

**REKABENTUK
PENGUKUR JARAK KEDALAMAN AIR**

**Oleh
MOHD IKMAL BIN RIDZUAN**

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRONIK)

Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia.

Mac 2005

ABSTRAK

Projek pengukur jarak kedalaman air ini bertujuan untuk mengukur jarak kedalaman air ditempat-tempat tertentu. Terdapat beberapa bahagian litar dalam projek ini iaitu dibahagian penjana dan pemancar isyarat, penerima dan penguat, dan dibahagian pembanding. Mikro pengawal digunakan untuk mengawal keseluruhan kerja dan mengira jarak kedalaman air dalam projek ini. Mikro pengawal yang digunakan adalah BASIC STAMP 2. Mikro pengawal ini diprogramkan agar berupaya mengawal litar litar-litar dalam projek ini dan mengukur jarak kedalaman air. Dalam projek ini, gelombang bunyi berfrekuensi 2 kHz digunakan sebagai medium pengukuran. Gelombang ini dijana menggunakan pemasa 555 dan dipancarkan menggunakan *speaker* pemancar. Pemancaran gelombang ini dikawal oleh mikro pengawal melalui litar pembanding. Gelombang yang dipancar ini akan terpantul pada dasar kedalaman air dan akan diterima oleh *speaker* penerima. *Speaker* penerima bertindak menukarkan isyarat gelombang kepada isyarat elektrik. Isyarat yang diterima ini adalah lemah. Ia kemudiannya ditingkatkan oleh penguat. Isyarat yang ditingkatkan ini kemudiannya dibandingkan oleh litar pembanding. Mikro pengawal akan menterjemahkan isyarat yang keluar dari litar pembanding ini kepada masa yang diambil oleh gelombang kedaras yang dituju. Hasilnya adalah jarak kedalaman air tersebut.

ABSTRACT

Objective for design a water depth meter is to measure depth of water. In this project there is a certain circuit that have been design. Such as, circuit in generate and transmit division and circuit in receive and amplify division. All of this circuit is control by Microcontroller BASIC STAMP 2 (BS2). Pulse wave is the medium to measure depth of water. In this project pulse wave that has been generate by timer 555. Frequency for this pulse is 2 kHz. Comparator LM339 has been use in this circuit. Input positive is connect to output of the timer 555 and negative input is connect to voltage divider circuit and pin '0' BS2. After timer generate the pulse, output of this timer is connected to comparator circuit for control the pulse to transmit. After the transmit speaker transmit the pulse signal hit water bed and reflect and then receive by receiver speaker. This receive signal will amplified in the two stage amplifier. In this project LM358 has been use to amplified the receive signal. Output of this amplifier connect to comparator. In receiver division also used comparator LM 339. Output of this comparator is connect to the pin '1' BS2. In the an microcontroller will translate the signal and measure the depth of water.

PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat illahi kerana dengan limpah dan kurnianya dapat saya menyiapkan projek tahun akhir saya yang bertajuk “ Rekabentuk Pengukur Kedalaman Air” ini. Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik Dan Elektronik kerana memberi peluang kepada saya untuk menjayakan projek ini.

Di kesempatan ini saya ingin merakamkan sejutan penghargaan kepada penyelia saya Dr. Mohd Ansor Bin Yusof yang banyak membimbing dan memberi tunjuk ajar melalui nasihat dan idea dalam menyiapkan projek ini. Jutaan terima kasih diucapkan kepada juruteknik En. Naim dan En. Abdul Lattif yang membantu dalam hal-hal teknikal dan dari segi peralatan juga penyediaan komponen untuk projek ini. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan ribuan terima kasih kerana banyak membantu dari segi sokongan moral.

Penghargaan istimewa buat ayahanda dan bonda yang tercinta kerana memberi sokongan dandorongan kepada anakanda untuk meneruskan projek ini. Dengan restu ayahanda dan bonda dapat anakanda meneruskan pengajian seterusnya mencapai kejayaan keperingkat ini.

KANDUNGAN

	<u>Muka Surat</u>
ABSTRAK	ii
PENGHARGAAN	iii
SENARAI KANDUNGAN	iv
SENARAI KANDUNGAN GAMBARAJAH	vi
BAB 1 : PENGENALAN	
1.1: PENDAHULUAN.....	1
1.2: OBJEKTIF.....	2
1.3: PANDUAN LAPORAN.....	3
1.4: PRINSIP ASAS	4
BAB 2 : TEORI	
2.1: PENGENALAN.....	6
2.2: PRINSIP GELOMBANG DALAM AIR	
2.2.1: Konsep Asas.....	6
2.2.2: Halaju Bunyi Dalam Air.....	9
2.3: PEMILIHAN FREKUENSI.....	12
BAB3 : MIKRO PENGAWAL	
3.1: BASIC STAMP.....	13
3.2: PERKAKASAN STAMP.....	15
BAB 4 : REKABENTUK LITAR	
4.1: PENGENALAN.....	19
4.2: BAHAGIAN PENJANA DAN PEMANCAR.	
4.2.1: Pemasa 555.....	20
4.2.2: Pembanding LM 339.....	23
4.3: BAHAGIAN PENERIMA DAN PENGUAT.	
4.3.1: Penguat LM 358.....	26
4.3.2: Pembanding LM 339.....	29
4.3.3: Litar RC.....	31

BAB 5 : UJIAN DAN KEPUTUSAN.

5.1: PENDAHULUAN.....	34
5.2: BAHAGIAN PENJANA DAN PEMANCAR	
5.2.1: Pemasa 555.....	34
5.2.2: Keseluruhan Bahagian penjana dan Penerima.....	36
5.3: BAHAGIAN PENERIMA DAN PENGUAT.	
5.3.1: Penguat LM 358.....	38
5.3.2: Litar Pemanding.....	41
5.4: PENGUKURAN JARAK.....	44

BAB 6 : PENUTUP

6.1: PERBINCANGAN.....	49
6.2: MASALAH YANG DIHADAPI.....	50
6.3: CADANGAN MEMAJUKAN PROJEK.....	52
6.5: KESIMPULAN.....	53

RUJUKAN.

LAMPIRAN A: ATUCARA BASIC STAMP2.

LAMPIRAN B: HELAIAN DATA CIP PEMASA 555.

LAMPIRAN C: HELAIAN DATA CIP LM 358.

LAMPIRAN D: HELAIAN DATA CIP LM 339.

SENARAI GAMBARAJAH DAN JADUAL.

