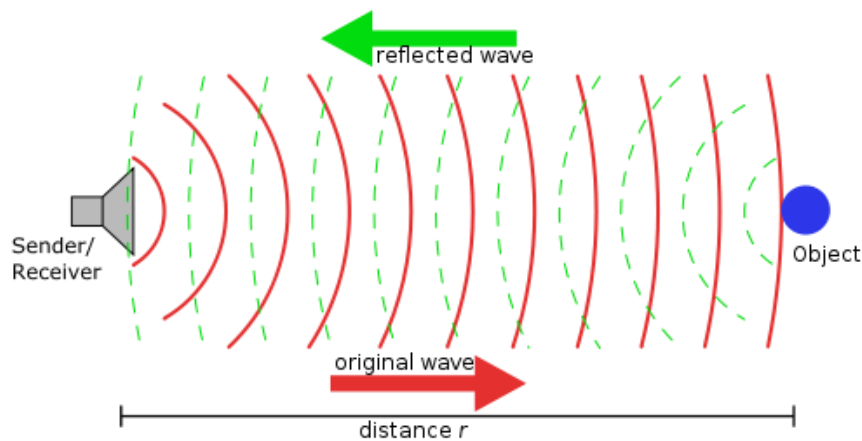


1. Teoretický základ

Ultrazvuk sú mechanické kmity prostredia s frekvenciou vyššou ako je schopné počuť ľudské ucho, teda približne nad 20 kHz. V praxi sa využíva vlastnosť ultrazvuku ohýbať sa a odrážať na materiálových prechodoch (teda tam, kde dochádza k zmene materiálu, a teda aj ku zmene rýchlosti šírenia zvuku). Odrazy sa využívajú napr. na meranie vzdialeností (ultrazvukový diaľkomer), pre zistenie polohy a vzdialenosti telies v homogénnom prostredí (sonar, echolot). Používaný postup sa volá echolokácia.

Sonar (z anglického SOund Navigation And Ranging - zvuková navigácia a zameriavanie) je zariadenie na princípe radaru, ktoré namiesto rádiových vln používa ultrazvuk. Sonar je v podstate ultrazvukový diaľkomer doplnený o senzory natočenia a náklonu. Princíp merania vzdialenosti pomocou ultrazvuku spočíva vo vyslaní ultrazvukovej vlny a meraní času návratu odrazenej vlny (Obrázok 1):



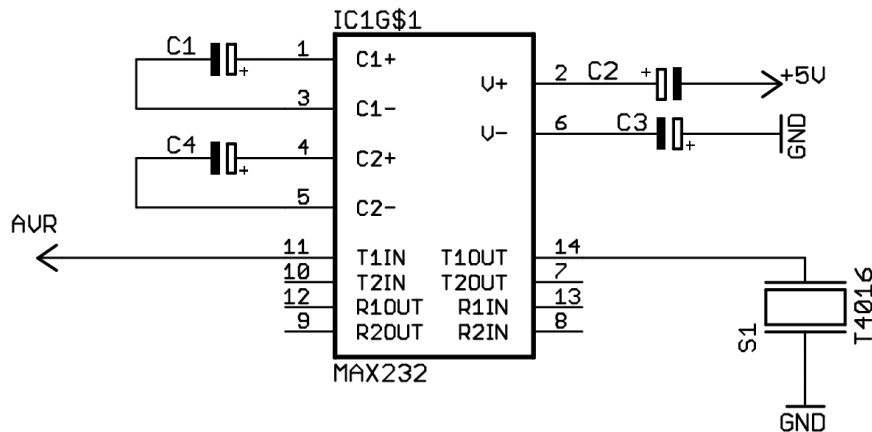
Obrázok 1: Princíp sonaru/ultrazvukového diaľkomera

2. Ultrazvukový merač vzdialenosti SI03

Ultrazvukový merač vzdialenosti SI03 je senzor s I²C rozhraním. Používa pár ultrazvukových meničov T4016/R4016. T4016 je vysielateľ (reproduktor), R4016 je prijímač (mikrofón).

