BAB II

DASAR TEORI

2.1 Modulasi

Modulasi dapat didefinisikan suatu proses pengubah parameter-parameter tertentu seperti amplitudo, frekuensi atau fasa dari gelombang pembawa oleh sinyal informasi. Dimana Informasi yang berada di wilayah A akan ditransmisikan ke wilayah B. Informasi tersebut pertama-tama diubah menjadi bentuk sinyal informasi dan ditransmisikan melalui sinyal pembawa / *carrier*. Proses inilah yang disebut proses modulasi dengan menggunakan alat modulator (peralatan untuk melaksanakan proses modulasi). Setelah tiba di wilayah B, sinyal informasi tersebut harus diubah lagi ke dalam bentuk informasi awal, dengan melakukan proses demodulasi dengan menggunakan alat demodulator (peralatan untuk memperoleh informasi awal dan kebalikan dari proses modulasi). Perlu diingat bahwa informasi ditransmisikan dari frekuensi rendah ke frekuensi tinggi. Semakin tinggi frekuensinya maka semakin jauh jangkauan antarnya (*bandwidth*).

Secara garis besar modulasi terbagi menjadi modulasi analog dan modulasi digital. Perbedaan mendasar antara modulasi analog dan digital terletak pada bentuk sinyal informasinya. Pada modulasi analog, sinyal informasinya berbentuk analog dan sinyal pembawarnya analog. Sedangkan pada modulasi digital, sinyal informasinya berbentuk digital dan sinyal pembawanya analog.

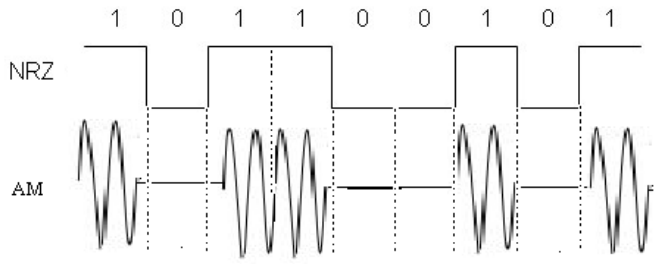
Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2.1.1 Modulasi Analog

Modulasi analog sendiri dibagi dalam dua bagian yaitu:

- **Modulasi Analog *Linier***

Yang termasuk dalam modulasi analog linier adalah *Amplitude Modulation* (AM). *Amplitude Modulation* adalah salah satu bentuk modulasi dimana sinyal informasi digabungkan dengan sinyal pembawa (*carrier*) berdasarkan perubahan amplitudonya. Disebut linier karena frekuensi sinyal pembawa tetap / konstan. Besarnya amplitudo sinyal informasi mempengaruhi besarnya amplitudo dari sinyal pembawa, tanpa mempengaruhi besarnya frekuensi sinyal pembawa. Parameter sinyal yang mengalami perubahan adalah amplitudonya, Amplitudo sinyal pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal informasi. Rentang frekuensi AM adalah 500 Hz – 1600 KHz dan panjang gelombang atau amplitudo AM adalah 1600 KHz – 30000 KHz. Jika direntangkan dengan satuan meter, jangkauan sinyal AM bisa mencapai puluhan ribu kilometer. AM adalah metode pertama kali yang digunakan untuk menyiarkan radio komersil. Kelemahan dari sistem AM adalah mudah terganggu oleh gangguan atmosfer dan kualitas suara terbatasi oleh *bandwidth* yang sempit.

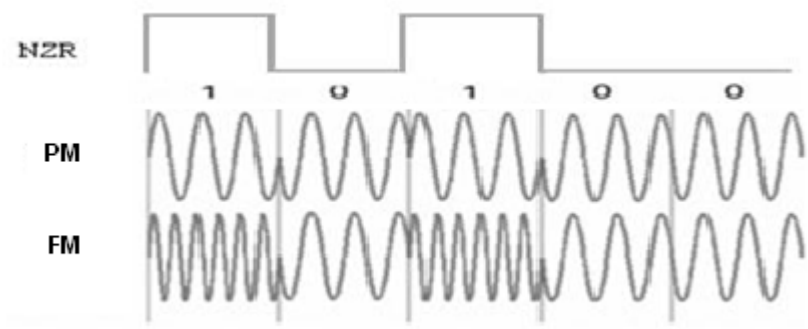


Gambar 2.1 Sinyal Modulasi AM

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

- **Modulasi Analog *Non-Linier***

Modulasi Analog *Non-linier* biasa juga disebut modulasi sudut. Disebut non-linier karena frekuensi sinyal pembawa bisa berubah-ubah. Pada modulasi ini, besarnya amplitudo sinyal informasi mempengaruhi besarnya frekuensi dari sinyal pembawa tanpa mempengaruhi besarnya amplitudo sinyal pembawa. Yang termasuk dalam modulasi ini adalah *Frequency Modulation* (FM) dan *Phase Modulation* (PM). Parameter sinyal yang mengalami perubahan adalah frekuensi dan fasanya, frekuensi sinyal pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal informasi (untuk FM) dan fasa sinyal pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan amplitudo sinyal informasi (untuk PM).



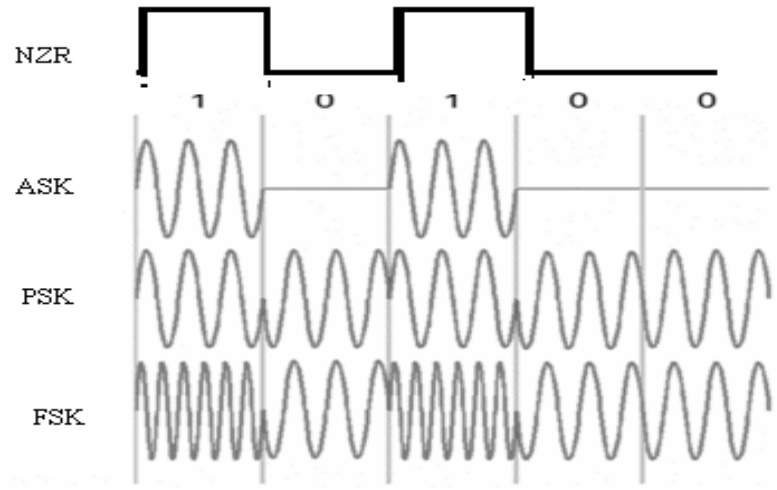
Gambar 2.2 Sinyal Modulasi FM dan PM

2.1.2 Modulasi Digital

Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (*bit stream*) ke dalam sinyal pembawa. Modulasi digital sebenarnya adalah proses mengubah-ubah karakteristik dan sifat gelombang sinyal pembawa sedemikian rupa sehingga bentuk hasilnya (sinyal pembawa modulasi) memiliki ciri-ciri dari

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

bit-bit (0 atau 1). Berarti dengan mengamati sinyal pembawanya, 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). Ada 3 sistem modulasi digital yaitu *Amplitudo Shift Keying* (ASK), *Frekuensi Shift Keying* (FSK), *Phase Shift Keying* (PSK).



