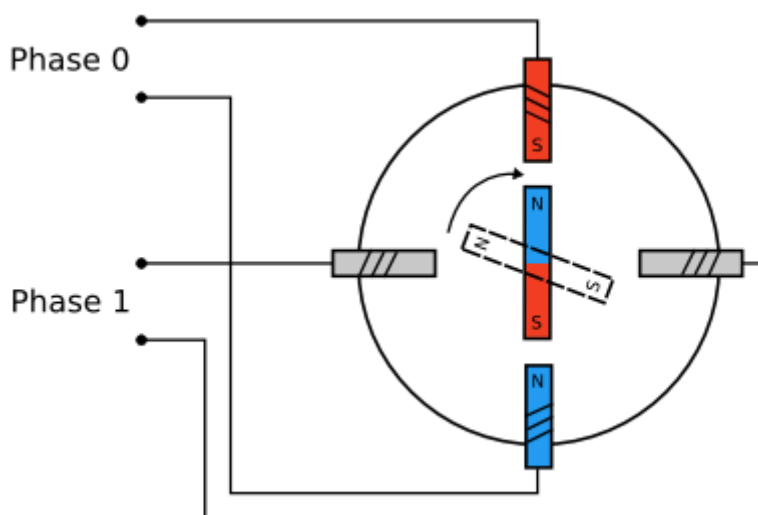


1. Teoretický základ

Krokový motor je špeciálny druh viacpólového synchronného motora. Využíva sa predovšetkým tam kde je potrebné presne riadiť nie len otáčky, ale aj konkrétnu polohu rotora. Používajú sa v presnej mechanike, regulačnej technike, robotike a pod. Základný princíp krokového motora je – prúd prechádzajúci cievkou statora vytvorí magnetické pole, ktoré pritiahne opačný pól magnetu rotora. Motor je schopný v tejto polohe presne stáť. Vhodnou kombináciou zapojenia cievok vznikne rotujúce krokové magnetické pole, ktoré nielen otáča rotorom, ale zabezpečuje aj jeho presnú polohu voči statoru. Kvôli prechodovým javom je rýchlosť otáčania motora limitovaná. Pri jej prekročení motor začne strácať kroky.

Podľa spôsobu riadenia krokových motorov rozoznávame unipolárne a bipolárne motory. Pri unipolárnom riadení prechádza prúd v jednom okamihu práve jednou cievkou. Výhodou je malý odber, nevýhodou malý krútiaci moment. Pri bipolárnom riadení prechádza prúd vždy dvoma protifaľnými cievkami s navzájom opačne orientovanými magnetickými poľami. Výhodou je väčší krútiaci moment, väčšia stabilita kroku, nevýhodou vyššia spotreba. Zjednodušený diagram bipolárneho krokového motora je na nasledujúcom obrázku:



