenášejí téměř bez problému, ovšem při testování na modelu, který byl k napájecímu vedení připojen přes sběrací kartáče, se několik nedostatků vyskytlo. Problémy nastaly při ztrátě kontaktu vozidla s napájecí dráhou. V případě, že se kontakt ztratí v průběhu komunikace, dojde ke ztrátě nebo znehodnocení přenášené informace. To znamená, že akční prvky neprovedou daný povel.

V případě pevného připojení spotřebiče k napájecímu vedení byl přenos téměř bezproblémový. Lze tedy konstatovat celkem úspěšný průběh řešení. Ovšem je jisté možné tento systém i nadále vylepšovat, zdokonalovat a implementovat do různých užitečných aplikací, jak je tomu ve všech odvětvích vědy a techniky.

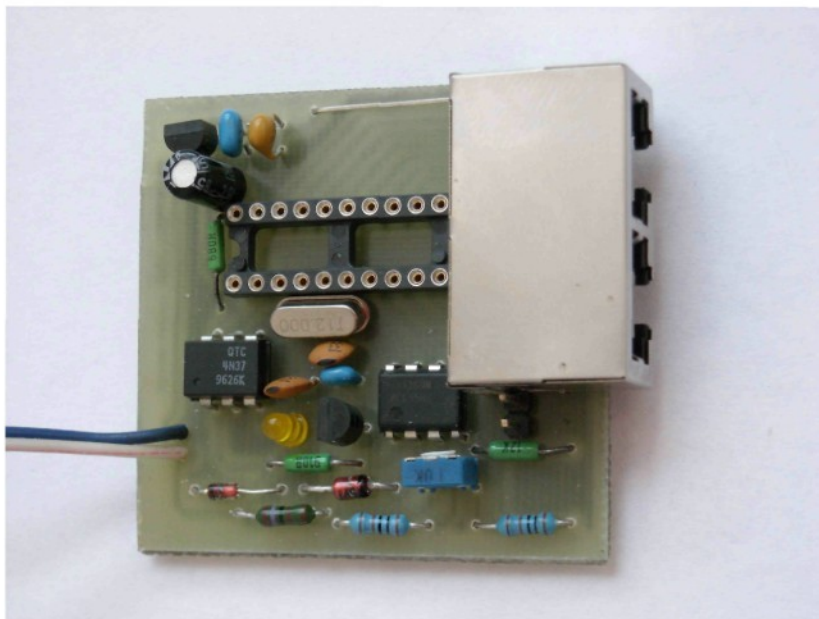
Zařízení může být využito pro spoustu užitečných aplikací určených především v průmyslovém sektoru. Jelikož se jedná o multifunkční prvek, co se týká možností využití vstupů a výstupů, lze jej zakomponovat například do systému zabezpečovací techniky, ovládání vzduchotechniky a klimatizačních systémů (ovládání ventilací).

Další výhodou je snadná záloha pomocí olověných autoakumulátorů. Jelikož se jedná o zařízení využívající napětí do 20 V, lze jej také bez problému využít pro řízení prvků napájených z autobaterií (24 Vss). Tato alternativa sice v tomto textu zmíněna nebyla, ale po drobných úpravách zdroje je tento způsob použitelný. Tímto se otvírá i možnost dalšího rozšiřování tohoto řešení.

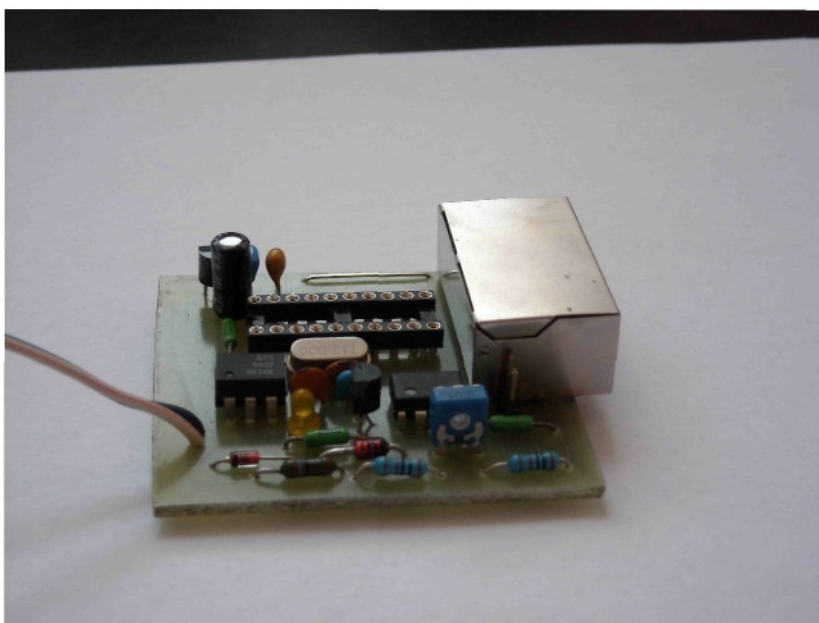
10 Použité materiály a literatura

- [1] Peter W. Gofton. Sériová komunikace. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1995. 240s. ISBN: 80-7169-131-3
- [2] Ota Roubíček. Elektrické motory a pohony. 1. vyd. Praha: BEN – Technická literatura, 2004. 192s. ISBN: 80-7300-092-X
- [3] Petr Skalický. Mikroprocesory řady 8051. 1. vyd. Praha: BEN – Technická literatura 1997. 112s. ISBN: 80-86056-13-9
- [4] DHservis. Sériový kanál [online], 10. 5. 2009. URL:< <http://www.dhservis.cz/serial.htm> >
- [5] ATMEL. 8051 Architecture - Datasheets. rev. F, updated 6/08 [Online], 2008. 19s
URL:< http://www.atmel.com/dyn/products/product_card.asp?part_id=1939>
- [6] HWserver. Efektivně na PWM s x51,[Online], 10. 5. 2009
URL:< <http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Programovani/ART471-Efektivne-na-PWM-s-x51.html>>
- [7] DHservis. Kompaktní převodník úrovní TTL, [Online], 10. 5. 2009
URL:<<http://www.dhservis.cz/dalsi/prevodnik.htm>>