Gambar 2.3 Sinyal ASK, PSK, dan FSK

2.1.3 Kelebihan dan Kelemahan Modulasi Digital

- Kelebihan modulasi digital dibandingkan modulasi analog adalah sebagai berikut:

    1. Teknologi digital mempunyai suatu sinyal dalam bentuk digital yang mampu mengirimkan data yang berbentuk kode binari (0 dan 1),

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2. Sinyal digital juga mampu mengirimkan data lebih cepat dan tentunya dengan kapasitas yang lebih besar dibandingkan sinyal analog
3. Memiliki tingkat kesalahan yang kecil, dibanding sinyal analog
4. Data akan utuh dan akan lebih terjamin pada saat dikirimkan atau ditransmisikan di bandingkan modulasi analog
5. Lebih stabil dan tidak terpengaruh dengan pengaruh cuaca

- Kelemahan modulasi digital ini adalah sebagai berikut:
  1. Modulasi digital termasuk yang mudah *error*
  2. Bila terjadi gangguan maka sistemnya akan langsung berhenti

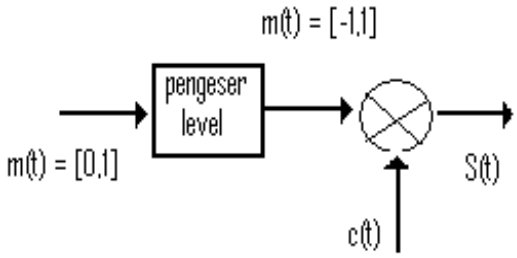
2.2 Modulasi *Phase Shift Keying* (PSK)

Phase Shift Keying (PSK) atau pengiriman sinyal digital melalui pergeseran fasa. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi fasa yang memungkinkan fungsi pemodulasi fasa gelombang termodulasi di antara nilai-nilai diskrit yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam proses modulasi ini fasa dari frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi digital. Sudut fasa harus mempunyai acuan kepada pemancar dan penerima guna memudahkan untuk memperoleh stabilitas. Dalam keadaan seperti ini, fasa yang ada dapat dideteksi bila fasa sebelumnya telah diketahui. Hasil dari perbandingan ini dipakai sebagai patokan (referensi).

Pada sistem modulasi *Phase Shift Keying* (PSK), sinyal gelombang pembawa sinusoidal dengan amplitudo dan frekuensi yang dapat digunakan untuk

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

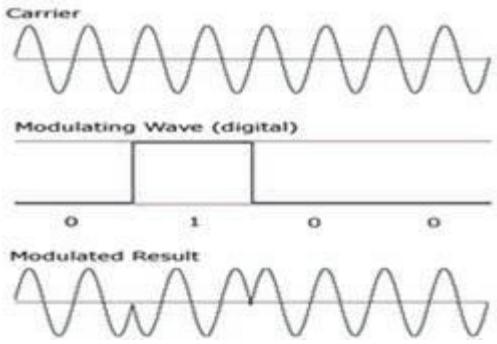
menyatakan sinyal biner “1” dan “0”, tetapi untuk sinyal “0” fasa gelombang pembawa tersebut digeser 180^{o} seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.4 Blok Diagram Modulasi PSK

Pada Gambar 2.4 simbol pengali di sini merupakan *Balanced Modulator*, disini berfungsi sebagai saklar pembalik fasa, tergantung pada pulsa *input*, maka frekuensi pembawa akan diubah sesuai dengan kondisi-kondisi tersebut dalam bentuk fasa *output*, baik sefasa maupun berbeda fasa 180^{0} dalam *Oscillator referensi*. *Balanced Modulator* mempunyai dua *input*, yaitu sebuah *input* untuk frekuensi pembawa yang dihasilkan oleh Osilator *referensi* dan yang satunya *input* untuk data biner (sinyal digital) .

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



Gambar 2.5 Bentuk Gelombang PSK

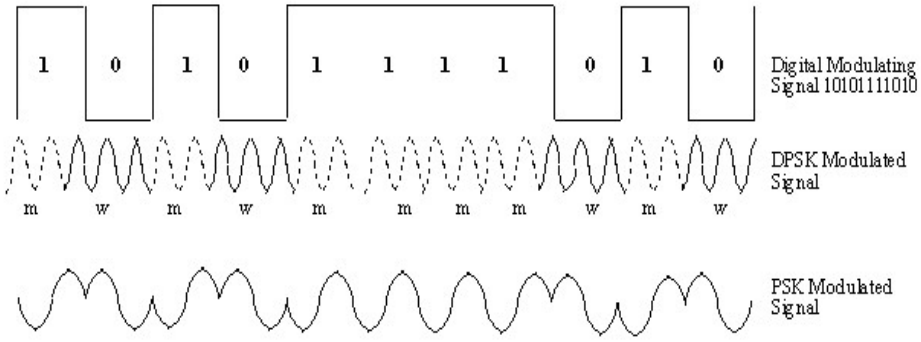
Pada Gambar 2.5 sinyal pembawa merupakan sinyal sinusoidal dengan frekuensi dan amplitudo tetap, sinyal modulasi adalah informasi biner. Jika informasi adalah *low* "0", sinyal pembawa tetap dalam fasanya. Jika *input* adalah *high* "1", sinyal pembawa membalik fasa sebesar $180^{o.}$ pasanagan gelombang sin yang hanya berbeda fasanya pada pergesaran 180^{o} disebut sinyal antipodal. Dari gambar 2.5 di atas, persamaan untuk sinyal PSK dapat dinyatakan sebagai

$$S(t)= \pm A \cos \omega ct = \pm A \cos (\omega ct+\theta t) \ldots\ldots (2.1)$$

2.3 Differensial Phase Shift Keying (DPSK)

Differensial Phase Shift Keying (DPSK), adalah sebuah bentuk umum modulasi fasa untuk mengirimkan data dengan mengubah fasa dari gelombang pembawa. Dalam *Phase Shift Keying*, ketika bernilai *high* "1" hanya berisi satu siklus tapi *Differensial Phase Shift Keying* (DPSK) mengandung satu setengah siklus. Gambar di bawah ini menunjukkan modulasi PSK dan DPSK dengan urutan pulsa seperti pada gambar di bawah ini

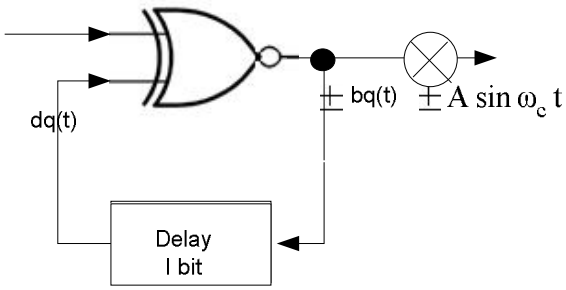
Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



Gambar 2.6 Sinyal Modulasi PSK dan DPSK

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa ketika bernilai *high* "1" diwakili oleh sebuah sinyal termodulasi seperti bentuk "M" dan dalam keadaan *low* "0" dan diwakili oleh suatu gelombang yang muncul seperti "W" dalam sinyal termodulasi. Amplitudo dan frekuensi bernilai konstan, namun fasa berubah menyesuaikan bit.