Rajah 1.1: Cartalir prinsip kerja pengukur kedalaman air	5
Rajah 2.1 : Frekuensi dan Jarak Gelombang	7
Rajah 3.1: Litar Skematik Basic Stamp II	14
Rajah 3.2: Litar cip BS2	15
Rajah 3.3: Papan pembawa BS2	16
Rajah 4.1: Gambarajah Blok Sistem Pengukur Kedalaman Air	19
Rajah 4.2: skematik pemasa 555	21
Rajah 4.3: Konfigurasi dedenyut bagi pemasa 555	22
Rajah 4.4: Gambarajah skematik cip LM339	23
Rajah 4.5: Operasi pembanding yang mengawal isyarat pada pemancar	24
Rajah 4.6: Litar keseluruhan bahagian penjana dan pemancar	25
Rajah 4.7: Skematik penguat LM 358	26
Rajah 4.8: Penguat Tak-Menyongsang (non-inverting)	27
Rajah 4.9: Litar Penguat Dua Peringkat	28
Rajah 4.10: Litar pembanding didalam Penerima	30
Rajah 4.11: Litar RC	31
Rajah 4.12: Keadaan kapasitor sedang mengecas dan menyahcas	31
Rajah 4.13: Litar Keseluruhan di Bahagian Penerima dan Penguat	33
Rajah 5.1: Keluaran Pemasa 555	35
Jadual 5.1: Bacaan gelombang keluaran pemasa 555	35
Jadual 5.2: Bacaan gelombang keluaran pada <i>speaker</i> pemancar	36
Rajah 5.2: Keluaran Gelombang Di ' <i>speaker</i> ' Pemancar.	37
Jadual 5.2: Bacaan gelombang keluaran penguat tahap pertama	38
Rajah 5.3: Gelombang keluaran penguat tahap pertama	39
Jadual 5.3: bacaan gelombang keluaran penguat tahap kedua	39
Rajah 5.: Gelombang keluaran penguat tahap kedua	39
Rajah 5.5: Gelombang keluaran penguat tahap ketiga	40
Jadual 5.4: Bacaan gelombang keluaran penguat tahap ketiga.	40
Rajah 5.6: Masukan diterminal negatif pembanding	41
Rajah 5.7: Masukan diterminal positif pembanding.	41

Rajah 5.8: Gelombang keluaran pembanding	42
Jadual 5.5: Bacaan gelombang keluaran pembanding.	42
Rajah 5.9: Litar keseluruhan pengukur kedalaman air.	43
Rajah 5.10: paparan dalam bentuk ‘debug’.	45
Rajah 5.11: Paparan keputusan apabila jarak kedalaman 1 inci.	46
Rajah 5.11: Paparan keputusan apabila jarak kedalaman 5 inci.	47
Rajah 5.11: Paparan keputusan apabila jarak kedalaman 8 inci.	48

BAB 1

PENGENALAN

1.1 PENDAHULUAN.

Sonar merupakan ringkasan dari ‘*sound navigation ranging*’ yang merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menentukan jarak dan arah objek didalam air. Sonar mula diperkenalkan untuk mengesan bongkah ais (iceberg). Bermula dari sini, ia telah menarik perhatian ramai untuk mendalaminya, dan hasilnya, ia telah digunakan pada kapal selam dalam perang dunia pertama. Pada awal tahun 1916, sonar digunakan sebagai sistem pasif untuk mengesan kapal selam dan pada tahun 1918, British dan Amerika Syarikat telah menggunakannya sebagai system aktif dalam bidang ketenteraan. [4]

Satu lagi kegunaan yang paling meluas sonar adalah kepada para nelayan. Sonar digunakan untuk mengesan tempat-tempat yang mempunyai banyak ikan. Dengan bantuan sonar, tangkapan ikan menjadi mudah dan mampu memberi hasil yang lebih banyak.

Pemerum gema (*echo sounder*) merupakan salah satu alat yang digunakan secara meluas dalam bidangan perkapalan. Alat ini digunakan sebagai pengukur kedalaman air bagi sesebuah kapal. Ini kerana dalam setiap pelayaran jarak kedalaman air perlu ditentukan bagi mengelak kapal memasuki kawasan air cetek. Ia juga menggunakan konsep asas sonar iaitu menentukan jarak objek didalam air.

Projek pengukur jarak kedalaman air ini menggunakan prinsip asas yang sama untuk mengukur jarak sesuatu kedalaman air yang akan dihuraikan secara terperinci dalam bahagian yang seterusnya dalam laporan ini. Projek ini merangkumi gabungan elemen-elemen dari segi fizikal (hardware), program elektronik (software) dan pengiraan matematik.

1.2: OBJEKTIF.

Projek ini bertujuan untuk merekabentuk suatu alat yang mampu mengukur jarak kedalaman air. Ia melibatkan gabungan beberapa litar dan litar-litar ini dikawal oleh mikro pengawal. Secara terperinci objektif projek ini adalah untuk:

- i. Merekabentuk litar pemancar yang berupaya memancarkan suatu isyarat gelombang yang berfrekuensi 2 kHz.
- ii. Mereka bentuk litar penguat yang dapat menguatkan isyarat lemah yang diterima.
- iii. Merekabentuk litar penerima yang berupaya menerima isyarat lemah yang terpantul dari dasar air dan menukarkannya kepada isyarat elektrik.
- iv. Menggunakan mikro pengawal untuk mengawal litar-litar yang digunakan.
- v. Membuat program bagi mikro pengawal bagi mengukur jarak kedalaman air berdasarkan gelombang yang dipancar dan diterima.

1.3: PANDUAN LAPORAN.

Laporan ini menerangkan sepenuhnya perkara-perkara yang berkaitan dengan pengukuran jarak kedalaman air. Teori-teori tentang perambatan gelombang bunyi dalam air dan ujian-ujian berkenaan pengukuran jarak kedalaman air semua ada didalam laporan ini. Laporan ini mengandungi enam bab yang terdiri daripada bab pengenalan, teori, mikro pengawal, rekebentuk litar, keputusan dan penutup.

Bab pengenalan menerangkan pengenalan terhadap projek ini dan berkenaan objektif projek bagi projek ini. Bab teori pula menyentuh berkenaan semua teori-teori yang berkaitan tentang perambatan gelombang bunyi dalam air dan pengukuran jarak kedalaman air. Disamping itu juga bab ini menerangkan pemilihan frekuensi yang digunakan untuk merambat didalam air.

Seterusnya, didalam bab mikro pengawal pula, perkara-perkara yang berkenaan dengan mikro pengawal yang digunakan dalam projek ini. Mikro pengawal yang digunakan adalah Basic Stamp 2.

Bab rekabentuk litar pula, menjelaskan bahagian-bahagian litar yang telah direkabentuk untuk digunakan didalam projek ini. Antara bahagian-bahagian litar yang telah direkabentuk adalah bahagian penjana dan pemancar gelombang, bahagian penerima dan penguat isyarat, dan bahagian pengekod isyarat.

Manakala, dalam bahagian keputusan akan menerangkan keputusan yang diperolehi dalam projek ini. Sementara penutup bagi projek ini pada dijelaskan pada bab akhir. Bab ini akan merumuskan perkara-perkara yang dicapai dan diperolehi daripada projek ini

