

PEMBINAAN DAN PENGUJIAN LITAR PENERIMA FM AUDIO
YANG DIGUNA BERSAMA KOMPUTER MULTIMEDIA

TAN BOON KHAI

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN
UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2004



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PEMBINAAN DAN PENGUJIAN LITAR PENERIMA PG 2010
YANG DIMANA BERJAJA KOMPUTER MULTIMEDIA

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 01/03

Saya TAN BOON KHAI

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PENULIS)

PUAN ZULISTARAH ZULKIFLI
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 8-12-16, PERSIARAN
PUNJ TERUBONG 1, 11900

PUAN ZULISTARAH ZULKIFLI

Nama Penyelia

BEJAY LEPAS, PULAU PINANG

Tarikh: 12/3/04

Tarikh: 12/3/04

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

- ** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukillan dan ringkasan tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

12 March 2004



TAN BOON KHAI

HS2001-1646



PENGESAHAN

Tandatangan

1. PENYELIA

(PUAN ZULISTIANA ZULKIFLI)



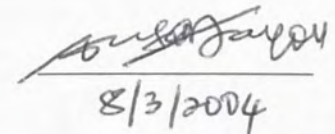
2. PEMERIKSA 1

(ENCIK ALVIE LO SIN VOI)



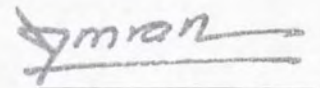
3. PEMERIKSA 2

(DR. JEDOL DAYOU)


8/3/2004

4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)



PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya, Puan Zulistiana Zulkifli, yang telah banyak memberi panduan, bimbingan dan tunjuk ajar semasa menjalankan kajian dan penulisan disertasi ini. Ucapan penghargaan juga ditujukan kepada Dr. Jedol Dayou di atas bimbingan yang telah diberikan. Tidak lupa juga kepada pensyarah program Fizik Dengan Elektronik, Datuk Dr. Mohd. Noh Dalimin, Dr. Fauziah bt. Hj. Aziz, Encik Sa'afie Salleh, Encik Abdullah Chik dan Encik Alvie Lo Sin Voi. Begitu juga pembantu makmal yang sudi membantu dalam mengendalikan peralatan-peralatan kajian.

Ucapan terima kasih juga saya ingin ucapkan kepada rakan-rakan atas bantuan dan dorongan yang tidak berbelah dalam menjayakan kajian ini.

Saya juga ingin mengambil kesempatan untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada ahli keluarga saya atas sokongan mereka.

Sekali lagi, setinggi-tinggi penghargaan turut ditujukan kepada semua pihak yang terlibat, sama ada secara langsung atau tidak langsung. Segala bimbingan dan tunjuk ajar adalah amat dihargai.

Terima kasih.



ABSTRAK

Matlamat kajian ini adalah untuk membina sebuah penerima pemodulatan frekuensi (FM). Penerima FM dapat ditala antara 88.0 MHz hingga 108.0 MHz. Penerima FM berfungsi untuk menerima isyarat yang dipancarkan daripada pemancar yang juga bertala FM dan menyahmodulasikan isyarat yang diterima kepada isyarat asal. Penerima FM ini dibina dengan menggunakan litar bersepadu demi menghasilkan sebuah penerima FM yang bersaiz kecil dan berkuasa rendah di mana litar bersepadu ini mengandungi kesemua fungsi sesebuah penerima. Selepas itu, pengujian dijalankan untuk mengkaji ciri-ciri penerima FM termasuk gelombang pembawa pemodulatan frekuensi, amplitud keluaran dan kualiti isyarat penerimaan. Analisis dijalankan berdasarkan keputusan yang diperolehi. Bentuk gelombang pembawa FM didapati berbentuk sinusoidal. Amplitud isyarat keluaran sebelum diampifikasi dan selepas diampifikasi adalah 0.035 V dan 0.11 V masing-masing. Kualiti isyarat penerimaan adalah baik dimana julat perbezaan antara frekuensi dijana dan frekuensi diterima adalah kurang daripada 2%. Sebagai kesimpulan, hasil kajian ini akan menghasilkan sebuah penerima FM yang dapat menerima dan menyahmodulasi isyarat pembawa kepada isyarat asal yang dihantar oleh pemancar FM.



