

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra fyziky

Bakalářská práce
Vývoj elektronické regulace otáček dmyhadla
automobilového topení

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Petr Adámek, Ph.D.

České Budějovice 2008

Petr Zikmund

Anotace

Bakalářská práce se zabývá vývojem a realizací zařízení pro automatické ovládání dmyhadla automobilového topení stojícího nebo pomalu jedoucího automobilu v závislosti na otáčkách motoru. Součástí je stručný popis mikroprocesoru firmy Atmel AT89C2051[©], popis stabilizátoru napětí a možnost využití zařízení.

Annotation

This bachelor work addresses the progress and the realization of an equipment for an automatic car control blower of a standing or a slowly running car in dependence on the turns(revolutions) of the engine. A part of that work is a brief description of a mikroprocessor Atmel AT89C2051 ©, description of a tension stabilazer and a possible utilization of the device.

Čestné prohlášení autora

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 20.10.2008

.....

Petr Zikmund

Poděkování

Děkuji doc. PaedDr. Petru Adámkovi, vedoucímu bakalářské práce za velmi užitečnou pomoc a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

Obsah

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | Úvod a cíle práce | 6 |
| 2 | Analýza problému | 6 |
| 3 | Návrh řešení | 7 |
| | 3.1 Možné alternativy řešení | 7 |
| | 3.2 Zdůvodnění zvoleného řešení | 7 |
| | 3.3 Popis řešení | 7 |
| 4 | Princip činnosti vyvíjeného systému | 8 |
| 5 | Popis použitých komponentů pro realizaci regulátoru | 9 |
| | 5.1 Stručná charakteristika mikroprocesoru AT89C2051 [®] | 9 |
| | 5.1.1 Podrobný popis procesoru | 10 |
| | 5.1.2 Technické vlastnosti řadiče AT89C2051 [®] | 11 |
| | 5.1.3 Časování vnitřních obvodů | 14 |
| | 5.1.4 Vstupní / Výstupní obvody | 15 |
| | 5.1.5 Čítače / časovače | 16 |
| 6. | Stabilizátor MA 7805[®] | 17 |
| | 6.1 Základní parametry IO MA7805 [®] | 19 |
| 7. | Technická realizace regulátoru | 20 |
| | 7.1 Popis schématu zapojení | 20 |
| 8. | Oživení | 25 |
| 9. | Dosažené parametry | 25 |
| 10. | Seznam součástek | 26 |
| 11. | Závěr | 27 |
| 12. | Přílohy | 28 |
| 13. | Seznam literatury | 30 |

1 Úvod a cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vyvinout a realizovat regulační zařízení pro automobilové topení. Zařízení bude automaticky regulovat otáčky dmychadla automobilového topení stojícího nebo pomalu jedoucího automobilu. Tato regulace bude zajištěna pomocí elektronického regulačního obvodu v závislosti na otáčkách motoru [1].

2 Analýza problému

Pokud projíždí automobil městem v koloně aut a má zapnutý ventilátor topení, vhání do interiéru vozidla vzduch obsahující ve značné míře zplodiny z výfuků před vozidlem stojících nebo kolem pomalu projíždějících automobilů. Toto je velmi nepříjemné, často poté dochází u řidičů i ostatních členů posádky k bolestem hlavy a jiným zdravotním problémům. Toto vede k tomu, že řidič se více než řízení vozidla a sledování okolního provozu věnuje zapínání a vypínání ventilátoru. Z tohoto důvodu dochází ke snížení pozornosti řidiče a zvětšuje se riziko dopravní nehody, která může zapříčinit nejen materiální škody, ale také může dojít k újmě na zdraví u účastníků silničního provozu. Také se snižuje komfort posádky vozidla, která vdechuje venkovní zplodiny. Obzvláště toto pociťují řidiči a spolujezdci, kteří mají zaměstnání v kterém stráví celou svoji pracovní dobu pouze ježděním po městě, nebo místech s hustým silničním provozem. K tomuto problému může také dojít v různých firmách, kde automobily jezdící v areálu firmy vjíždějí do nevětraných uzavřených provozů. Dále v zimním období dochází při častém stání vozidla v koloně v důsledku nízkých otáček motoru a tím i vodního čerpadla k nedostatečnému proudění ohřáté chladicí kapaliny do výměníku tepla. Při stále sepnutém ventilátoru topení proudí do interiéru vozu, z důvodu nedostatečného ohřátí výměníku chladný vzduch, což také snižuje komfort posádky.

Tato bakalářská práce přispívá ke snížení rizika dopravní nehody a zároveň zvyšuje komfort při jízdě automobilem.

3 Návrh řešení

3.1 Možné alternativy řešení.

Tento problém lze řešit několika způsoby. Mohla by se použít klapka, která by mechanicky zamezila proudění vzduchu do interiéru i přes stále sepnutý ventilátor topení. Tím by ovšem docházelo k přehřívání elektrického motoru ventilátoru, který je chlazen proudícím vzduchem.

Je také možné vytvořit vnitřní cirkulaci vzduchu, jako je tomu u nejmodernějších automobilů. Toto řešení by znamenalo konstrukční zásahy do rozvodů ventilace, což by bylo finančně nákladné a zároveň by nebyl odstraněn problém manuálního ovládání.

Jiným řešením, by bylo přídavné elektrické topení, které by ovšem neřešilo problém zcela, protože by nadále docházelo k proudění zplodin z vnějšku do interiéru.

Dalším řešením je použít automatické zapínání a vypínání ventilátoru topení v závislosti na otáčkách motoru.

3.2 Zdůvodnění zvoleného řešení.

K řešení problému bylo vyvinuto zařízení, které zcela automaticky zapíná nebo vypíná ventilátor automobilu s částečným zpožděním v závislosti na otáčkách motoru automobilu. Bylo zavedeno časové zpoždění zapnutí z důvodu, aby při řazení jednotlivých rychlostních stupňů, při kterém dojde ke krátkodobému poklesu otáček, nebyl ventilátor automaticky vypínán. Zároveň je tím zamezeno tomu, aby ventilátor krátkodobě sepnul při pomalém popojíždění v koloně, což by nebylo žádoucí. Toto řešení není finančně náročné a i jeho samotná aplikace do automobilu není technicky a časově náročná

3.3 Popis řešení

Pro zvolené technické řešení byl navržen následující postup:

- Použití naprogramovaného mikroprocesoru ATMEL – AT89C2051[©].
- Navržení plošného spoje.
- Osazení plošného spoje.
- Oživení zařízení.
- Popis principu činnosti.
- Popis schématu zapojení (jednotlivých dílů).
- Posouzení funkce zvoleného řešení.

