

**PENGHANTARAN DATA MELALUI SALURAN VHF**

**Oleh**

**Noor Shazrah Binti Mohamad**

**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**

**Mei 2006**

**Elektrik dan Elektronik**

**Universiti Sains Malaysia**

## ABSTRAK

Skop kajian projek ini adalah mengenai penghantaran data melalui saluran frekuensi yang sangat tinggi (*VHF*). Skop kajian yang utama untuk projek ini adalah mencari teknik pengekodan digital yang sesuai dengan radio VHF ini. VHF adalah frekuensi radio yang berada pada julat frekuensi daripada 30MHz hingga 300MHz. Ciri-ciri perambatan frekuensi sangat tinggi (*VHF*) sangat unggul untuk perhubungan di bumi yang berjarak dekat, dengan satu julat yang secara keseluruhannya lebih jauh berbanding garis nampak daripada penghantar. VHF juga kurang dipengaruhi oleh hingar atmosfera dan gangguan daripada peralatan elektrik berbanding frekuensi –frekuensi rendah. Objektif utama projek ini ialah untuk merekabentuk modem radio frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Untuk mencapai objektif ini maka kajian ilmiah perlu dilakukan terlebih dahulu. Setelah melakukan kajian ilmiah mengenai projek ini, beberapa litar iaitu litar penghantar, litar penerima serta litar unit kawalan boleh direkabentuk. Litar unit kawalan pula perlu diantaramukakan kepada litar pembahagi voltan untuk mendapatkan nilai voltan yang sepadan sebagai masukan data kepada litar pengekod FSK. Selepas itu, litar pengapit digunakan untuk menaikkan nilai voltan DC bagi data masukan berlogik "0" yang pada awalnya berada pada ofset sifar kepada voltan bernilai 1 volt. Manakala logik "1" berada pada voltan bernilai 2 volt. Litar-litar direkabentuk menggunakan perisian ORCAD. Setelah keseluruhan litar telah siap direkabentuk maka rekabentuk tersebut akan difabrikasikan ke atas Papan Litar Tercetak (PCB) dan kemudian diuji.

## **ABSTRACT**

The scope of this project is the data transmission over VHF link. The main emphasise of this project is to find suitable digital modulation technique for VHF transmission. VHF is the radio frequency ranging from 30MHz to 300MHz. VHF frequencies' propagation characteristics are ideal for short-distance terrestrial communication, with a range generally somewhat farther than line-of-sight from the transmitter. VHF is also less affected by atmospheric noise and interference from electrical equipment than low frequencies. The main objective from this project is to design VHF radio modem. Preliminary study need to be carried out to achieve the project objective. After the study the transmitter, receiver and control circuit would be designed. Control circuit is needed to interface with the voltage divider circuit to get the suitable value as data input for FSK encoder circuit. The clamper circuit is used raise the DC voltage level of the input data logic "0" to 1volt. The circuit was designed using ORCAD software. The circuit was fabricated and tested.

## **PENGHARGAAN**

Alhamdulillah bersyukur ke hadrat ilahi kerana dengan limpah kurnia dan hidayahnya saya dapat menyiapkan projek tahun akhir saya ini dengan jayanya. Sepanjang menjalankan projek yang memakan masa lebih kurang satu tahun ini, pelbagai kesulitan dan cabaran yang harus ditempuhi memandangkan ianya terpaksa dijalankan sepanjang semester yang turut memerlukan penumpuan terhadap matapelajaran yang lain. Pembahagian masa dan jadual yang betul amat diperlukan bagi menjayakan lagi projek yang dijalankan ini.

Di sini, saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada semua yang telah banyak membantu saya. Terutama sekali kepada Dr. Mohd Fadzil Ain yang merupakan Penyelia Projek saya ini. Beliau telah banyak membantu saya ketika dalam proses untuk menyiapkan projek saya. Beliau sentiasa sabar dalam membantu saya menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi ketika menyiapkan projek saya ini.

Tidak lupa juga saya ingin merakamkan penghargaan ini kepada kedua ibubapa saya iaitu Encik Mohamad bin Salleh dan Puan Siti hafsah binti hussain yang telah banyak memberi dorongan kepada saya semasa projek ini dijalankan.

Penghargaan ini juga ditujukan kepada Encik Latip dan Encik Rozaidi serta seluruh kakitangan makmal RF dan mikrogelombang dan makmal elektronik yang banyak membantu serta bekerjasama dalam menyediakan keperluan serta kemudahan untuk melaksanakan projek ini. Tanpa bantuan mereka tidak mungkin saya dapat menghasilkan suatu produk yang berkualiti seperti ini.

Sekalung penghargaan juga saya ingin tujukan kepada sahabat-sahabat saya yang telah sama-sama membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya. Serta penghargaan ini diberikan kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak dalam menyiapkan projek tahun akhir saya ini. Tanpa bimbingan, dorongan serta tunjuk ajar kalian, tidak mungkin saya dapat menyiapkan projek ini dalam jangka masa yang ditetapkan.

# KANDUNGAN

	<b>Muka Surat</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	<b>vi</b>
<b>SENARAI GAMBARAJAH</b>	<b>ix</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENGENALAN</b>	
1.1 Pengenalan Projek.....	1
1.2 Objektif dan Skop Kajian.....	3
1.3 Panduan Laporan.....	4
<b>BAB 2 KAJIAN ILMIAH</b>	
2.1 Frekuensi Sangat Tinggi ( <i>VHF</i> ).....	6
2.2 Sistem Perhubungan Digital.....	8
2.3 Teknik Penguncian Anjakan Frekuensi ( <i>FSK</i> ).....	11
2.4 Kaedah Pngekodaan dan Penyahkodan Data.....	16
<b>BAB 3 PELAKSANAAN PROJEK</b>	
3.1 Gambaran Sistem komunikasi.....	18
3.2 Merekabentuk Litar Masukan Binari.....	21
3.2.1 Penerangan Umum Pembilang Binari dan Dekad.....	26

3.2.2	Penerangan Umum Pemultipleks.....	27
3.3	Litar Pembahagi Voltan.....	31
3.4	Litar Pengapit Diod Positif dengan Pincangan .....	32
3.5	Merekabentuk Modem <i>FSK</i> .....	34
3.5.1	Merekabentuk Litar Pengekod Data.....	35
3.5.1.1	Penerangan Umum.....	36
3.5.1.2	Penerangan sistem.....	37
3.5.2	Merekabentuk Litar Penyahkod Data.....	40
3.5.2.1	Penerangan Umum.....	40
3.5.2.2	Penerangan sistem.....	41
3.6	Merekabentuk Bentangan Papan Litar Tercetak ( <i>PCB</i> ).....	46

#### **BAB 4 PENGUJIAN DAN PERLAKSANAAN**

4.1	Pengujian Terhadap Litar Masukan Binari.....	48
4.2	Pengujian Terhadap Litar Pengekod <i>FSK</i> .....	62
4.3	Pengujian Terhadap Litar Penyahkod <i>FSK</i> .....	67