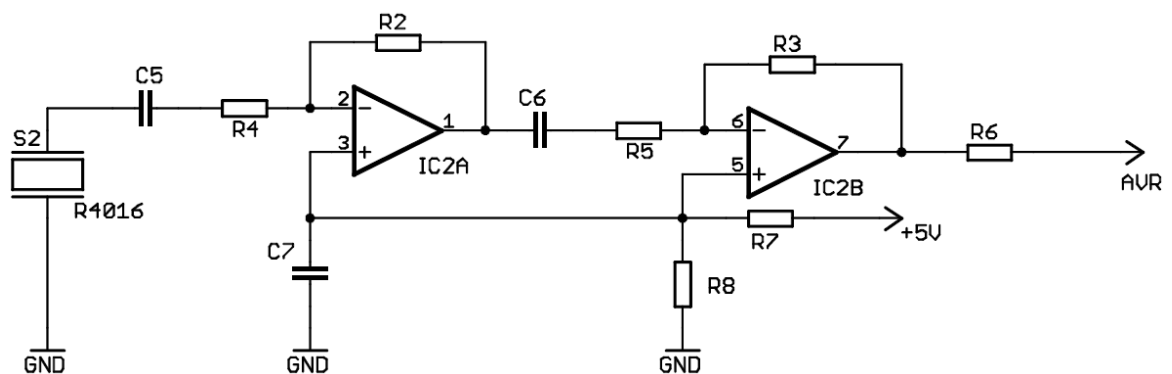
2.1. SI03 – princíp činnosti

Meranie vzdialenosti začína vyslaním krátkeho bloku impulzov s frekvenciou 40kHz prostredníctvom vysielateľa T4016. Budiaci signál generuje jednočipový mikropočítač ATmega48PA (AVR). Pre dosiahnutie požadovaného meracieho rozsahu (<80cm) pri 5V napájaní senzora SI03 musí byť vysielateľ T4016 budený signálom s dostatočnou amplitúdou. Potrebná amplitúda budiaceho signálu je vyrobená nábojovou pumpou s obvodom MAX232. Tento obvod je primárne určený pre prevodníky TTL UART/RS232. Veľkosť výstupného napätia je závislá na kapacite kondenzátorov C1 - C4. V prípade SI03 je amplitúda nastavená na +/- 10V. Na nasledujúcom obrázku je schéma zapojenia vysielacej časti SI03:



Obrázok 2: Vysielacia časť SI03

Vyslaný blok impulzov sa odrazí od prekážky, a dopadne na membránu prijímača R4016 (mikrofón). Aby bolo možné prijímaný signál spracovať mikropočítačom, musí byť prijatý signál zosilnený. Na zosilnenie prijímaného signálu je použitý jednoduchý dvojtupňový zosilňovač s operačným zosilňovačom (obrázok 3). Výstup vstupného zosilňovača je pripojený na vstup analógového komparátora AVR.



Obrázok 3: Prijímacia časť

Po vyslaní bloku impulzov začína mikropočítač merať čas od skončenia vysielania po návrat odrazeného signálu. Výsledný nameraný čas je potom úmerný vzdialenosti senzora od prekážky.

Merací rozsah senzora SI03 má dve hranice. Spodná hranica meracieho rozsahu (5cm) je určená mechanickou konštrukciou senzora. Prijímač R4016 (mikrofón) je umiestnený na rovnakom plošnom spoji ako vysielateľ T4016 (reproduktor). Počas vysielania bloku impulzov totiž dochádza k prenosu kmitov z vysielateľa na prijímača. Tieto kmity vďaka mechanickej zotrvačnosti doznievajú na membráne R4016. Spodná hranica meracieho rozsahu bola určená experimentálne meraním na viacerých vzorkách senzorov SI03. Horná hranica meracieho rozsahu je daná parametrami vysielateľa T4016.