4 Princip činnosti vyvíjeného systému

Zařízení má shodné napájecí napětí s napětím palubní sítě používající osobní automobily, tj. 12 V stejnosměrných. Je možné též použití tohoto zařízení u automobilů s jinou hodnotou napětí palubní sítě s použitím stabilizovaného napětí 12 V. Signály pro ovládání zařízení se připojují ke kontaktu č.1 zapalovací cívky vozidla. Toto označení zapalovací cívky používá většina známých výrobců vozidel, takže není problém implementovat zařízení do ostatních vozidel [2].

Regulační zařízení je vhodné použít v automobilech, které mají čtyřválcový čtyřdobý nebo šestiválcový čtyřdobý motor. Toto konkrétní zařízení je vyvinuto pro čtyřválcový čtyřdobý motor. Signalizace činnosti regulace bude realizována zelenou LED diodou, která bude umístěna v zorném poli řidiče.

Z konstrukce čtyřdobých zážehových motorů je patrné, že za chodu motoru je generována polovina zapalovacích impulsů za jednu otáčku klikového hřídele vzhledem k počtu válců. U šestiválcových motorů jsou to tři impulsy a u čtyřválcových motorů dva impulsy za jednu otáčku klikového hřídele. Hodnotu otáček důležitou pro naše zařízení jsme zvolily 1800 otáček klikového hřídele (motoru) za minutu, tzv. rozhodovací úroveň. Při těchto otáčkách dojde u čtyřválcového motoru k 3600 impulsům za minutu, to je 60 impulsů za sekundu [2].

Mikroprocesor načítá tyto impulsy a zároveň je v sekundových intervalech vyhodnocuje. Pokud v cyklickém čtení přečte mikroprocesor 3x logickou „1“ a poté 3x logickou „0“ v intervalu $600 \mu\text{s}$ na vstupu, interpretuje úroveň impulsů jako platnou, správnou. Pokud nebude tato podmínka splněna, bude daná úroveň vyhodnocena jako neplatná, špatná [3].

Dále, podle nastavené prodlevy, (kterou je možné nastavit libovolně: 1, 2, 4, 8 sekund), byly zvoleny 4 sekundy, reaguje mikroprocesor spínáním nebo rozepínáním relé na výstupu. Relé poté spouští nebo naopak vypíná ventilátor topení automobilu. Tím dochází k požadované automatické regulaci.

5 Popis použitých komponentů pro realizaci regulátoru

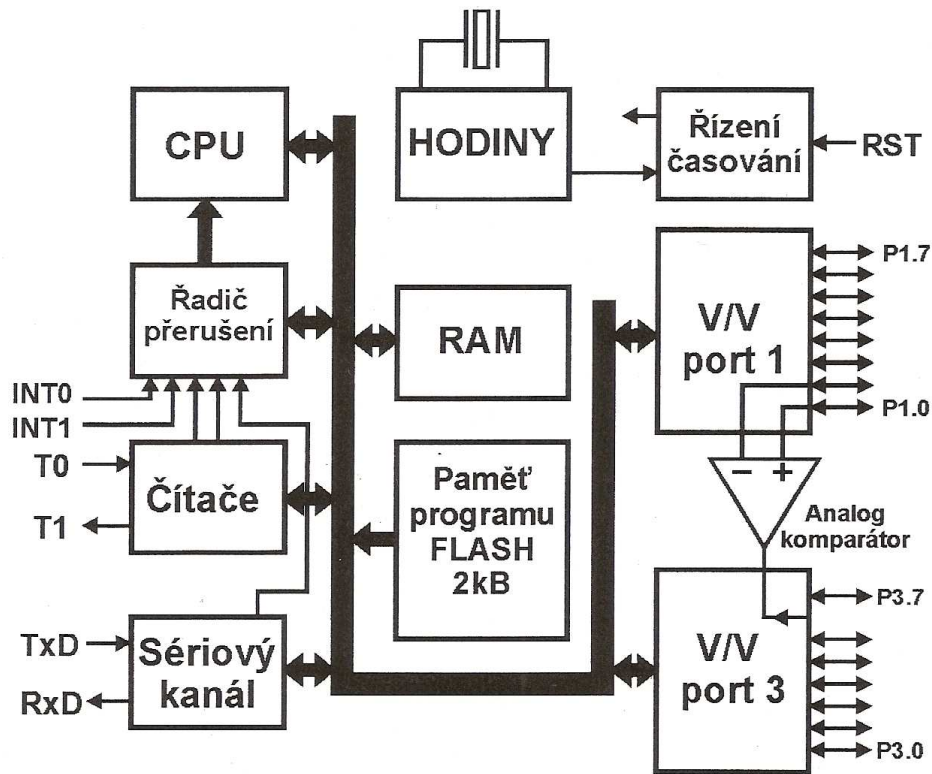
5.1 Stručná charakteristika mikroprocesoru AT89C2051[®]

- kompatibilita s obvody řady 51
- 2 Kbyte programové paměti FLASH na čipu
- napájecí napětí v rozsahu 2,7 V až 6 V
- životnost paměti: 1000 mazacích cyklů
- ochrana programu proti přečtení
- hodinová frekvence 0 Hz až 24 Mhz
- 128 byte RAM na čipu
- 15 vstupů / výstupů
- možnost přímého buzení LED (velký výstupní proud)
- analogový komparátor
- dva 16 b čítače / časovače
- 6 zdrojů přerušení
- sériový kanál UART
- možnost nastavení režimu se sníženou spotřebou
- přijatelný výkon / cena

Procesor je vhodný k použití v aplikacích, kde není požadován velký výpočetní výkon a program se vejde do 2 Kb paměti (řízení displejů, grafických modulů, řízení obvodů pro sběrnici IIC – paměti, signálové procesory atd.) [4].

Tento procesor má velmi příznivý poměr cena / výkon. Jedná se o mikrořadič v pouzdře DIP20 s určitými úpravami ve vnitřním zapojení oproti klasickému 8051. K dispozici jsou pouze výstupní brána P1 a částečně P3. Vstupní / výstupní linka P3.6 není zapojena, ale má v mikrořadiči novou funkci. Na místě tohoto datového bitu lze na adresy brány P3 přečíst stav výstupu analogového komparátoru. Velikost pouzdra předurčuje AT89C2051 pro nasazení v menších a jednodušších zapojeních, kde vystačíme s pamětí programu do 2 kB. I přes omezený počet vývodů zůstal zachován sériový kanál a dva 16bitové čítače / časovače.

