

BAB II

DEMODULASI *QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING* (QPSK)

2.1 Modulasi

Modulasi adalah proses perubahan (*varying*) suatu gelombang periodik sehingga menjadikan suatu sinyal mampu membawa suatu informasi. Dengan proses modulasi, suatu informasi (biasanya berfrekuensi rendah) bisa dimasukkan ke dalam suatu gelombang pembawa, biasanya berupa gelombang sinus berfrekuensi tinggi. Terdapat tiga parameter kunci pada suatu gelombang sinusioidal yaitu : amplitudo, fase dan frekuensi. Ketiga parameter tersebut dapat dimodifikasi sesuai dengan sinyal informasi (berfrekuensi rendah) untuk membentuk sinyal yang termodulasi.

Peralatan untuk melaksanakan proses modulasi disebut modulator, sedangkan peralatan untuk memperoleh informasi awal (kebalikan dari dari proses modulasi) disebut demodulator dan peralatan yang melaksanakan kedua proses tersebut disebut modem.

Informasi yang dikirim bisa berupa data analog maupun digital sehingga terdapat dua jenis modulasi yaitu

- modulasi analog
- modulasi digital

2.2 Sinyal Analog

sinyal data dalam bentuk gelombang yang kontinyu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombangnya. Sinyal analog bekerja dengan mentransmisikan suara dan gambar dalam bentuk gelombang kontinu (continuous varying). Dua parameter/karakteristik terpenting yang dimiliki oleh isyarat analog adalah amplitude dan frekuensi. Isyarat analog biasanya dinyatakan dengan gelombang sinus, mengingat gelombang sinus merupakan dasar untuk semua bentuk isyarat analog. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa berdasarkan analisis fourier, suatu sinyal analog dapat diperoleh dari perpaduan sejumlah gelombang sinus. Dengan menggunakan sinyal analog, maka jangkauan transmisi data dapat mencapai jarak yang jauh, tetapi sinyal ini mudah terpengaruh oleh noise.

Gelombang pada sinyal analog yang umumnya berbentuk gelombang sinus memiliki tiga variable dasar, yaitu amplitudo, frekuensi dan phase.

- Amplitudo merupakan ukuran tinggi rendahnya tegangan dari sinyal analog.
- Frekuensi adalah jumlah gelombang sinyal analog dalam satuan detik.
- Phase adalah besar sudut dari sinyal analog pada saat tertentu.

2.3 Sinyal Digital

merupakan hasil teknologi yang dapat mengubah signal menjadi kombinasi urutan bilangan 0 dan 1 (juga dengan biner), sehingga tidak mudah terpengaruh oleh derau, proses informasinya pun mudah, cepat dan akurat, tetapi transmisi dengan sinyal digital hanya mencapai jarak jangkauan pengiriman data yang relatif dekat. Biasanya sinyal ini

juga dikenal dengan sinyal diskret. Sinyal yang mempunyai dua keadaan ini biasa disebut dengan bit. Bit merupakan istilah khas pada sinyal digital. Sebuah bit dapat berupa nol (0) atau satu (1). Kemungkinan nilai untuk sebuah bit adalah 2 buah (2^1). Kemungkinan nilai untuk 2 bit adalah sebanyak 4 (2^2), berupa 00, 01, 10, dan 11. Secara umum, jumlah kemungkinan nilai yang terbentuk oleh kombinasi n bit adalah sebesar 2^n buah.

System digital merupakan bentuk sampling dari sytem analog. digital pada dasarnya di code-kan dalam bentuk biner (atau Hexa). besarnya nilai suatu system digital dibatasi oleh lebarnya / jumlah bit (bandwidth). jumlah bit juga sangat mempengaruhi nilai akurasi system digital.

