

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
MATERIÁLOVOTECHNOLOGICKÁ FAKULTA
V TRNAVE**

**RIADENIE KROKOVÉHO MOTORA S VYUŽITÍM
ASSEMBLERU**

BAKALÁRSKA PRÁCA

MTF-5262-35538

2010

Michal Krajčírovič

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
MATERIÁLOVOTECHNOLOGICKÁ FAKULTA
V TRNAVE**

**RIADENIE KROKOVÉHO MOTORA S VYUŽITÍM
ASSEMBLERU**

BAKALÁRSKA PRÁCA

MTF-5262-35538

Študijný program: aplikovaná informatika a automatizácia v priemysle

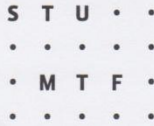
Číslo a názov študijného odboru: 5.2.14 automatizácia, 9.2.9 aplikovaná informatika

Školiace pracovisko: ÚIAM MTF STU v Trnave

Vedúci záverečnej práce/školiteľ: Ing. Michal Kebisek

Trnava 2010

Michal Krajčírovič



ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študent: **Michal Krajčírovič**
ID študenta: 35538
Študijný program: aplikovaná informatika a automatizácia v priemysle
Kombinácia študijných odborov: 5.2.14 automatizácia, 9.2.9 aplikovaná informatika
Vedúci práce: Ing. Michal Kebísek
Miesto vypracovania: UIAM MTF STU v Trnave

Názov práce: **Riadenie krokového motora s využitím assembleru**

Špecifikácia zadania:

1. Vykonať analýzu problémovej oblasti.
2. Navrhniť prepojenie riadeného krokového motora s PC.
3. Navrhniť rozhranie medzi riadeným motorom a obslužným programom a potrebné metódy na jeho riadenie.
4. Vykonať čiastočnú implementáciu vášho návrhu.
5. Zhodnotiť výsledky vašej práce a možnosti jej praktického využitia.

Riešenie zadania práce od: 18. 02. 2010

Dátum odovzdania práce: 05. 06. 2010

Michal Krajčírovič
študent

doc. Ing. Peter Schreiber, CSc.
vedúci pracoviska



L. S.

doc. Ing. Peter Schreiber, CSc.
garant študijného programu

SÚHRN

KRAJČÍROVIČ, Michal: Riadenie krokového motora s využitím assembleru [Bakalárska práca] - Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a matematiky.

Vedúci bakalárskej práce: Ing. Michal Kebísek.

Trnava: MtF STU, 2010

Kľúčové slová: Krokový motor, Riadenie, Assembler

Úlohou tejto bakalárskej práce bolo riešenie problematiky riadenia krokového motora s využitím assembleru. V prvej časti sú popísané základné pojmy týkajúce sa problematiky riadenia krokových motorov, typy krokových motorov, spôsoby riadenia krokových motorov, mikroprocesor, paralelný port, budič displeja a jazyk symbolických inštrukcií. Druhá časť sa zaoberá analýzou problémovej oblasti a princípmi ovládania krokových motorov. V ďalšej časti je podrobne rozpracovaná realizácia úlohy a jej hardvérové riešenie a softvérové riešenie pomocou assembleru. V poslednej časti je zhodnotenie výsledkov mojej práce a možnosti jej praktického využitia. Jednotlivé časti sú doplnené obrázkami, tabuľkami a grafmi pre jednoduchšie popísanie danej problematiky.

ABSTRACT

KRAJČÍROVIČ, Michal: The control of stepping motors using assembler [Graduate Theses] - Slovak University of Technology in Bratislava. Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Institute of Applied Informatics, Automation and Mathematics. Supervisor: Ing. Michal Kebísek.

Trnava: MtF STU, 2010

Key words: Stepper motor, Control, Assembler

The aim of this thesis was to deal with the issue of the control of stepping, motor using assembler. The first section describes the basic concepts of the issue with controlling stepper motors. The second part describes the analysis of the problems and various principles of controlling stepper motors. In the next chapter there are described hardware part of solution and software part using assembler in detail. The last part includes evaluation of my work and there is also evaluation of practical uses. Each part is accompanied by figures, tables and graphs for easier understanding of issue. The steps how to create a help file are given in a graphical way for better describing the issue.

OBSAH	
ZOZNAM PRÍLOH	8
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	9
ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ A TABULIEK	10
ÚVOD	11
1 ZÁKLADNÉ POJMY A DEFINÍCIE	12
1.1 Krokové motory (KM)	12
1.1.1 Základné pojmy	13
1.1.2 Rozdelenie krokových motorov	15
1.2 Mikroprocesor Atmel AT89S2051	17
1.2.1 Popis vývodov mikroprocesora AT89S2051	19
1.3 Budič displeja MICREL MM5450.....	20
1.3.1 Popis vývodov MM5450	21
1.4 Paralelný port LPT	22
1.5 Jazyk symbolických inštrukcií	24
1.5.1 Základné pojmy.....	24
2 ANALÝZA PROBLÉMOVEJ OBLASTI.....	27
2.1 Unipolárne riadenie krokového motora	27
2.2 Bipolárne riadenie krokového motora.....	29
3 REALIZÁCIA ÚLOHY	32
3.1 Popis realizácie.....	33
3.1.1 Logický člen	33
3.1.2 Výkonový spínací stupeň.....	36
3.1.3 Krokový motor PM35L	37
3.1.4 Prepojenie s PC.....	37
4 SOFTVÉROVÉ RIEŠENIE	39
4.1 Program mikroprocesora AT89S2051	39

4.2 Programovanie mikroprocesora pomocou PC	40
4.2.1 ASM51	40
4.2.2 AT89ISP Software.....	41
5 ZHODNOTENIE MOŽNOSTÍ PRAKTICKÉHO VYUŽITIA	42
ZÁVER	43
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	44

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha na priloženom CD – program krok.asm

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

LPT	Line Print Terminal
ISP	In-system programming
TTL	Transistor–transistor logic
HEX	Hexadecimal
PC	Personal computer

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ A TABULIEK

Obr. 1 Statická charakteristika krokového motora	14
Obr. 2 Momentová charakteristika krokového motora	15
Obr. 3 KM s pasívnym rotorom	15
Obr. 4 KM s radiálne polarizovaným permanentným magnetom	16
Obr. 5 KM s axiálne polarizovaným permanentným magnetom	17
Obr. 6 Bloková schéma mikroprocesora AT89S2051	18
Obr.7 Popis vývodov AT89S2051, puzdro mikroprocesora	19
Obr. 8 Bloková schéma budiča displeja M5450	20
Obr. 9 Popis vývodov M5450, puzdro DIP40 radiča	21
Obr.10 Konektor LPT	23
Obr. 11 Zapojenie cievok unipolárneho KM	27
Obr. 12 Schéma zapojenia unipolárneho KM do obvodu	28
Obr. 13 Unipolárne štvortaktné jednofázové riadenie	28
Obr. 14 Unipolárne štvortaktné dvojfázové riadenie	29
Obr. 15 Unipolárne osemtaktné riadenie	29
Obr. 16 Zapojenie cievok bipolárneho KM	30
Obr. 17 Schéma zapojenia unipolárneho KM do obvodu	30
Obr. 18 Bipolárne štvortaktné riadenie	31
Obr. 19 Bipolárne osemtaktné riadenie	31
Obr. 20 Schematické znázornenie jednotlivých stupňov	33
Obr. 21 Logický člen	34
Obr. 22 Schéma zapojenia budiča vinutia	36
Obr.23 Krovový motor PM35L	37
Obr. 24 Zapojenie ISP kábla	38
Obr. 25 Program ASM51	40
Obr. 26 Program AT89ISP Software	41
Obr. 27 Zaoistrovanie pomocou KM	42
Tab. 1 Popis signálov	23
Tab. 2 Adresácia v osobnom počítači	24
Tab. 3 Krovový motor PM35L	37

ÚVOD

V dnešnej rozvinutej a konzumnej dobe si často mnohí z nás prestávajú uvedomovať ako veci v našom okolí fungujú a kde všade sa každodenne stretávame so zariadeniami, ktoré pracujú vďaka použitiu krokových motorov. Kedy ste sa pri použití tlačiarne, nasadnutí do auta, alebo pozorovaní robotických ramien zamysleli koľko sa v týchto zariadeniach nachádza krokových motorov?

Hlavným cieľom tejto bakalárskej práce je definovať a popísať základné pojmy z oblasti problematiky riadenia krokových motorov, analyzovať ich, navrhnúť zariadenie na ovládanie krokového motora, vykonať čiastočnú implementáciu návrhu a popísať ju. Taktiež na záver aj zhodnotiť výsledky práce a možnosti jej praktického využitia. Práca je rozdelená do nasledujúcich častí.

Prvá časť je zameraná na definovanie základných pojmov, popísanie jednotlivých prvkov, ktoré sú použité v mojom návrhu. Teoretický rozbor jednotlivé typy krokových motorov. Popísaný je aj mikroprocesor a budič displeja ktoré sú použité v logickom člene implementovaného návrhu problémovej oblasti. V závere prvej časti je definovaná komunikácia pomocou paralelného portu a je popísaný jazyk symbolických inštrukcií.

V druhej časti sú už rozpísané princípy ovládania krokových motorov vybranými metódami. Riešenie problematiky štvortaktného a osemtaktného riadenia, voľby smeru a rýchlosti otáčania.

Ďalšou časťou bakalárskej práce je praktická realizácia úlohy. V tejto časti je zrealizovaný návrh zariadenia na riadenie krokového motora. Podrobne je analyzovaná jeho hardvérová a softvérová časť.

V poslednej časti sa nachádza zhodnotenie výsledkov mojej práce, možnosti jej praktického využitia ako aj opis oblastí kde všade sa dajú použiť systémy založené na krokových motoroch.

Téma mojej bakalárskej práce „Riadenie krokového motora s využitím assembleru“ ma oslovila hneď z viacerých dôvodov. Tým prvým je názov, ktorý ihneď vo mne evokoval niečo zaujímavé a špecifické. Vždy som chcel riešiť určitú problematiku pomocou mikroprocesora. Preto je pre mňa výzvou pozrieť sa na túto problematiku bližšie. Myslím, že osvojenie základov riadenia mi môže byť užitočné v budúcej pracovnej kariére.

1 ZÁKLADNÉ POJMY A DEFINÍCIE

Táto časť je zameraná na definovanie základných pojmov, teoretický popis jednotlivých prvkov, ktoré sú použité v mojom návrhu. Obsahuje rozdelenie a popis jednotlivých typov krokových motorov. Popísaný je aj mikroprocesor a budič displeja ktoré sú použité v logickom člene implementovaného návrhu problémovej oblasti. V závere prvej časti je definovaná komunikácia pomocou paralelného portu a popísaný jazyk symbolických inštrukcií.

1.1 Krokové motory (KM)

História krokových motorov siaha až do obdobia po prvej svetovej vojne. Prvé zmienky o krokových motoroch sa datujú do roku 1919 kedy bol udelený patent vo Veľkej Británii. Použitie prvých krokových motorov bolo spojené s navádzaním torpéd vo vojenskom námorníctve.

Dôležité vlastnosti :

Krokové motory sú bezkomutátorové – nedochádza v nich k iskreniu, čo môže byť nežiaduce v určitých oblastiach nasadenia – sú teda bezpečnejšie a možno ich použiť aj v rizikovejších prostrediach.