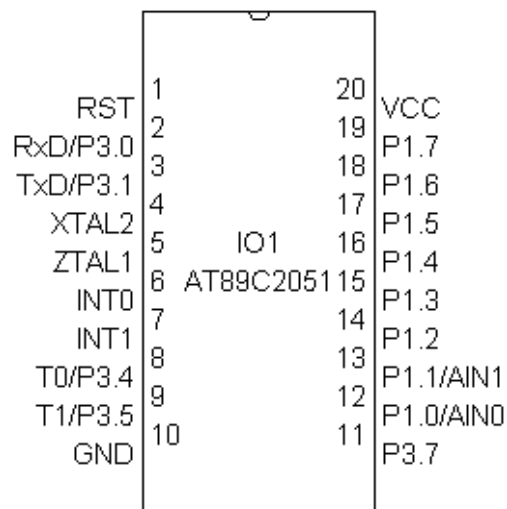
5.1.1 Podrobný popis procesoru



Obr. 1 Blokové schéma procesoru AT89C2051[®]

Obvod AT 89C2051[®] firmy Atmel je jednočipový procesor s harvardskou architekturou v CMOS technologii a jeho blokové schéma je na obr. 1. Na čipu je integrována programová paměť typu FLASH o velikosti 2 Kbyte. Výrobce zaručuje, že paměť je možné 1000 krát přeprogramovat. Při zápisu programu do paměti FLASH lze nastavením řídicích bitů LB1 s LB 2 zakázat čtení a tím zabránit případnému zcizení programu. Procesor je schopen činnosti po připojení napájecího napětí a krystalu na vývody XTAL1 a XTAL2. Výhodou je plně statický provoz – obsah všech vnitřních registrů zůstane zachován i při snížení hodinového kmitočtu na nulu. Instrukční soubor je stejný jako u procesorů řady 51 [5].

5.1.2 Technické vlastnosti řadiče AT89C2051[®]



Obr.2 Zapojení vývodů AT89C2051[®]

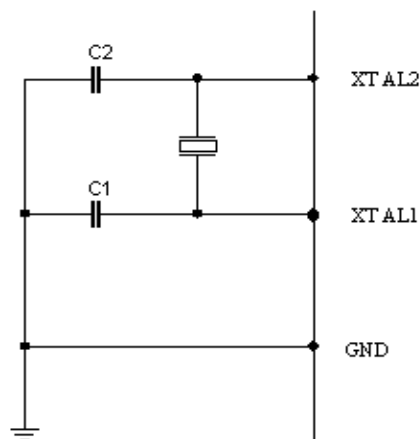
Zapojení vývodů mikroprocesoru je na obr. 2. Napájecí vývody Vcc a GND umožňují připojit napájecí napětí v rozmezí od 2,7 V do 6,0 V pro frekvenci 12 Mhz nebo v rozmezí 4,0 V až 6,0 V pro mikrořadič s frekvencí 24 Mhz. Port P1 s osmi vývody P1.0 až P1.7 je obousměrný a umožňuje vstup i výstup. Vývody P1.2 až P1.7 mají vnitřní kolektorové rezistory s odporem několik desítek $k \square$ připojeným na kladné napájecí napětí. Vývody P1.0 a P1.1 jsou s otevřeným kolektorem a lze je použít jako vstupy analogového komparátoru. Port P1 se rovněž využívá pro programování a verifikaci interní paměti programu, viz. Obr. 3: Zapojení komparátoru v AT89C2051[®].

Port 3 se rovněž využívá pro programování a verifikaci interní paměti programu. Jednotlivé vývody obou portů je možno zatížit proudem až 20 mA při nízké logické úrovni. Je tak možné přímo budit diody LED nebo sedmisegmentové zobrazovače LED. Celkový proud všech vývodů nesmí ovšem překročit hodnotu 80 mA.

Dalším vývodem mikrořadiče AT 89C2051[®] je RST. Jedná se o vstup signálu *reset* – nulování, který slouží k počátečnímu nastavení některých vnitřních obvodů mikrořadiče.

Nulování se provádí tak, že na vývodu RST musí být připojena logická hodnota 1 nejméně po dobu dvou strojových cyklů (tj. 24 period oscilátoru). Během nulování jsou nastaveny všechny I/O vývody na logickou hodnotu 1 a mohou se tedy ihned používat jako vstupy. Obsah vnitřní paměti RAM se funkcí nulování neovlivňuje. Při zapnutí napájecího napětí ovšem není obsah paměti RAM definován. Prakticky se funkce nulování zajišťuje připojením elektrolytického kondenzátoru s kapacitou $10 \mu F$ mezi vývod RST a kladné napájecí napětí, a rezistoru s odporem $8,2 k\Omega$ zapojeného mezi vývod RST a nulový potenciál (GND).

Vývod XTAL1 je vstupem invertujícího zesilovače oscilátoru a lze k němu přímo připojit externí hodinový signál. Častější je ovšem připojení krystalu s rezonanční frekvencí max. 24 Mhz mezi vývody XTAL1 a XTAL2, ke kterým se dále připojí dva keramické kondenzátory $33 pF$ spojené s GND, jak je znázorněno na obr. 4. Oscilátor budí vnitřní generátor hodin, který poskytuje hodinové signály pro procesor.



Obr.4 Zapojení obvodu oscilátoru

5.1.3 Časování vnitřních obvodů

Časování vnitřních obvodů mikrořadiče vychází z hodinové frekvence oscilátoru. Dvanáct period oscilátoru vytváří strojový cyklus, ve kterém je provedena jednocyklová instrukce. Dvoucyklové instrukce potřebují ke svému provedení dva strojové cykly. Více než dva strojové cykly potřebují pouze dvě instrukce, a to instrukce MUL (Multiply – násobení) a DIV (Divide – dělení). Obě vyžadují čtyři strojové cykly. Na začátku každého strojového cyklu je operační kód přenesen z paměti programu, adresované čítačem programu PC do registru instrukcí a v něm je uložen po celou dobu trvání cyklu. Výstupy registru jsou pak zavedeny do dekodéru instrukcí. Ten aktivuje jednotlivé mikroinstrukce, které v řadiči podmiňují generování řídicích signálů nebo se stávají součástí dat přenášených vnitřní sběrnici. Při maximálním hodinovém kmitočtu 24 Mhz trvá jeden strojový cyklus 0,5.