Modulasi DPSK dilakukan dengan menggunakan perangkat *Phase Locked Loop* (PLL). PLL menggunakan referensi sinyal pembawa sinusoidal, lalu mendeteksi fasa sinyal yang diterima, jika fasanya sama dengan referensi, maka dianggap bit "0", jika sebaliknya maka bit "1".



Gambar 2.7 Diagram Modulator DPSK

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Pada Gambar 2.7 aliran data yang akan di transmisikan d(t) dimasukkan ke salah satu logika XNOR dua masukkan, dan gerbang *input* lainnya dipakai untuk keluaran gerbang XNOR b(t) yang di *delay* dengan waktu *delay* Tb, yang dialokasikan untuk satu bit *delay*. Pada *input* kedua gerbang XNOR ini adalah b(t-Tb).

Pada level yang tinggi pola gelombang disesuaikan untuk logika “1” dan level yang rendah diberi logika “0”. Tabel kebenaran untuk gerbang XNOR diberikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Tabel Kebenaran Gerbang XNOR

d(t)	b(t-Tb)	b(t)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Dari tabel di atas kita dapat dengan mudah memeriksa pola gelombang untuk b(t), b(t-Tb), dan b(t). Dengan mengamati bahwa yang dikehendaki b(t), b(t-Tb) adalah b(t) yang di *delay* dengan perwaktuan 1 bit dan bit *interval* lainnya, bit b(t) diberikan oleh b(t) = d(t) + b(t), b(t-Tb). Proses pengkodean dimulai dengan ditandai bit pertama misalnya “0” atau “1”, dan selanjutnya aliran bit yang telah dikodekan b(t) dikalikan dengan gelombang pembawa dengan hasil keluarannya mempunyai sudut fasa 0 dan π.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

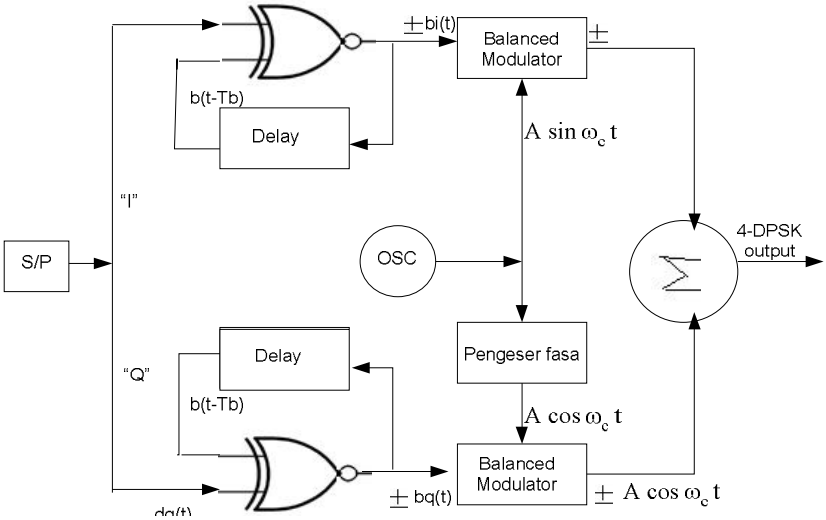
2.4 M-ary Differensial Keying (M-DPSK)

M-ary Differensial Phase Shift Keying (M-DPSK) merupakan bentuk lain dari modulasi sudut, yang mana pengkodean *M-ary* banyaknya lebih dari satu yang dimaksudkan untuk mempercepat atau memperbanyak data yang akan ditransmisikan sehingga informasi akan lebih cepat diterima. Jadi dengan 4-DPSK akan diperoleh empat kemungkinana fasa *output* dari frekuensi pembawa, karena ada empat kemungkinan *output* fasa, maka harus ada empat kondisi *input* yang berbeda pula. Yang mana *input* dari sebuah modulator 4-DPSK merupakan sinyal biner, sehingga untuk memperoleh empat buah bentuk *output* yang berbeda akan membutuhakan lebih dari satu bit *input*. Dengan dua bit akan menghasilkan empat kondisi yaitu : 00, 01, 10, 11. Dari empat kondisi tersebut, masing-masing kondisi akan menghasilkan satu kemungkinan fasa *output*.

2.5 Prinsip Kerja Rangkaian 4-DPSK

Data bit masukan serial dengan laju 2400 Bps dibagi dua dengan menggunakan rangkaian *serial to parallel* menjadi dua aliran bit data yaitu aliran data bit ganjil kita sebut “I” dan aliran data bit genap kita sebut “Q” yang dikeluarkan secara bersama-sama dengan kecepatan masing-masing menjadi setengah dari 2400 Bps menjadi 1200 Bps, yang mana nantinya keluaran “Q” dengan keluaran “I”. Tujuan dibuat rangkaian *serial to parallel* ini yaitu untuk memberi sinyal masukan data yang akan dimodulalsi sebanyak dua bit yaitu dengan pola sinyal keluarannya 00. 01, 10, 11. Sinyal ini yang akan membentuk sinyal keluaran menjadi empat fasa.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



Gambar 2.8 Diagram Blok Modulator 4-DPSK

Selanjutnya sinyal data d(t) dari *serial to parallel* ini diolah menggunakan gerbang XNOR dua masukan, dan satu masukan lainya diambil dari keluaran gerbang XNOR yang di *delay* dengan waktu Tb dialokasikan untuk 1 bit *delay*, pada masukan kedua ini adalah b(t-Tb). Pada proses inilah pengkodean DPSK terbentuk, sehingga pada penerima (*Demodulator* 4-DPSK) tidak memerlukan sinyal pembawa *recovery* yang berfungsi untuk membangkitkan dan mengembalikan lagi sinyal pembawa yang termodulasi menjadi sinyal pembawa tanpa termodulasi.

