

Önálló laboratórium beszámoló

Dolgozat címe: Szobán belüli elhelyezkedés detektálása
ultrahangos távolság mérések alapján

Konzulens neve: Tihanyi Attila

A Hallgató a kitűzött feladatot megfelelő színvonalon és a kiírásnak megfelelően

teljesítette

nem teljesítette

Konzulens aláírása

Hallgató neve: Márton Balázs

Képzés: MI-BSC

Leadás dátuma: 2010-05-17

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	3
A FELADAT RÖVID ISMERTETÉSE, CÉLKITŰZÉS	3
HÁTTÉR	4
A MUNKA SORÁN FELHASZNÁLT ESZKÖZÖK	4
A MUNKA RÉSZLETES ISMERTETÉSE	5
Ismerkedés a számábrázolás és az assamby nyelv alapjaival	5
A PIC24FJ128GB110 típusú mikrokontrollerrel jellemzőinek megismerése	5
A mikrokontroller kipróbálása, ismerkedés a használatával	6
A hardware eszköz metervezése, megvalósítása	6
A hardware és software együttes kipróbálása, távolságmérés	8
A MUNKA SORÁN KAPOTT EREDMÉNYEK	10
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	11
ÖSSZEFOGLALÁS	11
IRODALOMJEGYZÉK	12

Bevezetés

Hagyományosan navigációs, felügyeleti rendszerekben találkozhatunk helymeghatározással, azonban az elmúlt évtizedben már megjelent a mindennapokban is. A legjobban ismert helymeghatározás minden bizonnyal a GPS. Egyre gyakrabban találkozhatunk helymeghatározással a digitális mozgásrögzítés, sport, robotika, virtuális valóság vagy akár a biztonságtechnika területén is. Különböző technológiák fejlődtek ki, hogy kielégítsék e területek igényeit. Egy ilyen rendszernek képesnek kell lenni meghatározni akár egy tárgy, egy élőlény, egy eszköz vagy akár egy jármű helyét, kilométeres, méteres de akár milliméteres pontossággal. Ez a beszámoló a helymeghatározás egy speciális esetével, a szobán belüli helymeghatározással foglalkozik, nagy felbontású mérést lehetővé tevő, ultrahangos technológia segítségével.

A feladat rövid ismertetése, célkitűzés

Egy olyan szobán belüli helymeghatározás tervezése, megvalósítása a cél, mely képes egy, vagy akár több ultrahang adóval ellátott eszköz helyének meghatározására, a helyiség különböző pontjain elhelyezett, egymással összeköttetésben lévő vevőktől mért távolságok segítségével, melyeket a jel kiadása és észlelése között eltelt idő alapján számolnánk. Továbbá cél lenne, hogy adatátvitel történhessen az adó és vevő egység között, az adók egyedileg való azonosítása céljából. A rendszernek tehát képesnek kell lennie a mért adatok alapján, az adóval felszerelt, mozgó objektumok helyének centiméteres pontosságú meghatározására.

Háttér

Fizikai értelemben hangnak nevezik a rugalmas közegben fellépő mechanikai rezgéseket és hullámokat. A hang terjedési sebessége levegőben 330-340 m/s, folyadékokban és szilárd anyagokban sokkal nagyobb, vízben körülbelül 1400, acélban nagyjából 5000 m/s. A sebesség - egyes esetektől eltekintve - a frekvenciától és hullámhossztól független, de minden anyagban nagy mértékben függ a közvetítő közeg sűrűségétől, hőmérsékletétől. Légüres térben ezek a mechanikai hullámok nem terjednek. Zárt térben a hang terjedése kapcsán meg kell említeni azt a jelenséget, mikor a hang nem egy úton jut el a célhoz, vevőhöz, hanem kettő vagy annál több úton éri el, mivel a forrás nem csak egy irányba sugározza a jelet. Ilyenkor többutas terjedésről beszélünk. Hatása lehet konstruktív, de legtöbbször negatív hatásként kell számolnunk vele: interferenciát, fáziseltolódást okoznak. A vett jel erősödhet, de gyengülhet, sőt előfordul, hogy ellentétes fázisú jelek kioltják egymást. Digitális jelek átvitele esetén, szimbólumok közötti áthallásról beszélünk mikor a megnőtt terjedési útvonal miatt a szimbólumokhoz képest késve érkezik a jel a vevőhöz, mikor már a következő szimbólumot adjuk. Ekkor a vett adatban hiba keletkezhet. Ennek elkerülése céljából, megvárhatjuk míg a hosszabb úton érkező jelek is megérkeznek minimalizálva a bithiba arányt, de ezzel lelassítjuk az adatátvitel sebességét. Arra, hogy meghatározzuk, mi is az az ideális adatátviteli sebesség, amivel már hatékony kommunikációt tudunk létrehozni, ez a beszámoló nem tér ki.

