

# Regulace posuvu pomocí krokového motoru

Regulation of movement with stepping engine

Miroslav Marčaník

---

Bakalářská práce  
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav aplikované informatiky

akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav MARCANÍK**

Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Regulace posuvu pomocí krokového motoru**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na krokové motory a jejich využití v praxi.
2. V rámci rešerše se zaměřte na konstrukci malých krokových motorků.
3. Proveďte způsob řízení krokového motoru na základě žádané hodnoty. Krokový motor se pootočí jen o zadaný úhel.
4. Proveďte praktickou realizaci včetně programového vybavení.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Novák, P.: Mobilní roboty-pohony, senzory, řízení. Praha, BEN, 2005, ISBN 80-7300-141-1.
2. BASTIAN, P.: Praktická elektrotechnika. Europa -- Sobotáles, Brno, 2004. ISBN 808670615X.
3. HRUŠKA, F.: Technické prostředky automatizace IV. UTB ve Zlině, 2001. ISBN 80-7318-131-2 (brož.).
4. KLAUS, T.: Příručka pro elektrotechnika. Europa -- Sobotáles, 2005. ISBN:80-86706-13-3.
5. HORST, J.: Informační a telekomunikační technika. Praha, BEN, 2004. ISBN 80-86706-08-7.
6. <http://www.regulacni-pohony.cz>
7. <http://www.robotika.cz>

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.**  
Ústav elektrotechniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

**20. února 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**1. června 2009**

Ve Zlině dne 13. února 2009

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce pojednává o řízení krokového motoru, který se pootočí o zadaný krok. V teoretické části jsem se zaměřil na rozdělení krokových motorů a podrobnější popis jednotlivých typů. Uvedl jsem pár příkladů na malé krokové motory a jejich využití v praxi.

Klíčová slova:

Krokový motor, Mikroprocesor M9S08GB60, Vývojové prostředí Codewarrior

## **ABSTRACT**

Abstract labour treats on regulation of stepping engine witch engaged rotation. I was concentrated on division of stepping engines and narrowed description of single types in abstracted part. I have introduced a couple of examples on small stepping engines and their usaje in work experience.

Keywords:

Stepping engine, Microprocessor M9S08GB60, Developement environment Codewarrior

Chtěl bych poděkovat hlavně panu Mgr. Milanu Adámkovi, Ph.D. za trpělivost, kterou se mnou měl a za vedení mé bakalářské práce. Dále pak také panu Ing. Janu Dolinayovi a ing. Petru Dostálkovi za pomoc při programovém řešení posuvu krokového motoru. A také panu Milanu Kostílkovi za možnost realizace plošného spoje.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 KROKOVÉ MOTORY</b> .....	<b>11</b>
1.1 HISTORIE KROKOVÉHO MOTORU .....	11
1.2 STAVBA KROKOVÉHO MOTORU .....	12
1.3 ROZDĚLENÍ KROKOVÝCH MOTORŮ .....	13
1.3.1 Základní rozdělení .....	14
1.3.1.1 KM s pasivním rotorem .....	14
1.3.1.2 KM s aktivním rotorem .....	14
1.3.1.3 KM hybridní .....	17
1.3.2 Podle pohybu .....	18
1.3.2.1 Rotační .....	18
1.3.2.2 Lineární .....	18
1.3.3 Podle napětí .....	18
1.3.4 Podle polaroty .....	18
1.3.4.1 Unipolární .....	18
1.3.4.2 Bipolární .....	18
1.3.5 Podle počtu fází .....	19
<b>2 MALÉ KROKOVÉ MOTORY</b> .....	<b>20</b>
2.1 TISKAŘSKÁ ZAŘÍZENÍ .....	21
2.2 VÝPOČETNÍ TECHNIKA .....	21
2.3 HOBBY TECHNIKA .....	21
2.4 LÉKAŘSKÁ TECHNIKA .....	22
2.5 KONKRÉTNÍ TYP MALÝCH KM .....	22
2.5.1 Dvoufázové KM .....	22
2.5.2 Dvoufázové dózické KM .....	23
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>24</b>
<b>3 VÝVOJOVÝ KIT FREESCALE</b> .....	<b>25</b>
3.1 PARAMETRY MIKROPROCESORU M9S08GB60 .....	25
<b>4 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ CODEWARRIOR</b> .....	<b>27</b>
4.1 VYTVOŘENÍ PROSTŘEDÍ PRO ŘÍZENÍ KM .....	27
<b>5 POPIS PROGRAMU</b> .....	<b>29</b>
5.1 VYTVOŘENÍ ROZHRANÍ MEZI KM A VÝVOJOVÝM KITEM .....	32
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>34</b>
<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ</b> .....	<b>35</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>36</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>38</b>

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>39</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>40</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>41</b>



## ÚVOD

Krokové motory jsou typické na jednoduchou obsluhu a precizní řízení posuvu neboli kroku. Jedná se o synchronní typ motoru, který je řízen řídicím impulsem. Budící impuls je přiváděn na jednotlivé cívky a tím se dosahuje pootočení rotoru o požadovaný krok. Co impuls to jeden krok. Díky tomuto principu řízení se krokové motory používají pro různá odvětví, kde se vyžaduje přesná polohovatelnost. Nejvíce se uplatňuje ve výpočetní technice, v automatizaci, robotice a v dalších odvětvích. Podrobnější uplatnění bude popsáno podrobněji níže v jednotlivých podkapitolách.

Pro připojení krokového motoru na vývojový kit bylo nutné udělat patřičné opatření, které je také popsáno níže v jednotlivé podkapitole. Jelikož jsem studoval na střední škole elektroniku, proto při výběru této práce jsem neváhal ani vteřinu. Řízení krokového motoru probíhá jen na vývojovém kitu, se kterým jsem se seznámil už v hodinách mikropočítačů, a který vysílá jen budící impulsy na jednotlivé cívky a slouží ke komunikaci mezi uživatelem a řídicím programem. Rozhraní pro komunikaci mezi programem a uživatelem je velmi jednoduchá a je založena na 4 tlačítkách, kterým se ovládá zapínání, vypínání a točení krokového motoru doleva nebo doprava. Nadále pro lepší přehlednost byly využity i 4 led diody, které budou indikovat budící impulsy na jednotlivých cívkách krokového motoru. Potenciometr, kterým se volí velikost hodnot otočení krokového motoru a v poslední řadě sedmi segmentový dvouřádkový displej, který zaručuje příjemnou vizuální stránku. Podrobnější popis vývojového kitu je popsán níže v jednotlivých podkapitolách stejně jako i řídicí program.

Konstrukce a podrobnější popsání malých krokového motoru bude popsána níže v jednotlivých podkapitolách, jelikož kdyby se vypisovalo ještě více v úvodu, musel bych napsat nový úvod, protože by se z tohoto úvodu stala přímo bakalářská práce.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 KROKOVÉ MOTORY

Jsou speciální typ synchronních motorů, které pracují na principu nespojitého pohybu rotoru neboli po jednotlivých krocích, jenž je dán při výrobě jednotlivých typů KM. Při průchodu elektrického proudu cívkou statoru se vytvoří elektromagnetické pole, které přitáhne opačný pól magnetu na rotoru KM a udělá tím jeden krok. Díky této technice lze vyrobit KM, které budou nastavovat přesnou polohu podle cívek, jenž se nachází ve statoru. Nevýhodou je, že při překročení maximální rychlosti nebo přílišné zátěži může docházet ke ztrátám kroků, které jsou při důležitosti počítání kroků v technice velmi důležité, a tudíž mohou nastávat hazardy a i velmi nebezpečné situace. Přestavme si to tak, že je v letadle spoje KM na odečet vzdálenosti od země a najednou se Vám nějaký ten krok ztratí. Za následek bude, že si pilot bude myslet, že má dostatek času na vysunutí podvozku, i když skutečnost bude zcela jiná. Následek může být až kritický.

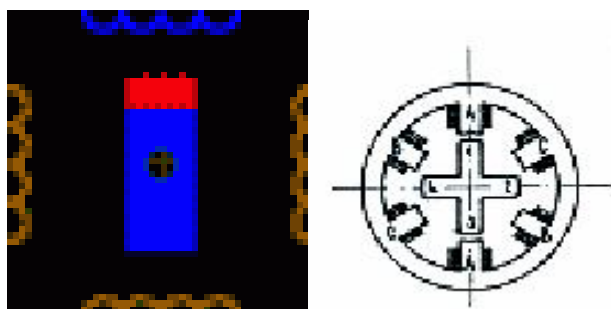
### 1.1 Historie krokového motoru

Využití KM se rozvinulo od 60 let 20. století a to díky rozvoji a nástupem polovodičové a výpočetní techniky. Největší využití v tehdejší době bylo u polohovacích mechanismů, diskových pamětí, tiskáren a plotterů. S postupným rozvojem se KM motory dostávaly do skoro všech průmyslových a komerčních odvětví.

Největší uplatnění našla konkrétně u výpočetní techniky, jako důležité periférie počítačů. Např. jako polohování hlaviček u disků, tiskáren a mechanik, nebo také později v robotice, pro jemnější pohyb přístrojů.[1]

## 1.2 Stavba krokového motoru

KM se skládá ze dvou částí, statoru a rotoru. Stator je nepohyblivá část motoru, ve které se nám indukuje elektromagnetické pole, která je tvořena trvalým magnetem, elektromagnetem nebo cívkou. Podmínkou u výroby statoru je, že se jedná vždy o páry. Obrázek[1]. Čím je počet párů ve statoru více, tím jsou kroky jemnější a naopak. Rotor se označuje rotující součástí jako je například u dynama, alternátoru či čerpadla. Rotor bývá tvořen hřídelí, která bývá usazena na ložiskách (kuličkových válcových atd.) a prstencem permanentních magnetů, jenž musí být dobře vyvážený.[2]



Obrázek[1] Stavba statoru se dvěma páry cívek.

### 1.3 Rozdělení krokových motorů

KM můžeme rozdělit podle několika hledisek.