Jika saluran data d(t) yang lainya sibuk, secara lambat mengubah perbandingan bit *rite*, kemudian fasa dari pulsa b(t) dan b(t-Tb) akan saling mempengaruhi dengan cara yang sama, kemudian melindungi muatan informasi dalam fasa berbeda.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Setelah dikodekan, sinyal digital ±b(t) tersebut kemudian dimodulasi menggunakan *Balanced Modulator* untuk mendapatkan sinyal keluaran yang berbeda fasanya. Sinyal pembawa dari *Balanced Modulator* berasal dari *Oscillator* yang mana keluaran *Balanced Modulator* "I" mempunyai fasa *output* (+ Sin ω t dan - Sin ω_c t), demikian pula pada *Balanced Modulator* "Q" memiliki dua kemungkinan fasa *output* yaitu (+ Cos ω t dan - Cos ω_c t), kemudian keluaran dari *Balanced Modulator* tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan sinyal keluaran empat fasa yang berbeda, dengan mempunyai persamaan sepertipada tabel di bawah ini

Tabel 2.2 Masukan dan Persamaan *Output* pada 4-Dpsk

Bit *Input*	Fasa *Output*
I = 0, Q = 0	- Sin ω t dan - Cos ω_c t
I = 0, Q = 1	- Sin ω t dan + Cos ω_c t
I = 1, Q = 0	+ Sin ω t dan - Cos ω_c t
I = 1, Q = 1	+ Sin ω t dan + Cos ω_c t

Tabel 2.3 Keluaran Sudut Fasa Modulator 4-DPSK

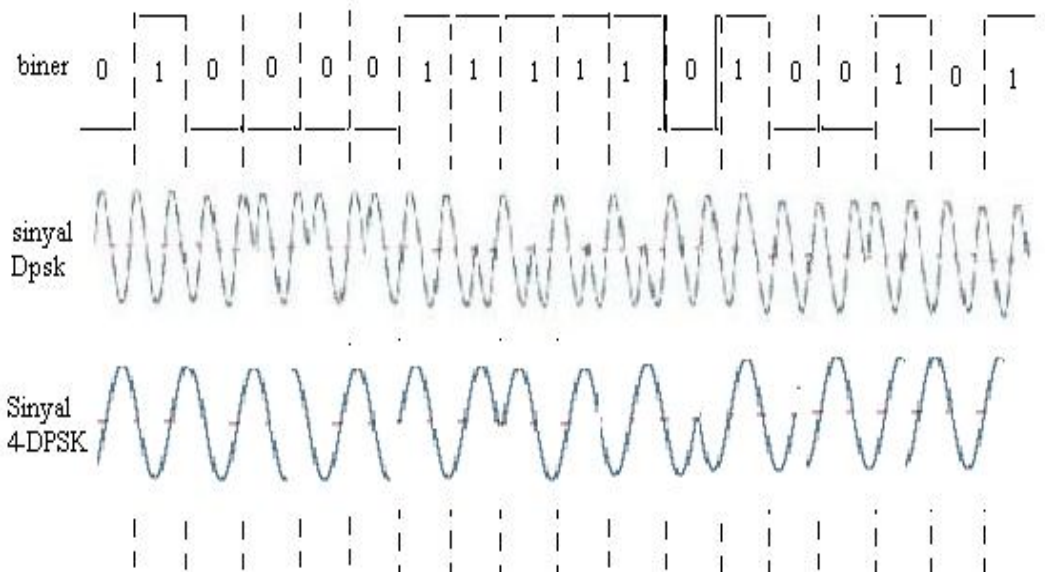
Binary Input		*4-DPSK Output*
Q	I	Pulsa
0	0	-135^0
0	1	-45
1	0	$+135^0$
1	1	$+45^0$

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Dari tabel di atas dapat digambarkan bentuk sinyal keluaran dari 4-DPSK dengan berpatokan dari sinyal DPSK dengan memisalkan biner berikut ini :

0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1

Dan bentuk keluaran dari DPSK dan 4- DPSK sebagai berikut:



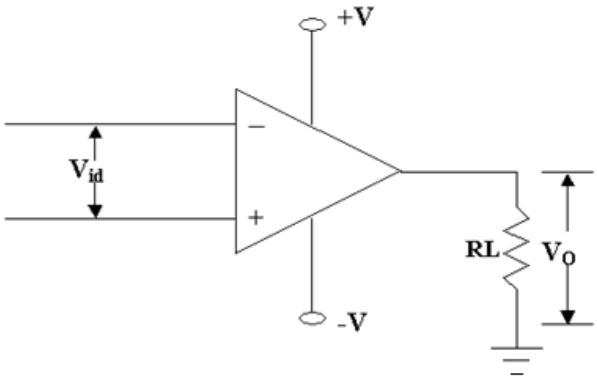
Gambar 2.9 Bentuk Sinyal DPSK dan 4-DPSK

2.6 Op Amp

Penguat operasional (Op Amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat *differensial*. Penguat operasional memilki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (*ground*). Berikut ini adalah simbol dari penguat operasional:

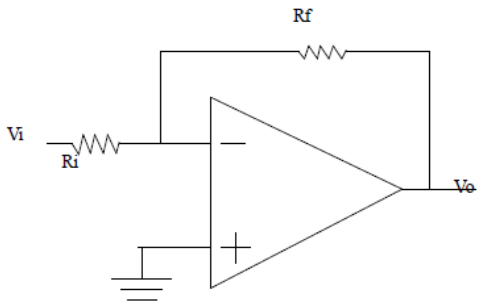


Gambar 2.10 Simbol Penguat Operasional

➢ ***Inverting***

Inverting amplifier ini, *input* dengan *output*nya berlawanan polaritas. Jadi ada tanda minus pada rumus penguatannya. Penguatan inverting amplifier adalah bisa lebih kecil nilai besaran dari 1, misalnya -0.2 , -0.5 , -0.7 , dst dan selalu negatif. Rumus nya adalah sebagai berikut:

$$Vo = \frac{Rf}{Ri} Vi \text{.....(2.2)}$$



Gambar 2.11 Penguat *Inverting*

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

➢ ***Non-Inverting***

Rangkaian *non inverting* ini hampir sama dengan rangkaian *inverting* hanya perbedaannya adalah terletak pada tegangan *input*-nya dari masukan *non inverting.*

