# 2. Ultraheli sonar: Parallax PLX-28015

## 2.1 Sissejuhatus

Sonar (Sound Navigation and Ranging) on seade, mis kasutab helilaineid selleks, et määrata objektide kauguseid või kiiruseid. Esimese sonariks peetava seadme leiutas ameeriklasest laevainsener Lewis Nixon aastal 1906 eesmärgiga tuvastada veealuseid jäämägesid. Esimese maailmasõja ajal leidis sonar rakendust allveelaevade tuvastamiseks, algselt oli tegemist ainult passiivsete ehk heli kuulavate seadmetega, kuid aastaks 1918 olid loodud ka ise heli tekitavad ehk aktiivsed sonarid.

Aktiivse sonari tööpõhimõte põhineb kajal, välja saadetud heliimpulss peegeldub objektilt ning registreeritakse uuesti seadmes. Teades heli levimise kiirust konkreetses keskkonnas on võimalik välja arvutada kaugus peegeldava objektini. Kasutades Doppleri efekti (laine sagedus muutub kui peegeldumine toimub liikuva objekti pealt, kui objekt läheneb suureneb seetõttu ka sagedus) saab kindlaks teha ka kiiruse. [1veebi viite puhul tuleb alati panna ka lugemise kuupäev]

## 2.2 PLX-28015 karakteristikud

PLX-28015 on ultraheli sonar, mis saadab välja 200μs pikkuseid helisignaale, mille sagedus on 40 kHz. Seadme tööpiirkond on 2cm kuni 3m. Ühendamine mikrokontrolleriga käib läbi digitaalse sisendi/väljundi (5V TTL - Transistor-transistor Logic ning 3.3 V CMOS - Complementary Metal-Oxide Semiconductor standarditele vastav).



Joonis 2.1: Sonar PLX-28015

Alljärgnev tabel esitab mõned PLX-28015 parameetrid:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Parameeter*** | ***Tüüpväärtus*** | ***Ühik*** |
| Tüüpiline voolutarve | 30 | mA |
| Maksimaalne voolutarve | 35 | mA |
| Toitepinge | 5 | V |
| Mõõtmed | 22 x 46 x 16 | mm |
| Töötemperatuur | 0 kuni 70 | ̊C |
| Kaal | 9 | g |

Tabel 2.1: PLX-28015 andmed[2]

## 2.3 Kasutamine

### 2.3.1 Ajalised viited

PLX-28015 sonar alustab vahemaa mõõtmist juhul kui tema digitaalne sisend/väljund seatakse loogiliseks üheks kauemaks kui 2μs (tüüpiliselt 5μs), seejärel peab sisend/väljund olema ajavahemikul 750μs null, selle aja sees alustab sonar oma heliimpulsi saatmist. 750μs perioodi järel seatakse sisend/väljund uuesti üheks, see loogiline olek kestab 115μs kuni 18.5ms, mille sees oodatakse kaja. Neist kahest parameetrist tulenevalt on seatud ka nõuded: minimaalne kaugus 3cm ja maksimaalne kaugus 3m (ligikaudu pool vahemaadest, mida heli läbib tavatingimustes 115μs ja 18.5msga). Viide enne uue mõõtmise algust peab olema 200μs. Kõik tegevused võtavad seega aega. Seega on …. Kogu mõõtetulemuse saamiseks kuluv aeg X (aeg1)+Y(aeg2) jne =

**5μs + 750μs + (115μs kuni 18500μs) + 200μs**

**ehk**

**755μs + (115μs kuni 18500μs) + 200μs**

### 2.3.2 Vahemaa arvutamine

Kuigi õhuniiskus ning rõhk omavad teatud mõju heli kiirusele atmosfääris võib tavarakendustes lugeda heli liikumiskiiruse õhus konstantseks, ligikaudu 340.29 m/s. Heli peab läbima tee objektini ning tagasi ning seega on valem vahemaa arvutamiseks(meetrites):

**s = 340.29 / 2\*t =170.145 \* t, kus t on aeg sekundites**

Selleks, et valemit kasutada on vaja teada aega (t). Mikrokontrolleri tasemel mõõdetakse digitaalse sisendi/väljundi kõrge seisundi kestust. Sonar viib väljundi (millise) nulli kui kaja registreeritakse. Teades aega, mis on kulunud alates selle positiivseks seadmisest või mõõtmiskäsu andmisest (arvestades eelnevalt kirjeldatud ajakulusi) saab välja arvutada kauguse objektini. Juhul kui kaja ei registreerita 18.5ms jooksul, mõõdetakse alati maksimaalne väärtus, mille kontrollimist saab sooritada programmselt mikrokontrolleris.

