

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

TEMEL HABERLEŞME TEORİSİ

HAZIRLAYAN: Cenk ÖZÇALIŞKAN
ÖDEV SORUMLUSU : Yrd.Doç.Dr. Hasan H. BALIK

LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2003

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	6
1.1. HABERLEŞME SİSTEMLERİ	6
1.1.1. KONUŞMA :	6
1.1.2. KODLAMA :	7
1.1.3. GÜRÜLTÜ :	7
1.1.4. BOZULMA :	7
1.2. HABERLEŞME	8
1.2.1. UZAKTAN HABERLEŞME	8
1.3. DİZAYN KABULLERİ	9
1.3.1. UZAKLIK	9
1.3.2. GÜÇ	10
1.3.3. MALİYET	10
1.3.4. BANT GENİŞLİĞİ	11
1.3.5. HIZ	11
1.3.6. GÜVENİLİRLİK	11
1.3.7. UYGUNLUK	12
1.3.8. DOĞRULUK/ KALİTE	12
2. SİNYALLER VE MODÜLASYON	14
2.1. GİRİŞ	14
2.2. BASEBAND SİNYAL TÜRLERİ	14
2.3. BASEBAND VE BAND GENİŞLİĞİ TERKİNOLOJİLERİ	16
2.4. BASEBAND BAND GENİŞLİĞİ EVRİMİ	17
2.4.1. TELEFON (ANALOG)	17
2.4.2. TELEGRAF (DİJİTAL)	18
2.4.3. TELEVİZYON (ANALOG)	20
2.5. MODÜLASYONA DUYULAN İHTİYAÇ	21
2.6. MODÜLASYON TİPLERİNİN SİNFLANDIRILMASI	22
2.7. MODÜLASYON KULLANMANIN AVANTAJLARI	23
2.8. GENEL ANALOG MODÜLASYON	24
2.9. GENEL DİJİTAL MODÜLASYON	25
2.10. ÖZET	26
2.11. SONUÇ	27
3. GENLİK MODÜLASYONU TEORİSİ	28
3.1. GİRİŞ	28
3.2. GENLİK MODÜLASYON SİNFLARI	28
3.3. TAM GENLİK MODÜLASYONU	28
3.4. TAŞIYICISI BASTIRILMIŞ ÇİFT YAN BAND MODÜLASYONU (DSBSC)	34
3.5. TEK YAN BAND MODÜLASYONU	38
3.6. ÖZET	40
3.7. SONUÇ	41

KISALTMALAR

CVSDM: Sürekli Değişken Kaymalı Delta(Δ) Modülasyonu

CW: Sürekli Dalga

DAC: Dijital-Analog Converter (Dönüştürücü)

D/A: Dijital-Analog Converter (Dönüştürücü)

DPCM: Delta Pulse Kod Modülasyonu

DSBSC: Taşıyıcısı Bastırılmış Çift Yan Bant

DSBWC: Çift Yan Bantlı Taşıyıcı

d.s.p.: Dijital Sinyal İşleme

FDM: Frekans Bölmeli Çoklama (Multiplexing)

FDMA: Frekans Bölmeli Çoklu Erişim

FET: Alan Etkili Transistör

FM: Frekans Modülasyonu

f.m.: Frekans Modüle Edilmiş (Sinyal)

FSK: Frekans Kaydırmalı Anahtarlama

f.s.k.: Frekans Kaydırmalı Anahtarlama (HFCYF)'de r.f 'ye

HF: Yüksek Frekans (Radyo Yayın Bandı)

HP: Yüksek Geçiren (Filtre)

i.c.: Entegre Devre

i.f.: Orta Frekans

ISI: Uluslararası Sembol Girişim (Frekansı)

ITU: Uluslar arası Haberleşme Birliği

LF: Alçak Frekans (Radyo Yayın Bandı)

LP: Alçak Geçiren (Filtre)

LPF: Alçak Geçiren (Filtre)

L-R: Sağ-Sol (Stereo)

LSB: Alt Yan Bant

M-...: M Seviyeli Sinyal (Örneğin M-QAM)

M-ary: M Seviye (Sinyal)

M-level: Çok Seviyeli (Sinyal)