Signal digital ini memiliki berbagai keistimewaan yang unik yang tidak dapat ditemukan pada teknologi analog yaitu :

- Mampu mengirim informasi dengan kecepatan cahaya yang membuat informasi dapat dikirim dengan kecepatan tinggi
- Penggunaan yang berulang – ulang terhadap informasi tidak mempengaruhi kualitas dan kuantitas informasi itu sendiri
- Informasi dapat dengan mudah diproses dan dimodifikasi ke dalam berbagai bentuk
- Dapat memproses informasi dalam jumlah yang sangat besar dan mengirim secara interaktif

2.4 Modulasi Analog

Dalam modulasi analog, proses modulasi merupakan respon atas informasi sinyal analog, Teknik umum yang dipakai dalam modulasi analog :

- Angle Modulation
- Modulasi Fase (Phase Modulation - PM)
- Modulasi Frekuensi (Frequency Modulation - FM)
- Modulasi Amplitudo (Amplitude Modulation - AM)
- Double-sideband modulation with unsuppressed carrier (used on the radio AM band)
- Double-sideband suppressed-carrier transmission (DSB-SC)
- Double-sideband reduced carrier transmission (DSB-RC)
- Single-sideband modulation (SSB, or SSB-AM), very similar to single-sideband suppressed carrier modulation (SSB-SC)
- Vestigial-sideband modulation (VSB, or VSB-AM)
- Quadrature amplitude modulation (QAM)

2.5 Modulasi Digital

Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (bit stream) ke dalam sinyal carrier. Modulasi digital sebetulnya adalah proses mengubah-ubah karakteristik dan sifat gelombang pembawa (carrier) sedemikian rupa sehingga bentuk hasilnya (modulated carrier) memiliki ciri-ciri dari bit-bit (0 atau 1) yang dikandungnya. Berarti dengan mengamati modulated carriernya, kita bisa mengetahui

urutan bitnya disertai clock (timing, sinkronisasi). Melalui proses modulasi digital sinyal-sinyal digital setiap tingkatan dapat dikirim ke penerima dengan baik. Untuk pengiriman ini dapat digunakan media transmisi fisik (logam atau optik) atau non fisik (gelombang-gelombang radio). Pada dasarnya dikenal 3 prinsip atau sistem modulasi digital yaitu: ASK, FSK, dan PSK

2.51 *Amplitude Shift Keying Amplitude Shift Keying (ASK)*

pengiriman sinyal berdasarkan pergeseran amplitude, merupakan suatu metoda modulasi dengan mengubah-ubah amplitude. Dalam proses modulasi ini kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. Keuntungan yang diperoleh dari metode ini adalah bit per baud (kecepatan digital) lebih besar. Sedangkan kesulitannya adalah dalam menentukan level acuan yang dimilikinya, yakni setiap sinyal yang diteruskan melalui saluran transmisi jarak jauh selalu dipengaruhi oleh redaman dan distorsi lainnya. Oleh sebab itu metoda ASK hanya menguntungkan bila dipakai untuk hubungan jarak dekat saja. Dalam hal ini faktor derau harus diperhitungkan dengan teliti, seperti juga pada sistem modulasi AM. Derau menindih puncak bentuk-bentuk gelombang yang berlevel banyak dan membuat mereka sukar mendeteksi dengan tepat menjadi level ambangnya.

2.52 *Frequency Shift Keying Frequency Shift Keying (FSK)*

pengiriman sinyal melalui penggeseran frekuensi. Metoda ini merupakan suatu bentuk modulasi yang memungkinkan gelombang modulasi menggeser frekuensi output gelombang pembawa. Pergeseran ini terjadi

antara harga-harga yang telah ditentukan semula dengan gelombang output yang tidak mempunyai fase terputus-putus. Dalam proses modulasi ini besarnya frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. FSK merupakan metode modulasi yang paling populer.