ABSTRACT

The purpose of this project is to design and built up a electronic receiver circuit. Frequency modulation (FM) receiver will be examined in this project. The single chip of integrated circuit (IC) will be used as the main component of the receiver circuit to construct a miniature and low power receiver. The FM receiver will perform to received a transmitted signal from transmitter, amplified and demodulated to the original signal. The project will started by determine and build up the model of receiver. Then, the receiver will be test for the characteristic of frequency demodulation, which include carrier signal waveform, amplitude of output and the quality of reception signal. Analysis will be done from the collection of data. The pattern of FM waveform is sinusoidal. The amplitude of signal before amplifier and after amplifier are 0.035 V and 0.11V. The quality of reception signal also have good performance, which the difference between generate frequency and reception frequency are less than 2%. As a result of the project, the FM receiver will be construct which can receive and demodulate the carrier wave transmit from the FM transmitter to the original signal.



KANDUNGAN

	Muka Surat
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SINGKATAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 TUJUAN	2
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.4 SKOP KAJIAN	3
BAB 2 ULASAN LITERATUR	4
2.1 LATAR BELAKANG	4
2.1.1 Keperluan Untuk Pemodulatan	5
2.1.2 Bentuk Sistem Komunikasi	6
2.1.3 Jalur Frekuensi Dan Panjang Gelombang	6
2.2 PEMODULATAN FREKUENSI (FM)	7



2.2.1 Julat Frekuensi dan Panjang Gelombang FM	8
2.2.2 Penyahmodulatan Frekuensi	9
2.2.3 Kelebihan Isyarat FM	10
2.3 PENERIMA ELEKTRONIK	11
2.3.1 Jenis-jenis Penerima Elektronik	11
2.3.2 Rekabentuk Penerima Superheterodin	12
2.3.3 Ciri-ciri Penerima Elektronik	16
BAB 3 METADOLOGI	17
3.1 PENGENALAN	17
3.2 MENENTUKAN LITAR PENERIMA	18
3.2.1 Litar Penyahmodulatan	19
3.2.2 Litar Audio Amplifier	22
3.3 PEMBINAAN LITAR PENERIMA	25
3.3.1 Peringkat Pertama: Simulasi Litar Pada Papan Litar	25
3.3.2 Peringkat Kedua: Melukis Dan Mereka Bentuk Litar PCB	26
3.3.3 Peringkat Ketiga: Pembinaan Dan Pematerian Litar PCB	28
3.4 UJIKAJI LITAR PENERIMA	29
3.4.1 Ujikaji Pertama: Gelombang Pembawa Pemodelan Frekuensi	29
3.4.2 Ujikaji Kedua: Amplitud Isyarat Keluaran Audio	31
3.4.3 Ujikaji Ketiga: Kualiti Isyarat Penerimaan	32
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	34
4.1 MODEL PENERIMA FM	34
4.1.1 Fungsi Penerima	37
4.1.2 Bekalan Kuasa Operasi	39
4.1.3 Litar Bersepadu Penyahmodulatan	39



4.1.4	Penalaan Frekuensi	41
4.1.5	Prinsip Superheterodin	41
4.1.6	Penerima Superheterodin FM	42
4.2	KEPUTUSAN: GELOMBANG PEMODULATAN FREKUENSI	44
4.2.1	Gelombang Frekuensi Pemodulatan 88.0 MHz	44
4.2.2	Gelombang Frekuensi Pemodulatan 88.1 MHz	45
4.2.3	Gelombang Frekuensi Pemodulatan 90.60 MHz	46
4.2.4	Gelombang Frekuensi Pemodulatan 93.90 MHz	47
4.2.5	Gelombang Frekuensi Pemodulatan 101.60 MHz	48
4.2.6	Gelombang Pemodulatan Frekuensi	49
4.3	KEPUTUSAN: AMPLITUD ISYARAT KELUARAN	51
4.3.1	Gelombang keluaran audio sebelum diamplicierkan	51
4.3.2	Gelombang keluaran audio selepas diamplicierkan	52
4.3.3	Gelombang keluaran sebelum diamplicierkan semasa tiada isyarat diterima	53
4.3.4	Gelombang keluaran selepas diamplicierkan semasa tiada isyarat diterima	54
4.3.5	Analisis Amplitud Isyarat Keluaran	55
4.4	KEPUTUSAN: KUALITI ISYARAT PENERIMAAN	57
4.4.1	Frekuensi Ujikaji= 150Hz	57
4.4.2	Frekuensi Ujikaji = 200Hz	58
4.4.3	Frekuensi Ujikaji = 250Hz	59
4.4.4	Frekuensi Ujikaji = 300Hz	60
4.4.5	Frekuensi Ujikaji = 500Hz	61
4.4.6	Analisis Kualiti Isyarat Penerimaan	63