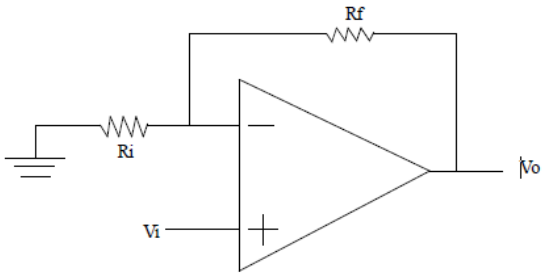
Rumusnya seperti berikut :

$$Vo = \frac{Rf+Ri}{Ri}Vi \text{.....(2.3)}$$

sehingga persamaan menjadi

$$Vo = (\frac{Rf}{R1} + 1)Vi \text{.....(2.4)}$$

Hasil tegangan *output non inverting* ini akan lebih dari satu dan selalu positif. Rangkaian nya adalah seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 2.12 Penguat *Non Inverting*

2.7 Pre Amp

Fungsi *amplifier* adalah untuk memperkuat arus dan tegangan, sehingga dihasilkan arus dan tegangan *output* yang jauh lebih besar. *Input* merupakan sumber suara yang masuk melalui *microphone.*

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



Gambar 2.13 Blok Diagram *Amplifier*

Sinyal suara akan diubah oleh *microphone* menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini selanjutnya diproses oleh suatu penguat. Hasil penguatan selanjutnya dimasukkan ke *speaker* dan kemudian oleh *speaker* diubah menjadi suara. *Volume* suara yang dikeluarkan *speaker* jauh lebih keras dibanding suara yg dimasukkan pada *microphone Input* merupakan sumber suara yang masuk melalui *microphone*.

2.8 Analog to Digital Converter (ADC)

Konverter A/D tersedia secara komersial sebagai rangkaian terpadu dengan resolusi 8 bit sampai dengan 16 bit. Asas sistem konversi *Analog* ke *Digital* atau *Analog to Digital Converter* (ADC) adalah proses pencuplikan (*sampling*) suatu isyarat sinyal analog dengan kuantisasi pencuplikan mempunyai waktu prioda cuplik atau lajur cuplik (*sampling rate*). Berdasarkan jumlah pencuplikan tersebut, maka setiap cuplikan tersebut mempunyai nilai besaran analog yang dapat dikonversikan ke nilai digital. Nilai analog yang dicuplik dapat berupa nilai dari tegangan sinyal analog, kemudian diterjemahkan kedalam bilangan digital. Harga yang dicuplik dari sinyal analog dibulatkan atau

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

disandikan setara dengan suatu bilangan biner. Sebagai contoh di suatu saat harga yang dicuplik dari isyarat analog adalah 3 volt, maka harga ini dikonversi ke bilangan digital menjadi 011.

Tiga tahapan diperlukan pada proses *Analog to Digital Convertion* (ADC) yaitu :

- ***Sampling***

proses merubah waktu kontinu menjadi nilai diskrit. Gambar 2.14 (b) dan ('c) memperlihatkan proses sampling. Sumbu x (waktu) dipecah-pecah menjadi interval ukuran tertentu yang tetap. Interval ini ditentukan oleh pulsa waktu. Banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk setiap interval sinyal ini disebut sampling *rate* atau sampling frekuensi.

- ***Quantization***

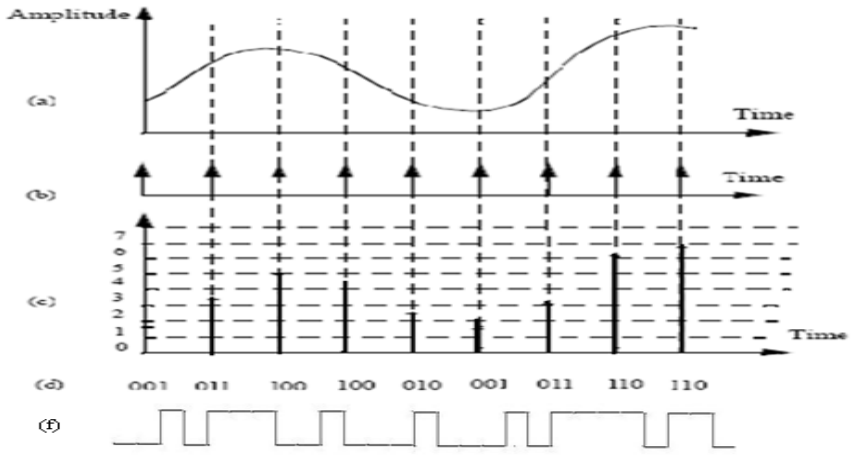
Proses merubah nilai *sample* kontinu menjadi nilai diskrit. Pada Proses ini sinyal akan dibagi pada jumlah interval tertentu. Setiap interval memiliki ukuran yang sama. Gambar 2.14 ('c) memperlihatkan interval tersebut diberi nomor dari 0 sampai 7. Sebelum kuantisasi, dua *sample* terakhir pada gambar 2.14 ('c) memiliki nilai berbeda. Tetapi mereka memiliki nilai sama 6 setelah kuantisasi. Ukuran interval kuantisasi disebut langkah kuantisasi.

- ***Coding***

Proses representasi nilai hasil kuantisasi kedalam digital. Gambar 2.14 (d) menunjukkan delapan tingkat kuantisasi digunakan. Tingkat ini dapat dikodekan

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

menggunakan 3 bit. Sinyal analog pada gambar 2.14 (a) direpresentasikan menjadi digital sebagai berikut :001, 011, 100, 100, 010, 001, 011, 110, and 110.



Gambar 214 Proses ADC : (a) Sinyal Analog (b) Pulsa Sampling (C) Nilai-Nilai Kuantisasi (d) Urutan Sinyal Digital dan (e) Urutan Bit Digital (f) Bentuk Sinyal Digital

2.9 Gerbang Logika

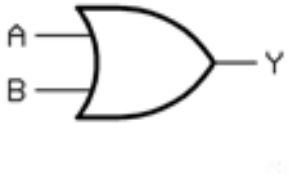
Gerbang dasar logika merupakan suatu piranti elektronik berlogika biner dengan beberapa saluran masukan dan satu saluran keluaran.