Dalam proses ini gelombang pembawa digeser ke atas dan ke bawah untuk memperoleh bit 1 dan bit 0. Kondisi ini masing-masing disebut space dan mark. Keduanya merupakan standar transmisi data yang sesuai dengan rekomendasi CCITT. FSK juga tidak tergantung pada teknik on-off pemancar, seperti yang telah ditentukan sejak semula. Kehadiran gelombang pembawa dideteksi untuk menunjukkan bahwa pemancar telah siap. Dalam hal penggunaan banyak pemancar (multi transmitter), masing-masingnya dapat dikenal dengan frekuensinya.

Prinsip pendeteksian gelombang pembawa umumnya dipakai untuk mendeteksi kegagalan sistem bekerja. Bentuk dari modulated Carrier FSK mirip dengan hasil modulasi FM. Secara konsep, modulasi FSK adalah modulasi FM, hanya disini tidak ada bermacam-macam variasi /deviasi ataupun frekuensi, yang ada hanya 2 kemungkinan saja, yaitu More atau Less (High atau Low, Mark atau Space). Tentunya untuk deteksi (pengambilan kembali dari kandungan Carrier atau proses demodulasinya) akan lebih mudah, kemungkinan kesalahan (error rate) sangat minim/kecil. Umumnya tipe modulasi FSK dipergunakan untuk komunikasi data dengan Bit Rate (kecepatan transmisi) yang relative rendah, seperti untuk Telex dan Modem-Data dengan bit rate yang tidak lebih dari 2400 bps (2.4 kbps).

2.53 *Phase Shift Keying Phase Shift Keying (PSK)*

pengiriman sinyal melalui pergeseran fase. Metoda ini merupakan suatu bentuk modulasi fase yang memungkinkan fungsi pemodulasi fase gelombang termodulasi di antara nilai-nilai diskrit yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam proses modulasi ini fase dari frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi digital. Sudut fase harus mempunyai acuan kepada pemancar dan penerima. Akibatnya, sangat diperlukan stabilitas frekuensi pada pesawat penerima. Guna memudahkan untuk memperoleh stabilitas pada penerima, kadang-kadang dipakai suatu teknik yang koheren dengan PSK yang berbeda-beda. Hubungan antara dua sudut fase yang dikirim digunakan untuk memelihara stabilitas. Dalam keadaan seperti ini, fase yang ada dapat dideteksi bila fase sebelumnya telah diketahui.

Hasil dari perbandingan ini dipakai sebagai patokan (referensi). Untuk transmisi Data atau sinyal Digital dengan kecepatan tinggi, lebih efisien dipilih system modulasi PSK. Dua jenis modulasi PSK yang sering kita jumpai yaitu : 3.1. BPSK BPSK adalah format yang paling sederhana dari PSK. Menggunakan dua yang tahap yang dipisahkan sebesar 180° dan sering juga disebut 2-PSK. Modulasi ini paling sempurna dari semua bentuk modulasi PSK. Akan tetapi bentuk modulasi ini hanya mampu memodulasi 1 bit/symbol dan dengan demikian maka modulasi ini tidak cocok untuk aplikasi data-rate yang tinggi dimana bandwidthnya dibatasi. QPSK dikenal sebagai quaternary atau quadriphase PSK atau 4-PSK,

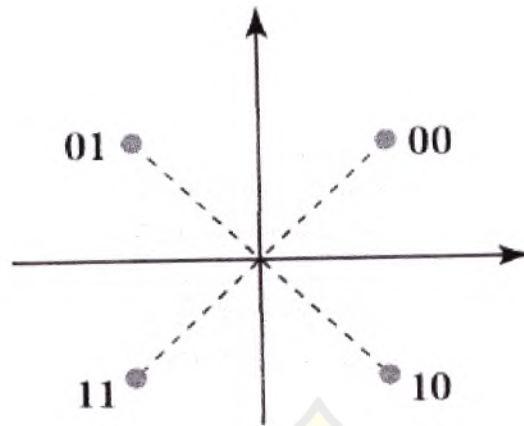
QPSK menggunakan empat titik pada diagram konstilasi, terletak di sekitar suatu lingkaran. Dengan empat tahap,

