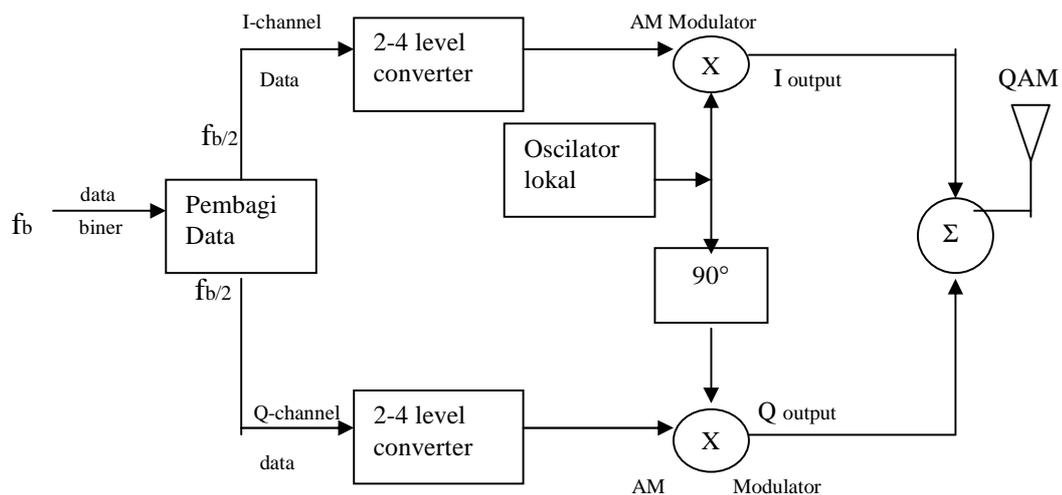


QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION (Q A M)

Sigit Kusmaryanto, <http://sigitkus@ub.ac.id>

BAB I PENDAHULUAN

Sistem yang paling sering digunakan untuk mencapai kecepatan data yang tinggi pada lebar pita yang terbatas adalah *Modulasi Amplitudo Kuadratur / Quadrature Amplitude Modulation (QAM)*.

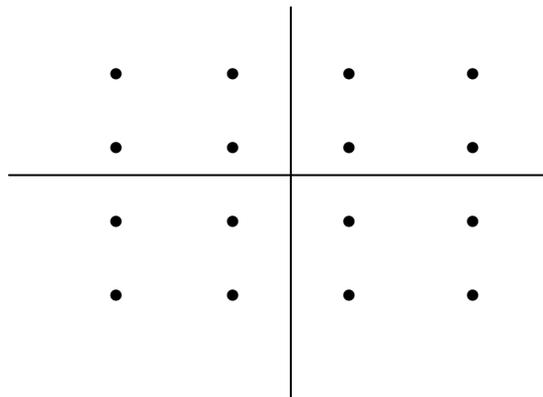


Gambar-1 : Pemancar QAM

Blok diagram pada *Gambar-1* menunjukkan sebuah pemancar QAM. Data biner mula-mula masuk pada Pembagi Data. Pembagi Data ini kemudian memproduksi dua sinyal data yang kecepatannya separuh dari kecepatan data awal. Kedua sinyal data tersebut masing – masing dikonversikan pada empat level jalur pita dasar. Hasil dari empat level simbol dari saluran I dan Q kemudian dipergunakan

pada modulator. Pembawa untuk modulator saluran Q diubah phasanya sebesar 90° daripada saluran I. Hal ini disebut dengan istilah quadrature. Ini terjadi pada saluran Q, sementara saluran I sama dengan saat sebelumnya sehingga saluran I dikatakan sephase. Hasil akhirnya adalah suatu kemampuan untuk mengirimkan data digital melalui saluran dengan lebar pita yang terbatas.

QAM demodulator membalikkan proses modulator sehingga menghasilkan sinyal data liner asli. Perlu disadari bahwa pada sistem QAM diberikan dengan cara memasukkan Sinyal I yang didemodulasikan ke dalam input horisontal dan sinyal Q ke dalam input vertikal pada osiloskop. Hasilnya (ditunjukkan *Gambar-2*) disebut dengan pola konstelasi.