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Cadangan.....	74

## **RUJUKAN**

**LAMPIRAN A: BENTANGAN PAPAN LITAR TERCETAK (*PCB*)**

**LAMPIRAN B: GAMBAR LITAR-LITAR DAN PERALATAN**

**LAMPIRAN C: HELAIAN DATA**



## SENARAI GAMBARAJAH

	<b>Muka Surat</b>
<b>Rajah 2-1</b> Model ringkas sistem perhubungan data.....	8
<b>Rajah 2-2</b> Tiga teknik asas pemodulatan.....	9
<b>Rajah 2-3</b> Pemodulatan Isyarat analog bagi data digital.....	10
<b>Rajah 2-4</b> Teknik pemodulatan FSK.....	13
<b>Rajah 2-5</b> Parameter isyarat penguncian anjakan frekuensi.....	14
<b>Rajah 2-6</b> Isyarat segerak dan tidak segerak.....	16
<b>Rajah 2-7</b> Pengesan FM-Jenis pemodulatan FSK.....	17
<b>Rajah 3-1</b> Pengekod FSK dan penghantar.....	19
<b>Rajah 3-2</b> Penerima dan penyahkod perhubungan digital.....	20
<b>Rajah 3-3</b> Saluran perhubungan digital menggunakan modem.....	21
<b>Rajah 3-4</b> Sambungan pemasa 555 sebagai satu pemberbilang tak stabil.....	23
<b>Rajah 3-5</b> Operasi pemasa 555 dalam mod tak stabil.....	24
<b>Rajah 3-6</b> Gambarajah Sambungan DM7490A.....	26
<b>Rajah 3-7</b> Gambarah sambungan DM74LS151.....	28
<b>Rajah 3-8</b> Gambarajah skematik Suis DIP.....	30
<b>Rajah 3-9</b> Gambarajah skematik keseluruhan Litar Masukan Binari.....	30
<b>Rajah 3-10</b> Litar pembahagi voltan.....	31
<b>Rajah 3-11</b> Gambarajah litar pengapit diod positif dengan pincangan.....	34

<b>Rajah 3-12</b>	Gambarajah pin cip pengekod FSK.....	35
<b>Rajah 3-13</b>	Gambarajah penjana FSK benguk sinus.....	37
<b>Rajah 3-14</b>	Gambarajah pin cip penyahkod FSK.....	39
<b>Rajah 3-15</b>	Gambarajah pin cip penyahkod FSK.....	40
<b>Rajah 3-16</b>	Gambarajah blok XR-2211.....	41
<b>Rajah 3-17</b>	Sambungan litar teritlak untuk FSK.....	46
<b>Rajah 4-1</b>	Litar skematik pemasa 555 mod tidak stabil.....	50
<b>Rajah 4-2</b>	Litar skematik unit kawalan masukan binary.....	51
<b>Rajah 4-3</b>	Litar pembahagi voltan.....	52
<b>Rajah 4-4</b>	Litar skematik pengapit diod positif dengan pincangan.....	52
<b>Rajah 4-5</b>	Litar skematik keseluruhan unit kawalan serta litar pembahagi voltan dan litar diod positif dengan pincangan.....	53
<b>Rajah 4-6</b>	Gambarajah gelombang keluaran pemasa 555.....	54
<b>Rajah 4-7</b>	Bentuk gelombang keluaran litar unit kawalan pada suis DIP disetkan 10101010.....	55
<b>Rajah 4-8</b>	Bentuk gelombang keluaran litar unit kawalan pada suis DIP disetkan 00001111.....	55
<b>Rajah 4-9</b>	Bentuk gelombang keluaran litar unit kawalan pada suis DIP Disetkan 00110011.....	56
<b>Rajah 4-10</b>	Bentuk gelombang keluaran daripada litar pembahagi voltan.....	56
<b>Rajah 4-11</b>	Bentuk gelombang keluaran daripada litar pengapit diod Positif dengan pincangan .....	57
<b>Rajah 4-12</b>	Sambungan litar skematik penjana FSK bentuk sinus.....	63

<b>Rajah 4-13</b>	Bentuk gelombang masukan dan keluaran litar FSK.....	64
<b>Rajah 4-14</b>	Bentuk gelombang keluaran litar pengekod FSK selepas melalui saluran radio VHF.....	65
<b>Rajah 4-15</b>	Litar skematik penyahkod FSK.....	68
<b>Rajah 4-16</b>	Bentuk gelombang masukan dan keluaran litar penyahkod tanpa melalui saluran radio VHF.....	69
<b>Rajah 4-17</b>	Bentuk gelombang keluaran litar penyahkod selepas melalui saluran radio VHF.....	70

## SENARAI JADUAL

Muka Surat

<b>Jadual 3.1</b>	Jadual Fungsi Bilangan Jujukan BCD.....	27
<b>Jadual 3.2</b>	Jadual Kebenaran Pemultipleks.....	29

# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 PENGENALAN PROJEK**

Modem radio frekuensi sangat tinggi (*VHF*) mungkin merupakan satu sistem yang asing bagi masyarakat kita. Namun begitu, modem radio frekuensi sangat tinggi (*VHF*) sering digunakan untuk sistem pemanduan arah di bumi dan perhubungan pesawat udara. Ia juga digunakan dalam sistem perhubungan askar di darat. Modem radio frekuensi tinggi (*VHF*) sangat meluas penggunaannya di dunia ini pada masa sekarang. Radio modem juga digunakan untuk mengawal pusat penyebaran haba.

Dalam projek ini, ianya melibatkan kajian terhadap penghantaran data dalam bentuk digital melalui saluran frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Secara umumnya, projek ini dibahagikan kepada 3 bahagian utama iaitu bahagian penghasilan data, bahagian penghantar dan bahagian penerima. Data berbentuk digital dihasilkan dengan menggunakan pemasa 555, suis DIP, satu pembilang binari DM7490A dan satu pemultipleks DM74LS151. Keluaran daripada pemasa 555 disambung kepada satu pembilang binari dimana mengetuai satu kiraan gelungan daripada 0 ke 7. Halaju daripada kiraan ditentukan oleh frekuensi gelombang segiempat daripada pemasa 555. Suis DIP digunakan untuk memutuskan masukan binari secara insani. Manakala pula, pemultipleks menyatukan 8 data masukan daripada suis DIP. Keluaran daripada pemultipleks

DM74LS151 dimasukkan ke dalam litar pembahagi voltan untuk menghasilkan amplitud voltan sebanyak 1 Volt. Oleh kerana komponen pengekod kekuncian anjakan frekuensi (*FSK*) memerlukan masukan pada voltan 1 volt untuk logik masukan “0”, manakala pula voltan pada 2 volt untuk logik masukan “1”. Untuk mendapatkan nilai yang dikehendaki ini maka litar yang diperlukan ialah pengapit diod positif dengan pincangan.

Data yang memberi masukan binari iaitu dalam isyarat digital dimasukkan ke dalam pengekod kekuncian anjakan frekuensi (*FSK*) yang akan memberi keluaran dalam bentuk analog iaitu bentuk gelombang sinusoid yang mana logik masukan “1” diwakili oleh bentuk gelombang bentuk sinusoid yang berfrekuensi 1KHz dan untuk logik masukan “0” diwakili oleh bentuk gelombang sinusoid yang berfrekuensi 2KHz. Bagi saluran VHF untuk projek ini, penjana fungsi dan set ujian radio digunakan.

## 1.2 OBJEKTIF DAN SKOP KAJIAN

Projek ini bertajuk “PENGHANTARAN DATA MELALUI SALURAN FREKUENSI YANG SANGAT TINGGI (*VHF*)” adalah untuk merekabentuk suatu alat yang dapat menghantar isyarat data dalam bentuk digital melalui saluran berfrekuensi sangat tinggi (*VHF*) dan kemudian dapat menerimanya semula.