Udržujú krútiaci moment – krokové motory majú dobrú schopnosť udržať si krútiaci moment. Sú využívané práve kvôli tejto schopnosti a to aj pri nulových otáčkach, keď je motor v pokoji .

Otvorený systém – pravdepodobne najcennejšou a najzaujímavejšou vlastnosťou krokových motorov je, že ich možno použiť v otvorených systémoch bez spätnej väzby. Toto však platí pri dostatočnom nadimenzovaní motora (záťažový moment).

Nezávislosť od záťaže – rotačná rýchlosť KM nezávisí od záťaže. Platí to za predpokladu dostatočného momentu motora tak, aby sa predišlo strate kroku (prekláznutiu). Toto sa stáva najmä pri vysokých rýchlostiach. Vtedy nevieme presne určiť pozíciu. Kvôli tomu sa rýchlosť udržiava v rámci predpísaného intervalu.

Kvôli zachovaniu objektivity je potrebné spomenúť aj nevýhody krokových motorov. Najzávažnejšou je zrejme trvalý ober prúdu a to aj keď sa motor neotáča. Krokové motory majú tiež nie príliš vhodný pomer výkonu (krútiaceho momentu) voči hmotnosti motora. [1],[2]

1.1.1 Základné pojmy

Krokový motor (KM) je typ jednosmerného bezkomutátorového elektrického motora, ktorý je impulzne napájaný. Pohyb rotora je nespojitý a uskutočňuje sa v jednotlivých krokoch. K riadeniu krokového motora je potrebný ovládač ktorý určuje smer, rýchlosť a režim otáčania rotora.

Ovládač krokového motora vytvára presnú časovú postupnosť napájania jednotlivých fáz krokového motora a zaisťuje aj výkonové požiadavky na budenie fáz.

Krok je definovaný ako zmena natočenia rotora o presne daný uhol. Deje sa to tak že sa rotor z jednej magneticky neutrálnej polohy dostáva do nasledujúcej magneticky neutrálnej polohy.

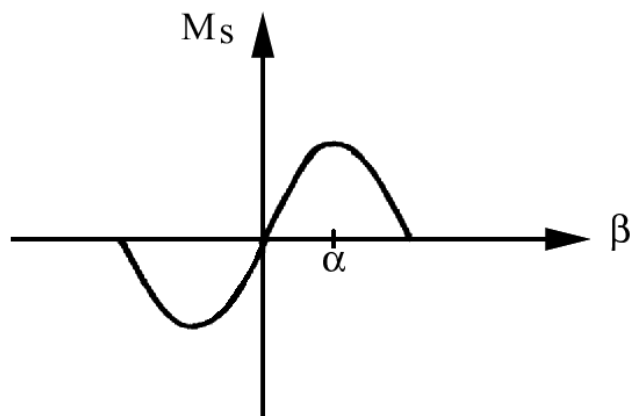
Veľkosť kroku α je uhol, ktorý je daný presne konštrukciou krokového motora ale aj spôsobom jeho riadenia a voľbe režimu riadenia. Veľkosť kroku závisí od toho či použijeme štvortakné alebo osemtakné riadenie, poprípade určité špeciálne metódy riadenia.

Magneticky neutrálna poloha je poloha, ktorú zaujme rotor krokového motora, ktorý je nabudený ak sa statický uhol záťaže rovná 0.

Statický uhol záťaže β je uhol, o ktorý sa vychýli rotor z magneticky neutrálnej polohy nabudeného krokového motora pôsobením vonkajšieho momentu.

Statický moment M_S je moment, ktorý je v rovnováhe s krútiacim momentom pôsobiacim na rotor nabudeného krokového motora, ktorý vychýľuje rotor krokového motora z magneticky neutrálnej polohy o daný statický uhol záťaže.

Statická charakteristika je závislosť M_S na β ako je uvedené na Obr. 1.



Obr. 1 Statická charakteristika krokového motora

Kmitočet krokov f_k je počet krokov za sekundu, ktoré vykoná rotor krokového motora.

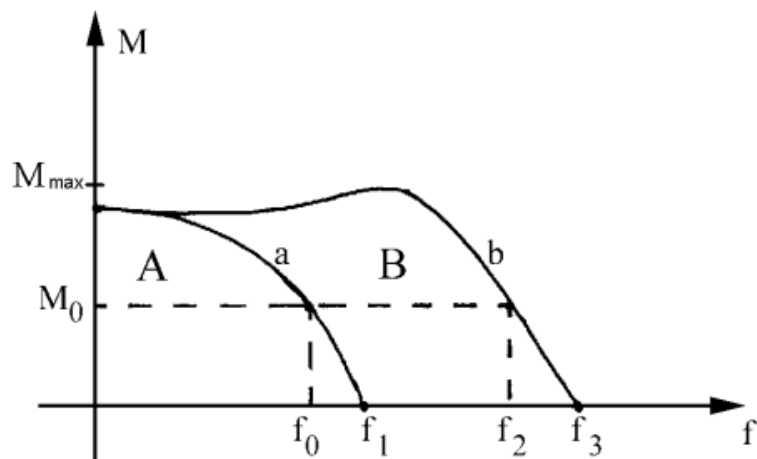
Riadiaci kmitočet f_s je kmitočet riadiaceho signálu, ktorým sa krokový motor riadi a preto by sa v bezporuchovej prevádzke mal rovnať kmitočtu krokov. Ak toto pravidlo neplatí dochádza k fenoménu zvanému „strata kroku“.

Otáčky motora sú definované pomocou kmitočtu krokov f_k a veľkosti kroku α podľa vzťahu :

$$n = \frac{60 * f_k * \alpha}{360}$$

kde : n je počet otáčok za minútu,
 f_k je kmitočet krokov v Hz,
 α je veľkosť kroku v stupňoch.

Momentová charakteristika je závislosť momentu motora na kmitočte krokov nabudeného krokového motora. Podľa prevádzkového stavu rozlišujeme rozbehovú momentovú charakteristiku A a prevádzkovú momentovú charakteristiku B ako je zrejme z Obr. 2. [3]



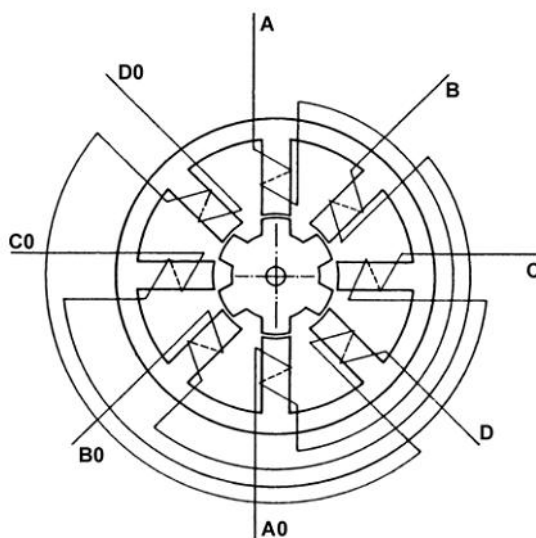
Obr. 2 Momentová charakteristika krokového motora [3]

1.1.2 Rozdelenie krokových motorov

Podľa konštrukcie krokových motorov ich môžeme rozdeliť na dve základné skupiny

- a) krokové motory s pasívnym rotorom,
- b) krokové motory s aktívnym rotorom.

Krokové motory s pasívnym rotorom sú také krokové motory, ktorých rotor je tvorený feromagnetickým materiálom. Najčastejšie sa používajú nalisované plechy do určitého tvaru. Rez takéhoto krokového motora je uvedený na Obr. 3.



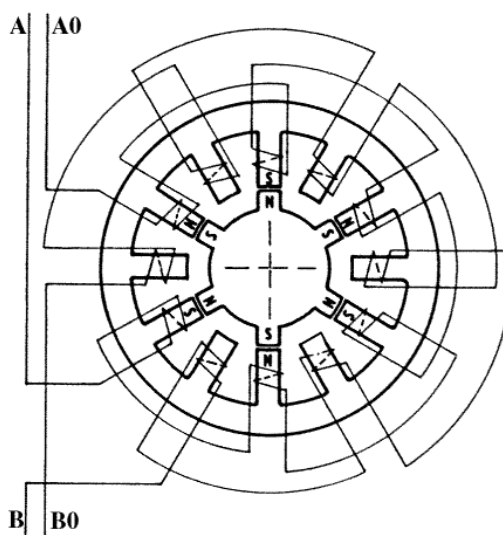
Obr. 3 KM s pasívnym rotorom

Z obrázku je zrejmé, že sa jedná o štvorfázový krokový motor s fázami A,B,C,D. Na statore je teda 8 pólov s navinutými cievkami. Rotor je bez vinutia, má 6 pólov a tvorí ho zhluk feromagnetických plechov. Podľa spôsobu zapájania jednotlivých fáz môžeme motor riadiť v štvortaktnom alebo osemtaktnom režime. Princíp štvortaktného a osemtaktného riadenia bude vysvetlený v druhej časti – „ANALÝZA PROBLÉMOVEJ OBLASTI“, v sekcii „Princíp ovládania krokových motorov“.

Krokové motory s aktívnym rotorom sú také krokové motory, ktorých rotor obsahuje permanentný magnet. Tieto krokové motory sa ďalej delia na :

- a) KM s radiálne polarizovaným permanentným magnetom,
- b) KM s axiálne polarizovaným permanentným magnetom.

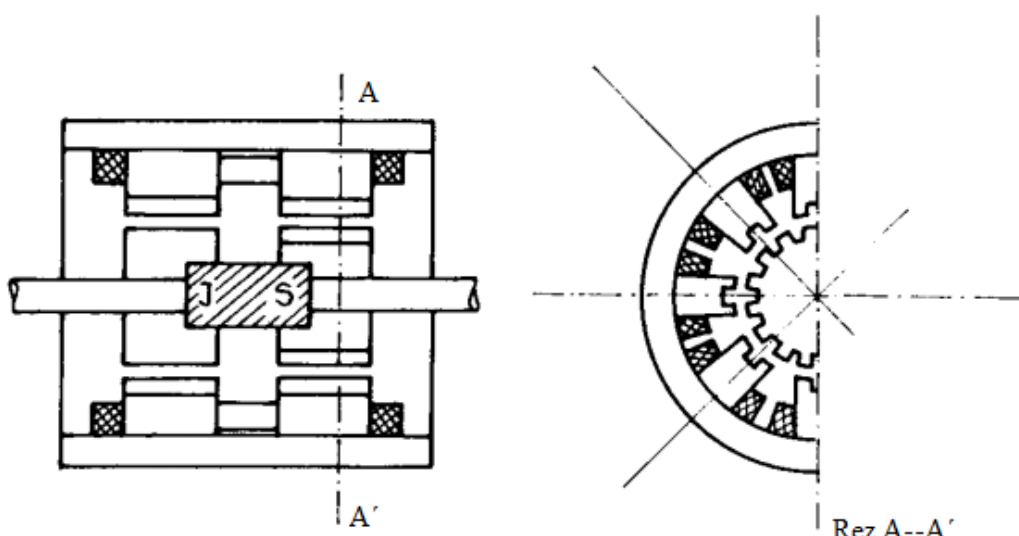
KM s radiálne polarizovaným permanentným magnetom sú také krokové motory, ktorých rotor je tvorený permanentným magnetom. Na permanentnom magnetu sa striedajú severné a južné póly a ich počet je polovičný ako počet pólov statora a počet pólov statora musí byť deliteľný štyrmi. Na statore je navinuté vinutie tak, že vo výsledku je tvorené dvoma fázami A,B ako je zrejmé z Obr. 4.