Gambar-2 : Pola Konstelasi Sinyal

Hasil yang diperoleh dan posisi dari tiap-tiap saluran harus diatur dengan semestinya.

Pola konstelasi dapat digunakan untuk menganalisis sistem linier dan kekuatan noise. Karena QAM berkaitan dengan AM, maka kelinieran dari daya

penguat pemancar dapat ditimbulkan oleh kegagalan sistem. Masalah kelinieran diindikasikan dengan ketidaksamaan spasi dalam pola konstelasi. Permasalahan noise diindikasikan dengan pengkaburan yang berlebihan dan merambat keluar dari titik.

Gambar-2 adalah suatu contoh dari suatu konstelasi sinyal berkeadaan-16. Sinyal ini dapat dipandang sebagai dibangkitkan oleh dua sinyal dimodulasi amplitudo dalam kuadratur. Semua titik dalam konstelasi adalah berspasi sama.

Di sini nampak bahwa sinyal QAM secara umum dapat ditulis :

$$S_i(t) = r_i \cos (\omega_c t + \theta_i) \quad (1)$$

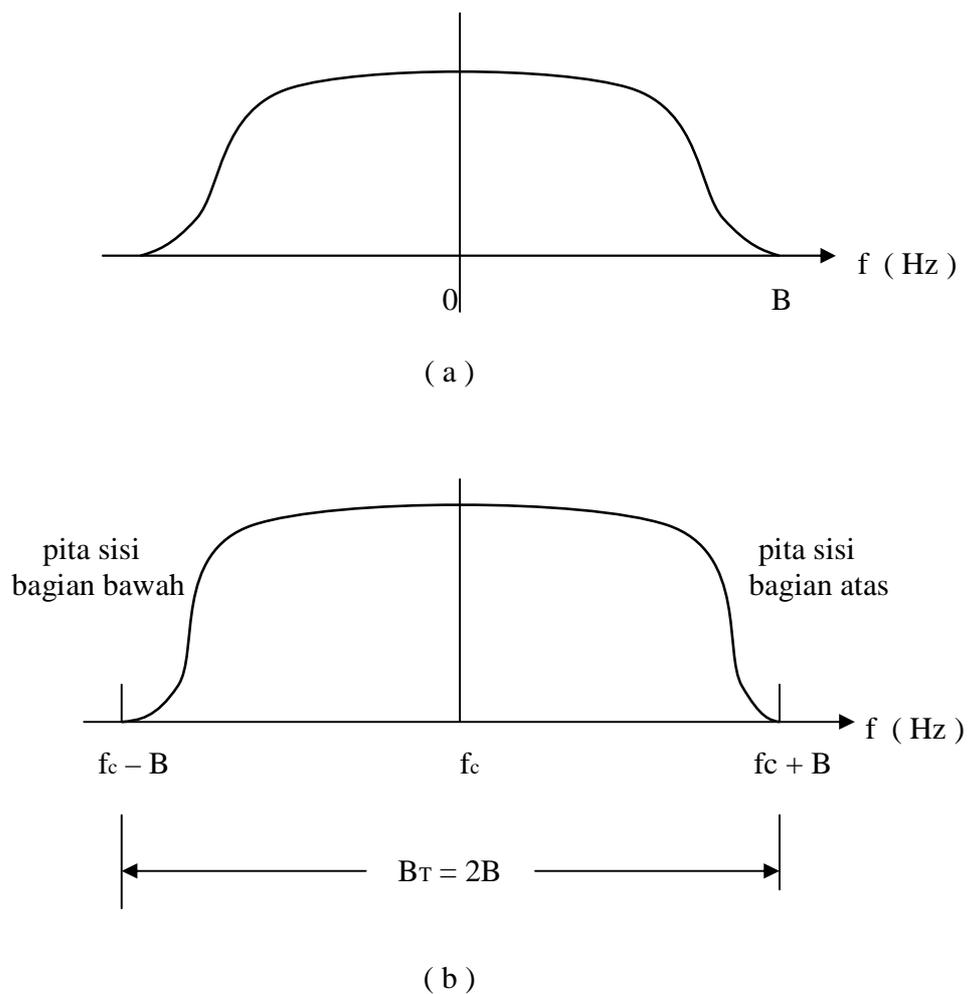
Dengan amplitudo r_i dan sudut fasa θ_i .