QPSK dapat mendekode dua bit per simbol. Hal ini berarti dua kali dari BPSK. Analisis menunjukkan bahwa ini mungkin digunakan untuk menggandakan data rate jika dibandingkan dengan sistem BPSK. Walaupun QPSK dapat dipandang sebagai sebagai suatu modulasi quaternary, lebih mudah untuk melihatnya sebagai dua quadrature carriers yang termodulasi tersendiri. Dengan penafsiran ini, maka bit yang digunakan untuk mengatur komponen phase pada sinyal carrier ketika digunakan untuk mengatur komponen quadrature-phase dari sinyal carrier tersebut. BPSK digunakan pada kedua carrier dan dapat dimodulasi dengan bebas.

2.6 Sistem QPSK

Pada transmisi digital dengan menggunakan teknik modulasi QPSK, yaitu mengirimkan 1 dari 4 sinyal yang mungkin selama interval waktu tertentu dimana setiap sinyal unik sama dengan (pasangan bit) 00, 01, 11, 10. Sinyal termodulasi QPSK dapat didefinisikan dalam bentuk persamaan

Pada QPSK sinyal yang ditumpangkan pada sinyal pembawa, mempunyai empat kemungkinan dari setiap pasangan bitnya

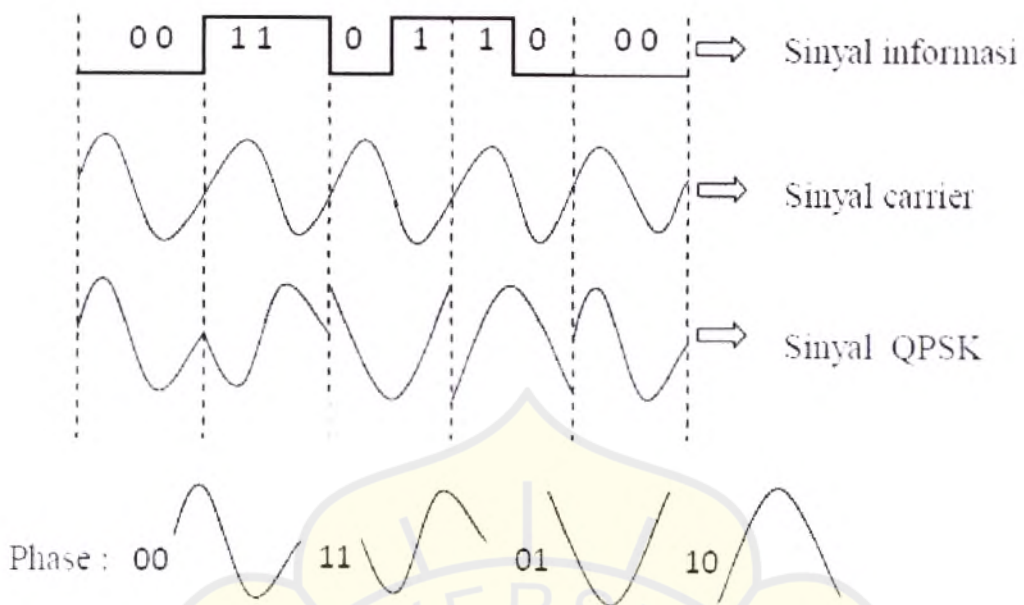


Gambar 2.1 Diagram Konstelasi QPSK

Untuk diagram konstelasi diatas, pada setiap titiknya itu berbeda sudut fasanya sebesar 90° , Atau bisa dilihat dari persamaan dibawah ini. Persamaan untuk Gambar 2.3 diagram konstelasi :

- $A_c \cos (2\pi f_c t + \pi/4)$ sym bol 11 (2.2)
- $A_c \cos (2\pi f_c t + 3\pi/4)$ sy mbol 01 (2.3)
- $A_c \cos (2\pi f_c t - 3\pi/4)$ sym bol 00 (2.4)
- $A_c \cos (2\pi f_c t - \pi/4)$ symbol 10 (2.5)