Obr. 4 KM s radiálne polarizovaným permanentným magnetom

Z tohto dôvodu je nutné meniť smer pretekajúceho prúdu jednotlivými fázami, čo má za následok drahšie výkonové stupne použité na spínanie jednotlivých fáz.

KM s axiálne polarizovaným permanentným magnetom je motor tvorený hriadeľom, na ktorom je nalisovaná sada plechov tak, že tvoria dva pólové nástavce. Medzi nimi je umiestnený permanentný magnet, ktorý je axiálne polarizovaný a je umiestnený tak, aby každý pólový nástavec mal inú magnetickú polaritu. Nástavce majú po obvode tzv. „zuby“ a ich počet určuje veľkosť kroku daného krokového motora. Tzv. „zuby“ sú natočené tak, aby každý zub mal oproti sebe drážku, čiže presne o pol kroku. Fázy vinutí sú spínané podľa spôsobu riadenia v presnom poradí. Konštrukčné usporiadanie je zrejmé z Obr. 5.

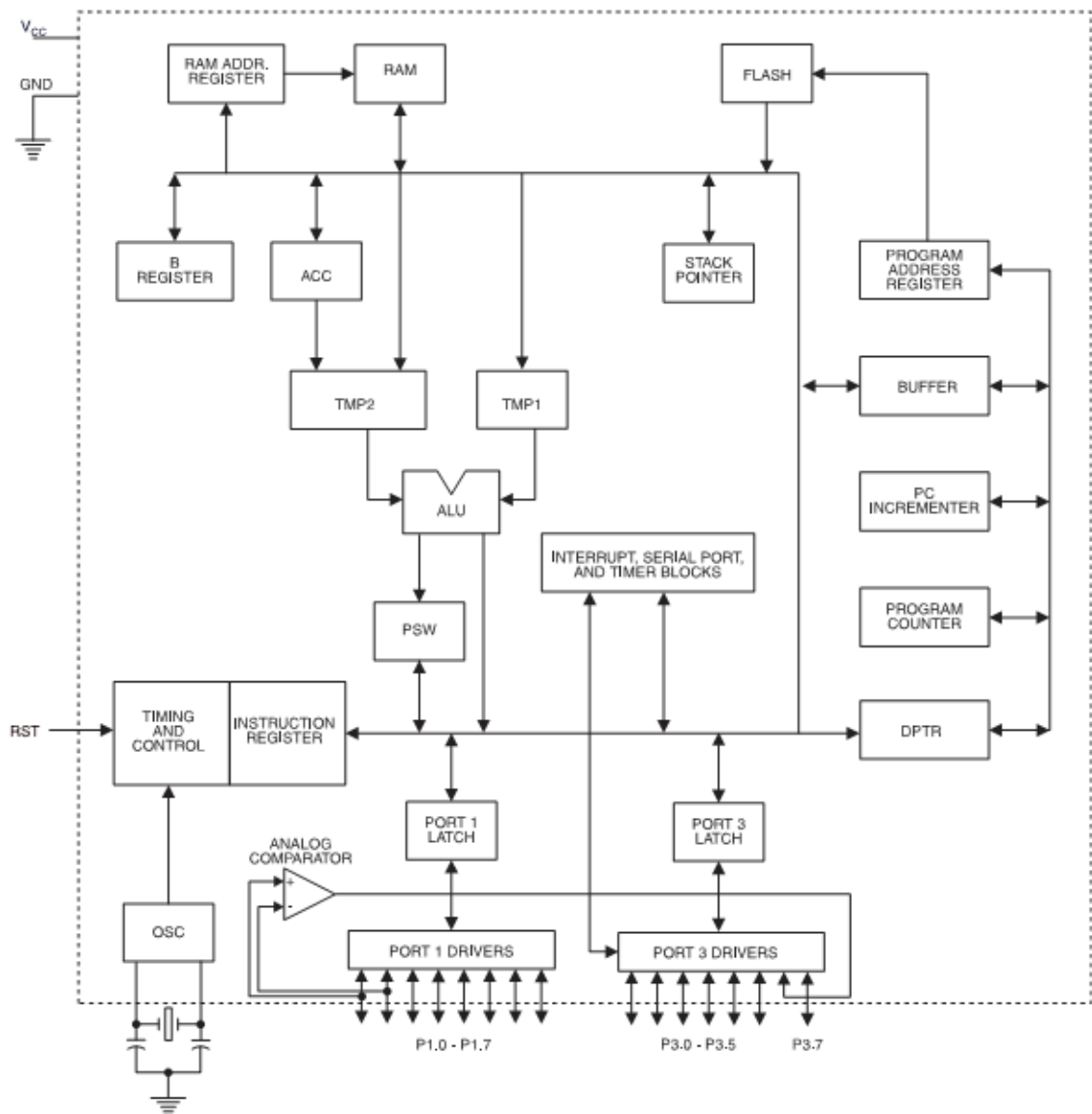


Obr. 5 KM s axiálne polarizovaným permanentným magnetom

1.2 Mikroprocesor Atmel AT89S2051

Mikroprocesor firmy Atmel AT89S2051 je jednočipový 8-bitový nízkonapäťový procesor, s harwardskou architektúrou, u ktorého je oddelená programová a dátová pamäť. Mikroprocesor je vyrábaný pomocou CMOS technológie. Z toho vyplýva jeho náchylnosť na poškodenie statickou elektrinou preto pri manipulácii s ním musíme dbať na zásady bezpečnej práce s obvodmi CMOS. Na čipe je integrovaná pamäť typu FLASH o veľkosti 2kB a je programovateľná pomocou ISP. Pri programovaní poskytuje možnosť využiť tzv. Lockbity, ktoré majú za úlohu ochrániť program zapísaný v pamäti pred jeho neoprávneným odcudzením. Procesor je schopný samostatnej činnosti po pripojení vonkajšieho piezokeramického kryštálu na vývody XTAL1 a XTAL2, jednosmerného

napájacieho napätia 5V na vývod VCC a nulovacieho obvodu na vývod RST ako je zobrazené na obr. 6.



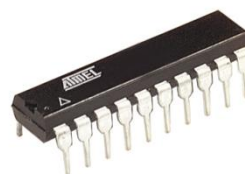
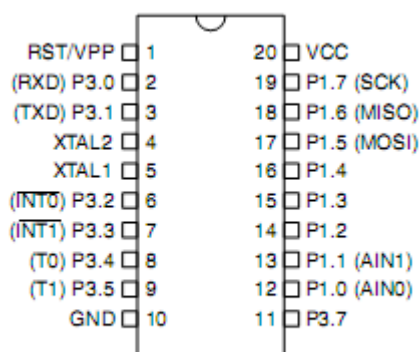
Obr. 6 Bloková schéma mikroprocesora AT89S2051 [4]

Základné vlastnosti mikroprocesora AT89S2051:

- * 8-bitový procesor kompatibilný s Intel 8051,
- * programová pamäť FLASH 2kB s možnosťou programovania cez ISP,
- * vnútorná pamäť dát RAM 256 bytov,
- * prevádzkové napätie 2,7 až 6 V,
- * frekvencia oscilátoru 0 až 24MHz,

- * 15 programovateľných I/O liniek,
- * 16-ti bitové čítače/časovače,
- * programovateľný sériový kanál UART,
- * 5 zdrojov prerušenia (2 od čít/čas, 1 od sériového kanálu, 2 externé prerušenia),
- * analógový komparátor (P1.0 a P1.1, ktorý sa využíva ako A/D, D/A prevodník),
- * maximálny prúd jednej linky je 20mA a súčet prúdov liniek je maximálne 80mA,
- * 2-úrovňová ochrana programu (tzv. Lock Bity - ochrana ďalšieho programovania vypnutá, zakázanie ďalšieho programovania, zakázanie ďalšieho programovania a verifikácie),
- * 2 úsporné režimy napájania. [4]

1.2.1 Popis vývodov mikroprocesora AT89S2051



Obr.7 Popis vývodov AT89S2051, puzdro mikroprocesora

VCC: slúži na pripojenie napájacieho napätia.

GND: uzemnenie.

PORT 1: je 8-bitový vstupno/výstupný port. Skladá sa z ôsmich pinov P1.0 až P1.7. Piny P1.0 a P1.1 obsahujú analógový komparátor AIN0 a AIN1 a z toho dôvodu nemajú zdvihacie (pull-up) rezistory. Výstup z komparátoru ide na fyzicky nevyvedenú linku P3.6. Port 1 sa taktiež používa pri programovaní pomocou ISP. V tom prípade plnia piny nasledujúcu funkciu:

- P1.5 - MOSI (Master data output, slave data input pin for ISP channel),
- P1.6 - MISO (Master data input, slave data output pin for ISP channel) ,
- P1.7 - SCK (Master clock output, slave clock input pin for ISP channel).

PORT 3: obsahuje sedem programovateľných vstupno/výstupných liniek (P3.0 až P3.5 a P3.7), ktoré obsahujú zdvíhacie (pull-up) rezistory. Ako je z obr. 6 zrejmé pin P3.6 je pevne zapojený ako vstup z výstupu analógového komparátora. Okrem tejto funkcie poskytuje tento port svoje piny aj iným vnútorným obvodom mikroprocesora:

P3.0 RXD (sériový vstup),

P3.1 TXD (sériový výstup),

P3.2 INTO (externé prerušenie),

P3.3 INT1 (externé prerušenie),

P3.4 TO (vstup externého čítača/časovača 0),

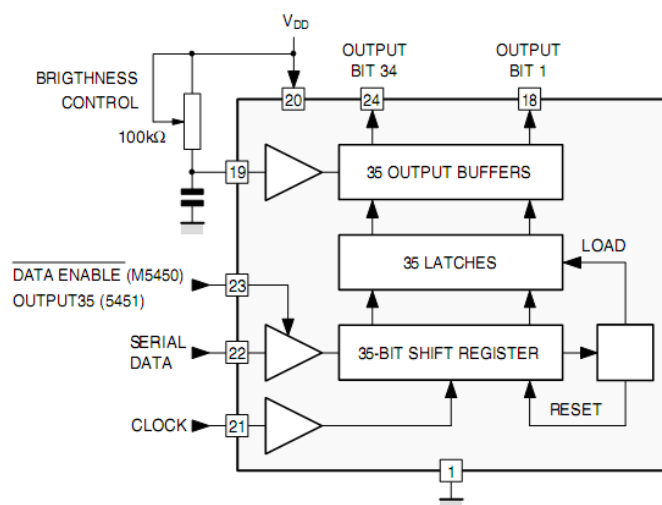
P3.5 T1 (vstup externého čítača/časovača 1).

RST: reset - po privedení log. 1 na tento vstup v trvaní aspoň dvoch strojových cyklov sa po spätnom privedení log. 0 zrealizuje reset a program sa spustí opätovne od adresy 0.