- **Gerbang OR**

Suatu gerbang OR mempunyai dua atau lebih masukan dan satu keluaran. Keluaran dari suatu gerbang OR menunjukan keadaan 1 atau lebih dari satu masukannya berada pada keadaan 1 dan keluaran menunjukan keadaan 0 jika masukannya adalah 0. Dalam persamaan boeleun menyatakan

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Y = A + B……..……(2.5)



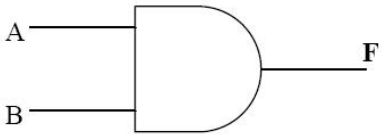
Masukan		Keluaran
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Gambar 2.15 Gerbang Logika OR dan Tabel Kebenaran Gerbang OR

- **Gerbang AND**

Suatu gerbang AND mempunyai dua atau lebih masukan dengan keluaran tunggal. Keluaran dari suatu gerbang AND menempati keadaan 1 jika dan hanya jika semua masukan menempati keadaan 1. Dalam persamaan logikanya adalah

Y = A. B…….……(2.6)



Masukan		Keluaran
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

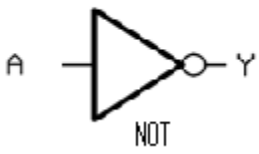
Gambar 2.16 Gerbang Logika dan Tabel Kebenaran Gerbang AND

- **Gerbang NOT**

Gerbang NOT atau pembalik mempunyai satu masukan dan satu keluaran dimana keluaran dari gerbang NOT akan bernilai 1 jika dan hanya jika masukannya bernilai 0. Dalam persamaan logikanya adalah

$Y = X$ *atau* $Y = X'$……(2.7)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



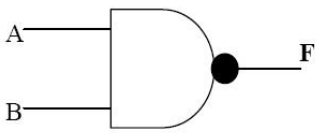
Masukan A	Keluaran Y
0	1
1	0

Gambar 2.17 Gerbang Logika dan Tabel Kebenaran Gerbang NOT

- **Gerbang NAND**

Gerbang NAND menyatakan gerbang NOT dan AND yang mempunyai keluaran 0 bila semua masukan pada logika 1.sebaliknya jika ada sebuah logika 0 pada sembarang masukan pada gerbang NAND, maka keluaran akan bernilai 1. Dalam persamaan logikanya adalah

$$Y = \overline{A.B} \quad \text{.....(2.8)}$$



Masukan A	Masukan B	Keluaran Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

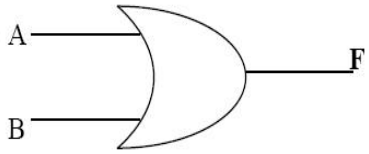
Gambar 2.18 Gerbang Logika dan Tabel Kebenaran Gerbang NAND

- **Gerbang NOR**

Gerbang OR menyatakan NOT dan OR yang memberikan keluaran 1 jika salah satu dari masukannya pada keadaan 1. Jika diinginkan keluaran bernilai 0, maka semua masukan harus dalam keadaan 0. Dalam persamaan logikanya adalah

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

$$Y = \overline{(A + B)} \quad \text{.....(2.9)}$$



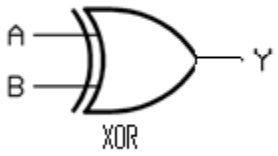
Masukan		Keluaran
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Gambar 2.19 Gerbang Logika dan Tabel Kebenaran Gerbang NOR

- **Gerbang X-OR**

Gerbang XOR (dari kata *exclusive* OR) akan memberikan keluaran 1 jika masukan-masukannya mempunyai keadaan yang berbeda. Dalam persamaan logikanya adalah

$$Y = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B} \quad \text{.....(2.10)}$$



Masukan		Keluaran
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Gambar 2.20 Gerbang Logika dan Tabel Kebenaran Gerbang X-OR

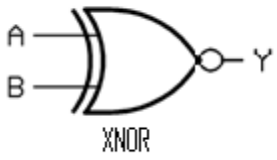
- **Gerbang X-NOR**

Gerbang logika XNOR (*exclusive*-NOR). Merupakan gerbang XOR yang di NOT kan. *Output* akan bernilai 1 jika kedua *input* memiliki nilai yang sama,

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

atau *output* akan bernilai 0 jika kedua *input* memiliki nilai yang berbeda. Dalam persamaan logikanya adalah

$$Y = (\overline{A \oplus B}) = (A.B + \overline{A}.\overline{B}) \quad \text{.....(2.11)}$$

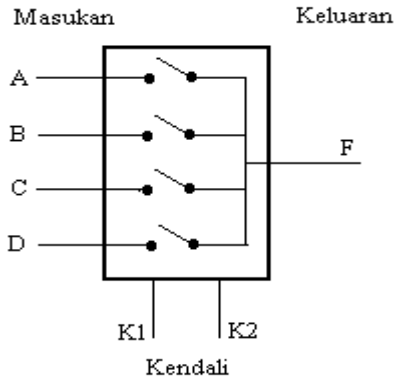


A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Gambar 2.21 Gerbang Logika dan Tabel Kebenaran Gerbang X-NOR

2.10 Rangkaian Muktiplekser

Multiplekser adalah suatu untai elektronik yang mampu menyalurkan sinyal salah satu dari banyak masukan ke sebuah keluaran. Pemilihan masukan ini dilakukan melalui masukan penyeleksi. Secara bagan kerja Multiplekser ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.22 Rangkaian Dasar Multiplekser

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Kendali pada Multiplekser akan memilih saklar mana yang akan dihubungkan. Saluran kendali sebanyak "n" saluran dapat menyeleksi 2n saluran masukan. Sebagai contoh: sebuah Multiplekser 4 ke 1 dengan Kendali K1 dan K2. Ketika saluran $\overline{\text{Enable}}$ = 1, keluaran selalu bernilai nol. Tetapi ketika saluran $\overline{\text{Enable}}$ = 0, keluaran F diatur melalui K1 dan K2. Tabel kebenaran Multiplekser ini dinyatakan sebagai berikut:

Tabel 2.4 Kebenaran Multiplekser 4 Ke 1

$\overline{\text{Enable}}$	K2	K1	F
1	X	X	0
0	0	0	X0
0	0	1	X1
0	1	0	X2
0	1	1	X3

Jika E mewakili saluran Enable, maka berdasarkan tabel kebenaran tersebut keluaran F dapat dinyatakan sebagai :

$$F = \overline{E}.X_0.\overline{K1}.\overline{K2} + \overline{E}.X1.K1.\overline{K2} + \overline{E}.X2.\overline{K1}.K2 + \overline{E}.X3.K1.K2$$

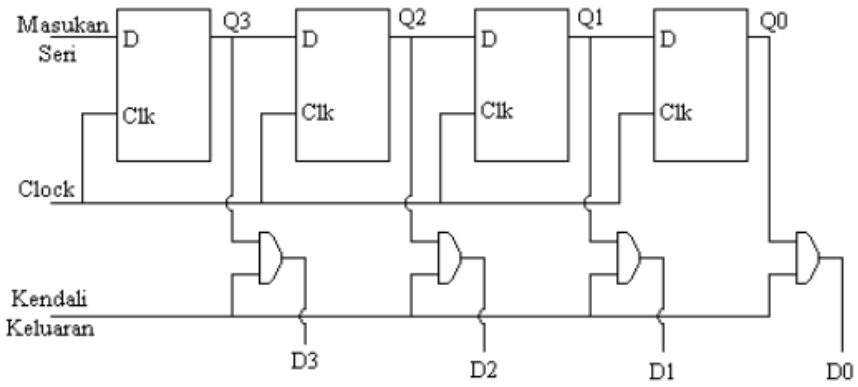
2.11 *Serial to parallel*

Sifat dari rangkaian *serial to parallel* ini adalah membagi data menjadi dua aliran data atau lebih. Rangkaian *serial to parallel* berfungsi untuk mengubah deret data *serial* menjadi deret data *parallel*. Rangkaian *serial to parallel* dapat dibangun menggunakan rangkaian *register* dengan mekanisme pengeluaran data secara *parallel.*

