Szakdolgozat

Veres István

2002

Gépészeti és Számítástechnikai
Szakközépiskola, Békéscsaba

Szakdolgozat

Készítette: Veres István
Konzulens: Szikora Zsolt

Békéscsaba, 2002

Ultrahangos tolatóradar

Tartalom

1. Bevezetés: 6

2. A hang terjedése: 6

2.1. Ultrahangok gerjesztése és érzékelése: 7

2.2. Ultrahangos vizsgálati módszerek: 8

3. A mérőkészülék felépítése: 9

3.1. Érzékelők: 9

3.2. Tápegység: 9

3.3. Echo erősítő: 10

3.3.1. Egytranzisztoros előerősítő fokozat: 10

3.3.2. Neminvertáló erősítő fokozat: 11

3.4. Mikrovezérlő: 13

3.4.1. Általános leírás (Pic): 13

3.4.2. A 8 bites CMOS mikrovezérlő, a PIC16F628 jellemzői: 14

3.4.2.1. Nagy teljesítményű RISC CPU: 14

3.4.2.2. Periféria tulajdonságai: 14

3.4.2.3. Speciális mikrovezérlő tulajdonságai: 14

3.4.3. Szerkezeti rálátás: 15

3.4.3.1. Láb kimenet leírás: 16

3.5. Kijelzés: 17

3.6. A készülék szerkezeti felépítése: 17

3.6.1. A kijelző alkatrészlistája, nyomtatott áramköri és beültetési rajzai: 17

3.6.2. A főpanel alkatrészlistája, nyomtatott áramköri és beültetési rajza: 18

3.7. A készüléket vezérlő program: 19

3.7.1. A program feladata: 19

3.7.2. A program folyamatábrája: 21

Mellékletek: 23

4.1. Elvi kapcsolási rajz: 23

4.2. Szoftver forrásszöveg: 24

4.3. Felhasznált irodalom: 34

5. Ábrajegyzék: 34

1. Bevezetés:

Az ultrahangos tolatóradart a járműelektronikában használják, a gépkocsival közlekedők számára egy segédeszköz. Segítségével a tolatáskor a gépjármű mögötti tárgyak körübelüli távolságát határozhatjuk meg anélkül, hogy ténylegesen hátrafordulnánk vagy kiszállnánk. A készülék a távolságméréshez, mint ahogy az a nevében is szerepel, ultrahangot használ. Az ultrahang anyagi rezgés, a normál hangrezgéstől a frekvencián kívül voltaképp semmi sem különbözteti meg. Frekvencia szempontjából kb. 20kHz és 1GHz közötti hangokat tekintjük ultrahangnak. Az ultrahang energiaszintjét tekintve, ha az akusztikai energia kicsi, hatására a terjedési közegben nem jön létre maradandó, vissza nem fordítható változás akkor ezt passzív akusztikai szintnek nevezzük. Megkülönböztetve a jóval nagyobb aktív energiaszintű ultrahangtól, mely segítségével például forrasztani, hegeszteni lehet, kémiai anyagok szétbonthatók vagy egyesíthetők, felaprítható a vese- vagy epekő, befolyásolható a kazán-égőfej lángja, a karburátor porlasztási minősége. Vízalatti radartevékenységekre az aktív, míg a felszín felett a kistávolságú távolságmérésre, méréstechnikában az anyaghatárok meghatározására a passzív energiaszintű ultrahangot használják.

2. A hang terjedése:

Az akusztikai energia lényegében mechanikai rezgési energia. A levegőben különböző hangok hozhatnak létre rezgőmozgást, a hosszanti vagy longitudinális hangok esetében a részecskék rezgésének iránya a hullám terjedésének irányába esik. A terjedési sebesség attól függ, hogy a kimozdult részecskék mennyi idő múlva lökik meg a mellettük lévő, még mozdulatlan részecskéket. A levegőben a részecskék átlagos távolsága 10^{-8} cm, a részecskék mintegy 10^{-12} s alatt lökik meg a mellettük lévőket, így a hang a levegőben $3{,}3*10^{4}$ cm/s sebességgel terjed. A longitudinális hullámok bármely anyagban gerjesztődhetnek és terjednek, ami nem mondható el a többi hullámfajtáról.

Szilárd anyagban terjedő longitudinális hullámok esetén nem csak sűrűsödések és ritkulások lépnek fel a hullám terjedésének irányában, hanem a hullám terjedésére merőleges irányban is fellépnek erőhatások, amelyek nyírási vagy transzverzális hullámokat keltenek. Ehhez azonban az szükséges, hogy a molekulák elegendően közel legyenek egymáshoz és a molekulák közötti vonzóerők eléggé nagyok legyenek, így légnemű közegben ez a hullámforma nem gerjeszthető és terjedni sem tud. Cseppfolyós közegben is hasonló a helyzet, bár igen nagy viszkozitású, vagy igen vékony anyagrétegben lehetőség van ilyen hullámok terjedésére, azonban igen nagy csillapításértékek mellett. A transzverzális hullámok terjedési sebessége körübelül a fele a longitudinális hullámokénak.

A felületi hullámok szilárd testeknek levegővel, esetleg folyadékkal határolt felületén léphetnek fel. Ennek az a magyarázata, hogy a longitudinális hullámok nyírási erői az anyag felületén nem egyenlítődhetnek ki, mivel a gázmolekulákban nincsenek meg az ehhez szükséges erők. Ennek következtében a felület egyszerre fog longitudinális és transzverzális mozgást végezni, és a részecskék egyfajta bonyolult ellipszis-sorozat mentén fognak mozogni. Ennek terjedési sebessége azonban alig marad el a transzverzális hullámok terjedési sebességétől.

A lamb-hullámok csak vékony rudakban vagy lemezekben alakulhatnak ki, terjedésmódjuk rendkívül bonyolult és sokféle, fizikájuk nagyban hasonlatos az elektromágneses hullámok hullámvezetőkben történő terjedéséhez.

A cikk-cakk hullámok párhuzamos lapok között ide-oda verődő transzverzális hullámok. Ezek vékonyfalú csövek, lemezek anyagvizsgálata során használhatók.

Az eddigiekben ismertetett elvek akkor érvényesek, ha a hangrezgés merőlegesen érkezik a felületre. Ha a hanghullámok ferdén, nem merőleges szögben érik egy anyag felületét, akkor a fénytanból már ismert (fénytörés és teljes reflexió) jelenségéhez hasonló következik be: a határfelületen áthatolt hullám megtörik, egy meghatározott kis szög (határszög) alatt érkező hang pedig már nem jut be az anyag belsejébe, hanem visszaverődik a határfelületről. Ráadásul ez a szög függ a fentebb vázolt hullámrezgésének fajtájától is, és előfordulhat, hogy egy keltett ultrahang-hullám egyik komponense visszaverődik a felületről, míg a másik komponens még éppen áthatol azon. Így adott esetben szétválogathatók egy hullám longitudinális és transzverzális stb. komponensei, amelynek a méréstechnikában nagy a jelentősége.

2.1. Ultrahangok gerjesztése és érzékelése:

A leírtak alapján belátható, hogy attól függően, milyen halmazállapotú közegben kívánjuk az ultrahangokat felhasználni, más és más elven működő hangforrást kell alkalmazni. Így tehát van léghang-, folyadékhang- és szilárdtesthang-generátor. Az elsőhöz tartoznak a különféle ultrahang-sípok, a légszaggatással működő ultrahang-szirénák és a piezo- vagy az elektrodinamikus hangszórók (UH-csipogók).

Folyékony halmazállapotú közegek számára fejlesztették ki például a folyadéksípot, szilárd anyagokhoz pedig leginkább a piezo sugárzók valamely válfaját használják.

A legtágabb értelemben vett piezo átalakítók vélhatően a legalkalmasabbak, mivel ezek érhetők el a legkönnyebben. A közismert rezgőkvarc mind adásra, mind vételre használható: villamos feszültség hatására alakváltoztatásra, rezgésre kényszeríthető, míg külső mechanikai behatásra (hajlításra, rezgésre) villamos feszültséget állít elő. Ehhez azonban meglehetősen nagy gerjesztőfeszültség szükséges, mert az átalakítás hatásfoka igen kicsi.