XTAL1 a XTAL2: mikroprocesor k svojej správnej činnosti potrebuje zdroj hodinových impulzov s určitou frekvenciou. Z toho dôvodu pripájame na vývody XTAL1 a XTAL2 kryštál ako je zobrazený aj na Obr. 6.

1.3 Budič displeja MICREL MM5450

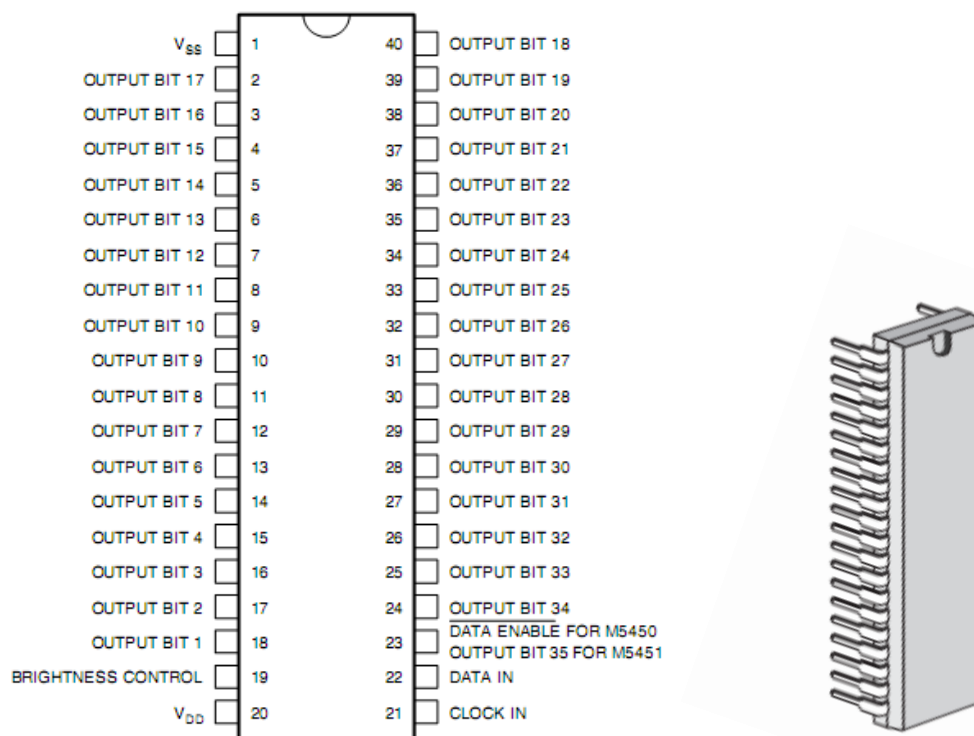
Obvod MICREL MM5450 je sériový budič displeja a jeho riadenie zodpovedá sériovej zbernici Microwire, ktorá je štandardom firmy National Semiconductor. Dáta sa do budiča dostávajú po jednej linke označenej ako DATA a hodinové impulzy po druhej linke označenej ako CLOCK. Počet ovládaných segmentov je 34. Z toho vyplýva, že týmto budičom je možné ovládať štyri 7-segmentové displeje.



Obr. 8 Bloková schéma budiča displeja M5450

Obvod M5450 funguje v princípe ako je znázornené na Obr. 8. Prvý vyslaný bit je tzv. START bit a má hodnotu log.1 a za ním nasleduje 35 dátových bitov, ktoré sú v podstate jednotlivé spínané segmenty. Pri zapájaní obvodu nesmieme zabúdať na privedenie log.0 na vstup ENABLE DATA, ktoré riešime uzemnením tohto vývodu. Inak by neboli privedené dáta prijaté. Po prijatí 35. dátového bitu sa prijaté dáta presunú z posuvného registra do 35 zámkov a potom sa obsah posuvného registra vynuluje a tým sa pripraví na nové dáta. Dáta nachádzajúce sa v zámkoch sa prenesú cez výstupný register na výstup, pričom sa dodržiava nastavený prúd na vývode BRIGHTNESS CONTROL. Stav výstupov sa menia len vtedy keď sa novo prijaté dáta líšia od dát prijatých predtým. Touto metódou sa zabraňuje nepríjemnému blikaniu displeja pri jeho neustálom prekreslovaní.

1.3.1 Popis vývodov MM5450



Obr. 9 Popis vývodov M5450, puzdro DIP40 radiča

VDD: slúži na pripojenie napájacieho napätia

VSS: slúži na pripojenie uzemnenia

BRIGHTNESS CONTROL: pomocou trimu 100kΩ sa nastavuje jas displeja

DATA IN: vstup dát do MM5450

CLOCK IN: vstup hodinového signálu

DATA ENABLE: tzv. povoľovací vstup. Je možné ho využiť ako DATA HOLD privedením log.1 na vstup.

OUTPUT BIT 1 až 34: riadenie segmentov - log.1 rozsvieti, log.0 zhasne segment.

1.4 Paralelný port LPT

V dnešných PC je paralelný port pokladaný za zastaraný (legacy port), a v moderných zostavách sa častokrát úplne vynecháva. Paralelný port LPT je súčasťou počítačov PC pre paralelnú komunikáciu (paralelný prenos bitov signálu) s perifériami pomocou 17-tich digitálnych liniek, ktoré môžeme rozdeliť na 8 dátových signálov a 9 signálov pre riadenie komunikácie (handshaking). PC s perifériou možno spoľahlivo pripojiť na vzdialenosť 2m, v praxi je však možné komunikovať aj na vzdialenosť max. 5m, a to pri správnom tienení dátových vodičov komunikačného kábla. Pôvodne bol paralelný port pre PC vytvorený pre jednosmerný prenos (s tlačiarňou). Neskôr sa však ukázalo, že je potrebné prenášať dáta aj späť. V súčasnosti paralelný port umožňuje prenos dát rýchlosťou až niekoľko MBps. Paralelný port bol v roku 1994 štandardizovaný pod IEEE 1284. Tento štandard definuje 5 módov činnosti:

- * SPP MODE - Compatibility Mode (Centronics mode),
- * NIBBLE MODE,
- * BYTE MODE,
- * EPP MODE (Enhanced Parallel Port),
- * ECP MODE (Extended Capabilities Mode). [5]

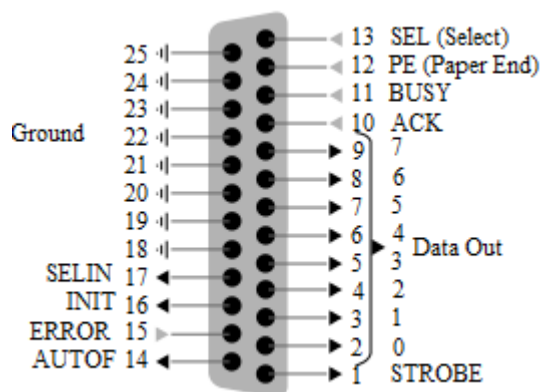
V mojom prípade bol v BIOSE osobného počítača nastavený mód činnosti EPP 1.7, preto tento mód aj popíšem.

EPP (Enhanced Parallel Port)

Potreba obojsmernej komunikácie a lepšej previazanosti hardwaru a softwaru na strane PC vyústila v takú definíciu existujúcich signálov rozhrania, ktorá umožňovala zo strany PC priamo zapisovať a čítať do/z registrov pripojeného zariadenia (samozrejme za spolupráce

hardvéru a firmvéru pripojeného zariadenia). Lepšie využitie signálov, presnejšie časovanie ako aj ovládač využívajúci prerušenie umožnili zvýšiť prenosovú rýchlosť zhruba až desaťnásobne, t.j. na niekoľko stoviek kByte/s. [6]

Konektor a popis signálov



Obr.10 Konektor LPT [4]

Číslo pinu	Názov signálu	Smer	Register - bit	Invertovaný
1	nStrobe	Výstup	Control-0	Áno
2 - 9	Data0 – Data7	Vstup/Výstup	Data-0 - Data-7	Nie
10	nAck	Vstup	Status-6	Nie
11	Busy	Vstup	Status-7	Áno
12	Paper-Out	Vstup	Status-5	Nie
13	Select	Vstup	Status-4	Nie
14	Linefeed	Výstup	Control-1	Áno
15	nError	Vstup	Status-3	Nie
16	nInitialize	Výstup	Control-2	Nie
17	nSelect-Printer	Výstup	Control-3	Áno
18-25	Zem	-	-	-

Tab. 1 Popis signálov

V PC je paralelný port tradične mapovaný niektorou z týchto adries:

Adresa – celé číslo ukazujúce na miesto v pamäti.

Prerušenie – udalosť, pri ktorej procesor prestane vykonávať inštrukcie práve vykonávaného programu a dočasne začne vykonávať program iný, obsluhujúci prerušenie.

ALU (aritmeticko logická jednotka) – vykonáva operácie spojené so spracovaním dát: matematické, logické a posuvy (rotácie).

Pamäť (memory) – zariadenie umožňujúce uchovať informácie (vo forme binárne kódovaných dát).

Adresa v pamäti – číselné označenie miesta v pamäti.

Radič – zariadenie prevádzajúce príkazy v symbolickej forme (inštrukcie) na postupnosť signálov ovládajúcich pripojené zariadenie. [8]

Formát zdrojového programu JSI

Program v JSI zapisujeme po riadkoch. Na jednom riadku môže byť iba jedna inštrukcia alebo pseudoinštrukcia. Každý riadok sa môže skladať zo 4 častí, ktoré je dobré od seba oddeľovať minimálne jednou medzerou alebo pomocou tabulátorov. Týmito 4 časťami sú:

- 1) návestia alebo symbolické meno,
- 2) inštrukcie alebo pseudoinštrukcie ,
- 3) operandy,
- 4) komentáre.

Príklad pre inštrukciu:

1	2	3	4
START:	MOV	A,P0	;text komentára

Príklad pre pseudoinštrukciu

1	2	3	4
STOVKA	EQU	64H	;text komentára

Popis základných inštrukcií:

Inštrukcia **MOV**

Inštrukcia MOV presunie obsah zdrojového bytu do cieľového bytu bez ovplyvnenia akýchkoľvek príznakov.

MOV operand1,operand2

MOV AL,BL

MOV AX,CX

Inštrukcia **JMP**

Inštrukcia vykoná nepodmienený skok.

JMP rezim2

Inštrukcia **JB**

Inštrukcia vykoná podmienený skok na návěstie v prípade, že príznak Carry=1. Ak pred inštrukciou skoku bola inštrukcia **CMP operand1,operand2** - skok sa vykoná iba vtedy ak bol operand1>operand2.

JB plus,pplus ;čaká na stlačenie tlačidla plus

Inštrukcia **CALL**

Inštrukcia vykoná skok do podprogramu. Najprv sa do zásobníku uloží návratová adresa pre inštrukciu RET a potom sa vykoná skok do podprogramu.