Seega kui mikrokontroller annab sonarile käsu alustada mõõtmist seades digitaalse väljundi loogiliseks üheks ning sonari poolt kontrollitava positiivse digitaalse impulsi pikkus oli näiteks 2045μs, siis vahemaa takistuseni avaldub järgmiselt:

170.145m/s \* 0.002045s = 0.348 m = 34,8 cm

### 2.3.3 Probleemid ja kitsendused

Sonari kasutamist raskendavaid piiranguid võib jagada nelja kategooriasse:

1. Ümbritsev keskkond
2. Sonari asend objekti suhtes
3. Tajutav objekt
4. Aktiivsed segajad

**Ümbritsev keskkond** - Heli kiirus sõltub eelkõige sellest, millise koostisega keskkonnas ta levib, seetõttu, näiteks on heli kiirus vees suurem kui atmosfääris. Heli kiirus õhus sõltub omakorda nii rõhust kui temperatuurist, viimase puhul võib tulemuste erinevus vahemikus 0 ̊C kuni 70 ̊C olla kõige rohkem 12%. Temperatuuri mõju saab kompenseerida kasutades heli kiiruse arvutamiseks valemit:

**v = 331.5 + (0.6 \* Tc ) m/s**

Kus Tc on temperatuur Celsiuse järgi ning v heli kiirus.[2]

Sonari kasutamine kitsastes ruumides on raskendatud, kuna heli peegeldub tagasi lähimalt objektilt esimesena ning sonari ringdiagramm on (joonis) Katseliselt ei erine Parallax PLX-28015 järjestikused seina kauguse mõõtmised stabiilsel alusel ruumis suurusega 3x3m üksteisest üle 1cm, kuid kui soovitakse leida objekti selles ruumis, siis heli peegeldumine seintelt segab kauguse arvutamist ning näit võib kõikuda mõnekümne sentimeetri ulatuses. Sama probleemiga tuleks arvestada ka kitsastes koridorides ja kohtades, kus asetseb palju objekte üksteise ligidal.

**Sonari asend objekti suhtes** - Kui sonari asend näiteks seina suhtes on alla 45 ̊ (kriitiline nurk), siis heli seinalt enam otse tagasi ei peegelda ning võidakse registreerida kaugemalt tulev kaja.

**Tajutav objekt** - Selleks, et mõõta kaugust objektini peab selle pealt peegeldunud heli olema teatud tugevusega. Kaja tugevus võib jääda nõrgaks peamiselt kahel põhjusel: objekt võib olla liiga väike või on tema materjal tugevalt heli "neelavate" omadustega. Mõju omab ka keha kuju, näiteks kerakujuline objekt peegeldab heli laiemas ruuminurgas kui sein.

**Aktiivsed segajad** - Kõik seadmed, mis tekitavad heli 40Khz (Parallax PLX-28015 puhul) lähedal on sonari jaoks müratekitajad ning võidakse ekslikult kajana tuvastada. Sama probleem seab piirangud ka mitme sonari kasutamisele väikese vahemaa peal, selle lahendamiseks võib kasutada sonareid, mis töötavad erinevatel sagedustel või korraldada mõõtmiste tegemine teatud järjekorda.

### 2.3.4 Võimalikud rakendused

Parallax PLX-28015 on küllaltki stabiilse näiduga sonar objektide kauguste hindamiseks, mis asuvad kolme meetri raadiuses, kui keskkonnaks pole väga väike ruum või kitsas piirkond. Sonar sobib eelkõige kasutamiseks robootikas mobiilsetel platvormidel nii seisvate kui liikuvate takistuste tajumiseks ehk kokkuvõtvalt navigeerimiseks. Kui eesmärk on tuvastada sensori alast mööda liikuvaid objekte (näiteks kui vaja on lugeda mööduvaid autosi või inimesi), siis võib kolme meetri piirang osutuda probleemiks.

## Viited

1. http://inventors.about.com/od/sstartinventions/a/sonar\_history.htm

2. PING)))TM Ultrasonic Distance Sensor (#28015), datasheet