

BAB II

MODULASI DIGITAL QPSK

2.1 Modulasi

Pengertian Modulasi adalah proses perubahan (*varying*) suatu gelombang periodik sehingga menjadikan suatu sinyal mampu membawa suatu informasi. Modulasi adalah proses pencampuran dua sinyal menjadi satu sinyal. Biasanya sinyal yang dicampur adalah sinyal berfrekuensi tinggi dan sinyal berfrekuensi rendah. Dengan memanfaatkan karakteristik masing-masing sinyal, maka modulasi dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal informasi pada daerah yang luas atau jauh. Sebagai contoh Sinyal informasi (suara, gambar, data), agar dapat dikirim ke tempat lain, sinyal tersebut harus ditumpangkan pada sinyal lain. Dalam konteks radio siaran, sinyal yang menumpang adalah sinyal suara, sedangkan yang ditumpang adalah sinyal radio yang disebut sinyal pembawa (*carrier*). Jenis dan cara penumpangan sangat beragam. Yaitu untuk jenis penumpangan sinyal analog akan berbeda dengan sinyal digital. Penumpangan sinyal suara juga akan berbeda dengan penumpangan sinyal gambar, sinyal film, atau sinyal lain.

Modulasi dapat didefinisikan sebagai proses pengubahan parameter darigelombang pembawa (amplitudo, frekuensi dan fasa) oleh sinyal informasi. Modulasi merupakan proses memfasilitasi transmisi informasi melalui suatumedia, contohnya seperti media kabel, udara, dan serat optik.

2.2 Modulasi Analog

Modulasi analog adalah komunikasi yang mentransmisikan sinyal-sinyal analog yaitu time signal yang berada pada nilai kontinu pada interval waktu yang terdefiniskan. Dalam modulasi analog, proses modulasi merupakan respon atas informasi sinyal analog.

Jenis-jenis modulasi analog

1. Amplitude modulation (AM)

Modulasi amplitude merupakan proses modulasi yang mengubah amplitudo sinyal pembawa sesuai dengan sinyal pemodulasinya.

Ada beberapa jenis Modulasi Amplitudo yaitu :

- AM Double Side Band-Suppressed Carrier (AM-DSB-SC)
- AM Double Side Band-Full Carrier (AM-DSB-FC)
- AM Single Side Band (AM-SSB)
- AM Independent Side Band (AM-ISB)
- AM Vestigial Side Band (AM-VSB)

AM merupakan proses modulasi dimana amplitudo gelombang pembawa berubah – ubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal informasi. Dimana dalam sistem modulasi amplitudo sinyal suara ditumpangkan pada frekuensi pembawa yang berupa gelombang radio.

2. Frequency modulation (FM)

Modulasi frekuensi adalah teknik modulasi dimana kerapatan frekuensi

sinyal pembawa berubah-ubah sebanding dengan besarnya amplitudo sinyal informasi. Modulasi frekuensi (FM), gelombang suara akan menumpang pada gelombang pembawa dan mengubah-ubah frekuensi pembawa seiring dengan getaran audio.

3. Pulse Amplitude Modulation (PAM)

Modulasi dengan sinyal PAM ini merupakan proses pendigitalisasian sinyal dengan input sinyal berupa pulsa. Pembentukan sinyal PAM pada proses digitalisasi menggunakan pulsa merupakan langkah pertama dengan cara membangkitkan sinyal pulse dari pulse generator dengan mengatur lebar pulse (T_0) secara diskret.

2.3 Modulasi Digital

Modulasi digital ialah suatu sinyal analog di modulasi berdasarkan aliran data 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

1. Amplitude Shift Keying (ASK)

ASK atau 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 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 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. Frequency Shift Keying (FSK)

FSK atau 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 atau deviasi maupun 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 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).

3. Phase Shift Keying (PSK)

PSK atau 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 sistem modulasi PSK. Dua jenis modulasi PSK yang sering kita jumpai yaitu :

- 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 atau simbol dan dengan demikian maka modulasi ini

tidak cocok untuk aplikasi data-rate yang tinggi dimana bandwidthnya dibatasi.

- QPSK Kadang-Kadang 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.

2.4 Modulasi Pulsa

Pada modulasi pulsa, pembawa informasi berupa deretan pulsa-pulsa. Pembawa yang berupa pulsa-pulsa ini kemudian dimodulasi oleh sinyal informasi, sehingga parameternya berubah sesuai dengan besarnya amplitudo sinyal pemodulasi (sinyal informasi).