Dalam QPSK, fasa dari sinyal pembawa membawa satu dari empat harga seperti 0° , 90° , 180° , dan 270° , Setiap harga fasa yang mungkin berkorespondensi dengan pasangan bit yang unik disebut dibit. Sebagai contoh, kita dapat memilih set harga fasa untuk merepresentasikan *set gray coded* dibit : 00,01,11,10. Bentuk sinyal modulasi QPSK ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.2 Modulasi QPSK

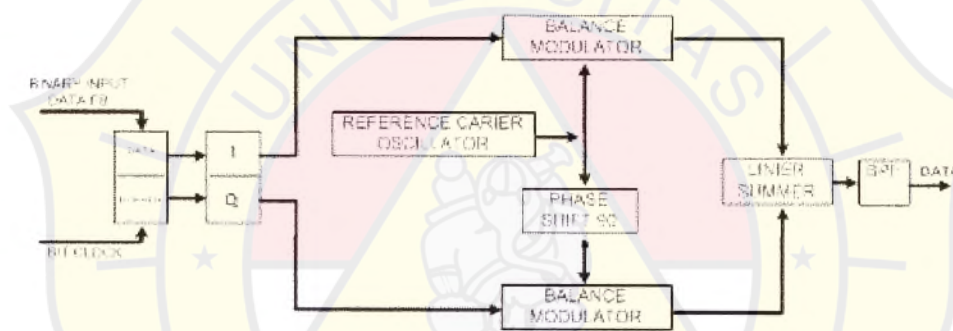
Set fasa QPSK di atas hanya satu pilihan yang mungkin yang ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbedaan Sudut Phase

Sistem	Informasi	Fasa (derajat)
		QPSK
	11	225
	01	135
	10	315

2.7 Modulator QPSK

Pada modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK), sebuah sinyal pembawa sinusoidal diubah-ubah fasenya dengan menjaga tetap konstan amplitudo dan frekuensinya. Dalam QPSK ada 4 fasa keluaran yang berbeda, maka harus ada 4 kondisi masukan yang berbeda. Karena masukan digital ke modulator QPSK adalah sinyal biner, maka untuk menghasilkan 4 kondisi masukan yang berbeda harus dipakai bit masukan lebih dari 1 bit tunggal. Menggunakan 2 bit, ada empat kondisi yang mungkin yaitu: 00, 01, 10 dan 11. Gambar dibawah ini merupakan blok diagram pemancar dan penerima dari QPSK



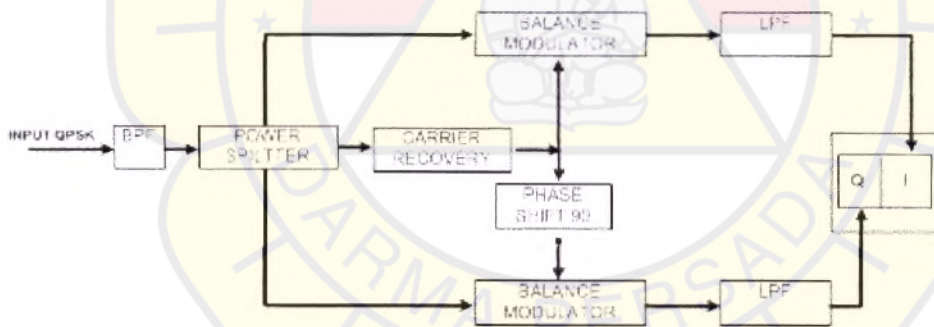
Gambar 2.3 Blok Diagram Modulator QPSK

modulator QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*) yang akan di bahas melingkupi input dan output gelombang dari perangkat modulator qpsk untuk mengetahui keluaran gelombang dari bit splitter (serila to paralel converter) yang berfungsi sebagai rangkaian penguba hmasukan data dari serial menjadi data keluaran parallel yang data ya 00,01,10,11. Mengetahui keluaran sin dan cos dari perangkat balanced modulator berfungsi sebagai saklar fasa (*phasereversing switch*) yang tergantung pada kondisi pulsa masukan sedangkan phase shift 90 derajat untuk membalik fasa dari balanced modulator sin ke balanced modulator cos dan untuk