4.5 MASALAH KAJIAN	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	66
5.1 KESIMPULAN	66
5.2 CADANGAN	67
RUJUKAN	68
LAMPIRAN	70



SENARAI JADUAL

	Muka Surat
2.1 Spektrum bagi frekuensi-radio (RF)	9
3.1 Senarai nilai-nilai komponen dalam litar penyahmodulatan.	21
3.2 Senarai nilai-nilai komponen dalam litar amplifier audio.	24
3.3 Pengaturcaraan Matlab untuk menganalisis frekuensi penjana.	33
4.1 Frekuensi Pembawa Stesen-stesen Radio di Kota Kinabalu.	38
4.2 Perbezaan antara frekuensi yang dijanakan dan yang diterima.	62
4.3 Peratusan perbezaan antara frekuensi yang dijanakan oleh penjana frekuensi dan frekuensi yang diterima oleh penerima.	62



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Elemen-elemen dalam sistem komunikasi asas	2
2.1 Sistem asas komunikasi elektronik	4
2.2 Bentuk gelombang pemodulatan asas	8
2.3 Struktur penerima superheterodin yang asas	13
3.1 Model penerima elektronik yang dibangun	18
3.2 Bahagian litar penyahmodulatan FM	20
3.3 Bahagian litar audio amplifier	23
3.4 Litar universal PCB yang direka	27
3.5 Susunan peralatan ujikaji dengan pemancar	30
3.6 Susunan peralatan ujikaji penalaan station radio	30
3.7 Susunan peralatan ujikaji amplitud keluaran isyarat	31
3.8 Susunan peralatan ujikaji kualiti isyarat penerimaan	32
4.1 Model penerima FM yang dibina	35
4.2 Litar penerima FM yang dibina	35
4.3 Kedua-dua bahagian penerima iaitu litar penyahmodulatan dan litar audio amplifier.	36
4.4 Blok-blok dalam litar bersepadu TDA7000 dan corak gelombang yang diterima dan dinyahmodulasi.	40
4.5 Bentuk gelombang pembawa frekuensi 88.0 MHz	44
4.6 Bentuk gelombang pembawa frekuensi 88.1 MHz	45
4.7 Bentuk gelombang pembawa frekuensi 90.60 MHz	46



4.8 Bentuk gelombang pembawa frekuensi 93.90 MHz	47
4.9 Bentuk gelombang pembawa frekuensi 101.60 MHz	48
4.10 Gabungan antara gelombang audio dengan gelombang pembawa yang menghasilkan gelombang pemodulatan frekuensi.	49
4.11 Gelombang keluaran audio sebelum diamplicierkan	51
4.12 Gelombang keluaran audio selepas diamplicierkan	52
4.13 Gelombang keluaran sebelum diamplicierkan semasa tiada isyarat diterima	53
4.14 Gelombang keluaran selepas diamplicierkan semasa tiada isyarat diterima	54
4.15 Gelombang sinusoidal sesuatu bunyi yang menunjukkan amplitud	55
4.16 Graf perbandingan untuk frekuensi ujikaji 150 Hz	57
4.17 Graf perbandingan untuk frekuensi ujikaji 200 Hz	58
4.18 Graf perbandingan untuk frekuensi ujikaji 250 Hz	59
4.19 Graf perbandingan untuk frekuensi ujikaji 300 Hz	60
4.20 Graf perbandingan untuk frekuensi ujikaji 500 Hz	61
4.21 Graf perbandingan antara frekuensi penjana dan frekuensi penerima	64



