

3100096007321

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	22 NOV 1994
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	4926

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
MODEM KOMUNIKASI DATA
ANTAR KOMPUTER IBM PC
DENGAN MENGGUNAKAN SINAR INFRA MERAH
SEBAGAI MEDIA TRANSMISI



RSE
621.394 141
Rahm
P-1
1994

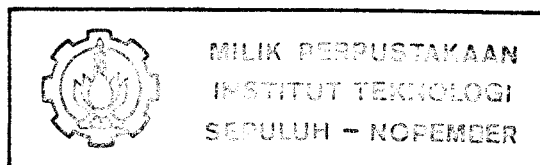
Oleh :

RAHMAN RAMADYA

NRP : 288 220 0985

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

1994



**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
MODEM KOMUNIKASI DATA
ANTAR KOMPUTER IBM PC
DENGAN MENGGUNAKAN SINAR INFRA MERAH
SEBAGAI MEDIA TRANSMISI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

Pada

Bidang Studi Teknik Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

S u r a b a y a

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing

 14/10/94

DR. Ir. Moch. Salehudin, M.Eng.Sc

SURABAYA

Oktober, 1994

ABSTRAK

Sejalan dengan kian pesatnya perkembangan teknologi elektro-optis yang banyak digunakan di bidang telekomunikasi, maka adalah penting untuk mempelajari dan mendalami sistem elektro-optis ini. Infra merah merupakan salah satu bentuk sinar yang memiliki panjang gelombang antara 0,75 μm hingga 1.000 μm yang dapat dimanfaatkan dalam bidang komunikasi.

Dalam tugas akhir ini direncanakan dan dibuat perangkat modem komunikasi data antar komputer PC dengan menggunakan sinar infra merah sebagai media transmisi. Modem yang direncanakan dan dibuat adalah dua jenis, yaitu dengan menerapkan modulasi Amplitude Shift Keying (ASK) dan Frequency Shift Keying (FSK). Frekuensi pembawa untuk modem ASK adalah 40 kHz, sedangkan frekuensi pembawa untuk modem FSK adalah 2.200 Hz untuk frekuensi space, dan 1.200 Hz untuk frekuensi mark. Modem dilengkapi dengan perangkat lunak yang menentukan format data yang ditransmisikan serta menentukan inisialisasi lain yang diperlukan.

Pengukuran unjuk kerja modem dilaksanakan dengan mengamati laju kesalahan data yang ditransmisikan, baik secara bertahap dengan meningkatkan baud rate, maupun dengan meredam daya pancar sinar infra merah dan kemudian membandingkan ke dua sistem modem tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh, maka modem FSK infra merah memiliki unjuk kerja sedikit lebih baik, yaitu mengalami improvement sebesar kurang dari 1 dB, bila dibandingkan dengan modem ASK infra merah

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa atas segala rahman dan rahim-Nya, maka dapat diselesaikan tugas akhir ini dengan judul :

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MODEM KOMUNIKASI DATA
ANTAR KOMPUTER IBM PC DENGAN MENGGUNAKAN SINAR INFRA
MERAH SEBAGAI MEDIA TRANSMISI**

Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada akhirnya, penulis berharap bahwa tugas akhir ini dapat berguna bagi pengembangan lebih lanjut tentang pengetahuan dan teknologi elektro-optis bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, September 1994

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, dengan selesainya buku tugas akhir ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak DR. Ir. M. Salehudin, M.Eng.Sc, selaku dosen pembimbing dan Ketua Jurusan Teknik Elektro ITS, yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Yanto Suryadhana, selaku dosen wali.
3. Bapak Ir. M. Aries Purnomo, selaku Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro ITS.
4. Bapak Ir. Wirawan, Ir. Gamantyo, dan Ir. Suwadi, selaku dosen Bidang Studi Teknik Telekomunikasi yang telah banyak memberikan bantuan dan ide.
5. Bapak dan Ibu tercinta yang telah banyak memberikan motivasi dan semangat serta dorongan yang tak ternilai baik secara moril maupun materiil.
6. Walikota Jakarta Pusat Bapak H. Abdul Kahfi dan Ibu Hj. Neny Kahfi, yang dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati telah memberikan banyak motivasi dan dukungan moril dan materiil.
7. Mak Cum tersayang yang telah banyak membantu secara moril dan materiil dan memompa semangat penulis.
8. Kang Pram, Kang Suluh dan Mbok Holik serta Mbak Nina yang begitu banyak memberikan tambahan semangat dan motivasi.
9. Sepupu yang tercinta, Yani, Fian, Wiwing, Alis, Shinta, Anda, Rizal, Dimas, Lucky, dan Ardy.

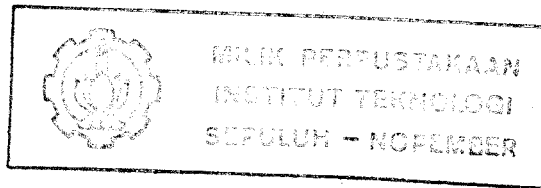
10. Kekasih tersayang Dewi Ratih Chandrati yang dengan setulus hati banyak memberikan dorongan semangat.
11. Rekan-rekan penghuni Lab. B-301, Nopeck, Mat dan Paidi, serta Djoel, dan alumni E-28, Yudi, Koming dan Maming, .
12. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro yang membantu secara langsung maupun tidak langsung, serta pihak-pihak lain yang tidak mungkin untuk disebut satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan ridho dan rahman serta rahimNya atas semua yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan dan Pembatasan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Metodologi	4
1.5 Sistematika Pembahasan	4
1.6 Relevansi	5
BAB II TEORI PENUNJANG	6
2.1 Sinar Infra Merah	6
2.1.1 Propagasi Sinar Infra Merah	7
2.2 Pembangkit Infra Merah	7
2.3 Detektor Infra Merah	9
2.4 Teknik Modulasi Infra Merah Untuk Transmisi Data	11
2.5 Amplitude Shift Keying	12
2.5.1 Modulator ASK Biner	13
2.5.2 Demodulator	15

	Halaman
2.5.3 Unjuk Kerja Deteksi ASK Koheren dan Tak Koheren	16
2.5.3.1 Deteksi Tak Koheren	16
2.5.3.2 Probability Of Error	16
2.6 Frequency Shift Keying	18
2.6.1 Pembangkitan FSK	18
2.6.2 Bandwidth Pada FSK	19
2.6.3 Demodulasi	21
2.6.4 Deteksi Tak Koheren	22
2.6.5 Unjuk Kerja FSK Tak Koheren	23
2.7 Komunikasi Data Serial	26
2.7.1 Sistem Komunikasi Data Serial	26
2.7.1.1 Komunikasi Asinkron	26
2.7.1.2 Komunikasi Sinkron	27
2.8 Standar Protokol Komunikasi Serial RS-232C	28
2.9 8250 UART	28
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	30
3.1 Sistem Komunikasi Data Dengan Infra Merah	30
3.2 Modulator FSK	30
3.2.1 Perencanaan Frekuensi Operasi	31
3.2.2 Frekuensi Sweep dan Modulasi	32
3.2.3 Amplitudo Output	32
3.3 Demodulator FSK	33
3.4 Modulator ASK	35
3.5 Demodulator ASK	36
3.6 Rangkaian Driver RS-232C	37



	Halaman
3.7 Pemancar Infra Merah	38
3.8 Penerima Infra Merah	39
3.9 Perangkat Lunak	40
3.9.1 Inisialisasi 8250 UART	41
3.9.2 Pengiriman Data	41
3.9.3 Penerimaan Data	41
BAB IV PENGUKURAN UNJUK KERJA	43
4.1 Umum	43
4.2 Karakteristik dan Kestabilan Sinyal ASK Termodulasi Sinyal Digital	44
4.3 Karakteristik dan Kestabilan Sinyal FSK Termodulasi Sinyal Digital	46
4.4 Pengujian Pemancar dan Penerima Infra Merah	49
4.5 Pengukuran Laju Kesalahan Data dan Unjuk Kerja Modem	50
BAB V PENUTUP	59
5.1 KESIMPULAN	59
5.2 SARAN	60
DATAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
USULAN TUGAS AKHIR	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik	6
2. Gambar 2.2. Distribusi Pita Absorpsi Uap Air Karbon Dioksida dan Ozon	7
3. Gambar 2.3 Diagram Taraf Energi	8
4. Gambar 2.4 Detektor Infra Merah	9
5. Gambar 2.5 Pembangkitan ASK Dari Baseband	12
6. Gambar 2.6 Pola Gelombang OOK	13
7. Gambar 2.7 On-Off Keying Level Tegangan Nol	13
8. Gambar 2.8 On-Off Keying Level Tegangan Tidak Nol	14
9. Gambar 2.9 Rangkaian Gating Untuk Modulasi AM	14
10. Gambar 2.10 Penggunaan Saklar Sebagai Ganti Pengali Gated Modulator ...	15
11. Gambar 2.11 Blok Diagram Demodulator ASK Tak Koheren	16
12. Gambar 2.12 Unjuk Kerja P_e Untuk Berbagai Pola Modulasi	17
13. Gambar 2.13 Pola Gelombang FSK	18
14. Gambar 2.14 Pembangkitan FSK Biner	19
15. Gambar 2.15 Modulator FSK Biner	20
16. Gambar 2.16 Demodulator FSK	22
17. Gambar 2.17 Detektor FSK Tak Koheren	22
18. Gambar 2.18 Komponen Sinyal Pada Detektor FSK Tak Koheren	23
19. Gambar 2.19 Bentuk Gelombang Output Detektor FSK Tak Koheren	23
20. Gambar 2.20 Unjuk Kerja FSK Koheren Tak Koheren	25
21. Gambar 2.21 Format Data Transmisi Serial Asinkron	26
22. Gambar 2.22 Sinkronisasi Karakter	28
23. Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Komunikasi Data Infra Merah	30
24. Gambar 3.2 Pembangkit FSK	31

	Halaman
25. Gambar 3.3 Rangkaian Frekuensi Sweep	32
26. Gambar 3.4 Rangkaian Umum FSK dan Tone Detection	34
27. Gambar 3.5 Rangkaian Modulator ASK	36
28. Gambar 3.6 Rangkaian Demodulator ASK	37
29. Gambar 3.7 MC1488 dan MC1489	38
30. Gambar 3.8 Pemancar Infra Merah	38
31. Gambar 3.9 Penguat Infra Merah tahap Pertama	40
32. Gambar 3.10 Penguat Tahap Ke Dua dan Tiga	40
33. Gambar 3.11 Modem, Pemancar dan Penerima Infra Merah	42
34. Gambar 4.1 Metoda Pengamatan Sinyal ASK	44
35. Gambar 4.2 Hasil Pengamatan Sinyal ASK Termodulasi Sinyal Digital F=40,0076 kHz, T/DIV=2 ms, V/DIV=1 V	45
36. Gambar 4.3 Metoda Pengukuran Kestabilan Frekuensi Sinyal ASK	45
37. Gambar 4.4 Metoda Pengamatan Sinyal FSK	46
38. Gambar 4.5 Sinyal FSK Termodulasi Sinyal Biner T/DIV=0,5 ms, V/DIV=2 V	47
39. Gambar 4.6 Metoda Pengukuran Kestabilan Frekuensi Sinyal FSK	48
40. Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Frekuensi Sinyal FSK Berlogika 0 F=2021,25 Hz, T/DIV=0,2 ms, V/DIV=1 V	48
41. Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Frekuensi Sinyal FSK Berlogika 1 F=2021,25 Hz, T/DIV=0,2 ms, V/DIV=1 V	49
42. Gambar 4.9 Metoda Pengujian Pemancar dan Penerima Infra Merah	50
43. Gambar 4.10 Blok Set Up Peralatan Untuk Pengukuran Unjuk Kerja	52
44. Gambar 4.11 Metoda Pengukuran Unjuk Kerja Modem	52
45. Gambar 4.12 Grafik Unjuk Kerja Modem ASK Infra Merah	56

46. Gambar 4.13 Grafik Unjuk Kerja Modem FSK Infra Merah	57
47. Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Unjuk Kerja Modem ASK dan FSK	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Laju Kesalahan Data Modem Infra Merah Untuk 1000 Karakter Yang Dikirimkan	51
2. Tabel 4.2 P_e Sebagai Fungsi Dari E_b/N_0 Modem Infra Merah	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Spektrum gelombang elektromagnetik yang dapat dimanfaatkan sebagai media transmisi telekomunikasi amat terbatas. Oleh karena itu, adalah perlu untuk mengoptimalkan spektrum frekuensi gelombang elektromagnetik ini. Dan salah satu spektrum gelombang elektromagnetik yang dimungkinkan untuk diaplikasikan dalam bidang telekomunikasi adalah sinar infra merah. Komunikasi data antar komputer telah lama dilakukan, di mana media transmisi yang digunakan ada beberapa macam, yaitu atmosfer, kabel dan serat optik. Selama ini, sinar infra merah tidak terlalu banyak dimanfaatkan sebagai media transmisi untuk komunikasi data. Pada prinsipnya, sinar infra merah untuk komunikasi data harus dimodulasi dahulu pada frekuensi tertentu. Hal ini bertujuan agar penerima dapat membedakan antara sinar dari pemancar dengan sinar yang berasal dari benda-benda di sekitarnya yang juga memancarkan spektrum infra merah.

Dengan makin berkembangnya teknologi elektronika dan teknologi komunikasi, maka dimungkinkan untuk dibuat perangkat modem komunikasi data antar komputer dengan menggunakan sinar infra merah sebagai media transmisi. Beberapa alasan penggunaan sinar infra merah adalah disamping pembangkitannya tidak terlalu mahal, juga tidak diperlukan lisensi penggunaan spektrum frekuensi yang bekerja pada daerah infra merah, serta terbebas dari interferensi dengan sistem frekuensi radio yang telah banyak digunakan.

Sedangkan teknik modulasi yang dapat digunakan dalam komunikasi data dengan menggunakan sinar infra merah adalah teknik Amplitude Shift Keying (ASK), dan Frequency Shift Keying (FSK).

Dalam tugas akhir ini dibahas perencanaan dan pembuatan modem komunikasi data antar komputer dengan memanfaatkan sinar infra merah sebagai media transmisi. Informasi digital yang dikodekan dalam standar ASCII harus dimodulasi dahulu pada frekuensi tertentu untuk kemudian dipancarkan dengan menggunakan dioda infra merah. Pada bagian penerima, sinar ini dideteksi oleh detektor infra merah, diperkuat dan kemudian didemodulasi sehingga dapat diperoleh kembali sinyal informasi untuk diteruskan ke komputer.

Sasaran yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah untuk menghimpun data tentang unjuk kerja modem komunikasi data yang menggunakan sinar infra merah sebagai media transmisi dengan menerapkan beberapa teknik modulasi, sehingga dapat diperoleh suatu teknik modulasi sinyal infra merah yang tepat untuk komunikasi data.

1.2 PERMASALAHAN DAN PEMBATASAN MASALAH

Unjuk kerja masing-masing modem infra merah ini perlu untuk diketahui dengan cara dilakukan pengukuran pengiriman data digital sehingga dapat diterima pada bagian penerima. Di samping itu, juga dilakukan pengiriman sinyal dengan daya yang berlainan, dengan dimulai dari daya yang lebih besar hingga daya yang kecil, sehingga sinyal informasi yang diterima mulai terjadi error. Penurunan daya pancar ini dilakukan dengan peredaman sinyal yang ditransmisikan. Karena media transmisi yang digunakan bekerja pada panjang gelombang optis, maka peredaman sinyal seharusnya dilakukan pada lintasan sinyal optis di antara pemancar dan



penerima infra merah, akan tetapi karena ketidaktersediaan perangkat optical attenuator, maka dilakukan simulasi dengan melakukan peredaman arus yang mengalir pada LED infra merah, sehingga intensitas pancaran sinar infra merah menjadi berkurang dan hal ini berarti terkait dengan level daya yang diterima detektor.

Dalam tugas akhir ini dibahas tentang perencanaan dan pembuatan modem komunikasi data antar komputer dengan menggunakan sinar infra merah sebagai media transmisi dan dibatasi pada beberapa hal di bawah ini :

1. Panjang gelombang sinar infra merah yang digunakan adalah 940 nm.
2. Teknik modulasi yang digunakan adalah ASK dan FSK.
3. Sistem pemancar dan penerima line of sight.
4. Transmisi data dilakukan di dalam ruangan, sehingga spektrum infra merah pengganggu dari sinar matahari diasumsikan dapat diabaikan, dan hanya perambatan pada atmosfer sebagai penyebab peredam level sinyal infra merah pada detektor, di mana redaman dilakukan dengan cara simulasi yakni dengan meredam pancaran sinar infra merah pada IRED dengan menggunakan attenuator.

Perangkat keras yang direncanakan meliputi modulator dan demodulator, pemancar dan penerima infra merah. Selain itu, juga dibahas perencanaan dan pembuatan perangkat lunak guna mengolah dan membentuk format data yang ditransmisikan.

1.3 TUJUAN

Tujuan Tugas Akhir ini adalah merancang dan membuat modem komunikasi data antara komputer dengan memanfaatkan sinar infra merah sebagai media transmisi. Disamping itu, juga dilakukan penelitian dan pengukuran modem

komunikasi data yang menerapkan beberapa teknik modulasi bagi pemancar infra merah, sehingga dapat diketahui unjuk kerja dari masing-masing modem tersebut.

1.4 METODOLOGI

Metodologi perencanaan dan pembuatan modem komunikasi data dengan menggunakan sinar infra merah sebagai media transmisi ini dijabarkan dalam beberapa langkah berikut :

1. Penelaahan studi mengenai sistem pembangkitan dan pemancaran sinar infra merah sebagai media transmisi untuk komunikasi data, teknik antarmuka RS-232 dan teknik pemrograman UART secara perangkat keras dan perangkat lunak.
2. Perencanaan dan pembuatan modem komunikasi data sebagai antarmuka komputer dengan pemancar infra merah.
3. Perencanaan dan pembuatan perangkat lunak komunikasi data.
4. Pengukuran unjuk kerja modem infra merah yang menerapkan teknik modulasi yang berbeda.

1.5 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan dibagi menjadi lima bagian yang dituangkan dalam penulisan bab-bab sebagai berikut :

Bab I berisi pendahuluan, dibahas tentang latar belakang, permasalahan dan pembatasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika pembahasan serta relevansi Tugas Akhir. Dilanjutkan dengan bab II yang berisi teori penunjang tentang pembangkitan dan detektor sinar infra merah, modulasi-demodulasi ASK dan FSK. Juga diuraikan tentang protokol komunikasi serial RS-232C.

Dalam bab III dijabarkan tentang perencanaan dan pembuatan modem komunikasi data, dan dilanjutkan dengan bab IV yang berisikan tentang penjelasan tentang hasil pengukuran unjuk kerja masing-masing modem disertai dengan analisisnya, dan terakhir adalah bab V berisi kesimpulan dan saran dari Tugas Akhir ini.