rangkaian linier adder untuk menyatukan atau penjumlahan keluaran gelombang dari balanced modulator sin dan cos, untuk di kirimkan ke demodulator.

2.8 Demodulator QPSK

Yang merupakan tugas system penerima adalah demodulation dan sampling serta detection. Demodulasi QPSK merupakan kebalikan proses modulasi QPSK. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kembali sinyal informasi yang telah ditumpangkan terhadap sinyal carrier pada saat proses modulasi dan mempersiapkan sinyal informasi tersebut untuk proses deteksi. Teknik demodulasi yang dipakai pada QPSK adalah menggunakan demodulasi koheren dengan deteksi sinkron.



Gambar 2.4 Blok Diagram Demodulator QPSK

Prinsip dari deteksi sinkron adalah penggunaan sinyal carrier dengan frekuensi dan fasa yang sama antara pengirim dan penerima. Sinyal yang diterima (sinyal BPSK) masuk ke lengan inphase, lengan quadrature, dan rangkaian carrier recovery.

Prinsip dari deteksi sinkron adalah penggunaan sinyal carrier dengan frekuensi dan fasa yang sama antara pengirim dan penerima. Sinyal yang diterima (sinyal BPSK) masuk ke lengan inphase, lengan quadrature, dan rangkaian carrier recovery.

Fungsi carrier recovery adalah untuk mendapatkan sinyal carrier yang frekuensi dan fasanya koheren dengan di pengirim. Untuk lengan inphase, keluaran dari carrier recovery ini akan dikalikan dengan QPSK. Kemudian output carrier recovery tersebut digeser 90 derajat untuk dipakai sebagai carrier pada lengan quadrature.

Pada kondisi tertentu fasa carrier dapat berubah akibat adanya ketidaksempurnaan akibat noise maupun akibat ketidaksempurnaan dari perangkat demodulator itu sendiri. Error fasa yang dimaksud tersebut adalah perbedaan fasa carrier pada saat kondisi ideal dibandingkan kondisi tidak ideal. Dalam tugas ahir ini, beda fasa carrier pada kedua lengan adalah 90 derajat namun karena adanya noise ataupun ketidaksempurnaan dari perangkat demodulator tersebut, fasa 90 derajat bergeser.