Bármely ultrahangos mérőberendezés esetén ugyanis kulcskérdés a megfelelő adás és vétel szintje. Amint az a radartechnikából ismert az adóantennával hatalmas (MW nagyságrendű) energia-impulzust kell kisugározni ahhoz, hogy egy viszonylag kicsiny vagy távoli céltárgyról értékelhető nagyságú (μV nagyságú) visszavert jel érkezzen az antennáról a vevőhöz. Az ultrahangos méréstechnikában is azonos a helyzet. A mérés során ultrahangimpulzust juttatunk az anyag felületére (és belsejébe) az innen visszaverődött parányi jelet vizsgáljuk. Így a kutatások során a rezgőkvarcnál jóval alkalmasabb, számos, különféle típusú UH kerámiaanyagot dolgoztak ki adás és vétel céljára. Ezek túlnyomórészt földalkálititanát alapú, mikrokristályos kerámiák. Ismertebb változatai például a báriumtitanát (BT), az ólombáriumtitanát (PBT), ólomkálciumbáriumtitanát (PCBT), ólomcirkontitanát (PZT) és az ólomstronciumzirkontritanát (PSZT), amelyek a kerámiakondenzátorok dielektrikumához hasonló termékek.

2.2. Ultrahangos vizsgálati módszerek:

Kisintenzitású ultrahangok segítségével lehetőség nyílik az anyagokba való „betekintésre”, a belső anyagszerkezet, szerkezeti jellegzetességek, hibák felderítésére. Erre és a nagyobb távolságokra történő mérésre két alapvető módszer alakult ki: a folyamatos jellel való mérés és az impulzus-visszhang módszer. A folyamatos jellel történő mérés annak nehézkessége miatt nem nagyon terjedt el, míg az impulzusos módszer hatalmas fejlődésen ment keresztül. Működési elve az állatvilágban, széles körben megtalálható (denevér, delfin stb.), és fejlesztését a katonaság is támogatta, legelőször a II. világháborúban, a tengeralattjáró-háború idején. Ma pedig már elképzelhetetlen egy valamire való tengeri halászhajó, bárka, yacht – a szokásos radaron kívül – ultrahangos mélységmérő készülékek nélkül.

Az UH-impulzusos méréstechnika roppant módon hasonlít a radaréra. Működési elve a következő. Alkalmas adókristályt egy-egy, rendkívül gyors, impulzus-sorozattal, kalapácsütésszerűen gerjesztenek. A kristály a feszültségimpulzus, az „ütés” hatására nagyfrekvenciás rezgésbe jön és ultrahangot sugároz ki. A jelenséget úgy kell elképzelni, mint a harangozást: a tetszés szerinti szaporasággal (frekvencián), de voltaképp mégis ritkán megütött harang saját, a gerjesztéshez képest sokkal nagyobb frekvencián egy lecsengő hangot sugároz ki. A gerjesztés szokásos frekvenciája néhány Hz-től néhány kHz-ig terjedhet, míg az UH-kristály néhány 10 kHz –től néhány MHz közötti UH-spektrumot állíthat elő. A gerjesztés frekvenciája a vizsgálattól és a vizsgálat anyagától is függ.

Nos általánosan a gerjesztés hatására elindul az adókristályból egy ultrahang impulzus-sorozat, és keresztülhalad egy része az útjába kerülő anyagon, a másik része pedig visszaverődik. Ennek a visszavert jelnek egy további csekély hányada éppen a mérőfej irányába verődik vissza, és el is jut odáig. Ezt a roppant kis értékű, többszörösen is

csillapított, visszavert jelet, mint információt lehet felhasználni a legkülönfélébb távolság és anyagvizsgálatokban.

3. A mérőkészülék felépítése:

Az áramkör a radar elvén működik. Ultrahang impulzus-csomagokat bocsát ki, és 1-2 m-ig veszi a visszaverődő jeleket. Ezek a csomagok 40kHz-es és 0,3ms-os csomagok, melyek 29,7ms-onként ismétlődnek. Ezt a mikrovezérlő állítja elő és egyik kimenetéről közvetlenül az ultrahang adó kapszulára kerül. Ez a kapszula a villamos teljesítményt mechanikai mozgássá alakítja. Hullámokat gerjeszt, melyek longitudinálisan terjednek a levegőben. A kibocsátott impulzus-csomag az útjába kerülő tárgyról visszaverődik, és ezt a visszavert echo jelet az ultrahang vevő kapszula érzékeli, ami visszaalakítja a mechanikai mozgást villamos jellé. Ez a visszhangjel elég alacsony feszültség szintű, ezért egy egytranzisztoros előerősítő kapcsolás után egy neminvertáló műveleti erősítő kapcsolással felerősítjük a jelet. Ezt megszűrve és egyenirányítva vezetjük a jelet a mikrovezérlő bemenetére. A kibocsátott jel és a visszavert jel közötti időkülönbséget mérjük, ami arányos az adott tárgy távolságával. /Minél hamarabb érkezik vissza az echo jel annál közelebb van az adott tárgy./

3.1. Érzékelők:

Az ultrahang kibocsájtására és vételére kristályokat használok, melyek típusjelzései:
- 400ST – az adó
- 400SR – a vevő.

A kristályok a külső mechanikai sérülések ellen fémtokozással ellátottak. A tokozás kialakításával kis mértékben irányérzékennyé is tették. Ezeket az ultrahang kapszulákat árnyékolt kábellel kell csatlakoztatni a panelhoz, hogy az esetleges zajok fellépésekor ne jöjjön működésbe az áramkör.

3.2. Tápegység:

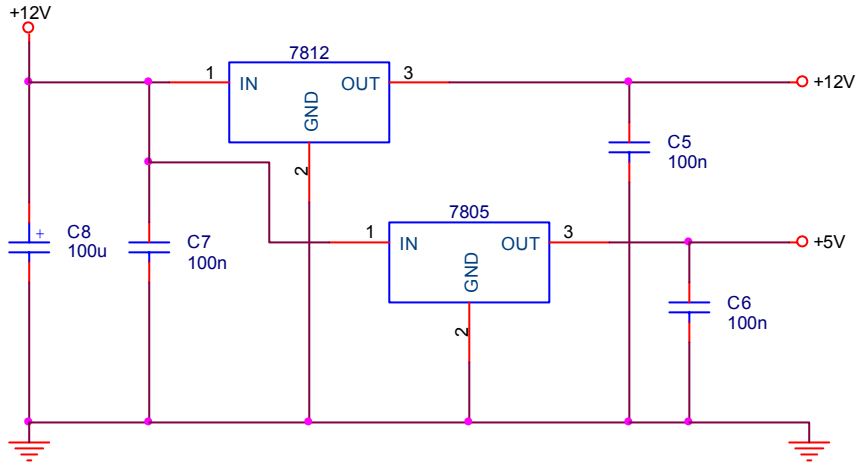
A készülék tápellátását a gépjármű akkumulátora szolgáltatja. A tolatáskori működést a legegyszerűbben a tolatólámpa tápvezetékének megcsapolásával érhetjük el, így ezzel meg van oldva a be és kikapcsolás időzítése. Ezt a feszültséget a visszavert jel erősítésére szolgáló áramkör egy integrált stabilizátoron keresztül kapja. Ennek feladata a készülékre való túlzott áram és feszültségszint rájutásának megakadályozása. Ez a stabilizátor +12V-ot állít elő, típusa: 7812. A mikrovezérlő táplálására szintén egy integrált stabilizátort használok, de ennek a stabil kimeneti feszültsége csak +5V. Ennek típusa: 7805. A komplett áramkör működéséhez mindkét stabilizátorra szükség van, a megfelelő feszültségszintek előállításához. Az integrált stabilizátorok 78xx sorozata pozitív feszültségek stabilizálására

alkalmas, de ennek párja a 79xx sorozat, melyet negatív feszültségek stabilizálására használnak.

Típus	Uki	Ikimax	Ubemax
7805	+5V	1A	+35V
7812	+12V	1,5A	+35V

1. ábra Felhasznált stabilizátorok főbb adatai.

A feszültségek egyenletesebbé tételéhez szűrő kondenzátorokat használok. A búgófeszültség megszüntetéséhez pedig puffer kondenzátort.



2. ábra A készülék tápegysége.