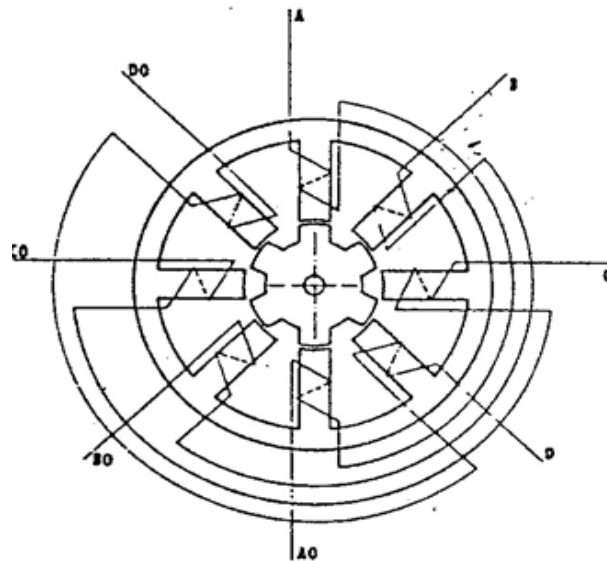
- Základní rozdělení:
  - o KM s pasivním rotorem
  - o KM s aktivním rotorem
  - o KM hybridní
  
- Podle pohybu:
  - o Rotační
  - o Lineární
  
- Podle napájení:
  - o 5V
  - o 12V
  - o 24V
  
- Podle polarity:
  - o Unipolární
  - o Bipolární
  
- Podle počtu fází:
  - o Jednofázové
  - o Dvoufázové
  - o Vícefázové

Jelikož by se dalo rozepsat o každém typu KM na hodně stránek, proto jsem zvolil jen o vypsání jen těch nejdůležitějších informací.[1]

### 1.3.1 Základní rozdělení

#### 1.3.1.1 KM s pasivním rotorem

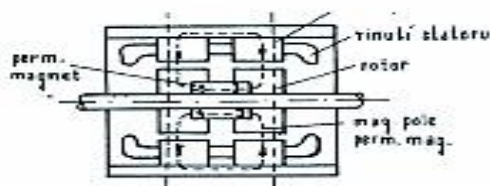
Označované také jako reakční, reluktanční nebo s proměnlivou reluktancí. Pracují na principu výrazně rozdílné magnetické reluktance (vodivosti) na rotoru a statoru, přičemž nutnou podmínkou je rozdílný počet zubů (pólů) na statoru a rotoru.



Obrázek [2] KM s pasivním rotorem

#### 1.3.1.2 KM s aktivním rotorem

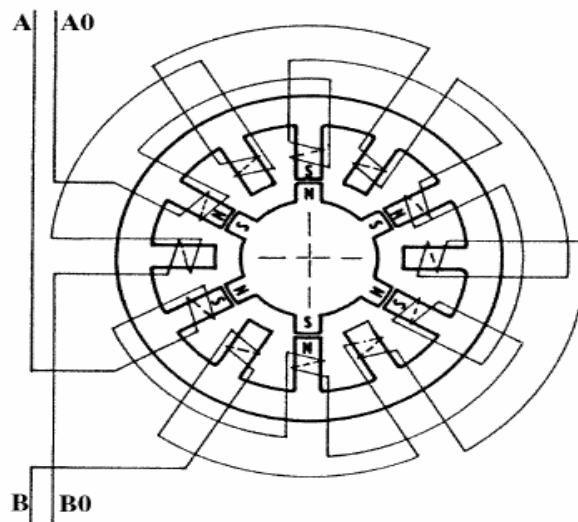
Mají rotor tvořen permanentním magnetem (aktivním prvkem). Tyto KM se nadále dělí podle uspořádání pólů na KM s radikálně polarizovaným a s axiálně polarizovaným magnetem. Mají také rozdílný počet pólů na rotoru a statoru, ale rotorové póly jsou tvořeny ornamentními magnety.



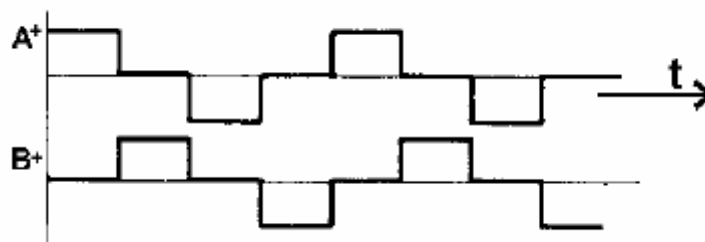
Obrázek [3] KM s aktivním rotorem

### 1.3.1.2.1 KM s radikálně polarizovaným magnetem

Rotor je tvořen z permanentního magnetu. Na obvodu rotoru se střídají severní a jižní póly a jejich počet je poloviční než počet pólů statoru. Počet pólů statoru je dále dělitelný čtyřmi. Statorové vinutí je navinuto dvoufázově a při spínání fází je nutno měnit směr proudu ve vinutích. Tyto KM mají složitější magnetický obvod a jsou tudíž dražší. Časová konstanta vinutí je u těchto KM malá, protože v magnetickém obvodu je zařazen permanentní magnet. Z toho vyplývá, že je možno dosáhnout vyšších provozních kmitočtů než u motorů s pasivním rotorem.



Obrázek [4] KM s radikálně polarizovaným magnetem

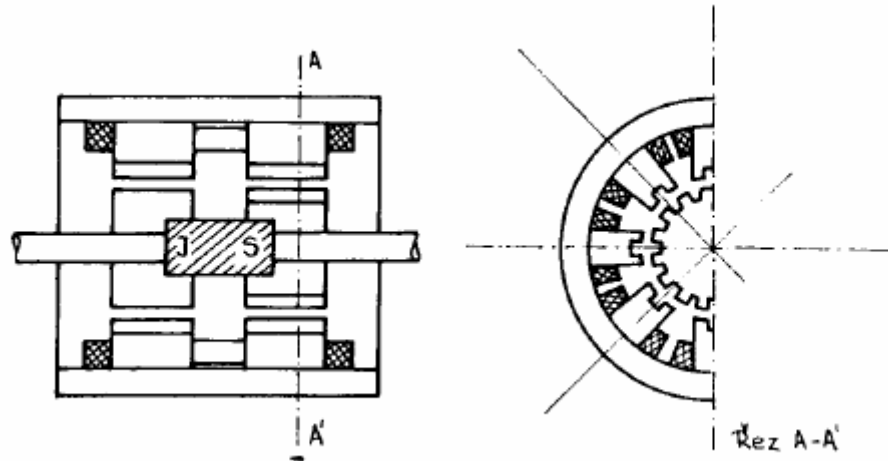


Obrázek [5] Průběh budícího proudu ve fázích KM s radikálně polarizovaným magnetem

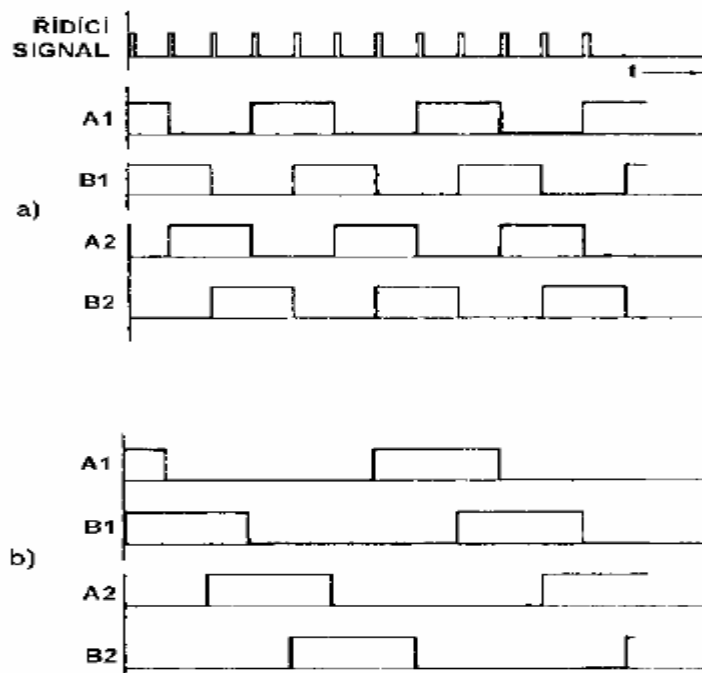
### 1.3.1.2.2 KM s axiálně polarizovaným magnetem

Na rotoru jsou nalisovány dva pólové nástavce složené z plechů. Mezi pólovými nástavci je uložen permanentní magnet axiálně polarizovaný. Magnet je uložen, aby každý pólový nástavec měl jinou magnetickou polaritu. Počty zubů statoru a rotoru nejsou stejné a obvykle se

volí počet rotorových zubů větší. Fáze vinutí jsou v rytmu řídicích impulsů buzeny v předepsaném pořadí a to podle zadaného způsobu řízení. Vzniká točivé statorové magnetické pole. Rotor sleduje toto magnetické pole tak, že se vždy nejbližší zuby rotoru nastaví do magneticky klidové polohy. [3]



Obrázek [6] KM s axiálně polarizovaným magnetem



Obrázek [7] Průběh budícího proudu ve fázích KM s axiálně polarizovaným magnetem

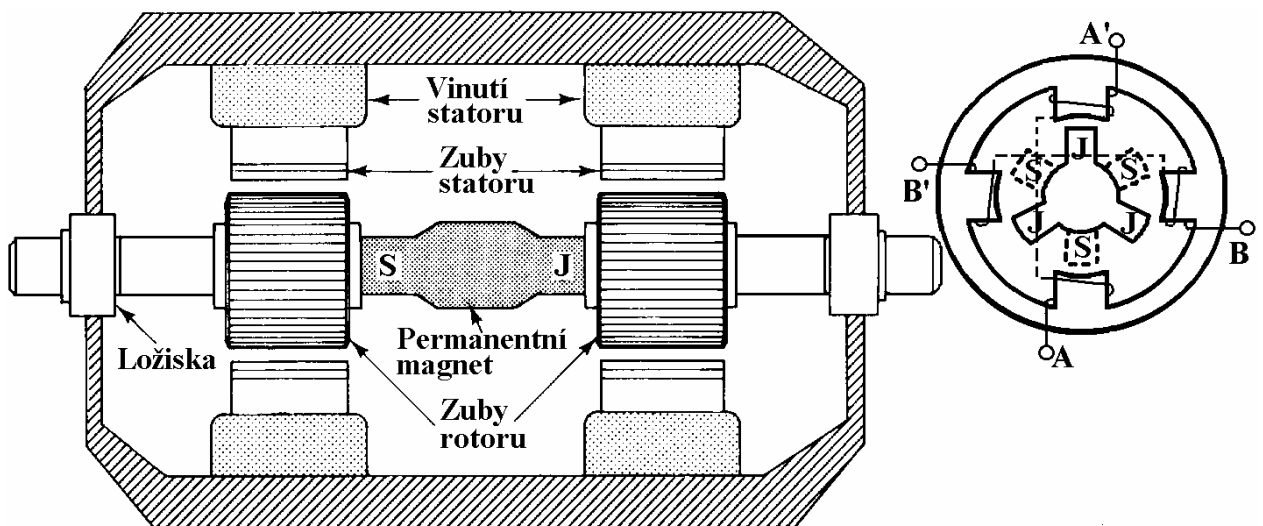


### 1.3.1.3 KM hybridní

Jedná se o kombinaci předchozích dvou typů KM. Tedy KM s aktivním a pasivním rotorem. Tento krokový motor je představitel v současné době pravděpodobně nejpoužívanějším typem. Rotor motoru tvoří axiálně uspořádané permanentní magnety a dvě části z magneticky měkkého železa, přecházející na přesazené nástavce. Hybridní krokové motory mají malý základní krok, větší točivý moment a větší přídržný moment. [4]



