

## 1. Teoretický základ

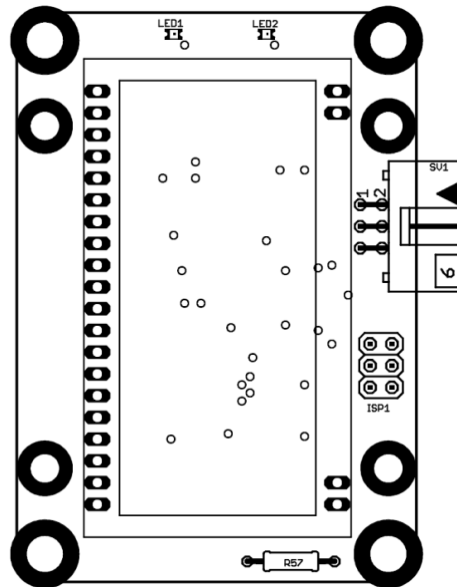
Displej s kvapalnými kryštálmi alebo displej z tekutých kryštálov, (ang. Liquid crystal display, skrátene LCD) je tenké a ploché zobrazovacie zariadenie skladajúce sa z veľkého počtu farebných alebo čiernobielych pixelov zoradených pred zdrojom svetla, alebo reflektorom. Vyžaduje pomerne malé množstvo el. energie, preto je vhodný pre použitie v prístrojoch napájaných z batérie.

Počiatky technológie LCD siahajú do roku 1888, keď rakúsky botanik Friedrich Reinitzer spolu s Ottom Lehmannom zistili, že niektoré kryštály sa hneď netopia na kvapalinu, ale vytvárajú medzi kryštalickým a tekutým stavom ďalší stabilný stav. V tomto stave látka nie je tekutá ale ani pevná. Ako veľa ďalších objavov, aj tento ostal len v akademickej rovine. Ďalší krok smerom k praktickému využitiu tohto javu nastal až v polovici šesťdesiatych rokov, keď vedci demonštrovali, že tekuté kryštály, ak sú stimulované elektrickým výbojom, môžu zmeniť vlastnosti svetla prechádzajúceho cez ne. Do tohto obdobia sa tiež datujú aj prvé funkčné LCD displeje, ale tieto prototypy boli ešte príliš nestabilné na masovú výrobu. Toto sa zmenilo začiatkom sedemdesiatych rokov, keď bol objavený materiál so stabilnými vlastnosťami. Začína výroba prvých displejov, ktoré sa používajú v kalkulačkách namiesto dovtedy používaných LED displejov. Táto technológia, označovaná ako TN (twistednematic) používala kryštály, ktoré sa pri budení elektrickým prúdom otočia o 90 stupňov a pasívnu maticu. Na začiatku osemdesiatych rokov sa už TN-displeje masovo používali v kalkulačkách a hodinách. Ale so vzrastajúcou zložitosťou v snahe zobrazit stovky riadkov informácií sa zhoršovali uhol pohľadu a kontrast medzi čiernou a bielou. Preto sa v roku 1985 objavuje na trhu nový typ displeja, označovaný ako STN (super twistednematic). V tomto prípade sa kryštály otáčajú až o 240 stupňov. Farebné displeje s vysokým rozlíšením boli ďalším cieľom v tomto priemysle, ale na dosiahnutie tohto cieľa bolo potrebné adresovať veľké množstvo pixelov, a tak sa na konci osemdesiatych rokov objavuje na trhu prvý displej s aktívnou maticou. Riadenie pomocou aktívnej matice bolo využité už v polovici sedemdesiatych rokov, ale vtedy bolo zavrhnuté ako príliš nákladné.