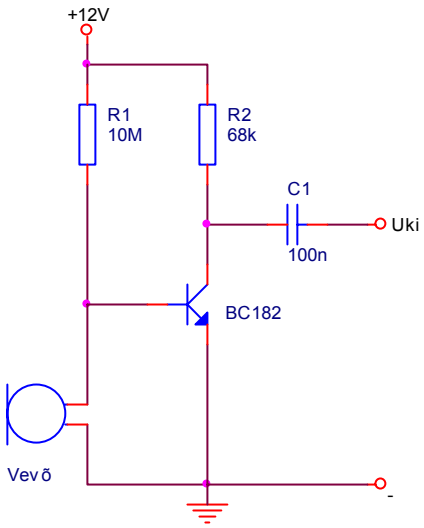
3.3. Echo erősítő:

A mérés során visszaverődő ultrahang jel /echo jel/ igen kicsi, ezért azt a kellő mértékig fel kell erősíteni. Így lehetséges csak a későbbi értékelése. Ezt a készülék esetében egy echo erősítővel végzem. Az echo erősítő két részből áll:

- egy egytranzisztoros előerősítő fokozatból és
- egy neminvertáló erősítő alapkapcsolásból.

3.3.1. Egytranzisztoros előerősítő fokozat:

Az előerősítő fokozat egy földelt emitteres alapkapcsolás, melyet feszültség táplálásos módszerrel vezérlek. A tranzisztor bázisáramát egy feszültségosztó állítja be, melynek egyik tagja az ultrahang kapszulával lett helyettesítve. A vevő kapszula ellenállása úgy változik,



ahogy az ultrahang jelek érkeznek rá. Ezáltal változik a bázisáram, így vezérelve a tranzisztort.

3. ábra Egytranzisztoros előerősítő fokozat.

3.3.2. Neminvertáló erősítő fokozat:

A fokozat erősítését egy műveleti erősítő oldja meg neminvertáló alapkapcsolásban. A műveleti erősítők nulla be- és kimeneti munkapontú, kiváló tulajdonságokkal rendelkező egyenfeszültségű erősítők, melyeket napjainkban, az analóg-technika legfontosabb, univerzális felhasználhatóságú eszközeinek tekinthetünk. Korábbiakban a műveleti erősítőket az analóg számítás-, és méréstechnika igényes műveletvégzési feladataiban alkalmazták, ahol szigorú követelményeket és az integrált áramköri technika adottságaiból adódott lehetőségeket egyesítik magukban.

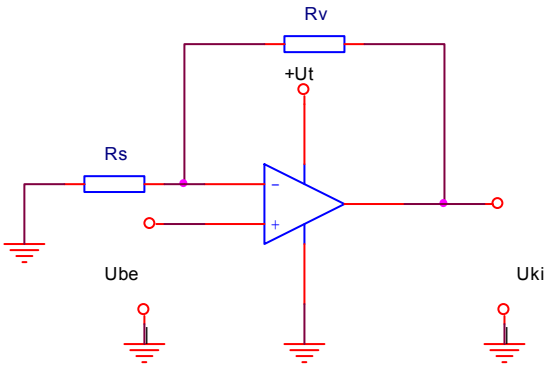
Jellemzők		Ideális	Mértékegység	TL071
Erősítés	A_u	∞		20^3
Bemeneti ellenállás	R_{be}	∞	Ω	10M
Kimeneti ellenállás	R_{ki}	0	Ω	10
Kimeneti kivezérelhetőség	ΔU_{ki}	$\leq \pm U_{táp}$	V	±15
Ofszetfeszültség	U_{ofs}	0	mV	10
Határfrekvenciák	f_a/f_f	0/∞	MHz	0/85
Közös módusú jelel-nyomási tényező	CMMR	∞	dB	76
Zajfeszültség	U_{zaj}	0	µV	1

4. ábra Az ideális és a TL071-es műveleti erősítő összehasonlítása.

Az ideális jellemzők között szereplő végtelen bemeneti ellenállás azt eredményezi, hogy a bemeneti kapcsokon áram nem folyik, a végtelen erősítésből pedig az következik, hogy nulla bemeneti feszültséghez véges kimeneti feszültség tartozik. Az ideális műveleti erősítőnek tehát nincs bemenő árama és a bemenetek, úgy viselkednek, mintha a nulla bemeneti feszültség révén közöttük rövidzár is fennállna. Ezt a feltételezést az irodalom virtuális rövidzárnak nevezi.

A (-) bemenetére visszacsatolt műveleti erősítőt nevezzük neminvertáló műveleti erősítőnek.

Az erősítése: $A_u=U_{ki}/U_{be}=1+(R_v/R_s)$

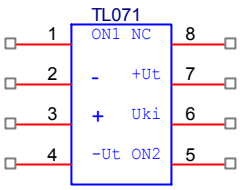


5. ábra Neminvertáló műveleti erősítő alapkapcsolás.

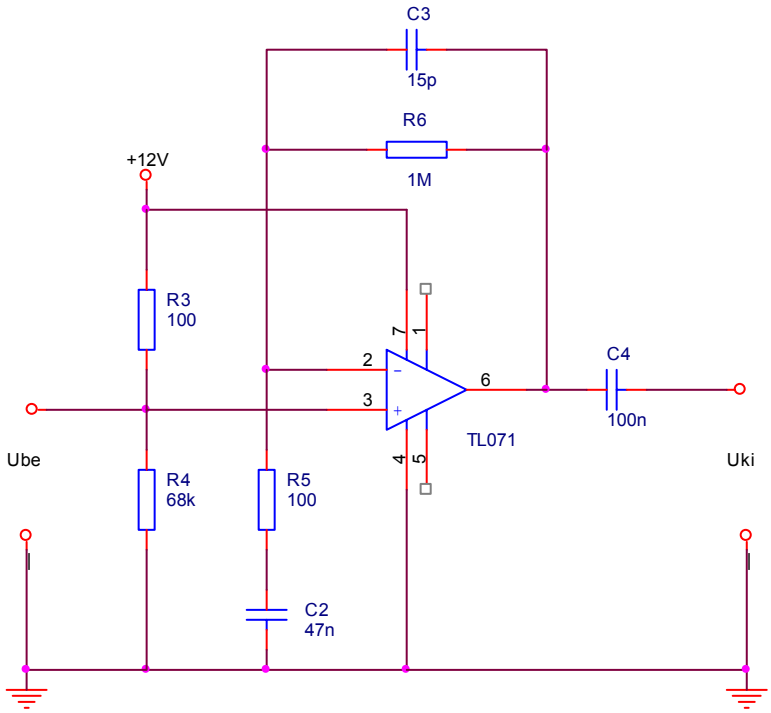
A kapott összefüggésben az erősítés „független” a műveleti erősítő paramétereitől és értékét a külső ellenállásokkal tudjuk beállítani. Mivel az ideális és valóságos műveleti erősítők között nem „nagyok” a különbségek, ezért ezen az elven sokkal jobb jellemzőjű erősítőket tudunk készíteni, mint a hagyományos elrendezésekkel.

A neminvertáló műveleti erősítő a negatív visszacsatolásnak köszönhetően nem torzít, és nem gerjed. A visszacsatoló ellenállás változtatásával megváltoztathatom az erősítés mértékét. A kapcsolásban megadott értéket viszont nem célszerű túlzottan megváltoztatni, mivel vagy nem érjük el a kellő erősítést, vagy úgy megnöveljük az erősítő érzékenységét, hogy nagymértékben megnő a hamis jelek vételének lehetősége is.

A két fokozatot egy csatolókondenzátor köti össze mely biztosítja, hogy csak a váltakozó feszültség kerüljön erősítésre. Az erősítőből kijövő jelből szintén csak a váltakozó jelet engedem tovább, és egyenirányítás után csak a félperiódus kerül a mikrovezérlő bemenetére.



6. ábra A műveleti erősítő lábkiosztása.



7. ábra A felhasznált neminvertáló műveleti erősítő kapcsolás.