Obrázek[8] Hybridní KM v celém pouzdře



Obrázek[9] Řez hybridním KM

## 1.3.2 Podle pohybu

### 1.3.2.1 Rotační

Využívá nespojitě změny složek elektromagnetického pole, které se dosahuje pomocí vysílání impulsů na vinutí motoru. KM rotační jsou určeny pro rotační polohovací osy s vysokými nároky na přesnost a spolehlivost. Podstatnou nevýhodou je malý krouticí moment, který klesá s rostoucí frekvencí řídicích impulsů. Proto se používají jako vhodné KM pro pohybový pohon menších jednotek. Zátěž se uvažuje jednotkách kilogramů. Pro zvětšení jeho výkonu lze použít kombinaci s hydraulickým zesilovačem.

### 1.3.2.2 Lineární

jsou určeny pro pomalé, ale velmi přesné polohování menších břemen. Při pohybu běžce nedochází k žádným mechanickým ztrátám ani opotřebením a funkci neomezuje ani malé znečištění povrchu. Motory tohoto typu se vyznačují poměrně vysokou účinností a dlouhou životností a jsou prakticky bezúdržbové.

## 1.3.3 Podle napětí

Jedná se o jednotlivé rozdělení dle vstupního napájení. Slouží převážně pro výpočetní techniku, kde je rozhodující velikost a ne síla. Příklady využití: Tiskárny, disky, polohovací technice (PLC).

## 1.3.4 Podle polarity

### 1.3.4.1 Unipolární

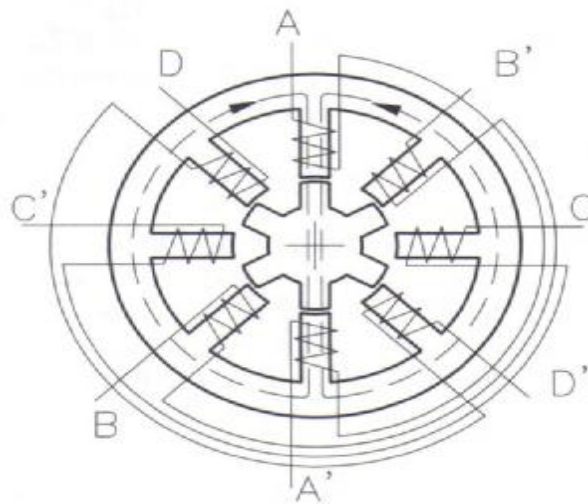
U unipolárního napájení má každý pól dvě vinutí, ale vždy vede jen jediné. Ke spínání jsou zapotřebí jen dva spínací prvky a elektrický zdroj.

### 1.3.4.2 Bipolární

U bipolárního KM vede pouze jen jedno vinutí, ale jsou zapotřebí čtyři spínače. Tyto KM dosahují všeobecně vyšších momentů.

### 1.3.5 Podle počtu fází

Cívky na statoru jsou zapojeny do čtyřfázového vinutí a protilehlé cívky tvoří vždy jednu z fází. Protéká-li proud fází A, pak díky průchodu elektrickým proudem se začnou póly na rotoru natáčet a udělá krok. Pro další kroky je nutné přepnout na fází B a postupně na další. Princip činnosti je na obrázku [10].



Obrázek[10] Čtyřfázový KM

## 2 MALÉ KROKOVÉ MOTORY

KM s malým napětím je v současné době velmi široká. K rozhodujícím oblastem jejich použití patří zejména:

- letectví a kosmonautika, tj. letecké přístroje, kamery, antény radarů, kosmické sondy.
- automobilová technika, např. zlepšení jízdního komfortu, přestavování polohy sedaček, reflektorů, zpětných zrcátek, blokovací prvky v automobilech.
- lékařská technika, tj. čerpadla krve, dentální zařízení, elektrokardiografy a elektroencefalografy, mamografy, ortopedická zařízení, dávkovače léků, umělé končetiny.
- přístrojová technika, např. vážící zařízení, splétání vláken vláknové optiky, přístroje pro geotechnická měření, laserové nivelační přístroje, měřicí a záznamová zařízení, mikrometry, pohony ventilů, souřadnicové zapisovače, skenery, jednotky k nastavování polohy solárních kolektorů, fotospektrometry, profiloměry.
- průmyslová automatizace a robotika, zejména manipulátory a koncové efekторы robotů, stroje na osazování plošných spojů, výroba CD-ROM, laserové značkovače, výměníky nástrojů, stroje pro řezání a svařování laserovým paprskem.
- papírenská a tiskařská zařízení, textilní stroje, stroje na výrobu umělých vláken, navíječky, šicí stroje, řezačky a vysekávačky materiálu.
- kancelářská, komunikační a zabezpečovací technika, tj. bankomaty, etiketovací stroje, frankovací stroje, řezačky papíru, stroje na počítání bankovek, psací stroje, zabezpečovací a kontrolní zařízení na letištích, v metru, obchodech a bankách, automaty na prodej jízdenek a drobného zboží.
- hobby technika, např. modely železnic, lodí, letadel, automobilů, hrací automaty, robotický fotbal.

## 2.1 Tiskařská zařízení

Výstupní signál z počítače je vždy číslicový, a proto musí být upravován. To je možné dvěma způsoby podle vlastních pohonných motorů. Jedná se o motory krokové a servomotory.

U krokových motorů je signál z počítače zesílen a současně přeměněn z jedné číslicové formy na jinou - formou inkrementů a dekrementů. V každé ose je pak jeden krokový motor. Tyto dva motory pak pohybují vlastní kreslicí hlavou. Přesnost je závislá na jemnosti kroků, převodech atd.

Využití pro souřadnicové zapisovače. [5]

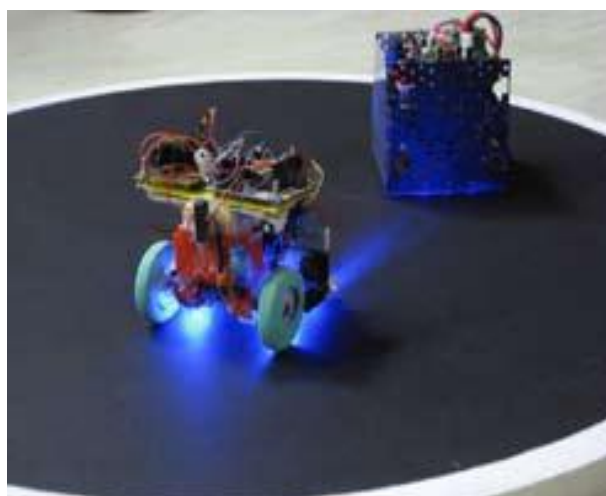
## 2.2 Výpočetní technika

Ve starších discích se pro vystavování hlav používá přesný krokový motor. Ten se „odvaluje“ za pomoci ocelového pásku po „patce“, která je spojena s hlavami. V novějších discích se používá rychlejšího lineárního motoru (elektromagnetu).

Využití pro pevné disky u PC a notebooků. [6]

## 2.3 Hobby technika

Využití KM pro sestavování robotů na soutěže nebo jen pro vlastní využití. Využívá se hlavně kombinace všech motorů (KM, EC, DC). Na obrázku [11] jsou zobrazeni dva roboti při soutěži v kategorii Minisumo. [7]



Obrázek [11] Využití KM v robotice.

## 2.4 Lékařská technika

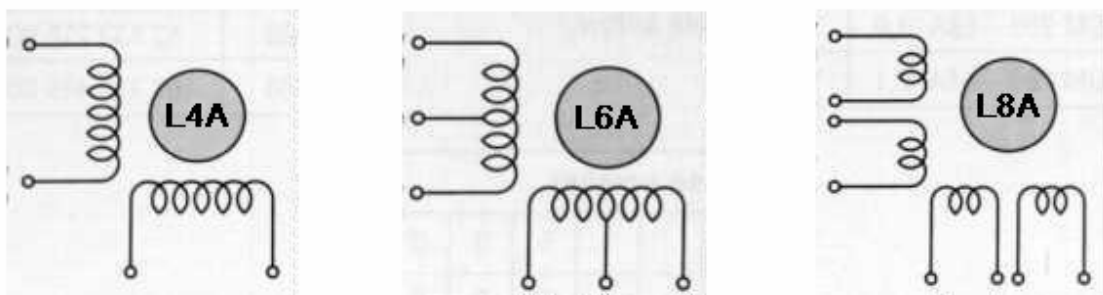
Krokové motory mají velkou výhodu a to, že nepotřebují žádnou zpětnou vazbu. Jejich frekvence je 20-30 kHz

Používá se v zubním lékařství k odstraňování zubního kamene, nebo také pro ovládání lékařských sond.

## 2.5 Konkrétní typ malých KM

### 2.5.1 Dvoufázové KM

Jejich hlavní výhodou je, že jsou spolehlivé a bezúdržbové. V tomto provedení se pro malé KM vyrábí jen typové řady do 1,4 nanometru. Pro jejich řízení lze využít integrované obvody. Na obrázku [12] je uvedeno několik způsobů zapojení vinutí. Výstupní charakteristiky se potom liší v závislosti podle připojení k výkonovému stupni (unipolární, bipolární sériově, bipolární paralelně). Pro lepší názornost, při krokování po krocích má rozlišení 200 kroků na otáčku a úhel kroku je  $1,8^\circ$ . Při půlení kroku se rozlišení zvětší na dvojnásobek (400 kroků na otáčku) a úhel kroku se nám zmenší na polovinu ( $0,9^\circ$ ).