1.4: RINGKASAN PRINSIP KERJA PENGUKUR JARAK KEDALAMAN

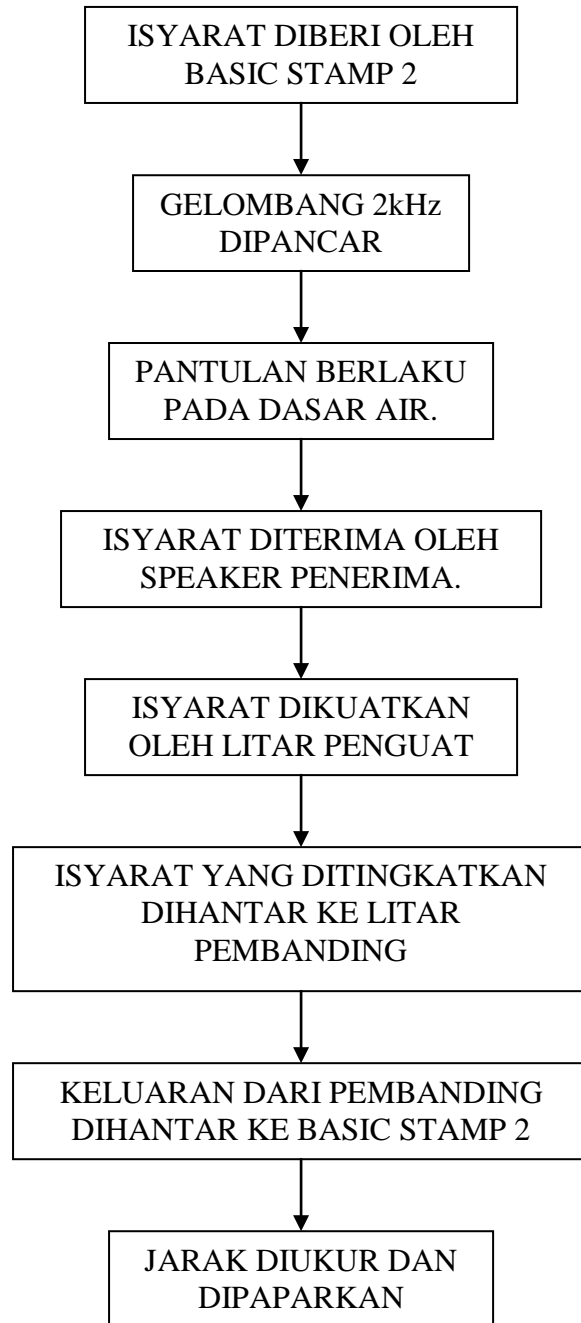
AIR.

Secara ringkas, prinsip kerja bagi pengukur jarak kedalaman air ini bermula dari bahagian penjana dan pemancar gelombang. Isyarat gelombang ini dipancarkan melalui speaker pemancar. Isyarat yang dipancar ini akan dipantulkan setelah gelombang isyarat ini menghentam bahagian dasar air yang hendak diukur kedalamannya. Operasi bagi bahagian ini dikawal oleh mikro pengawal melalui litar pembeding.

Gelombang yang dipantulkan tadi akan dikesan oleh bahagian penerima. Isyarat yang diterima ini akan ditingkatkan sebelum dihantar ke litar pembeding. Hasil keluaran litar pembeding ini akan dihantar ke mikro pengawal untuk menjalankan operasi pengiraan jarak kedalaman.

Mikro pengawal akan diprogram untuk mengawal keseluruhan projek ini dan mengenalpasti masukan dari bahagian penerima. Dengan program yang telah diprogramkan dan disimpan dalam ingatan mikro pengawal, jarak kedalaman air dapat ditentukan.

Gambaran secara ringkas prinsip kerja pengukur jarak kedalaman air dapat digambarkan oleh cartalir dibawah :



Rajah 1.1: Cartalir prinsip kerja pengukur kedalaman air.

BAB 2

TEORI

2.1: PENGENALAN.

Dalam bab ini teori-teori yang digunakan dalam usaha membentuk prosedur ujikaji akan dibincangkan. Selain itu, teori tentang perambatan gelombang di dalam air juga akan disentuh memandangkan ia merupakan perkara utama yang akan dipertimbangkan dalam melaksanakan ujikaji ini.

2.2: PRINSIP GELOMBANG DI DALAM AIR.

2.2.1 : Konsep Asas.

Gelombang bunyi asalnya merupakan pergerakan gelombang dengan getaran sumber dan memerlukan medium elastik bagi proses penghantarannya. Sebagai contoh, bagi medium elastic ialah udara dan air. Gelombang bunyi merambat selari dengan sumber menghasilkan gelombang menegak, manakala gelombang EM yang merambat berserenjang dengan sumber, menghasilkan gelombang melintang.

Gema merupakan suatu keadaan yang sering kita alami. Sebagai contoh, apabila kita melakukan pekikan berhadapan dengan dinding, kita akan dapat mendengar kembali jeritan yang kita lakukan selepas beberapa detik. Ini disebabkan oleh pantulan kembali gelombang suara kita apabila mengenai dinding bilik tersebut. Oleh itu, gema merupakan idea asas untuk projek ini.

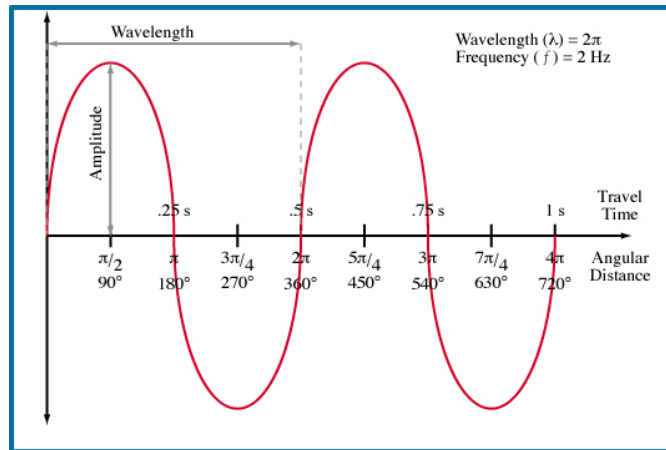
2.2.1.1 : Gelombang Bunyi.

Hubungan antara tiga kuantiti akustik diberi oleh persamaan (2.1) berikut :

$$\boxed{\text{Frekuensi}(f) = \frac{\text{Halaju}(c)}{\text{Panjang Gelombang}(\lambda)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Gelombang bunyi bergerak dalam medium seperti udara yang mengalami perubahan secara pantas di dalam tekanan atau getaran yang dapat digambarkan seperti riak air pada permukaan tasik. Gelombang bunyi

menunjukkan puncak dan lembah bersiri yang diwakili oleh mampatan dan tegangan udara yang dilaluinya. Corak riak yang ditunjukkan akan berulang, dan jarak diantara dua titik yang telah dikenalpasti seperti rajah 2.1 dikenali sebagai satu kitaran lengkap.



Rajah 2.1 :Frekuensi dan Jarak Gelombang.

Frekuensi merupakan bilangan kitaran yang terjadi dalam masa satu saat. Tempoh pula merupakan masa yang diambil oleh gelombang untuk membuat satu kitaran lengkap. Tempoh merupakan songsangan kepada frekuensi yang mengaitkan antara keduanya. Jarak gelombang pula boleh ditakrifkan sebagai jarak yang dilalui oleh gelombang untuk membuat satu kitaran yang lengkap.

2.2.1.2 : Keamatan.

Semasa perambatan gelombang, suatu nilai tenaga per saat, atau kuasa melintas unit luas dan kuasa per unit luas atau ketumpatan kuasa yang dipanggil keamatan gelombang. Keamatan berkadar terus dengan tekanan akustik. Tekanan akustik dalam rms diberi oleh persamaan berikut :

$$P_e = P_{rms} = \frac{P_{sebenar}}{2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana ; P_e = tekanan efektif
 P_{rms} = tekanan rms.

Biasanya, tekanan rms atau tekanan efektif, P_e disukat dengan menggunakan “*pressure sensitive hydrophone*”.

2.2.1.3 : Galangan Kecirian.

Faktor kadaran mengaitkan keamatan dengan tekanan berkesan kuasa dua. Ia mengandungi dua pekali iaitu ketumpatan cecair dengan halaju perambatan gelombang. Dua pekali tersebut didarab sekali.