Znalost doby trvání cyklu a tím i doby provedení jednotlivých instrukcí je důležitá např. při generování časových zpoždění programem.

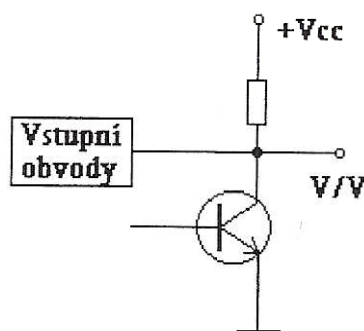
Důležitou součástí vnitřní datové paměti RAM je sada speciálních funkčních registrů (SFR). K těmto registrům se přistupuje prostřednictvím symbolů, které jsou jednotlivým registrům přiřazeny. Střadač (ACC) je registr, který má obvyklé funkce střadače.

V operandových částech instrukcí pro práci se střadačem se označuje písmenem A. Registr V se používá při aritmetických operacích násobení a dělení. Pro ostatní instrukce se může využít jako jiný registr tzv. v zápisníkové paměti. Ukazatel zásobníku (SP) může ukazovat kamkoliv do vnitřní paměti RAM. Provedením funkce REST se nastaví obsah SP na hodnotu 0,7 H. Ukazatel dat (DPTR) je tvořen dvěma byty (DPH a DPL) a uchovává 16-ti bytovou adresu. Porty (P1 a P3) jsou registry obsahující záchytné klopné obvody (latche) portu 1 a 3. Stavové slovo programu (PSW) uchovává stavy některých registrů a klopných obvodů, nastavovaných vybranými akcemi mikrořadiče. Bit 7 stavového slova má symbol CY a jedná se o příznak přenosu (CARRY FLAG). Bit 6 (AC – Auxiliary Carry Flag) je příznak pomocného přenosu a používá se při operacích s čísly v kódu BCD. Bit 5 (F0 – Flag 0) je uživatelský

příznak, jeho využití je ponecháno na úvaze uživatele. Bit 4 (RS1) a bit 3 (RS0) jsou řídicí registry pro výběr sady registrů. Nastavují a nulují se softwarově a určují jednu ze čtyř bank registrů, která se bude využívat v dané části programu. Bit 2 (OV – Overflow Flag) je příznak přetečení, bit 1 není využit a bit 0 (P – Parity Flag) je příznak parity a indikuje lichý nebo sudý počet bitů ve střadači, které obsahují jedničku. Vyrovňovací paměť sériových dat (SBUF) tvoří ve skutečnosti dva oddělené registry a to vyrovnávací registr pro vysílání a vyrovnávací registr pro příjem. Registrové páry (TH0, TL0) a (TH1, TL1) jsou 16-bitové čítací registry, pro časovače/čítače 0a01. Registry speciálních funkcí IP, IE, TMOD, TCON a PCON obsahují řídicí a stavové bity pro přerušovací systém časovače/čítače a sériový port.

5.1.4 Vstupní / Výstupní obvody

Výstupní budiče jsou zapojeny podle obr. 5. Výhodou je jednoduchost a velký výstupní proud ve stavu log.0 (20 mA). Na vývody P1.0 a P1.1 jsou připojeny vstupy analogového komparátoru. U těchto dvou vývodů nejsou vnitřní kolektorové rezistory. S tím je nutné počítat v tomto případě, kdy komparátor nebude použit a vývody se musí ošetřit přidáním vnějších rezistorů proti + napájení. V režimu čtení musí být tranzistory zavřené, (před čtením je nutné zapsat do výstupního registru brány log. 1).

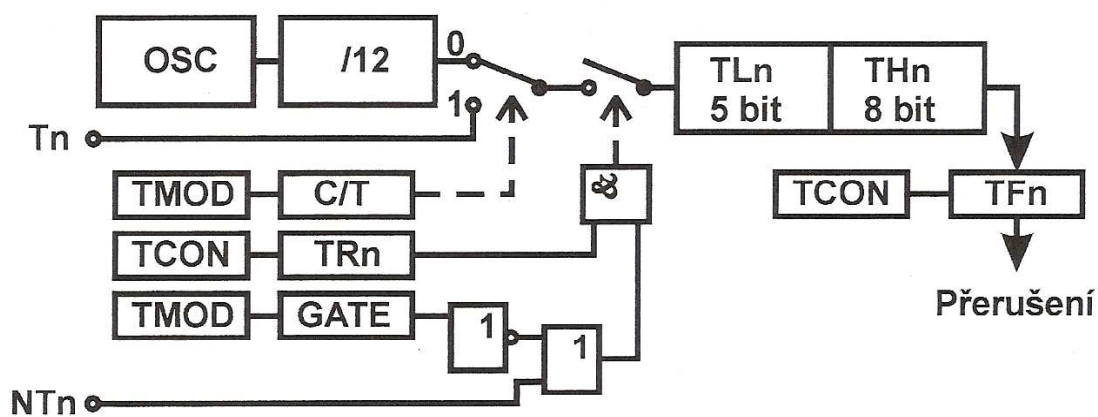


Obr.5 Zapojení výstupních budičů

5.1.5 Čítače / Časovače

Procesor obsahuje dva 16-ti bitové čítače, jejichž obsah je přístupný pomocí registrů TH0, TL0 pro čítač 0 a TH1, TL1 pro čítač 1, viz obr.6. Vstupní signál pro čítače je možné brát buď z vnějšího zdroje pomocí vstupů procesoru T0 a T1, nebo signál odvozený z oscilátoru hodinového kmitočtu. Je-li zdrojem signálu vnitřní oscilátor procesoru potom je čítač v režimu časovače a inkrementuje se každý strojový cyklus (12 period oscilátoru). Ve funkci čítače vnějších událostí se obsah příslušného registru zvyšuje o jedničku

vždy při sepnuté hraně na vývodu Tn. Zjistí-li se v jednom cyklu úroveň log.1 a v příštím log.0 přičte se k obsahu čítače jednička. Nová hodnota je v čítači nastavena v době S3P1 následujícího cyklu za cyklem, ve kterém byla zjištěna změna. Protože zjištění změny na vstupech Tn trvá 2 strojové cykly (24 period oscilátoru), je maximální čítaný kmitočet vnějšího signálu 1/24 kmitočtu oscilátoru mikropočítače. Logická úroveň čítaného signálu musí zůstat nezměněna vždy alespoň 1 celý strojový cyklus. Konfiguraci čítače / časovače 0 a 1 zajišťujeme naprogramováním registru TMOD. Vlastní čítače se programově spouští nebo zastavují nastavením nebo vynulováním bitu Trn v registru TCON.