Objektif bagi projek ini adalah untuk merekabentuk modem menggunakan pemodulatan kekuncian anjakan frekuensi (*FSK*) melalui saluran frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Untuk menganalisis penjana fungsi XR-2206 dan memerhatikan bagaimana ia boleh digunakan untuk mengekod maklumat digital kepada isyarat *FSK*. Objektif daripada kajian ini juga adalah untuk menganalisis XR2211 penyahkod *FSK* dan memerhatikan bagaimana ia boleh digunakan untuk menukar isyarat *FSK* semula kepada data digital.

*FSK* adalah kaedah yang kebiasaannya digunakan untuk menghantar data digital melalui saluran telefon. Fokus utama yang diberikan dalam projek ini adalah untuk merekabentuk litar pengekod dan penyahkod serta memerhatikan hasil keluaran setiap litar. Skop kajian projek ini adalah mengenai teknik perhubungan digital terutamanya pengekod dan penyahkod penguncian anjakan frekuensi (*FSK*) serta mengenai saluran.

### **1.3 PANDUAN LAPORAN**

Secara keseluruhan, laporan projek ini terbahagi kepada lima bab yang utama di mana setiap bab akan menerangkan secara terperinci mengenai latar belakang serta pelaksanaan projek ini. Secara ringkas, panduan laporan projek ini boleh dirujuk seperti berikut :

#### **BAB 1: PENGENALAN**

Bahagian ini menjelaskan secara umum mengenai latar belakang modem radio frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Bahagian ini juga menyatakan objektif pelaksanaan projek ini. Skop kajian yang merangkumi sistem komunikasi tanpa wayar serta sistem perhubungan digital.

#### **BAB 2: KAJIAN ILMIAH**

Di dalam bab ini menerangkan tentang sistem perhubungan digital yang digunakan dalam projek ini seperti kaedah penguncian anjakan frekuensi (*FSK*). Ini termasuk kaedah mengekod dan menyahkod data-data digital untuk sistem perhubungan digital. Disini juga ada mengkaji serba sedikit mengenai frekuensi radio terutamanya frekuensi sangat tinggi (*VHF*).



### **BAB 3: PELAKSANAAN PROJEK**

Bahagian ini menerangkan secara terperinci tentang pelaksanaan serta kaedah-kaedah yang dilakukan dalam membangunkan projek. Ini meliputi proses merekabentuk litar pengekod dan litar penyahkod *FSK*. Merekabentuk litar kawalan (masukan binari) juga diterangkan secara terperinci. Proses pengiraan untuk menentukan nilai-nilai voltan serta nilai perintang dan kapasitor yang sesuai. Pengiraan untuk nilai voltan keluaran yang terhasil di setiap peringkat litar dikira secara teori.

### **BAB 4: PENGUJIAN DAN KEPUTUSAN**

Di dalam bab ini menunjukkan pengujian-pengujian yang dijalankan ke atas modem radio frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Pengujian ini dijalankan secara peringkat ke peringkat. Ini adalah untuk memastikan masalah yang timbul. Keputusan daripada setiap pengujian dianalisis dan dibandingkan dengan nilai teori.

### **BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN**

Dalam bahagian bab terakhir ini menyatakan tentang kesimpulan mengenai pelaksanaan projek dan sejauh mana projek dapat dilaksanakan berdasarkan objektif yang telah dinyatakan. Beberapa cadangan di berikan bagi tujuan penambakan dan memajukan lagi projek ini di masa hadapan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

Dalam menjalankan projek ini, salah satu peringkat yang perlu dilalui adalah melakukan kajian ilmiah mengenai saluran frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Ini termasuklah melakukan kajian dan pembelajaran mengenai saluran frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Mempelajari kaedah perhubungan secara digital termasuklah teknik pemodulatan penguncian anjakan frekuensi (*FSK*) yang digunakan dalam projek ini. Kaedah pemodulatan penguncian anjakan frekuensi dipilih kerana ia dapat dipadankan dengan radio frekuensi sangat tinggi (*VHF*). Kaedah pengekodan dan penyahkodan data digital dan data analog juga dikaji. Selain itu, turut dipelajari mengenai penggunaan dan fungsi bagi setiap komponen yang digunakan melalui helaian data dan sumber-sumber lain.

#### **2.1 FREKUENSI SANGAT TINGGI (*VHF*)**

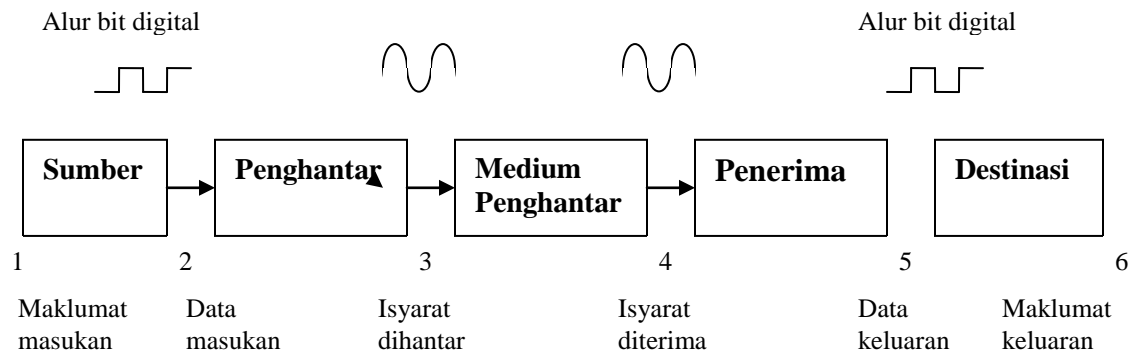
Frekuensi sangat tinggi adalah frekuensi radio yang berjulat di antara 30 MHz (panjang gelombang 10 m) hingga 300 MHz (panjang gelombang 1 m). Frekuensi bawah VHF adalah HF, dan kemudian frekuensi seterusnya yang lagi tinggi di kenali sebagai Frekuensi Ultratinggi (*UHF*). Penggunaan *VHF* selalunya digunakan untuk penyiaran radio FM pada 88-108MHz. Frekuensi sangat tinggi (*VHF*) sering digunakan untuk sistem pemanduan arah di bumi dan perhubungan pesawat udara. Ciri-ciri perambatan frekuensi VHF adalah sesuai untuk perhubungan di bumi yang berjarak dekat iaitu dengan satu julat yang secara

umumnya lebih jauh daripada garis nampak penghantar. Tidak seperti frekuensi tinggi (HF), ionosfera kebiasaannya tidak memantulkan radio VHF, namun penghantaran adalah terhad. Hanya kepada kawasan-kawasan setempat (tidak mengganggu penghantaran yang beribu kilometer jauh). VHF juga kurang dipengaruhi oleh hingar atmosfera dan juga gangguan daripada peralatan elektrik berbanding frekuensi-frekuensi rendah walaupun ianya lebih mudah dihalang oleh keadaan bentuk tanah berbanding frekuensi tinggi (HF).

Perkara yang paling bernilai secara teknikal dan komersialnya ke atas hirisan spektrum VHF ialah apabila ia diambil alih oleh penghantaran televisyen serta telah menarik perhatian banyak syarikat dan kerajaan baru-baru ini. Dengan pembangunan penyiaran piawai televisyen digital yang lebih cekap. Dalam beberapa Negara terdapat banyak spektrum ini yang akan lebih mudah diperolehi (mungkin untuk dijual) dalam dekad yang seterusnya.