1.6 RELEVANSI

Komunikasi data antar komputer dengan menggunakan sinar infra merah sebagai media transmisi ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengiriman informasi dari satu komputer ke komputer lain atau ke perangkat input output lain sehingga tidak lagi diperlukan sistem perkabelan. Selain itu, perangkat komunikasi data ini dapat dikembangkan untuk wireless Local Area Network, dan bisa juga digunakan untuk memahami teknologi elektro optis guna diteruskan ke bidang yang lebih lanjut, yaitu teknologi laser.

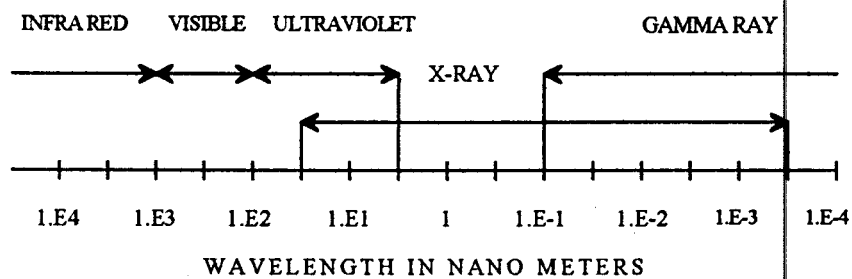
BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 SINAR INFRA MERAH

Sumber radiasi infra merah atau juga disebut sumber optis ada dua kelompok, yaitu yang dihasilkan dari partikel materi netral dan partikel materi bermuatan. Partikel materi netral terdiri atas atom atau molekul yang harus ditumbukkan agar dapat dipancarkan sinar infra merah, sedangkan partikel materi bermuatan adalah berupa elektron atau ion yang dipercepat dengan menggunakan medan listrik sehingga dapat dihasilkan sinar infra merah.

Radiasi sinar infra merah pada spektrum gelombang elektromagnetik menempati posisi antara panjang gelombang sinar tampak dengan gelombang mikro, tepatnya memiliki panjang gelombang antara $0,75 \mu\text{m}$ hingga $1.000 \mu\text{m}$. Sistem infra merah biasanya terdiri atas beberapa bagian, yaitu sumber pembangkit, media transmisi, sistem optis, detektor dan peralatan elektronika atau juga dikenal dengan istilah elektro optis.

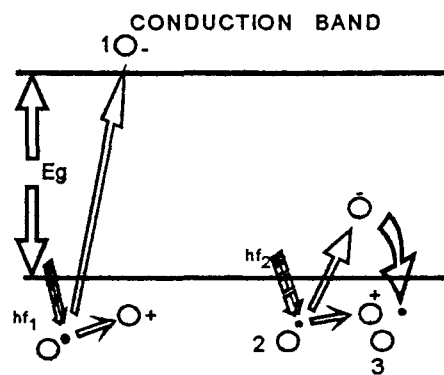


GAMBAR 2.1¹⁾

BAGIAN SPEKTRUM GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

¹⁾ _____, Motorola Optoelectronics Device Data, Motorola Inc., USA 1989, hal 9-12.

panjang gelombang yang dipancarkan. LED yang memancarkan gelombang infra merah ini dikenal dengan nama IRED (Infra Red Emitter Diode), yang biasanya tersusun dari bahan silikon, Gallium Arsenide (GaAs) dan Gallium Aluminum Arsenide (GaAlAs). Prinsip pembangkitan sinar infra merah dapat dijelaskan sebagai berikut. Suatu junction dioda dapat memancarkan cahaya atau menunjukkan adanya pancaran energi listrik karena adanya eksitasi oleh suatu medan listrik statis. Hal ini dapat terjadi karena sebuah elemen dapat berpindah lintasannya dari tingkat energi yang tinggi ke tingkat energi yang rendah.



GAMBAR 2.3³⁾

DIAGRAM TARAF ENERGI

Besarnya frekuensi radiasi (f) bergantung pada celah energi (energy gap)

E_g . Besarnya energi radiasi foton ini ditentukan persamaan :

$$E_g = E_i - E_k \quad (2-1)$$

atau

$$E_g = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (2-2)$$

di mana :

E_g = Celah Energi (eV)

E_i = Energi minimum pada pita konduksi (eV)

³⁾ Op.cit. hal 9-4.

E_k = Energi maksimum pada pita valensi (eV)

h = Konstanta Plank $6,626 \cdot 10^{-34}$ (J-s) = $4,14 \cdot 10^{-15}$ (eV.s)

c = Kecepatan cahaya $3 \cdot 10^8$ (m/s)

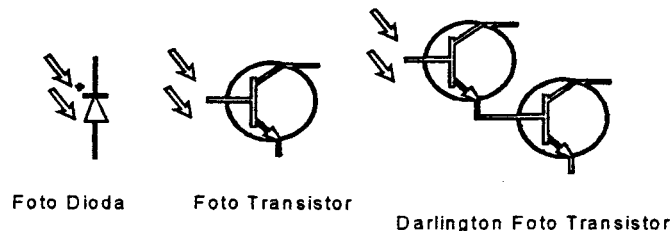
λ = Panjang gelombang radiasi cahaya (m)

2.3 DETEKTOR INFRA MERAH

Pengertian detektor adalah suatu sistem yang digunakan untuk mendeteksi sehingga diperoleh informasi mengenai sesuatu yang diperlukan. Pada bagian yang sensitif dari suatu detektor atau juga disebut dengan sensor, energi yang diterima akan diubah menjadi bentuk energi lain.

Pada detektor infra merah, radiasi infra merah yang dipancarkan oleh pemancar akan diubah menjadi sinyal-sinyal. Terdapat tiga rangkaian dasar yang dapat digunakan sebagai detektor infra merah, yaitu fototransistor dan foto dioda.

Gambar 2.5 menunjukkan bentuk ketiga rangkaian tersebut



GAMBAR 2.4⁴⁾

DETEKTOR INFRA MERAH

Dari ke tiga detektor di atas, Darlington fototransistor merupakan detektor yang paling peka. Kekurangan dari rangkaian ini adalah penyimpangan temperatur (temperature drift), toleransi terhadap saturasi yang sangat rendah dan kecepatan switching yang terbatas hingga 5kHz saja. Sedangkan detektor infra merah

⁴⁾ Op. cit., hal. 1-3.

transistor tunggal memiliki karakteristik hampir sama dengan Darlington fototransistor, tetapi kecepatan switchingnya dapat mencapai hingga 10 kHz. Kedua tipe detektor ini biasanya untuk digunakan pada lingkungan tertutup, di mana terdapat cukup intensitas sumber pembangkit yang dapat menghasilkan tegangan output yang besar tanpa memerlukan banyak tambahan rangkaian.

Untuk aplikasi pengendalian jarak jauh, maka detektor yang sesuai adalah foto dioda. Hal ini karena foto dioda hampir terbebas dari saturasi, bahkan pada lingkungan yang terdapat intensitas sinar matahari cukup tinggi. Keistimewaan yang lain adalah dimungkinkan transmisi pada frekuensi 50 - 100 kHz, sehingga kecepatan data yang dapat dikirim cukup besar, diperlukan penguat yang tidak terlalu mahal, dan lebih mudah untuk menapis noise.

Prinsip kerja dari foto dioda adalah didasarkan pada efek foto listrik, di mana peristiwanya adalah sebagai berikut : Apabila suatu radiasi gelombang elektromagnetik yang memiliki tenaga photon tertentu atau panjang gelombang tertentu dikenakan pada suatu bahan (logam, akan mampu membebaskan elektron dari ikatan intinya dan keluar dari bahan tersebut. Frekuensi di mana mulai dapat dibebaskannya elektron dari ikatan intinya disebut frekuensi ambang. Jadi, frekuensi radiasi yang lebih rendah tidak akan mampu melepas elektron dari ikatan inti suatu bahan. Sedangkan panjang gelombang yang bersesuaian dengan frekuensi tersebut di atas disebut panjang gelombang ambang.

Dalam peristiwa efek foto listrik, jumlah elektron suatu bahan yang dibebaskan akibat radiasi bergantung pada frekuensi radiasi yang datang, dan bergantung pada intensitasnya.

Apabila suatu bahan yang mampu mengemisikan elektron karena suatu radiasi, maka digunakan sebagai katoda yang biasanya berbentuk bidang

lengkung, dan diletakkan dalam tabung hampa di samping anoda. Tabung ini yang digunakan sebagai komponen sensitif (sensor) suatu detektor infra merah.

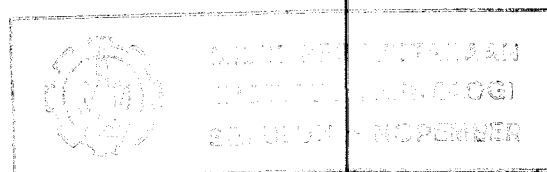
Dengan adanya beda potensial antara katoda dan anoda pada tabung ini, maka elektron-elektron yang telah dibebaskan dari bahan katoda akan bergerak menuju anoda dan kemudian dialirkan melalui rangkaian di luar tabung tersebut. Besarnya arus ini berbanding lurus dengan intensitas radiasi. Atau dengan kata lain, variasi dari intensitas radiasi akan memberikan perubahan arus listrik yang dihasilkan.

2.4 TEKNIK MODULASI INFRA MERAH UNTUK TRANSMISI DATA

Infra merah yang terkandung dalam cahaya di lingkungan sekitar (ambient) dapat menimbulkan interferensi dengan radiasi infra merah dari peralatan. Bila intensitasnya tinggi, penerima infra merah dapat mengalami over load. Terdapat tiga sumber cahaya ambient yang dapat berinterferensi dengan peralatan infra merah, yaitu cahaya matahari, pencahayaan bola lampu, dan lampu neon.

Efek cahaya sekeliling dapat dikurangi dengan memodulir sinyal infra merah yang dipancarkan. Dikarenakan untuk transmisi data, di mana sinyal informasinya adalah digital, maka teknik modulasi yang digunakan untuk komunikasi data infra merah adalah teknik modulasi digital.

Teknik modulasi digital yang dapat digunakan untuk komunikasi data infra merah adalah Amplitude Shift Keying (ASK), Frekuensi Shift Keying (FSK) dan Phase Shift Keying (PSK). Untuk penggunaan bandwidth kanal secara efisien, maka perlu dipertimbangkan pola modulasi dengan bandwidth yang efisien, contohnya adalah multilevel FSK dan PSK, meskipun pada akhirnya sistem menjadi lebih rumit



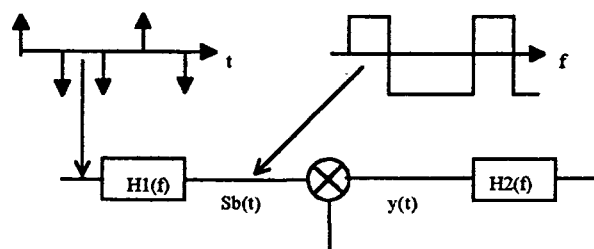
2.5 AMPLITUDE SHIFT KEYING

Modulasi amplitudo yang banyak digunakan untuk komunikasi analog dapat diaplikasikan pada komunikasi digital, yang dikenal dengan nama Amplitude Shift Keying (ASK).

Persamaan segmen sinyal yang ditransmisikan adalah sebagai berikut :

$$S_i(t) = \frac{A}{2}[1 + md_i(t)]\cos(2\pi f_c t) \quad (2-3)$$

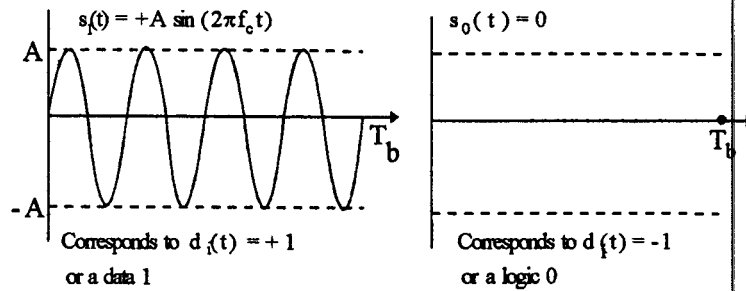
Kedua segmen sinyal adalah $i=0$ dan $i=1$ untuk mengirimkan biner 0 dan 1, sedangkan $d_i(t)$ dapat berharga +1 atau -1, dan dianggap sebagai data bipolar ternormalisasi. Indeks modulasi m dapat berharga 0 hingga 1. Bila $m = 0$ berarti yang dikirimkan adalah carrier saja, sedang bila $m=1$ berarti yang ditransmisikan beramplitudo nol untuk mengirimkan biner nol, dan sinyal sinusoidal dengan amplitudo A untuk mengirimkan biner 1. Sistem modulasi ini juga dikenal dengan nama On-Off Keying (OOK) di mana carrier dilambangkan sebagai dua buah besaran, yaitu satu dan nol (on dan off) dan pola gelombangnya adalah pulsa on (mark) yang melambangkan bilangan biner 1, dan pulsa off (space) yang melambangkan bilangan biner 0.



GAMBAR 2.5³⁾

PEMBANGKITAN ASK DARI BASEBAND

³⁾ Roden, Martin S., Digital Communication Systems Design, Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 1988, hal. 325.

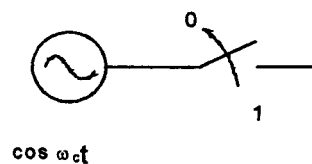


GAMBAR 2.6⁶⁾
POLA GELOMBANG OOK

2.5.1 MODULATOR ASK BINER

Pembangkitan pola gelombang ASK digunakan osilator ASK yang terdiri dari dua jenis :

1. OOK dengan level tegangan nol, di mana osilator menyala atau mati untuk jangka waktu tertentu untuk mentransmisikan data biner 1 (mark) dan mati untuk mengirimkan data biner 0 (space).

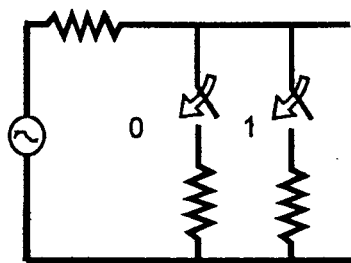


GAMBAR 2.7⁷⁾
ON-OFF KEYING LEVEL TEGANGAN NOL

2. OOK dengan level tegangan tidak nol, di mana untuk mengirimkan biner nol level tegangannya tidak harus nol. Prinsip osilator jenis ini mirip dengan pembagi tegangan.

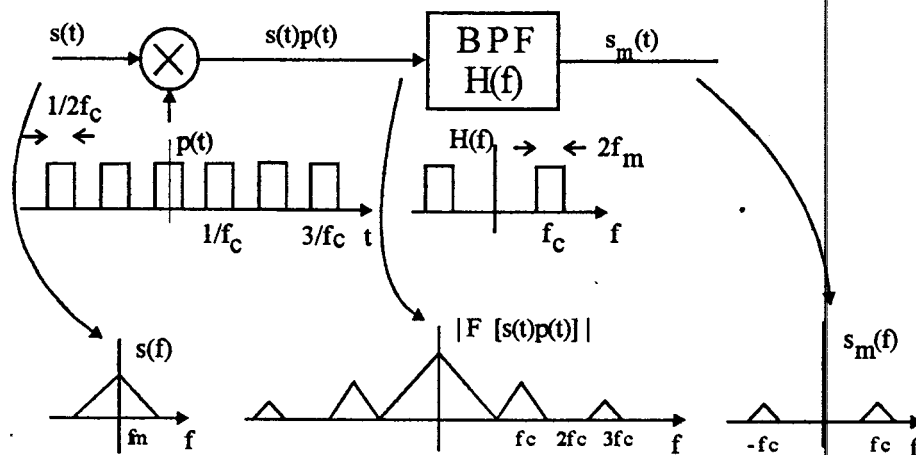
⁶⁾ Ibid, hal. 326.

⁷⁾ Ibid, hal. 329.

GAMBAR 2.8⁸⁾

ON-OFF KEYING LEVEL TEGANGAN TIDAK NOL

Salah satu modulator AM adalah gated modulator. Pada modulator ini, bila sinyal baseband dikalikan dengan sinyal periodik, maka dihasilkan sinyal deretan gelombang sinyal AM dengan frekuensi carrier dan sinyal harmonisnya merupakan kelipatan frekuensi dasar sinyal periodik. Gambar berikut menunjukkan sinyal yang dikalikan yang merupakan deretan pulsa periodik :

GAMBAR 2.9⁹⁾

RANGKAIAN GATING UNTUK MODULASI AM

⁸⁾ Ibid, hal. 339.

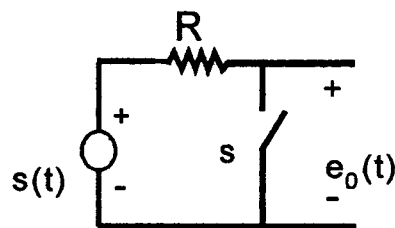
⁹⁾ Ibid, hal. 330.

Sinyal pada keluaran pengali dapat dilebarkan dengan deret Fourier guna menghasilkan

$$s(t)p(t) = s(t)[a_0 + \sum a_n \cos n2\pi f_c t] \quad (2-4)$$

Diasumsikan $s(t)$ adalah bandlimited, transformasi Fourier pada persamaan di atas terdiri dari translasi spektrum baseband dengan faktor pengali f_c .

Operasi pengalian pada gambar di atas setara dengan operasi switching. Gambar berikut merupakan proses gating apabila saklar S terbuka dan tertutup dengan kecepatan yang dikehendaki.



GAMBAR 2.10¹⁰⁾

PENGGUNAAN SAKLAR SEBAGAI GANTI DARI PENGALI PADA GATED MODULATOR

2.5.2 DEMODULATOR

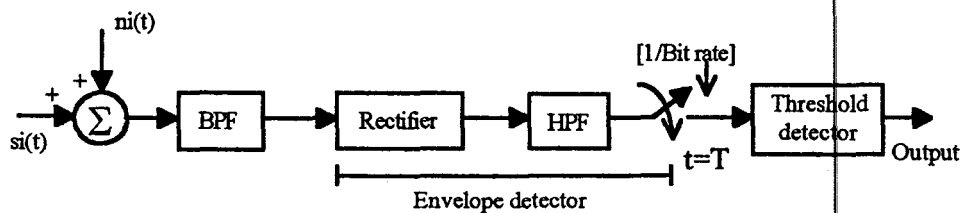
Proses demodulasi pada ASK dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu koheren dan tak koheren. Demodulator koheren harus mempertahankan timing secara akurat terhadap carrier yang datang. Sedangkan demodulator tak koheren tidak memerlukan timing yang presisi, dan demodulator ini melakukan operasi pada sinyal pemodulasi secara non linier untuk mendapatkan amplitudo baseband.

¹⁰⁾ Ibid, hal. 330.

2.5.3 UNJUK KERJA DETEKSI ASK TAK KOHEREN

2.5.3.1 DETEKSI TAK KOHEREN

Proses yang dilakukan untuk deteksi tak koheren adalah dengan cara deteksi selubung (envelope detection). Blok diagram demodulator ASK tak koheren ditunjukkan oleh gambar berikut.