3.4. Mikrovezérlő:

3.4.1. Általános leírás (Pic):

A PIC16F628 18 lábú, Flash alapú, alacsony költségű, nagy teljesítményű, CMOS IC, teljesen statikus, 8 bites mikrovezérlő. Minden PIC mikrovezérlő alkalmaz egy fejlett RISC architektúrát. A PIC16F628-nak növelt mag tulajdonsága van, 8 szintű mély verem és többszörös külső és belső megszakítás forrása van. A különálló utasítás és a Harvard szerkezetű adatbuszok megengednek egy 14 bit széles utasítás szóhosszt, egy különálló 8 bit széles adattal. A kétállapotú utasítás csővonala megengedi minden utasítás végrehajtását, az egyszerű áramkörben várva a program ágazataira. Mind a 35 utasítás elérhető. A PIC16F628 mikrovezérlők megvalósítanak egy 2:1 kódú tömörítést és a 4:1 arányú gyorsaság fejlesztésén túl más 8 bites mikrovezérőket. A PIC16F628 eszközöknek egy speciális jellemzőjük, a belső összetevők csökkentése, ezáltal csökken a rendszer költsége, nő a rendszer megbízhatósága és csökken az energiafogyasztás. A Sleep mód felajánlja az energiatakarékosságot. A felhasználó fel tudja éleszteni a PIC-et az alvásból, néhány külső és belső megszakítással és újraindítással.

3.4.2. A 8 bites CMOS mikrovezérlő, a PIC16F628 jellemzői:

3.4.2.1. Nagy teljesítményű RISC CPU:

-csak 35 utasítást kell megtanulni

-mindegyik egy ciklusú utasítás, kivéve a program elágazásokat, amelyek két-ciklusúak

-működési sebesség:

-DC-20 MHz óra bemenet

-DC-200 ns utasítás ciklus

-megszakítási képesség

-16 különleges szerepű hardver regiszterek

-8-szint mélységű hardver verem

-direkt, indirekt és relatív címzési módok

3.4.2.2. Periféria tulajdonságai:

-15 I/O láb, egyéni irányú vezérléssel

-nagy áram felvétel/leadás, közvetlen LED meghajtás

-analóg összehasonlító modulok:

-két analóg összehasonlító

-programozható chipbe integrált feszültség referencia modul

-programozható bemeneti multiplexelés, az eszköz bemenetekkel és a belső feszültség referenciával

-összehasonlító kimenetek kívülről elérhetőek

-időzítő 0: 8-bites időzítő/számláló 8-bites programozható előosztó

-időzítő 1: 16-bites időzítő/számláló külső kristály/óra képesség

-időzítő 2: 8-bites időzítő/számláló 8-bites periódus regiszter, előosztóval és utóosztóval

3.4.2.3. Speciális mikrovezérlő tulajdonságai:

-bekapcsolási alaphelyzet

-tápleesés detektálás

-őrkutya időzítő saját beépített RC oszcillátorral, megbízható működés

-multiplexelt reset láb

-programozható ellenállás felhúzás

-programozható kódvédelem

-kis feszültségű programozás

-energiatakarékos alvó üzemmód

-választható oszcillátor beállítások:

-Flash konfigurációjú bitek az oszcillátor beállításához

-külső ellenállásos oszcillátor

-csökkentett alkatrész szám

-két-sebességű INTRC

-alacsony áram felvétel

-külső óra bemenet

-XT oszcillátor mód

-HS oszcillátor mód

-LP oszcillátor mód

-soros áramkör programozás

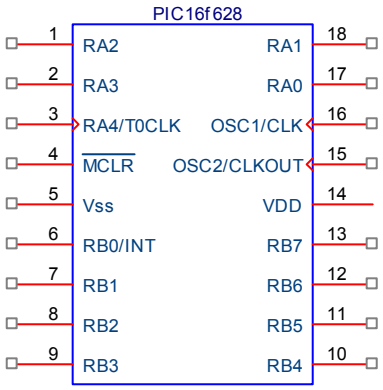
-négy felhasználású programozható azonosító

3.4.3. Szerkezeti rálátás:

A nagy teljesítményű PIC16F62X család szerkezeti jellemzője, hogy található benne RISC alapú processzor. A PIC16F62X használja a harvard szerkezetet, amelyben program és adat elérhető az elkülönített memóriákat használva a különálló buszokkal. Az önálló program és adat memória tovább engedi az utasításokat, a méretük különböző 8-bitnél szélesebb adat szó hosszú. A 14-bit széles program memória bemeneti busz lehívás utasítása 14-bites egyedüli körben. Két-fokozatú csőszerű átfedése, átvitel és végrehajtás utasításai vannak. Tehát az összes utasítás végrehajtható egyszeri körben, kivéve a program ágazatokat. A PIC16F62X közvetlen vagy közvetetten képes címezni a regiszter fájlokat vagy az adat memóriát. Az összes különleges képességű regiszterek tartalmazzák a programszámláló térképet az adat memóriában. A PIC16F62X eszközök tartalmazzák a 8-bites ALU-t és munka regisztert. Az ALU általános célú aritmetikai egység. Végrehajtja az aritmetikai és logikai utasításokat. Az ALU 8-bit széles és alkalmas összeadásra, kivonásra, eltolásra és logikai műveletekre. A két operandusú utasításokban, egyik operandusa a munka regiszter. A többi operandus a fájl regiszter vagy közvetlen konstans. A W regiszter 8-bites munka regiszter, ami használja az ALU műveleteket. Ez nem címezhető regiszter. A nem elillanó EEPROM adat memória gondoskodik a hosszú idejű tárolásról, az adatokat ellátja értékekkel. Az adat nem vész el feszültség megszűnésekor.

3.4.3.1. Láb kimenet leírás:

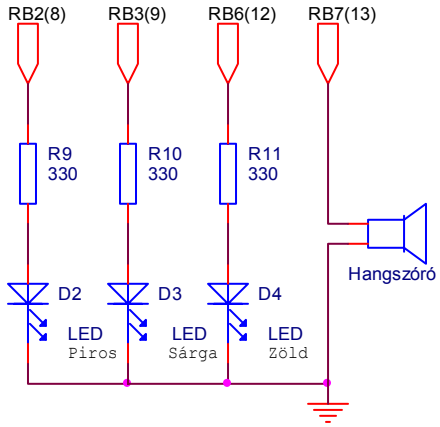
Név:	**Leírás:**
RA0/AN0	Kétirányú I/O port/analóg összehasonlító bemenet
RA1/AN1	Kétirányú I/O port/analóg összehasonlító bemenet
RA2/AN2/Vref	Kétirányú I/O port/analóg összehasonlító bemenet/Vref kimenet
RA3/AN3/CMP1	Kétirányú I/O port/analóg összehasonlító bemenet/összehasonlító kimenet
RA4/T0CKI/CMP2	Kétirányú I/O port/beállítja a T0CKI-t/összehasonlító kimenet
RA5/MCLR/THV	Bemeneti port/törlés
RA6/OSC2/CLKOUT	Kétirányú I/O port/oszcillátor kristály kimenet
RA7/OSC1/CLKIN	Kétirányú I/O port/oszcillátor kristály bemenet
RB0/INT	Kétirányú I/O port/külső megszakítás
RB1/RX/DT	Kétirányú I/O port
RB2/TX/CK	Kétirányú I/O port/átviteli láb
RB3/CCP1	Kétirányú I/O port/összehasonlítás
RB4/PGM	Kétirányú I/O port/alacsony feszültségű programozható bemeneti láb
RB5/	Kétirányú I/O port/felébreszti alvó módból a PIC-et
RB6/T1OSO/T1CKI	Kétirányú I/O port/időzítő 1 oszcillátor kimenet/időzítő óra bemenet
RB7/T1OSI	Kétirányú I/O port/időzítő oszcillátor bemenet
Vss	földpont
Vdd	+ táp feszültség



8. ábra A mikrovezérlő lábkiosztása.

3.5. Kijelzés:

A készülék kijelzése vizuálisan és akusztikusan is megoldott. A kijelzés egy különálló panelon el van vezetve, hogy azt bárhol a gépjármű belsejében a vezetőnek a legmegfelelőbb helyen lehessen elhelyezni. A kijelzés három különböző színű LED -ből és egy hangszóróból áll. A LED –ek színe zöld, sárga és piros. A legtávolabbi méréshatárt a zöld LED jelzi (max.:1,4m), a nála közelebbit a sárga (max.:90cm), a legkisebb méréshatárt pedig a piros LED jelzi (max.:20cm). Ezzel egy időben a hangszóró is figyelmeztető hangot ad, aminek hangmagassága a távolsághatárok csökkenésével egyre magasabb lesz.