Obrázek[12] Způsoby zapojení KM (unipolární, bipolární sériově, bipolární paralelně).

Tabulka [1] Porovnání konkrétních typů dvoufázového KM

Typ krokového motoru	Krouticí moment (Ncm)	Přidržený moment (Ncm)	Moment setrvačnosti (kg cm <sup>2</sup> )	Proud vinutí (A)	Odpor vinutí (Ohm)	Délka motoru (mm)
VRDM 264 L4A VRDM 264 L8A	40	45	0,09	2,1 1,0	1,0 4,3	41
VRDM 266 L4A VRDM 266 L8A VRDM 266 L8A	85	100	0,22	2,1 1,0 3,0	1,4 6,2 1,0	55
VRDM 268 L4A VRDM 268 L8A	130 140	150 160	0,38	2,1 3,0	2,0 1,0	77

### 2.5.2 Dvoufázové dózické KM

Jedná se o dvoufázové KM, ale s dózickými pouzdry jako u synchronních motorů. Tento typ KM je vhodný pro konstrukce různých přístrojů. Oproti předchozímu typu KM má tento typ menší počet kroků na otáčku. Výrobní konstrukce se vyrábí ve dvou provedení A1 a A2, kde A1 je představitelem Bipolárního KM a A2 je představitelem unipolárního KM. Při výrobě můžeme tyto KM vybavit čelní převodovkou, hřídelí vyvedenou na obě strany, popřípadě udělat i jiné úpravy. V tabulce [2] porovnávané některé typy dózických KM. [8]

Tabulka [2] Porovnání konkrétních typů dózického KM

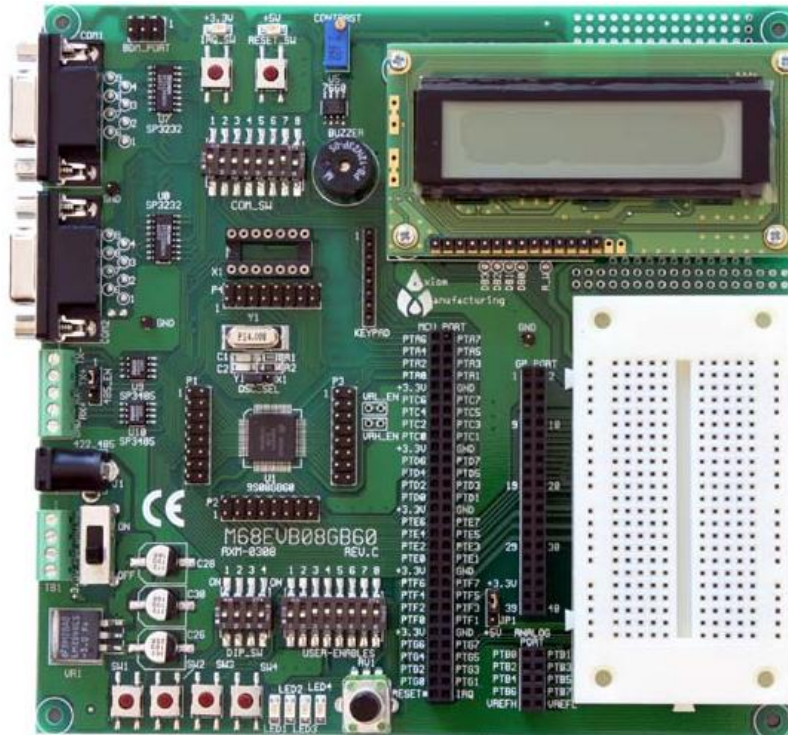
Typ krokového motoru	Počet kroků na ot.	Úhel kroku	Krouticí moment pro bipolar - A1 (Ncm)	Krouticí moment pro unipolar - A2 (Ncm)	Průměr x délka (mm)
RDM 36/8 RDM 36/10 RDM 36/12	32 40 48	11,25° 9,0° 7,5°	1,27 1,18 1,18	0,70 0,73 0,60	36 x 20
RDM 42/12	48	7,5°	4,1	3,1	42 x 23
RDM 51/6 RDM 51/8 RDM 51/12	24 32 48	15,0° 11,25° 7,5°	5,5 6,8 6,9	3,1 4,1 4,9	51 x 25
RDM 57/6 RDM 57/12	24 48	15,0° 7,5°	9,4 12,4	5,5 8,9	57 x 26
RDM 63/10 RDM 63/12	40 48	9,0° 7,5°	22,5 25,5	12,5 15,0	64 x 41

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



### 3 VÝVOJOVÝ KIT FREESCALE

Mikroprocesor M9S08GB60 je pokročilý 8bitový mikrokontrolér vyráběný v 80 a 112 pinových plastových pouzdrech. Procesor patří do úspěšné řady mikrokontrolérů HCS12 firmy Freescale, jednoho z nástupců polovodičové divize Motoroly. Tato řada obsahuje přes 20 různých mikrokontrolérů lišících se navzájem vestavěnými periferiemi, pamětí a velikostí pouzder.

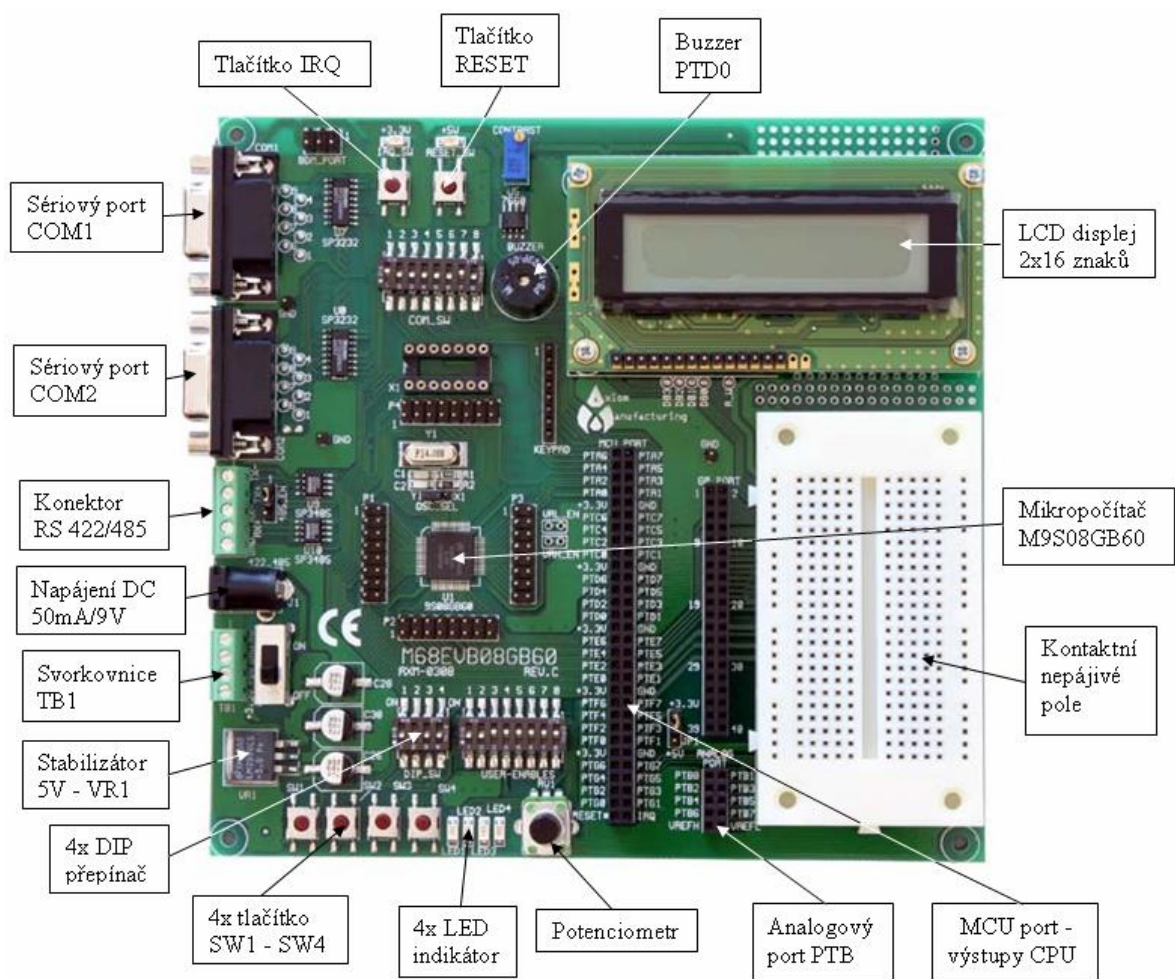


Obrázek [13] Vývojový kit.

#### 3.1 Parametry mikroprocesoru M9S08GB60

- 60K Bajtů paměti FLASH
- 4K Bajtů paměti RAM
- 56 I/O linek (64 vývodové pouzdro QFP 14x14mm)
- 5 kanálový TPM 2 časovač
- 3 kanálový TPM 1 časovač
- 8 kanálový 10bit A/D převodník
- SPI a I2C sériové rozhraní
- 2 x SCI sériové rozhraní
- výstupy CPU vyvedeny jako porty P1, P2, P3, MCU, GP a Analog
- BDM
- Portgenerátor hodin w/
- PLLpracovní frekvence až 40Mhz
- oscilátor 32kHz až 4MHz
- nastavitelný generátor hodinového signálu
- napájecí zdroj +3.3V a +5V
- COM1 sériový port RS232 s konektorem DB9-S
- SCI0 sériové rozhraní

- COM2 CAN sériový port RS232 s konektorem DB9-S nebo konektor RS422/485.
- SCI1 sériové rozhraní
- vypínač ON/OFF, signalizace napájení
- uživatelské periferie
- čtyři LED diody (PTF0-3)
- přepínač DIP 4x (PTB4-7)
- čtyři tlačítkové spínače (PTA4-7)
- modul LCD displeje 2x16 znaků (PTG3-7, PTE6-7)
- bzučák (PTD0)
- potenciometr pro simulaci A/D převodu
- velké kontaktní nepájivé pole o rozměrech 5,08 cm x 12,70 cm
- MCU Port s digitálními vstupy a výstupy[9]