GAMBAR 2.11¹¹⁾

BLOK DIAGRAM DEMODULATOR ASK TAK KOHEREN

Sistem deteksi ini terdiri atas band-pass filter yang di-match-kan pada input biner 1 ASK, dan diikuti dengan sebuah detektor selubung dan threshold detector. Dengan adanya additive noise $n_i(t)$, maka detektor mengambil keputusan bahwa $t=T$. Untuk suatu sumber yang menghasilkan 1 dan 0 yang setara, dan noise yang terjadi memiliki distribusi gaussian, maka batas ambang pada penerima adalah setengah dari energi sinyal ($E_s/2$).

2.5.3.2 PROBABILITY OF ERROR

Untuk menentukan probability of error ASK tidak koheren, adalah identik dengan probability of error sinyal NRZ unipolar, yaitu :

$$P(e) = \text{erfc} \sqrt{\frac{S}{2N}} \quad (2-5)$$

Di sini, daya rata-rata sinyal adalah :

$$S = \left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{A^2}{2}\right) = \frac{E_s}{2T} \quad (2-6)$$

¹¹⁾ Ibid, hal. 307.

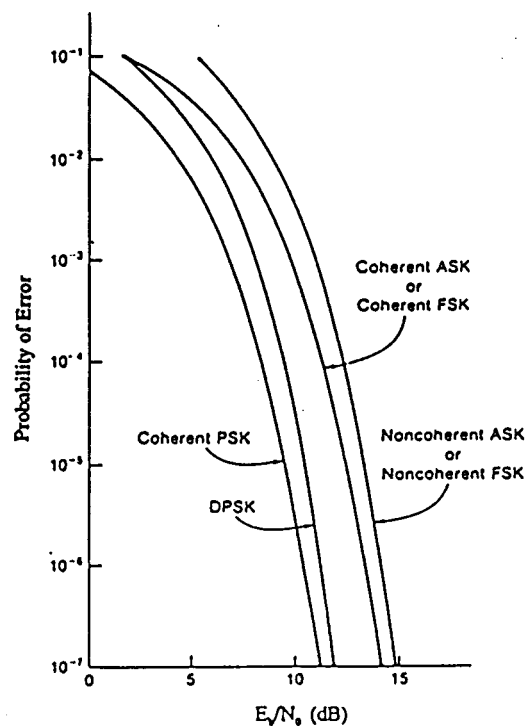
Untuk white noise dengan power spectral density one sided N_0 , dan daya noise $N=N_0 B$.

Untuk $P(e)$ sebagai fungsi E_s dan N_0 , diperoleh :

$$P(e) = \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E_s}{2N_0}} \quad (2-7)$$

Hasil dari persamaan di atas berkaitan dengan on-off keying, di mana semua energi E_s digunakan untuk membawa satu bentuk biner. Hasil ini untuk kasus ASK secara umum bila E_s diterjemahkan sebagai energi total yang digunakan untuk dua buah sinyal biner. Untuk energi rata-rata tiap sinyal biner $E_b = E_s/2$, maka,

$$P(e) = \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \quad (2-8)$$



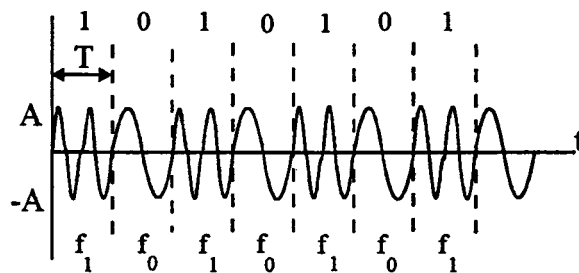
GAMBAR 2.12¹²⁾

UNJUK KERJA P_e SEBAGAI FUNGSI E_b/N_0 UNTUK BERMACAM POLA
MODULASI

¹²⁾ Ibid, hal 305.

2.6 FREQUENCY SHIFT KEYING

Frequency Shift Keying merupakan bentuk modulasi digital di mana frekuensinya mengalami pergeseran dari dua harga secara bergantian bersesuaian dengan deretan logika sinyal pemodulasi biner (sinyal baseband) yang merupakan sinyal input. Pola pensinyalan FSK pada umumnya digunakan untuk transmisi data berkecepatan rendah, di samping juga karena lebih mudah dalam pembangkitan sinyalnya.



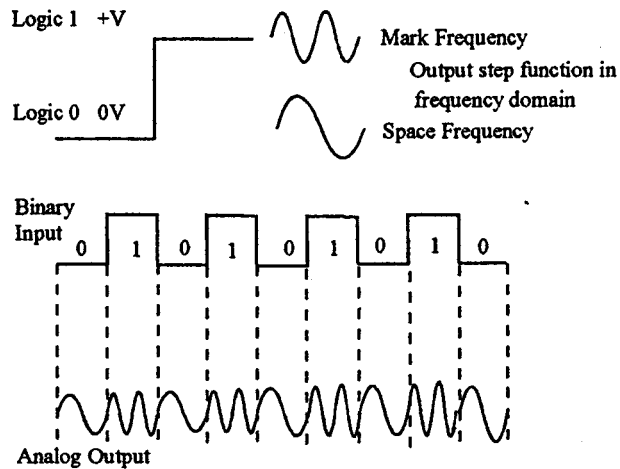
GAMBAR 2.13¹³⁾

POLA GELOMBANG FSK

2.6.1 PEMBANGKITAN FSK

Pada FSK biner, frekuensi tengah carrier dideviasi oleh input data biner. Input sinyal biner selalu berubah dari logika 0 ke logika 1 atau sebaliknya, sehingga output FSK akan bergeser di antara dua frekuensi, yaitu mark atau 1 dan space atau 0. Pada FSK akan selalu terjadi perubahan frekuensi sewaktu terjadi perubahan sinyal input biner, sehingga laju perubahan output sama dengan laju perubahan data input.

¹³⁾ Ibid, hal. 331.

GAMBAR 2.14¹⁴⁾

PEMBANGKITAN FSK BINER

2.6.2 BANDWIDTH PADA FSK

Untuk mendisain pembangkit FSK, bandwidth adalah salah satu pertimbangan utama. Untuk input biner suatu gelombang persegi, frekuensi dasarnya adalah setengah dari laju bit. Sehingga, bila hanya frekuensi dasar yang dijadikan pertimbangan, maka frekuensi tertinggi modulator FSK adalah setengah dari input laju bit. Suatu modulator FSK adalah sejenis pemancar FM dan seringkali berupa voltage controlled oscillator (VCO).

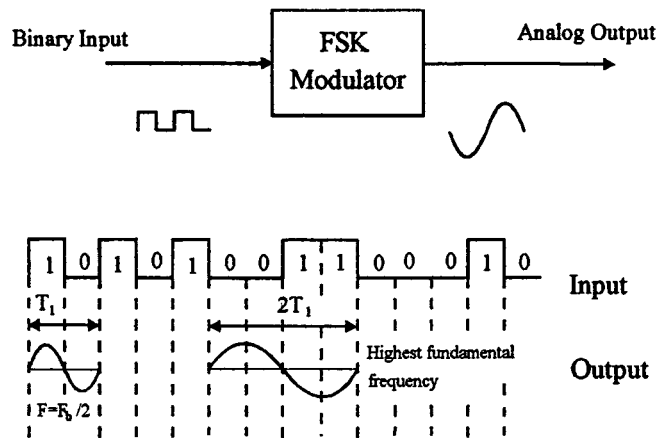
Frekuensi kerja VCO dipilih setengah antara frekuensi space dan mark. Untuk input sinyal yang berubah dari logika 1 ke 0 atau sebaliknya, maka frekuensi output bergeser bolak-balik antara frekuensi mark dan space. Persamaan indeks modulasi (MI) FM juga berlaku untuk FSK. Persamaannya adalah sebagai berikut.

$$MI = \frac{\Delta F}{F_s} \quad (2-9)$$

di mana : ΔF = deviasi frekuensi (Hz).

F_s = frekuensi pemodulasi (Hz).

¹⁴⁾ Tomasi, Wayne, *Advanced Electronic Communication Systems*, Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 1987, hal. 4.

GAMBAR 2.15¹⁵⁾

MODULATOR FSK BINER

Dalam modulator FSK, ΔF adalah frekuensi deviasi puncak dari carrier dan sama dengan perbedaan antara frekuensi kerja dengan frekuensi mark dan space (setengah dari perbedaan antara frekuensi mark dan space). Untuk sinyal biner digital, logika 1 mempunyai tegangan yang tetap. Demikian pula untuk logika 0, akibatnya frekuensi deviasi selalu konstan dan mempunyai harga yang maksimum. F_s adalah frekuensi dasar input biner di mana dalam kondisi rasio deviasi sama dengan setengah dari laju bit. Sehingga indeks modulasinya

$$MI = \frac{\text{abs}\left(\frac{F_m - F_s}{2}\right)}{\frac{F_b}{2}} = \frac{\text{abs}(F_m - F_s)}{F_b} \quad (2-10)$$

di mana : F_m = frekuensi mark .

F_s = frekuensi space.

$\frac{\text{abs}(F_m - F_s)}{2}$ = deviasi puncak.

$\frac{F_b}{2}$ = frekuensi dasar untuk input biner.

Untuk FM konvensional, bandwidth berbanding lurus dengan indeks modulasi. Konsekuensinya, untuk indeks modulasi FSK dipertahankan di bawah 1, sehingga

¹⁵⁾ Ibid, hal. 6.

relatif dihasilkan spektrum FM narrowband. Karena FSK adalah suatu bentuk narrowband FM, maka bandwidth minimum bergantung pada indeks modulasi. Untuk indeks modulasi antara 0,5 hingga 1 akan terdapat dua atau tiga buah frekuensi samping yang dihasilkan. Jadi bandwidth minimum yang dibutuhkan adalah dua atau tiga kali laju bit.

2.6.3 DEMODULASI

Ada dua cara yang berbeda dalam melaksanakan demodulasi FSK. Pertama, menangani demodulasi dan dekoding secara terpisah sehingga dihasilkan sinyal baseband. Kedua, menggabungkan dua operasi demodulasi dan decoding untuk melihat kedua burst FM yang muncul dalam setiap interval sampling.

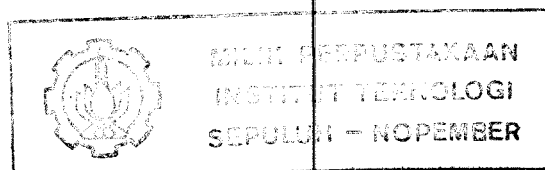
Demodulator FM analog dapat digunakan untuk mendapatkan kembali sinyal baseband dari gelombang FM. Pertama, modulator pengubah FM ke AM dengan menggunakan time differentiator. Dalam hal ini, differentiator dinamakan dengan discriminator. Jika persamaan gelombang FM :

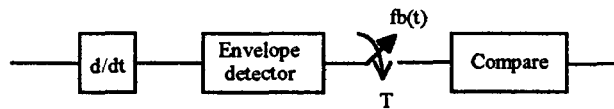
$$s_m(t) = A \cos[2\pi f_c t + K \int s_b(t) dt] \quad (2-11)$$

Turunan pertama dari gelombang FM adalah :

$$\frac{d}{dt} A \cos[2\pi f_c t + K \int s_b(t) dt] = A 2\pi [f_c + K s_b(t)] \sin[2\pi f_c t + K \int s_b(t) dt] \quad (2-12)$$

Persamaan di atas menunjukkan adanya modulasi amplitudo dan modulasi frekuensi secara bersama-sama. Tapi, jangkauan frekuensi carrier biasanya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan frekuensi sinyal baseband. Jadi selubung sinyal akan bisa didapatkan dengan baik. Sinyal AM bisa didemodulasi dengan detektor selubung seperti ditunjukkan pada gambar di bawah. Output dari demodulator selubungnya dicacah dan dibandingkan dengan suatu level ambang untuk mendapatkan informasi digitalnya.

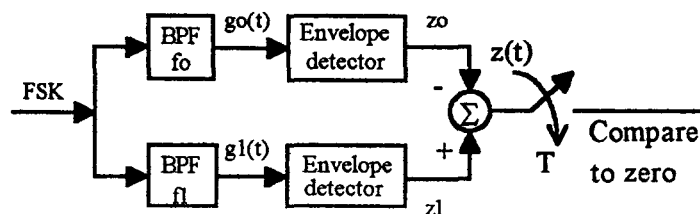




GAMBAR 2.16¹⁶⁾
DEMOMULATOR FSK

2.6.4 DETEKSI TAK KOHEREN

Bila fase sinyal yang datang tidak diketahui, maka digunakan deteksi tak koheren. Sebuah detektor tak koheren ditunjukkan pada gambar berikut.



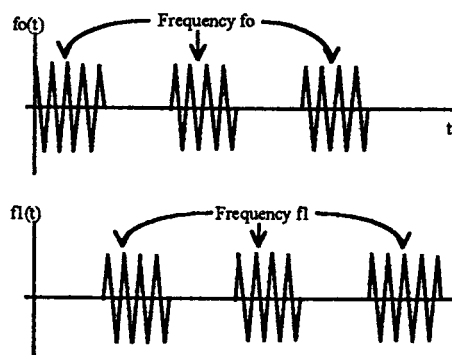
GAMBAR 2.17¹⁷⁾
DETEKTOR FSK TAK KOHEREN

Bila input demodulator FSK merupakan sinyal dengan amplitudo konstan dan frekuensi berubah-ubah dari f_1 dan f_2 , maka $g_0(t)$ akan mendapatkan kembali sinyal FSK dengan frekuensi f_0 , dan $g_1(t)$ akan mendapatkan kembali sinyal FSK dengan frekuensi $f_1(t)$. Keluaran $g_0(t)$ dan $g_1(t)$ sifatnya selalu bergantung kepada hubungan antara perioda sampling (T_s) dengan spasi frekuensi antara f_0 dan f_1 . Jika $(f_0 - f_1)T \gg 2$, maka akan didapatkan kembali dua komponen sinyal seperti pada Gambar 2.26. Selanjutnya $g_0(t)$ dan $g_1(t)$ akan melewati detektor selubung dan akan menghasilkan keluaran seperti Gambar 2.19. Jika $T_s(f_1 - f_0)$

¹⁶⁾ Roden, Martin S., Op.cit., hal. 372.

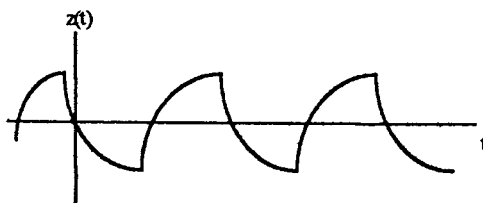
¹⁷⁾ Roden, Martin S., Op.cit., hal. 372.

terlalu kecil, bandpass filter tidak akan menghasilkan gelombang seperti pada Gambar 2.18.



GAMBAR 2.18¹⁸⁾

KOMPONEN SINYAL PADA DETEKTOR FSK TAK KOHEREN



GAMBAR 2.19¹⁹⁾

BENTUK GELOMBANG OUTPUT DETEKTOR FSK TAK KOHEREN

2.6.5 UNJUK KERJA FSK TAK KOHEREN

Sifat linearitas pada detektor FSK tak koheren mengakibatkan analisis unjuk kerjanya lebih kompleks. Hal ini disebabkan karena berbagai besaran acak tidak lagi terdistribusi Gaussian.

Dengan asumsi bahwa probabilitas kesalahan saat ditransmisikan 1 terdeteksi sebagai 0, dan probabilitas endeteksian sebagai 1 adalah sama, maka probabilitas kesalahan bit adalah sama dengan salah satu dari

¹⁸⁾ Roden, Martin S., *Op.cit.*, hal. 373.

¹⁹⁾ Roden, Martin S., *Op.cit.*, hal. 373.

probabilitas-probabilitas tersebut. Jika sinyal yang ditransmisikan biner 1, maka sinyal yang diterima : $A(t)\cos 2\pi f_1 t$ di mana $A(t)$ adalah amplitudo pulsa. Selanjutnya diasumsikan $A(t)$ konstan terhadap interval bit (T), sehingga output dari bandpass filter adalah sebagai berikut :

Output detektor selubung adalah (dari Gambar 2.17) :

$$z_0(t) = \sqrt{x_0^2(t) + y_0^2(t)} \quad (2-13)$$

$$z_1(t) = \sqrt{[x_1(t) + A(t)]^2 + y_1^2(t)} \quad (2-14)$$

Jika $z_0(t)$ dan $z_1(t)$ dicacah, maka didapatkan distribusi random-variable Rayleigh-Ricean :

$$P(z_0) = \frac{z_0}{\sigma^2} \exp\left[-\frac{z_0^2}{2\sigma^2}\right] \quad (2-15)$$

$$P(z_1) = \frac{z_1}{\sigma^2} \exp\left[-\frac{z_1^2}{2\sigma^2} + A^2(T)\right] I_0\left(\frac{A(T)z_1}{\sigma^2}\right) \quad (2-16)$$

di mana I_0 adalah fungsi Bessel yang telah dimodifikasi pada orde nol dan σ^2 adalah varians dari $x(t)$ atau $y(t)$ dan dinyatakan dalam bentuk :

$$\sigma^2 = N_0 BW \quad (2-17)$$

di mana BW adalah bandwidth filter dan N_0 adalah daya noise per Hz.

Bila yang ditransmisikan adalah 1, maka probabilitas yang diterima 0 adalah

$$P_e = P_r(z_0 > z_1 | sent) \\ P_e = \int_0^\infty \int_{z_1}^\infty P(z_0 z_1) dz_0 dz_1 \quad (2-18)$$

Jika z_0 tidak dipengaruhi z_1 maka probabilitas kesalahannya adalah :

$$P_e = \int_0^\infty dz_1 \int_0^\infty \frac{z_0 z_1}{\sigma^2} \exp\left[\frac{z_0^2 + z_1^2 + A^2(T)}{-2\sigma^2}\right] I_0\left[\frac{z_1 A(T)}{\sigma^2}\right] dz_0 \quad (2-19)$$

Selanjutnya, jika bagian z_0 dipisahkan dan dijadikan bentuk integral seperti di bawah ini :

$$\int_0^\infty z_0 \exp\left(\frac{z_0^2}{2\sigma^2}\right) dz_0 - \sigma^2 \exp\left(\frac{z_1^2}{2\sigma^2}\right)$$

jadi,

$$P_e = \int_0^\infty \frac{z_1}{2} \exp\left(\frac{z_0^2 + z_1^2 + A^2(T)}{-2\sigma^2}\right) I_0\left(\frac{z_1 A(T)}{\sigma^2}\right) dz_1 \quad (2-20)$$

Sekarang variabel-variabelnya diubah ke dalam bentuk :

$$v = \frac{\sqrt{2z_1}}{\sigma}$$

$$\alpha = \frac{A(T)}{\sqrt{2\sigma}}$$

maka diperoleh

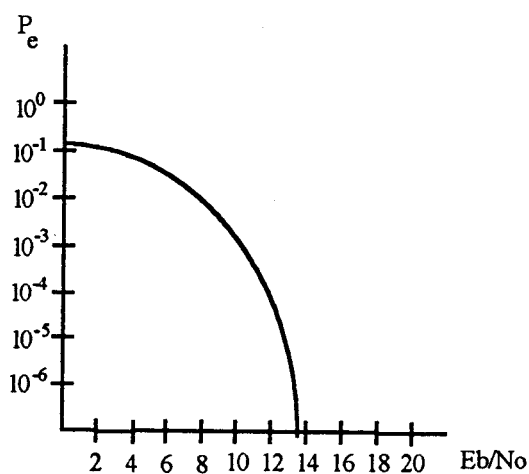
$$P_e = \exp\left(\frac{-A(T)}{2\sigma^2}\right) \int_0^{\infty} v \exp\left(\frac{v^2 + \alpha^2}{-2}\right) I_0(\alpha v) dv \quad (2-21)$$

Integral pada persamaan di atas adalah fungsi Marcum-Q dan merupakan satu kesatuan, sehingga :

$$P_e = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{TA^2(T)}{2N_0}\right) \quad (2-22)$$

dengan $TA^2(T/2)$ adalah energi sinyal per bit, diperoleh

$$P_e = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{E}{2N_0}\right) \quad (2-23)$$



GAMBAR 2.20²⁰⁾

UNJUK KERJA DETEKTOR FSK TAK KOHEREN

²⁰⁾ Roden, Martin S., Op.cit., hal. 382.