9. ábra A kijelző elvi kapcsolási rajza.

A kijelző paneljához vezetékelve juttatom el a vezérlő feszültségeket, illetve a negatív pólust. A negatív pólust a gépjárművek elektromos kialakításának köszönhetően nem kötelező végigvezetékelni a két panel között, hanem a felszerelendő helyen elég a gépjármű kasznijához letestelni.

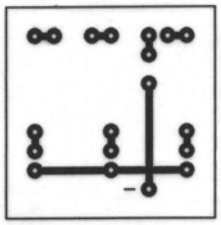
3.6. A készülék szerkezeti felépítése:

A készülék két panelból áll, egy kijelző és egy főpanelból. A kijelzőpanelon csak a kijelzést végrehajtó alkatrészek vannak. A főpanelon az összes többi alkatrész helyezkedik el, ami az érzékeléshez és vezérléshez szükséges, kivéve az ultrahangadó és vevő kapszulákat. Ezek a kapszulák a paneltól maximum 20cm-es árnyékolt kábellel vannak csatlakoztatva.

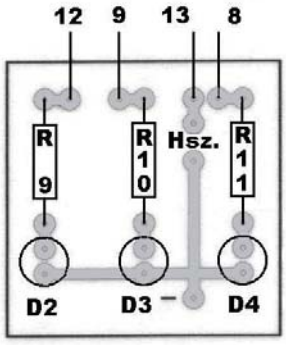
3.6.1. A kijelző alkatrészlistája, nyomtatott áramköri és beültetési rajzai:

Alkatrészlista:

Ellenállások:	3db.	330Ω
LED-ek:	1db.	Piros
	1db.	Sárga
	1db.	Zöld
Egyéb.	1db.	Hangszóró



10. ábra A kijelző nyomtatott áramköri rajza.

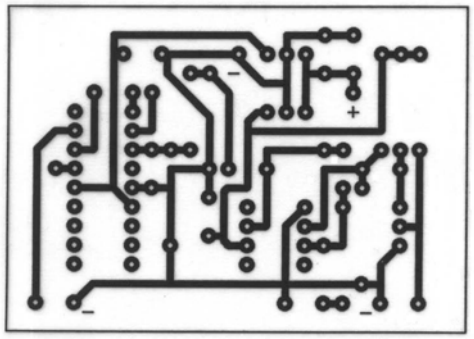


11. ábra A kijelző beültetési rajza.

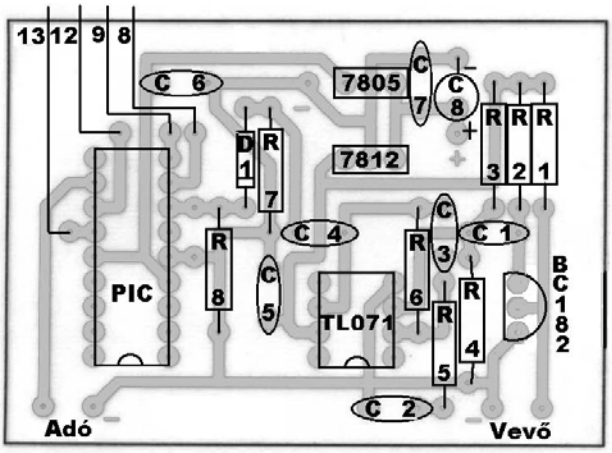
3.6.2. A főpanel alkatrészlistája, nyomtatott áramköri és beültetési rajza:

Alkatrészlista:

Ellenállások:	1db.	10MΩ
	2db.	68kΩ
	1db.	100kΩ
	1db.	100Ω
	1db.	1MΩ
	2db.	2,2MΩ
Kondenzátorok:	5db.	100nF
	1db.	15pF
	1db.	47nF
	1db.	100µF
IC-k:	1db.	TL071
	1db.	PIC16F628
	1db.	7805
	1db.	7812
Félvezetők:	1db.	BC182
	1db.	1N4148
Egyéb:	1db.	400SR→ultrahangvevő kapszula
	1db.	400ST→ultrahangadó kapszula



12. ábra A főpanel nyomtatott áramköri rajza.



13. ábra A főpanel beültetési rajza.

3.7. A készüléket vezérlő program:

A készüléket vezérlő program a PIC16F628-as mikrovezérlőben van tárolva, és a futtatása is itt történik. A program minden egyes bekapcsoláskor garantáltan a legelejéről indul, ami közvetlen a bekapcsolás utáni reset jelnek köszönhető. Ez a jel alaphelyzetbe állítja a programot. A reset jel hardveresen van megoldva, mégpedig úgy, hogy az MCLR-láb össze van kötve a Vdd-vel. Így bekapcsoláskor azonnal aktív szintű lesz ez a bemenet.

3.7.1. A program feladata:

1. Előállítani az adó működéséhez szükséges 40kHz-es és 0,3ms-os impulzus-csomagokat, amiket 29,7ms-onként ismételnie kell.
2. Figyelnie kell, hogy van e visszavert jel.
3. Mérnie kell a kibocsátott és a vett jel között eltelt időt.
4. A mért idő alapján be kell határolnia a távolságot a megadott értékek szerint.
5. A távolságnak megfelelően vizuális és akusztikus kijelzésvezérlést kell megvalósítania.

Az adó működéséhez szükséges impulzus-csomagok ismétlődése a TMR1-el van megoldva, mely főbb jellemzői:

- Aszinkron számláló mód
- Sleep ideje alatt is működik
- Ha TMR1 túlcsordul. ébreszthetti a processzort (ha külső órajel lépteti)
- 16-bites számláló/időzítő, 3-bites előosztó (1,2,4,8)
- SLLEP módban is fut az idő
- LP oszcillátor.

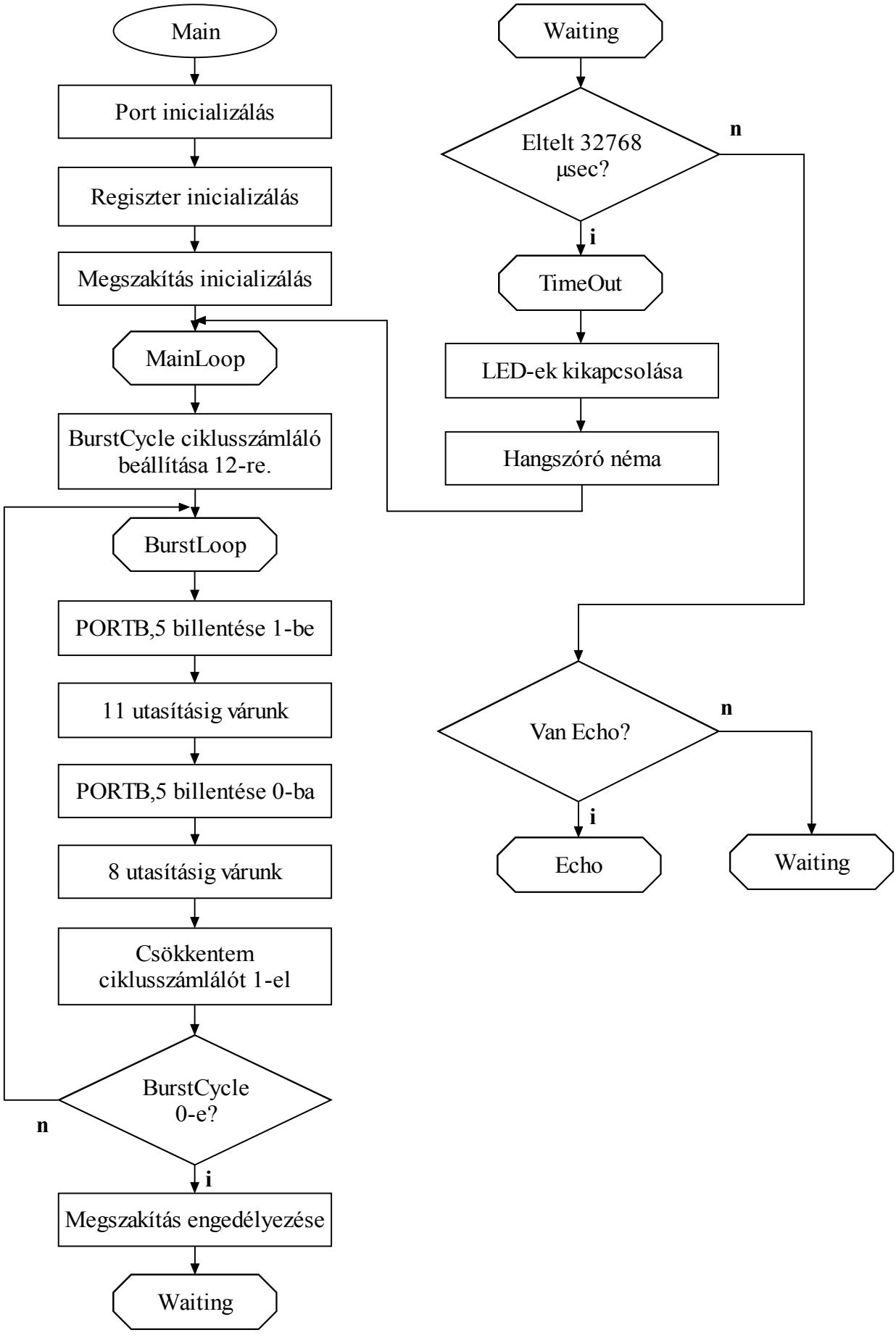
Az impulzus csomagok előállítása viszont nem megszakítással van megoldva, hanem a PIC utasítás végrehajtási ideje van kihasználva. Az adott kimeneti port bitjének billentése között üres NOP utasítások vannak. Ezek egy ciklusba vannak rendezve, amit 12-szer futtatok le egy ciklusszámláló felhasználásával. Így kapom meg az impulzus-csomagot.