SENARAI SINGKATAN

AF	Frekuensi Audio (<i>Audio Frequency</i>)
AM	Pemodulatan Amplitud (<i>Amplitude Modulation</i>)
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
FM	Pemodulatan Frekuensi (<i>Frequency Modulation</i>)
IF	Frekuensi Pertengahan (<i>Intermediate Frequency</i>)
HF	<i>High Frequency</i>
Hz	<i>Hertz</i>
MF	<i>Medium Frequency</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PM	Pemodulatan Fasa (<i>Phase Modulation</i>)
RF	Frekuensi Radio (<i>Radio Frequency</i>)
S/N	Nisbah Isyarat-Bisingan (<i>Signal-Noise Ratio</i>)
TRF	Penalaan Frekuensi-Radio (<i>Tune Radio-Frequency</i>)
VHF	<i>Very High Frequency</i>



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

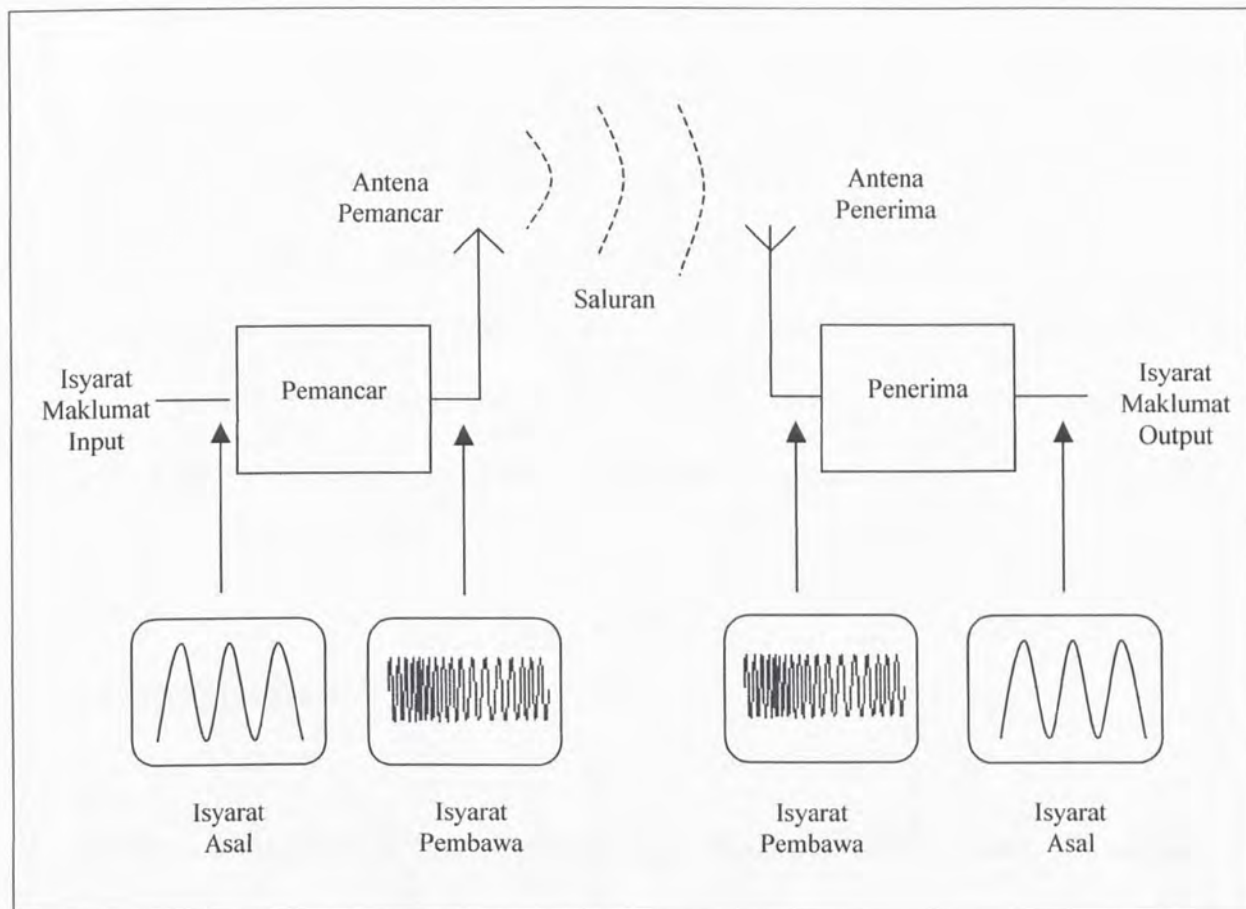
Sistem komunikasi merupakan sebahagian daripada applikasi teknologi elektrik. Dalam era teknologi maklumat, sistem komunikasi memainkan peranan yang amat penting dalam penghantaran maklumat.