Hingga kini kita telah mengabaikan pemilihan bentuk sinyal. Dalam praktek, pemilihan bentuk sinyal misalnya dengan menggunakan spektrum menggending sinusoidal harus dipergunakan untuk mengurangi interferensi antar simbol. Ini penting untuk pensinyalan multitingkat. Dengan demikian suatu pemodulasi yang sebenarnya pulsa-pulsa biner masukan diberi bentuk sebelum pemodulasian pembawa.

Cara lain, sinyal-sinyal luaran berturutan masing-masing dilewatkan suatu filter pemberi bentuk lolos pita yang tepat sebelum ditransmisi. Sebagai hasil pemberian bentuk, suatu simbol luaran individuil, yang secara nominal dirancang cocok ke dalam selang waktu yang panjangnya T detik, sekarang membentang beberapa selang T detik. Tujuannya adalah memberi bentuk pulsa-pulsa sehingga

pulsa-pulsa tersebut menjadi nol di titik-titik keputusan disipasi sejauh T detik dalam selang-selang lainnya.

Sinyal QAM secara umum harus mempunyai suatu spektrum yang berpusat di sekitar frekuensi pembawa $f_c = \omega_c / 2\pi$. Dalam spektrum ada pita-pita sisi bagian atas dan pita-pita sisi bagian bawah yang membentang masing-masing satu lebar pita B Hertz di atas dan di bawah frekuensi pembawa, sesuai dengan sinyal pita dasar digeser ke frekuensi f_c . Suatu contoh nampak di Gambar-3. Lebar pita transmisi B_T adalah $2B$ Hertz, seperti yang ditunjukkan.



Gambar- 3 : (a) Spektrum pita dasar. (b) Spektrum QAM

Dalam praktek, pembentukan dilakukan baik di pentransmisi, sebagai bagian dari proses modulasi, maupun di penerima, dalam hubungan dengan proses demodulasi.

Sejauh ini kita dapat menentukan bentuk isitmewa dari QAM, dan tipe pembentukan yang diperlukan, mentransmisi pada laju-laju bit yang dispesifikasi melalui bermacam-macam saluran. Misalkan lebar pita transmisi adalah B_T Hertz. Maka ini sesuai dengan suatu lebar pita dasar $B = B_T / 2$ Hertz. Laju simbol yang dapat ditransmisi melalui suatu saluran dengan lebar pita dasar B Hertz adalah $2B/(1+r)$, dengan faktor menggelinging r berubah-ubah dari suatu harga ideal 0 (pengfilteran lolos-rendah ideal) hingga 1, untuk pengfilteran cosinus dinaikkan. Dengan demikian, laju simbol yang diperbolehkan melalui saluran transmisi ekuivalen yang berlebar pita B_T Hertz adalah $B_T / (1 + r)$ simbol/detik. Untuk suatu sinyal QAM dengan $M = 2^n$ simbol atau keadaan yang mungkin, laju bit yang diperbolehkan adalah $nB_T / (1 + r)$ bit/detik, atau lebar pita transmisi $n / (1 + r)$ bit/detik.

Laju bit yang diperbolehkan melalui suatu saluran tertentu bergantung pada banyak simbol atau keadaan yang dipilih, namun kita tidak dapat menambah besar konstelasi sinyal QAM secara tak terbatas sebab jika banyak tingkatan amplitudo yang dipergunakan bertambah, maka persoalan interferensi antar simbol akan menjadi lebih berat. Untuk suatu tingkatan daya pentransmisi yang tetap, lokasi titik-titik dibatasi. Satu-satunya jalan untuk menambah lebih banyak keadaan, atau titik

dalam konstelasi, adalah meletakkan titik-titik di antara titik-titik yang sudah ada. Titik-titik yang dihasilkan disipasi makin dekat, dan noise dan lonjakan-lonjakan fasa akan lebih sering menghasilkan kesalahan-kesalahan. Jadi ada suatu batas pada banyak keadaan yang dapat dipergunakan. Dalam praktek, QAM-16 keadaan merupakan yang maksimum yang telah digunakan.