2.7 KOMUNIKASI DATA SERIAL

2.7.1 SISTEM KOMUNIKASI DATA SERIAL

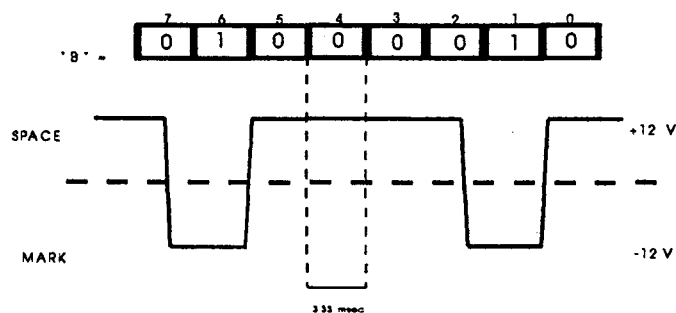
Dalam suatu sistem komunikasi data serial, dikenal komunikasi asinkron dan sinkron. Penjelasan kedua sistem komunikasi data serial tersebut akan dijelaskan di bawah.

2.7.1.1 KOMUNIKASI ASINKRON

Suatu komunikasi asinkron harus dioperasikan pada kecepatan yang sama antara kedua sisi terminal. Kecepatan transmisi data dinyatakan dengan suatu bit per second (bps). Gambar 2.21 menunjukkan format data suatu sinyal dengan kecepatan transmisi 300 bps.

Setiap data karakter mempunyai sebuah start bit dan stop bit. Setiap data karakter juga dilengkapi dengan bit parity yang berfungsi untuk mendeteksi kesalahan data yang terjadi pada saat transmisi.

Awal dari suatu data karakter ditunjukkan dengan adanya suatu transmisi dari keadaan mark menuju ke keadaan space selama waktu satu bit. Setelah start bit, bit-bit data yang dikirimkan satu persatu secara bergantian.



GAMBAR 2.21²¹⁾

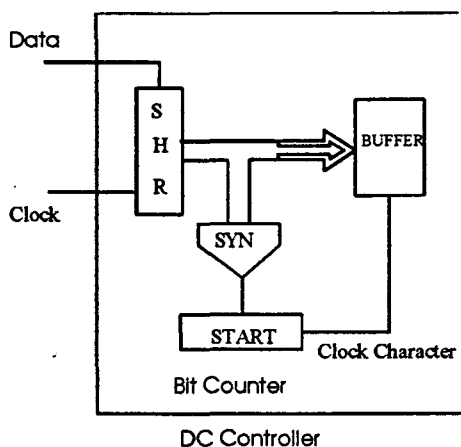
FORMAT DATA TRANSMISI SERIAL ASINKRON

²¹⁾ Kruginski, David, Guide To IBM PC Communications, The Osborne/McGraw-Hill, 1986, hal. 41.

Data dapat terdiri dari 5,6,7 atau 8 bit bergantung pada sistem yang ada. Setelah itu, sinyal data akan berlogika 1 atau mark selama paling sedikit waktu 1 bit untuk menunjukkan bahwa data karakter sudah berakhir, yang merupakan stop bit

2.7.1.2 KOMUNIKASI SINKRON

Pada komunikasi sinkron tidak ada penambahan bit start/stop, karena sinkronisasi dengan penerima dilakukan dengan cara lain. Dalam hal ini bagian pengirim dan penerima disinkronisasikan berdasarkan setiap karakter. Untuk sinkronisasi karakter, ditambahkan dua karakter awal yang terpisah dari karakter apapun yang telah ditambahkan untuk sinkronisasi bit. Pada tahap ini pada register penerima dilihat apakah telah memuat synchronisation character code (SYN). Bila sudah ada karakter sinkronisasi di register, berarti bit berikutnya yang akan tiba merupakan bit pertama karakter berikutnya. Dengan demikian, untuk kode delapan bit, satu karakter lengkap akan diterima delapan baud kemudian. Setelah itu mungkin yang dikirimkan adalah karakter pengecekan dan pengolahan. Pelacakan karakter SYN dipakai untuk menolkan counter bit yang kemudian akan memberikan sinyal adanya karakter baru setelah interval delapan baud. Dengan cara inilah semua karakter dari suatu blok diterima, setelah sinkronisasi tidak ada lagi.

GAMBAR 2.22²²⁾

SINKRONISASI KARAKTER

2.8 STANDAR PROTOKOL KOMUNIKASI SERIAL RS-232C

RS-232C adalah protokol antara Data Terminal Equipment (DTE) dan Data Communication Equipment (DCE). RS-232C merupakan standar komunikasi yang dikeluarkan oleh Electronic Industries Association (EIA). CCITT Rec. V.24 adalah identik dengan RS-232C, akan tetapi spesifikasi karakteristik sinyal listrik dari RS-232C dipisahkan pada rekomendasi CCITT V.28.

2.9 8250 UART

Untuk sistem komunikasi asinkron pada IBM PC digunakan suatu asynchronous communication adapter yang disebut 8250 UART (Universal Asynchronous Receive Transmit). Adapter tersebut berisikan chip INS8250 atau ekivalennya.

Chip ini menyediakan clock baud rate yang dapat diprogram untuk menghasilkan berbagai baud rate dari 50 hingga 9600. Selain itu, chip ini juga

²²⁾ Den Heijer, P.C., Komunikasi Data, Elex Media Komputindo, Jakarta, 1988, hal. 61.

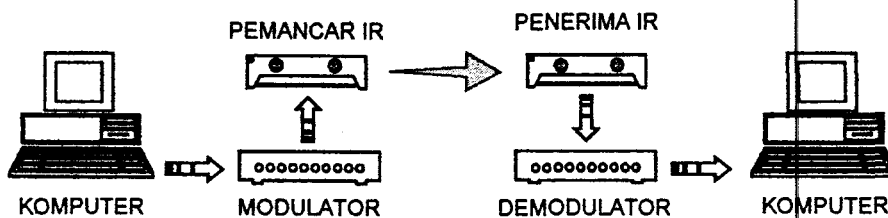
menyediakan 5,6,7 atau 8 bit karakter dengan 1, 1 1/2, atau 2 stop bit. Sebuah rangkaian internal disediakan untuk mempermudah pengoperasian dengan interupsi. Chip 8250 memiliki 10 register 8 bit yang dapat diprogram, tetapi 10 register tersebut diakses lewat 7 port address. Untuk sebuah komunikasi serial yang sederhana hanya 6 register bisa dipergunakan. Transmitter holding register untuk menampung data yang baru diterima. Line control register dan line status register digunakan menginisialisasi dan memantau 8250. Dua buah register lain yang penting adalah baud rate divisor (low dan high byte) yang berguna untuk menentukan baud rate. Sisa 4 register yang belum disebut adalah register untuk modem control dan modem status yang berguna untuk operasi 8250 dengan modem.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 SISTEM KOMUNIKASI DATA DENGAN INFRA MERAH

Secara garis besar, sistem komunikasi data antar komputer dengan menggunakan sinar infra merah dapat ditunjukkan dalam blok diagram berikut :



GAMBAR 3.1

BLOK DIAGRAM SISTEM KOMUNIKASI DATA INFRA MERAH

3.2 MODULATOR FSK

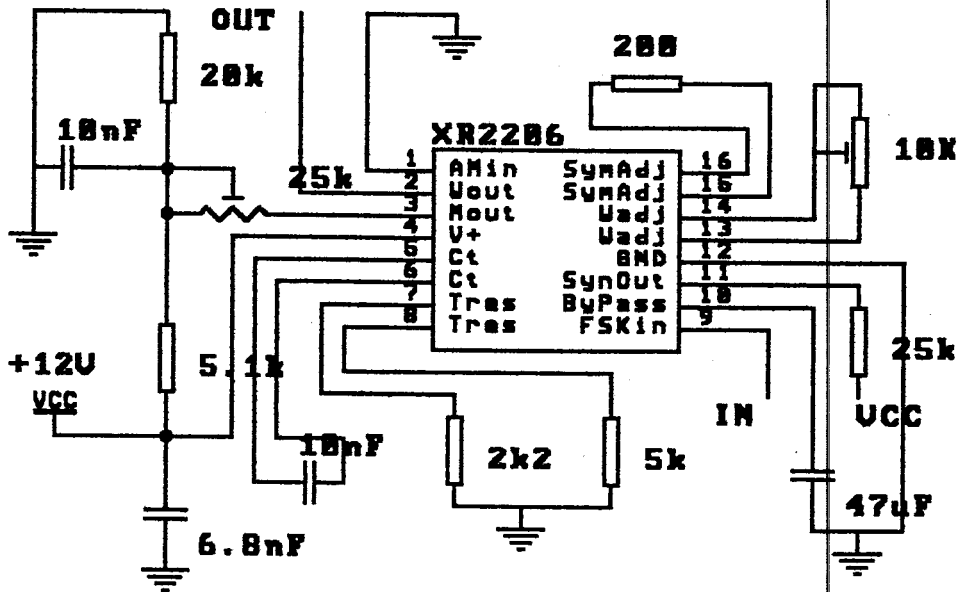
Modulator FSK merupakan rangkaian yang mengubah sinyal digital menjadi sinyal FSK. Modulator FSK menggunakan XR-2206 dioperasikan dengan dua timing resistor eksternal yang berbeda yaitu R_1 dan R_2 yang dihubungkan dengan pin 7 dan 8 seperti diperlihatkan pada Gambar 3.2. Salah satu dari timing resistor ini akan aktif tergantung dari polaritas sinyal logika pada pin nomor 9. Bila pin 9 open circuit atau dihubungkan dengan tegangan bias lebih besar 2 volt, maka hanya R_1 yang aktif. Sebaliknya jika level tegangan pada pin 9 kurang dari 1 volt, maka hanya R_2 yang diaktifkan. Selanjutnya frekuensi output dapat diubah-ubah menjadi dua frekuensi yaitu f_1 dan f_2 dengan persamaan berikut :

$$f_1 = 1/R_1 C$$

(3-1)

$$f_2 = 1/R_2 C$$

(3-2)



GAMBAR 3.2
PEMBANGKIT FSK

3.2.1 PERENCANAAN FREKUENSI OPERASI

Secara garis besar, frekuensi osilasi f_0 ditentukan oleh persamaan sebagai berikut :

$$f_0 = \frac{1}{RC} \text{ Hz} \tag{3-3}$$

Direncanakan frekuensi untuk space sebesar 2200 Hz, dan frekuensi mark 1200 Hz, maka untuk harga kapasitor sebesar 100 nF yang diperoleh dari grafik data sheet, harga resistor yang bersesuaian adalah :

$$R_1 = 1/(2200 \times 100 \cdot 10^{-9}) = 4545 \Omega$$

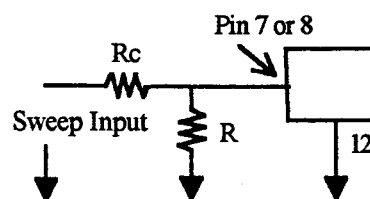
$$R_2 = 1/(1200 \times 100 \cdot 10^{-9}) = 8333 \Omega$$

3.2.2 FREKUENSI SWEEP DAN MODULASI

Frekuensi osilasi proporsional dengan arus timing total (I_T) yang diperoleh dari pin 7 atau 8 dengan persamaan berikut :

$$f = \frac{320 I_T (\text{mA})}{C (\mu\text{F})} \text{ Hz} \quad (3-4)$$

Terminal timing pada pin 7 atau 8 berimpedansi rendah dan dibias secara internal +3V terhadap ground (pin 12). Frekuensi bervariasi linier dengan harga I_T yang berkisar antara 1 μA sampai 3 mA. Frekuensi dapat pula dikontrol dengan tegangan kontrol V_c untuk mengaktifkan timing seperti terlihat pada gambar berikut.



GAMBAR 3.3²³⁾

RANGKAIAN FREKUENSI SWEEP

Hubungan frekuensi osilasi dengan V_c adalah sebagai berikut :

$$f = \frac{1}{RC} \left[1 + \frac{R}{R_c} \left(1 - \frac{V_c}{3} \right) \right] \quad (3-5)$$

Di mana V dalam volt dan gain frekuensi konversi k diberikan :

$$k = \frac{\delta f}{\delta V_c} = -\frac{0,32}{R_c C} \text{ Hz/V} \quad (3-6)$$

3.2.3 AMPLITUDO OUTPUT

Ampitudo output maksimum didapatkan berlawanan dengan harga resistor eksternal R_3 yang dihubungkan dengan pin 3. Untuk output berbentuk

²³⁾ Wayne, Tomasi, Op.cit., hal. 299.

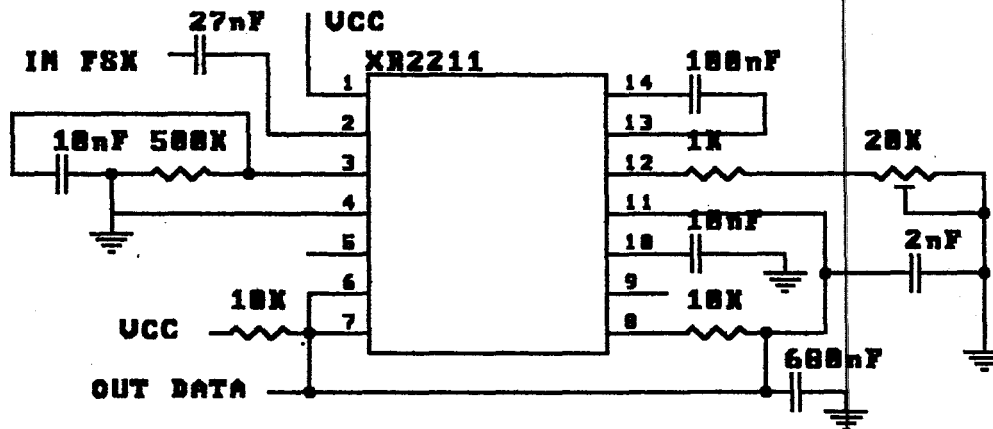
sinusoidal amplitudo mendekati 60 mV peak per k Ω dari R_3 , sedang untuk bentuk gelombang segitiga mendekati 160 mV peak per k Ω dari R_3 .

3.3 DEMODULATOR FSK

Rangkaian demodulator FSK berfungsi sebagai pengubah sinyal FSK menjadi sinyal digital. IC XR-2211 merupakan chip monolitik phase lock loop (PLL) yang khusus didesain untuk komunikasi data. Tegangan catu mempunyai range cukup lebar, yaitu 4,5 volt hingga 20 volt, demikian pula range frekuensinya antara 0,01 Hz hingga 300 kHz, serta dapat diantarmukakan dengan IC logika lainnya seperti DTL dan TTL.

Bagian utama XR-2211 adalah input amplifier, analog multiplier sebagai detektor fase, dan sebuah voltage controlled oscillator (VCO) yang sangat presisi. Preamplifier juga berfungsi sebagai limiter yang membatasi sinyal hingga 2mV rms dan diperkuat untuk mendapatkan level sinyal output yang konstan. Detektor fase bertipe multipliyng berfungsi juga sebagai gerbang EXOR. Output yang dihasilkan merupakan penjumlahan dan pengurangan dari frekuensi input dan output VCO, f_{input} ditambah f_{input} ($2 f_{input}$) dan $f_{input} - f_{input}$ (0 Hz). Bila output detektor fase melakukan penjumlahan komponen frekuensi, maka akan terjadi perbedaan komponen dc yang berguna untuk mengendalikan VCO. VCO bekerja sebagai osilator yang terkontrol arus, dengan arus nominal input (f_0) yang diset oleh resistor (R_0) ke ground dan mengendalikan arus lewat resistor (R_1) dari detektor fase. Berikut ini dijelaskan bagaimana XR-2211 bekerja untuk menentukan outputnya jika VCO dikendalikan di atas dan di bawah frekuensi tengah.





GAMBAR 3.4

RANGKAIAN UMUM UNTUK FSK DAN TONE DETECTION

VCO Control Input (pin 12) di mana frekuensi fase running VCO ditentukan oleh resistor timing R_0 yang diletakkan di luar IC dan dihubungkan dengan ground. Frekuensi free running (f_0) ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$f_0 = \frac{1}{R_1 C_0} \quad (3-7)$$

Rangkaian di atas memiliki sejumlah komponen utama penentu demodulasi sinyal input termodulasi. Untuk frekuensi carrier mark dan space yang ditentukan pada saat perencanaan modulator, maka langkah-langkah perencanaan yang dilakukan untuk proses demodulasi adalah sebagai berikut :

1. Penentuan frekuensi pusat (f_0) berdasarkan parameter frekuensi mark 1200 Hz dan frekuensi space 2200 Hz, di mana $f_0 = 1/2 (1200+2200) = 1700$ Hz. Untuk set-up frekuensi ini, maka pin 2 dihubungkan ke pin 10 dan kapasitor C_D tidak terhubung. Output frekuensi ini terukur pada pin 3 bila dilakukan penentuan komponen R_0 dan C_0 berdasarkan persamaan $f_0 = 1/R_0 C_0$.

2. Nilai tahanan R_0 dapat ditentukan berdasarkan grafik pada data sheet, di mana digunakan R_0 20 k Ω . Untuk fleksibilitas perencanaan, maka digunakan tahanan bernilai tetap dihubungkan seri dengan multiturn untuk memudahkan penalaan. Selanjutnya, dapat ditentukan nilai dari C_0 dan diperoleh harga sebesar 29nF.
3. Berdasarkan parameter dan nilai komponen-komponen di atas, maka dapat ditentukan nilai tahanan R_1 penentu besarnya loop tracking bandwidth ($2\Delta f$). Nilai tahanannya ditentukan dengan rumus $R_1 = R_0(f_0 / (f_1 - f_2))$, dan diperoleh nilai $R_1 = 34$ k Ω .