Sistem komunikasi yang asas akan mengandungi tiga elemen yang penting iaitu pemancar (*transmitter*), saluran (*channel*) dan penerima (*receiver*) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1. Pemancar berfungsi untuk memancarkan isyarat kepada penerima dan penerima berfungsi sebaliknya iaitu menerima isyarat daripada pemancar. Saluran merujuk kepada bahantara yang digunakan untuk penghantaran isyarat maklumat antara pemancar dan penerima.

Dalam komunikasi radio, iaitu penghantaran frekuensi radio (RF), saluran komunikasi merupakan ruang bebas. Isyarat maklumat tidak boleh dipancarkan terus kepada penerima. Isyarat maklumat perlu dimodulat kepada isyarat pembawa di mana



ia dapat dihantar melalui pemancar dan dikembalikan kepada isyarat asal oleh penerima.



Rajah 1.1 Elemen-elemen penting dalam sistem komunikasi asas.

1.2 TUJUAN

Tujuan projek ini adalah untuk membina sebuah penerima elektronik yang dapat digunakan bersama komputer multimedia.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Antara objektif-objektif kajian ini adalah:

- (1) Membina sebuah penerima elektronik pemodulatan frekuensi (FM) bersaiz kecil serta berkuasa rendah menggunakan litar bersepadu (IC) yang dapat disambungkan kepada komputer multimedia.
- (2) Mengkaji dan menganalisis gelombang pembawa pemodulatan frekuensi penerima FM serta amplitud gelombang keluaran.
- (3) Mengkaji dan menganalisis kualiti isyarat penerimaan.

1.4 SKOP KAJIAN

Terdapat berbagai-bagai jenis penerima yang digunakan dalam sistem komunikasi masa kini. Untuk projek ini, penerima yang dibina menggunakan teori isyarat pemodulatan frekuensi (FM). Isyarat ini bertala pada frekuensi antara 88.0 MHz hingga 108.0 MHz. Penerima FM menyediakan penerimaan dengan lebar jalur 200.0 kHz.

Prinsip penerima yang diaplikasikan dalam projek ini adalah prinsip penerima superheterodin. Litar bersepadu akan digunakan untuk membina sebuah penerima yang bersaiz kecil dan berkuasa rendah.

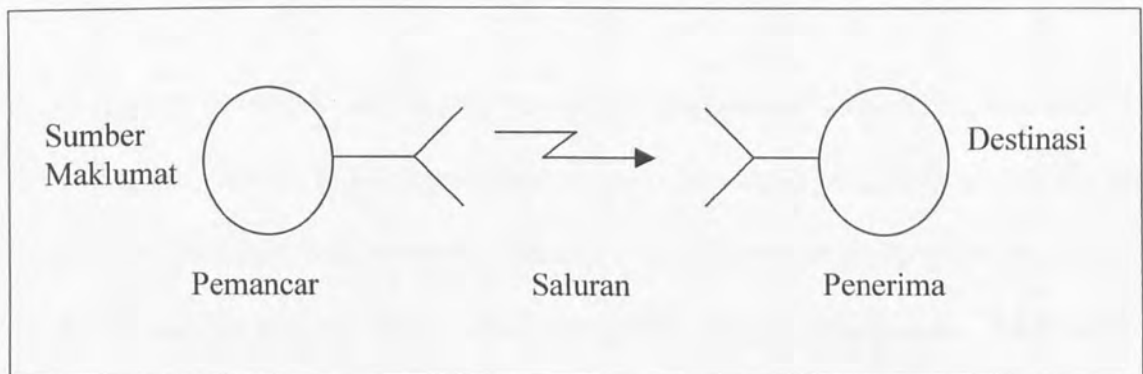


BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 LATAR BELAKANG

Setiap sistem komunikasi menghantar maklumat dari pemancar kepada penerima melalui suatu saluran komunikasi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1. Isyarat akan dimodulat oleh pemancar kepada isyarat pembawa sebelum dipancarkan kepada penerima. Penerima akan menyahmodulat isyarat kepada isyarat asal yang berguna.