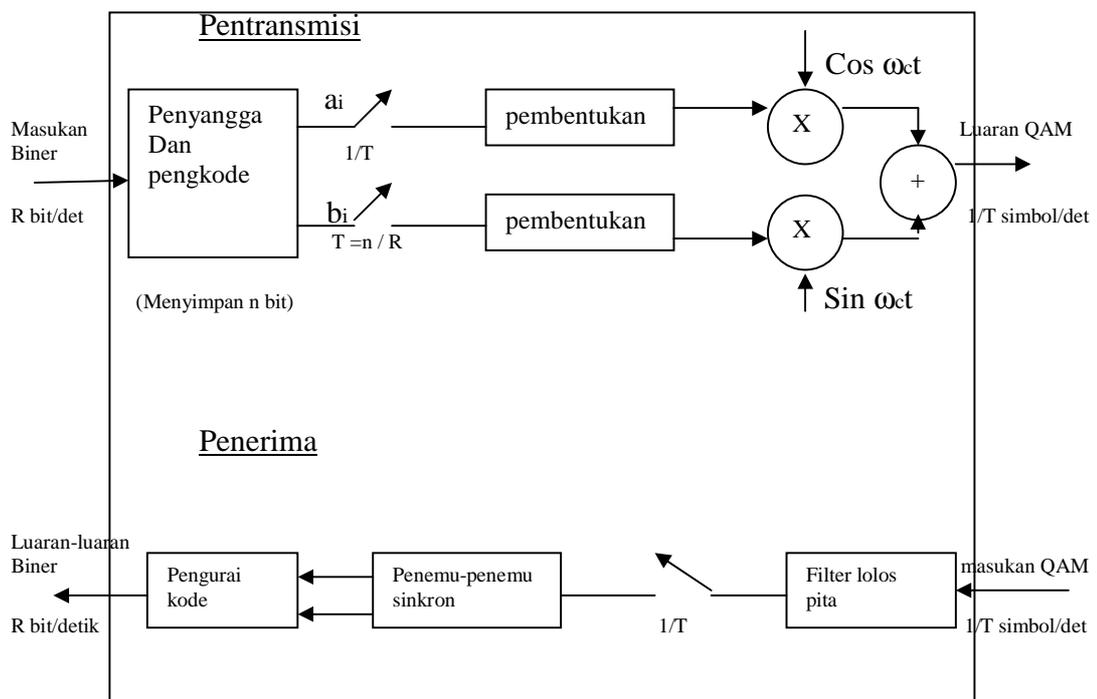
Sistem transmisi digital QAM sudah dominan pada tahun-tahun terakhir ini. Selain diperkenalkan sistem 4x4 di sini, juga diperkenalkan penggunaan sistem 2x2 dan 8x8 secara komersial.

BAB II

MODEM QAM

Suatu sistem untuk membangkitkan sinyal-sinyal dimodulasi, dan kemudian untuk memproduksi kembali sinyal-sinyal biner pita dasar setelah penerimaan, terdiri dari suatu pemancar dan suatu penerima. (Lihat Gambar-4). Pemancar di sini sering dinamakan pemodulasi, meskipun pemodulasi itu sendiri merupakan bagian dari pemancar. Pemancar harus mengandung memori penyangga (buffer) masukan untuk menyimpan n pulsa biner berturut-turut yang diperlukan untuk membangkitkan sinyal luaran khusus yang disesuaikan dengan urutan biner, filter-filter pembentuk, dan suatu pengosilasi untuk pembangkitan suku-suku pembawa sephasa dan kuadratur.