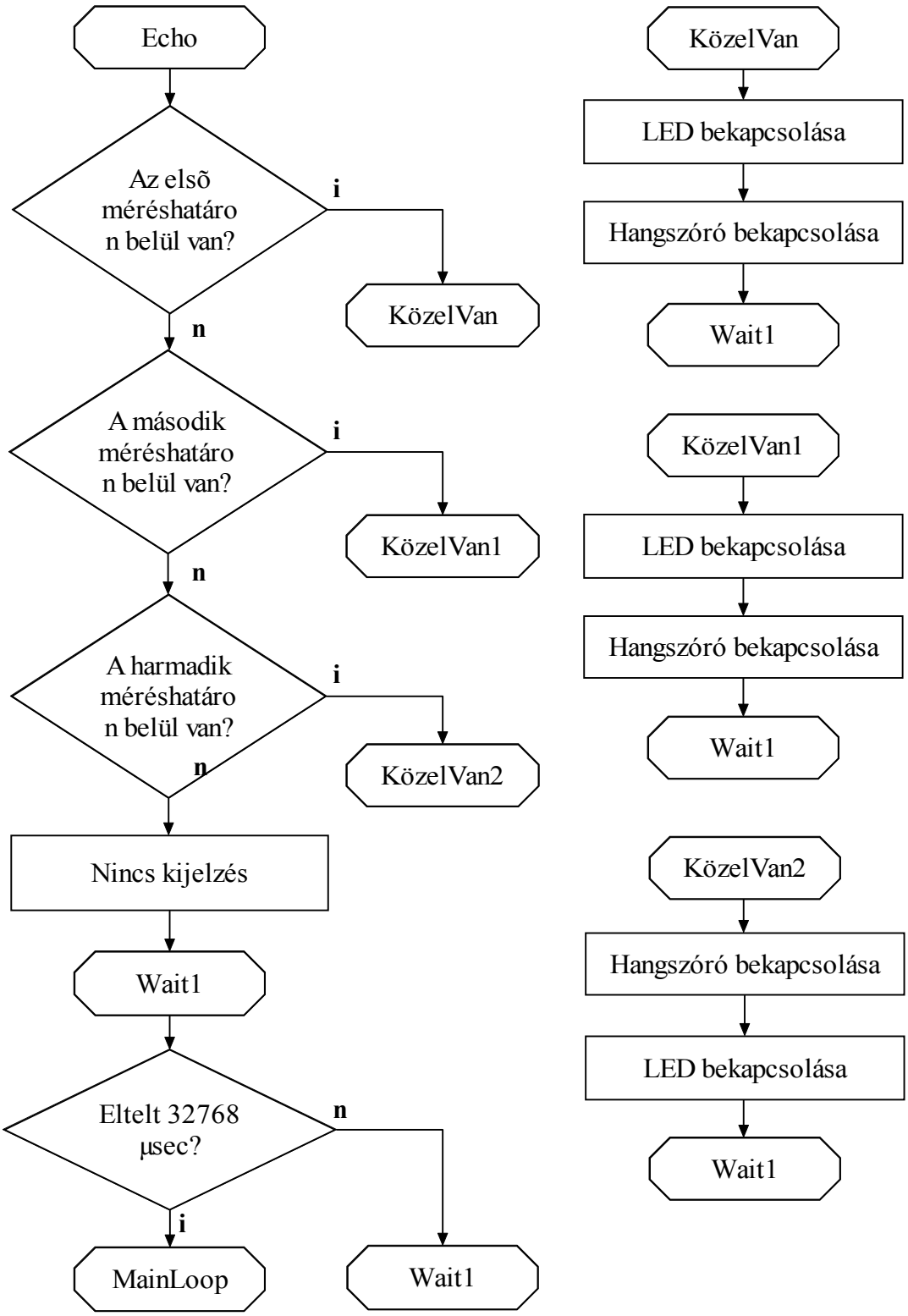
A figyelmeztető hangok frekvenciájának előállításához a TMR0-át használom, melynek főbb jellemzői:

- Olvasható és írható
- Túlcsorduláskor megszakítást generál
- Az előosztása programozható
- Időzítőként az órajel frekvencia: OSC/4
- Előosztóval a külső órajel akár 50MHz-ig is mehet
- Számlálóként programozható az élváltás, amire lép (fel- vagy lefutó él).

A TMR0 megszakítást generál, ami billenti a hangszóró kimenetet mindig úgy, hogy az az előző állapot ellentéte legyen. A frekvenciát megváltoztatni a TMR0 kezdőértékének megváltoztatásával lehet. Az ISR mindig először menti a W és STATUS regisztereket, beállítja TMR0 kezdőértékét, majd teszteli a hangszóró kimenetet és az eredménynek megfelelően, billenti azt. Végül helyreállítja a W és STATUS regisztereket. A megszakítások engedélyezése vagy tiltása a programban globálisan történik.

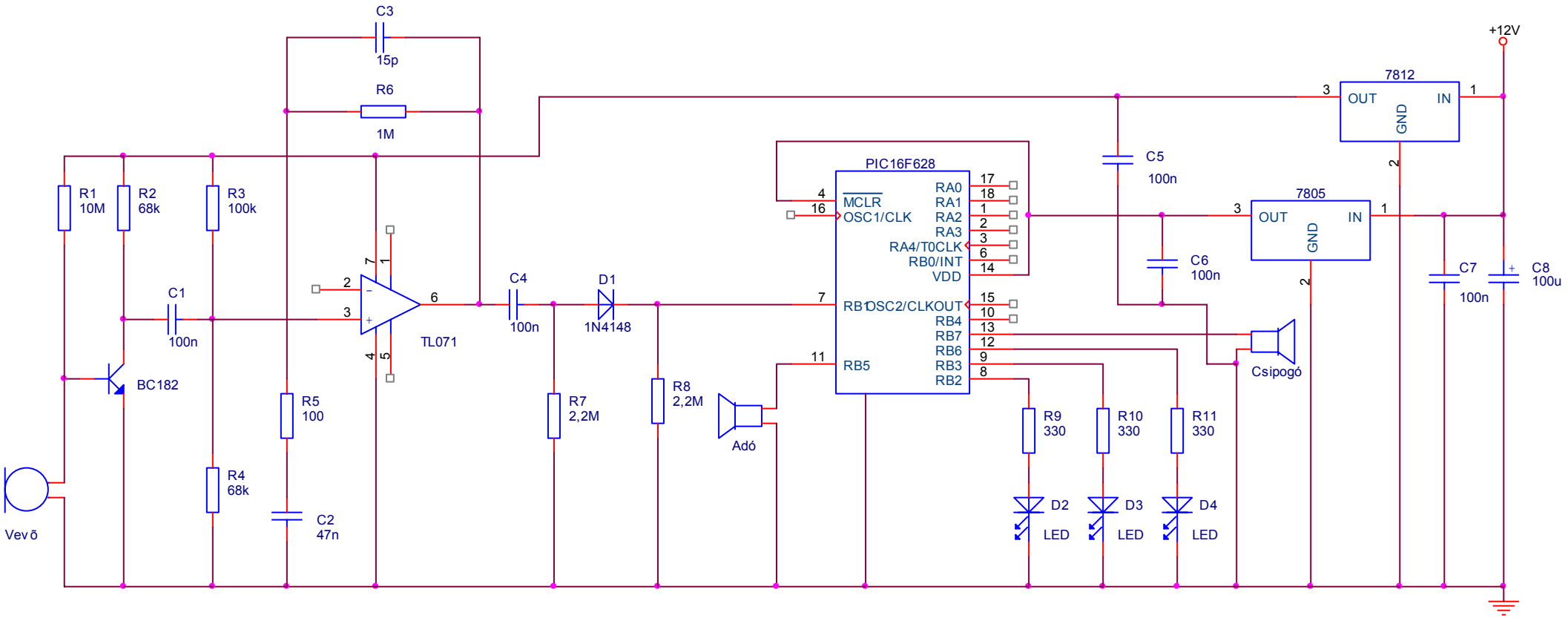
3.7.2. A program folyamatábrája:




Echo
Az elsõ méréshatáro n belül van?
i
KözelVan
n
A második méréshatáro n belül van?
i
KözelVan1
n
A harmadik méréshatáro n belül van?
i
KözelVan2
n
Nincs kijelzés
Wait1
Eltelt 32768 µsec?
n
Wait1
i
MainLoop
KözelVan
LED bekapcsolása
Hangszóró bekapcsolása
Wait1
KözelVan1
LED bekapcsolása
Hangszóró bekapcsolása
Wait1
KözelVan2
Hangszóró bekapcsolása
LED bekapcsolása
Wait1

4. Mellékletek:

4.1. Elvi kapcsolási rajz:



14. ábra Elvi kapcsolási rajz.

4.2. Szoftver forrásszöveg:

LOC OBJECT CODE LINE SOURCE TEXT
VALUE

```
00001 ;*******************************************************************************
00002 ;                                                                              *
00003 ;       Fájl neve:      Ultrahangos tolatóradar.asm                            *
00004 ;       Dátum:          2002-05-10                                             *
00005 ;       Fájl Verzió:  1.0.0                                                    *
00006 ;                                                                              *
00007 ;       Szerző:         Veres István                                           *
00008 ;                                                                              *
00009 ;                                                                              *
00010                                                                                *
00011 ;*******************************************************************************
00012 ;                                                                              *
00013 ;       Szükséges fájl: P16F628.INC                                            *
00014 ;                                                                              *
00015 ;                                                                              *
00016                                                                                *
00017 ;*******************************************************************************
00018 ;                                                                              *
```

```
                00019 ;         Megjegyzések:                                                   *
                00020                                                                           *
                00021                                                                           *
                00022                                                                           *
                00023 ;                                                                         *
                00024 ;*********************************************************************
                00025
                00026
                00027           LIST    P=16F628,F=INHX8M,R=DEC         ; processzor: 16F628
                00028           #INCLUDE <P16F628.INC>                  ; Include eljárás definició
                00001           LIST
                00002 ;         P16F628.INC  Standard Header File, Version 1.01  Microchip Technology, Inc.
                00259           LIST
                00029
2007   3FF8     00030           __CONFIG _INTRC_OSC_NOCLKOUT&_WDT_OFF&_CP_OFF   ; konfig. bitek beállitása
                00031
                00032
0003D090        00033 ftmr0             equ     D'4000000'/4/4  ; ez lépteti tmr0-át, ha beállítjuk az előosztást 4-re
00000FA0        00034 finterrupt1       equ     4000            ; ezt hallom, ha közel van
000007D0        00035 finterrupt2       equ     2000            ; ezt hallom, ha közelebb van
000003E8        00036 finterrupt3       equ     1000            ; ezt hallom, ha nagyon közel van
0000003E        00037 tmr0mod1          equ     ftmr0/finterrupt1       ; arányszám az 1-es frekvenciához
```

```
0000007D          00038 tmr0mod2          equ     ftmr0/finterrupt2       ; arányszám a 2-es frekvenciához
000000FA          00039 tmr0mod3          equ     ftmr0/finterrupt3       ; arányszám a 3-es frekvenciához
000000C2          00040 tmr0initconst1    equ     0x100-tmr0mod1          ; ez adja meg, hogy honnan számoljon tmr0
00000083          00041 tmr0initconst2    equ     0x100-tmr0mod2          ; ez adja meg, hogy honnan számoljon tmr0
00000006          00042 tmr0initconst3    equ     0x100-tmr0mod3          ; ez adja meg, hogy honnan számoljon tmr0
                  00043
                  00044 ;***** VÁLTOZÓK DEFINIÁLÁSA****************************************
                  00045  CBLOCK      0x70                                ;tömbdefinició
00000070          00046          BurstCycle                              ; A hullámcsomag hátralevő ütemszáma
00000071          00047          w_temp                                  ; a felhasznált változók elmentése
00000072          00048          status_temp                             ; a felhasznált változók elmentése
00000073          00049          tmr0init                                ; innen kezd el mindig számolni tmr0
00000074          00050          spkstate                                ; 0 vagy 1 (a hangszórót billenti)
                  00051                                                  ; ha bit1-je 0, akkor a hangszóró néma
                  00052  ENDC
                  00053 ;*****************************************************************************
0000              00054          ORG 0                                   ; Program memory, 0-an lesz a program kezd.
0000   2818       00055          goto    Main                            ; ugrás a főprogramra
                  00056
                  00057 ;---------- ISR ----------------------------------------------------------------------------------
0004              00058          ORG             0x004                   ; megszakítási vektor helye
0004   00F1       00059 isr      movwf           w_temp                  ; menteni a W regiszter tartalmát
```

```
0005  0803   00060        movf     STATUS,w          ; mozgatni a status regiszterbe a W regisztert
0006  00F2   00061        movwf    status_temp       ; menteni a status regisztert
             00062
0007  0873   00063        movf     tmr0init, W
0008  0081   00064        movwf    TMR0              ; a timer 0 kezdeti értéket ismét beállitjuk
             00065
0009  1CF4   00066        btfss    spkstate, 1       ; néma üzemmód?
000A  2812   00067        goto     isrvege           ; ugrás isrvege cimkére
             00068
000B  1C74   00069        btfss    spkstate, 0       ; tesztelem spkstate bit0-ját, ha 0 akkor
000C  2810   00070        goto     spk0volt          ; ugrás spk0volt cimkére
000D  1074   00071        bcf      spkstate, 0       ; ha 1-volt akkor beállítom 0-ra
000E  1386   00072        bcf      PORTB, 7          ; hangszóró kimenetet is 0-ra
000F  2812   00073        goto     isrvege           ; ugrás isrvege cimkére
0010         00074 spk0volt
0010  1474   00075        bsf      spkstate, 0       ; spkstate bit0-ját 1-be állítom
0011  1786   00076        bsf      PORTB, 7          ; hangszóró kimenetet is 1-re
             00077
0012  110B   00078 isrvege     bcf  INTCON, T0IF
             00079
0013  0872   00080        movf     status_temp,w     ; visszamásolni a STATUS regiszterből
0014  0083   00081        movwf    STATUS            ; helyreállítani az isr előtti STATUS regisztert
```

```
0015  0EF1      00082          swapf     w_temp,f
0016  0E71      00083          swapf     w_temp,w        ; helyreállítani az isr előtti W regisztert
0017  0009      00084          retfie                    ; visszatérni a megszakításból
                00085 ;-------------------------------------------------------------------------------------------------
                00086
0018            00087 Main
                00088
0018            00089 initports
0018  138B      00090          bcf       INTCON, GIE     ; megszakitások tiltása