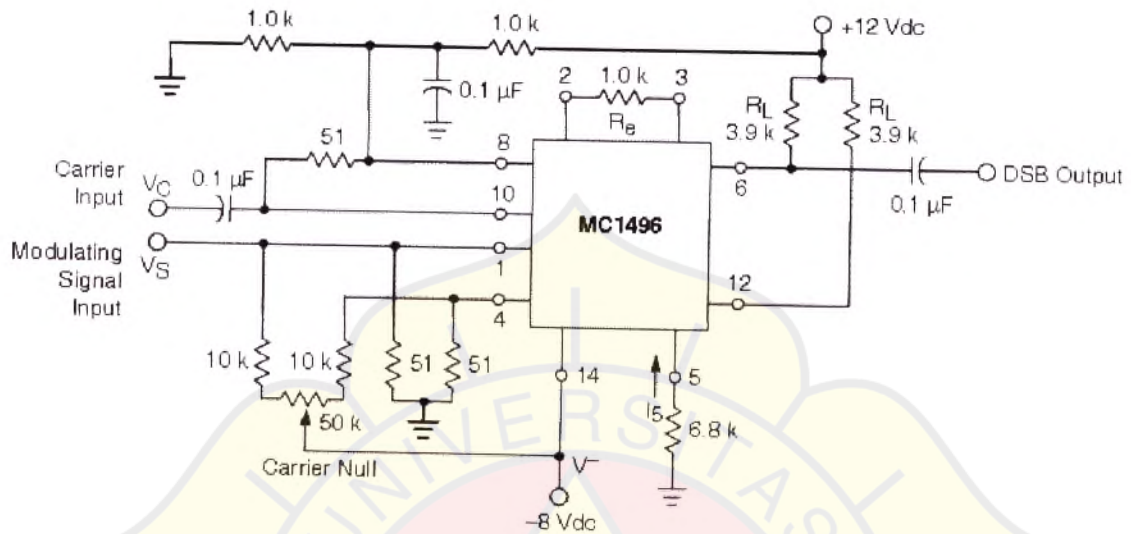
Kemudian keluaran dari mixer tersebut masuk ke LPF untuk menghilangkan komponen carriernya. Sesudah itu dilakukan proses sampling yang dikoordinir oleh simbol timing recovery. data hasil sampling kemudian masuk ke decision circuit untuk memperoleh data genap dan data ganjil. Prinsip dari decision circuit adalah membandingkan antara sinyal yang diterima dengan tegangan referensi.

2.9 Rangkaian Pembentuk Demodulator QPSK

2.10 *Balanced Modulator*

Balanced Modulator merupakan rangkaian pengali atau pembalik fasa. Keluaran dari balanced modulator ini merupakan hasil perkalian dari dua sinyal

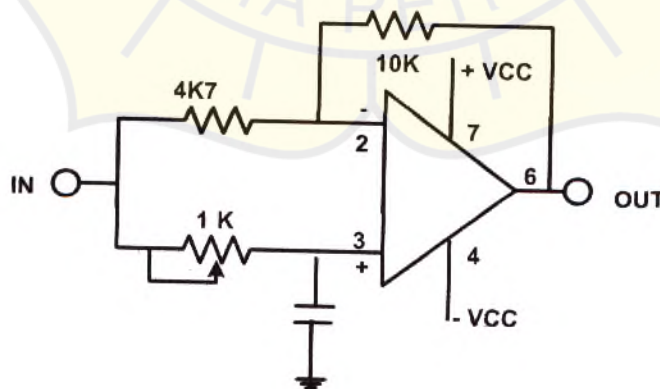
masukan, yaitu masukan sinyal pembawa yang berupa gelombang sinusoida yang dihasilkan oleh rangkaian osilator quadratur dikalikan dengan rangkain pengubah level 2 ke 4 yang berupa PAM (*Pulse Amplitude Modulation*)



Gambar 2.5 Blok Diagram *Balance Modulator*

2.11 *Phase Shift 90°*

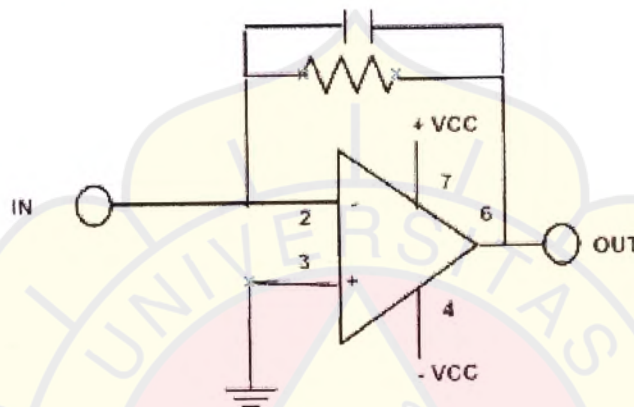
Untuk mendapatkan gelombang pembawa yang saling berbeda fasa 90° antara keduanya digunakan rangkaian penggeser fasa sinyal sinusoidal. Rangkaian penggeser fasa



Gambar 2.6 Blok Diagram *Phase Shift 90°*

2.12 Low Pass Filter (LPF)

Menurut kamus Webster, penyaring (filter) adalah alat atau benda yang dapat melewatkan arus listrik yang mempunyai frekuensi atau daerah frekuensi tertentu dan menahan frekuensi lainnya. Secara khusus rangkaian filter tersusun dari tahanan dan kapasitor yang dibangun oleh Op-amp.