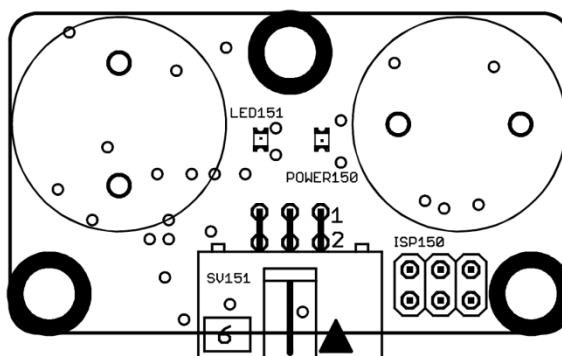
2.2. Popis SI03

Základné parametre senzora SI03 sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke:

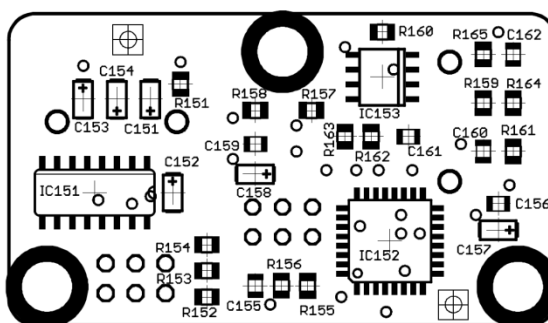
Parameter	Hodnota	Jednotka
Napájacie napätie	5	V
Odber	< 20	mA
Merací rozsah	5 - 80	cm
Pracovná teplota	-55 do 125	°C

Senzor SI03 má na vrchnej strane DPS dve indikačné LED. Oranžová LED (POWER150) svieti, ak je senzor napájaný. Modrá LED (LED151) bliká ak senzor komunikuje cez I²C. Komunikačné I²C rozhranie senzora SI03 je vyvedené spolu so vstupom napájania na 6-pinový konektor MLW06 (SV151).

Rozmery plošného spoja SI03 sú 46,5mm x 26,5mm. Montážne otvory s priemerom 4,2mm sú rozmiestnené v rastrí 10mm (podľa kovového konštrukčného systému Eitech). Pohľady na obe strany plošného spoja senzora SI03 sú na nasledujúcich obrázkoch:



Obrázok 4: SI03 - Pohľad zhora

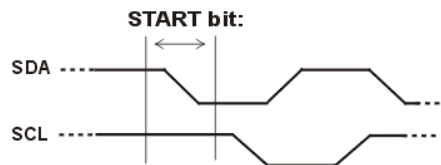


Obrázok 5: SI03 - Pohľad zdola

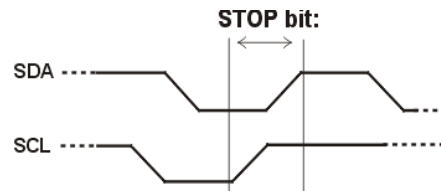
2.3. Komunikačné rozhranie SI03

Na komunikáciu so senzorom SI03 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.

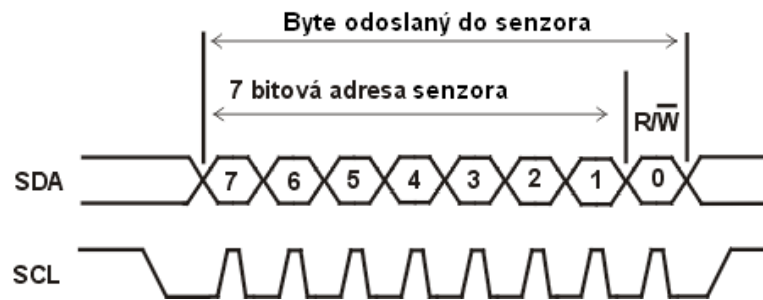
2.3.1. Základné operácie na zbernici



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 A0h

Názov registra	Adresa	Prístup	Popis
DIST	00h	R	Vzdialenosť objektu od senzora v centimetroch
ADR	AAh	W	Nastavenie novej I ² C adresy
ADR_RST	CBh	W	Reset I ² C adresy na prednastavenú