Rajah 2.1 Sistem asas komunikasi elektronik.

2.1.1 Keperluan Untuk Pemodulatan

Penghantaran frekuensi seperti frekuensi radio merupakan rambatan gelombang elektromagnet. Perambatan gelombang elektromagnet pada frekuensi dalam spektrum audio, iaitu di bawah 20 kHz adalah sukar dilaksanakan. Sebagai contoh, antena penghantar dan penerima seharusnya mempunyai ketinggian sama dengan suku jarak gelombang frekuensi yang digunakan iaitu 75 m pada 1 MHz di dalam jalur penyebaran, tetapi pada 15 kHz antena akan mencapai ketinggian 5000 m (Syed Idris Syed Hassan & Othman Sidek, 1994).

Selain itu, semua bunyi adalah tertumpu dalam julat antara 20 Hz ke 20 kHz. Ini menyebabkan isyarat daripada sumber berlainan akan bercampur. Untuk memisahkan isyarat-isyarat ini, isyarat-isyarat ini perlu diubahkan kepada bahagian spektrum elektromagnet yang berlainan. Ini juga dapat menyelesaikan masalah penyinaran kurang baik pada frekuensi rendah.

Isyarat pembawa yang tanpa pemodulatan mempunyai amplitud, frekuensi dan sudut fasa yang malar. Walau bagaimanapun, sesuatu sumber maklumat mengandungi kuantiti yang sentiasa berubah-ubah. Misalnya, percakapan terdiri daripada perubahan amplitud dan frekuensi yang cepat dan tidak dapat diramalkan. Kedua-dua pembolehubah dengan satu set yang terdiri daripada tiga parameter malar tidak mungkin diwakili. Dengan itu, pembawa tanpa pemodulatan tidak boleh digunakan untuk menghantar maklumat.



2.1.2 Bentuk Sistem Komunikasi

Terdapat tiga bentuk sistem komunikasi yang asas:

- Sistem yang menggunakan pemodulatan amplitud (AM).
- Sistem yang menggunakan pemodulatan sudut, iaitu pemodulatan frekuensi (FM) dan pemodulatan fasa (PM).
- Sistem yang menggunakan teknik digital.

Ketiga-tiga bentuk modulasi ini dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut (Roy Blake, 2002):

$$x = X \sin(\omega t + \theta) = X \sin(2\pi ft \pm \theta) \quad (2.1)$$

di mana

x = nilai seketika (i atau v)

X = amplitud maksimum (I atau V)

ω = halaju sudut (radian per saat)

f = frekuensi seketika

t = masa

θ = sudut fasa

Pemodulatan amplitud (AM) berlaku apabila X berubah dengan f dan θ yang malar.

Pemodulatan frekuensi (FM) berlaku apabila f berubah dengan X dan θ yang malar.

Pemodulatan fasa berlaku apabila θ berubah dengan X dan f yang malar.

2.1.3 Jalur Frekuensi Dan Panjang Gelombang

Gelombang radio dapat dijelaskan berdasarkan panjang gelombang (λ). Panjang gelombang ditakrifkan sebagai jarak yang dilalui oleh gelombang dalam suatu tempoh



masa yang sama dengan kala (Norazan Mohd Kassim, 1997). Hubungan antara panjang gelombang dengan frekuensi adalah:

$$v = f\lambda \quad (2.2)$$

di mana v = halaju gelombang (ms^{-1})

f = frekuensi gelombang (Hz)