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Register adalah suatu rangkaian logika yang berfungsi untuk menyimpan data atau informasi. Secara elektronik, *register* dapat dibangun dari satu atau beberapa Flip-Flop (FF) yang digabungkan menjadi satu. Setiap FF hanya mampu menyimpan data 1 bit. Ini berarti bahwa untuk menyimpan data 4 bit diperlukan empat buah FF. Dalam hal ini, FF Data merupakan jenis FF yang banyak digunakan dalam menyusun rangkaian register, karena FF Data dapat merekam dan menahan data. Keluaran FF ini akan berubah sesuai dengan data yang dimasukkan ketika *clock*-nya mulai naik dan setelah kondisi *clock* tinggi. Proses ini dinamakan proses merekam data. Sedangkan ketika *clock*nya mulai turun dan setelah *clock*nya pada kondisi rendah, maka nilai keluaran dari FF Data tidak dapat berubah. Proses ini dinamakan proses menahan atau menyimpan data.

Mekanisme pengeluaran data secara paralel (serentak) dapat dijelaskan dengan memperhatikan gambar di bawah ini. Dalam gambar tersebut Gerbang AND memiliki masukan dari keluaran FF dan sinyal Kendali Keluaran. Keluaran dari gerbang AND adalah data yang dikeluarkan dari *register*.



Gambar 2.23 Pengeluaran Data Secara *Parallel*

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

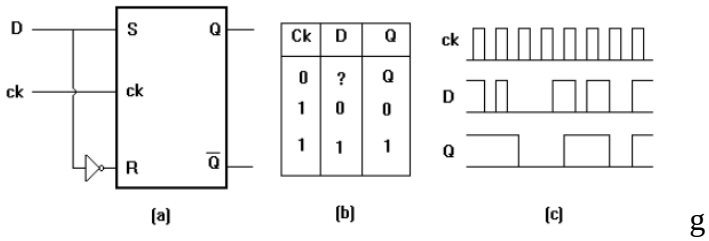
Ketika Kendali Keluaran bernilai "0", maka semua gerbang AND akan memiliki keluaran "0". Tetapi ketika Kendali keluaran bernilai "1", maka isi *register* akan dikeluarkan secara bersamaan, dan dapat dibaca dari D3, D2, D1 dan D0. Dengan demikian penambahan gerbang AND pada rangkaian tersebut berguna untuk mengatur kapan saatnya data yang tersimpan dalam *register* tersebut akan dikeluarkan. Data akan dikeluarkan jika Kendali keluaran diberi nilai "1".

2.12 *Delay* D-FF

Flip-flop merupakan suatu rangkaian sekuensial yang dapat menyimpan data sementara *(latch)* dimana bagian *output*-nya akan merespons *input* dengan cara mengunci nilai *input* yang diberikan atau mengingat *input* tersebut. Flip-flop mempunyai dua kondisi *output* yang stabil dan saling berlawanan.

Perubahan dari setiap keadaan *output* dapat terjadi jika diberikan *trigger* pada flip-flop tersebut. *Triger*nya berupa sinyal logika “1” dan “0” yang kontinyu.

Ada 4 tipe Flip-flop yang dikenal, yaitu SR, JK, D dan T Flip-flop. Dua tipe pertama merupakan tipe dasar dari Flip-flop, sedangkan D dan T merupakan turunan dari SR dan JK Flip-flop.



g

Gambar 2.24 (a) Rangkaian Flip-Flop Data (b) Tabel Kebenaran (c) Penundaan Pulsa

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Dari gambar di atas tersebut terlihat bahwa untuk sinyal *clock* yang rendah, keluaran Q akan tetap "terkunci" atau "tergerendel" pada nilai terakhirnya. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa pada saat kondisi *clock* rendah, sinyal masukan D tidak mempengaruhi keluaran Q. Sedangkan untuk sinyal *clock* yang tinggi, maka akan diperoleh keluaran sesuai dengan data D yang masuk saat itu.

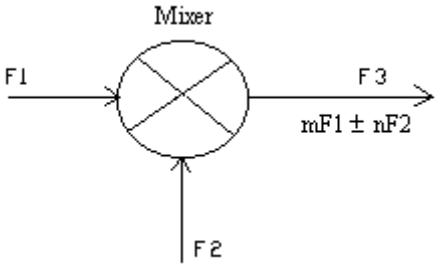
2.13 *Balanced* Modulator

Balanced Modulator sering juga disebut *product modulator*, rangkaian pengali karena *output* dari modulasi ini merupakan perkalian dari dua sinyal *input. Balanced Modulator* terbagi dua yaitu *Single Balanced Modulator* (SBM) dan *Double Balanced Modulator* (DBM).

Single Balanced Modulator atau sebut saja sebagai SBM berfungsi sebagai pencampur (*mixer*) dua buah sinyal dengan frekuensi berbeda, dan menghasilkan sinyal keluaran yang frekuensinya adalah selisih dari frekuensi keduanya. Misalkan kita memiliki sinyal dengan frekuensi 10MHz, dan 6MHz, maka keluaran SBM memiliki frekuensi 16MHz dan 4MHz plus frekuensi *ripple* yang frekuensinya merupakan kelipatan dari 4MHz dan 16MHz.

DBM ini memiliki fungsi yang sama dengan SBM di atas, namun signal yang dicampur adalah antara RF dan *Variable Controlled Oscillator* (VCO) untuk menghasilkan sinyal IF, dan sebaliknya.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



Gambar 2.25 Proses Modulator

Mixer adalah elemen *nonlinier* yang menggabungkan dua sinyal. pada gambar *mixer* di atas memiliki tiga *port* yang mana F1 sebagai *input* sinyal rendah, F2 adalah *input* sinyal tinggi (*oscillator* lokal), dan F3 adalah *output* yang dihasilkan *mixer*.

2.14 *Oscillator*

Oscillator adalah rangkaian yang menghasilkan bentuk gelombang *periodik* yang spesifik, misalnya gelombang kotak, segitiga, gigi gergaji, atau sinusoidal. Ada dua kelas utama dari *Oscillator* yaitu *relaxation* dan sinusoidal. *Relaxation Oscillator* membangkitkan gelombang segitiga, gigi gergaji dan bentuk gelombang *non* sinusoidal lain. Sinusoidal *Oscillator* terdiri dari penguat dan komponen luar yang digunakan untuk membangkitkan osilasi (bentuk gelombang sinusoidal).