Digit-digit biner diterima oleh pentransmisi untuk pentransmisi melalui saluran, sedangkan sinyal-sinyal dimodulasi yang datang dari arah lain, diproses oleh suatu penerima dan dikonversi ke suatu luaran biner yang diinginkan. Gambar-4 menunjukkan penerima semacam ini yang disebut pendemodulasi. Pemodulasi dan pendemodulasi sering dipakai dalam satu unit yang dinamakan dengan *modem*



Gambar-4 : diagram sederhana modem QAM

Looback

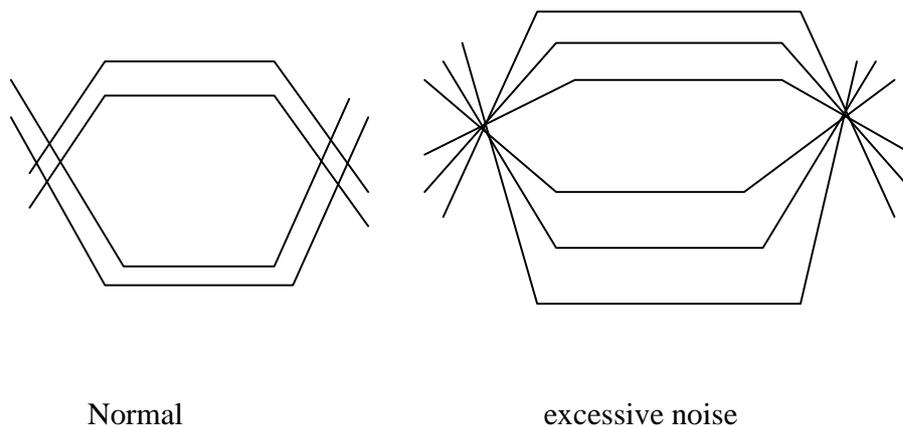
Banyak sistem modulasi digital terdiri dari sebuah kemampuan loopback. Begitu pula pada QAM. Penerima menerima data dan mengirimnya kembali ke pemancar. Data tersebut diperbandingkan dengan data awal yang dipancarkan untuk memberikan indikasi kekuatan sistem. Karena kesalahan bit dapat terjadi pada

transmisi asli dan pada loopback, kesalahan bit tidak dapat ditunjukkan dengan cepat sehingga kesalahan itu tidak akan dapat diketahui di mana terjadinya. Percobaan loopback sangat membantu dalam mendiagnosa kemampuan dasar sistem.

Pola mata (eye patterns)

Teknik lain yang sangat membantu dalam mendiagnosa kemampuan suatu sistem modulasi digital adalah generasi eye patterns. Eye patterns ini dibangkitkan dengan “menutup” sebuah osiloskop dengan seluruh sinyal bit digital yang diterima. Idealnya, ini akan menghasilkan sebuah tampilan persegi panjang karena kekerasan dari fosfor CRT. Pengaruh dari transmisi menyebabkan berbagai efek bulat yang hasilnya dalam tampilan menyerupai mata.

Gambar-3 menunjukkan berbagai pola yang memungkinkan. Mata terbuka menunjukkan perbedaan tegangan antara sebuah 1 dan sebuah 0. Suatu variasi yang besar mengindikasikan permasalahan noise sedangkan bentuk yang tidak simetris mengindikasikan distorsi sistem.



Gambar- 3 : Eye Pattern (Pola Mata)

Eye pattern dapat dilihat sambil membuat pengaturan pada sistem. Dengan cara ini, kita dapat dengan cepat melihat efek dari pengaturan penyaring atau rangkaian atau antenna sebagai model.

BAB III

KESIMPULAN

1. *Modulasi Amplitudo Kuadratur / Quadrature Amplitude Modulation (QAM)* adalah teknik modulasi untuk system dengan kecepatan data tinggi.
2. Model persamaan sinyal QAM secara umum dapat ditulis :
$$S_i(t) = r_i \cos (\omega_c t + \theta_i)$$
3. Eye patterns dan Loopback adalah teknik mendiagnosa kemampuan modulasi

DAFTAR PUSTAKA

1. Mischa Schwartz., Information Transmission, Modulation and Noise, Third Edition. Mc. Graw-Hill Inc, 1980.
2. Wayne Tomasi, Advanced Electronic Communications Systems, Third Edition. USA : Prentice Hall International Inc, 1994.