Seterusnya, hasil darab tersebut dipanggil galangan kecirian, c . Kita ambil satu contoh mudah. Bila dua medium yang tidak sama contohnya udara dan air, diletakkan bersebelahan; sempadan antara keduanya dipanggil '*discontinuity*'. Apabila tenaga bunyi bergerak menerusi suatu medium dan menembusi '*discontinuity*', sebahagian tenaga akan dipindahkan menyeberangi '*discontinuity*' dan sebahagian lagi akan dipantul balik ke medium asal. Lebih besar nilai galangan kecirian, lebih banyak lagi tenaga yang akan dipantul balik ke medium asal. (Persamaan antara nilai c bagi udara dan air dalam unit SI ialah 1.5×10^6).

Jadi, semasa bunyi bergerak menerusi air dan ia sampai kepermukaan, Cuma sedikit sahaja yang akan dipindahkan ke udara. Kebanyakan tenaga dipantulkan balik oleh sempadan udara-air.

Dengan konsep tekanan rms dan galangan kecirian tadi, formula bagi keamatan akustik iaitu kuasa purata per unit luas normal kepada pergerakan perambatan gelombang, I diberi oleh persamaan berikut :

$$I = \frac{P_e^2 (P_{air\ laut} * 1.5 * 10^5)}{P_{air\ laut}} \text{ dyne - sec/ cm}^3 \dots\dots\dots(2.4)$$

Unit bagi keamatan akustik biasanya watt/m^2 . Dengan jelas persamaan (2.4) di atas menunjukkan kapasiti kuasa bagi penghantaran deretan gelombang akustik bergantung kepada tekanan. Jika tekanan rms air dapat diukur, keamatan suara juga dapat ditentukan. Salah satucara untuk melaksanakan hal ini dengan menggunakan '*hydrophone*', sebuah alat akustik elektrik seakan-akan mikrofon. Ia mengubah variasi bagi tekanan air kepada variasi voltan elektrik. Seterusnya P_e boleh dibaca terus daripada volt-meter yang disambung kepada output '*hydrophone*'.

2.2.2 : Halaju Bunyi Dalam Air.

Dalam udara, semakin tumpat medium maka semakin berkurangnya halaju bunyi. Tetapi didalam air keadaan agak berbeza kerana halaju bunyi dalam air adalah empat kali lebih laju daripada halaju bunyi didalam udara. Walaupun fenomena ini seolah-olah berlawanan, namun ia tidak kerana terdapat beberapa faktor penting yang mempengaruhi halaju bunyi dalam air. Pada realitinya, halaju bunyi dalam air ditentukan oleh keelastikan medium dan ketumpatannya.

2.2.2.1 : Modulus Bulk.

Modulus Bulk. BM diberikan oleh persamaan berikut :

$$\boxed{BM = \frac{Tegasan}{Terikan}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana tegasan ialah nisbah daya per unit luas manakala terikan pula ialah perubahan isipadu hasil daripada tegasan per unit isipadu. Perlu juga bahawa nilai BM bagi cecair lebih tinggi berbanding gas. Ini kerana, untuk menghasilkan perubahan yang sama dalam kedua-dua medium, daya ruang diperlukan dalam medium air perlulah melebihi daya dalam medium gas.

Halaju bunyi dalam air, c ialah :

$$\boxed{c = \left(\frac{BM}{ketumpatan} \right)^{1/2}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Seterusnya keadaan dalam air itu sendiri turut menyebabkan perubahan dalam halaju bunyi. Didalam laut, halaju binyi berubah dari satu titik ke satu titik dan perubahan ini memberi kesan terhadap penghantaran bunyi. Tiga faktor persekitaran utama yang mempengaruhi halaju bunyi dalam air ialah kemasinan, tekanan dan suhu.

i. Kemasinan.

Secara amnya, julat bagi kemasinan ialah 32-38 ppt (*part per thousand*). Dalam laut terbuka, ia malar. Perubahan kemasinan menyebabkan perubahan dalam ketumpatan seterusnya menyebabkan perubahan dalam halaju bunyi. Perubahan 1 ppt kemasinan akan menyebabkan perubahan 1.3 m/s dalam halaju gelombang.

ii. Tekanan.

Penambahan kedalaman menyebabkan peningkatan tekanan. Tekanan menyebabkan perubahan dalam BM dan ketumpatan seterusnya menghasilkan peningkatan 0.017 m/s dalam halaju dengan pertambahan kedalaman sebanyak 1m. Semasa suhu malar, ia juga akan menyebabkan alur atau garis gelombang bunyi membengkok keatas dalam medium yang jauh lagi dalam.

iii. Suhu.

Ia merupakan faktor utama yang mempengaruhi halaju gelombang bunyi. Selalunya apabila semakin cetek, ini akan mengurangkan halaju perambatan gelombang bunyi dengan kadar 3 m/s per dajah celcius. Dibawah kedalaman lebih kurang 1000m, bagaimana pun suhu boleh dikatakan malar. Pada ketika ini, faktor dominan ialah tekanan.

2.2.2.1 : Persamaan Halaju Gelombang Bunyi (Dalam Air)

Persamaan halaju gelombang bunyi yang telah diterbitkan oleh Wilson pada tahun 1960 diberi oleh

$$c = 1449 + 4.6T - 0.055T^2 + 0.003T^3 + (1.39 - 0.012T)(S - 35) + 0.017d \quad ..(2.7)$$

Dimana ; T = suhu ($^{\circ}C$)

 S = kemasinan (ppt)

 d = kedalaman (m)

Selalunya, lebih senang menggunakan nilai piawai berbanding dengan nilai yang tepat. Dalam air laut khususnya, c boleh berubah dalam julat 1420 m/s hingga 1560 m/s. namun nilai piawai bagi c ialah 1500 m/s. dua peranti yang digunakan bagi menyukat halaju perambatan gelombang bunyi pada hari ialah ‘*bathythermograph*’ dan ‘*sound velocimeter*’.

2.3 : PEMILIHAN FREKUENSI BAGI PERAMBATAN GELOMBANG.

Dari pada penerangan teori yang diberi diatas, diketahui, frekuensi gelombang bunyi (suara manusia) bertabur dalam julat 30 Hz – 3.4 kHz. Jadi julat ini memang sesuai digunakan didalam perhubungan bawah air memandangkan kelajuan gelombang bunyi didalam air adalah lebih tinggi berbanding didalam udara. Oleh sebab ini, komunikasi bawah air memerlukan frekuensi yang rendah.

Berdasarkan persamaan (2.1) kita boleh mengetahui jarak panjang gelombang berdasarkan nilai frekuensi yang diberi. Semakin tinggi frekuensi yang dipilih semakin kurang panjang gelombang. Jadi, didalam projek ini nilai frekuensi yang dipilih untuk merambat didalam air adalah 2 kHz.

Pemilihan frekuensi ini adalah berdasarkan kesan kepada panjang gelombang dengan setiap frekuensi yang dipilih. Disamping itu juga pemilihan frekuensi ini juga berdasarkan komponen penguat yang dipilih untuk litar penerima nanti kerana semakin panjang gelombang yang dihasilkan nilai voltannya akan berkurang. Jika nilai voltan yang dihasilkan terlalu rendah, komponen penguat mungkin tidak akan dapat menerimanya untuk dikuatkan.