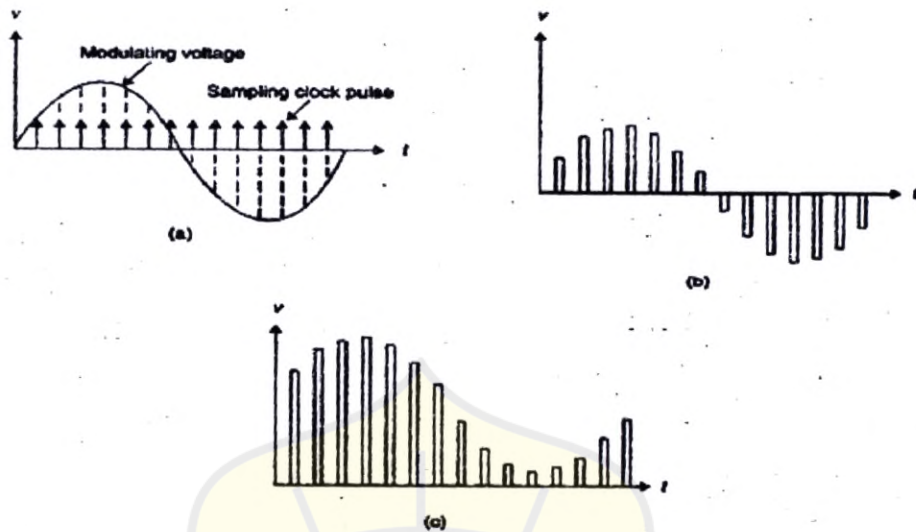
Teknik modulasi pulsa mulai menggantikan sistem analog, karena beberapa keuntungan antara lain:

- a. Kebal terhadap derau.
- b. Sirkuit digital cenderung lebih murah.
- c. Dapat dilakukan penjamakan dengan basis waktu (TDM) dengan sinyal lain.
- d. Jarak transmisi yang dapat ditempuh lebih jauh (dengan penggunaan pengulang regeneratif).
- e. Rentetan pulsa digital dapat disimpan.

Deteksi dan koreksi kesalahan dapat dengan mudah diimplementasikan, pada Jenis-jenis modulasi pulsa antara lain:

2.4.1 PAM (Pulse Amplitude Modulation)

Pada PAM, amplitudo pulsa-pulsa pembawa dimodulasi oleh sinyal pemodulasi. Amplitudo pulsa-pulsa pembawa menjadi sebanding dengan amplitudo sinyal pemodulasi. Semakin besar amplitudo sinyal pemodulasi maka semakin besar pula amplitudo pulsa pembawa. Pembentukan sinyal termodulasi PAM dapat dilakukan dengan melakukan pencuplikan (sampling), yaitu mengalikan sinyal pencuplik dengan sinyal informasi. Proses ini akan menghasilkan pulsa pada saat pencuplikan yang besarnya sesuai dengan sinyal informasi (pemodulasi).



Gambar 2.1 (a) Sinyal asli (b) PAM polaritas ganda (c) PAM polaritas tunggal

Pada proses pemodulasian ini perlu diperhatikan bahwa kandungan informasi pada sinyal pemodulasi tidak boleh berkurang. Hal ini dapat dilakukan dengan persyaratan bahwa pencuplikan harus dilakukan dengan frekuensi minimal dua kali frekuensi maksimum sinyal pemodulasi ($2.f_m$), atau sering disebut dengan syarat Nyquist. Jika frekuensi sinyal pencuplik dinotasikan dengan f_s dan frekuensi maksimum sinyal pemodulasi dinotasikan dengan f_m , maka syarat Nyquist dapat ditulis sebagai $f_s \geq 2.f_m$.

Gambar memperlihatkan sinyal yang dicuplik dengan beberapa macam frekuensi pencuplik. Sebagai contoh, dalam komunikasi melalui telepon, sinyal informasi yang berupa suara manusia atau yang lain dicuplik dengan frekuensi 8 kHz. Hal ini didasarkan pada persyaratan Nyquist,

karena lebar bidang jalur telefon dibatasi antara 300 Hz sampai dengan 3400 Hz. Adaselisih kira-kira 1200 Hz yang dapat digunakan sebagai guard band.

2.4.2 PCM (Pulse Code Modulation)

Pada modulasi PCM, sinyal informasi dicuplik dan juga dikuantisasi. Proses ini akan membuat sinyal menjadi lebih kebal terhadap derau. Setelah proses ini maka dilakukan proses penyandian (coding) menggunakan kodebiner, sehingga terbentuk sinyal PCM. Sinyal ini dapat direpresentasikan dengan pulsa-pulsa yang menyatakan kode-kode biner untuk setiap hasil cuplikan.