Gambar 2.7 Blok Diagram Low Phase Filter

Filter aktif memberikan beberapa keuntungan sebagai berikut :

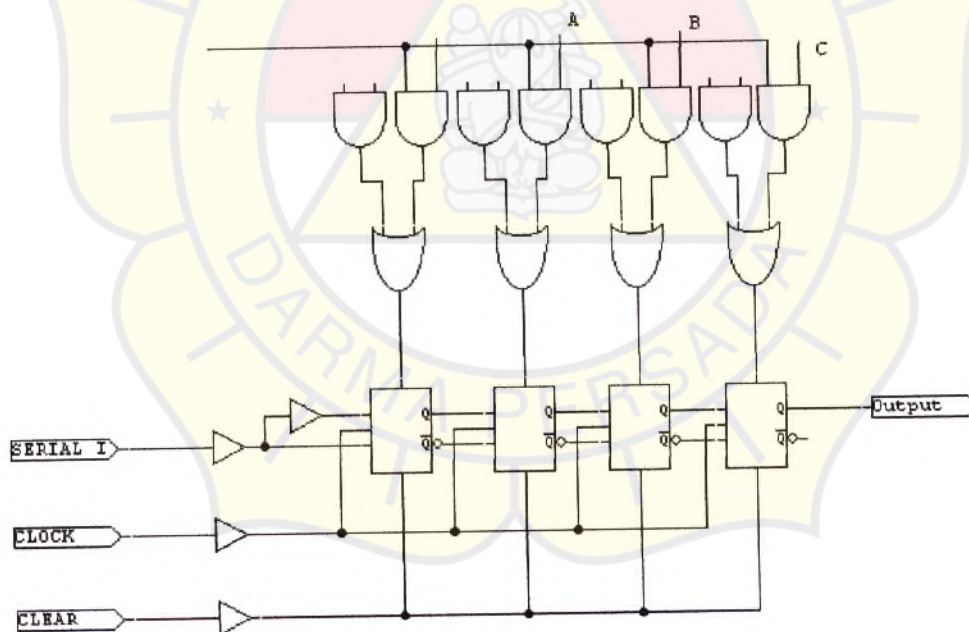
1. Tidak ada redaman sisipan (insertion loss) karena op-amp mampu memberikan penguat, sinyal input tidak akan langsung teredam ketika penapis melewatkan frekuensi-frekuensi yang bersangkutan.
2. Penyetelan filter adalah pada jalur frekuensi yang lebar, tanpa perlu mengubah respon yang diinginkan.
3. Pengisolasian, penggunaan Op-amp pada filter aktif menghasilkan impedansi input yang tinggi serta impedansi output yang rendah, sehingga terjamin penisolasian yang baik, ini berarti bahwa antara filter dengan sumber atau tegangan hampir tidak terjadi interaksi.

Disisi lain ada kelemahan atau keterbatasan dalam penggunaan filter aktif ini antara lain :

1. Respon frekuensi yang tergantung dari tipe op-amp yang digunakan.
2. Catu daya yang diperlukan ada beberapa macam untuk memberikan daya pada op-amp.

2.13 Parallel To Serial Converter

Sinyal data keluaran decision circuit yang masing-masing memiliki kecepatan $R/3$ Mbps, akan dijadikan satu data dengan kecepatan R Mbps dan di aplikasikan dalam satu rangkaian pengubah parallel ke serial.



Gambar 2.8 Blok Diagram Pengubah Paralel Ke Serial