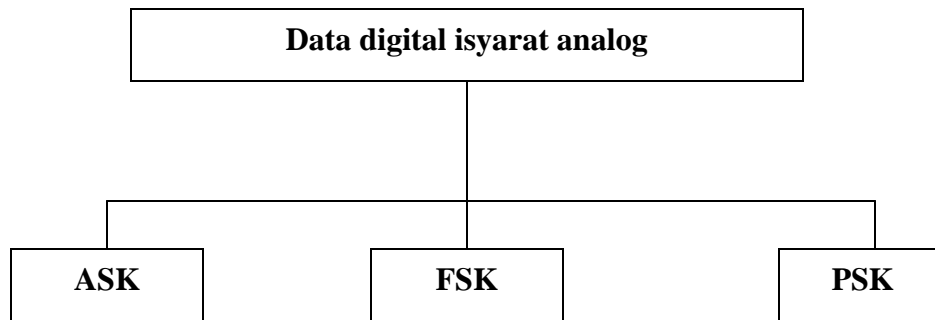
Spektrum VHF digunakan untuk penyiaran radio dan televisyen, selain itu ia juga digunakan untuk radio komersial dua haluan (seperti yang digunakan oleh teksi dan polis), perhubungan radio dua haluan anggota tentera marin, dan radio pesawat udara. (Wikipedia, 2006)

## 2.2 SISTEM PERHUBUNGAN DIGITAL



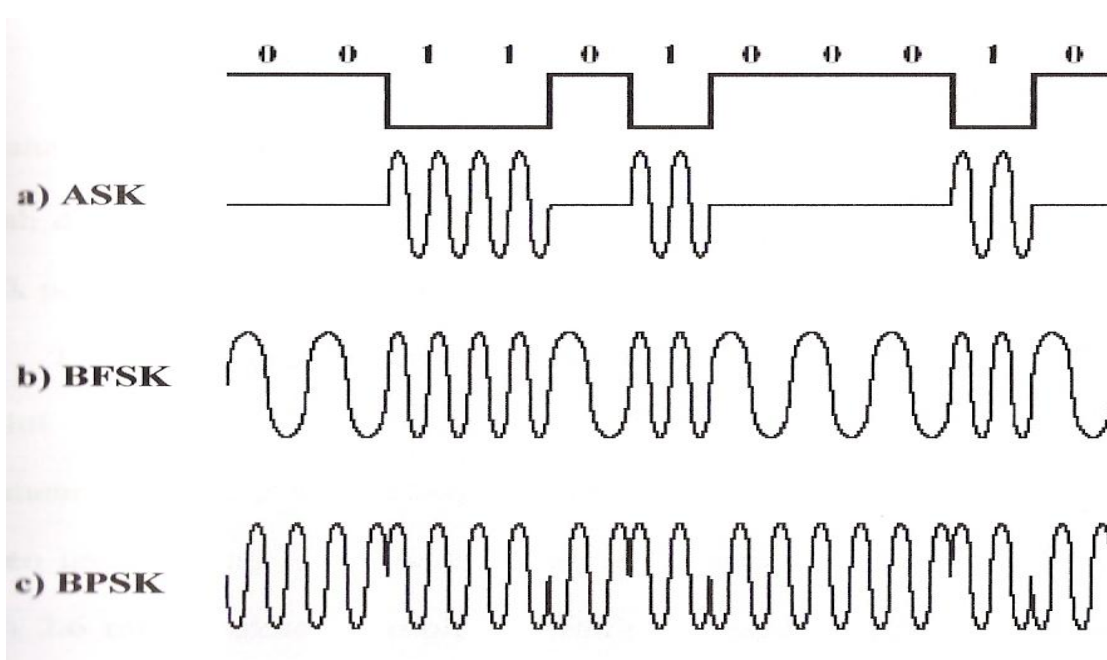
**Rajah 2-1:** Model Ringkas Sistem Perhubungan Data

Rajah 2.1 menunjukkan model ringkas sistem perhubungan data yang berlaku dalam sistem perhubungan digital (William Stallings, 2004). Data akan dihantar adalah dalam bentuk digital di mana data ini perlu dimodulatkan dengan isyarat pembawa yang biasanya isyarat sinusoid. Data boleh diwakili dengan keluaran daripada komputer ataupun isyarat-isyarat pemodulatan kod denyut (*Pulse Code Modulation*) yang dijana dengan menukar suara atau isyarat-isyarat video kepada isyarat berbentuk digital. Seterusnya, data yang dihantar dalam bentuk analog akan didemodulatkan semula bagi mendapatkan data digital yang asal seperti yang dijana di bahagian penghantar. Proses pemodulatan melibatkan operasi ke atas satu atau lebih daripada ketiga-tiga ciri isyarat pembawa iaitu amplitud, frekuensi dan fasa. Berikutan itu, terdapat tiga teknik asas pemodulatan untuk menukarkan data digital kepada isyarat analog iaitu teknik penguncian anjakan amplitud (*ASK*), penguncian anjakan frekuensi (*FSK*) dan penguncian anjakan fasa (*PSK*) seperti yang ditunjukkan oleh Rajah 2.2.



**Rajah 2-2 :** Tiga Teknik Asas Pemodulatan

Ketiga-tiga teknik ini akan menghasilkan isyarat yang lebar jalurnya berada di tengah-tengah pada frekuensi pada frekuensi pembawa. Bagi penguncian anjakan amplitud (*ASK*), nilai dua binari diwakili oleh dua amplitud frekuensi pembawa yang berbeza. Kebiasaannya, satu daripada amplitudnya adalah 0 bermaksud tanpa elemen frekuensi pembawa dan digit 1 diwakili dengan wujudnya elemen frekuensi pembawa dengan nilai amplitud yang tetap. Berlainan dengan teknik penguncian anjakan frekuensi (*FSK*), dua nilai binari 0 dan 1 diwakili oleh nilai frekuensi yang berbeza pada frekuensi pembawa. Namun begitu, nilai amplitud dan fasa bagi kaedah ini adalah sama. Seperti dua kaedah sebelumnya, teknik penguncian anjakan fasa (*PSK*) mewakili dua nilai binari 0 dan 1 dengan nilai fasa yang berbeza tetapi mempunyai nilai amplitud dan frekuensi yang sama. Ketiga-tiga teknik ini boleh digambarkan seperti Rajah 2.3 (William Stallings, 2004). Di dalam projek ini, hanya teknik penguncian anjakan frekuensi yang digunakan oleh dua jenis komponen penghantar dan penerima yang berlainan.



**Rajah 2-3 :** Pemodulatan Isyarat Analog bagi Data digital

Sistem perhubungan elektronik tradisional yang menggunakan pemodulatan analog secara mendadaknya ditukar dengan sistem pemodulatan digital moden. Perhubungan digital adalah sesuatu yang agak kabur yang mungkin mempunyai makna-makna yang berbeza kepada manusia yang berlainan. Perkara yang membezakan sistem perhubungan digital daripada sistem analog konvensional adalah sifat semulajadi pemodulatan isyarat. Pemodulatan digital menawarkan banyak kelebihan-kelebihan berbanding pemodulatan analog.

1. Meningkatkan kemampuan saluran menyimpan
2. Ketepatan yang lebih bagus dalam mempersembahkan hingar dan herotan.
3. Mudah dalam pengendalian

Dalam penghantaran digital, bit-bit dihantar pada julat kilobits, megabits atau Gigabits per second dan sebilangan bit mewakili simbol. Ianya adalah tidak penting jika amplitud dan bentuk daripada isyarat yang diterima diherot sepanjang penerima dapat membezakan satu simbol daripada yang lain secara jelas. Pemodulatan digital dari segi kecekapan kuasa adalah kemampuan daripada satu teknik pemodulatan untuk mengekalkan kesetiaan daripada perutusan digital pada aras kuasa rendah. Perekabentuk boleh meningkatkan kelalian hingar dengan meningkatkan kuasa isyarat. Kecekapan kuasa adalah satu ukuran berapa banyak kuasa isyarat boleh ditingkatkan untuk mencapai satu BER yang tertentu untuk satu rancangan pemodulatan yang diberi. Pemodulatan digital dari segi kecekapan lebar jalur ialah kemampuan untuk menempatkan data dalam satu lebar jalur terhad. ( Wayne Tomasi, 2002).