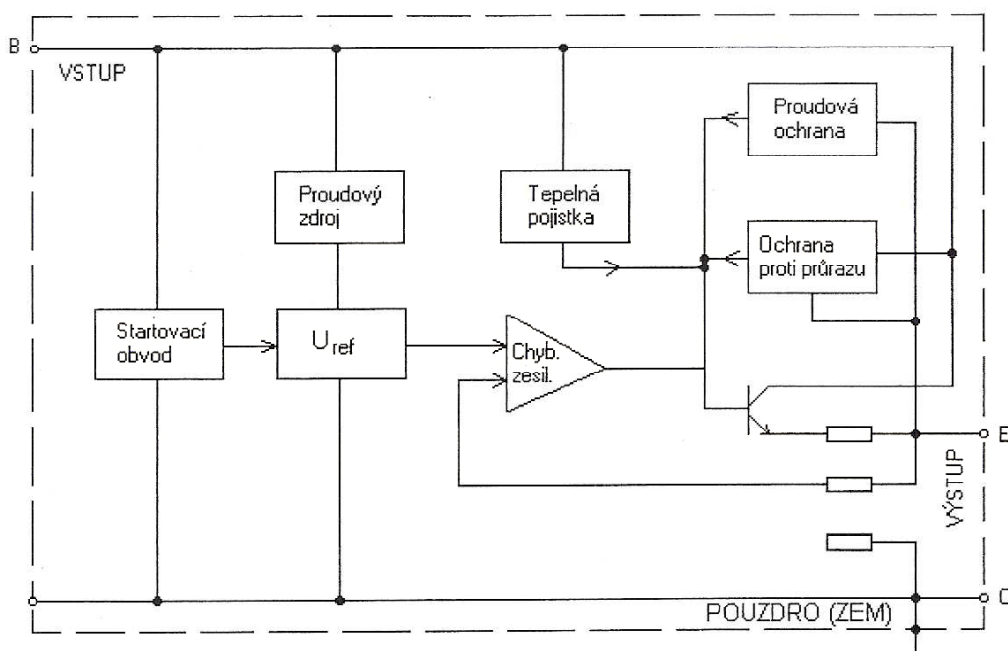
Obr. 6 Blokové schéma čítače / časovače v módu 0

Blokové schéma módu 1 je stejné jako mód 0 s tím rozdílem, že čítač Tln má 8 bitů a dohromady s čítačem Thn tvoří 16 bitový čítač. V módu 2 pracuje registr Tln jako čítač s obvodovým přednastavením na hodnotu uloženou v registru Thn při přetečení čítače Tln. V předcházejících módech byla funkce časovače 0 a 1 shodná. V módu 3 dochází u čítače 0 k jeho rozštěpení na dva samostatné osmibitové čítače TL0 a TH0. Čítač TL0 využívá standartní signály C / T, GATE, TR0, INT0 a TF0. Přetečení nastavuje příznak TF1. Pracuje-li čítač 0 v režimu 3, potom čítač 1 může pouze generovat přenosovou rychlost pro sériový kanál nebo být využit v aplikaci, která nevyužívá přerušení.

6 Stabilizátor MA 7805[©]

Jedná se o výkonový monolitický stabilizátor napětí z rodiny MA78XX (5 V, 12 V, 15 V, 24 V) s výstupním proudem do 1,5 A, který je vhodný pro průmyslové použití. Popisovaný obvod je třísvorkový, je vestavěn do běžného pouzdra výkonového tranzistoru K601/F601 a je vybaven obvody pro ochranu před tepelným přetížením a průrazem. Blokované zapojení a výkres pouzdra je na obr. 7.

Vestavěný zdroj referenčního napětí je sestaven ze sériové kombinace emitorového přechodu NPN tranzistoru (polarizovaného v propustném směru) a kompenzačního rezistoru, kterými protéká proud úměrný absolutní teplotě. Teplotně závislý proud je odvozován z rozdílu emitorových napětí dvou tranzistorů pracujících s rozdílnou proudovou hustotou. Záporný teplotní koeficient čelně polarizovaného přechodu se kompenzuje teplotním součinitelem kompenzačního sériového rezistoru. Výsledný teplotní součinitel sériové kombinace je tedy nulový. (Pokud má součtový úbytek napětí velikost 1,205 V, což odpovídá šířce zakázaného pásu křemíku).



Obr. 7 Blokové schéma stabilizátoru napětí MA7805[©]

Tento referenční zdroj má vynikající vlastnosti, proto jsou parametry zmíněných stabilizátorů jen velmi málo teplotně závislé. Vnitřní chybový zesilovač je kmitočtově kompenzovaný, takže vnější kompenzace se neprovádí. Teoreticky by stabilizátory MA78XX mohly pracovat bez vnějších kondenzátorů. Zařadíme-li přesto na výstup filtrační kondenzátor, zlepší se dynamické vlastnosti zapojení i výstupní impedance pro vysoké kmitočty. Vstup stabilizátoru je třeba blokovat kondenzátorem s kapacitou alespoň 100.

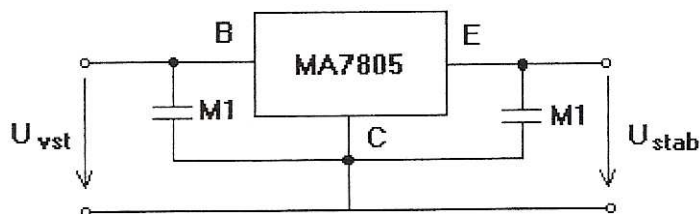
Proudová (protizkratová) ochrana začíná působit při maximální velikosti dovoleného proudu tím, že přivírá regulační tranzistor stabilizátoru. Tento tranzistor se však neuzavře úplně, do zkratu teče zkratový proud.

Tepelná ochrana chrání regulační tranzistor před zničením způsobeným přehřátím. Tato ochrana je realizována tak, že do blízkosti regulačního tranzistoru je umístěn pomocný tranzistor, jehož napětí U_{BE} sleduje teplotní změny koncového tranzistoru. Kolektorový proud tohoto pomocného tranzistoru reguluje stav otevření regulačního tranzistoru a při vzrůstu proudu tranzistor uzavírá. Ryvhllost reakce tepelné ochrany je několik milisekund.