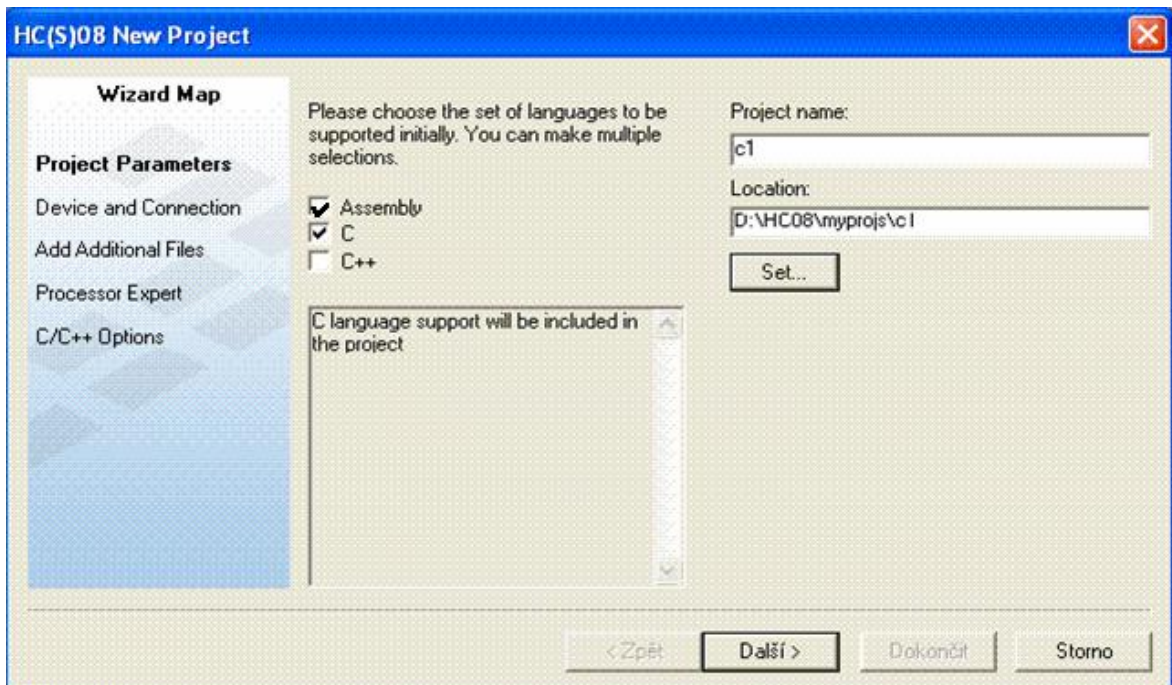
Obrázek [14] Popis vývojového kitu.

## 4 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ CODEWARRIOR

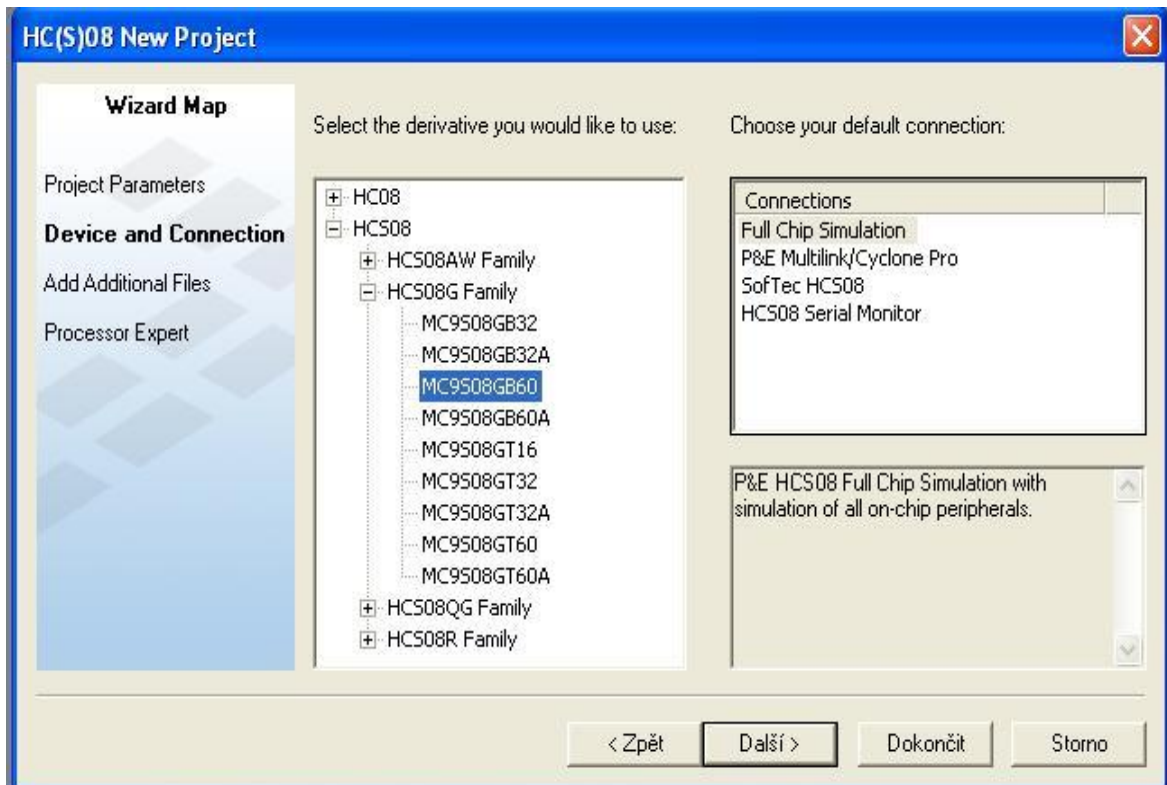
Jedná se o vývojové prostředí od firmy Freescale, která je úzce propojená s vývojovým kitem. [10]

### 4.1 Vytvoření prostředí pro řízení KM

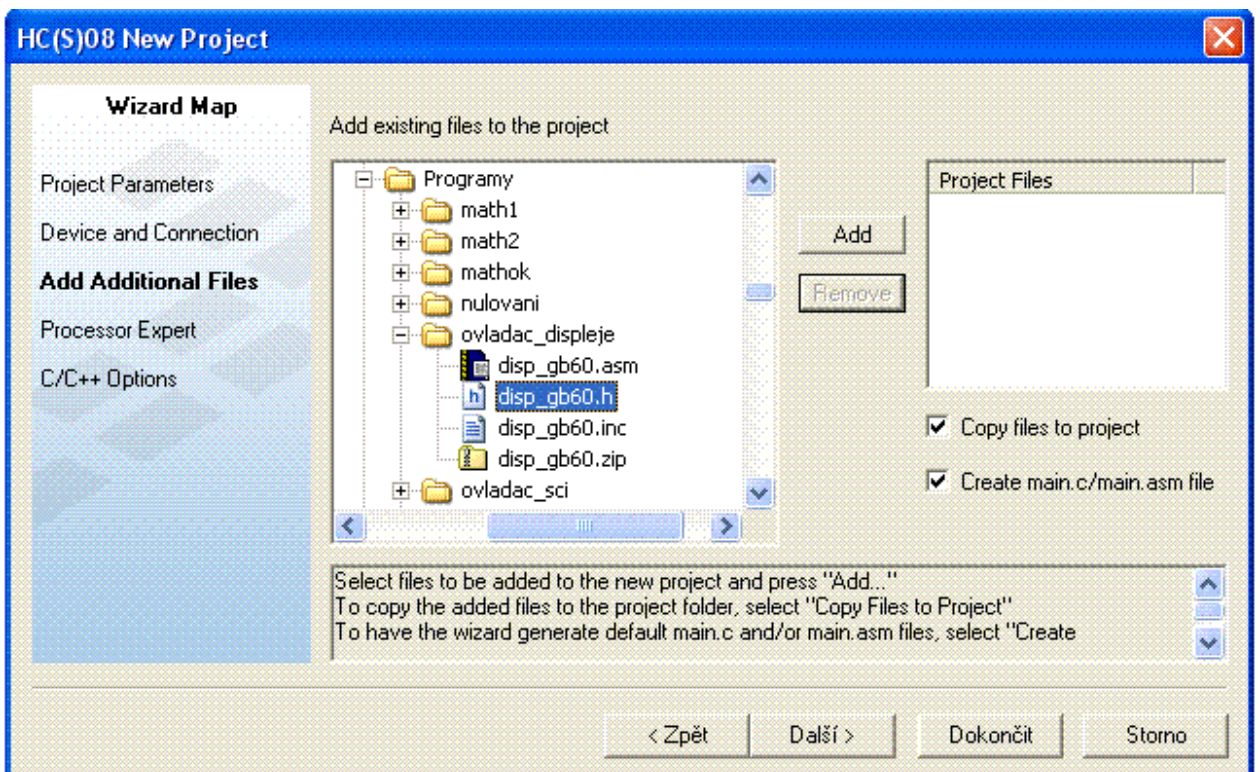
Na obrázku [15] je nutné zaškrtnout první dva programovací jazyky, abych mohl použít displej. Na Obr. [16] volíme, o jaký typ vývojového kitu se jedná. Na Obr. [17] je ten „nejdůležitější“ krok a to nahrání potřebných tří souborů na ovládání sedmi - segmentového displeje. Nadále jen dokončit a nahrát zdrojový kód (viz. Příloha) do Main.c.