### **2.3 TEKNIK PENGUNCIAN ANJAKAN FREKUENSI (FSK)**

Kekuncian anjakan frekuensi atau FSK adalah relatif mudah yang lain serta jenis pemodulatan digital yang berprestasi rendah. FSK adalah satu bentuk daripada pemodulatan sudut amplitud tetap yang serupa dengan pemodulatan frekuensi piawai kecuali pemodulatan isyarat adalah isyarat binari yang berubah diantara 2 aras voltan diskrit lebih baik berbanding mengubah bentuk gelombang analog secara berterusan. Akibatnya, FSK kadang-kadang di panggil *binari* FSK (BFSK). Persamaan umum untuk FSK adalah :

$$V_{(fsk)}(t) = V_c \cos[2\pi(f_c + V_m(t) \Delta f) t] \quad (2.1)$$

Di mana:

$V_{(fsk)}(t)$  = bentuk gelombang binari FSK

$V_c$  = amplitud pembawa analog puncak ( volts)

$f_c$  = frekuensi pusat pembawa analog (hertz)

$\Delta f$  = perubahan puncak dalam frekuensi pembawa analog (hertz)

$V_m(t)$  = isyarat masukan binary (volts)

Daripada persamaan FSK, ia boleh dilihat yang anjakan puncak dalam frekuensi pembawa ( $\Delta f$ ) adalah berkadar dengan amplitud isyarat masukan binari ( $V_m(t)$ ) dan arah anjakan ditentukan oleh keketubannya. Isyarat yang termodulat adalah satu bentuk gelombang binari yang ternormal di mana logik 1 adalah +1V dan logik 0 adalah -1V.

Untuk masukan logik 1:

$$V_{(fsk)}(t) = V_c \cos[2\pi(f_c + \Delta f) t] \quad (2.2)$$

Untuk masukan logik 0:

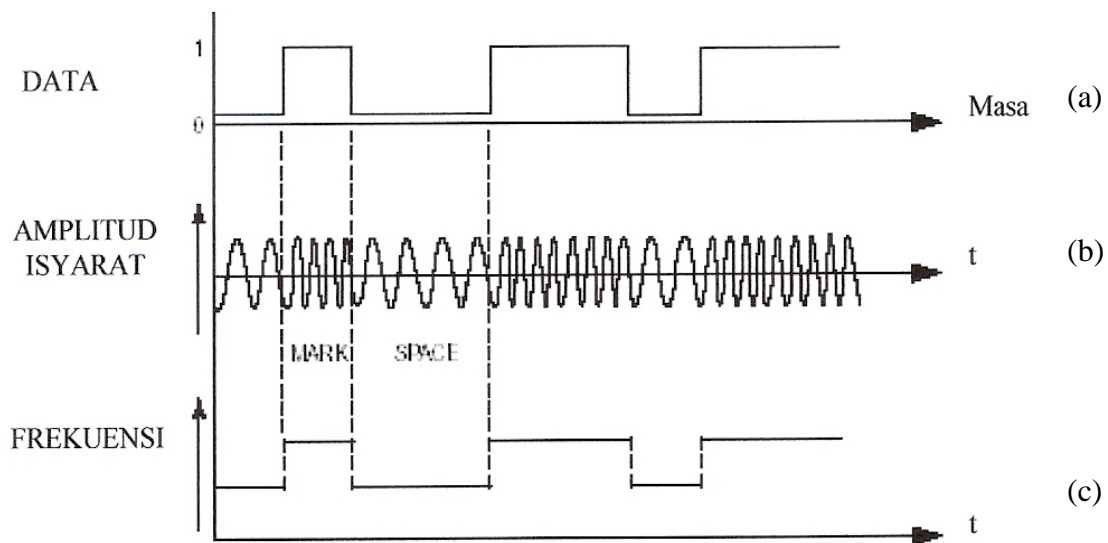
$$V_{(fsk)}(t) = V_c \cos[2\pi(f_c - \Delta f) t] \quad (2.3)$$

Di mana  $\Delta f$  ofset tipikal daripada frekuensi pembawa  $f_c$  pada jumlah yang sama untuk kedua-dua belah. Teknik ini adalah lebih baik berbanding teknik



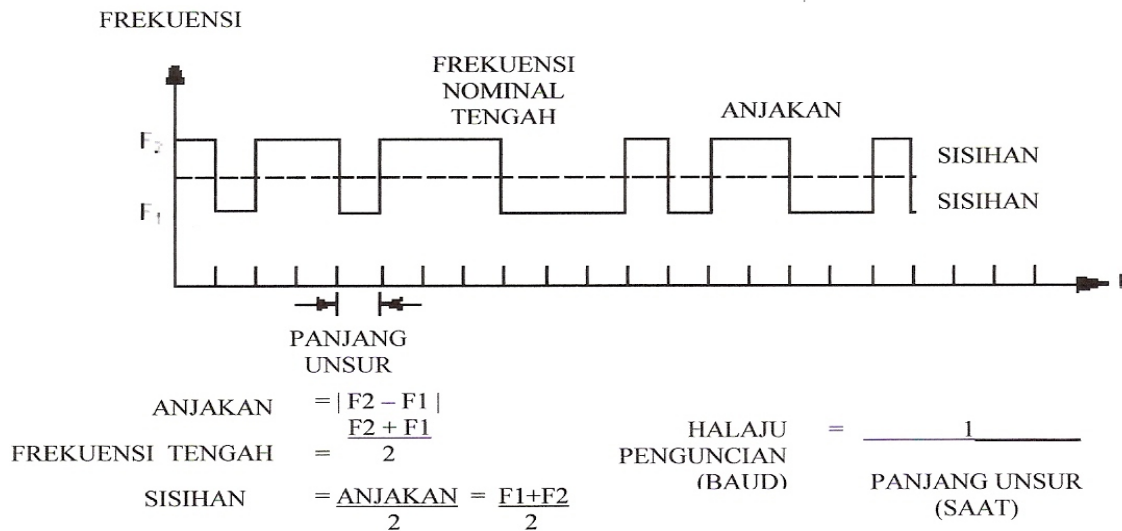
penguncian anjakan amplitud (*ASK*) kerana ianya kurang dipengaruhi oleh ralat. Ianya juga biasanya digunakan untuk penghantaran radio frekuensi tinggi (3 hingga 30MHz). Selain itu, ianya digunakan pada frekuensi yang lebih tinggi untuk rangkaian kawasan setempat (*LAN*) menggunakan kabel sepaksi. (William Stallings,2004)

Data dihantar dengan frekuensi dianjak secara berterusan berpandukan kepada binari yang diterima. Frekuensi  $f_1$  dan  $f_2$  diwakili oleh tanda (*mark*) dan ruang (*space*). Secara amnya, tanda mewakili frekuensi yang lebih tinggi manakala ruang mewakili frekuensi yang lebih rendah. Ini dapat dilihat dengan jelas merujuk Rajah 2.4.