BAB 3

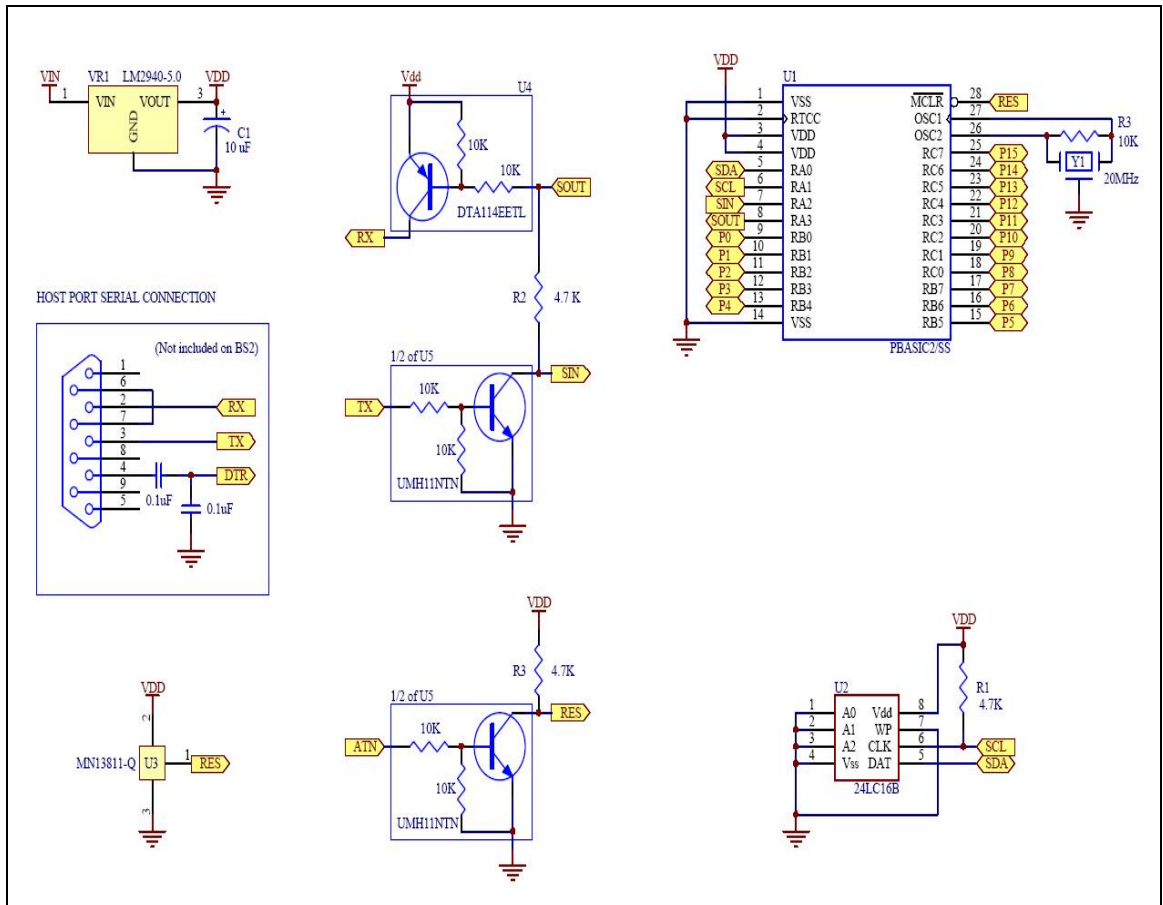
MIKRO PENGAWAL

3.1: BASIC STAMP.

BASIC Stamp merupakan mikro pengawal yang dibina melalui binaan dalaman yang menggunakan penterjemah tersendiri yang dikenali sebagai BASIC. BASIC Stamp telah diperkenalkan oleh syarikat Parallax inc. di California pada tahun 1993. Stamp telah digunakan untuk kegunaan hobi, pembelajaran, rekacipta alatan, dan juga dapat digunakan oleh para jurutera dalam bidang pekerjaan. Pada kebiasaannya, majoriti dari mikro pengawal merupakan suatu peranti yang memainkan peranan yang begitu penting kepada sektor industri dan direka sesuai untuk kegunaan golongan jurutera professional dalam menghasilkan suatu peralatan baru.

Setakat ini syarikat Parallax telah berjaya memasarkan dua model mikro pengawal iaitu Basic Stamp I (BS1) dan Basic Stamp II (BS2). Sesuai dengan namanya “STAMP” (dalam bahasa inggeris) pengawal mikro ini mempunyai ciri-ciri seperti setem kecil dan padat. Dengan bentuk yang kecil ini ia dapat menjimatkan ruang litar dan secara tidak langsung dapat menjimatkan kos pengeluaran.

Dalam projek ini mikro pengawal Basic Stamp II (BS2) telah dipilih sebagai mikro pengawal bagi melaksanakan operasi litar. BS2 ini mampu untuk beroperasi seperti mikro pengawal yang lain yang terdapat didalam pasaran seperti cip 8051, 8085, PIC dan sebagainya. Berbanding mikro pengawal yang lain, BS2 lebih mudah dikendalikan kerana programnya yang mudah. Bahasa program untuk BS2 ini dikenali sebagai PBASIC. Bahasanya mudah difahami dan sesuai untuk banyak aplikasi yang menggunakan BS2 ini.



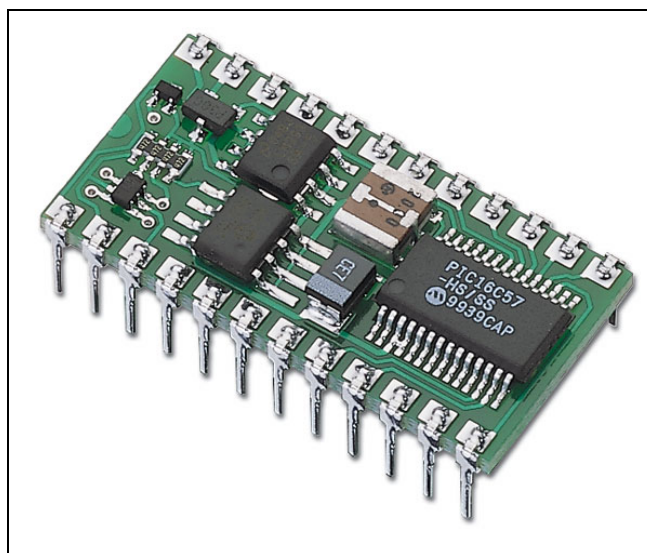
Rajah 3.1: Litar Skematik Basic Stamp II.

3.2: PERKAKASAN STAMP

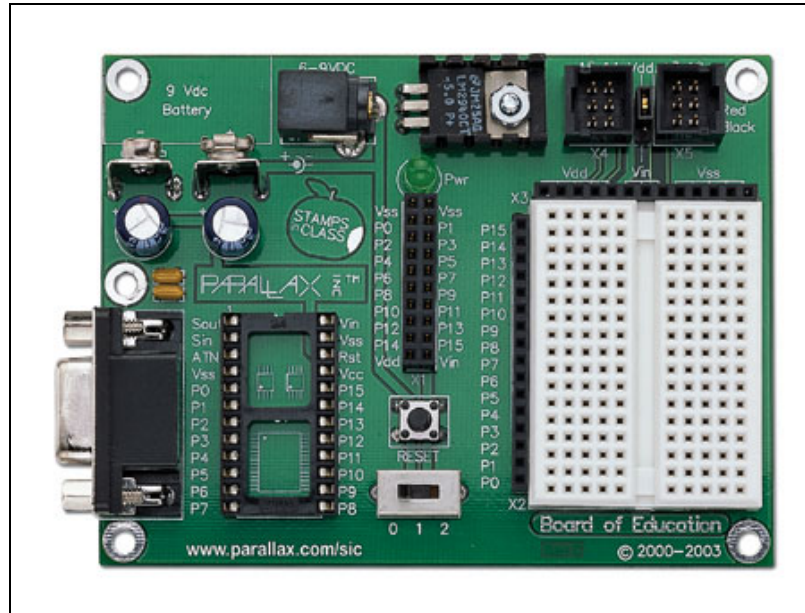
3.2.1: Cip PBASIC 2.