A munka során felhasznált eszközök

- PICF24FJGB110 mikrokontroller
- oszilloszkóp
- forrasztó
- Mplab programozó

A munka részletes ismertetése

Ahhoz, hogy helymeghatározást tudjuk megvalósítani, szükségünk volt bizonyos hardware eszközökre. Az ultrahang jelet, egy 30MHz-en működő adófejjel adtuk ki és egy ugyanilyen vevőfejjel detektáltuk. Ezek vezérlését, a számításokat, egy PIC24FJ128GB110 típusú mikrokontrollerrel végeztük. Ezért első ízben a kihívás az volt, hogy megismerkedjünk kicsit részletesebben a számábrázolás alapjaival, az assembly és a MikroC nyelvvel, valamint a mikrovezérlők világával.

Ismerkedés a számábrázolás és az assembly nyelv alapjaival

Annak ellenére, hogy a munka során nem az assembly nyelvet használtuk, érdemes volt betekintést nyerni az alacsony szintű programozási nyelvek világába. Nem a nyelv megismerése volt a cél, hanem elsősorban az, hogy a gondolkodásunkat, szemléletünket tágítsuk. Tanulmányaink során legtöbbször magas szintű nyelvekkel találkozhattunk, aminek háttérét segített megérteni ez a fajta tapasztalat. Az, hogy hogyan is történik pontosan egy kivonás, egy osztás, hogyan tudunk vezérlést átadni, hogyan, milyen keretek között tudunk számokat ábrázolni, hogyan tudunk erőforrást kímélően programkódot írni, mind mind új tapasztalatot adott.

A PIC24FJ128GB110 típusú mikrokontrollerrel jellemzőinek megismerése

Itt már nem az assembly, hanem a C nyelvet használva, próbáltunk ismerkedni az eszközzel. Első, talán legfontosabb cél volt, hogy tisztában legyünk a feladat során használt mikrovezérlő tulajdonságaival, főbb paramétereivel. Így áttekintettük főbb jellemzőit, főleg azokat, amikre a munkánk során szükség lesz.

Legfőbbek:

-32 kHz-es Oszcillátor

-10-Bites, 16-Csatornás Analog-Digitál (A/D)

Konverter

- PPS
- Három I2C modul
- Öt 16-Bites Timer, programozható előskálázóval
- Kilenc PWM kimenet

A adatlapban szereplő paraméterek közül nem voltunk mindennel tisztában, így érintőlegesen, de áttanulmányoztuk őket.

Részletesebben foglalkoztunk a *Pulzus Szélesség Modulációval*. A PWM az impulzus alatti terület mértékébe kódolja a moduláló jel pillanatértékét, azaz mintáját. Az impulzus amplitúdója állandó, tehát a szélességét kell változtatni. Ezt akkor tudjuk használni, amikor szükségünk van arra, hogy ne csak nullás és egyes szinten tudjunk jelet kiadni, hanem szabályozhassuk a kiadott jel teljesítményét. Munkánk során a kiadott jelet ezzel a módszerrel fogjuk létrehozni, elősegítve annak a lehetőségét, hogy egy adóval különböző fázisú jeleket tudjunk kiadni. Pulzus szélesség modulációval és egy egyszerű áramkörrel ez megvalósítható.