2.4.3 PWM (Pulse Width Modulation)

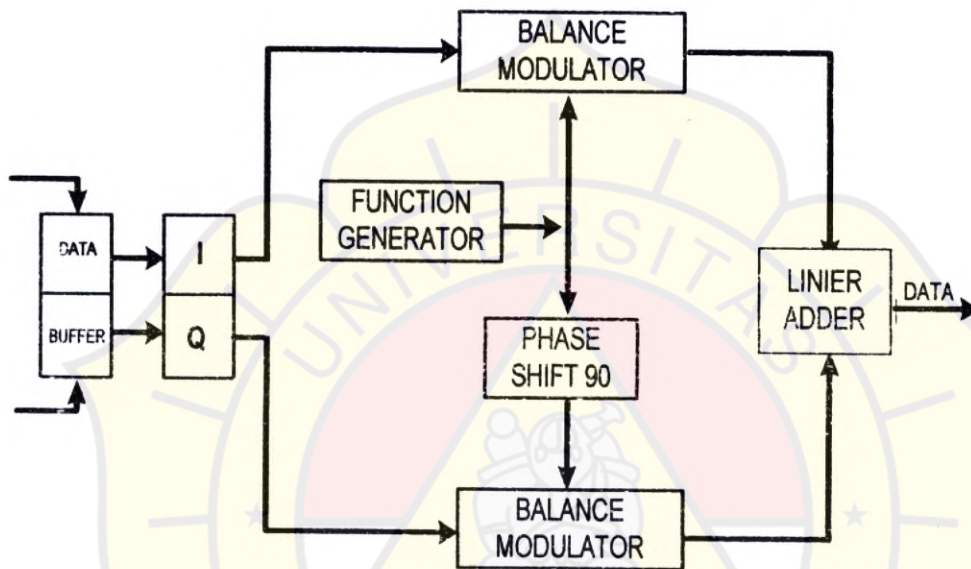
Pada modulasi PWM, lebar pulsa pembawa diubah-ubah sesuai dengan besarnya tegangan sinyal pemodulasi. Semakin besar tegangan sinyal pemodulasi (informasi) maka semakin lebar pula pulsa yang dihasilkan. Modulasi PWM juga dikenal sebagai Pulse Duration Modulation.

2.4.4 PPM (Pulse Position Modulation)

Pulse Position Modulation merupakan bentuk modulasi pulsa yang mengubah-ubah posisi pulsa (dari posisi tak termodulasinya) sesuai dengan besarnya tegangan sinyal pemodulasi. Semakin besar tegangan sinyal

pemodulasi (informasi) maka posisi pulsa PPM menjadi semakin jauh dari posisi pulsa tak-termodulasinya.

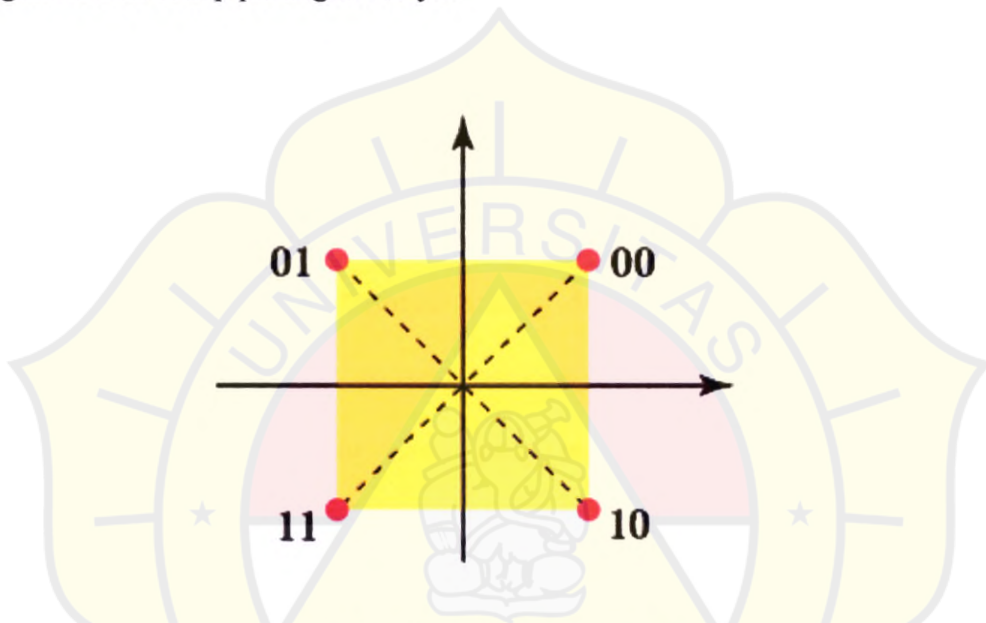
2.5 Modulasi QPSK



Gambar 2.2 Blok Diagram 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.