6.1 Základní parametry IO MA7805[®]

| | |
|--|-----------|
| Výstupní napětí [V] | 4,8 ~ 5,2 |
| Změna napětí způsobená změnou napájecího napětí [mV] | 3 |
| Změna výstupního napětí způsobená změnami zatěž. proudu [mV] | 25 |
| Potlačení zvlnění [dB] | 78 |
| Dlouhodobá teplotní stabilita [mV] | <20 |
| Minimální přípustný rozdíl vstupního a výstupního napětí [V] | 2,0 |
| Výstupní odpor [Ω] | 50 |
| Výstupní zkratový proud [mA] | 750 |
| Výstupní proud špičkový [A] | 2,2 |
| Teplotní součinitel výst. Napětí [mV/K] | -1,1 |
| Tepelný odpor IO – pouzdro [K/W] | 4 |

Doporučené zapojení stabilizátoru napětí podle výrobce je na obr. 8.



Obr. 8 Doporučené zapojení stabilizátoru MA 7805[©]

7 Technická realizace regulátoru

Obvod je navržen a zapojen na jednostranném tištěném plošném spoji. Plošný spoj je na obr.10. Rozmístění součástek na plošném spoji jsou na obr.11.

Při realizaci zařízení byly nejdříve osazeny všechny pasivní součástky, poté stabilizátor, tranzistory a patice. Do patice je na závěr umístěn naprogramovaný mikroprocesor.

7.1 Popis schématu zapojení

Schéma zapojení se nachází se nachází na obr. 9. Výkres plošného spoje je na obr.10 a rozmístění součástek na desce plošného spoje je na obr. 11.

Prvek, který je nejdůležitější pro naše zapojení je mikroprocesor ATMEL – AT89C2051[©]. Slouží zde jako prvek vyhodnocovací a zároveň jako prvek řídicí.

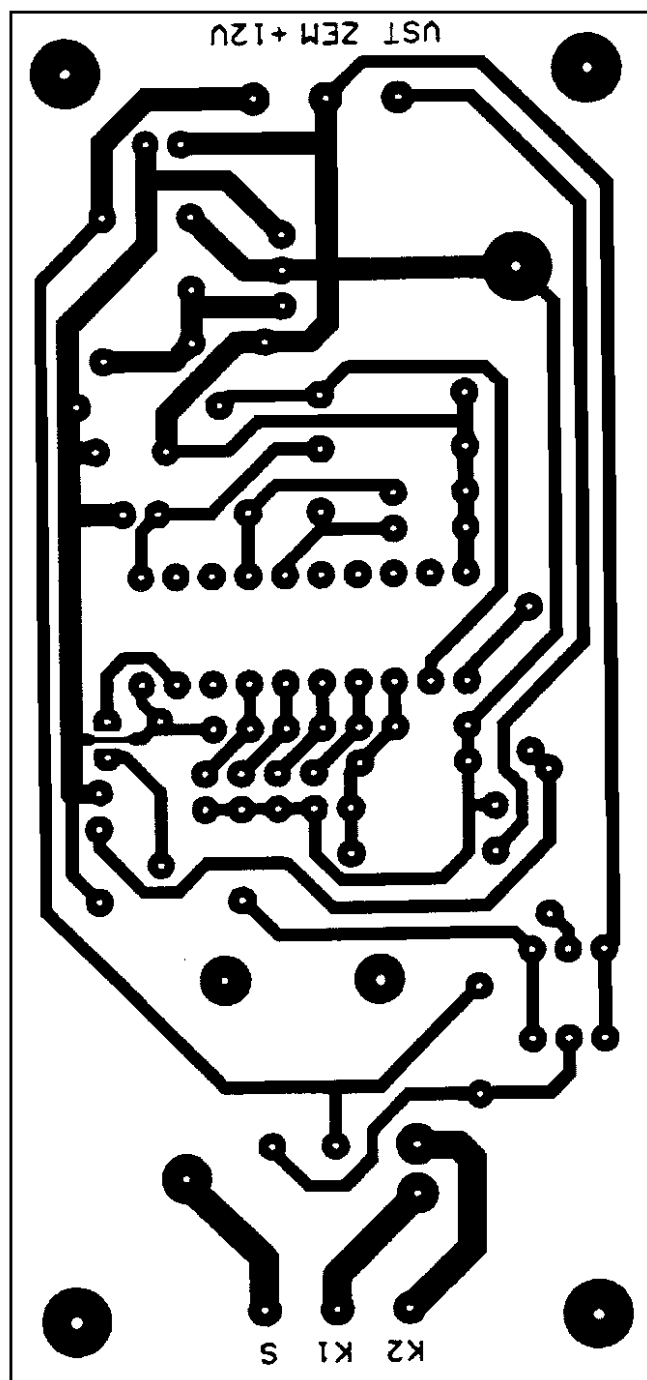
Impulsní signál, který je přiveden na vstup je odebírán ze zapalovací cívky, možno též od rozdělovače. Tento signál je přiveden přes rezistorový dělič, který se skládá z odporů R5 a R6 na vstup analogového komparátoru, který je integrován v mikroprocesoru. Diodou D2 je omezeno vstupní napětí na hodnotu 4,7 V. Kondenzátor C4 odfiltruje vysokofrekvenční rušení.

Další vstup komparátoru je přiveden přes rezistorový dělič, který je složen z rezistorů R3 a R4. Vzhledem k tomu, že je připojen mezi zem a interní napětí 5 V, rozhodovací úroveň tohoto komparátoru je 2,5 V. Toto zapojení nám zaručuje, že dojde k vyloučení veškerých rušivých signálů, které by mohli nastat, protože nedosáhnou na tuto úroveň.