Obrázok 1: Krokový motor

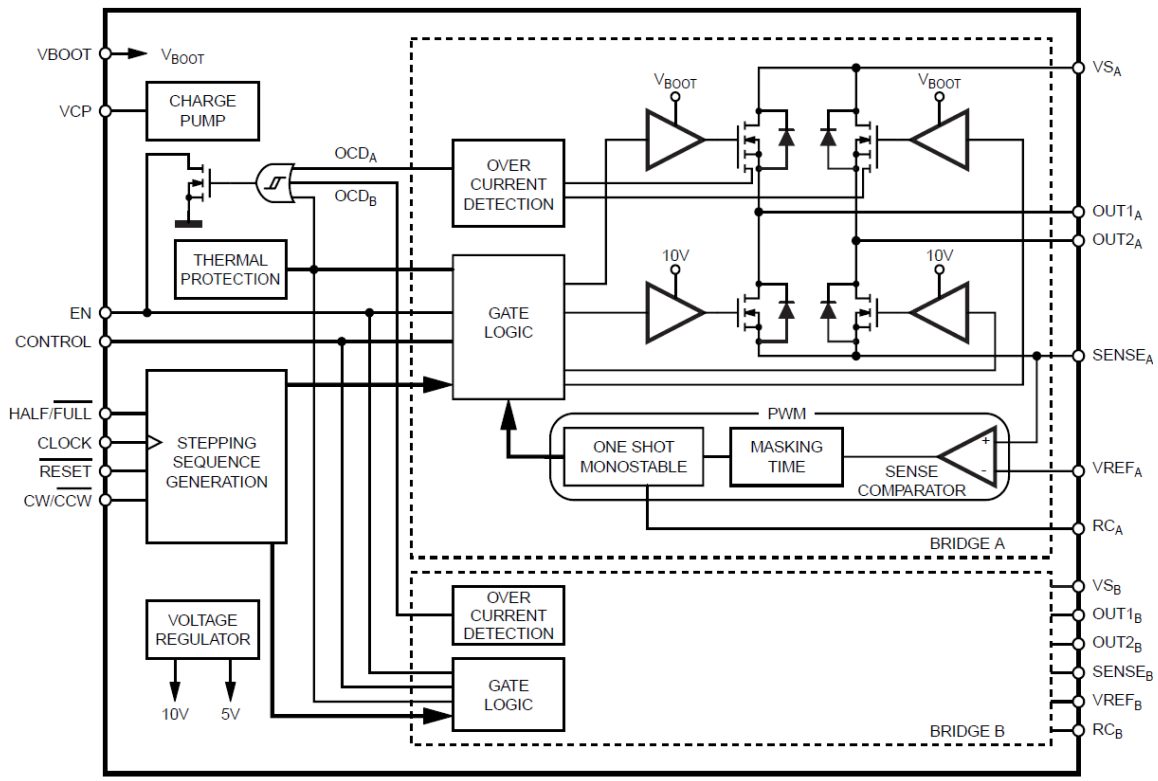
2. Ovládač krokových motorov MI03

Základom modulu ovládača dvoch krokových motorov MI03 je dvojica integrovaných obvodov L6228 a jednočipový mikropočítač ATmega48PA (AVR). AVR komunikuje s nadradeným systémom cez zbernicu I²C, a riadi obe obvody L6228. Obvod L6228 je DMOS ovládač bipolárneho krokového motora. Modul MI03 je napájaný z externého 9V zdroja (adaptér).

2.1. L6228

Integrovaný obvod L6228 je ovládač bipolárneho krokového motora s DMOS výkonovými tranzistormi. L6228 môže pracovať s napájacím napätím od 8 do 52V (podľa použitého motora). Cievkou motora môže tiecť prúd s maximálnou veľkosťou 1,4A (2,8A krátkodobo). Obvod obsahuje

výkonovú DMOS časť, riadiacu logiku, nadprúdovú ochranu a tepelnú ochranu. Bloková schéma L6228 je na nasledujúcom obrázku:



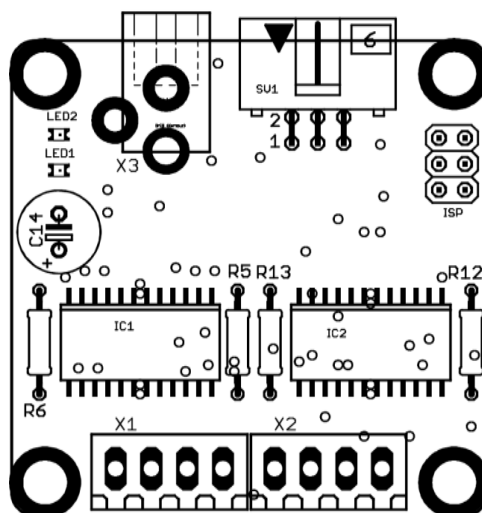
Obrázok 2: Bloková schéma L6228

L6228 má tri hlavné logické vstupy. HALF/FULL, CLOCK a CW/CCW. Na vstup CLOCK je privedený takzvaný hodinový signál, ktorého frekvencia určuje rýchlosť otáčania motora, resp. počet krokov za sekundu. Logický vstup HALF/FULL určuje dĺžku jedného kroku. Teda to, či sa na jeden impulz hodinového signálu otočí hriadeľ motora o celý krok, alebo len o pol-krok. No a vstup CW/CCW určuje smer otáčania hriadeľa motora.

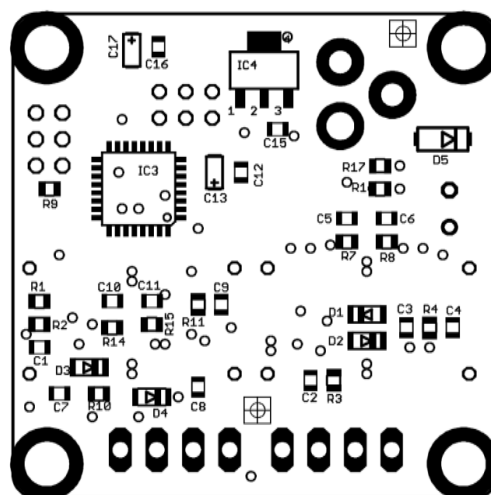
Na výstupnej (výkonovej) strane má L6228 štyri výstupy pre pripojenie cievok bipolárneho krokového motora, vstup pre snímací rezistor (sníma prúd cievkou motora) a vstup napäťovej referencie pre obvod nadprúdovej ochrany.