**Rajah 2-4 :** Teknik Pemodulatan FSK. (a) Data Binari. (b) Frekuensi Termodulat. (c) Elemen Frekuensi. (William Stallings, 2004)

Parameter-parameter yang selalu digunakan untuk menerangkan isyarat penguncian anjakan frekuensi ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.5.



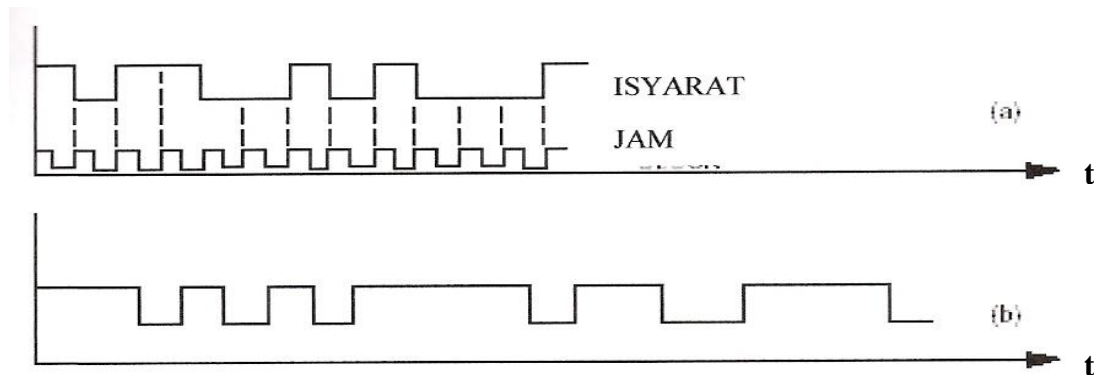
**Rajah 2-5 : Parameter Isyarat Penguncian Anjakan Frekuensi**

Tempoh minimum di antara tanda dan ruang di panggil panjang unsur. Panjang unsur yang biasa digunakan ialah di antara 5 dan 22 milisaat. Namun begitu, panjang unsur kurang daripada 1 mikrosaat dan lebih tinggi daripada 1 saat pernah digunakan. Lebar jalur yang digunakan dalam talian telefon dan perambatan isyarat pada talian berfrekuensi tinggi (*HF*) secara amnya memerlukan panjang unsur melebihi daripada 0.5 milisaat. Kaedah lain yang digunakan untuk menyatakan panjang unsur ialah halaju penguncian. Halaju penguncian (dalam unit baud) adalah bersamaan dengan songsangan panjang unsur dalam unit saat. Sebagai contoh, panjang unsur ialah 20 milisaat (0.002 saat) adalah bersamaan dengan 50 baud halaju penguncian. (Bob Watson,1980)

Pengukuran frekuensi bagi isyarat *FSK* ini selalunya dinyatakan dalam bentuk anjakan dan frekuensi tengah. Anjakan merupakan beza frekuensi di antara frekuensi tanda dan frekuensi ruang. Anjakan selalunya dalam lingkungan 50 ke 1000 Hertz. Frekuensi nominal tengah berada pada kedudukan di antara frekuensi tanda dan frekuensi ruang. Dalam *FM*, sisihan digunakan di mana ianya merupakan nilai sebenar perbezaan di antara frekuensi tengah dan frekuensi tanda dan ruang. Secara logiknya, sisihan juga bersamaan dengan  $\frac{1}{2}$  daripada anjakan.

## 2.4 KAEDAH PENGEKODAN DAN PENYAHKODAN DATA

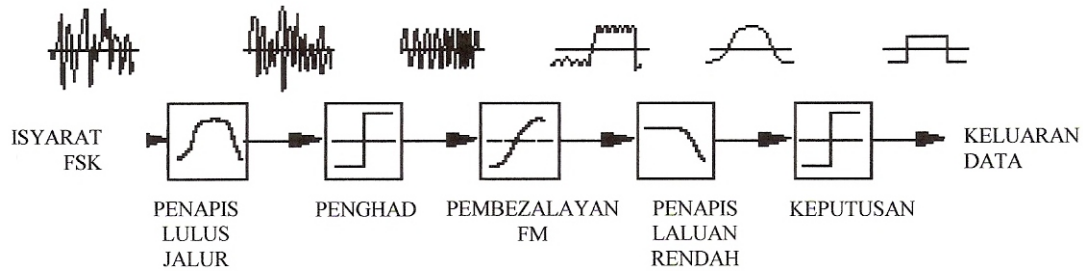
Isyarat *FSK* dihasilkan dengan kaedah pensuisan di antara dua pengayun berfrekuensi tetap untuk menghasilkan frekuensi tanda dan ruang. Terdapat pelbagai kaedah pengekodan untuk penghantaran data menggunakan teknik penguncian anjakan frekuensi ini. Ianya boleh diklasifikasikan kepada dua kumpulan major iaitu pengekodan segerak dan pengekodan tidak segerak. Penghantaran segerak mempunyai penukaran tanda-ke-ruang dan ruang-ke-tanda dalam keadaan kesegerakan dengan rujukan jam (*clock*). Manakala bagi penghantaran tidak segerak, jam tidak diperlukan tetapi mempunyai polar bit khas yang tertentu untuk mengawal masa jam ketika penyahkodan.



**Rajah 2-6 :** (a) Isyarat Segerak. (b) Isyarat Tak Segerak

Penyahmodulatan *FSK* boleh dibahagikan kepada dua kategori iaitu pengesan *FM* jenis penyahmodulatan dan penapis jenis penyahmodulatan. Pengesan *FM* jenis penyahmodulatan ini melaksanakan pemodulatan binari

daripada isyarat *FSK*. Rajah 2.7 menunjukkan gambarajah blok untuk penyahmodulatan pengesan *FM* ini



**Rajah 2.7 :** Pengesan FM – jenis penyahmodulatan FSK

Pengesan FM jenis pemodulatan ini akan menapis isyarat FM dan menyingkirkan isyarat AM yang memberi gangguan kepada isyarat. Penghad akan mengesan isyarat FM ini untuk menghasilkan keluaran voltan positif bagi keadaan tanda dan keluaran negatif bagi keadaan ruang. Seterusnya, penapis laluan rendah berfungsi untuk menyingkirkan komponen-komponen hingar. Litar keputusan akan menghasilkan keluaran di mana semua nilai voltan positif akan ditukar ke binary 1 dan semua nilai voltan negative ditukar ke binary 0. (Bob Watson, 1980)

## **BAB 3**

### **PELAKSANAAN DAN PEMBINAAN**

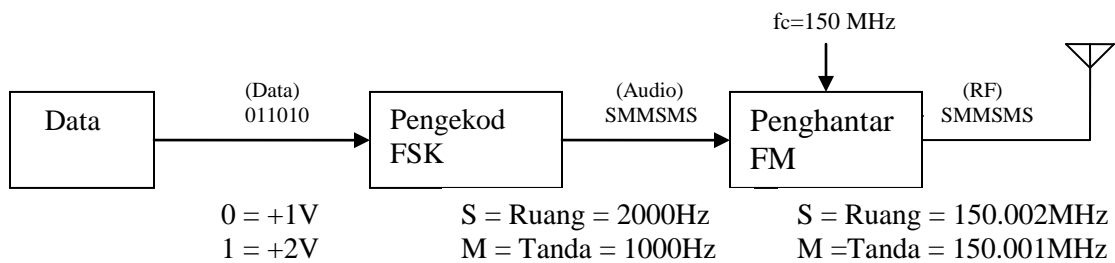
Bab ini membicarakan mengenai proses pelaksanaan bagi sistem modem radio berfrekuensi sangat tinggi (*VHF*) serta sistem komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan kedua-dua penghantar dan penerima. Pelaksanaan ini merangkumi perkakasan, litar-litar yang direkabentuk serta pengiraan secara teori.