CALL operand1

CALL near DOM ; slovo near označuje krátky skok na procedúru DOM

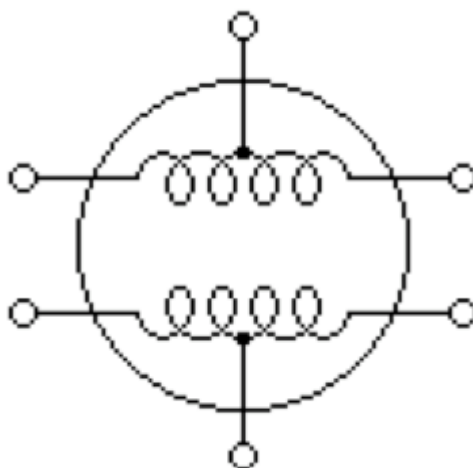
CALL far DOM ; slovo far označuje ďaleký skok na procedúru DOM

2 ANALÝZA PROBLÉMOVEJ OBLASTI

Konštrukciu krokového motora som rozoberal v prvej časti práce. V tejto časti sa budem venovať analýze problému pri určovaní metodiky riadenia krokových motorov. Ďalej sa budem venovať jednotlivým spôsobom riadenia a možnostiam aplikácie týchto spôsobov na rôzne typy krokových motorov. Postupne budú vymenované možnosti riadenia pre unipolárne aj bipolárne krokové motory. V závere tejto časti budú porovnané unipolárne a bipolárne krokové motory.

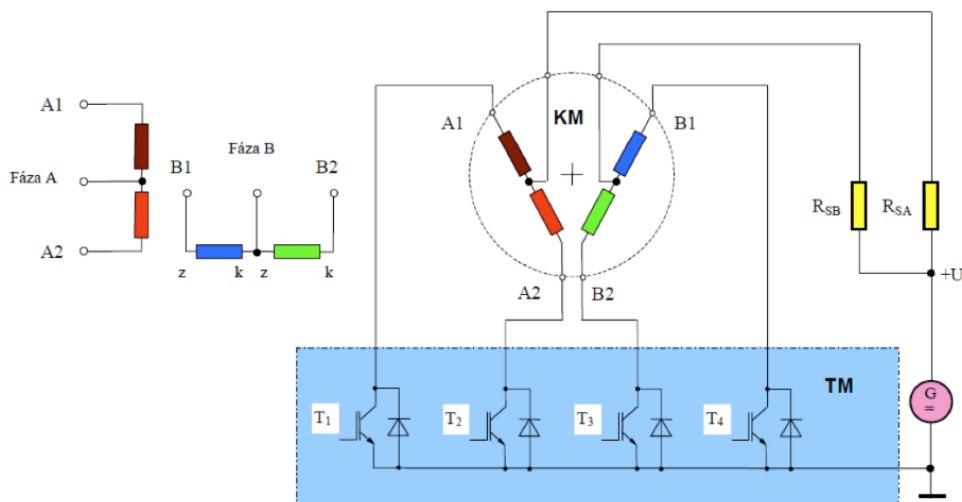
2.1 Unipolárne riadenie krokového motora

Unipolárne krokové motory obsahujú dve cievky. Tieto sú identické a nie sú elektricky spojené. Každá z cievok má stredový vývod – ten vychádza zo stredu cievky medzi jej jedným a druhým koncom ako je zobrazené na Obr. 11.



Obr. 11 Zapojenie cievok unipolárneho KM

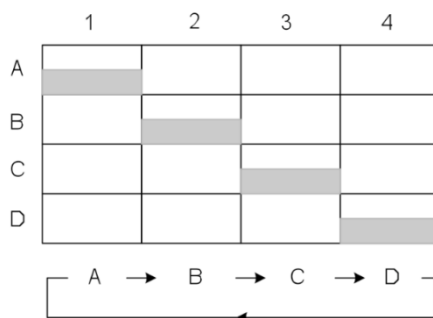
Unipolárne riadenie je charakteristické tým, že sa na vinutie cievky pripája napätie vždy len jednej polarity. Z toho vyplýva jednoduchšie hardvérové riešenie pri praktickej realizácii unipolárneho riadenia fáz. Na každú cievku v podstate stačí jeden budiaci tranzistor a ochranná dióda ako je v schéme na Obr. 12. Stredné vodiče pripojíme ku kladnému pólu zdroja. Uzemňovaním jednotlivých koncov môžeme vytvoriť požadovanú sekvenciu na otáčanie motora. Môžeme postupovať aj tak, že uzemníme stredné vodiče a na konce cievok budeme privádzať napätie. [2]



Obr. 12 Schéma zapojenia unipolárneho KM do obvodu

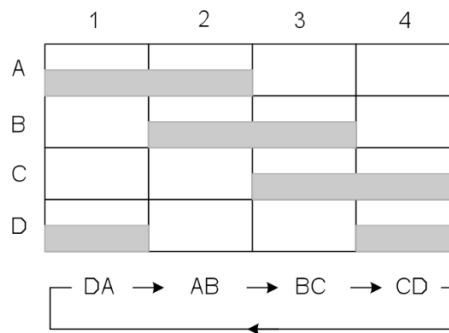
Unipolárne riadenie delíme na:

1. Unipolárne štvortaktné jednofázové riadenie je také, keď je súčasne napájaná len jedna fáza. Postupnou zmenou jednotlivých fáz v správnom poradí dosiahneme rotačný pohyb. Zmenu smeru otáčania KM dosiahneme zmenou spínania fáz a to v opačnom poradí. Postupnosť spínania fáz štvortaktného jednofázového riadenia KM je zobrazená na Obr. 13.



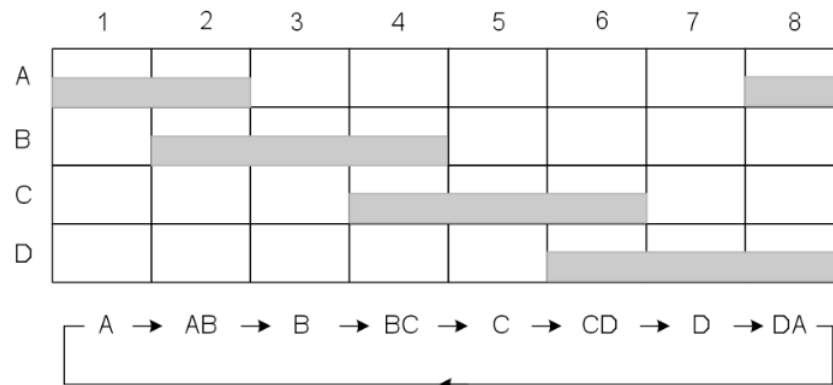
Obr. 13 Unipolárne štvortaktné jednofázové riadenie

2. Unipolárne štvortaktné dvojfázové riadenie je také, keď sú súčasne napájané dve fázy a to tak aby boli súčasne aktívne dve susedné cievky. Výsledná veľkosť momentu motora je v tomto prípade $\sqrt{2}$ -krát väčšia ako pri štvortaktnom jednofázovom riadení, ale z toho vyplýva aj väčší prúd pretekajúci KM. Postupnosť spínania fáz štvortaktného dvojfázového riadenia KM je zobrazená na Obr. 14.



Obr. 14 Unipolárne štvortaktné dvojfázové riadenie

3. Unipolárne osemtaktne riadenie je také, ktoré vznikne kombináciou predchádzajúcich dvoch algoritmov. Týmto typom riadenia je možné zdvojnásobiť počet stabilných stavov a tak dosiahneme zvýšenie presnosti polohovania KM – “zjemníme krok“, a to všetko bez zmeny konštrukčnej úpravy. Tiež sa nazýva riadenie s polovičným krokom. Toto riadenie je však nesymetrické a striedanie počtu aktívnych cievok má za následok zmenu veľkosti momentu motora v čase. Postupnosť spínania fáz osemtaktneho riadenia KM je zobrazená na Obr. 15.

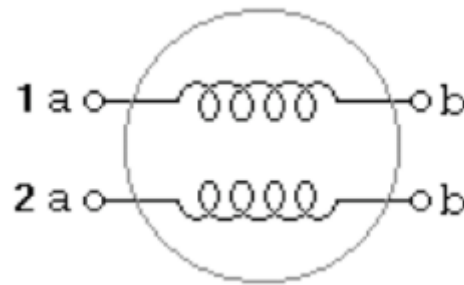


Obr. 15 Unipolárne osemtaktne riadenie

2.2 Bipolárne riadenie krokového motora

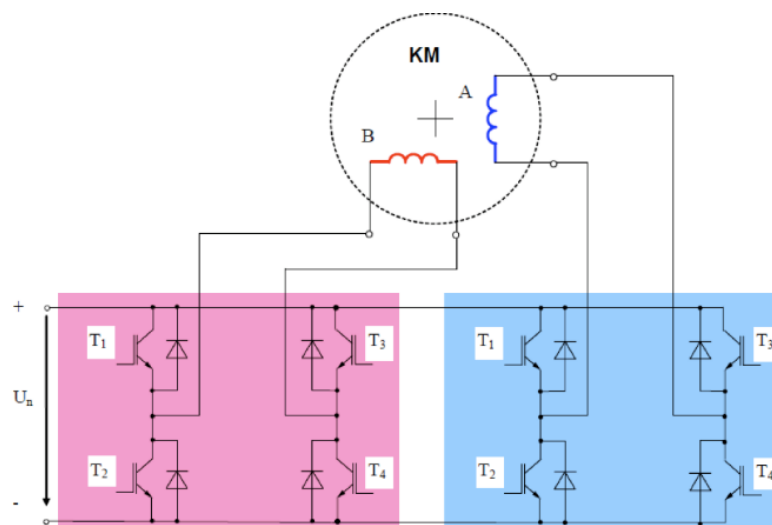
Bipolárne krokové motory sú z hľadiska fyzického vyhotovenia veľmi podobné unipolárnym. Cievky ale nedisponujú vývodom vychádzajúcim z ich stredu medzi jej jedným a druhým koncom ako je znázornené na Obr. 16. Kvôli tejto odlišnosti potrebujú bipolárne motory iný typ riadenia než unipolárne. Zmena toku prúdu cievkami sa deje zmenou polaritu, z čoho vyplýva aj názov bipolárne KM. Bipolárne KM využívajú celú cievku a preto dosahujú väčší moment. U unipolárneho riadenia je možné dosiahnuť

moment rovnakej veľkosti v režime štvortaktného dvojfázového riadenia kedy sú napájané dve susedné cievky.



Obr. 16 Zapojenie cievok bipolárneho KM

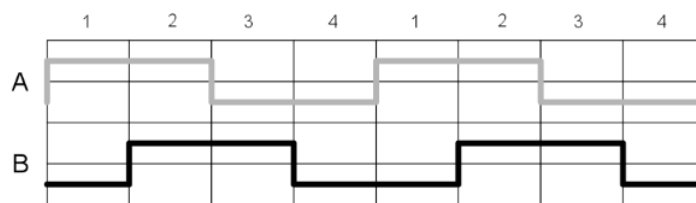
Na zabezpečenie zmeny toku prúdu je potrebné zmeniť polaritu napätia tak, aby prúd v cievke mohol tečť oboma smermi. Zapojenie ktoré toto umožňuje sa nazýva tzv. H – most. Keďže bipolárne KM obsahujú dve cievky, tak sú potrebné dva takéto H – mosty. Takéto zapojenie KM s tranzistorovým meničom pozostávajúcim z dvoch H – mostov je znázornené na Obr. 17. [2]



Obr. 17 Schéma zapojenia unipolárneho KM do obvodu

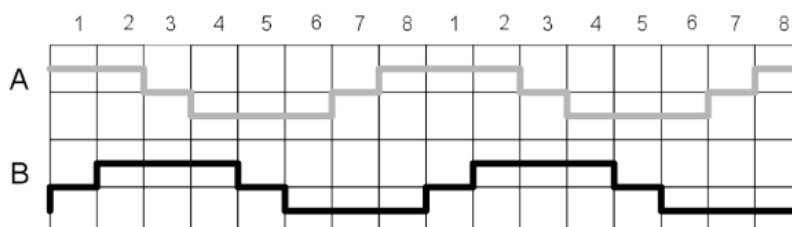
Bipolárne riadenie delíme na:

1. Bipolárne štvortaktné riadenie je také pri ktorom sú súčasne napájané obe cievky, ale mení sa polarita. Podrobne je spínanie jednotlivých cievok a smer toku prúdu znázornený na Obr. 18, kde hodnoty nad osou znázorňujú tok prúdu jedným smerom a hodnoty pod osou znázorňujú tok prúdu smerom opačným.