Nadi utama bagi Stamp merupakan Cip PIC sesiri mikro pengawal yang dihasilkan oleh Microchip Technology Inc. dan diprogramkan oleh Parallax Inc. yang boleh diibaratkan sebagai otak kepada komponen fizikal. Tetapi Parallax telah menukarkannya kepada cip penterjemah PBASIC. Oleh kerana ia merupakan penterjemah, “Stamp PIC” menyebabkan bahasa PBASIC secara keseluruhannya diprogramkan secara kekal di dalam program ingatan dalaman (*one-time-programmable read-only memory OTP ROM atau EPROM*).

Cip PIC yang digunakan oleh Basic Stamp II adalah PIC16C57. Ia adalah sebagai ‘otak’ yang telah diprogramkan dengan PBASIC dan beroperasi pada kelajuan 20 MHz untuk 5 juta arahan bahasa mesin. Ini kerana arahan BS2 adalah lebih kompleks iaitu 3000 arahan sesaat. Cip ini hendaklah dipasang bersama papan litar pembawa yang telah dikhaskan. Rajah 3.3 menunjukkan gambarajah papan litar pembawa bagi BS2.



Rajah 3.2: Litar cip BS2.



Rajah 3.3: Papan pembawa BS2.

Cip ini mengandungi 20 pin keluaran/masukan (i/o pin). Dalam litar BS2, 16 pin daripadanya adalah untuk penggunaan umum bagi program yang hendak digunakan. Dua daripadanya pula adalah untuk kegunaan komunikasi bersiri manakala dua lagi adalah untuk menyambungkan cip ini dengan EEPROM. Masukan/keluaran Stamp mempunyai kesan yang tinggi terhadap pemacuan arus, yang membawa makna ia berkebolehan untuk menyalakan LED tanpa menambah litar untuk mengawal arus.

3.2.2: Cip 2084-Byte Erasable Memory (EEPROM)

Semenjak program ingatan dalaman PIC dihasilkan oleh Parallax, Stamp memerlukan suatu tempat storan yang lain untuk menyimpan program BASIC iaitu '*electrically erasable, programmable, read-only memory*' (EEPROM). EEPROM ini mampu menyimpan 2048 byte, iaitu kira-kira 500 arahan BASIC. Ini membolehkan EEPROM menyimpan program yang dihasilkan untuk storan jangka masa panjang. EEPROM merupakan sesuatu yang sesuai untuk menyimpan program, terutamanya untuk simpanan jangka masa panjang kerana ia tidak memerlukan bekalan kuasa untuk mengekalkan kandungannya.

Bagaimanapun EEPROM ini mempunyai had yang tersendiri. Pertama ia memerlukan masa yang agak panjang untuk menyimpan data kedalam ingatannya bergantung kepada bilangan data yang terhad iaitu lebih kurang 10 juta perkataan. Bagi BS2, keadaan ini tidak menjadi masalah kerana kegunaan EEPROM ini hanya untuk menyimpan program sementara sahaja.

3.2.3: Litar Reset.

Apabila litar BS2 dihidupkan, ia mengambil masa beberapa saat untuk mencapai nilai voltan operasi. Semasa litar beroperasi, bateri yang lemah mungkin menyebabkan voltan masukan berubah-ubah atau beban yang berlebihan mungkin akan menyebabkan voltan operasi tidak stabil. Apabila keadaan ini berlaku, selalunya prosessor dan EEPROM akan melakukan kesilapan atau operasinya dikunci. Bagi mengelakkan keadaan ini berlaku cip PIC16C57 mestilah diberhentikan operasinya dan direset sehingga voltan masukan distabilkan. Tugas bagi menstabilkan voltan masukan ini dilakukan oleh satu litar reset.

Apabila nilai voltan masukan dibawah nilai empat Volt, litar ini akan memberi nilai ligok rendah kepada pin 28 (*master-clean reset pin*) cip PIC16C57. Ini akan memberhentikan operasi litar mikro pengawal tersebut dan menyebabkan pin I/O akan terputus hubungan secara elektrik. Apabila nilai voltan kembali kepada asal iaitu nilai sama atau melebihi nilai empat volt, litar reset akan menghantar nilai keluaran tinggi kepada pin reset cip mikro pengawal. Litar keseluruhan akan beroperasi semula bermula dari awal.

3.2.4: Bekalan Kuasa.

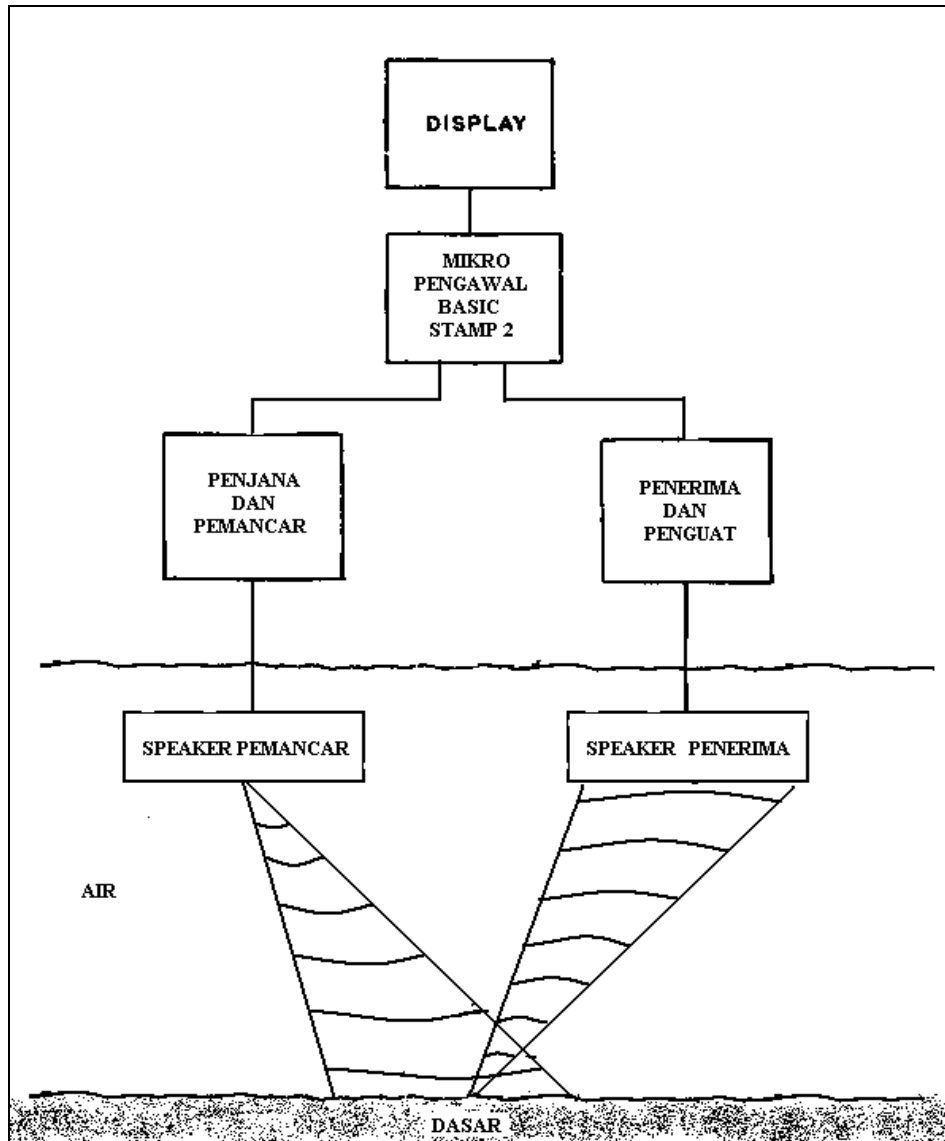
Bekalan kuasa yang stabil dalam julat voltan yang tertentu diperlukan bagi setiap peralatan elektrik atau elektronik. Seandainya bekalan voltan yang diterima terlalu tinggi, ia akan menyebabkan komponen-komponen elektronik mengalami kerosakan. Jika voltan masukan terlalu kecil pula, komponen ini akan berfungsi dengan tidak stabil atau mungkin langsung tidak akan berfungsi. Jadi, bagi BS2 ia memerlukan bekalan kuasa yang stabil bagi berfungsi dengan baik.