#### **3.1 GAMBARAN SISTEM KOMUNIKASI**

Rekabentuk radio modem ini dibahagikan kepada beberapa bahagian iaitu pemodulat dan penyahmodulat. Salah satu daripada bentuk pemodulatan daripada isyarat-isyarat digital kepada satu pembawa RF menggunakan satu teknik yang dipanggil “penguncian anjakan frekuensi” (*FSK*). Radio-teletype adalah salah satu bentuk yang pada awalnya menggunakan jenis pemodulatan ini. Pada hari ini, teknik pemodulatan digital ini adalah agak lapuk dalam bentuk asasnya, walaupun prinsip-prinsip umum daripada FSK digunakan banyak dalam teknik pengekodan data lanjutan.

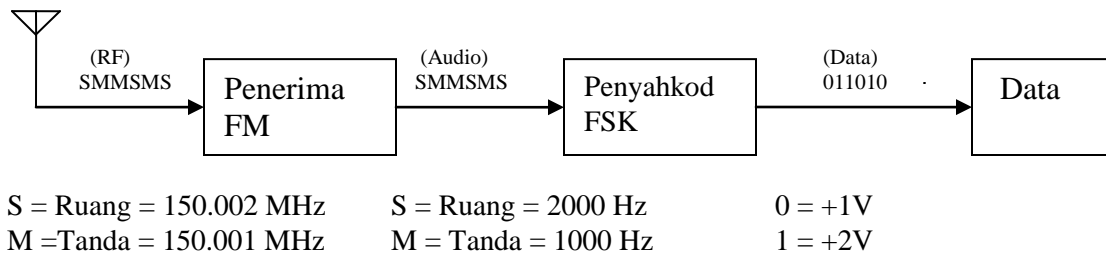
Dalam FSK, 2 keadaan logik digital, “1” dan “0” adalah ditukarkan kepada satu bentuk gelombang sinusoid yang beramplitud tetap yang mana dipindahkan di antara dua frekuensi yang mungkin. Dua frekuensi ini dirujuk sebagai frekuensi “tanda” (*mark*) dan “ruang” (*space*). Frekuensi-frekuensi ini adalah kebiasaannya dalam spektrum frekuensi-audio.

Dalam projek ini, frekuensi tanda (*mark*) adalah 1000Hz mungkin mewakili binari “1” manakala frekuensi ruang adalah 2000Hz mungkin mewakili binari “0”. Dalam satu penghantar radio, jika satu isyarat FSK disuap ke dalam masukan mikrofon dan pemodulatan frekuensi digunakan, pembawa RF pada keluaran daripada penghantar kemudian akan dipindahkan di antara frekuensi-frekuensi tanda RF dan ruang RF berikut. Rujuk Rajah 3-1.



**GAMBARAJAH 3-1** Pengekod FSK dan penghantar

FM adalah agak imun kepada gangguan hingar. Ini adalah kelebihan-kelebihan utama daripada menggunakan FSK dalam satu sistem perhubungan digital. Seperti yang dilihat Rajah 3-2, penerima FM akan mengesan frekuensi-frekuensi audio yang asal dan penyahkod FSK dan kemudiannya akan menukarkannya kembali kepada format digital yang asal. (Gary M. Miller and Jeffrey S. Beasley, 2000).

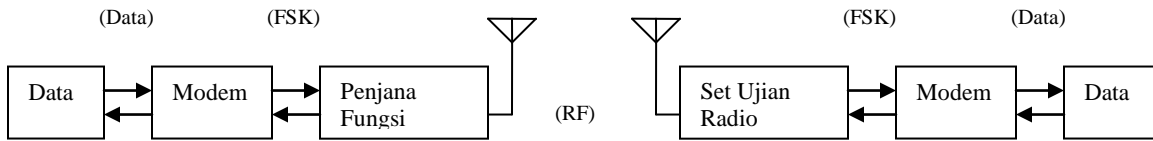


**GAMBARAJAH 3-2** Penerima dan penyahkod perhubungan digital

Dalam beberapa sistem perhubungan digital, walaupun jika radio atau telefon wayar digunakan untuk menghantar isyarat FSK, ianya amat perlukan perhubungan dua arah untuk berlaku secara serentak. Kemudian pengekodan FSK dan penyahkodan FSK diperlukan pada kedua-dua hujung saluran perhubungan. Jika ini telah dibuat, “modems” rajah 3-3 digunakan. “Modem” adalah akronim untuk peranti yang mengandungi satu pengekod FSK atau pemodulat dan satu penyahkod FSK atau penyahmodulat. Dalam kajian ini, pengekod FSK XR-2206 dan penyahkod FSK XR-2211 keluaran EXAR digunakan. Untuk saluran VHF, penjana fungsi serta set ujian radio digunakan. Keluaran daripada litar pengekod disambungkan kepada penjana fungsi, penjana fungsi disetkan kepada frekuensi VHF iaitu 150MHz. Keluaran daripada penjana fungsi disambungkan kepada set ujian radio yang juga disetkan kepada 150MHz. Keluaran daripada Set Ujian Radio (*Radio Test Set*) dimasukkan ke dalam litar penyahkod FSK. Keluaran daripada penyahkod akan mengeluarkan isyarat dalam bentuk digital semula. Pengesetan pada penjana fungsi dan set ujian radio boleh dirujuk pada Lampiran B. Pemodulatan FM digunakan dalam saluran ini.



Penerima FM akan mengesan frekuensi-frekuensi audio yang asal dan penyahkod FSK kemudian akan menukarkannya kembali kepada format digital yang asal.



**Rajah 3-3** Saluran perhubungan digital menggunakan modem

### 3.2 MEREKEBENTUK LITAR MASUKAN BINARI

Kajian ini menggunakan data dalam bentuk digital iaitu logik “1” dan logik “0”. Oleh itu, data dalam bentuk digital yang boleh dikawal direkabentuk. Untuk menggunakan penjana audio biasa yang terdapat dalam makmal hanya dapat menghasilkan data dalam bentuk digital 10101010. Dalam dunia realiti, isyarat data selalunya tidak sekata. Contoh data dalam dunia realiti: 1101011. Untuk menyelesaikan masalah ini maka litar kawalan untuk masukan binari direkabentuk.

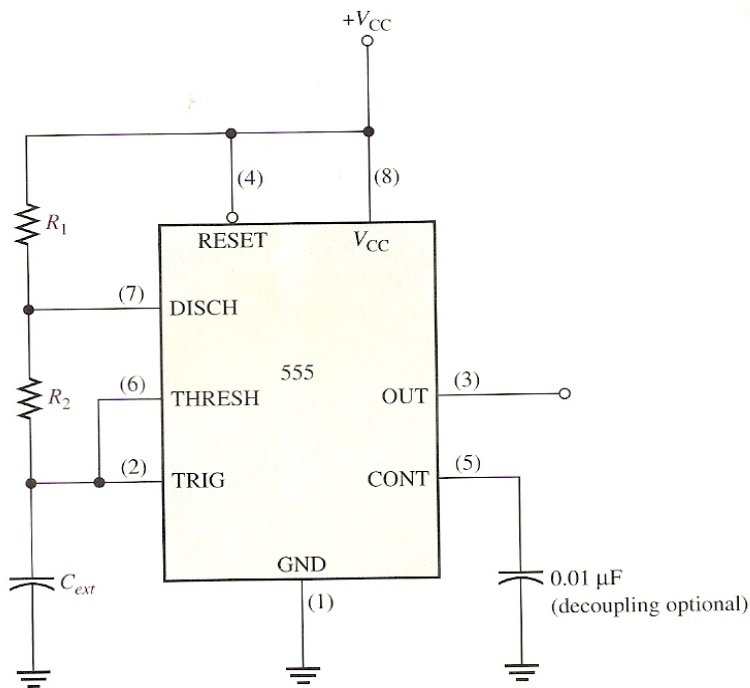
Litar kawalan mempunyai satu pemasa 555, satu pembilang binari, satu suis DIP dan satu pemultipleks. Litar kawalan digunakan untuk memanipulasi masukan binari untuk mendapatkan keluaran FSK yang dikehendaki.