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



Gambar2.3 DiagramKonstelasi QPSK

Untuk diagram konstelasi diatas, pada setiap titiknya itu berbeda sudut fasanya sebesar 90° . 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.

2.6 Signal 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 atau karakteristik terpenting yang dimiliki oleh isyarat analog adalah amplitudo 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 analisisfourier, suatusinyal 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.

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

2.7 Signal 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 signal digital hanya mencapai jarak jangkauan pengiriman data yang relatif dekat. Biasanya signal ini juga dikenal dengan signal diskret. Signal yang mempunyai dua keadaan ini biasa disebut dengan bit. Bit merupakan istilah khas pada signal 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 system analog. Digital pada dasarnya di code kan dalam bentuk biner atau Hexa. Besarnya nilai suatu system digital dibatasi oleh lebarnya atau jumlah bit (bandwidth). jumlah bit juga sangat mempengaruhi nilai akurasi sistem digital.

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

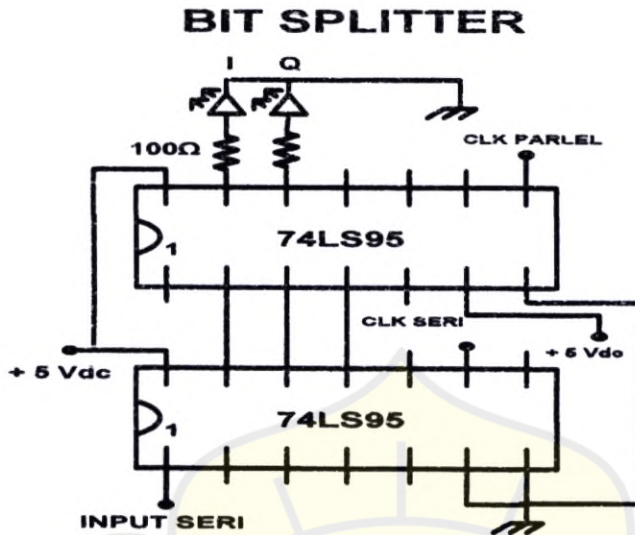
1. Mampu mengirim informasi dengan kecepatan cahaya yang membuat informasi dapat dikirim dengan kecepatan tinggi.
2. Penggunaan yang berulang – ulang terhadap informasi tidak mempengaruhi kualitas dan kuantitas informasi itu sendiri.

3. Informasi dapat dengan mudah diproses dan dimodifikasi ke dalam berbagai bentuk.
4. Dapat memproses informasi dalam jumlah yang sangat besar dan mengirim secara interaktif.

2.8 Bit Splitter (Serial to Paralel Converter)

Rangkaian serial to parallel *converter* berfungsi sebagai rangkaian pengubah masukan data dari serial menjadi data keluaran parallel di mana bit splitter memiliki 2 ic di mana satu ic untuk input seri dengan input data 00,01,10,11 dan satu ic untuk buffer, buffer berfungsi untuk menyimpan input data sementara sebelum di lepaskan menjadi paralel, buffer sendiri memiliki satu klok seri untuk masukan data input seri dan satu klok paralel untuk melepaskan data dari data seri menjadi data paralel , dimana kecepatan data keluaran 1/2 dari kecepatan masukan data serial.