BS2 mempunyai litar pengatur voltan yang akan menerima voltan dalam julat 5 volt hingga 15 volt. Litar ini hanya menggunakan arus yang kecil untuk kegunaannya sendiri, jadi apabila program mengarahkan BS2 supaya berhenti atau berehat sebentar jumlah arus yang digunakan hanyalah menghampiri $100\mu\text{A}$. Keadaan ini menyebabkan BS2 dianggap seolah-olah tiada beban pada pin I/O iaitu samaada semua pin tersebut disambung kepada bumi atau +5 volt. Apabila BS2 diaktifkan semula, ia akan menggunakan arus lebih kurang 8 mA. Nilai arus keseluruhan yang dapat dibekalkan oleh litar ini adalah 50mA. Untuk litar yang memerlukan arus yang lebih dari nilai ini maka ia memerlukan bekalan kuasanya yang tersendiri.

BAB 4

REKABENTUK LITAR

4.1: PENGENALAN.



Rajah 4.1: Gambarajah Blok Sistem Pengukur Kedalaman Air.

Gambarajah blok diatas menunjukkan sistem keseluruhan pengukur kedalaman air. Litar-litar yang digunakan didalam projek ini direkabentuk berdasarkan gambarajah blok diatas. Terdapat dua bahagian litar yang utama yang perlu direkabentuk didalam projek ini. Bahagian pertama adalah penjana dan pemancar gelombang isyarat dan yang kedua adalah bahagian penerima dan penguat gelombang isyarat. Operasi keseluruhan bagi sistem ini dikawal oleh mikro pengawal.

Gelombang bunyi berfrekuensi 2 kHz digunakan untuk mengukur jarak kedalaman air didalam projek ini. Gelombang ini dipancarkan melalui speaker pemancar dan apabila pantulan berlaku speaker penerima akan menerima gelombang yang dipantulkan. Gelombang yang diterima perlu ditingkatkan dan akan dibandingkan bagi memudahkan mikro pengawal membuat pengiraan jarak kedalaman air.

Bahagian yang berikutnya akan menerangkan berkenaan rekabentuk litar-litar yang digunakan dan juga komponen-komponen yang digunakan bagi projek ini.

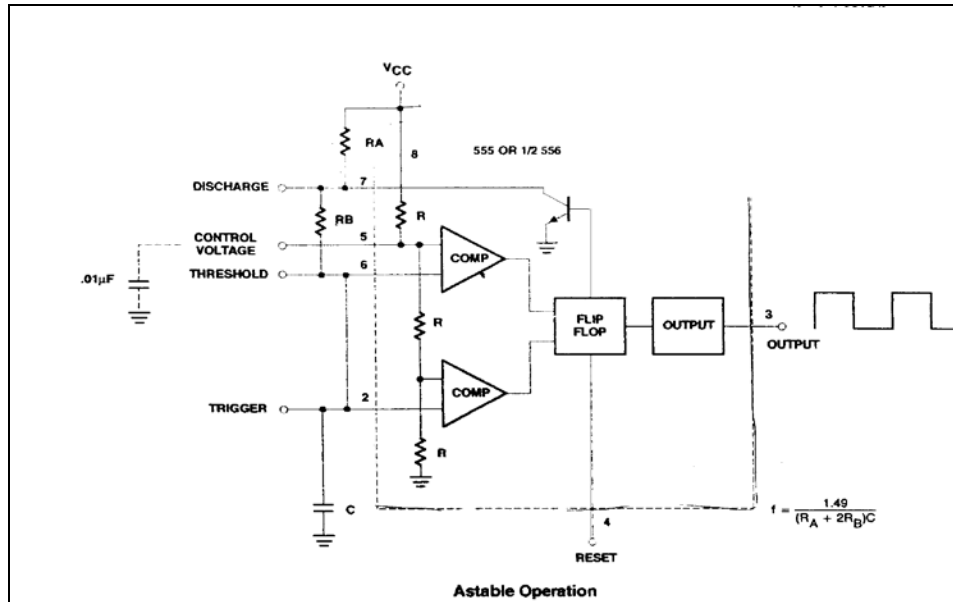
4.2: BAHAGIAN PENJANA DAN PEMANCAR.

Litar dalam bahagian ini berfungsi untuk memancarkan gelombang bunyi 2 kHz . Komponen yang digunakan bagi menghasilkan gelombang ini adalah cip pemasa 555. Gelombang yang dijana oleh pemasa ini adalah dalam bentuk segiempat selangar yang mempunyai kitar kerja 50%. Setelah gelombang dedenyut berfrekuensi dapat dijana oleh pemasa, ia akan ke litar pembeding untuk mengawal keluaran pemancar. Komponen yang digunakan sebagai pembeding adalah cip LM339. Keluaran pada pembeding ini akan ke speaker pemancar bagi memancarkan gelombang 2kHz tadi.

4.2.1: Pemasa 555.

Cip pemasa 555 ini mempunyai pelbagai kegunaan dalam aplikasi litar elektronik. Antaranya adalah penjana dedenyut (*pulse generation*), modulasi jarak dedenyut (*pulse width modulation*), pemasa berjjukan (*sequential timing*) dan penjana lelang masa (*time delay generation*). Terdapat dua konfigurasi untuk menghasilkan gelombang dedenyut yang diberi didalam helaian data iaitu monostabil dan astabil. Dalam projek ini konfigurasi astabil telah digunakan.

Binaan dalaman pemasa 555 adalah gabungan beberapa litar flip-flop, litar pembeding, transistor nyahcas dan litar pembahagi voltan. Rajah 4.2 berikut menunjukkan skematik dalaman cip pemasa 555.



Rajah 4.2: skematik pemasa 555.