A mikrokontroller kipróbálása, ismerkedés a használatával

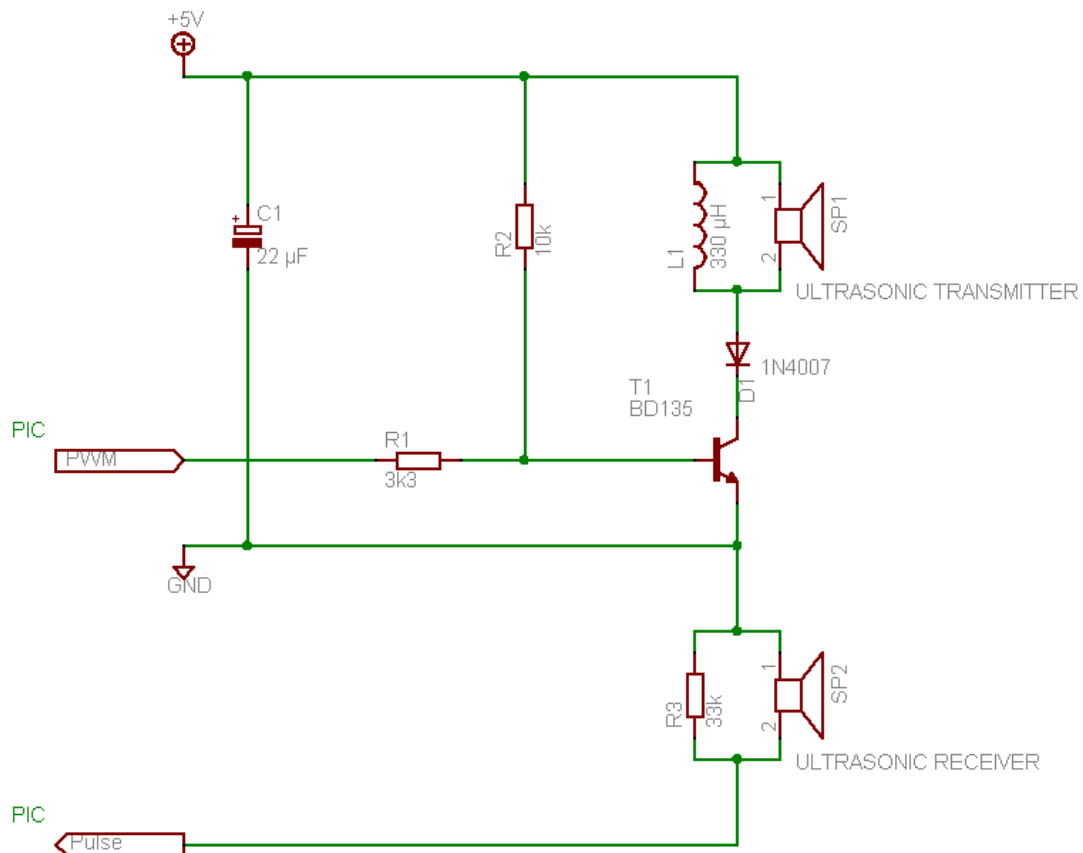
Az elsődleges cél az eszköz kipróbálása volt, így egyszerűbb programokat próbáltunk írni először. Erre a célra jó feladat volt, a LED-ek villogtatása. Ehhez nem kellett mást tennünk, minthogy kimenetre állítsuk a megfelelő lábakat és bebillenteni a megfelelő bitet, ami az adott LED-hez tartozik. Itt találkoztunk először a késleltetéssel is.

Ahhoz, hogy a program működjön, szükségünk volt a mikrovezérlő oscillátorának beállításához. Mivel ennél a feladtnál az oscillátor frekvenciájának nem sok szerepe volt, egy előre megadott konfigurációt használtunk.

Megvalósítottunk egy analóg digitális konverziót létrehozó programot is. Itt még csak demo-szerűen a potméter tekergetésével kapott különböző feszültség-értékeket konvertáltunk, de a lényeg megértéséhez tökéletes volt. Ezt a programot, a későbbiekben fel is használtuk, a vett ultrahang-jel nagyságának meghatározásakor.

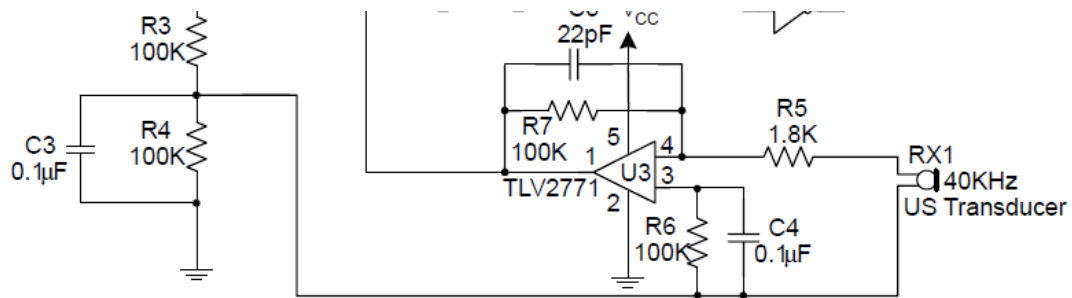
A hardware eszköz metervezése, megvalósítása

Az adót és vevőt is tartalmazó hardware-t az alábbi kapcsolás szerint valósítottuk meg:



Az áramkört nem mi terveztük, de összeállítását teljes mértékben mi végeztük. Újdonságot jelentett számunkra egy ilyen „egyszerűbbnek” mondható áramkör megvalósítása. Tapasztalatot szereztünk a forrasztásban, ellenállások, tranzisztorok kapacitások nagyságrendjének mivoltában. Az áramkört nem sikerült elsőre működőképesre építeni, de kisebb-nagyobb hibák kijavítása után, teljesen jól működött. Hogy kipróbálhassuk, szükségünk volt a mikrokontroller programozás területén szerzett tapasztalatokra. Azonban ahhoz, hogy távolságmérésre használjuk az eszközt, nem elég erős vett jelet tapasztaltunk. Ezért mielőtt kidolgoztuk volna a távolságméréshez használható programot, erősíteni kellett a bejövő jelet, ugyanis a jel milivoltos nagyságrendbe esett.