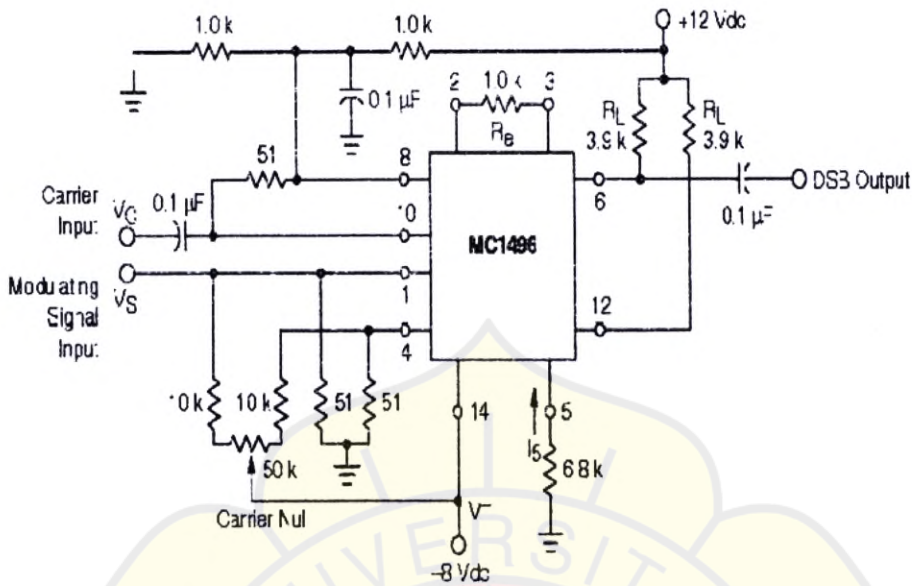
- Rangkaian buffer register
- Rangkaian shift register



Gambar 2.4 Blok rangkaian *Bit Splitter (Serial To Parallel Converter)*

2.9 Balanced Modulator

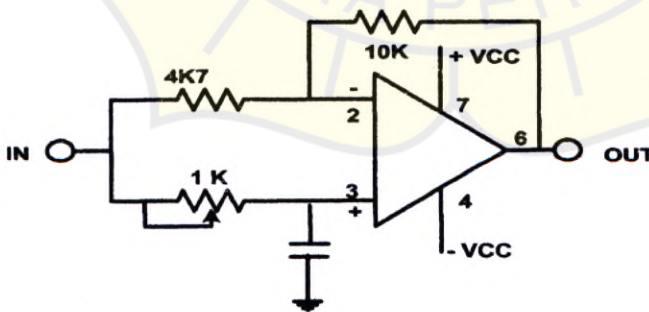
Balanced modulator terdiri dari dua modulator amplitude standar yang tersusun dalam konfigurasi balanced yang berfungsi untuk mensuppress gelombang carrier, Balanced modulator pada rangkaian berfungsi sebagai saklar pembalik fasa (*phase reversing switch*) yang tergantung pada kondisi pulsa masukan, maka frekuensi pembawa akan diubah sesuai dengan kondisi-kondisi tersebut dalam bentuk fasa keluaran, baik itu sefasa maupun berbeda 180 dengan osilator referensi. Balanced modulator mempunyai dua masukan, yaitu sebuah masukan untuk frekuensi pembawa yang dihasilkan oleh osilator referensi dan yang lainnya berupa masukan data biner (sinyal digital). Bisa di lihat pada gambar 2.5 Blok rangkaian balanced Modulator.



Gambar 2.5 Blokrangkain *Balanced Modulator*

2.10 Pashe Shift 90

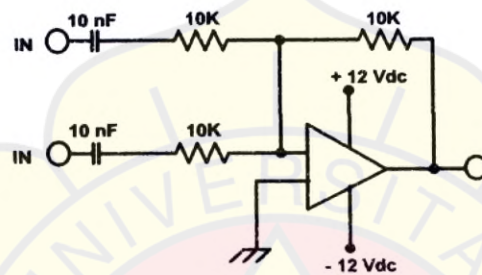
Untuk mendapatkan gelombang pembawa yang saling berbeda fasa 90° antara keduanya digunakan rangkaian penggeser fasa sinyal sinusoidal. Blok rangkaian penggeser fasa bisa di lihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Blok rangkaian *Phase Shift 90*

2.11 Linier Adder

Rangkaian penjumlah linier dipakai untuk menggabungkan dua sinyal masukan menjadi satu sinyal keluaran, sinyal keluaran bisa merupakan penjumlahan dengan penguatan maupun penjumlahan langsung sinyal masukan atau biasa disebut dengan mixer.



Gambar 2.7 Blok rangkaian *Linier Adder*

Pada penjumlah langsung semua hambatan masukan dan hambatan umpan balik harus sama besar, bila diperlukan penguatan tahanan umpan balik dibuat lebih besar.

2.12 Efisiensi Bandwith

Efisiensi Bandwith atau rapat informasi sering digunakan untuk membandingkan unjuk kerja teknik modulasi digital yang satu dengan jenis lainnya, pada dasarnya efisiensi bandwith merupakan perbandingan antara bit rate transmisi dengan minimum bandwith yang dibutuhkan untuk suatu teknik modulasi digital.