2.2. Popis MI03

Rozmery plošného spoja MI03 sú 46,5mm x 46,5mm. Montážne otvory s priemerom 4,2mm sú rozmiestnené v rastrí 10mm (podľa kovového konštrukčného systému Eitech). Pohľady na obe strany plošného spoja senzora SI02 sú na nasledujúcich obrázkoch:



Obrázok 3: MI03 - Pohľad zhora



Obrázok 4: MI03 - Pohľad zdola

Modul MI03 má na vrchnej strane DPS dve indikačné LED. Oranžová LED (LED2) svieti, ak je senzor napájaný. Modrá LED (LED1) bliká ak senzor komunikuje cez I²C. Komunikačným rozhraním modulu MI03 je rozhranie I²C vyvedené na 6-pinový konektor MLW06 (SV1). Napájacie napätie je k modulu privedené cez konektor X3

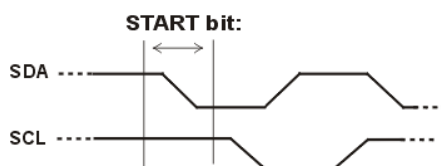
Základné parametre modulu MI03 sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke:

Parameter	Hodnota	Jednotka
Napájacie napätie	9	V
Odber	< 2	A
Pracovná teplota	-20 do 85	°C

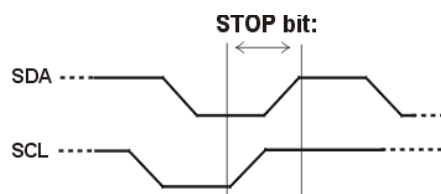
2.3. Komunikačné rozhranie MI03

Na komunikáciu s modulom MI03 sa používa sériová zbernica I²C. Komunikácia prebieha medzi nadradeným zariadením (master) a podradeným zariadením (slave). Komunikáciu riadi master počas odosielania (operácia zápisu) aj počas prijímania (operácia čítania) dát. Master je zodpovedný za generovanie hodinového pulzu (clock) na pine SCL. Pin SDA je ovládaný oboma zariadeniami podľa potreby.

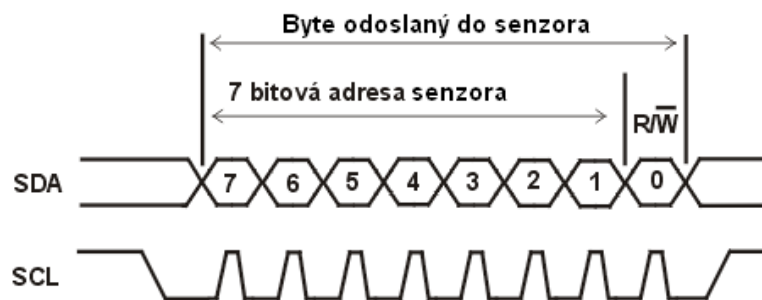
2.3.1. Základné operácie na zbernici



Vysielanie štartovacieho bitu



Vysielanie ukončovacieho bitu



Vysielanie adresy

Operácia zápisu:



Komunikácia sa začína štartovacím bitom START. Nasleduje 7-bitová adresa ADR spolu s bitom \overline{W} ktorý nastavuje smer toku dát smerom do senzora (zápis). Ak adresa korešponduje s adresou senzora, senzor odpovedá ACK bitom. Následne master zariadenie odošle 8-bitové slovo DATA, ktoré je po úspešnom prijatí potvrdené ACK bitom. Takým spôsobom môže byť odoslaný ľubovoľný počet dát. Operácia je ukončená odoslaním ukončovacieho bitu STOP.

Operácia čítania:

Komunikácia sa začína štartovacím bitom START. Nasleduje 7-bitová adresa ADR spolu s bitom R ktorý nastavuje smer toku dát smerom zo senzora (čítanie). Ak adresa korešponduje s adresou senzora, senzor odpovedá ACK bitom. Následne slave zariadenie odošle 8-bitové slovo DATA, ktoré je po úspešnom prijatí potvrdené ACK bitom. Takým spôsobom môže byť prijatý ľubovoľný počet dát. Operácia je ukončená odoslaním zamietnutia NACK a ukončovacieho bitu STOP.

Operácia čítania s adresou interného registra:

Komunikácia sa začína rovnako ako zápis, kde ako dáta je odoslaná adresa interného registra REG potvrdená senzorom. Následne master odošle opakovaný štart RS (repeated start) a komunikácia pokračuje rovnako ako počas čítania.

2.3.2. Adresa senzora a popis registrov

Senzor má prednastavenú adresu 70h

Názov registra	Adresa	Prístup	Popis
ACTIVE	00h	R	Stav motorov na oboch portoch
STOP	20h	W	Okamžité zastavenie oboch motorov
ADR	AAh	W	Nastavenie novej I ² C adresy
ADR_RST	CBh	W	Reset I ² C adresy na prednastavenú

Tento modul sa ovláda pomocou príkazu:

```
CTL_MOT | SPEED_LO | SPEED_HI | STEP_LO | STEP_HI
```

Kde CTL_MOT určuje výstupný port a správanie motora:

N/A	N/A	N/A	PORT0	PORT1	DIR	STEP	N/A
7	6	5	4	3	2	1	0

PORT0 alebo PORT1 – požadovaný výstup modulu (nastavený môže byť len jeden),

DIR – smer otáčania, v smere hodinových ručičiek (1) alebo proti (0)

STEP – typ kroku, polovičný 0,9° (1), plný 1,8° (0)