A következő ábra mutatja a megvalósított erősítő áramkört:



A hardware és software együttes kipróbálása, távolságmérés

Az eszköz egy 40 ciklusos, 30 kHz-es, oszcillátorból eredő négyyszögjel brust-al hajtja meg az adót:

```
int main(){
    int j,i;

    TRISBbits.TRISB9=0;    //RB9 kimenetnek állítjuk

    LATBbits.LATB9=0; //RB9-et nullázzuk

    while(1){

        for(j=0;j<40;j++)

        {

            LATBbits.LATB9=~LATBbits.LATB9;    //pulzus

            for(i=0; i<9; ++i);

        }

        LATBbits.LATB9=1;    // pulzus levesszük a jelen 0-ra

        for(i=0;i <9000;i++);

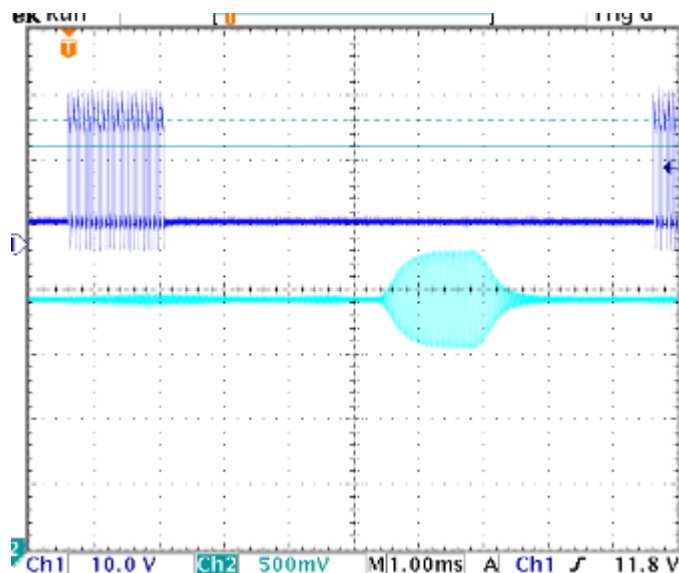
    }
}
```

Ebben a fázisban, a megfelelő jel előállítása érdekében az oszcillátort nem egy előre adott konfiguráció szerint inicializáltuk, hanem a feladatnak megfelelő paramétereket állítottunk be:

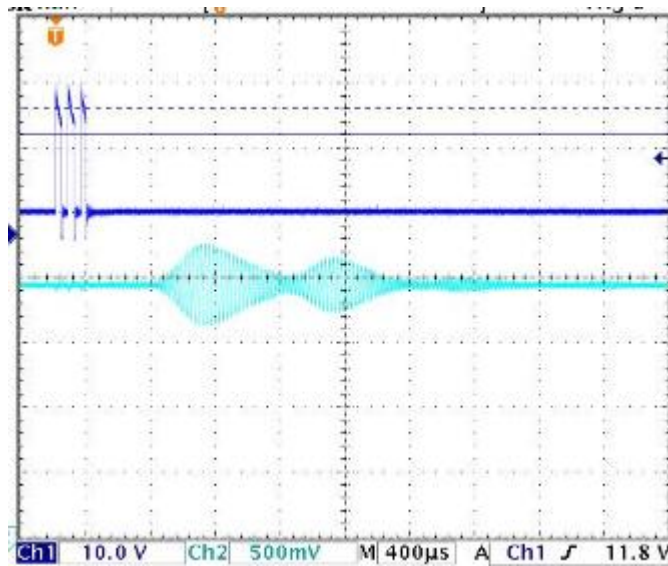
_CONFIG1(JTAGEN_OFF & GCP_OFF & GWRP_OFF & COE_OFF & FWDTEN_OFF & ICS_PGx2)

_CONFIG2(FNOSC_FRCPLL & POSCMOD_NONE)

A kiadott és vett jelet az alábbi ábrán láthatjuk:



A kiadott pulzust, megfelelő közeget biztosítva, a vevő bejövő jelként érzékeli. Hogy ezt mérni tudjuk, digitális jellé kellett konvertálnunk. A konverziót következőképpen végeztük: A jel kiadása után, közvetlenül elkezdünk mintavételezést végezni. A vett mintákat sorban, egy tömbben helyeztük el. Ahogy a tömb megtelet, megkerestük a maximális értéket, amikor a visszaverődött jel a legerősebb volt. Annak alapján, hogy tudtuk, mennyi idő is telik el két minta tömbbe kerülése között és az egyéb késleltetéseket is beleszámolva, ms-os pontossággal meg tudtuk állapítani a visszavert vett jel maximumának idejét. Ennek az időnek a felhasználásával, már feltételezve a szoba 24 fokos átlaghőmérsékletét, milliméteres pontossággal meg tudtuk állapítani, hogy milyen messziről verődött vissza a jel. Ebben a fázisban még nem tudunk csak viszonylag kicsi, 50-80 centiméteres távolságokat mérni. Ahhoz, hogy nagyobb távolság mérésére is képesek legyünk, logaritmikus erősítést fogunk használni. Fontos megjegyezni ezentúl, hogy a többutas terjedés miatt, a vett jelszínünk nem volt egyenletes:



Ahhoz, hogy ezt kiküszöböljük, egy szimulációt végzünk labview környezetben. Itt felállítunk egy modellt és az aktuális paramétereket behelyettesítve következtetni tudunk arra, hogy milyen kiadott jel mellett lesz optimális a mérés, lesz minimális a fading hatás.

A munka során kapott eredmények

Képesek voltunk távolságot mérni, milliméteres pontossággal, körülbelül méteres távon belül. A távolságot itt még nem két külön eszköz, adó és vevő között mértük. A kiadott jel visszaverődését egy adott tárgyról, felületről tekintettük bejövő jelnek, ennek idejéből számoltunk távolságot. A folytatásban nem lesz szükségünk ilyen pontos, nagy felbontású mért adatokra, viszont a hatótáv növelésére feltétlenül szükség lesz.

Összefoglalás

Az önálló laboratórium tárgy keretében ultrahangos helymeghatározást megvalósító feladatot választottam. A félév során elsősorban nem az volt a célkitűzés, hogy a teljes hardware és software rendszert használatra készre megvalósítsuk. Elsősorban a használandó eszközök megismerése, tapasztalatszerzés, felmerülő problémák áttekintése, átgondolása, hasonló témával foglalkozó cikkek tanulmányozása volt a kitűzött cél. Hiszen az alapok megértése, megismerése nélkül, nem lenne értelme egyből a megvalósítás pontos leírását adni. Azonban a folytatáshoz szükséges tapasztalatokat megszereztük. Betekintést nyertünk a mikrovezérlők világába, részletesebben megismerkedtünk a PIC család **24FJ128GB110** darabjával. Megismertük legfontosabb tulajdonságait, végeztünk analóg digitál konverziót, pulzus szélesség modulációt, megismerkedtünk az interrupt fogalmával, használtunk timer-eket, input és output eszközöket csatlakoztatva méréseket végeztünk. A közeljövőben folytatni kívánjuk a megvalósítást, abba az irányba, hogy nagyobb távolságokat legyünk képesek mérni, külön tudjuk választani az adó és vevő egységet, illetve adatátvitelt tudjunk biztosítani annak érdekében, hogy az adók egyedileg megkülönböztethetők legyenek.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt köszönettel tartozunk Tihanyi Attila tanár úrnak, a készséges, maximálisan helytálló segítségéért, tanácsaiért. Bármikor, bármivel fordultunk Hozzá, kielégítő választ kaptunk kérdéseinkre.

Irodalomjegyzék

M. Rasic, A. Dejanovic, G.S. Djordjevic: Calibration of Ultrasound Sonar for Applications

in Mobile Robotics, ETRAN, June 2004, Cacak, Serbia, pp. 273 – 276.

M. Rasic, A. Dejanovic, G.S. Djordjevic: Ultrasound Object Localisation in Mobile Robot

Workspace, ETRAN, June 2005, Budva, Montenegro, pp. 361 – 364.

Zimmerman, et al. "Experimental Development of an Indoor GPS Based sensing system for Robotic Applications"

H.R. Beom and H.S.Cho, "Mobile robot localization using a single rotating sonar and two passive cylindrical beacons"
Robotica, 1995, volume 13, pp. 243-252, Cambridge university press.

T. Arai and E. Nakano, "Development of measuring equipment for location and direction (MELODI) using ultrasonic waves", Trans. ASME, Journal of dynamic