Pemasa 555 adalah peranti yang berkestabilan tinggi untuk menghasilkan lengah masa tepat atau ayunan. Pangkalan-pangkalan tambahan disediakan untuk pemicuan atau pengesetan semula jika perlu. Dalam operasi mod lengah masa, masa secara persisnya dikawal oleh satu perintang dan kapasitor luaran. Untuk operasi tak stabil seperti satu pengayun, frekuensi larian bebas dan kitar tugas secara tepatnya dikawal oleh dua perintang luaran dan satu kapasitor.

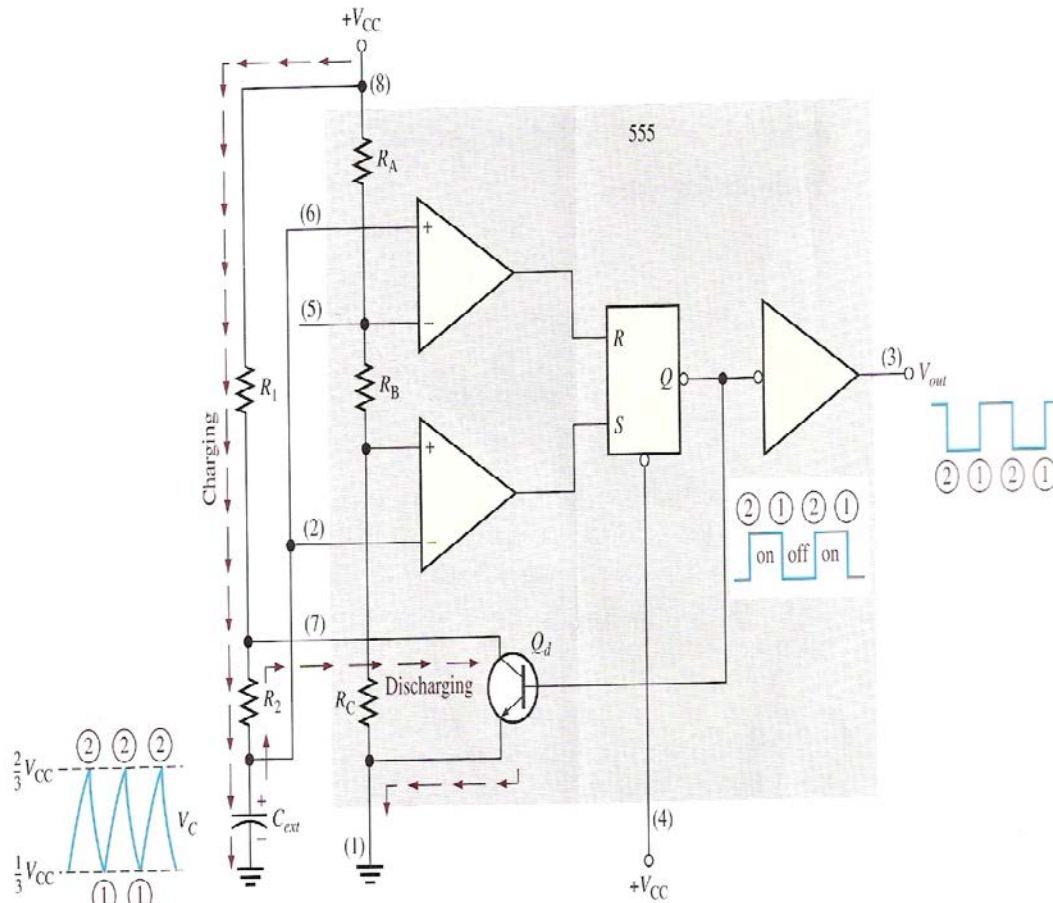
Dalam kajian ini, satu pemasa 555 disambung untuk beroperasi dalam mod tak stabil sebagai satu pengayun bukan bentuk sinus yang bergerak bebas (pemberbilang getar tak stabil) ditunjukkan dalam Rajah 3-4. Masukan ambang (*THRESH*) sekarang disambungkan kepada masukan pemicu (*TRIG*). Komponen-komponen luaran  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $C_{ext}$  membentuk litar pemasaan yang menyetkan frekuensi pengayunan. Kapasitor  $0.01\mu\text{F}$  disambung kepada masukan kawalan (*CONT*) yang secara khasnya untuk nyahgandingan dan tidak mempunyai sebarang kesan ke atas operasi, dalam beberapa kes ia boleh dibiarkan.

Pada awalnya, apabila kuasa dikenakan, kapasitor  $C_{ext}$  tidak mengecas dan kemudian voltan pemicu (pin 2) adalah pada 0 V. Ini menyebabkan keluaran daripada pembanding bawah menjadi tinggi dan keluaran daripada pembanding atas menjadi rendah, memaksa keluaran daripada flip-flop, dan kemudian tapak daripada transistor nyahcas ( $Q_d$ ), rendah dan menjadikan transistor menjadi tutup. Sekarang,  $C_{ext}$  mula mengecas melalui  $R_1$  dan  $R_2$  seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah 3-5. Apabila voltan kapasitor mencapai  $1/3V_{cc}$ , pembanding terendah mensuisakan kepada keadaan keluaran rendah, dan apabila voltan kapasitor

mencapai  $2/3V_{cc}$ , pembanding tertinggi mensuisikan kepada keadaan keluaran tingginya. Ini mensetkan semula flip-flop, menyebabkan tapak daripada transistor nyahcas ( $Q_d$ ) pergi ke tinggi dan transistor menjadi buka. Jujukan ini menghasilkan laluan nyahcas untuk kapasitor melalui  $R_2$  dan transistor seperti yang ditunjukkan. Kapasitor sekarang mula untuk menyahcas, menyebabkan pembanding teratas menjadi rendah. Pada titik di mana kapasitor menyahcas turun kepada  $1/3V_{cc}$ , kapasitor terendah suisikan kepada tinggi, Pengesetan flip-flop di mana menjadikan tapak daripada transistor nyahcas menajdi rendah dan menutup transistor. Kitar pengecasan yang lain bermula, dan proses keseluruhan berulang. (Thomas L. Floyd, 1999).



**Rajah 3-4** Sambungan Pemasa 555 sebagai satu Pemberbilang Getar Tak Stabil  
(Thomas L. Floyd, 1999)



**Rajah 3-5** Operasi pemasa 555 dalam Mod Tak Stabil. (Thomas L. Floyd, 1999)

Keputusan adalah keluaran gelombang segiempat tepat yang mana kitar tugas bergantung kepada nilai-nilai daripada R1 dan R2. Frekuensi pengayunan diberi oleh formula berikut:

$$F = 1 / T = 1.49 / (R1 + 2R2)C \quad (3.1)$$