Obr. 18 Bipolárne štvortaktné riadenie

2. Bipolárne osemtaktné riadenie je rozdielne od štvortaktného bipolárneho riadenia v tom, že nastáva aj situácia kedy určenou cievkou nepreteká prúd. Týmto spôsobom je možné dosiahnuť polovičný uhol natočenia rotora, tzv. Half-Step. Časový priebeh spínania jednotlivých fáz a polarita je znázornená na Obr. 19.



Obr. 19 Bipolárne osemtaktné riadenie

3 REALIZÁCIA ÚLOHY

Vo svojej bakalárskej práci som sa rozhodol prakticky zrealizovať zapojenie na ovládanie krokového motora. Rozhodol som sa ho vytvoriť kvôli tomu, aby som si overil teoretické poznatky z oblasti riadenia krokových motorov. Na realizáciu som použil dostupné elektronické súčiastky a voľne šíriteľný software spustiteľný vo Windows XP.

Postupoval som spôsobom rozdelenia celkovej realizácie na niekoľko častí, ktoré som postupne zostavoval a overoval tak ich funkčnosť.

Prvým krokom bolo overenie spôsobov unipolárneho a bipolárneho riadenia KM. Pri overovaní týchto spôsobov som využíval priamo paralelný port PC a tak som posielal log.1 alebo log.0 na výkonový stupeň. Vďaka tejto skúsenosti som sa rozhodol pre unipolárne riadenie a to z dôvodu jednoduchšieho spínania fáz bez potreby zmeny polarity.

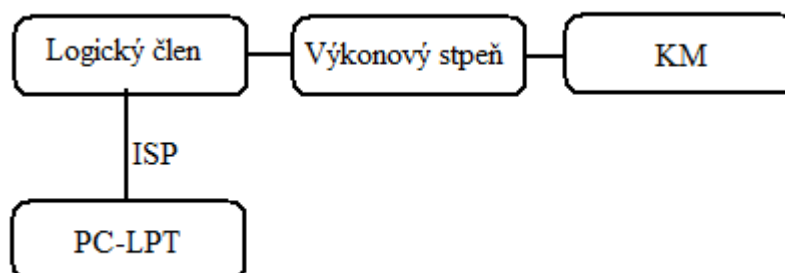
Ďalším krokom bolo zvolenie vhodného logického člena. Keďže som chcel aby bolo celé zariadenie autonómne zvolil som možnosť riadiť krokový motor pomocou mikroprocesora. Pri rozhodovaní sa medzi PIC 16F84 a ATMEL 89S2051 som zvolil zapojenie s mikroprocesorom ATMEL a to hlavne z dôvodu veľkého množstva literatúry o tomto mikroprocesore s 8051 architektúrou. Veľmi som ocenil výhody spojené s možnosťou programovať tento mikroprocesor prostredníctvom ISP, aj keď S - ková verzia tohto mikroprocesora je menej dostupná ako C – verzia.

Na záver som skonštruoval celkové zariadenie umožňujúce ovládať krokový motor v dvoch režimoch a dvoma spôsobmi riadenia so zobrazovacou jednotkou. Zariadenie je autonómne, ale má možnosť jednoduchšej úpravy zdrojového kódu prostredníctvom ISP, čiže nie je potrebné vkladať mikroprocesor do programátora.

Takto vytvorené zapojenie sa dá jednoducho upraviť a používať v najrôznejších aplikáciách ako napríklad natáčanie teleskopu, solárneho panela a rôznych iných.

3.1 Popis realizácie

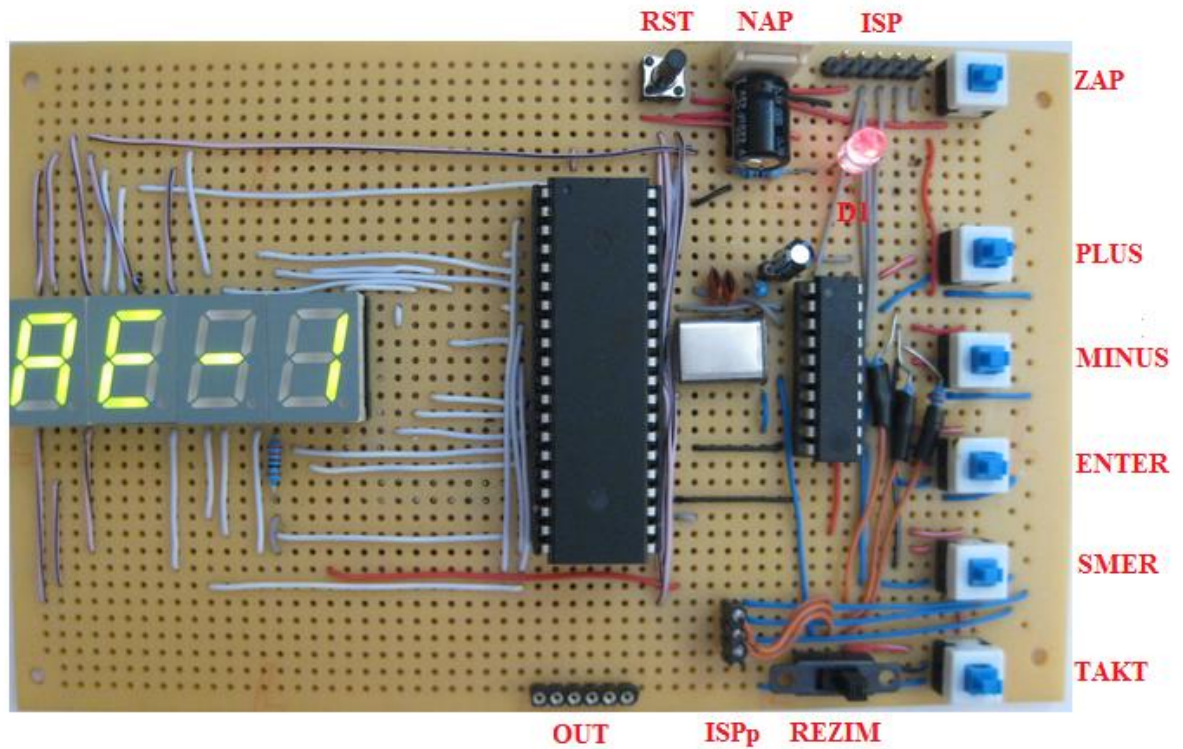
Realizácia je rozdelená do niekoľkých celkov, ktoré podrobne a jednotlivo popíšem. Zjednodušená schéma je zobrazená na Obr. 20. Popísané budú časti logický člen, výkonový spínací stupeň, použitý krokový motor, a prepojenie s PC.



Obr. 20 Schematické znázornenie jednotlivých stupňov

3.1.1 Logický člen

Základom logického člena je mikroprocesor ATMEL AT89S2051, na ktorý nadväzujú ďalšie časti ako spínacie a prepínacie prvky, sériový budič displeja MM5450 so zobrazovacou jednotkou, vstupy a výstupy. Napájanie je riešené pomocou USB portu počítača z dôvodu prítomnosti stabilizovaného napätia 5V na tomto porte. V prípade neprítomnosti PC je zariadenie napájané pomocou USB nabíjačky. Jednotlivé prvky sú zrejmé z Obr.21



Obr. 21 Logický člen

Popis jednotlivých prvkov :

- NAP** – konektor pripojenia napájania 5V,
- RST** – tlačidlo reset,
- ISP** – konektor slúžiaci na pripojenie ISP kábla,
- ZAP** – zapnutie a vypnutie logického člena,
- PLUS** – tlačidlo plus,
- MINUS** – tlačidlo mínus,
- ENTER** – tlačidlo enter,
- SMER** – prepínač smeru otáčania,
- TAKT** – voľba 4-taktného /8 taktného unipolárneho riadenia,
- REZIM** – voľba režimu 1 alebo 2,
- ISP_p** – odpojenie aktívnych členov od P1.5 až P1.7,
- D1** – signalizácia zapnutia,
- OUT** – výstup z logického člena.

Logický člen pracuje v dvoch režimoch, ktoré si môžeme zvoliť pomocou prepínača režimov, REZIM.

Režim 1 – v tomto režime pracuje logický člen ako servopohon a to tak, že sa zvolí požadované natočenie v stupňoch a smer natočenia. Mikroprocesor vyšle potrebné log.1 a log.0 na výstupy P1.0 až P1.3.

Režim 2 – v tomto režime je možné zadávať rýchlosť a smer otáčania motora a voliť štvortaktné, alebo osemtaktné riadenie. Mikroprocesor vyšle potrebné log.1 a log.0 na výstupy P1.0 až P1.3.

Funkcie jednotlivých vývodov mikroprocesora:

- * P1.0 – výstup na prvý budič KM,
- * P1.1 – výstup na druhý budič KM,
- * P1.2 – výstup na tretí budič KM,
- * P1.3 – výstup na štvrtý budič KM,
- * P1.4 – rozhodovací vstup voľby smeru otáčania,
- * P1.5 – tlačidlo ENTER,
- * P1.6 – tlačidlo MINUS,
- * P1.7 – tlačidlo PLUS,
- * P3.0 – hodinový signál smerujúci do M5450,
- * P3.1 – dáta smerujúce do M5450
- * P3.2 – rozhodovací vstup voľby režimu,
- * P3.3 – rozhodovací vstup voľby riadenia 4-taktné /8 taktné ,
- * P3.4 – nepoužitý,
- * P3.5 – nepoužitý,
- * P3.7 – výstup rozsvetovania a zhasínania desatinnej čiarky na displeji 2.

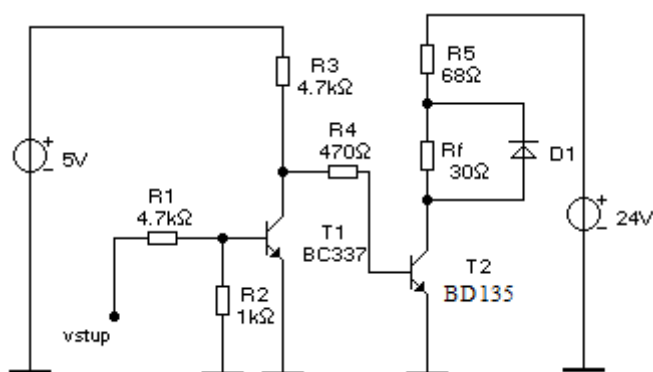
Zobrazovanie je riešené pomocou sériového budiča MM5450, na ktorý sa privádza hodinový signál a dáta z mikroprocesora. Po spracovaní dát budičom sa zobrazia hodnoty na displeji, ktorý je tvorený štvoricou 7 segmentových displejov KINGBRIGHT.