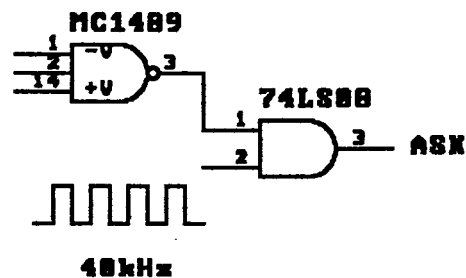
3.4 MODULATOR ASK

Pada prinsipnya, sinyal ASK merupakan deretan sinyal kotak yang menunjukkan kode biner satu dan nol. Biner satu ASK untuk level sinyal TTL ditunjukkan dengan amplitudo gelombang kotak sebesar +5 volt (mark), dan biner nol ditunjukkan dengan amplitudo gelombang sebesar kira-kira 0 volt (space).

Untuk memodulir sinyal ASK cukup dilakukan pada sinyal yang berlogika satu (mark) saja. Dalam perencanaan modulator ASK ini, sinyal kotak berlogika satu memodulir sinyal kotak dengan frekuensi 40 kHz. Frekuensi carrier 40 kHz ini dipilih untuk disuaikan dengan demodulator yang dapat mendemodulasi sinyal kotak dengan frekuensi modulasi antara 30 kHz hingga 80 kHz.

Sinyal persegi 40 kHz dibangkitkan dari IC TC5082 pada pin nomor 8. TC5082 pada intinya berisi osilator dan pembagi frekuensi biner dengan empat buah pin output. Yang dipilih adalah output pin 8 yang menghasilkan keluaran sinyal persegi dengan frekuensi 40 kHz. Frekuensi ini dihasilkan karena proses

pembagian frekuensi osilasi kristal 10,240 MHz sebesar $256 (2^8)$. Keluaran sinyal ini ditumpangkan pada sinyal informasi biner level TTL (hasil keluaran dari IC MC1489) dengan menggunakan 74LS08 yang merupakan IC gerbang AND. Keluaran dari gerbang AND ini adalah sinyal ASK yang memiliki frekuensi carrier 40 kHz. Rangkaian modulator ASK ditunjukkan pada gambar berikut.



GAMBAR 3.5

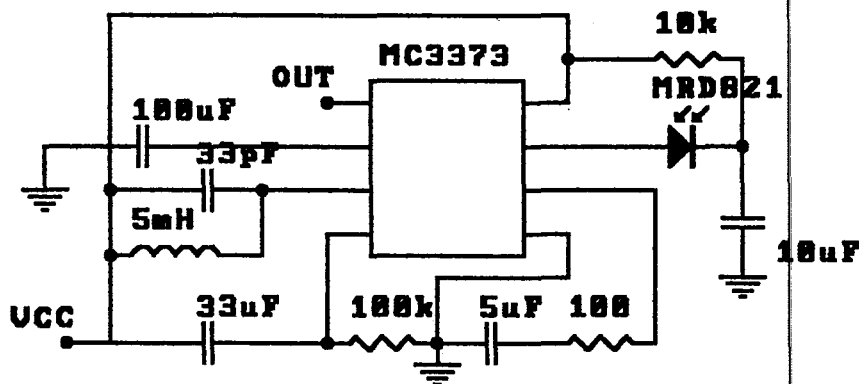
RANGKAIAN MODULATOR ASK

3.5 DEMODULATOR ASK

Komponen utama demodulator FSK adalah MC3373 buatan Motorola yang merupakan IC yang dimaksudkan untuk diaplikasikan bagi penggunaan sinar infra merah. Amplitudo sinar infra merah yang dapat diterima adalah mulai dari $50 \mu\text{Vp-p}$ hingga beberapa ratus mili volt.

Dioda penerima infra merah dapat langsung dihubungkan pada pin 7. Pin ini sekaligus merupakan pin input dan langsung diperkuat oleh amplifier operasional internal IC. Sinyal input ini dikompensasi oleh Automatic Bias Level Control (ABLC) yang merupakan feedback op amp agar dihasilkan bias sinyal pada level yang konstan.

Detektor puncak (yang merupakan detektor puncak negatif) yang terdapat pada IC ini adalah untuk mendeteksi puncak sinyal input yang telah



GAMBAR 3.6

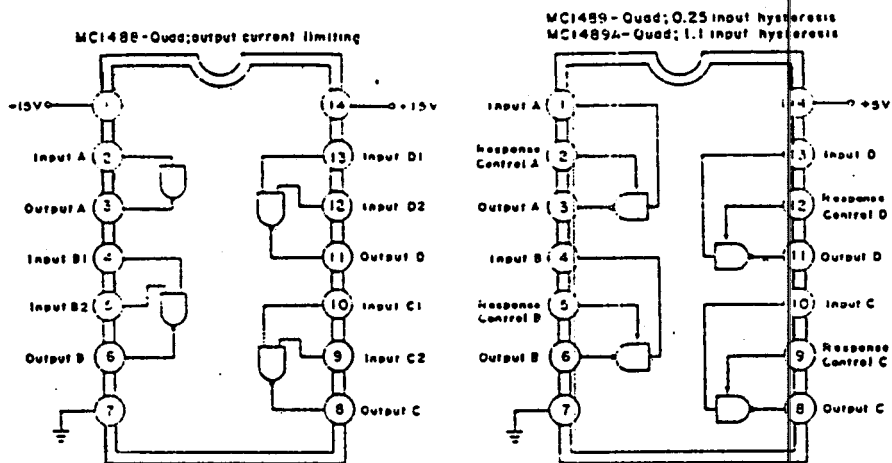
RANGKAIAN DEMODULATOR ASK

dimodulir, dan batas ambang puncak ini dapat diatur dengan menggunakan resistor eksternal pada pin 4, resistor 6,8 k Ω internal, dan dioda yang terhubung ke Vcc. Kapasitor dari Vcc ke pin 4 melakukan pengisian secara cepat pada saat puncak negatif.

Pin 2 digunakan untuk memfilter carrier dari sinyal input, sehingga output pada pin satu merupakan sinyal kotak biner.

3.6 RANGKAIAN DRIVER RS-232C

Rangkaian driver RS-232C merupakan rangkaian pengubah level tegangan TTL dengan level tegangan RS-232C atau sebaliknya. IC yang digunakan adalah MC1489 dan MC1488, dan rangkaian driver ini berfungsi sebagai interface antara DTE dan DCE, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.8. IC MC1488 memiliki tiga buah gerbang AND dan sebuah inverter yang mengubah sinyal level TTL menjadi sinyal level RS-232. Sedangkan MC1489 mempunyai empat buah inverter yang mengubah sinyal level RS-232 menjadi sinyal level TTL.

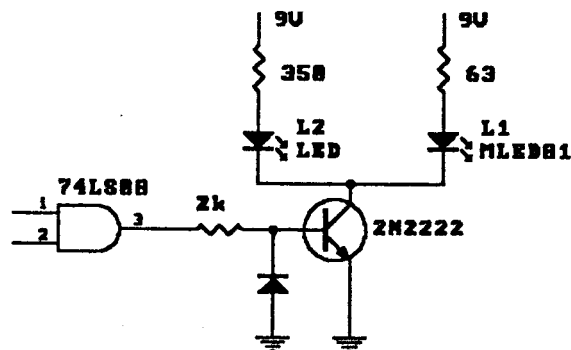


GAMBAR 3.7
MC1488 DAN MC1489

3.7 PEMANCAR INFRA MERAH

Rangkaian pemancar infra merah pada gambar di bawah adalah tahapan terakhir dari modulator. Tegangan output berupa sinyal kotak digunakan untuk mengendalikan transistor 2N2222. Transistor ini nantinya akan menyediakan arus untuk mengendalikan switching IRED.

Resistor yang terpasang secara seri dengan IRED digunakan untuk membatasi arus kendali agar tidak mencapai batas maksimum arus IRED.



GAMBAR 3.8
PEMANCAR INFRA MERAH

Untuk menentukan harga-harga resistor, dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Arus forward MLED 81 (I_{RED}) sebesar 100 mA dan untuk I_{LED} sebesar 20 mA. Untuk tegangan maju MLED81 sebesar 1,35 volt, maka harga-harga resistor dihitung sebagai berikut :

$$R_1 = \frac{9 - V_f}{I_{\text{RED}}} = \frac{9 - 1,35}{100 \text{ mA}} = 76,5 \Omega$$

$$R_2 = \frac{9 - V_{\text{LED}}}{I_{\text{LED}}} = \frac{9 - 2}{20 \text{ mA}} = 350 \Omega$$

Jumlah arus I_{RED} dan I_{LED} adalah arus kolektor (I_0) dari transistor 2N2222.

Untuk menentukan harga R_3 adalah sebagai berikut :

$$h_{fe} = \frac{I_c}{I_b} \tag{3-8}$$

di mana $h_{fe} = 100$, sehingga

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} = \frac{180}{100} \text{ mA} = 1,2 \text{ mA}$$

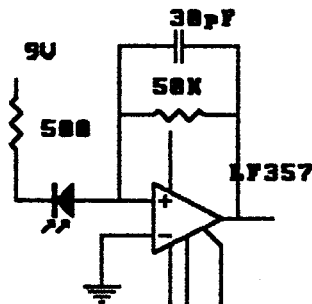
Ambang bawah level tegangan high gerbang AND adalah 2,4 volt, sehingga R_3 dapat ditentukan sebagai berikut :

$$R_3 = \frac{2,4}{1,2 \text{ mA}} = 2000 \Omega$$

3.8 PENERIMA INFRA MERAH

Bagian penerima infra merah merupakan rangkaian detektor dan penguat. Untuk menguatkan sinyal yang diterima oleh foto dioda digunakan beberapa tahap penguat operasional (op-amp). Penguat tahap pertama dipilih IC LF357, yang merupakan IC yang memiliki salah satu aplikasi untuk rangkaian optis.

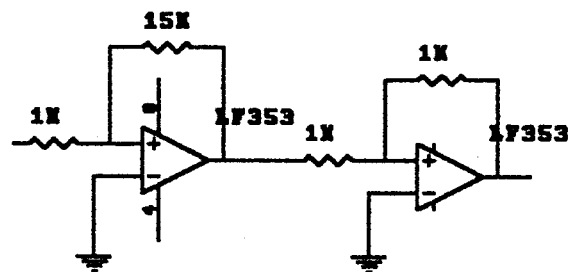
Besarnya gain (A) yang dihasilkan bergantung pada perbandingan antara R_f dengan R_i , atau $A = R_f / R_i$, dan besarnya gain ini memiliki harga maksimum, dan op-amp mengalami saturasi sehingga peningkatan nilai gain tidak lagi memiliki pengaruh dalam memperkuat sinyal.



GAMBAR 3.9

PENGUAT INFRA MERAH TAHAP PERTAMA

Penguat tahap berikutnya digunakan op amp yang lain, dalam perencanaan ini dipilih IC LF353, karena IC ini memiliki dua buah op amp internal, dan memiliki slew rate berkisar 13 V/ms dan mampu menghasilkan transisi 10 volt dalam waktu kurang dari 1ms.



GAMBAR 3.10

PENGUAT TAHAP KE DUA DAN TIGA

3.9 PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak yang digunakan adalah Turbo C. Perencanaan perangkat lunak yang dilakukan meliputi proses inialisasi 8250 UART, yaitu proses penentuan baud rate yang dipergunakan, format data yang dipakai, serta menetapkan Line Control Register (LCR) dan Line Status Register (LSR).

Selanjutnya adalah pembuatan perangkat lunak untuk pengiriman data dan pembacaan data.

3.9.1 INISIALISASI 8250 UART

Pin-pin pada RS-232C yang dihubungkan dengan 8250 UART secara praktis hanya berjumlah sembilan buah pin saja yang dibutuhkan untuk komunikasi data, sehingga parameter-parameter inisialisasi yang diperlukan untuk pengiriman data tidak digunakan seluruhnya. Pengesetan default pada port RS-232C adalah 1200 baud, paritas genap, tujuh data bit dan satu stop bit.

3.9.2 PENGIRIMAN DATA

Secara garis besar langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

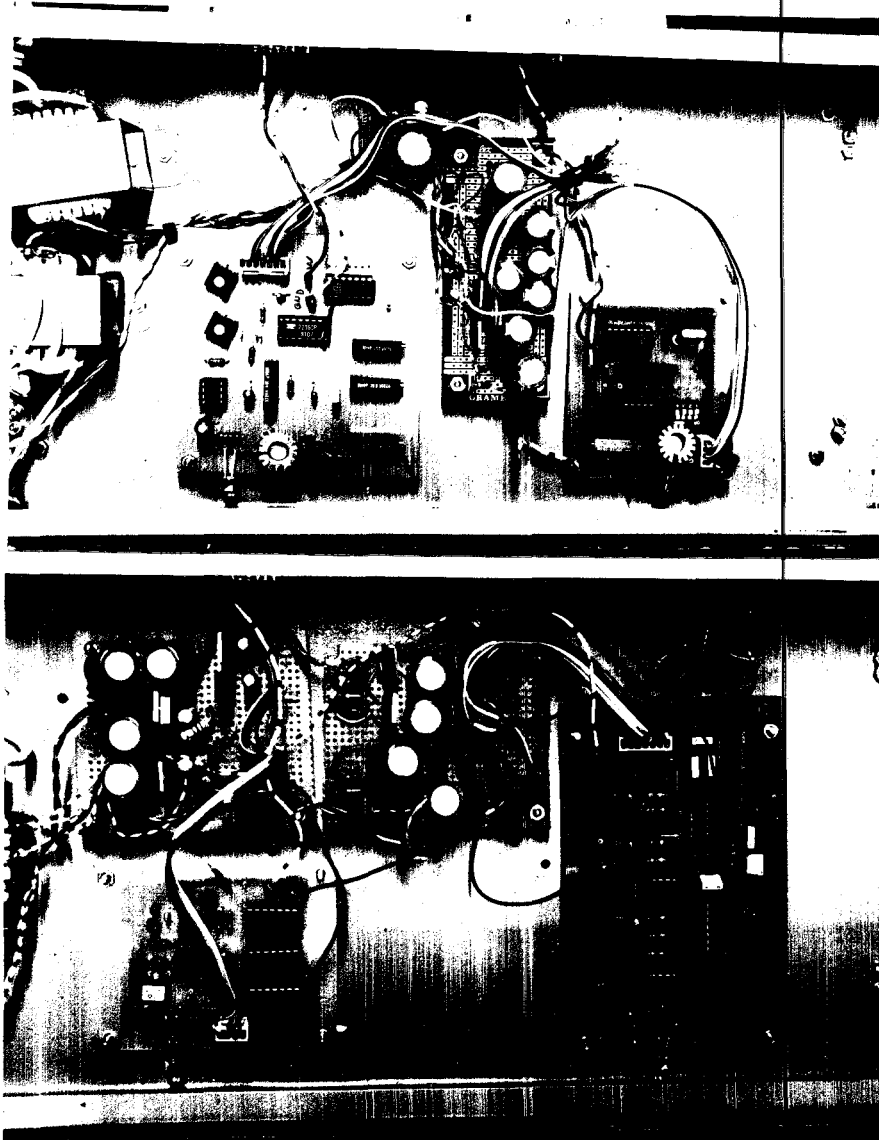
1. Baca data dari disket atau keyboard.
2. Mengecek apakah modem telah siap untuk mengirim data.
3. Pengecekan dilakukan dengan membaca MSR bit 5, bila kondisi sudah 1, maka data bisa dikirimkan.
4. Pengecekan LSR bit 5 untuk menyatakan bahwa Tx Register sudah kosong.
5. Data ditampung dan disimpan di THR untuk selanjutnya dikirim ke luar.

3.9.3 PENERIMAAN DATA

Garis besar langkah-langkah penerimaan data adalah sebagai berikut :

1. Membaca bit 0 dari LSR, apabila kondisi sudah 1 berarti sudah ada data yang masuk ke RBR.
2. Mengecek kesalahan data yang telah siap di RBR dengan jalan melihat status kesalahan pada LSR.

3. Bila belum ada data yang siap pada RBR atau ada error, maka status bit 0 pada LSR dibaca lagi, begitu seterusnya, sampai ada data yang siap dan tidak terjadi error.
4. Bila terdapat data yang siap dan error tidak terjadi, maka isi RBR yang merupakan data yang sukses diterima dibaca dan selanjutnya ditampilkan ke layar.



GAMBAR 3.11

MODEM, PEMANCAR DAN PENERIMA INFRA MERAH

BAB IV

PENGUKURAN UNJUK KERJA

4.1 UMUM

Setelah dilakukan perencanaan dan pembuatan alat, selanjutnya dilakukan pengukuran unjuk kerja modem. Langkah ini dimaksudkan untuk mengetahui kinerja yang dimiliki masing-masing modem komunikasi data infra merah. Tahapan-tahapan pengukuran unjuk kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

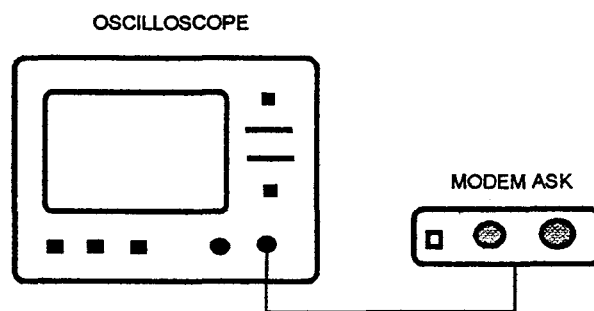
1. Pengamatan bentuk gelombang ASK dan FSK setelah termulasi sinyal digital.
2. Pengukuran kestabilan frekuensi gelombang ASK dan FSK yang dihasilkan.
3. Pengukuran laju kesalahan data karena peningkatan baud rate.
4. Pengukuran laju kesalahan data karena pengaruh perubahan level daya sinyal yang dipancarkan sehingga dapat diketahui unjuk kerja modem.

Peralatan penunjang yang digunakan dalam pengukuran unjuk kerja ini adalah sebagai berikut :

1. Hameg Frequency Counter HM 8021 dan Hameg Digital Multimeter HM 8011.
2. Kikusui Digital Storage Oscilloscope DSS 5020.
3. Philips Function Generator PM 5131.
4. Dua buah komputer IBM compatible.
5. Attenuator JFW Industries Inc. Model 50BR-009.