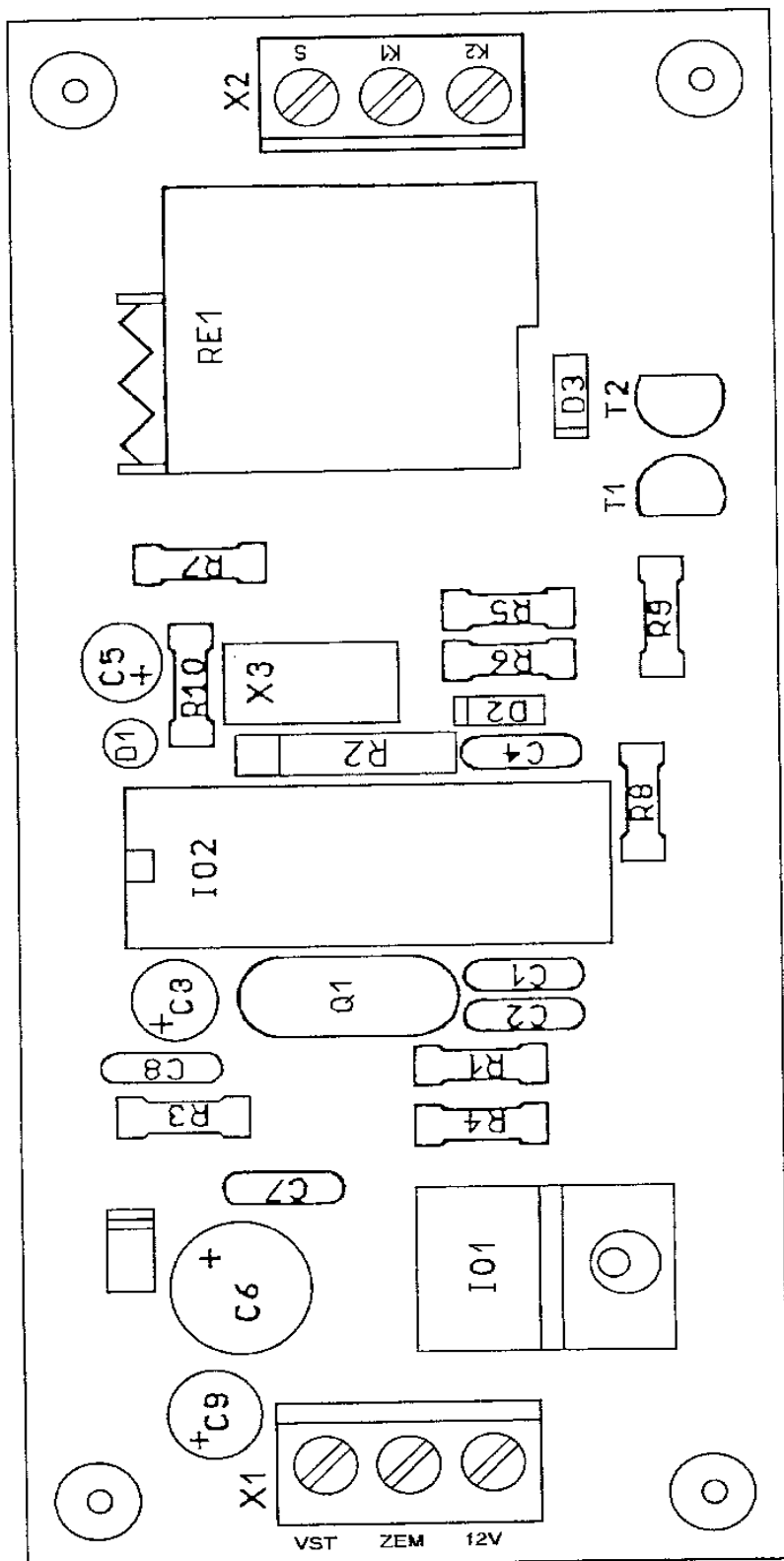
Poté je nutno nastavit vhodným propojením zapojení pro daný počet válců motoru časové prodlevy sepnutí relé. Pro čtyřválcový čtyřdobý motor, pro který je toto zařízení vyvíjeno zkracujeme propojením port P1.2 se zemí. Propojení u portů P1.4 a P1.5 určují dobu prodlevy reakce spínacího relé na změnu stavu z logická 1 na stav logická 0 a opačně. V případě, že tyto porty necháme volné, doba za kterou relé sepne je 1 sekunda. V případě, že propojíme port P1.4 na zem, relé sepne za 2 sekundy a v případě propojení portu P1.5 na zem, relé sepne za 4 sekundy.

Budované zařízení má nastavenou dobu za kterou relé sepne na 4 sekundy, tj. Port P1.5 je propojen na zem. Tato doba by se v praxi měla jevit jako ideální. Vždy když za jízdy řadíme rychlostní stupně, klesají otáčky motoru pod 1800 otáček za minutu. Tato hodnota otáček motoru je rozhodovací úroveň pro spínání relé. Pokud by doba za kterou relé sepne, byla kratší, mohlo by docházet k tomu, že by ventilátor při každém řazení rychlostních stupňů spínal a vypínal.

Oscilátor který je uvnitř mikroprocesoru je řízen krystalem o frekvenci 12 MHz. Doba nulování mikroprocesoru zajistí kondenzátor C3 s rezistorem R1, když je připojeno napájecí napětí +5 V, které je stabilizováno pomocí obvodu IO1. Dioda D1 je připojena přímo k napájení a tím nám chrání vnitřní obvody před poškozením při přepólováním zdroje. Za diodou D1 jsou kondenzátory C6 a C7, které filtrují vstupní napětí stabilizátoru. Kondenzátory C8 a C9 filtrují výstupní napětí stabilizátoru.



Obr. 10 Tištěný spoj, pohled ze strany součástek M 2:1



Obr.11 Rozmístění součástek M 2:1

Pro signalizaci chodu mikroprocesoru je k napájecímu napětí přes odpor R10 připojena zelená LED dioda D4. Je připojena na port P1.7. Za chodu zařízení bude svítit přerušovaně o frekvenci 2 Hz. Výstup pro spínací relé je na portu P3.7. Na portech mikroprocesoru je připojena logická 1 pro funkci RESET. Z tohoto důvodu musíme signál logická 1 invertovat pomocí tranzistoru T1. Tento je připojen k mikroprocesoru přes odporový dělič R8 a R9. To vše z důvodu, aby po zapnutí zařízení zůstalo relé rozepnuté. Za pomoci kondenzátoru C5 máme zajištěno rozepnuté relé v době zapnutí zařízení.

Tranzistor T2 slouží jako výkonový spínač pro cívku relé. Dioda D3 zajišťuje omezení napěťových špiček při odpojování indukčnosti cívky způsobených indukční zátěží při odpojování cívky.

Na výstupním konektoru jsou připojeny spínací a rozpínací kontakty, kterými je ovládán chod ventilátoru. Při spojených kontaktech S+K1 je ventilátor odpojen.

Při spojených kontaktech S+K2 je ventilátor připojen k napětí a je spuštěn.