Oživenie logického člena prebieha v nasledujúcich krokoch:

1. pripojenie napájacieho napätia,
2. zapnutie spínača ZAP, na displeji sa zobrazí nápis „Entr“,
3. prepínačom REZIM si zvolíme režim 1 alebo režim 2 a potom stlačíme ENTER,
4. na displeji sa zobrazí podľa nášho výberu buď RE-1 alebo RE-2,
5. podľa režimu stláčaním tlačidiel PLUS a MINUS volíme hodnoty,
6. stlačením tlačidla ENTER potvrdíme a logický člen vyšle údaje na piny P1.0 až P1.3.

3.1.2 Výkonový spínací stupeň

Výkonový spínací stupeň má za úlohu zabezpečiť výkonové spínanie jednotlivých fáz na základe privedených impulzov z mikroprocesora, konkrétne z vývodov P1.4 až P1.7. Výkonový spínací stupeň sa skladá zo štyroch budičov vinutia (jeden budič je na jedno vinutie). Napätie 5V sa privádza priamo z logického člena a napätie 24V sa privádza z externého stabilizovaného zdroja. Zapojenie jedného budiča je zobrazené na Obr.22.



Obr. 22 Schéma zapojenia budiča vinutia

Funkcia budiča vinutia je taká, že po privedení log. 1 na vstup budiča vinutia sa otvorí tranzistor T1 a na kolektore tranzistora T2 bude len malé napätie, ktoré nechá tento tranzistor uzavretý. V tomto prípade nepreteká vinutím motora prúd. Ak však privedieme na vstup budiča vinutia log. 0 bude tranzistor T1 uzavretý a na jeho kolektore bude napätie, ktoré otvorí tranzistor T2 a vinutím motora začne pretekať prúd. V budiči je dôležité použiť ochrannú diódu D prepojenú s jedným vinutím a to z dôvodu ochrany tranzistora T2 pred napät'ovými špičkami, ktoré vznikajú pri prechodových dejoch. Použitý tranzistor T1 bol NPN BC337 a T2 NPN BD135, ktorý je dimenzovaný na spínacie prúdy do 1,5A čo plne uspokojovalo moje požiadavky.

3.1.3 Krokový motor PM35L

Na výkonový stupeň je pripojený krokový motor PM35L, ktorý je vyobrazený na Obr. 23. Počet krokov na otáčku tohto KM je 40, z toho vyplýva, že uhol natočenia rotora za jeden krok je 9 stupňov pri štvortaktnom riadení a 4,5 stupňa pri riadení osemtaktnom. Všetky základné technické parametre tohto KM sú uvedené v tabuľke tab. 3.



Obr.23 Krokový motor PM35L

Krokový motor PM35L		
Parameter	Štvortaktné riadenie	Osemtaktné riadenie
Počet krokov na otáčku	40	80
Max. rozbehová frekvencia	280 Hz	560 Hz
Max. prevádzková frekvencia	800 Hz	1600 Hz
Uhol α	9°	4,5°
Rf	30 Ω	
If	500mA	
Prevádzkové napätie	24V	

Tab. 3 Krokový motor PM35L

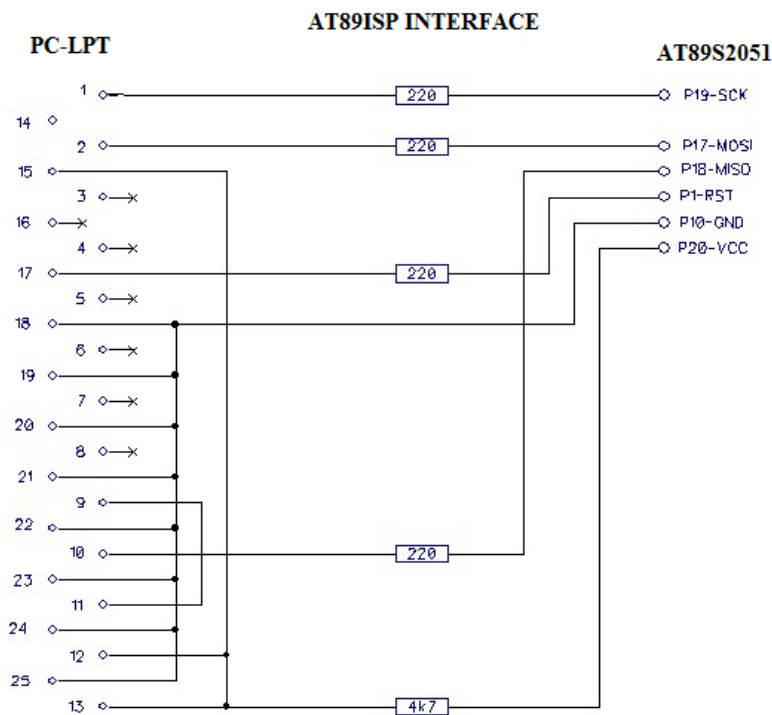
3.1.4 Prepojenie s PC

Prepojenie logického člena s PC je realizované pomocou ISP konektora na strane zariadenia a paralelného portu na strane PC. Tento spôsob prepojenia má niekoľko podstatných výhod.

1. Nie je potrebné používať zložitý programátor.

2. Jeden ISP kábel je možné použiť v rôznych zariadeniach umožňujúcich programovanie pomocou ISP.
3. Pri programovaní nie je potrebné vyberať procesor zo zariadenia a vkladat' ho do programátora.
4. Jednoduchý ISP kábel sa dá zhotoviť použitím paralelného konektora a piatich rezistorov.

Kábel na programovanie pomocou ISP sa dá síce kúpiť aj ako hotový výrobok od firmy ATMEL, ale pre jeho jednoduchosť zapojenia som sa rozhodol zhotoviť ho podľa jednoduchej schémy uvedenej na Obr. 24.



Obr. 24 Zapojenie ISP kábla

Na pinoch 1, 2, 10, 17 sú cez rezistory pripojené jednotlivé vývody SCK, MOSI, MISO, RST. Piny 18 až 25 sú uzemnené. Na piny 12, 13 a 15 je cez rezistor pripojené napätie aby sa na tieto vstupy dostala úroveň log.1. Toto napätie sa privádza priamo z logického člena.

Pri spájaní logického člena s PC je treba dodržiavať zásady, že v čase pripojenia musia byť obidve zariadenia zapnuté a na vývodoch mikroprocesora MOSI, MISO a SCK nemôžu byť v čase programovania pripojené žiadne aktívne výstupy z obvodov aplikácie. Z tohto dôvodu je v logickom člene umiestnený konektor ISP_P , ktorý musí byť pri pripojení logického člena k PC rozpojený.

4 SOFTVÉROVÉ RIEŠENIE

Keďže mikroprocesor bez nahratého programu je prakticky nefunkčný, tak sa budem v tejto časti mojej bakalárskej práce venovať softvérovému vybaveniu, ktoré je potrebné na uvedenie zariadenia do prevádzky a jeho správnu činnosť.

4.1 Program mikroprocesora AT89S2051

Program mikroprocesora AT89S2051 je napísaný v jazyku symbolických inštrukcií.

Výpis programu 8-taktného riadenia a na neho nadväzujúceho 4 taktného riadenia :

```

;                               8TAKT                               ;                               4TAKT
;                               ;                               ;
;                               ;                               ;

znovaoo1: jnb  smerot,smeroo  ;volba smeru      takt4:  jnb  smerot,skoo1  ;voľba smeru
          cjne R3,#9d,skoko1
          mov  R3,0
skoko1:  inc  R3
          cjne R3,#9,znovaoo
          mov  R3,#1d
znovaoo: jmp  smero1
smeroo:  cjne R3,#0d,skoko2
          mov  R3,#9d
skoko2:  dec  R3
          cjne R3,#0d,smero1
          mov  R3,#8d
smero1:  cjne R3,#1d,kroko1
          mov  A,#1111110b
kroko1:  cjne R3,#2d,kroko2
          mov  A,#1111100b
kroko2:  cjne R3,#3d,kroko3
          mov  A,#1111101b
kroko3:  cjne R3,#4d,kroko4
          mov  A,#11111001b
kroko4:  cjne R3,#5d,kroko5
          mov  A,#11111011b
kroko5:  cjne R3,#6d,kroko6
          mov  A,#11110011b
kroko6:  cjne R3,#7d,kroko7
          mov  A,#11110111b
kroko7:  cjne R3,#8d,kroko8
          mov  A,#11110110b
kroko8:  jmp  skoo2

          ;znovu
          ;nastavenie
          ;predvoľby

          mov  th0,R2
          mov  R4,#3d      ;3-krát časovanie
          reti
```

4.2 Programovanie mikroprocesora pomocou PC

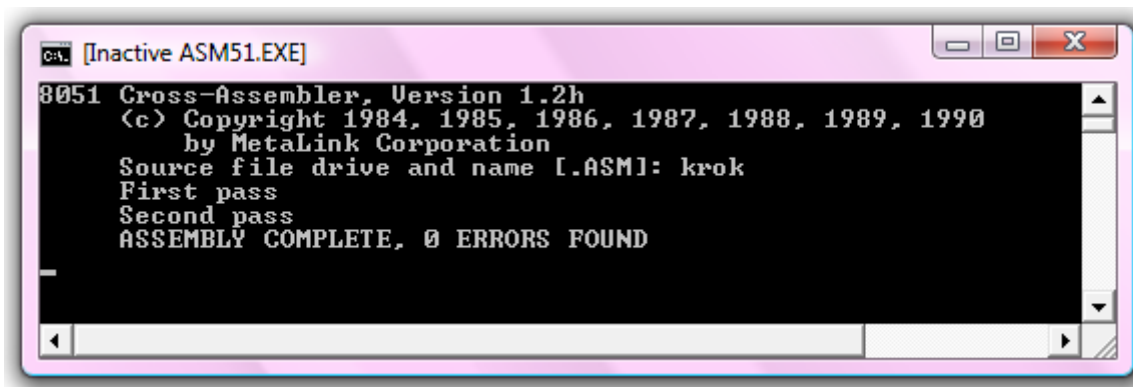
Na programovanie mikroprocesora som použil programy ASM51 a AT89ISP Software. V tejto časti tieto programy charakterizujem a popíšem postup programovania mikroprocesora.

4.2.1 ASM51

Do mikroprocesora nie je možné nahrat' program v JSI lebo by mu nerozumel a pravdepodobne by presahoval kapacitu jeho pamäte. Preto je potrebné použiť prekladač (assembler), ktorý prevedie program napísaný v JSI do strojového kódu, do súboru HEX.