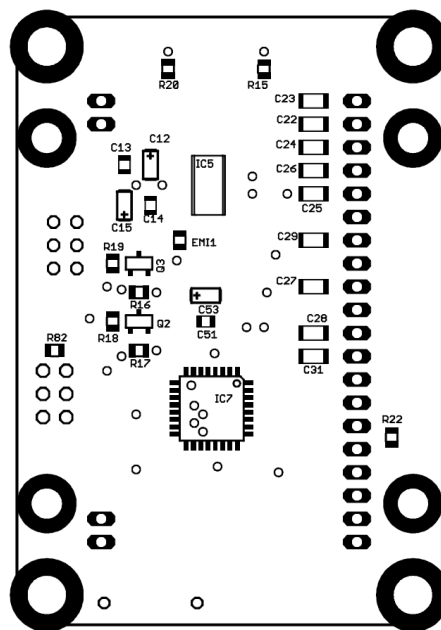
## 2. Grafický displej MI06

Modul MI06 je grafický displej EA DOGM132 s rozlíšením 132x32 bodov pripojený k jednočipovému mikropočítaču ATmega48PA (AVR). AVR komunikuje s displejom cez zbernicu SPIa s nadradeným systémom cez zbernicu I<sup>2</sup>C. Kvôli nedostatku pamäte v AVR pracuje displej MI06 len v textovom režime. Modul MI06 je doplnený o ochranné plexisklo, ktoré zabraňuje mechanickému poškodeniu displeja.

Rozmery plošného spoja modulu MI06 sú 66,5 x 46,5mm a plošný spoj má montážne otvory s priemerom 4,2mm umiestnené v rastru 10mm (podľa kovového konštrukčného systému Eitech). Pohľady na obe strany plošného spoja senzora SI06 sú na nasledujúcich obrázkoch:



Obrázok 1: MI06 - Pohľad zhora



Obrázok 2: MI06 - Pohľad zdola

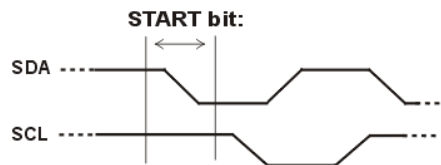
Modul MI06 má na vrchnej strane DPS dve indikačné LED. Oranžová LED (LED2) svieti, ak je senzor napájaný. Modrá LED (LED1) blinká ak senzor komunikuje cez I<sup>2</sup>C. Komunikačným rozhraním modulu MI06 je rozhranie I<sup>2</sup>C ktoré je spolu so vstupom napájania vyvedené na 6-pinový konektor MLW06 (SV1). Základné parametre modulu MI06 sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke:

Parameter	Hodnota	Jednotka
Napájacie napätie	5	V
Odber	<50	mA
Pracovná teplota	-20 do 85	°C

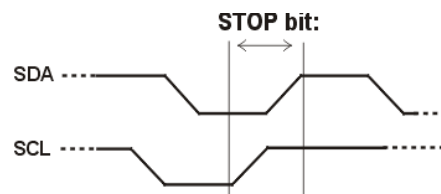
### 2.1. Komunikačné rozhranie MI06

Na komunikáciu s modulom MI06 sa používa sériová zbernica I<sup>2</sup>C. 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.

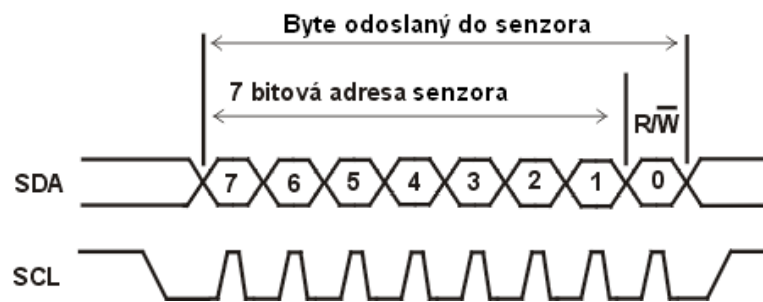
#### 2.1.1. Základné operácie na zbernici



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:**

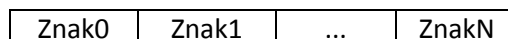
Komunikácia sa začína rovnako ako zápis, kde ako dáta je odoslaná adresa interného registra REG potvrdená senzorom. Následne master odošle opakovaný štart RS (repeated start) a komunikácia pokračuje rovnako ako počas čítania.

**2.1.2. Adresa senzora a popis registrov**

Senzor má prednastavenú adresu 50h

Názov registra	Adresa	Prístup	Popis
DISP	00h	W	Zápis ľubovoľne dlhého reťazca znakov
CLR	A8h	W	Vymazanie LCD
SCROLL	B8h	W	Posun o riadok
ADR	AAh	W	Nastavenie novej I <sup>2</sup> C adresy
ADR_RST	CBh	W	Reset I <sup>2</sup> C adresy na prednastavenú

Register DISP:



Do registrov CLR a SCROLL je možné urobiť prázdny zápis, t.j. za internou adresou nie je potrebné vložiť dáta a zápis môže byť ukončený.