4.2 KARAKTERISTIK DAN KESTABILAN GELOMBANG ASK TERMODULASI SINYAL DIGITAL

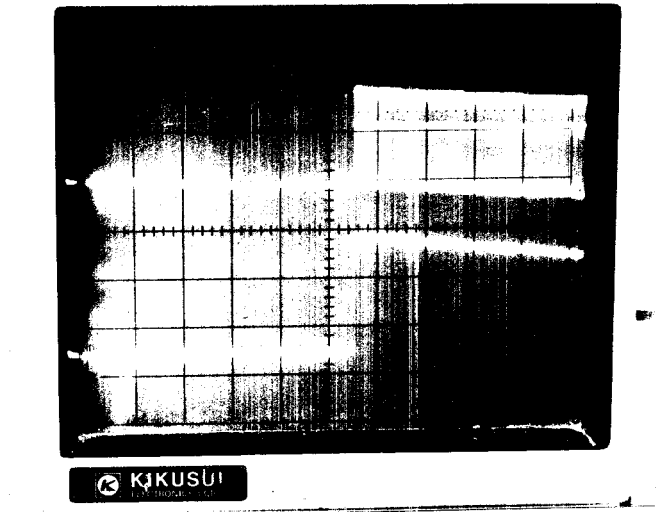
Sinyal ASK yang dimodulir oleh sinyal digital memiliki bentuk yang mirip dengan pulsa digital, hanya saja pada pulsa berlogika 1 (mark) akan terlihat frekuensi carrier 40 kHz. Metoda pengamatan gelombang ASK termodulasi sinyal digital ditunjukkan Gambar 4.1, dan hasil pengamatan sinyal ASK ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



GAMBAR 4.1
METODA PENGAMATAN SINYAL ASK

Kestabilan sinyal ASK yang dihasilkan bergantung pada rangkaian pembangkit frekuensi carrier. Dalam hal ini kestabilannya berkaitan dengan IC TC5082 yang membangkitkan sinyal persegi 40 kHz. Pada prinsipnya, besarnya pergeseran frekuensi carrier yang dihasilkan tidak terlalu berpengaruh bagi demodulator, karena demodulator dapat mendemodulasi sinyal informasi dengan frekuensi carrier antara 30 kHz hingga 80 kHz.

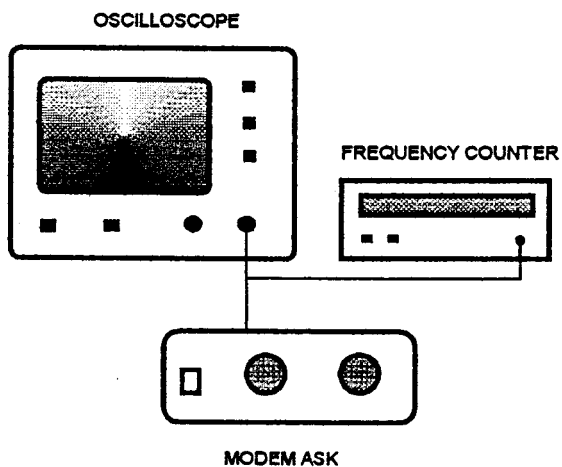
1 DSS5020 DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE



GAMBAR 4.2

HASIL PENGAMATAN SINYAL ASK TERMODULASI SINYAL DIGITAL

$F=40,0076 \text{ kHz}$, $T/DIV=2 \text{ ms}$, $V/DIV=1 \text{ V}$



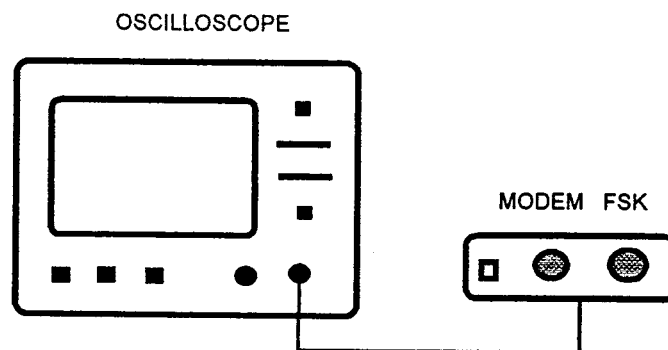
GAMBAR 4.3

METODA PENGUKURAN KESTABILAN FREKUENSI SINYAL ASK

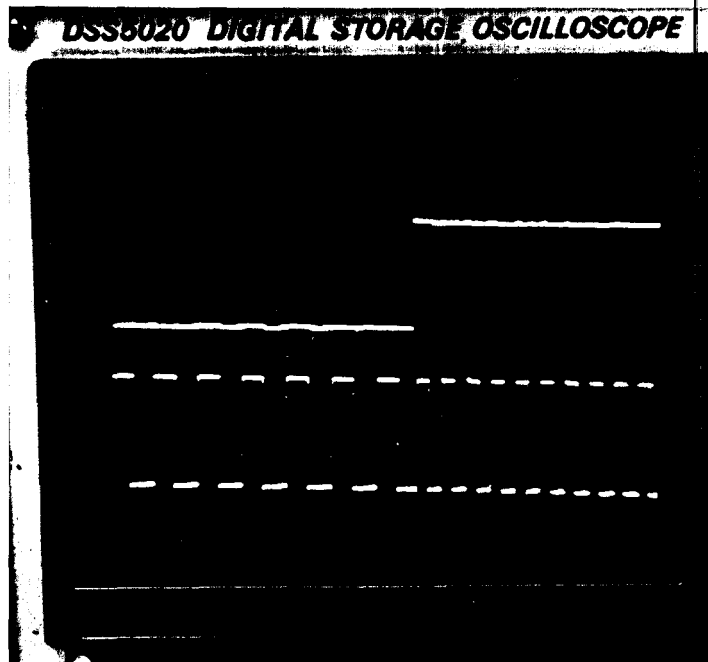
Agar kestabilan dapat dicapai lebih baik lagi, maka frekuensi carrier yang direncanakan tidak berada pada batas bawah dan batas atas dari jangkauan frekuensi carrier yang dapat didemodulir oleh demodulator.

4.3 KARAKTERISTIK DAN KESTABILAN GELOMBANG FSK TERMODULASI SINYAL DIGITAL

Sinyal FSK yang dimodulasi sinyal digital akan memiliki dua komponen frekuensi carrier yang menunjukkan logika 1 (mark) dan logika 0 (space), sehingga perioda sinyal FSK akan berubah-ubah bersesuaian dengan sinyal input biner. Perubahan perioda sinyal ini dapat diamati pada oscilloscope. Metoda pengamatan yang dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 4.4.



GAMBAR 4.4
METODA PENGAMATAN SINYAL FSK

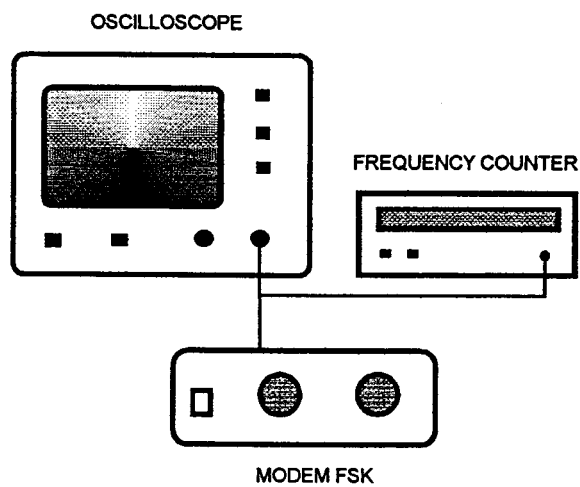


GAMBAR 4.5

SINYAL FSK TERMODULASI SINYAL BINER

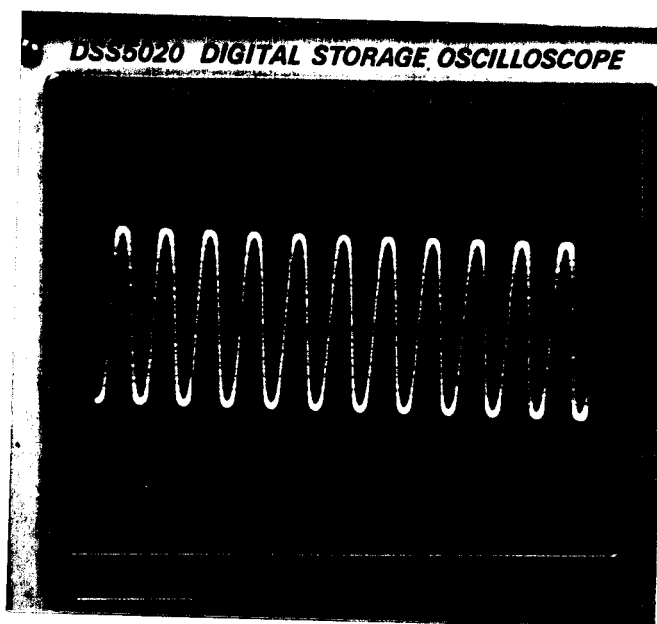
 $T/DIV=0,5 \text{ ms}$, $V/DIV=2 \text{ V}$

Sinyal FSK yang dihasilkan perlu diamati bentuk sinyal serta kestabilannya, karena hal ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas modulator yang telah direncanakan dan dibuat. Metoda pengukuran stabilitas modulator FSK ditunjukkan Gambar 4.6. Sedangkan bentuk gelombang serta frekuensi untuk sinyal informasi berlogika 0 dan 1 ditunjukkan oleh Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Terlihat bahwa pergeseran frekuensi carrier yang direncanakan sebesar 1,25 Hz untuk sinyal FSK berlogika 0 dan sebesar 1,2 Hz untuk sinyal berlogika 1.



GAMBAR 4.6

METODA PENGUKURAN KESTABILAN FREKUENSI SINYAL FSK

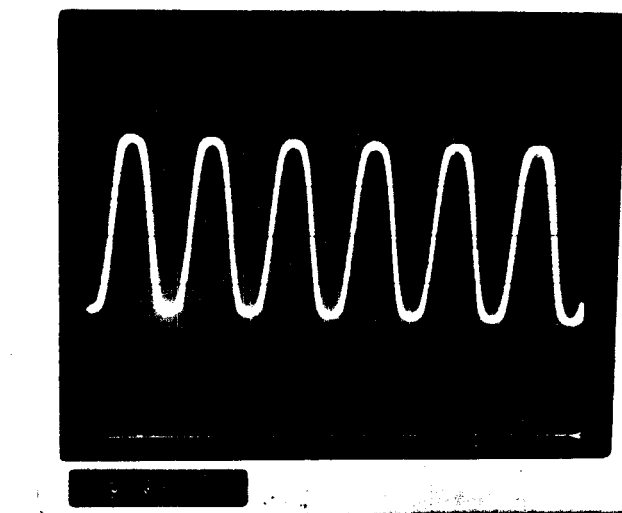


GAMBAR 4.7

HASIL PENGUKURAN FREKUENSI SINYAL FSK BERLOGIKA 0

$F=2201,25 \text{ Hz}$, $T/\text{DIV}=0,5 \text{ ms}$, $V/\text{DIV}=1 \text{ V}$

DSS5020 DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE



GAMBAR 4.8

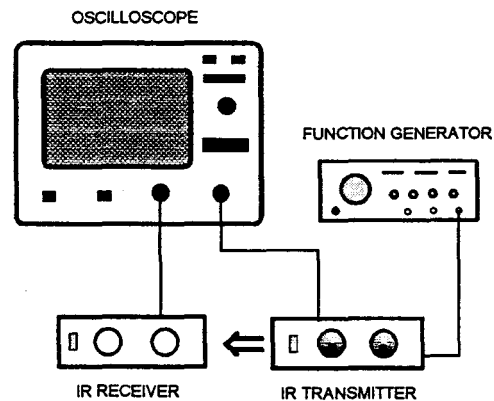
HASIL PENGUKURAN FREKUENSI SINYAL FSK BERLOGIKA 1

$F=1201,2 \text{ Hz}$, $T/\text{DIV}=0,2 \text{ ms}$, $V/\text{DIV}=1 \text{ V}$

4.4 PENGUJIAN PEMANCAR DAN PENERIMA INFRA MERAH

Pengujian unjuk kerja pemancar dan penerima infra merah dimulai dengan penggunaan sinyal input dari function generator. Yang dipilih adalah sinyal input kotak guna disesuaikan dengan sinyal input dari modulator yang berupa sinyal TTL.

Penggunaan lebar pulsa sinyal input yang dilakukan dimulai dari pulsa yang cukup lebar hingga pulsa yang sempit, sehingga dapat diketahui tanggapan IRED terhadap variasi lebar pulsa. Pengujian dilakukan dengan pengamatan bentuk pulsa pada katoda IRED serta pada output penerima infra merah setelah mengalami penguatan.



GAMBAR 4.9

METODA PENGUJIAN PEMANCAR DAN PENERIMA INFRA MERAH

4.5 PENGUKURAN LAJU KESALAHAN DATA DAN UNJUK KERJA MODEM

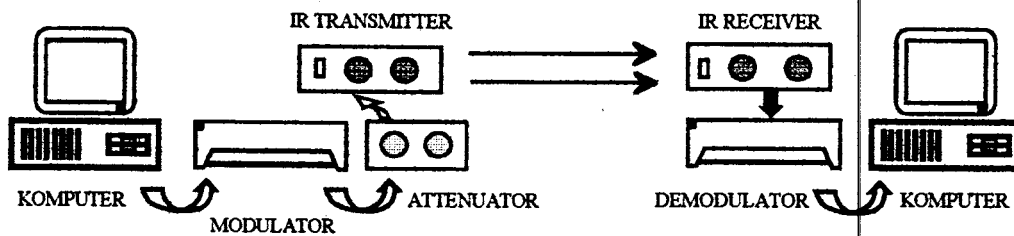
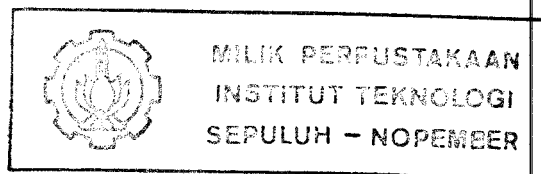
Untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mentransmisikan data, maka modem ASK dan FSK diuji dengan dilakukan pengiriman sinyal informasi pada baud rate yang berbeda. Pengukuran ini dimulai pada baud rate terendah, yaitu dimulai dari transmisi yang menghasilkan probability of error yang kecil. Kemudian secara bertahap baud rate akan ditingkatkan agar dapat diperoleh suatu data yang menunjukkan probability of error dari modem ASK dan FSK.

Tidak terjadinya kesalahan data yang ditunjukkan dengan bilangan 0 pada tabel 4.1 untuk masing-masing modem tidak berarti bahwa P_e juga sebesar 0, karena kesalahan akan tetap terjadi walaupun memiliki harga yang sangat kecil.

Kemudian langkah selanjutnya adalah dengan dilakukan transmisi sinyal yang secara bertahap diredam. Diharapkan dari langkah ini grafik unjuk kerja modem dapat diukur dengan cara menghitung E_b/N_0 dan P_e .

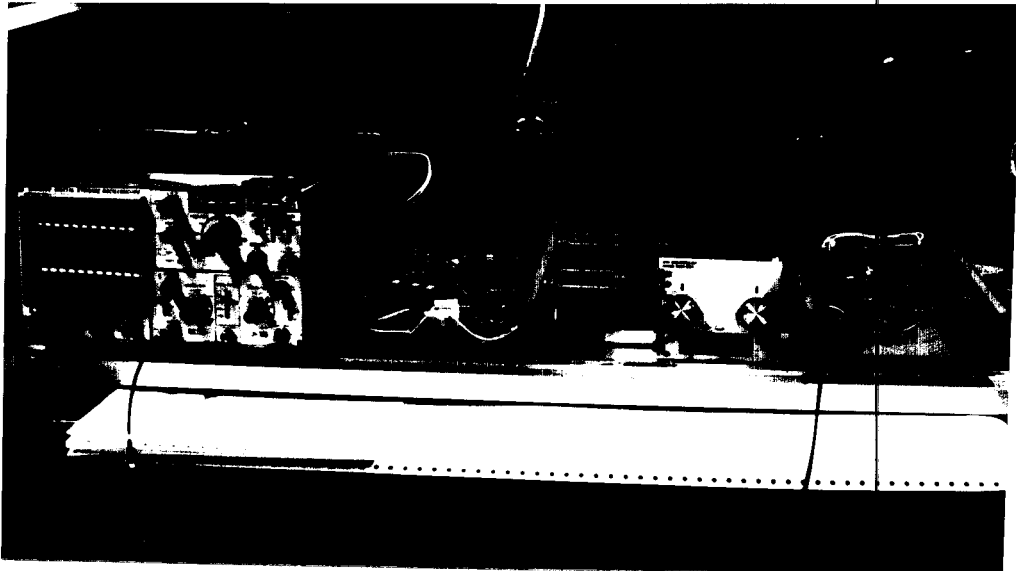
TABEL 4.1
HASIL PENGUKURAN LAJU KESALAHAN DATA MODEM INFRA
MERAH UNTUK 1000 KARAKTER YANG DIKIRIMKAN

BAUD RATE	LAJU KESALAHAN MODEM ASK	LAJU KESALAHAN MODEM FSK
75-1050	0	0
1,100	0	12
1,200	0	33
1,300	0	166
1,400	0	743
1,500	0	781
1,600	0	806
1,700	0	847
1,800	0	985
2,400	0	-
2,500	199	-
2,600	535	-
2,700	675	-
2,800	711	-



GAMBAR 4.10

BLOK SET UP PERALATAN UNTUK PENGUKURAN UNJUK KERJA



GAMBAR 4.11

METODA PENGUKURAN UNJUK KERJA MODEM

Unjuk kerja modem ASK dan FSK infra merah diukur dengan mencari harga E_b/N_o dan digunakan rumus :

$$E_b/N_o = C_{dBW} - 10 \log(r_b) - 10 \log(T_e) - (-228,6_{dBW}) \quad (4-1)$$

di mana :

C = level daya yang diterima.

T_e = temperatur noise efektif detektor = $(NF-1) = 290(10-1) = 2610^\circ \text{ K}$.

r_b = bit rate.

T_0 = temperatur kamar = 290° K.

NF = noise figure. Untuk detektor infra merah MRD510, NF = 10 dB.

Harga -228,6 merupakan sepuluh kali logaritma konstanta Boltzman $1,38 \cdot 10^{-23}$.

Untuk komunikasi dengan kanal optis, maka digunakan asumsi-asumsi dan rumus dari [16] :

1. Dari data book, daya output IRED adalah 16 mW, sehingga besaran daya ini diasumsikan merupakan daya output pemancar infra merah yang telah dibuat.
2. IRED yang digunakan pada saat yang bersamaan memancarkan panjang gelombang dengan spectral half-power bandwidth 50 nm. Dengan demikian, untuk peak wavelength pada 940 nm, maka bandwidth panjang gelombangnya memiliki range antara 915 nm hingga 965 nm, atau pada frekuensi $3,28 \cdot 10^{14}$ hingga $3,109 \cdot 10^{14}$, atau dengan bandwidth sebesar $1,69 \cdot 10^{13}$, maka tiap panjang gelombang yang dipancarkan $16 \text{ mW} / 1,69 \cdot 10^{13}$ atau sebesar $9,47 \cdot 10^{-16}$ watt. Selama pengukuran, jarak antara pemancar dan penerima infra merah adalah 40 cm, dan diasumsikan jarak antara pemancar dan penerima cukup dekat sehingga daya yang dipancarkan setara dengan daya yang diterima detektor infra merah (P_R). Jadi pada detektor diterima daya sebesar $9,47 \cdot 10^{-16}$ watt, atau $-150,24 \text{ dBW} - 3 \text{ dB} = -153,24 \text{ dBW}$.
3. Penggunaan sistem lensa pada perangkat yang dibuat bertujuan untuk mengoptimumkan intensitas sinar infra merah yang diterima detektor. Lensa yang digunakan pada prinsipnya adalah suatu antena optis yang memiliki gain tertentu. Perangkat komunikasi data ini digunakan sistem lensa satu tahap, sedangkan gain sistem lensa dihitung dengan rumus :

$$G_L = 0,9 \left(\frac{R_L}{R_d} \right)^2 \quad (4-2)$$

di mana :

R_L = jari-jari lensa 1 (m).