Použil som veľmi obľúbený a kvalitný prekladač pre mikroprocesory 8051 ASM51.EXE

Postup práce s programom je taký, že si najprv pripravíme program napísaný v JSI s príponou .asm. Takto napísaný program ešte upravíme tak, aby sa na jeho začiatku nachádzal názov konfiguračného súboru “ \$mod51“, aby prekladač vedel rozoznať o aký typ mikroprocesora ide. Program umiestnime do priečinka, kde sa nachádza prekladač. Spustíme prekladač a napíšeme meno programu, ktorý chceme preložiť. Po preložení program ohlásí počet nájdených chýb, vytvorí protokol o preklade a v konečnom dôsledku vytvorí aj súbor HEX. Tento je vhodný na nahratie do mikroprocesora. Okno so spusteným programom v príkazovom riadku je zobrazené na Obr. 25.

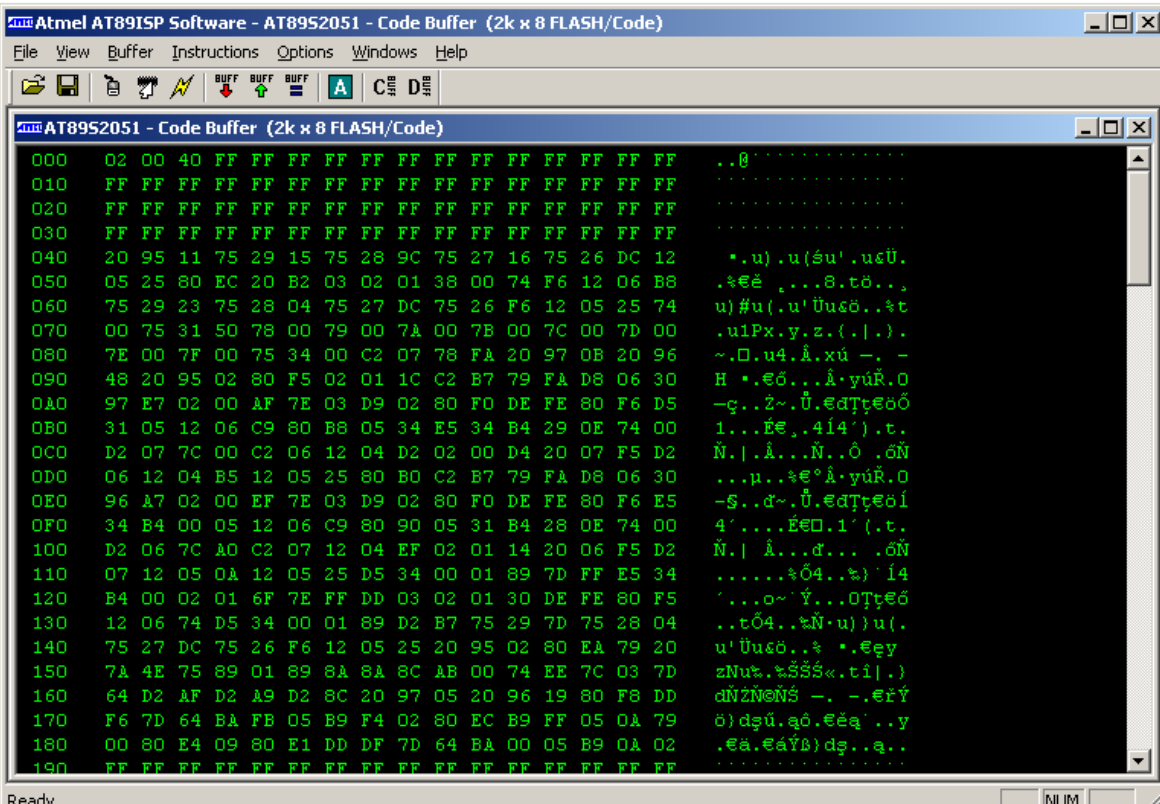


```
CA: [Inactive ASM51.EXE]
8051 Cross-Assembler, Version 1.2h
(c) Copyright 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990
by MetaLink Corporation
Source file drive and name [.ASM]: krok
First pass
Second pass
ASSEMBLY COMPLETE, 0 ERRORS FOUND
```

Obr. 25 Program ASM51

4.2.2 AT89ISP Software

Tento program umožňuje ISP programovanie mikroprocesorov typu AT89S/LP. Je to graficky riešený program s intuitívnym ovládaním. Je voľne prístupný na web-stránkach firmy ATMEL. Po nainštalovaní programu môžeme začať plne používať jeho funkcie. Postup pri nahrávaní hotového programu v HEX súbore je nasledujúci. Zapneme Logický člen a pripojíme ho k paralelnému portu PC pomocou ISP kábla. Spustíme program AT89ISP Software a zvolíme ponuku Options, kde vyberieme možnosť Select Port. Zo zoznamu portov si vyberieme ten, na ktorý je pripojený logický člen. Ďalej v ponuke Options zvolíme možnosť Select Device a vyberieme si typ mikroprocesora. Zobrazí sa podokno Code Buffer . V ďalšom kroku zvolíme File – Load Buffer a vyberieme si súbor HEX, ktorý chceme zapísať do pamäte mikroprocesora. Potom sa nám zobrazia v okne zapísané pamäťové miesta ako je zrejmé z Obr. 26. Posledné čo zostáva je kliknúť na ikonu Write Chip. Nakoniec program vypíše či zapisovanie prebehlo v poriadku a či je kompletné.



The screenshot shows the 'Code Buffer' window of the AT89ISP Software. The window title is 'Atmel AT89ISP Software - AT89S2051 - Code Buffer (2k x 8 FLASH/Code)'. The menu bar includes 'File', 'View', 'Buffer', 'Instructions', 'Options', 'Windows', and 'Help'. The toolbar contains icons for file operations and buffer management. The main area displays a list of memory addresses from 000 to 190. Each address is followed by a hexadecimal value (e.g., 02 00 40 FF FF FF FF) and a corresponding ASCII string (e.g., ..@.....). The window is titled 'AT89S2051 - Code Buffer (2k x 8 FLASH/Code)' and has a scroll bar on the right. The status bar at the bottom shows 'Ready' and a 'NUM' indicator.

Obr. 26 Program AT89ISP Software

5 ZHODNOTENIE MOŽNOSTÍ PRAKTICKÉHO VYUŽITIA

Pri hodnotení možností praktického využitia zariadenia na riadenie KM, vychádzam zo základných vlastností KM. Vďaka možnosti nastavenia uhla pootočenia KM sú tieto pohony výborne využiteľné pri natáčaní rôznych súčastí zariadení, pri ktorých je kladený dôraz na presnosť. Použitím prevodového ústrojenstva je možné s ľubovoľným KM dosiahnuť pootočenie o potrebný uhol. Napríklad použitím prevodovky s prevodovým pomerom 1:9 je možné navrhnuté zariadenie používať pri štvortaktnom režime na natáčanie o jeden stupeň. Úpravou programu mikroprocesora dosiahneme aj korektné zobrazenie uhlov natočenia. Z tohto dôvodu považujem navrhnuté zariadenie za univerzálne a použiteľné v rôznych konštrukciách. Ako príklad uvediem natáčanie kamery alebo teleskopu. Pri takomto použití užívateľ ocení dva režimy riadenia, umožňujúce výber vhodnejšieho spôsobu natočenia. Voľbou osemtaktého, alebo štvortaktého riadenia sa dosiahne zjemnenie natočenia. Vhodný spôsob využitia tejto riadiacej jednotky KM vidím v elektronickom spôsobe zaostrovania teleskopu, kedy je KM cez prevodovku spojený s mech. mechanizmom zaostrovania teleskopu. Dosiahneme tak veľmi presné zaostrenie a vždy budeme vedieť o koľko sa mechanizmus zaostrovania teleskopu natočil. Princíp je zobrazený na Obr. 27



Obr. 27 Zaostrovanie pomocou KM

ZÁVER

Ako je už v úvode spomenuté, krokové motory sú všade okolo nás a stačí sa len zamyslieť, kde všade sa s nimi stretávame.

Úlohou tejto bakalárskej práce bolo venovať sa problematike riadenia krokového motora pomocou assembleru. Na začiatku som rozobral jednotlivé body tejto problematiky, ktorým som sa chcel venovať a vysvetliť ich.

V prvej kapitole som sa venoval základným pojmom a definíciám, aby som vysvetlil problematiku a definoval jednotlivé časti, ktoré som rozoberal v ďalších kapitolách.

Takto boli vysvetlené základné pojmy ako krokový motor, rozdelenie krokových motorov podľa konštrukcie. Charakterizoval som vlastnosti mikroprocesora AT89S2051, radič displeja M5450, paralelný port a jazyk symbolických inštrukcií a to z dôvodu použitia týchto prostriedkov v mojej realizácii.

V druhej kapitole som sa venoval analýze problémovej oblasti a to hlavne z hľadiska princípov ovládania krokových motorov. Na obrázkoch som znázornil zapojenie unipolárneho a bipolárneho krokového motora. Pre lepšie vysvetlenie som graficky zobrazil časovú postupnosť spínania jednotlivých vinutí pri štvortaktnom aj osemtaktnom riadení.

Za najdôležitejšiu pokladám tretiu kapitolu, v ktorej je popísaná celková realizácia hardvérovej časti mojej úlohy. Charakterizované sú jednotlivé časti ako logický člen, výkonový stupeň, použitý krokový motor a prepojenie s PC a je popísaná ich funkcia.

Štvrtá kapitola sa zaoberá softvérovým riešením riadenia krokového motora pomocou assembleru. Popísaný je program mikroprocesora AT89S2051, jeho najdôležitejšie časti a ich funkcie. Spomenuté sú aj postupy potrebné na realizáciu komunikácie medzi PC a mikroprocesorom.

V poslednej, piatej kapitole som zhodnotil možnosti praktického využitia realizovaného zapojenia s prihliadnutím na charakteristiku krokových motorov. Ako príklad som uviedol možnosť zaostrovania teleskopu pomocou riadeného krokového motora.

Z mojej práce vyplýva možnosť využitia vhodne riadených krokových motorov v rozličných oblastiach techniky.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] ŽALMAN, M. Akčné členy, Bratislava: STU, 2003. ISBN 80 -227 – 1835 – 1
- [2] Krokové motory [Online] [2010-05-14]. Dostupné na internete
<:<http://www.posterus.sk/?p=2840>.>
- [3] Krokové motory a ich riadenie [Online] [2010-05-16]. Dostupné na internete
<:<http://www.mti.tul.cz/files/ats/krok2.pdf>.>
- [4] Atmel, Mikroprocesor AT89S2051/S4051 [Online] [2010-05-16]. Dostupné na internete
<:http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc3390.pdf/.>
- [5] Komunikačné rozhrania [Online] [2010-05-14]. Dostupné na internete
<:<http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2006111804-hardware-5-komunikacne-rozhrania>.>
- [6] Wikipédia, Paralelný port [Online] [2010-05-19]. Dostupné na internete
<:http://sk.wikipedia.org/wiki/Paraleln%C3%BD_port.>
- [7] Jazyk symbolických inštrukcií [Online] [2010-05-22]. Dostupné na internete
<:<http://www.gymmt.sk/~kveta/programovanie.htm>.>
- [8] Wikipédia, Jazyk symbolických inštrukcií [Online] [2010-05-19]. Dostupné na internete
<:http://sk.wikipedia.org/wiki/Jazyk_symbolick%C3%BDch_in%C5%A1trukci%C3%AD.>