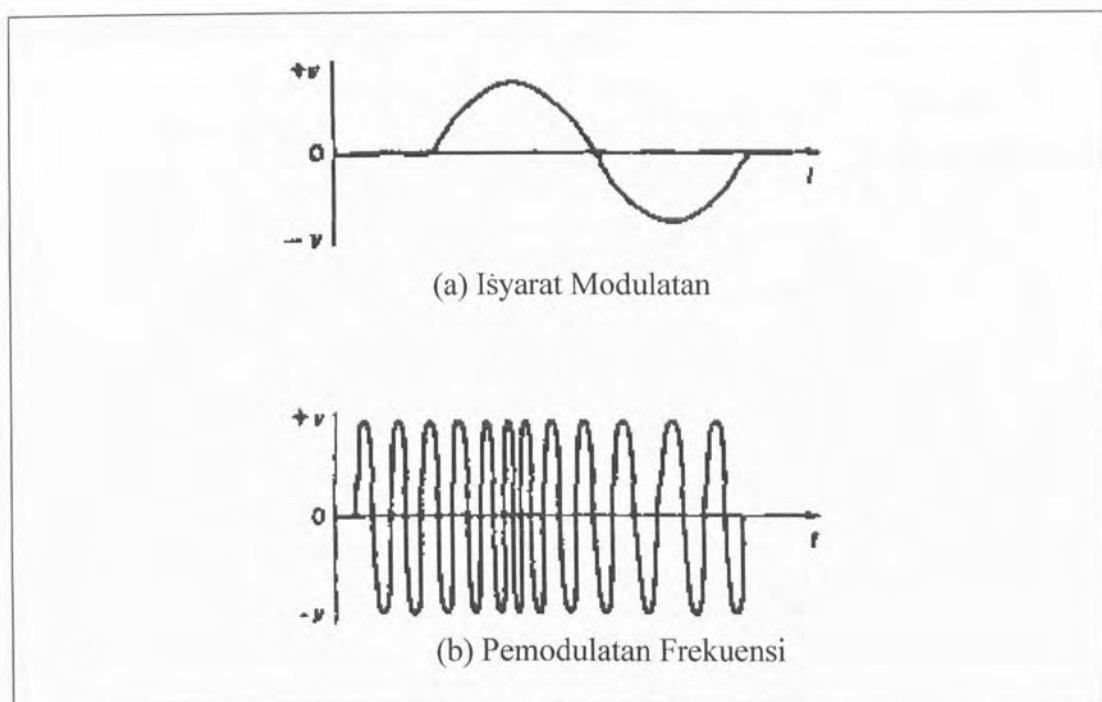
λ = panjang gelombang (m)

Untuk gelombang radio dalam ruang bebas, halajunya adalah sama dengan halaju cahaya iaitu $300 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$. Daripada Persamaan 2.2, panjang gelombang akan bertambah apabila frekuensi gelombang berkurang.

2.2 PEMODULATAN FREKUENSI (FM)

Dalam sistem FM, frekuensi pembawa termodulat akan berubah dengan isyarat pemodulatan dengan amplitud pembawa termodulat kekal malar. Sistem praktik FM yang pertama dikemukakan oleh Edwin Armstrong pada tahun 1936. (Blake, 2002). Rajah 2.3 menunjukkan keadaan gelombang pemodulatan FM asas.





Rajah 2.2 Bentuk gelombang pemodulatan asas. (a) Isyarat modulatan dan (b) Gelombang FM.

2.2.1 Julat Frekuensi dan Panjang Gelombang FM

Jadual 2.1 menunjukkan julat frekuensi dan panjang gelombang bagi frekuensi radio. Julat frekuensi FM adalah antara 88.0 MHz hingga 108.0 MHz yang ditetapkan oleh *Federal Communications Commission* (FCC) pada tahun 1945. (Tomasi, 1998).

Jadual 2.1 Spektrum bagi frekuensi-radio (RF).