M-PAM: Çok Seviyeli Faz ve Genlik Modülasyonu

M-PSK: Çok Seviyeli Faz Kaydırmalı Anahtarlama

M-QAM: Çok Seviyeli Quadrature Genlik Modülasyonu

OOK: On-Off (Aç-Kapa) Anahtarlama
NBPM: Dar Bant Faz Modülasyonu
NF: Nyquist Frekansı
NICAM: Yakın Ani Sıkıştırılmış Audio Çoklama
NRZ: Sıfır Dönüşsüz
NTSC: Ulusal Televizyon Standartları Komitesi
PAL: Alternatif Faz Hattı
PAM: Faz ve Genlik Modülasyonu
PAM: Darbe Genlik Modülasyonu
PAM: Darbe Analog Modülasyonu
PCM: Darbe Kod Modülasyonu
PDH: Plesiochronous Dijital Hiyerarşisi
PDM: Darbe Genlik Modülasyonu
PISO: Paralel Giriş-Seri Çıkış
PLL: Faz Kilitlemeli Döngü
PM: Faz Modülasyonu
PM: Darbe Modülasyonu
PM: Faz Modüleli
PPM: Darbe Konum Modülasyonu
PSK: Faz Kaydırmalı Anahtarlama
P/S: Paralel Giriş-Seri Çıkış
PTM: Darbe Zaman Modülasyonu
PWM: Darbe Genlik Modülasyonu
QAM: Karesel (Quadrature)Genlik Modülasyonu
QPSK: Karesel Faz Kaydırmalı Anahtarlama
r.f.: Radyo Frekansı
RTTY: Radyo Teletype
Rx: Alıcı
SDH: Senkron Dijital Hiyerarşi
S/H: Örnekleme ve Tutma
SSB: Tek Yan band
SSBSC: Tek Yan band Bastırılmış Taşıyıcı
TDM: Zaman Bölmeli Çoğullama
SIPO: Seri Giriş- Paralel Çıkış

S/N: Sinyal/Gürültü (Güç) Oranı
(S/N)_q: Quantizasyon Sinyal/Gürültü (Güç) Oranı
S/P: Seri Giriş- Paralel Çıkış
TDMA: Zaman Bölmeli Çoklu Erişim
TF: (Gerilim) Transfer Fonksiyonu
Tx: Verici
UHF: Ultra Yüksek Frekans (Tv Yayın Bandı)
URSI: Uluslar Arası Radyo Bilim Örgütü
USB: Üst Yan band
VCO: Gerilim Kontrollü Osilatör
VFCT: Ses Frekanslı
VHF: Çok Yüksek Frekans (Radyo Yayın Bandı)
VSF: Artık Yan band
VTF: Gerilim Transfer Fonksiyonu
WBFM: Geniş band Frekans Modülasyonu
WBPM: Geniş band Faz Modülasyonu
WDM: Dalga Boyu Bölmeli
 Δ M: Delta Modülasyonu
 Δ PCM: Delta Darbe Kod Modülasyonu
9-QPRS: 9 Seviyeli Karesel (Quadrature) Kısmi Cevap
16-QAM: 16 Seviyeli Karesel (Quadrature) Genlik Modülasyonu
64-QAM: 64 Seviyeli Karesel (Quadrature) Genlik Modülasyonu

1. GİRİŞ

1.1. HABERLEŞME SİSTEMLERİ

İnsanları hayvanlardan ayıran en önemli özellik birbiriyle yüksek seviyede kompleks ve hızlı olarak iletişim kurmalarıdır. David Attenborough Life on earth tv serisinin son programına “insan zorlamacı haberleşmeci” adını vermiştir ve bu elbette bir abartmadır. Hayvanlarda haberleşme, davranışlarının önemli bir bölümüdür. Bu olmadan düşmanlarına ve rakiplerine karşı uyarılamazlardı, sürüler gruplaşamazlardı, çiftleşmeler meydana gelemezdi. Bununla beraber çoğu iletişim türü içgüdüsel seviyededir (örneğin kuş sesleri), gelişmiş memelilerin ses sinyallerinin sınırlı bir kısmı, bile bu kategoriye girer.

Zıt şekilde insanın hayatta kalması ve üstünlüğü bireyselliği tanımasına dayanır ve avlanırken birlikte çalışması; kompleks fikirlerini ve hareketlerini tartışmadan hedeflenen konuya geçelim. Bu metotlar insanları konuşmayı ve sürekli hafızayı mümkün kılan büyük kullanışlı beyni harekete geçirdiklerinde mümkün hale gelir.

Bu tekniklerin hepsinin haberleşme sistemlerinin kullanışlı olmaları için sahip olmaları gereken 3 temel kısmı vardır. Bu kısımlar şekil 1-1’de gösterilmiştir.