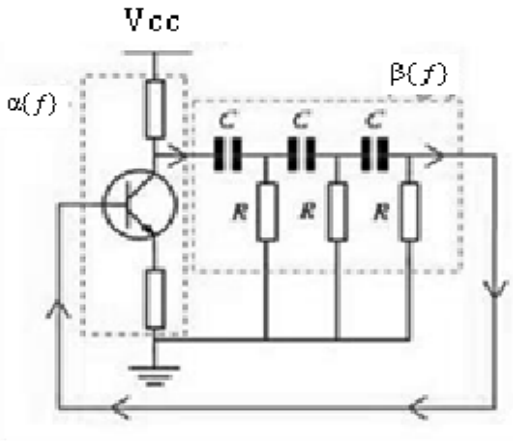
Untuk "*free running oscillator*" terdapat empat kebutuhan agar *Oscillator* umpan balik bekerja:

- *Amplification* (penguatan)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

- Umpan balik positif
- Pembentuk frekuensi
- *Power supply*

Seluruh *Oscillator* umpan balik memerlukan beberapa *devais* atau mekanisme yang menyediakan penguatan (*gain*) yang dikombinasikan dengan sebuah susunan umpan balik. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram rangkaian *Oscillator* secara umum.



Gambar 2.26 Diagram *Oscillator* Umpan Balik Secara Umum

Sebuah penguat (*amplifier*) yang mempunyai penguatan tegangan $\alpha\{f\}$ yang *output* dan *input*-nya dihubungkan melalui rangkaian umpan balik. Ini mengembalikan sebuah fraksi, $\beta\{f\}$ dari tegangan *output* ke *input* penguat. Catatlah bahwa *gain* dari penguat dan faktor umpan balik tergantung frekuensi. Secara umum, baik penguat maupun rangkaian umpan balik akan mengubah besar dan fasa dari sinyal.

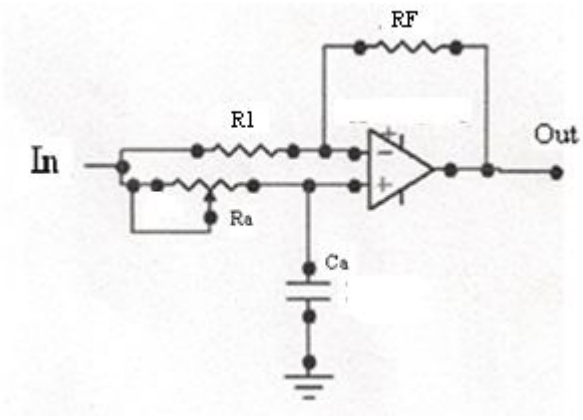
Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Berikut rumus untuk menentukan nilai komponen atau frekuensi pada *oscillator*

$$F = \frac{1}{2\pi R C} \quad \text{.....(2.12)}$$

2.15 Penggeser Fasa

Rangkaian penggeser fasa berfungsi untuk mengeser sinyal pembawa sebesar sudut yang kita inginkan dengan frekuensi *oscillator* sebagai referensinya. Sinyal pembawa yang digeser tersebut menjadi masukan untuk salah satu *Balanced Modulator*. Rangkaian penggeser fasa dapat dilihat dari gambar di bawah ini



Gambar 2.27 Rangkaian Penggeser Fasa

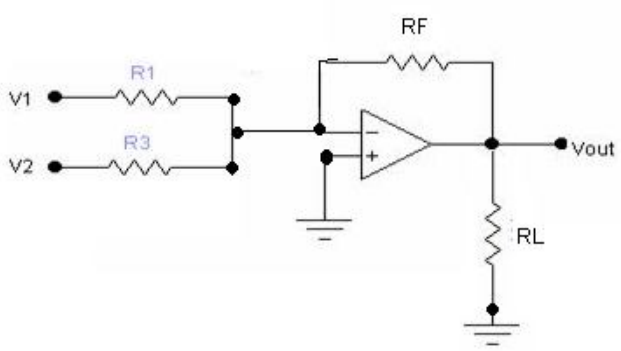
Pada rangkaian penggeser fasa di atas terdapat beberapa komponen yang menentukan besarnya nilai sudut yang diinginkan, yaitu kapasitor (Ca) dan resistor (Ra). Untuk mempermudah perancangan rangkaian penggeser fasa ini, maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

$$f = \frac{Tg\ (\theta/2)}{2\pi.R.C} \text{.....(2.13)}$$

2.16 Penjumlah *Linier*

Dengan menggunakan penguat membalik dasar dan menambahkan resistor masukan lainya, kita dapat membuat penguat penjumlah membalik atau penjumlah analog seperti terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2.28 Rangkaian Penjumlahan *Linier*

Tegangan keluaran dibalikkan dan nilainya sama dengan penjumlahan aljabar dan masing-masing perkalian tegangan masukan dengan hasil bagi resistor masukan dengan resistor umpan balik yang bersesuaian atau dapat dinyatakan dengan:

$$V_{out} = e^{x} = -\left[\frac{R_F}{R_1}V_1 + \frac{R_F}{R_2}V_2 + \cdots + \frac{R_F}{R_N}V_N\right] \text{.....(2.14)}$$

Suku (R_F/R_N) (V_N) dalam rumus di atas menyatakan bahwa dalam rangkaian tersebut mungkin terdapat lebih dari dua masukan bila semua resistor

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

luar sama nilainya (RF = R1 = R2 = … + Vn), keluaran dapat dengan mudah dihitung sebagai penjumlah aljabar dari masing-masing tegangan masukan atau :

$$V_{out} = -[V_1 + V_2 + \cdots + V_n] \text{……..(2.15)}$$

Polaritas keluaran merupakan kebalikan dari *polaritas* hasil penjumlahan aljabar dalam rangkaian ini, bila sebuah masukan positif dan satunya lagi negatif maka sebuah arus masukan akan menuju ke titik penjumlahan dan sebuah lainya akan keluar dari titik penjumlahan, karena jumlah arus yang masuk harus sama dengan arus yang keluar dari titik itu. Bila kedua masukan negatif, maka penguat penjumlahan ini dapat dibuat sehingga dapat memberi penguatan lebih dari satu yaitu dengan merubah RF harus lebih besar dari reisitor-resistor masukannya, adakalanya pemakaian penguatan penjumlahan mensyaratkan suatu masukan yang mempengaruhi keluaran lebih dari masukan lainnya, untuk itu perlu diberikan penguatan yang lebih berlainan pada masing-masing masukan.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)