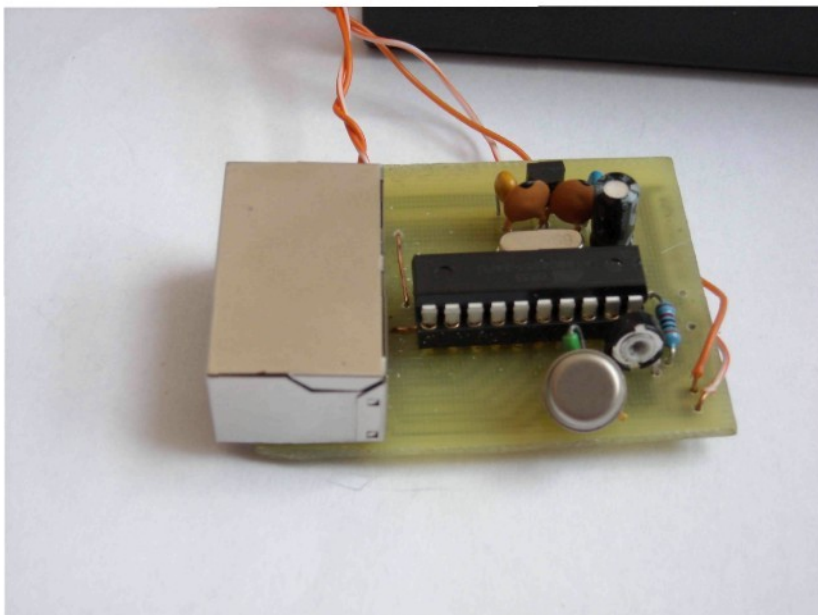
Příloha A – Fotodokumentace



Klientský modul – pohled z hora.



Klientský modul – pohled z boku.

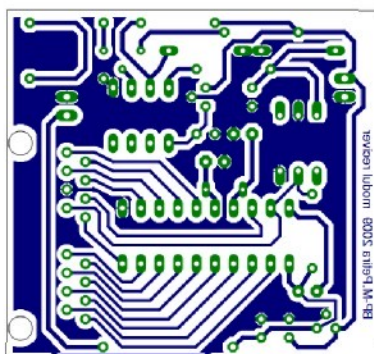


Řídící modul zdroje

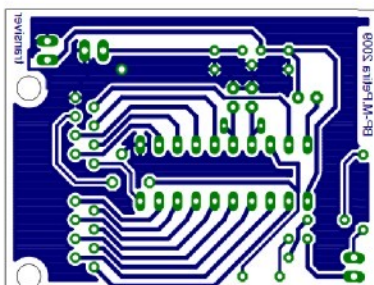


Řízený zdroj

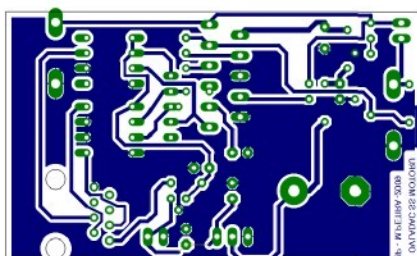
Příloha B – DPS všech použitých prvků



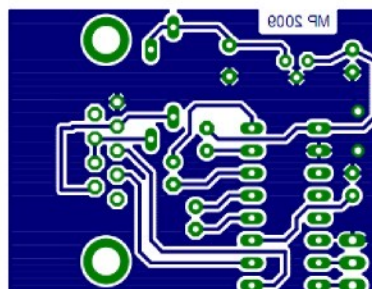
DPS přijímač verze2



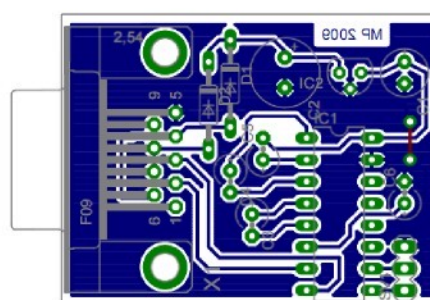
DPS - ovladač zdroje



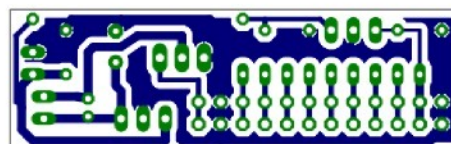
DPS ovladač ss motorku s reverzací



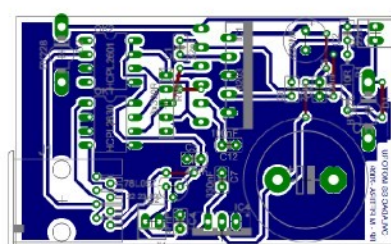
DPS - převodník RS232 - TTL



Součástky - převodník RS232 - TTL



DPS – PWM ovladač ss motorku



PWM ovladač ss motorku s reverzací

Příloha C – Schéma ladící části použitého stab. Zdroje