R_d = jari-jari detektor (m).

Faktor 0,9 adalah kompensasi rugi-rugi pada sistem penguatan lensa.

Maka, $G_L = 0,9(0,01/0,0026)^2 = 13,31 = 11,24$ dB.

Dari parameter-parameter yang telah diperoleh, maka level daya yang diterima detektor $C_{dBW} = P_R + G_L$, dan diperoleh level daya sebesar -142 dBW.

Jadi, E_b/N_0 dapat dicari sesuai dengan rumus (4-1) di atas :

$$\begin{aligned} E_b/N_0 &= -142_{dBW} - 10\log(2400) - 10\log(2610) + 228,6 \\ &= -142 - 33,8 - 34,17 + 228,6 \\ &= 18,1 \text{ dB untuk modulasi ASK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_b/N_0 &= -142_{dBW} - 10\log(1050) - 10\log(2610) + 228,6 \\ &= -142 - 30,21 - 34,17 + 228,6 \\ &= 22,22 \text{ dB untuk modulasi FSK} \end{aligned}$$

Harga E_b/N_0 di atas dapat digunakan untuk mencari P_e dari tiap-tiap sistem modulasi dengan cara meredam sinyal informasi yang dipancarkan, dan dalam hal ini, harga noise figure akan berubah pula bersesuaian dengan peningkatan redaman.

Rumus P_e untuk modulasi ASK dan FSK adalah sama [5] :

$$P_e = 0,5 \exp\left(-\frac{E_b}{2N_0}\right) \quad (4-3)$$

sehingga,

$$\begin{aligned} P_e &= 0,5 \exp\left(-\frac{1}{2}18,1\right) = 5,87 \cdot 10^{-5} \text{ untuk ASK, dan} \\ P_e &= 0,5 \exp\left(-\frac{1}{2}22,22\right) = 3,45 \cdot 10^{-6} \text{ untuk FSK.} \end{aligned}$$

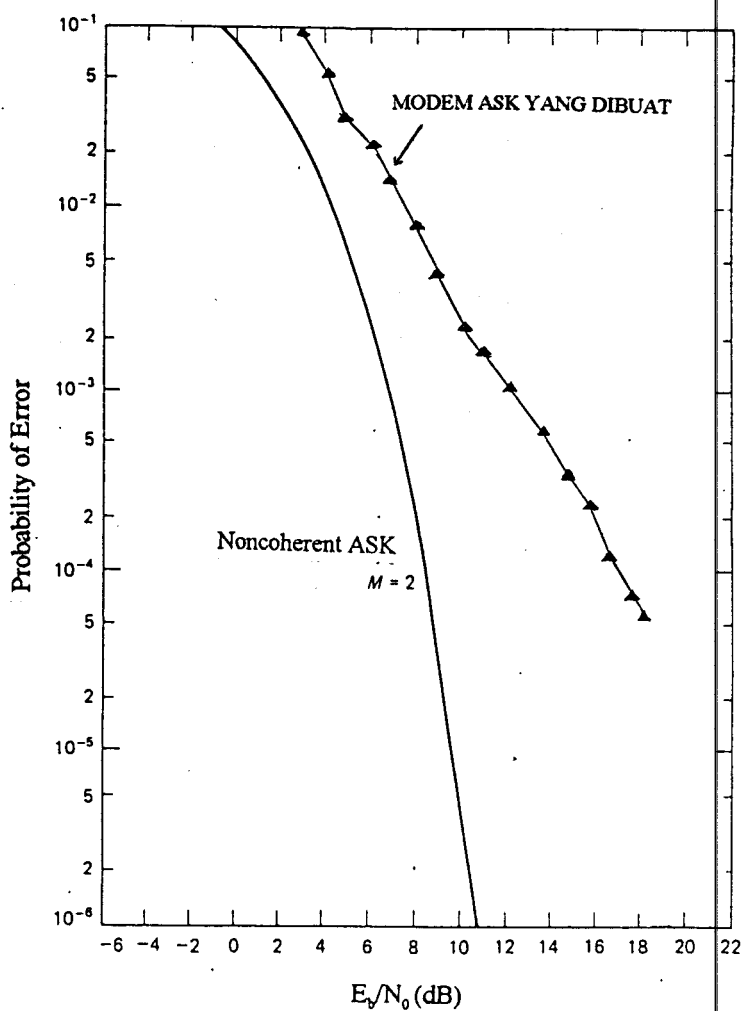
Dari contoh perhitungan di atas, maka dapat dibuat Tabel 4.2, yaitu P_e sebagai fungsi E_b/N_0 , dan dari tabel tersebut dapat dibuat suatu grafik unjuk kerja modem ASK dan FSK yang kemudian masing-masing dibandingkan.

TABEL 4.2

TABEL P₀ SEBAGAI FUNGSI DARI E_v/N₀ MODEM INFRA MERAH

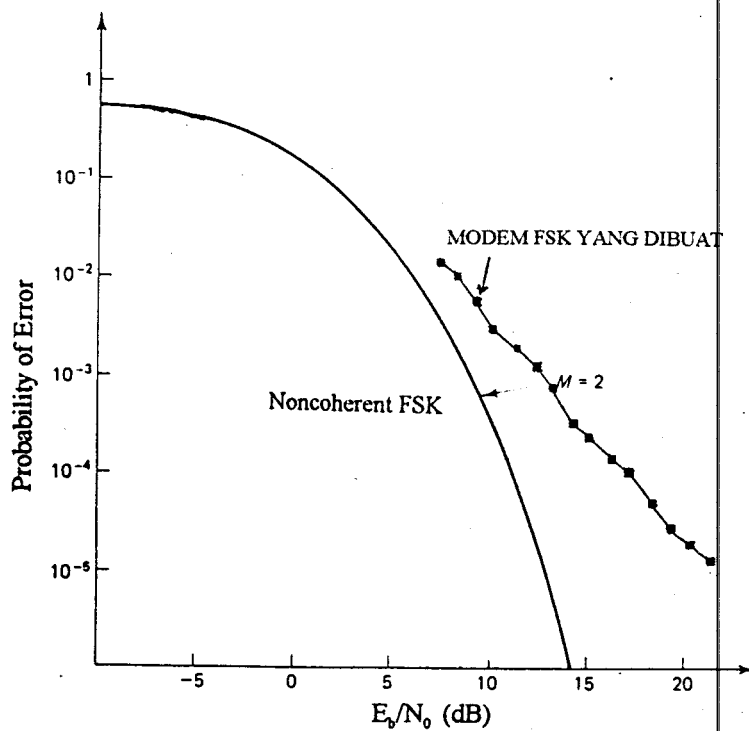
REDAMAN (dB)	E _v /N ₀	E _v /N ₀	P ₀	P ₀
	MODEM ASK	MODEM FSK	MODEM ASK	MODEM FSK
0	18.1	22.22	5.87E-5	7.48E-6
1	17.53	21.11	7.81E-5	1.3E-5
2	16.47	20.06	1.33E-4	2.2E-5
3	15.4	18.99	2.26E-4	3.76E-5
4	14.36	17.95	3.81E-4	6.33E-5
5	13.32	16.91	6.41E-4	1.06E-4
6	12.29	15.88	1.07E-3	1.78E-4
7	11.27	14.86	1.79E-3	2.97E-4
8	10.25	13.84	2.97E-3	4.94E-4
9	9.23	12.82	4.95E-3	8.23E-4
10	8.22	11.81	8.2E-3	1.36E-3
11	7.21	10.8	1.4E-2	2.26E-3
12	6.2	9.79	2.3E-2	3.74E-3
13	5.2	8.79	3.7E-2	6.17E-3
14	4.19	7.78	6.1E-2	1.02E-2
15	3.19	6.77	1E-1	1.73E-2

Tabel di atas menunjukkan bahwa, semakin besar redaman sinyal berarti daya sinyal yang dipancarkan menjadi kecil, dan harga E_b/N_0 menjadi kecil pula, sehingga harga P_e sistem menjadi besar.



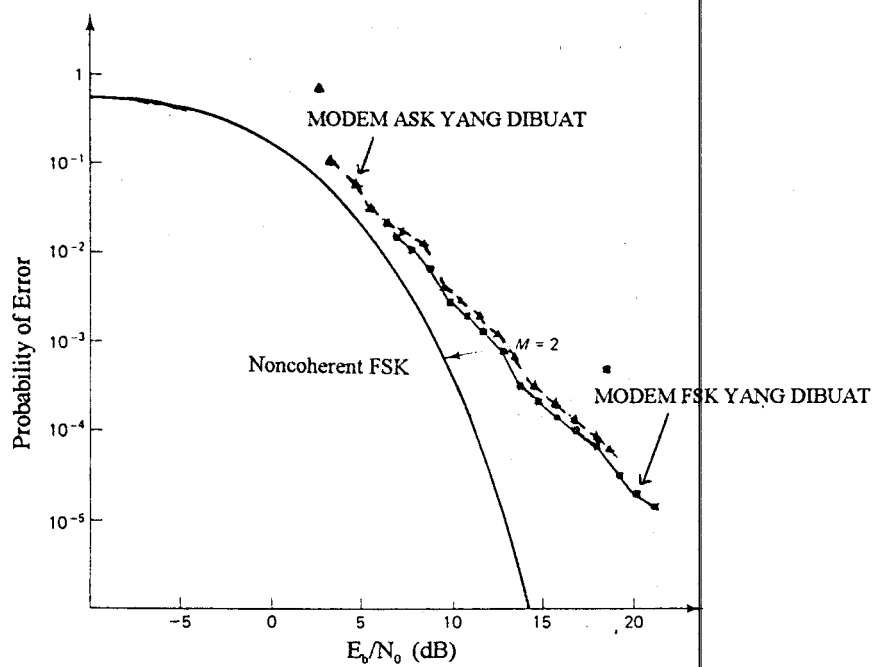
GAMBAR 4.12

GRAFIK UNJUK KERJA MODEM ASK INFRA MERAH



GAMBAR 4.13

GRAFIK UNJUK KERJA MODEM FSK INFRA MERAH

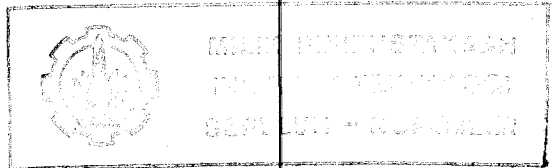


GAMBAR 4.14

GRAFIK PERBANDINGAN UNJUK KERJA MODEM ASK DAN FSK

Kedua grafik di atas menunjukkan bahwa modem FSK infra merah memiliki unjuk kerja sedikit lebih baik, meskipun beda improvementnya tidak sampai 1dB. Untuk harga probability of error yang sama, maka pada modem FSK infra merah dibutuhkan energi per bit yang lebih kecil bila dibandingkan dengan modem ASK infra merah (dengan asumsi daya noise yang konstan) hasil ini mendekati perbandingan unjuk kerja secara teoritis.

Dan bila dibandingkan, maka grafik unjuk kerja modem ASK dan modem FSK infra merah yang telah dibuat memiliki unjuk kerja di bawah kemampuan sistem secara teoritis, di mana perbedaan improvementnya mencapai sebesar 2 dB hingga 6 dB. Artinya, untuk probability of error yang sama, maka daya sinyal yang diperlukan oleh modem ASK dan FSK 2 dB hingga 6 dB lebih besar.



BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Keseluruhan langkah-langkah yang telah dilakukan mulai dari perencanaan, pembuatan hingga pengukuran unjuk kerja perangkat modem infra merah, pada akhirnya dapat diperoleh suatu data-data sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Modulator ASK yang telah dibuat memiliki kestabilan yang baik, di mana pergeseran frekuensi yang terjadi sangat kecil sekali (0,0076 Hz) dari frekuensi carrier 40 kHz yang direncanakan.
2. Untuk modulator FSK, kestabilan yang dimilikinya cukup baik, karena untuk frekuensi space 2200 Hz yang direncanakan, memiliki pergeseran frekuensi sebesar 1,25 Hz, sedangkan untuk frekuensi mark 1200 Hz yang direncanakan, mengalami pergeseran frekuensi sebesar 1,2 Hz.
3. Laju kesalahan yang dimiliki oleh modem ASK infra merah mendekati nol pada baud rate hingga 2400 baud, dan laju kesalahan makin bertambah pada saat baud rate transmisi ditingkatkan.
4. Laju kesalahan yang dimiliki oleh modem FSK infra merah mendekati nol pada baud rate hingga 1050 baud, dan laju kesalahan makin bertambah pada saat baud rate transmisi ditingkatkan.
5. Peredaman tidak secara optis secara bertahap terhadap daya sinyal yang dipancarkan dapat dilakukan untuk pengukuran unjuk kerja modem, karena selama pengukuran di dalam ruangan untuk jarak LOS yang tetap, secara

bertahap error rate mulai bertambah bersesuaian dengan peningkatan redaman sinyal infra merah yang ditransmisikan.

6. Berdasarkan data pengukuran yang telah diperoleh, serta berdasarkan grafik yang telah dibuat, maka unjuk kerja modem FSK infra merah sedikit lebih baik (mengalami improvement kurang dari 1dB) bila dibandingkan dengan modem ASK infra merah. Untuk harga E_b/N_0 yang sama probability of error modem FSK lebih kecil bila dibandingkan dengan harga probability of error modem ASK. Hasil perbandingan unjuk kerja ini bersesuaian dengan perbandingan unjuk kerja kedua sistem modem secara teoritis.

5.2 SARAN

Dalam pengukuran unjuk kerja modem digital infra merah diperlukan alat ukur optis dan alat ukur yang dapat mengetahui secara langsung parameter-parameter penting yang diperlukan.

Pada prinsipnya, sistem pengiriman data dengan menggunakan sinar infra merah dapat dikembangkan untuk tahap selanjutnya, yaitu dengan penggunaan sinar laser sebagai ganti sinar infra merah, karena sinar laser dengan segala kelebihanannya, pada saat ini telah banyak diaplikasikan di bidang telekomunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chu, T.S., and Gans, M.J., High Speed Infrared Local Wireless Communication, IEEE Communications Magazine, August 1987, IEEE Inc., New York, USA, 1987.
2. Gunawan, Ganiadi, Memanfaatkan Serial RS-232C, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1991.
3. Kusuma, Markus Robijanto, Belajar Turbo C, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.
4. Pahlavan, Kaveh, Wireless Communication for Office Information Networks, IEEE Communications Magazine, June 1985, IEEE Inc., New York, USA, 1985.
5. Roden, S. Martin., Digital Communication Systems Design, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1988.
6. Sargent, Murray, and Shoemaker, Richard L., The IBM PC From Inside Out, Addison-Wesley Publishing Co., USA, 1987.
7. Schreyer, Roland K. and Sonek, Gregory J., An Optical Transmitter/Receiver System for Wireless Voice Communication, IEEE Communications Magazine, May 1992, IEEE Inc., New York, USA, 1992.
8. Shanmugam, Sam K., Digital And Analog Communication Systems, John Willey & Sons Inc., 1979.
9. Shcildt, Herbert, C Power User's Guide, Osborne McGraw-Hill, Berkeley, California, USA, 1988.
10. Sumitro, Herman Widodo, Penguat Operasional Dan Rangkaian Terpadu, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1992.

11. Stekelenburg, J.C., Long Range Infra Red Transmitter Receiver, Elektor Electronics Magazine, November 1987, London, U.K. 1987.
12. Tomasi, Wayne, Advanced Electronic Communication Systems, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1988.
13. Tomasi, Wayne, Fundamentals Of Electronic Communication Systems, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, USA, 1988.
14. Townsend, A.A.R., Digital Line-Of-Sight, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, USA, 1988.
15. Vasko, Antonin, Infra Red Radiation, P.S Allen, London, U.K. 1968.
16., Motorola Optoelectronics Device Data, Motorola Inc., USA, 1989.
17., Motorola Linear Device Data, Motorola Inc., USA, 1989.

Infrared LED

This device is designed for infrared remote control and other sensing applications, and can be used in conjunction with the MRD821 photodiode. It features high power output, using long-life gallium arsenide technology.

- Low Cost
- Popular T-1 $\frac{1}{2}$ Package
- Ideal Beam Angle for Most Remote Control Applications
- Uses Stable Long-Life LED Technology
- Clear Epoxy Package

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	V_R	5	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	100	mA
Forward Current — Peak Pulse	I_F	1	A
Total Power Dissipation (@ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C)	P_D	100 2.2	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range	T_A	-30 to +70	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-30 to +80	$^\circ\text{C}$
Lead Soldering Temperature, 5 seconds max, 1/16 inch from case	—	260	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	10	—	nA
Reverse Leakage Current ($V_R = 5\text{ V}$)	I_R	—	1	10	μA
Forward Voltage ($I_F = 100\text{ mA}$)	V_F	—	1.35	1.7	V
Temperature Coefficient of Forward Voltage	ΔV_F	—	-1.6	—	mV/K
Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$)	C	—	25	—	pF

OPTICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Peak Wavelength ($I_F = 100\text{ mA}$)	λ_p	—	940	—	nm
Spectral Half-Power Bandwidth	$\Delta\lambda$	—	50	—	nm
Total Power Output ($I_F = 100\text{ mA}$)	Φ_e	—	16	—	mW
Temperature Coefficient of Total Power Output	$\Delta\Phi_e$	—	-0.25	—	%/K
Axial Radiant Intensity ($I_F = 100\text{ mA}$)	I_e	10	15	—	mW/sr
Temperature Coefficient of Axial Radiant Intensity	ΔI_e	—	-0.25	—	%/K
Power Half-Angle	ϕ	—	≈ 30	—	$^\circ$

MLED81

**INFRARED
LED
940 nm**



CASE 2798-01

MLED81

TYPICAL CHARACTERISTICS

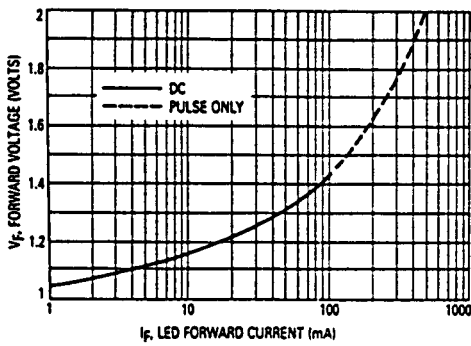


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

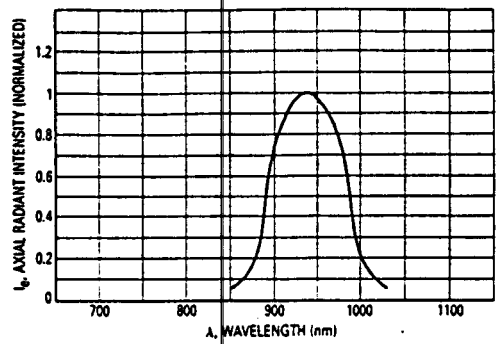


Figure 2. Relative Spectral Emission

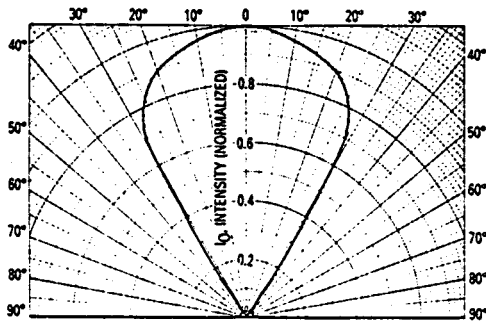


Figure 3. Spatial Radiation Pattern

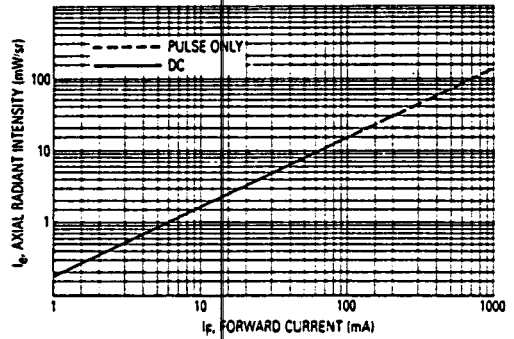


Figure 4. Intensity versus Forward Current

4

OUTLINE DIMENSIONS

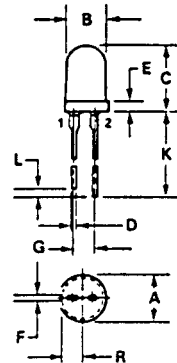
CASE 2798-01

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.52	5.96	0.217	0.235
B	4.80	5.20	0.189	0.205
C	8.13	9.14	0.320	0.360
D	0.51	0.71	0.020	0.028
E	1.15	1.39	0.045	0.055
F	0.51	0.76	0.020	0.030
G	2.29	2.79	0.090	0.110
K	25.40	26.67	1.00	1.05
L	0.18	1.82	0.007	0.072
R	2.42	2.79	0.095	0.110

NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

STYLE 1:
PIN 1. CATHODE
2. ANODE



**MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA**

**Photo Detectors
Diode Output**

... designed for application in laser detection, light demodulation, detection of visible and near infrared light-emitting diodes, shaft or position encoders, switching and logic circuits, or any design requiring radiation sensitivity, ultra high-speed, and stable characteristics.