Litar flip-flop merupakan komponen digital yang mempunyai dua keadaan keluaran iaitu keluaran tinggi (set,S) dan keluaran rendah (reset,R). Keadaan keluaran ini boleh diubah dengan masukan yang dikawal. Perintang pembahagi voltan digunakan untuk mengawal aras voltan pembeding. Nilai ketiga-tiga perintang ini adalah sama, oleh itu nilai voltan rujukan maksimum bagi pembeding ini adalah $\frac{2}{3} V_{cc}$ manakala nilai minimum pula adalah $\frac{1}{3} V_{cc}$. Keluaran bagi litar pembeding ini merupakan kawalan bagi litar flip-flop. Apabila voltan yang dipacu bernilai kurang daripada $\frac{1}{3} V_{cc}$, flip-flop berkelakuan 'set' dan keluaran adalah tinggi. Masukan *threshold* biasanya disambung kepada litar pemasa RC luaran. Apabila nilai voltan kapasitor luaran mencapai $\frac{2}{3} V_{cc}$, pembeding yang paling atas akan mereset flip-flop tersebut. Apabila keluaran adalah rendah, kapasitor menyahcas (Q_d) akan beroperasi dan membenarkan kapasitor luaran tadi menyahcas dengan cepat. Operasi asas ini akan membenarkan pemasa 555 ini berkelakuan sebagai osilator.

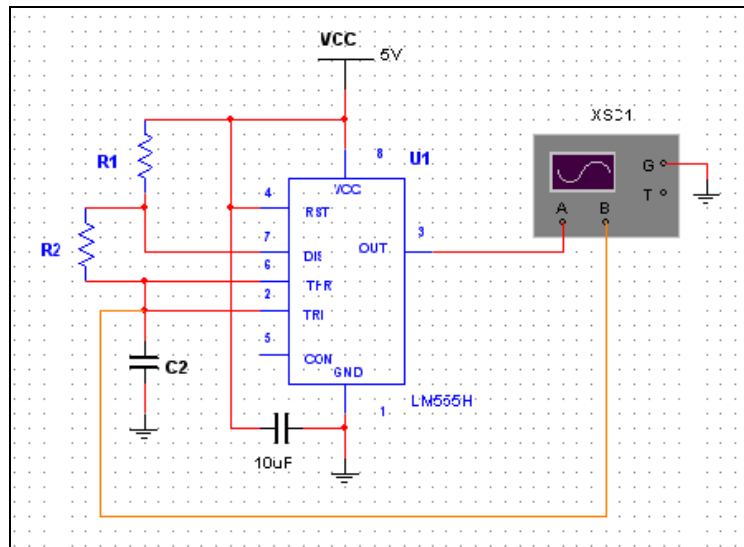
$$t_{HI} = 0.693R_B C \dots\dots\dots(4.1)$$

$$t_{LO} = 0.693(R_B + R_A)C \dots\dots\dots(4.2)$$

$$f = \frac{1.49}{(R_A + 2R_B)C} \dots\dots\dots(4.3)$$

Litar pemasa 555 ini berfungsi sebagai pengayun stabil dimana gelombang segiempat secara selenjar dikawal oleh sambungan perintang dan kapasitor. Masa tinggi (t_{HI}) dan masa rendah (t_{LO}) untuk gelombang keluaran pemasa ini boleh dikira dengan menggunakan persamaan 4.1 dan 4.2. [3] Hasil tambah masa tinggi dan masa rendah tidak akan sama kecuali jika nilai R_A adalah sifar. Walaubagaimanapun keadaan ini tidak akan berlaku kerana satu nilai frekuensi gelombang keluaran pemasa 555 ini boleh dikira dengan menggunakan rumus persamaan 4.3.[3]

Dalam projek ini pemasa 555 ini digunakan untuk menjanakan gelombang dedenyut berfrekuensi 2 kHz. Berdasarkan helaian data pemasa 555 ini, bagi konfigurasi asabil yang digunakan, kombinasi nilai perintang dan kapasitor digunakan bagi menentukan frekuensi gelombang keluaran. Contoh konfigurasi bagi pemasa 555 ini bagi menghasilkan dedenyut adalah seperti rajah 4.3 berikut :

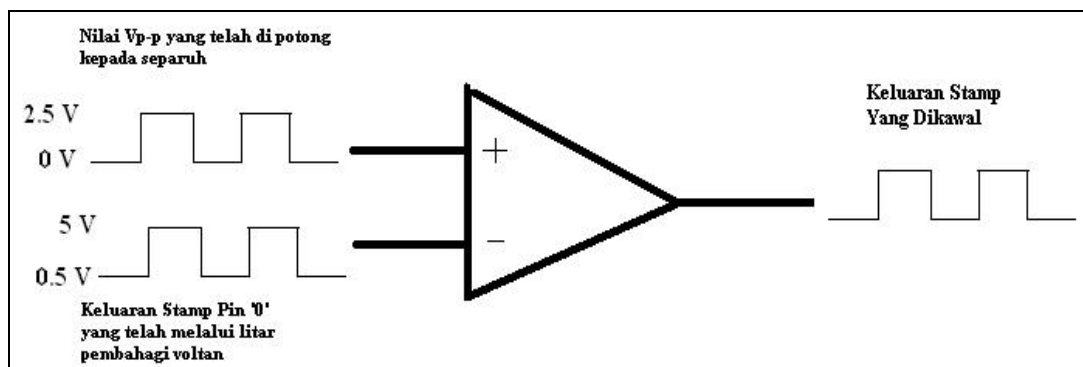


Rajah 4.3: Konfigurasi dedenyut bagi pemasa 555.

Keluaran dedenyut bagi pemasa 555 ini adalah bergantung kepada kombinasi nilai perintang R_1 , R_2 dan kapasitor C_2 berdasarkan formula yang diberi dalam helaian data. Formula yang digunakan adalah :

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C} \dots\dots\dots(4.4)$$

Tugas pembeding didalam litar pemancar adalah untuk mengesan dan membandingkan dua voltan masukan pada dua terminal masukannya. Apabila voltan pada terminal masukan positif lebih tinggi daripada voltan masukan diterminal negatif, maka keluaran yang terhasil adalah tinggi. Keputusan yang sebaliknya akan berlaku apabila voltan masukan di terminal positif lebih rendah dari voltan masukan di terminal negatif dan keluarannya adalah rendah. Ini dapat dilihat seperti dalam rajah 4.5. Keluaran bagi pembeding ini dikawal oleh BS2 yang disambung ke pin '0'. Masukan negatif bagi pembeding ini disambung dengan perintang R3 dan R4, iaitu sebagai litar pembahagi voltan.



Rajah 4.5: Operasi pembeding yang mengawal isyarat pada pemancar.

Apabila pin '0' BS2 berkeadaan 1 (high), terminal negatif LM 339 akan bernilai 5V, manakala terminal positif bernilai 2.5 V_{p-p} . Oleh itu, nilai voltan pada terminal positif tidak akan melebihi nilai voltan pada terminal negatif dan keluaran akan kekal pada nilai sifar. Jika keluaran pin '0' BS2 adalah sifar (low) maka, nilai voltan pada terminal negatif LM339 akan menghampiri 0.5V. Oleh kerana nilai voltan pada terminal positif adalah lebih besar daripada terminal negatif. Jadi, isyarat 2.5 V_{p-p} diterminal positif pembeding akan melintasi pembeding dan memacu speaker pemancar.

Gelombang keluaran dari speaker pemancar adalah dalam bentuk gelombang bunyi yang selenjar berfrekuensi 2 kHz. Gelombang yang keluar ini mampu merambat didalam air.