Obrázek [15] Popis vytvoření programu krok 1



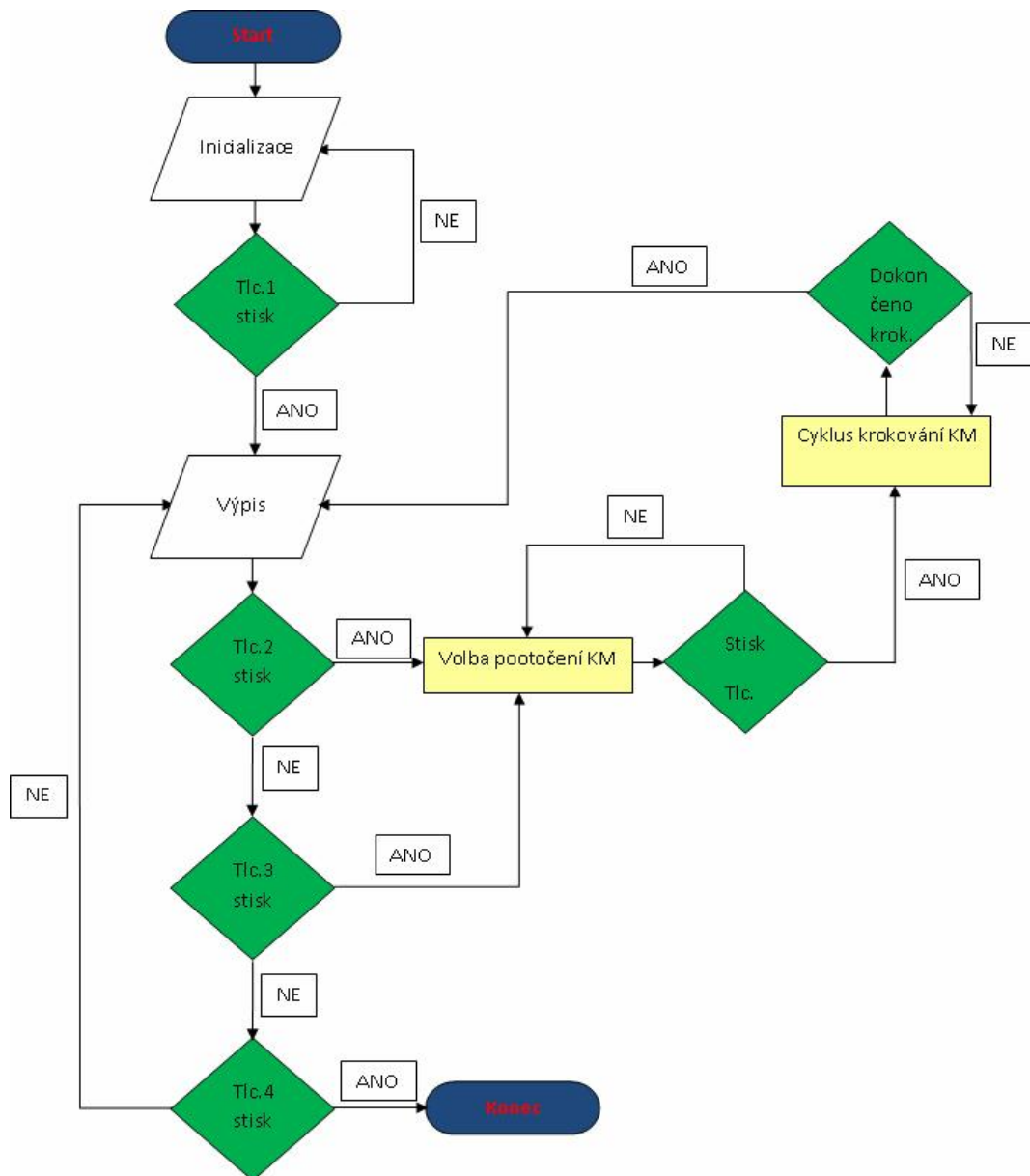
Obrázek [17] Popis vytvoření programu krok2



Obrázek [18] Popis vytvoření programu krok3

## 5 POPIS PROGRAMU

Na obrázku 18 je znázorněn vývojový diagram principu funkčnosti programu. Program je založen na posuvu KM o zadaný uhel pomocí potenciometru a tlačítek. Tlačítkem 1 spouštíme program, tlc.2 inicializujeme podprogram pro točení KM doleva, tlc.3 točení KM doprava a tlc.4 se program vypíná.



Obrázek[18] Vývojový diagram

- Blok1: „Nejdůležitější“ část programu, kde nastavujeme proměnné a podprogramy. Kdybychom je neinicializovaly ihned na začátku, program by nefungoval a hlásil, že daný podprogram neexistuje.

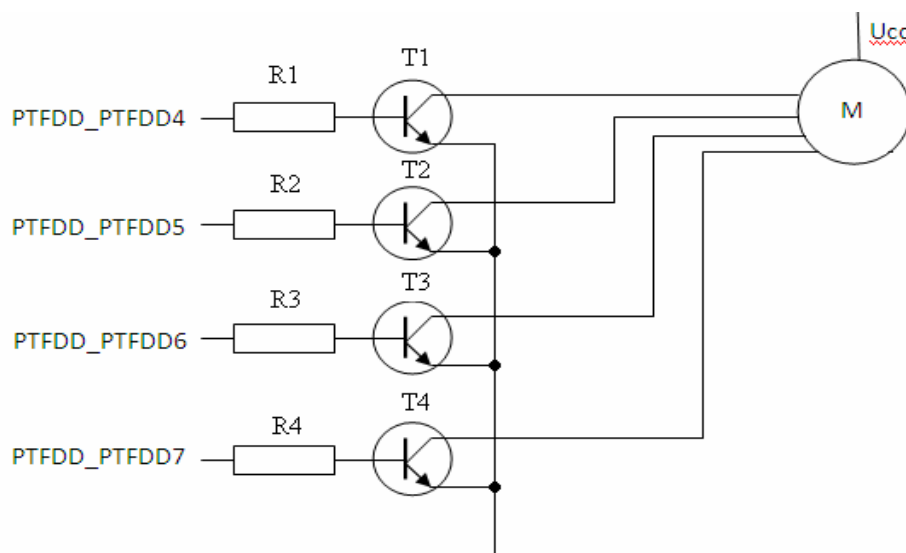
- Blok2: nejprve si vynulujeme hodnoty v proměnných, které jsou určeny pro tlačítka. Nadále se tudíž budu zmiňovat o těchto proměnných jako přímo o tlačítkách. Abychom mohli používat jakoukoliv věc na vývojovém kitu, je nutné ji inicializovat, pomocí jedniček a nul. PTADD a PTAPE se inicializují tlačítka. PTFDD slouží pro inicializaci portů. Na 0-3 jsou umístěny led diody a na 4-7 jsem si zvolil porty pro ovládání jednotlivých cívek na KM. Dále je inicializace registrů pro převodník a následně nekonečná smyčka, která běží stále, dokud se nevypne napájení na vývojovém kitu. Pokud není tlc.1 stisknuté je na něm nula tudíž smyčka běží bez nutnosti skoku o krok níže. Jakmile se stiskne tlačítko jedna, jeho hodnota se navýší o 1 nahoru a skočí se o krok níže, kde se provede výpis na displej a nadále se testují tlc.2 a tlc.3. Čeká se na volbu uživatele, zda se bude KM točit doleva či doprava. Jakmile si uživatel vybere z nabídky, tak se skočí na další podprogram, kde se čeká na uživatelsky zadaný úhel.
- Blok3: Jedná se o prvotní podprogram, kde se na první řádek vypíše: „Start tlac 1“ a na druhý řádek se vypíše: „Status vyp“
- Blok4: podprogramy Nastavení a nastavení2 jsou téměř totožné jen nastavení je pro tlac.2 a nastavení je pro tlc.3. Proto popíšu jen tlc.2 a tlc.3 ne. Pokud bylo stisknuté tlc.1 spustí se smyčka na určení velikosti otočení KM. Pokud je tlc.2 menší jak 3 a zároveň se nerovná nule bude program běhat ve smyčce. Jakmile si uživatel navolí o kolik se má KM pootočit je nutné zmáčknout tlc.2 znovu, aby se do proměnné připočetla jednička a mohlo se pokračovat. Po druhém stisku tlc.2 se skočí na podprogram skok1.
- Blok5: podprogram volající se vždy po ukončení Bloku6. Na prvním řádku bude „vlevo tlac 2“ a na druhém řádku displeje „vpravo tlac 3“
- Blok6: Podobně jako u bloku4 budu popisovat program jen pro tlc.2, jelikož se jedná o velmi podobnou funkci, jen s tím rozdílem, že u tlc.3. je odesílání impulsů na cívky statoru obráceně. Tzn., začnu od cívky 4 a postupuji k cívce 1. Vytvoří se cyklus for, který se bude provádět do té doby, než bude počet opakování menší než hodnota, kterou si navolí uživatel v bloku4. Např. Uživatel si navolí, že se KM otočí o 17 kroků. Při každém průběhu cyklu se otestuje proměnná s hodnotou 0-3. Při nule se odešle impuls na cívku 1 a led diodu 1, při hodnotě 1 se odešle impuls na

cívku 2 a led diodu 2, atd. Po každém jednom cyklu nulují vyslaný impuls. Jakmile proměnná dosáhne hodnoty 3, vynuluje se a pokračuje se od začátku. Tím je ošetřeno odesílání impulsů na jednotlivé cívky a tím i točení motoru. Jelikož jsem začínal od 0, je zaručená podmínka v cyklu počet opakování bude menší jak počet navoleno uživatelem. Jakmile je tahle podmínka splněna vynuluji led diody, aby nesvítily a porty na jednotlivé cívky, a pak se vrátíme zpět do nastavení, kde se volá podprogram Výpis v bloku5.

- Blok7: Podprogram při vyvolání přerušení. Jakmile se stiskne tlačítko, tak se otestují následující podmínky.
  - Pro tlc.1: Jestliže je tlc.1 rovno nule nastav ji na 1 a vypiš na displej na první řádek „vlevo tlač 2“ a na druhý řádek displeje „vpravo tlač 3“. Pokud se stiskne tlc.1 vícekrát vypíše na krátký časový interval „Program už běží!“
  - Pro tlc.2: Otestujeme, zda už bylo stisknuté tlc.1, pokud ne vypíše se na první řádek displeje „Program vyplý“ a druhý řádek bude nezměněn (Status vyp) a skočí se na podprogram inicializace. Jakmile bylo tlc.1 stisknuté, tak se přičte 1 a testuje se, kolikrát bylo už tlc.2 stisknuté. Pokud jen už bylo stisknuté 3krát vynuluje se.
  - Pro tlc.3: Přesně jako u tlc.2 jen pro tlc.3.
  - Pro tlc.4: Vynuluji tlačítka a skočím na podprogram inicializace.
- Blok 8: Podprogram na ošetření blikání displeje při použití potenciometru. Jedná se o cyklus, kdy se přičítá do proměnné i jednička až do hodnoty 32000. Jedná se o zpomalení programu, aby se mohl KM otočit o jeden krok a aby nám neblikal displej.

## 5.1 Vytvoření rozhraní mezi KM a vývojovým kitem

Abychom zamezili zničení kitu zpětnou indukcí z cívek statoru, bylo nutné dodělat elektronický obvod, který by tento nežádoucí efekt eliminoval. Na obrázku 20 je návrh schématu, který nám ošetřuje zpětnou indukci. Při přivedení impulsu na PTFDD se otevře tranzistor T (podle toho na jaký port jsem přivedl impuls) a otevře se. Tím se uzavře odvod a na cívce se naindukuje napětí, které způsobí krok motoru. Jakmile impuls zanikne, tranzistor se uzavře a tím jsem ukončil buzení napětí na cívce. Rezistory R1 – R2 jsou 1K $\Omega$  a tranzistory jsem použil typu NPN. Buzení cívek je popsáno v tabulce 3. Realizace plošného spoje je zobrazena na obrázcích 21 a 22. Osazení patice je popsáno na obrázku 23.