- Ultra Fast Response — (<1 ns Typ)
- High Sensitivity — MRD500 (1.2 $\mu\text{A}/\text{mW}/\text{cm}^2$ Min)
MRD510 (0.3 $\mu\text{A}/\text{mW}/\text{cm}^2$ Min)
- Available With Convex Lens (MRD500) or Flat Glass (MRD510) for Design Flexibility
- Popular TO-18 Type Package for Easy Handling and Mounting
- Sensitive Throughout Visible and Near Infrared Spectral Range for Wide Application
- Annular Passivated Structure for Stability and Reliability

4

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	V_R	100	Volts
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above- 25°C	P_D	250 2.27	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	T_A	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Fig. No.	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Dark Current ($V_R = 20\text{ V}$, $R_L = 1\text{ megohm}$) Note 2 $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	2 and 3	I_D	— —	— 14	2 —	nA
Reverse Breakdown Voltage ($I_R = 10\ \mu\text{A}$)	—	$V_{(BR)R}$	100	200	—	Volts
Forward Voltage ($I_F = 50\text{ mA}$)	—	V_F	—	—	1.1	Volts
Series Resistance ($I_F = 50\text{ mA}$)	—	R_s	—	—	10	Ohms
Total Capacitance ($V_R = 20\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	5	C_T	—	—	4	pF

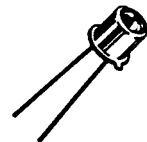
OPTICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	MRD500 MRD510	Fig. No.	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Light Current ($V_R = 20\text{ V}$) Note 1	MRD500 MRD510	1	I_L	6 1.5	9 2.1	— —	μA
Sensitivity at 0.8 μm ($V_R = 20\text{ V}$) Note 3	MRD500 MRD510	—	$S(\lambda = 0.8\ \mu\text{m})$	— —	6.6 1.5	— —	$\mu\text{A}/\text{mW}/\text{cm}^2$
Response Time ($V_R = 20\text{ V}$, $R_L = 50\text{ Ohms}$)	—	—	$t(\text{resp})$	—	1	—	ns
Wavelength of Peak Spectral Response	—	5	λ_s	—	0.8	—	μm

NOTES: 1. Radiation Flux Density (H) equal to 5 mW/cm² emitted from a tungsten source at a color temperature of 2870 K.
2. Measured under dark conditions. (H = 0).
3. Radiation Flux Density (H) equal to 0.5 mW/cm² at 0.8 μm .

**MRD500
MRD510**

**PHOTO DETECTORS
DIODE OUTPUT
PIN SILICON
250 MILLIWATTS
100 VOLTS**



**CASE 209-01
MRD500
(CONVEX LENS)**



**CASE 210-01
MRD510
(FLAT GLASS)**

MRD500, MRD510

TYPICAL CHARACTERISTICS

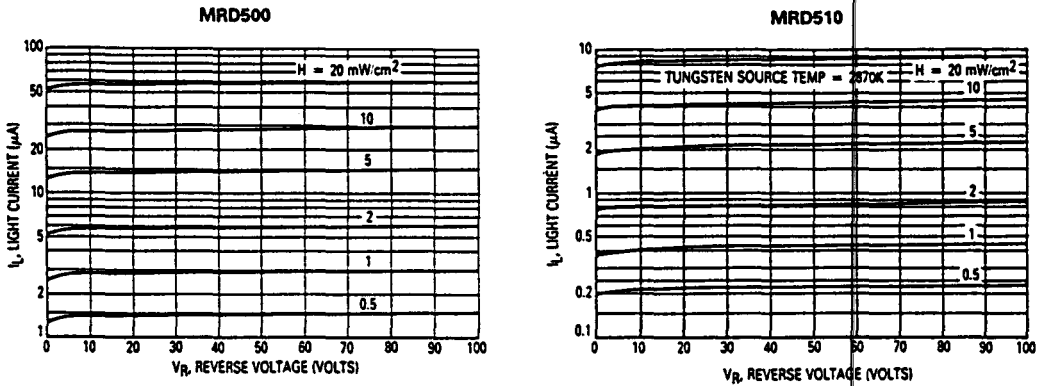


Figure 1. Irradiated Voltage — Current Characteristic

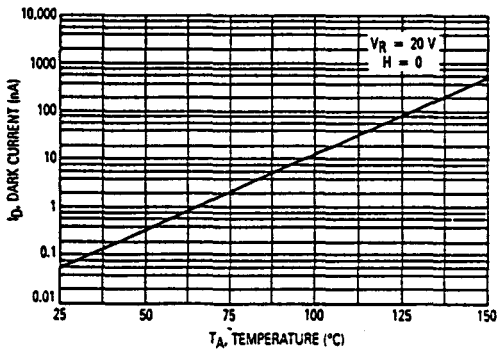


Figure 2. Dark Current versus Temperature

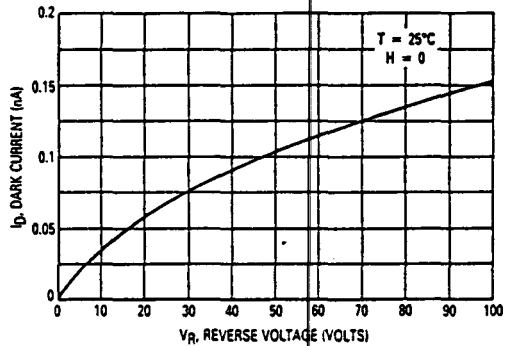


Figure 3. Dark Current versus Reverse Voltage

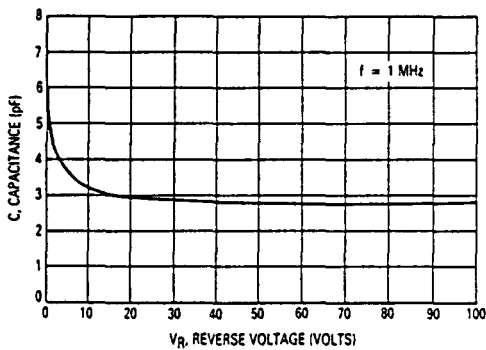


Figure 4. Capacitance versus Voltage

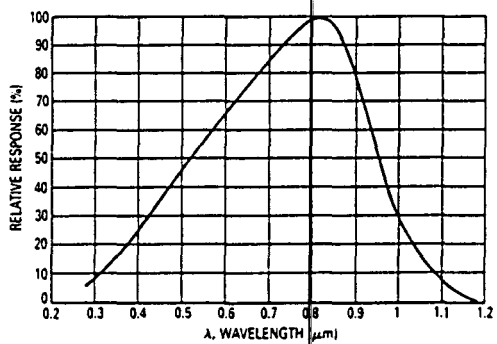


Figure 5. Relative Spectral Response

MRD500, MRD510

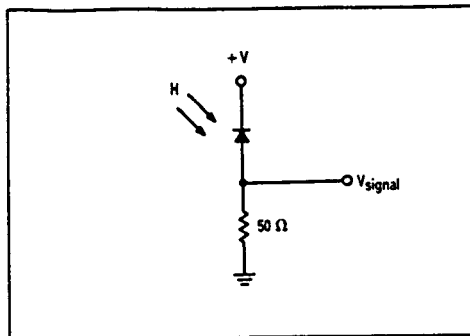
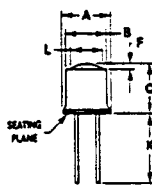


Figure 6. Typical Operating Circuit

OUTLINE DIMENSIONS

4



CASE 209-01
MRD500
(CONVEX LENS)

- NOTES:
- PIN 2 INTERNALLY CONNECTED TO CASE
 - LEADS WITHIN 0.13 mm (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

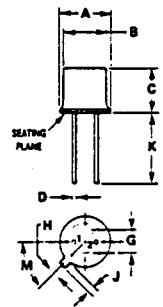
DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.31	5.94	0.209	0.230
B	4.52	4.95	0.178	0.195
C	5.08	6.35	0.200	0.250
D	0.41	0.48	0.016	0.019
F	0.51	1.02	0.020	0.040
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
H	0.39	1.17	0.029	0.046
J	0.84	1.22	0.033	0.048
K	12.70	—	0.500	—
L	3.25	4.01	0.132	0.158
M	45° BSC		45° BSC	

STYLE 1:
PIN 1. ANODE
2. CATHODE

CASE 210-01
MRD510
(FLAT GLASS)

- NOTES:
- PIN 2 INTERNALLY CONNECTED TO CASE
 - LEADS WITHIN 0.13 (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.31	5.94	0.209	0.230
B	4.52	4.95	0.178	0.195
C	4.57	5.33	0.180	0.210
D	0.41	0.48	0.016	0.019
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
H	0.99	1.17	0.029	0.046
J	0.84	1.22	0.033	0.048
K	12.70	—	0.500	—
M	45° BSC		45° BSC	



STYLE 1:
PIN 1. ANODE
2. CATHODE

16 SEP 1993

EE-1799 TUGAS AKHIR (6 SKS)

Nama : Rahman Ramadya
Nomor Pokok : 2882200985
Tugas diberikan : Agustus 1993
Tugas diselesaikan : Maret 1994
Dosen pembimbing : Dr. Ir. M. Salehudin, M. Eng. Sc.
Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MODEM KOMUNIKASI DATA
ANTAR KOMPUTER IBM PC DENGAN MENGGUNAKAN SINAR INFRA MERAH
SEBAGAI MEDIA TRANSMISI

Uraian Tugas Akhir :

Spektrum gelombang elektromagnetik yang dapat dimanfaatkan dalam bidang telekomunikasi amat terbatas, sehingga perlu dipertimbangkan penggunaan spektrum gelombang elektromagnetik secara lebih efisien. Sinar infra merah merupakan salah satu bagian dari gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang antara 3μ hingga 1.000μ . Pemakaian sinar infra merah dalam teknologi telekomunikasi sudah dilakukan, antara lain untuk penginderaan jarak jauh yang dilakukan oleh satelit.

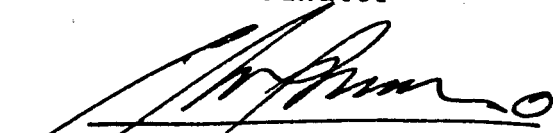
Di bidang yang lain dalam telekomunikasi, penggunaan sinar infra merah sebagai media transmisi untuk komunikasi data masih belum banyak dilakukan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dan uji coba suatu perangkat yang memungkinkan pemanfaatan sinar infra merah sebagai media transmisi untuk komunikasi data antar komputer IBM PC.

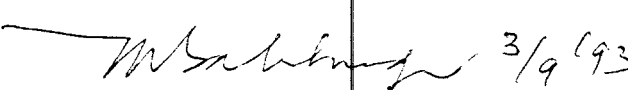
Pada tugas akhir ini, akan dibahas tentang perencanaan dan pembuatan modem untuk komunikasi data antar komputer IBM PC yang memanfaatkan sinar infra merah sebagai media transmisi. Unjuk kerja modem akan diuji dengan menerapkan teknik Pulse Width Modulation dan teknik-teknik modulasi lain yang memiliki kemungkinan untuk diterapkan dalam transmisi sinar infra merah.

Surabaya, 24 Agustus 1993

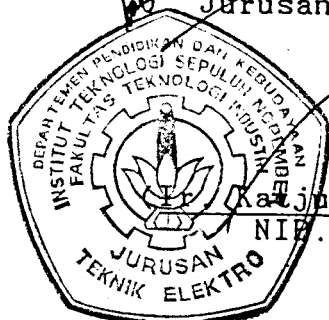
Menyetujui,
Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Koordinator


Dosen Pembimbing


(Ir. M. Aries Purnomo)
NIP. 130 532 040


(Dr. Ir. M. Salehudin, M. Eng. Sc.)
NIP. 130 532 026

Mengetahui,
Jurusan Teknik Elektro
Ketua




(Katjok Atrowulan, MSEE)
NIP. 130 687 438

USULAN TUGAS AKHIR

- A. JUDUL : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MODEM KOMUNIKASI DATA ANTAR KOMPUTER IBM PC DENGAN MENGGUNAKAN SINAR INFRA MERAH SEBAGAI MEDIA TRANSMISI
- B. RUANG LINGKUP : Ruang lingkup yang menunjang dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :
- Sistem Komunikasi
 - Transmisi Data
 - Sistem Komunikasi Terapan
- C. LATAR BELAKANG : Sinar infra merah telah cukup lama dipakai dalam bidang telekomunikasi, terutama dalam sistem penginderaan jarak jauh (remote sensing) melalui sebuah satelit. Akan tetapi, sinar infra merah yang menempati alokasi panjang gelombang antara $0,75 \mu$ hingga 1.000μ pada spektrum gelombang elektromagnetik ini belum terlalu umum untuk diterapkan sebagai media transmisi data antara dua buah komputer. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian dan pengujian tentang penggunaan sinar infra merah sebagai media

transmisi dengan melakukan perencanaan dan pembuatan modem komunikasi data dengan menggunakan infra merah agar dapat diperoleh rujukan unjuk kerja media transmisi ini untuk dapat dibandingkan dengan media transmisi lain yang telah ada dan sudah banyak digunakan.

D. PENELAAHAN STUDI : - Mempelajari karakteristik transmisi gelombang infra merah untuk komunikasi data dengan teknik modulasi Pulse Width Modulation (PWM). Sinar infra merah pada bagian pemancar harus dimodulasi dahulu pada frekuensi tertentu. Hal ini bertujuan agar sinar infra merah yang datang dari pemancar dan sinar dari lingkungan sekeliling yang tidak dimodulasi dapat dibedakan oleh penerima, karena sinar infra merah memiliki panjang gelombang yang berdekatan dengan panjang gelombang sinar tampak. Bentuk pulsa yang dikirimkan tidak selalu harus berbentuk pulsa kotak yang utuh, tetapi yang ditransmisikan dapat pula ujung depan dan belakang masing-masing pulsa,

sehingga tampak seperti sinyal diskrit.

- Pada bagian penerima, untuk mendapatkan sinyal informasi dilakukan dengan cara mendeteksi sinyal pembawa. Setiap bentuk sinyal termodulasi PWM ini memiliki jumlah sinyal pembawa yang berbeda-beda bersesuaian dengan lebar pulsa. Untuk membentuk kembali sinyal informasi dilakukan dengan menggunakan rangkaian logika dimana sinyal diskrit yang merupakan sinyal informasi digunakan sebagai triger sehingga pulsa-pulsa kotak periodik dari rangkaian logika dapat diubah menjadi sinyal PWM.

E. TUJUAN

- : Membuat sebuah perangkat modem yang dapat mengirimkan dan menerima data melalui dua buah komputer IBM PC dengan memanfaatkan gelombang infra merah sebagai media transmisi.

F. LANGKAH-LANGKAH

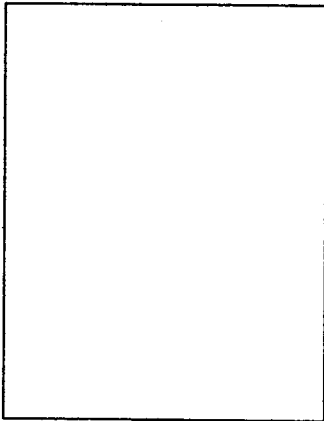
- Studi literatur.
- Pengumpulan data.
- Perencanaan, pembuatan, pengujian serta pengukuran sistem.
- Pembuatan perangkat lunak.
- Penulisan naskah.

G. JADWAL KERJA : Jadwal penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

KEGIATAN	B U L A N					
	I	II	III	IV	V	VI
Studi literatur	████████████████████					
Pengumpulan data	████████████████					
Perencanaan, pembuatan, pengujian dan pengukuran sistem.		██				
Penulisan naskah				██		

H. RELEVANSI : Tugas Akhir ini diharapkan dapat dipakai sebagai acuan untuk mengembangkan perangkat komunikasi data antar komputer dengan memanfaatkan gelombang infra merah sebagai media transmisi, terutama kemungkinan untuk diaplikasikan dalam Local Area Network.

RIWAYAT HIDUP



Nama : Rahman Ramadya

Tempat Lahir : Banyuwangi

Tanggal Lahir : 11 Mei 1968

Agama : Islam

Nama Ayah : Abu Mansur

Nama Ibu : Rohati

Alamat : Jl. Supriyadi 22 Banyuwangi

Penulis adalah putra bungsu dari dua bersaudara.

Riwayat Pendidikan :

1. SDN Petemon V Surabaya, lulus tahun 1981.
2. SMP Negeri II Surabaya, lulus tahun 1984.
3. SMA Negeri II Surabaya, lulus tahun 1987.
4. Mahasiswa Teknik Elektro ITS diterima melalui UMPTN tahun 1988 dengan NRP 2882200985.