                00091
0019  1683      00092          bsf       STATUS, RP0
001A  3081      00093          movlw     B'10000001'     ; TRM0 belso orajel, 4-es előosztás
001B  0081      00094          movwf     OPTION_REG
                00095
001C  3002      00096          movlw     B'00000010'     ; PORTB1-es bitje a bemenet
001D  0086      00097          movwf     TRISB
001E  1283      00098          bcf       STATUS, RP0
001F  1410      00099          bsf       T1CON, TMR1ON   ; TRM1 bekapcsolása
0020  0186      00100          clrf      PORTB           ; PORTB alaphelyzetbe állítása
                00101
0021            00102 initregs
0021  3006      00103          movlw     tmr0initconst3
```

```
0022  00F3          00104          movwf   tmr0init
0023  01F4          00105          clrf    spkstate
0024                00106 initinterrupt
0024  130B          00107          bcf     INTCON, PEIE    ; Perifériák NEM szakíthatnak meg
0025  120B          00108          bcf     INTCON, INTE    ; Kölső megszakítást NEM fogad el
0026  118B          00109          bcf     INTCON, RBIE    ; PORTB változása NEM szakít meg
0027  168B          00110          bsf     INTCON, T0IE    ; engedélyezzük TMR0 megszakításait
                    00111
0028                00112 mainloop
                    00113
0028  3000          00114          movlw   ,0
0029  008E          00115          movwf   TMR1L           ; TMR1 beállítása 0-ra
002A  008F          00116          movwf   TMR1H
                    00117
002B  300C          00118          movlw   12              ; ennyiszer fut le a ciklus
002C  00F0          00119          movwf   BurstCycle
002D  138B          00120          bcf     INTCON, GIE     ; megszakítások tiltása
002E                00121 BurstLoop
                    00122                                  ; futóösszeg
002E  1686          00123          bsf     PORTB,5         ; PORTB 0. bit 1
002F  0000          00124          nop
0030  0000          00125          nop
```

```
0031  0000          00126       nop
0032  0000          00127       nop
0033  0000          00128       nop
0034  0000          00129       nop
0035  0000          00130       nop
0036  0000          00131       nop
0037  0000          00132       nop
0038  0000          00133       nop
0039  0000          00134       nop
003A  1286          00135       bcf         PORTB,5             ; PORTB 0. bit 0
003B  0000          00136       nop
003C  0000          00137       nop
003D  0000          00138       nop
003E  0000          00139       nop
003F  0000          00140       nop
0040  0000          00141       nop
0041  0000          00142       nop
0042  0000          00143       nop
0043  0BF0          00144       decfsz      BurstCycle, F       ; csökkentem a ciklusszámlálót, amíg nem 0
0044  282E          00145       goto        BurstLoop           ; ha nem 0 akkor ugrás BurstLoop
                    00146
0045  178B          00147       bsf         INTCON, GIE         ; ha 1 akkor megszakítások engedélyezése
```

```
                00148
0046            00149 Waiting
0046 1B8F       00150       btfsc   TMR1H,7         ; eltelt 32768 usec?
0047 284B       00151       goto    TimeOut         ; ha igen, → TimeOut
0048 1886       00152       btfsc   PORTB, 1        ; van echo jel?
0049 284E       00153       goto    Echo            ; ha igen ugrás Echo-ra
004A 2846       00154       goto    Waiting         ; ha nem ugrás vissza Waiting-re
004B            00155 TimeOut
004B 0186       00156       clrf    PORTB           ; Minden LED kikapcsolása
004C 01F4       00157       clrf    spkstate        ; Hangszóró néma!
004D 2828       00158       goto    mainloop        ; ugrás vissza a főhurokra
004E            00159 Echo
004E 3005       00160       movlw   0x05            ; ----első mérés
004F 020F       00161       subwf   TMR1H,W         ; 0x05-TMR1H
0050 1C03       00162       btfss   STATUS, C       ; figyelem hogy van e carry
0051 285F       00163       goto    KozelVan        ; ha carry 1 akkor ugrás KözelVan
0052 3015       00164       movlw   0x15            ; ----második mérés
0053 020F       00165       subwf   TMR1H,W         ; 0x15-TMR1H
0054 1C03       00166       btfss   STATUS, C       ; figyelem hogy van e carry
0055 2865       00167       goto    KozelVan1       ; ha carry 1 akkor ugrás KözelVan1
0056 3025       00168       movlw   0x25            ; ----harmadik mérés
0057 020F       00169       subwf   TMR1H,W         ; 0x25-TMR1H
```

```
0058  1C03   00170        btfss   STATUS, C        ; figyelem hogy van e carry
0059  286B   00171        goto    KozelVan2        ; ha carry 1 akkor ugrás KözelVan2
             00172
005A  0186   00173        clrf    PORTB            ; Minden LED kikapcsolása
005B  01F4   00174        clrf    spkstate         ; Hangszóró néma!
             00175
005C  1F8F   00176 Wait1  btfss   TMR1H,7         ; eltelt 32768 usec?
005D  285C   00177        goto    Wait1            ; ha nem, → Megvárjuk /ugrás vissza Wait1/
005E  2828   00178        goto    mainloop         ; ha igen → Újrakezdjük /ugrás mainloop/
             00179
005F         00180 KozelVan
005F  3004   00181        movlw   0x04             ; a PORTB2 bitmintája W-be
0060  0086   00182        movwf   PORTB            ; ezt ki a portra → LED bekapcsolása
0061  14F4   00183        bsf     spkstate, 1      ; hangszóró bekapcsolása
0062  30C2   00184        movlw   tmr0initconst1   ; TMR0 kezdőértéke az első mérésnél
0063  00F3   00185        movwf   tmr0init         ; kezdőérték betöltése tmr0init változóba
0064  285C   00186        goto    Wait1            ; ugrás Wait1
             00187
0065         00188 KozelVan1
0065  3008   00189        movlw   0x08             ; a PORTB3 bitmintája W-be
0066  0086   00190        movwf   PORTB            ; ezt ki a portra --> LED bekapcsolása
0067  14F4   00191        bsf     spkstate, 1      ; hangszóró bekapcsolása
```

```
0068  3083      00192          movlw   tmr0initconst2   ; TMR0 kezdőértéke a második mérésnél
0069  00F3      00193          movwf   tmr0init        ; kezdőérték betöltése tmr0init változóba
006A  285C      00194          goto    Wait1           ; ugrás Wait1
                00195
006B            00196 KozelVan2
006B  3040      00197          movlw   0x40            ; a PORTB2 bitmintája W-be
006C  0086      00198          movwf   PORTB           ; ezt ki a portra → LED bekapcsolása
006D  14F4      00199          bsf     spkstate, 1     ; hangszóró bekapcsolása
006E  3006      00200          movlw   tmr0initconst3  ; TMR0 kezdőértéke a harmadik mérésnél
006F  00F3      00201          movwf   tmr0init        ; kezdőérték betöltése tmr0init változóba
0070  285C      00202          goto    Wait1           ; ugrás Wait1
                00203
                00204          END                     ; End of file - A fájl lezárása.
```

4.3. Felhasznált irodalom:

[1] SZITTYA Ottó: Digitális és Analóg Technika
LSI Oktatóközpont, Budapest (1999)

[2] KÓNYA László: PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája
ChipCAD, Budapest (2000)

[3] http://www.dunaveb.hu/bajielektronika

[4] SÍPOS Gyula: Ultrahangos oszcilloszkóp
Rádiótechnika Évkönyv, Budapest (1993)

5. Ábrajegyzék:

1. ábra Felhasznált stabilizátorok főbb adatai. 10
2. ábra A készülék tápegysége. 10
3. ábra Egytranzisztoros előerősítő fokozat. 11
4. ábra Az ideáli és a TL071-es műveleti erősítő összehasonlítása. 11
5. ábra Neminvertáló műveleti erősítő alapkapcsolás. 12
6. ábra A műveleti erősítő lábkiosztása. 12
7. ábra A felhasznált műveleti erősítő alapkapcsolás. 13
8. ábra A mikrovezérlő lábkiosztása. 16
9. ábra A kijelző elvi kapcsolási rajza. 17
10. ábra A kijelző nyomtatott áramköri rajza. 18
11. ábra A kijelző beültetési rajza. 18
12. ábra A főpanel nyomtatott áramköri rajza. 19
13. ábra A főpanel beültetési rajza. 19
14. ábra Elvi kapcsolási rajz. 23
A folyamatábra 21