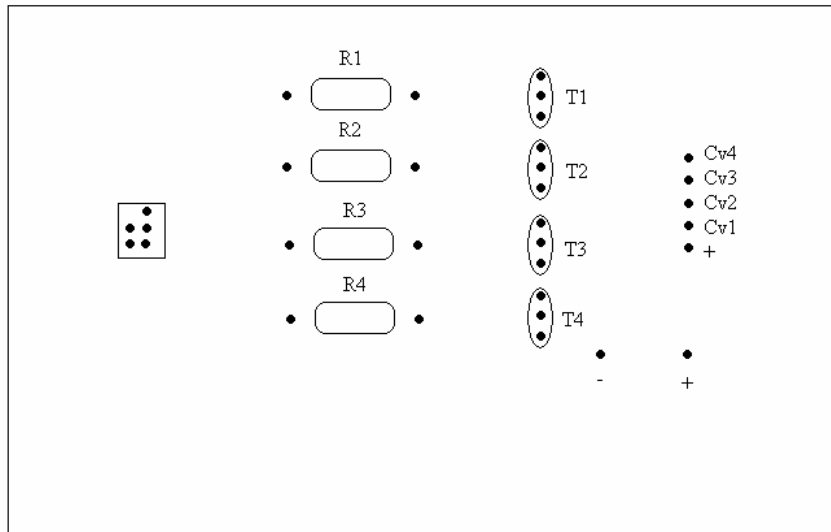


Obrázek [19] Schéma zapojení rozhraní

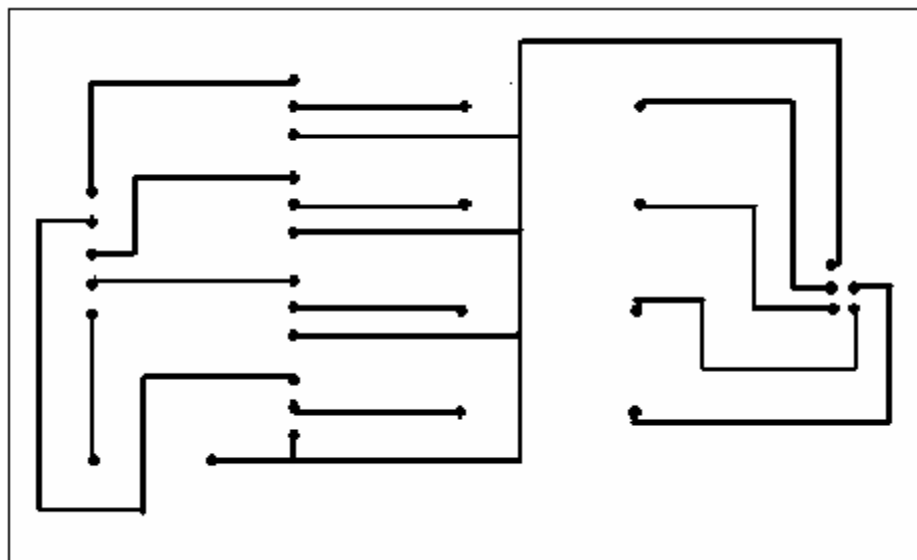
Tabulka [3] Buzení impulsů na cívkách KM

PTFDD_PTFDD1	PTFDD_PTFDD1	PTFDD_PTFDD1	PTFDD_PTFDD1	Motor
1	0	0	0	Cv1
0	1	0	0	Cv2
0	0	1	0	Cv3
0	0	0	1	Cv4

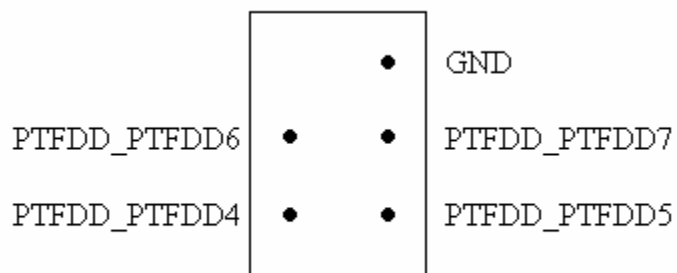




Obrázek [20] Rozmístění součástek



Obrázek [21] Návrh plošného spoje



Obrázek [22] Osazení patice

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit přehlednou literární rešerši o krokových motorech a jejich využití v praxi. Dále rešerši na konstrukci malých KM a použití v běžném životě.

V praktické části jsem se zaměřil na realizaci programového řízení určitého malého KM, který jsem měl k dispozici. Řízení KM se provádělo na vývojovém kitu, který byl k dispozici z hodin mikropočítačů. Uživatele uvítá jednoduchý, ale přesto relativně vzhledově přijatelná soustava, kde si bude moc dle vlastní libosti nastavovat krokování doprava či doleva.

Uživatel po přečtení této práce pozná jednoduchý princip způsobu funkčnosti KM a velmi „jednoduché“ ovládání, které bylo naprogramováno. Dále se pak obohatí o informace, jaké druhy KM existují, popřípadě ujasní další vědomosti, které o těchto KM měl. V příloze je přidán program na ovládání KM a také jednoduchý návrh zabezpečení proti nežádoucímu zpětnému indukovanému napětí. Na CD přidávám také zkomprimovanou kompletní složku přímo pro programovací prostředí CODEWARRIOR.

Jelikož technika stále pokračuje směrem dopředu, proto využití KM je nezbytné a velmi užitečné díky svému nespojitému pohybu a relativně malému napájení.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Abstract labour was focused on creation of literar exploration of fact about stepping engines and their usage in work experience. Next step was abstract labour focused on construction of stepping engine and usage in ordinary life.

I was focused on realization of programmed driving exact small stepping engine in practical part witch I have borrowed. Driving of stepping engine was realized on developement kit witch was borrowed from microprocessing lessons. User will greet with simple and relatively acceptable system, where will be able to set up step by step to left side or right side.

User will find simple principle of functionality of stepping engines and driving of system witch was programmed. User will know some infomations about types of existing stepping engines. Program for driving stepping engine is in supplement and contains simple suggestion for security against regressive inducing voltage. I am adding full comprimed folder placed on CD for programming in developement environment CODE WARRIOR.

Usage of stepping engine is nessesary and very usefull due to discontinous movement and relatively small voltage.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Friedl, František. *Řízení otáček krokového motoru*. 2008. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Obor Aplikovaná informatika. Dostupný z WWW: <[https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download\\_this\\_unauthorized=2938](https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download_this_unauthorized=2938)>
- [2] Krokové motory. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.uvee.feec.vutbr.cz/Predmety/Private/EST/Synchronni\\_stroje/kapitola\\_2-4-9.pdf](http://www.uvee.feec.vutbr.cz/Predmety/Private/EST/Synchronni_stroje/kapitola_2-4-9.pdf)>
- Hruška, F. *Technické prostředky automatizace IV*. UTB ve Zlíně. 2001. ISBN 80 – 7318 – 131 – 2 (brož).
- [3] Klaus, T. *Příručka pro elektronika*. Evropa – Sobotáles. 2005. ISBN 80 – 86706 – 08 – 07.
- Krokové motory. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <<http://fei1.vsb.cz/kat448/old/Studium/Materialy/VS/kap26.pdf>>
- [4] Bastian, P. *Praktická elektronika*. Evropa – Sobotáles. Brno. 2004. ISBN 808670615X.
- Klain, Petr. *Návrh konstrukce stavebnicového CNC zařízení pro obrábění měkkých materiálů*. 2006. Vysoké učení technické v Brně. Ústav strojního inženýrství. Dostupný z WWW: <<http://www.umt.fme.vutbr.cz/umtmb/diplomky6/Klein.pdf>>
- [5] Tiskárny. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.esphere.cz/kostka/Hardware/tisk.htm>>
- [6] Pevný disk. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <[http://mail.zsebenese.opava.cz/informatika/pevny\\_disk.pdf](http://mail.zsebenese.opava.cz/informatika/pevny_disk.pdf)>
- [7] Novák, P. *Mobilní roboty-pohony, senzory, řízení*. Praha. EBN. 2005. ISBN 80 – 7300 – 141 – 1.
- Robotika. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.mladyvedec.sk/download/04/01\\_robotika.pdf](http://www.mladyvedec.sk/download/04/01_robotika.pdf)>
- [8] Regulační pohony. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <[http://www.regulacni-pohony.cz/data/km\\_2ph.html](http://www.regulacni-pohony.cz/data/km_2ph.html)> a <<http://robotika.cz/>>

- [9] Mikropočítače přednášky. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.vyuka.fai.utb.cz>>
- [10] Freescale. [online]. [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.freescale.com>>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KM Krokový motor

PLC Programmable Logic Controller neboli programovatelný logický automat

Obr. Obrázek

tlc.X Tlačítko s číslem X

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek [1] Stavba statoru se dvěma páry cívek.....	12
Obrázek [2] KM s pasivním rotorem.....	14
Obrázek [3] KM s aktivním rotorem.....	14
Obrázek [4] KM s radikálně polarizovaným magnetem.....	15
Obrázek [5] Průběh budícího proudu ve fázích KM s radikálně polarizovaným magnetem	15
Obrázek [6] KM s axiálně polarizovaným magnetem.....	16
Obrázek [7] Průběh budícího proudu ve fázích KM s axiálně polarizovaným magnetem..	16
Obrázek [8] Hybridní KM v celém pouzdře.....	17
Obrázek [9] Řez hybridním KM.....	17
Obrázek [10] Čtyřfázový KM.....	19
Obrázek [11] Využití KM v robotice.....	21
Obrázek [12] Způsoby zapojení KM (unipolární, bipolární sériově, bipolární paralelně)...	22
Obrázek [13] Vývojový kit.....	25
Obrázek [14] Popis vývojového kitu.....	25
Obrázek [15] Popis vytvoření programu krok 1.....	27
Obrázek [16] Popis vytvoření programu krok 4.....	28
Obrázek [17] Popis vytvoření programu krok 3.....	28
Obrázek [18] Popis vývojového kitu.....	29
Obrázek [19] Schéma zapojení pro rozhraní.....	32
Obrázek [20] Rozmístění součástek.....	33
Obrázek [21] Návrh plošného spoje.....	33
Obrázek [22] Osazení patice.....	33