HURAIAN	FREKUENSI (f)	PANJANG GELOMBANG (λ)
<i>Extremley High</i> Frekuensi (EHF)	30 GHz – 300GHz	1 mm – 1 cm
<i>Super High</i> Frekuensi (SHF)	3 GHz – 30 GHz	1 cm – 10 cm
<i>Ultra High</i> Frekuensi (UHF)	300 MHz – 3 GHz	10 cm – 1 m
<i>Very High</i> Frekuensi (VHF)	30 MHz – 300 MHz	1 m – 10 m
<i>High</i> Frekuensi (HF)	3 MHz – 30 MHz	10 m – 100 m
<i>Medium</i> Frekuensi (MF)	300 kHz – 3 MHz	100 m – 1 km
<i>Low</i> Frekuensi (LF)	30 kHz – 300 kHz	1 km – 10 km
<i>Very Low</i> Frekuensi (VLF)	3 kHz – 30 kHz	10 km – 100 km
<i>Voice</i> Frekuensi (VF)	300 Hz – 3 kHz	100 km – 1000 km
<i>Extremely Low</i> Frekuensi (ELF)	30 Hz – 300 Hz	1000 km – 10, 000 km

2.2.2 Penyahmodulatan Frekuensi

Penyahmodulatan frekuensi merupakan satu proses menghasilkan maklumat asal daripada isyarat termodulat yang diterima daripada pemancar. Fungsi penyahmodulatan FM adalah untuk menukar sisihan frekuensi pembawa yang datang ke perubahan amplitud audio frekuensi (AF). Penukaran ini mesti dilakukan dengan berkesan dan lurus (Syed Idris S.H. & Othman Sidek, 1994).

Secara umumnya, penerima FM beroperasi berdasarkan prinsip yang sama seperti penerima jenis superheterodin. Kriteria yang sama digunakan dalam bahagian pemilihan frekuensi pertengahan dan juga amplifier IF. Perbezaannya adalah terdapat bahagian yang dikenali sebagai penghad sebelum pengesan.



RUJUKAN

- Blake, R., 2002. *Electronic Communication Systems*. Ed. ke-2. United State of America: Delmar.
- Eargle, J., 2001. *The Microphone Book*. United States of America: Focal Press.
- Frank, R.D., 1993. *Electronic Communication Systems*. Ed. ke-2. New York: Delmar Publishers Inc..
- Geoff, L., 1997. *Communication Technology Handbook*. Ed. ke-2. Focal Press.
- Giancoli, D.C., 2000. *Physics For Scientists and Engineers*. Ed. ke-3. United States of America: Prentice Hall.
- Kennedy, G. & Davis, B., 1993. *Electronic Communication Systems*. Ed. ke-4. New York: McGraw-Hill.
- Norazan Mohd Kassim. 1997. *Pemodulatan: Topik Pengenalan Dalam Elektronik dan Telekomunikasi*. Ed. ke-2. Malaysia: Penerbit Universiti Teknologi Malaysia. Terjemahan. Connor, F.R. 1982. *Modulation: Introductory Topics in Electronics and Telecommunications*. Ed. ke-2. Edward Arnold.
- Patrick D., 2002. *Telecommunication Circuit Design*. Ed. ke-2. New York: John Wiley & Sons, Inc..



Roddy, D. & Coolen, J., 1995. *Electronic Communication Systems*. Ed. ke-4. New Jersey: Prentice Hall.

Schoenbeck, R.J., 1992. *Electronic Communications: Modulation and Transmission*. Ed. ke-2. New Jersey: Prentice Hall.

Syed Idris Syed Hassan & Othman Sidek., 1994. *Sistem Perhubungan Elektronik*. Ed. ke-3. Pulau Pinang: Penerbit Universiti Sains Malaysia. Terjemahan. Kennedy, G. 1985. *Electronic Communication Systems*. Ed. ke-3. New York: McGraw-Hill.

Tomasi, W., 1998. *Electronic Communications Systems: Fundamentals Through Advanced*. Ed. ke-3. New Jersey: Prentice Hall.

Young, P.H., 1999. *Electronic Communication Techniques*. Ed. ke-4. New Jersey: Prentice-Hall Inc..

RUJUKAN INTERNET

National Semiconductor, 2000. *Datasheet: LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier*. <http://www.national.com/pf/LM/LM386.html>.

Philips Semiconductor, 1992. *Datasheet: TDA7000 General description FM Radio Circuit*. <http://www.semiconductors.philips.com/pip/TDA7000.html>.