8 Oživení

Oživení se provádí pomocí generátoru s pravoúhlým výstupem signálu se střídou 1:1 a s napěťovou úrovní minimálně 5V p-p (špička-špička), který je připojen na svorku VSTUP vstupního konektoru. Svorku označenou jako ZEM připojíme na záporný pól a svorku NAPÁJENÍ na kladný pól zdroje. Pro čtyřválcový motor nastavíme frekvenci generátoru na 59 Hz a na této frekvenci by spínací relé ještě nemělo sepnout. V případě, že zvýšíme frekvenci na 61 Hz, musí nám spínací relé sepnout po časové prodlevě, která je nastavena. V našem případě 4 sekundy.

9 Dosažené parametry

Po montáži a odzkoušení zařízení jsme zjistily, že byli dosaženy parametry, které jsme si na začátku práce vytyčili. Doba spínání je skutečně 4 sekundy. Příkon nainstalovaného zařízení je také podle předpokladu minimální, takže nedochází k zatížení alternátoru vozidla.

10 Seznam součástek

Rezistory: (miniaturní 0,6W, 1%, metalizovaný)

| | |
|--|--------|
| R ₁ | 8,2 kΩ |
| R ₂ | 10 kΩ |
| R ₃ ,R ₄ ,R ₇ ,R ₈ ,R ₉ | 10 kΩ |
| R ₅ | 470 kΩ |
| R ₆ | 22 kΩ |
| R ₁₀ | 220 kΩ |

Kondenzátory:

| | | |
|--|---------------|------------|
| C ₁ ,C ₂ | 27 pF / 50 V | keramika |
| C ₃ ,C ₉ | 10 pF / 50 V | elektrolyt |
| C ₄ ,C ₇ ,C ₈ | 100 pF / 50 V | tantal |
| C ₅ | 100 pF / 50 V | elektrolyt |
| C ₆ | 220 pF / 50 V | elektrolyt |

Polovodičové součástky:

| | | |
|----------------|-----------|-----------------|
| T ₁ | BC 337 | (16 V / 0,8 A) |
| T ₂ | BC 639 | (80 V / 1 A) |
| D ₁ | IN4007 | (1000 V / 1 A) |
| D ₂ | BZX85 | (4,7 V; 1,3 W) |
| D ₃ | 1N4148 | (75 V / 0,15 A) |
| D ₄ | LED 3mm R | |
| IO1 | 7805 | Morocco |
| IO2 | AT89C2051 | Atmel |

Ostatní součástky:

| | | |
|--------|--------------------|----------------------|
| Q1 | krystal 12MHz | (500 M Ω) |
| RE1 | relé RELEH 700E12C | (35 A / 12 V / 85 R) |
| Patice | SOKL20 | (25,3x9,90 mm) |

Pozn: Typové označení součástek je převzato z katalogu GM Elektronik 1999.

11 Závěr

V bakalářské práci bylo navrženo a realizováno zařízení pro automatické ovládání ventilátoru pomalu jedoucího automobilu (např. kolona vozů v městském provozu).

Toto zařízení přispívá ke snížení rizika dopravní nehody a zároveň zvýšení komfortu při jízdě automobilem. Dále dochází ke snížení spotřeby paliva a to tím, že při stání vozidla dojde k vypnutí ventilátoru. Po vypnutí ventilátoru dojde ke snížení celkového odebíraného proudu z alternátoru vozidla. Toto odlehčí motoru vozidla, který poté spotřebuje méně paliva. Kvantitativní vyjádření úspory paliva by mohlo být součástí dalšího výzkumu.

Funkce a spolehlivost byla ověřena montáží do osobních automobilů Škoda Felicia. Za dobu provozu nainstalovaného zařízení nedošlo k žádné závadě. V případě závady na zařízení by byla diagnostika závady a její odstranění časově a finančně nenáročná.

Vyvinutý regulátor se jeví jako spolehlivý a nastavená časová prodleva vyhovující.

Po dobu 12 měsíců nebyly shledány žádné závady.

12 Přílohy

Příloha 1: a) Výpis programu pro mikroprocesor AT89C2051

Příloha 2: a) Katalogové hodnoty mikroprocesoru AT89C2051 od firmy ATMEL.

Příloha 1: a) Výpis programu pro mikroprocesor AT89C2051 ©

```
02 00 2C 32 FF FF FF FF FF FF 02 00 5C FF FF
FF FF FF 32 FF FF FF FF FF FF 32 FF FF FF FF
FF FF FF 32 FF FF FF FF FF FF 32 75 81 79 D2
B7 75 90 FF 78 28 79 32 7A 02 7B 00 7C 00 7E 00
7F 00 C2 00 75 8A 00 75 8C 9C 75 82 00 75 83 00
75 89 02 75 A8 82 D2 8C C2 8E 80 FE C0 E0 C0 D0
12 00 9B 18 E8 60 03 02 00 96 78 64 19 E9 60 03
02 00 96 79 32 B2 97 1A EA 60 03 02 00 96 7A 02
C2 8C 12 00 C6 75 82 00 75 83 00 75 8A 00 75 8C
9C D2 8C 02 00 96 D0 D0 D0 E0 32 20 00 0D 30 B6
1E 0B EB C3 94 03 40 1D D2 00 22 7B 00 20 B6 12
0C EC C3 94 03 40 0E A3 7B 00 7C 00 C2 00 22 7B
00 22 7C 00 22 22 30 92 03 30 93 0E E5 83 70 18
E5 82 C3 94 3D 40 31 02 00 E8 E5 83 70 0A E5 82
C3 94 5B 40 23 02 00 E8 7F 00 30 94 06 30 95 0D
C2 B7 22 0E EE B4 02 0F 7E 00 C2 B7 22 0E EE B4
04 05 7E 00 C2 B7 22 22 7E 00 30 94 06 30 95 0D
D2 B7 22 0F EF B4 02 EF 7F 00 D2 B7 22 0F EF B4
04 E5 7F 00 D2 B7 22 22 FF FF FF FF FF FF FF FF
```

Seznam literatury

- [1] Uhlíř, I. A kol.: Elektrické obvody a elektronika. Praha, Vyd. CVUT, 2002.
- [2] Šťastný, J., Remek, B.: Autoelektrika a autoelektronika. Praha, Vyd. T. Malina, 1994.
- [3] Vobecký, J., Záhlava, V.: Elektronika součástky a obvody, principy a příklady. Praha, Grada, 2001. Druhé rozšířené vydání.
- [4] Firemní materiály – katalogové listy el. součástek
- [5] Reznák, M.: Jednočipové mikropočítače. Amatérské rádio AR-B, 1992, č.2