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka [1] Porovnání konkrétních typů dvoufázového KM.....	23
Tabulka [2] Porovnání konkrétních typů dózického KM.....	23
Tabulka [3] Buzení impulsů na cívkách KM.....	32



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1 – zdrojový kód pro řízení KM

Vývojový kit

Krokový motor

Osazená deska plošných spojů pro ošetření zpětné vazby z KM

## PŘÍLOHA P I: ZDROJOVÝ KÓD PRO ŘÍZENÍ KM

```
// Blok1: Deklarace ovladačů
#include <hidef.h>
#include "derivative.h"
#include "disp_gb60.h" // hlavickovy soubor ovladace disp
#include <stdio.h>
#include "main_asm.h"

// Deklarace pro podprogramy
void MCU_init(void);
interrupt void kbi_int(void); // obsluhy preruseni
void (*const obsluha)(void) @0xFFD2 = kbi_int;
void inicializace(void); // inicializace
void cekej(void); //podprogram na ošetření blikání a zpoždění
void nastaveni(void);
void nastaveni2(void);
void vypis(void);
void skok1(void);
void skok2(void);

// Deklarace promněných a textů
volatile int sw1,sw2,sw3,sw4,h,m,pomc;
char buffer[20];
char* text = "Start tlac 1";
char* text1 = "Status: ";
char* text2 = "Program vyply";
char* text3 = "vyp";
char* text4 = "Program uz bezi!";
char* text51 = "Vlevo tlac2 ";
char* text52 = "Vpravo tlac3 ";
char* text6 = "Otoceni vlevo";
char* text7 = "Otoceni vpravo";
```

```

// Blok2: Hlavní smyčka
void main(void) {
    sw1=0;           // nulování tlačítka 1
    sw2=0;           // nulování tlačítka 2
    sw3=0;           // nulování tlačítka 3
    sw4=0;           // nulování tlačítka 4
    dinit();         // Inicializace displeje
    dcls();          // Smazani displeje

// nastavení tlačítek a ledek.
    PTADD_PTADD4 = 0; // PTA4 vstupni rezim
    PTAPE_PTAPE4 = 1; // pull-up pro PTA4 zapnut
    PTADD_PTADD5 = 0; // PTA5 vstupni rezim
    PTAPE_PTAPE5 = 1;
    PTADD_PTADD6 = 0; // PTA6 vstupni rezim
    PTAPE_PTAPE6 = 1;
    PTADD_PTADD7 = 0; // PTA7 vstupni rezim
    PTAPE_PTAPE7 = 1;
    PTFD = 0xFF;     // zhasneme LED diody
    PTFDD_PTFDD0 = 1; // bity 0 az 7 portu F jako vystupy
    PTFDD_PTFDD1 = 1;
    PTFDD_PTFDD2 = 1;
    PTFDD_PTFDD3 = 1;
    PTFDD_PTFDD4 = 1;
    PTFDD_PTFDD5 = 1;
    PTFDD_PTFDD6 = 1;
    PTFDD_PTFDD7 = 1;
    PTFPE = 0x00;    // pull-up vypnuty

// nastavení registrů.
    KBI1SC = 0x06;   // nast. ridiciho reg. KBI - preruseni povoleno
    KBI1PE = 0xf0;   // PTA4 vstup pro KBI
    EnableInterrupts; /* enable interrupts */
    inicializace();  // Zavolání podprogramu inicializace
    ATD1C = 0xE4;    // zapnuti prevodniku, 8 bit vysledek
    ATD1PE = 1;

```

```

//nekonečná smyčka
while ( 1 ) {
    __RESET_WATCHDOG();
    if(sw1>0)
    {
        vypis();
        if(sw2>0)
        {
            nastaveni();
        }
        if(sw3>0)
        {
            nastaveni2();
        }
        cekej();
    }

}
for(;;) {
    __RESET_WATCHDOG();
}
}

```

// Blok3: Podprogram na první spuštění

```

void inicializace(void) {
    dcls();
    setcursor(1,1);
    dtext(text);
    setcursor(2,1);
    dtext(text1);
    setcursor(2,10);
    dtext(text3);
    cekej();
    __RESET_WATCHDOG();
}

```

//Blok4: Podprogramy pro chod programu na displeji

```
void nastaveni(void) {
    if(sw1==1)
    {
        while(sw2<3 && sw2!=0)
        {
            if(sw2==1)
            {
                while(sw2<2)
                {
                    dcls();
                    __RESET_WATCHDOG();
                    ATD1PE = 1;
                    ATD1SC = 0; // start převodu, jednorazovy, kanal 0
                    while (ATD1SC_CCF == 0); // konec převodu
                    dcls(); // vymazání displeje
                    setcursor(1,1); // nastavení kurzoru na 1. řádek a sloupec
                    dtext(text6); // vytištění textu 5h
                    setcursor(2,1);
                    h=((float)ATD1RH/255)*360; // převod z potenciometru
                    sprintf(buffer, "%d", h); // zápis do buffer
                    dtext(buffer); // výpis
                    cekej(); // ošetření neblinkání displeje
                    cekej();
                    cekej();
                }
            }
        }
        __RESET_WATCHDOG();
        skok1(); //skok na podprogram
    }
}

void nastaveni2(void) {
    if(sw1==1)
```

```

{
    while(sw3<3 && sw3!=0)
    {
        if(sw3==1)
        {
            while(sw3<2)
            {
                dcls();
                __RESET_WATCHDOG();
                ATD1PE = 1;
                ATD1SC = 0;
                while (ATD1SC_CCF == 0);
                dcls();
                setcursor(1,1);
                dtext(text7);
                setcursor(2,1);
                m=((float)ATD1RH/255)*360;
                sprintf(buffer, "%d", m);
                dtext(buffer);
                cekej();
                cekej();
                cekej();
            }
        }
        __RESET_WATCHDOG();
        skok2();
    }
}
// Blok5: Podprogram na opakující se text
void vypis(void) {
    dcls();
    setcursor(1,1);
    dtext(text51);
}

```

```
    setcursor(2,1);
    dtext(text52);
}
```

//Blok6: Podprogramy na chod KM

```
void skok1(void) {
    int k;
    int j = 0;
    h=(h/2)*1,1; //osetreni,aby se KM opravdu tocil o zadany uhel
    for (k=0; k<h; k++, j++)
    {
        PTFD_PTFD0 = 1;
        PTFD_PTFD1 = 1;
        PTFD_PTFD2 = 1;
        PTFD_PTFD3 = 1;
        PTFD_PTFD4 = 1;
        PTFD_PTFD5 = 1;
        PTFD_PTFD6 = 1;
        PTFD_PTFD7 = 1;
        if(j == 0 )
        {
            PTFD_PTFD4 = 0;
            PTFD_PTFD0 = 0;
        }
        if(j == 1 )
        {
            PTFD_PTFD5 = 0;
            PTFD_PTFD1 = 0;
        }
        if(j == 2)
        {
            PTFD_PTFD6 = 0;
            PTFD_PTFD2 = 0;
        }
        if(j == 3)
```

```

    {
        PTFD_PTFD7 = 0;
        PTFD_PTFD3 = 0;
    }
    if ( j == 3 )
    {
        j = -1;
    }
    __RESET_WATCHDOG();
    cekej();
    cekej();
    cekej();
    cekej();
    cekej();
    cekej();
}
sw2=0;
PTFD_PTFD0 = 1;
PTFD_PTFD1 = 1;
PTFD_PTFD2 = 1;
PTFD_PTFD3 = 1;
PTFD_PTFD4 = 1;
PTFD_PTFD5 = 1;
PTFD_PTFD6 = 1;
PTFD_PTFD7 = 1;
}

```

```

void skok2(void) {
    int l;
    int n = 0;
    m=(m/2)*1,1; //osetreni,aby se KM opravdu tocil o zadany uhel
    for (l=0; l<m; l++, n++)
    {
        PTFD_PTFD0 = 1;
    }
}

```



```
PTFD_PTFD1 = 1;
PTFD_PTFD2 = 1;
PTFD_PTFD3 = 1;
PTFD_PTFD4 = 1;
PTFD_PTFD5 = 1;
PTFD_PTFD6 = 1;
PTFD_PTFD7 = 1;
if( n == 0 )
{
    PTFD_PTFD7 = 0;
    PTFD_PTFD3 = 0;
}
if( n == 1 )
{
    PTFD_PTFD6 = 0;
    PTFD_PTFD2 = 0;
}
if( n == 2 )
{
    PTFD_PTFD5 = 0;
    PTFD_PTFD1 = 0;
}
if( n == 3 )
{
    PTFD_PTFD4 = 0;
    PTFD_PTFD0 = 0;
}
if( n == 3 )
{
    n = -1;
}
__RESET_WATCHDOG();
cekej();
cekej();
```

```

        cekej();
        cekej();
        cekej();
        cekej();
    }
    sw3=0;
    PTFD_PTFD0 = 1;
    PTFD_PTFD1 = 1;
    PTFD_PTFD2 = 1;
    PTFD_PTFD3 = 1;
    PTFD_PTFD4 = 1;
    PTFD_PTFD5 = 1;
    PTFD_PTFD6 = 1;
    PTFD_PTFD7 = 1;
}
// Blok 7: Poprogram na přerušení.
interrupt void kbi_int(void) {
    KBI1SC_KBACK = 1;
    // Tlačítkem 1 start
    if(PTAD_PTAD4==0){
        if(sw1==0){
            sw1=1;
            setcursor(1,1);
            dtext(text51);
            setcursor(2,1);
            dtext(text52);
        }
        else{
            sw1=1;
            dcls();
            setcursor(1,1);
            dtext(text4);
            cekej();
            cekej();

```



```
// Tlačítkem č. 3 vpravo
    if(PTAD_PTAD6==0) {
        if(sw1==1)
        {
            sw3++;
            if(sw3==3)
            {
                sw3=0;
            }
        }
        else
        {
            setcursor(1,1);
            dtext(text2);
            cekej();
            cekej();
            cekej();
            cekej();
            cekej();
            cekej();
            inicializace();
        }
    }
// Ukončení programu
    if(PTAD_PTAD7==0)
    {
        sw4=0;
        sw3=0;
        sw2=0;
        sw1=0;
        inicializace();
    }
}
```

//Blok 8: Podprogram na ošetření blikání displeje při použití potenciometru

```
void cekej(void) {  
    int i;  
    for ( i= 0; i<32000; i++ )  
        __RESET_WATCHDOG();  
}
```