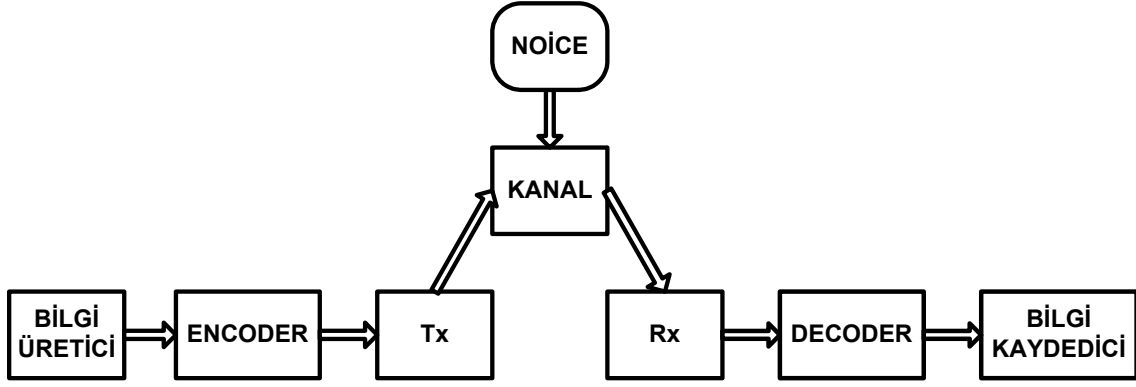
1.1.1.KONUŞMA :

Bu insanların kullandığı en basit haberleşme sistemidir, anlaşılması en kolay üç parçadan oluşur.

Verici kısmı vardır-konuşan insan düşüncelerini verici gibi çalışan kas hareketlerine dönüştürür (ses telleri ve ses sistemi), iletim ortamında basınç değişimlerine dönüştürür. Bu basınç değişimleri hareketi ardından elektriksel sinyallere ve sonunda düşüncelere dönüştürüldüğü alıcı kısma ulaşmak için, yol alırlar. Bu nedenle dinleyici konuşmacının mesajının bir kopyasını beynine yerleştirmiştir ve bilgi taşınmıştır.



Şekil 1-1 Haberleşme sisteminin temel birimleri



Şekil 1-2 Haberleşme sistemlerinin bölümleri

Haberleşme sistemlerinin diğer bazı durumları bu ufak örneklerle gösterilmiştir. Bunlar aşağıdadır;

1.1.2.KODLAMA :

Konuşmacının mesajı alıcının anlayabileceği bir dilde taşınmıştır. Eğer o örneğin swali dilinde olsaydı çok azımız mesajı anlayabilirdik ve bundan dolayı az bir bilgi alına bilirdi. Morse kodu basit bir mühendislik örneğidir.

1.1.3.GÜRÜLTÜ :

Orijinal mesaja eklenen, istenmeyen rasgele sinyaller dinleyicinin mesajı anlamasında probleme neden olabilir. Bir partide kalabalık bir odada bir uçtan bir uca konuşmayı deneyin anlayacaksınız. Gürültü sistemin her üç kısmında meydana gelebilir. Bu partide iletim kanalında oluştu, fakat verici tarafından veya alıcı tarafından üretilebilir.

1.1.4.BOZULMA :

Burada sinyal değişmiştir fakat hiçbir şey eklenmemiştir. Bu değişim çok büyük olabilir öyle ki alıcı mesajı doğru olarak çeviremez. Büyük boş bir alanda konuşmayı deneyin. Bazı ses frekansları yankılanacaktır. Yankı, zaman gecikmelerini ortaya koyan ve sinyalin ani spektrumunun çok bozulmasına, öyle ki anlaşılmaz hale gelmesine neden olan zayıflama oluşacaktır. Bozulma genelde iletim kanalında meydana gelir, bununla beraber başka yerlerde de oluşabilir. (Yani eğer konuşmacı güçlü bir aksana sahipse)

Bunun için haberleşme sistemlerinin daha genel hali şekil 1-2'de gösterilebilir.

1.2. HABERLEŞME

1.2.1.UZAKTAN HABERLEŞME

Öncelikle kendimizi insan sesiyle ölçülebilen uzak mesafelerde bilgiyi gönderebileceğimiz haberleşmenin suni metotlarına yoğunlaştıralım. Gürültülü partimizde el işaretleri ve dudak okumak basit düşünerek bize yardımcı olabilir. Ezberlenen ve yazılan mesajların taşınması her zaman işe yaramıştır ve yıllarca bir mesajın taşınabileceği en yüksek hız dört nala giden atın hızıydı. (Paul Revere, Ghent-to-Aix ve Pony Express gibi meşhur hikayelerde olduğu gibi)

Hatta gürültüyle mesajların daha hızlı iletildiği bir yol daha vardı. Yüzyıllarca bu metotlar gerçekten çok basitti (yani armadanın yaklaşımı şenlik ateşi haberleşmesiydi). Yerlilerin duman sinyalleri bayraklar gibi bir basamak daha ilerideydi, fakat en gelişmiş teknikler helyoste ve semafordu. Gerçek kelimeler taşınabiliyordu, modern standartlara göre yavaş olduğu halde. Uzun mesafelerde bilginin hızlı olarak gönderilmesi ihtiyacı çok fazlaydı öyle ki devletler önemli yollar üzerinde dağların zirvelerine büyük ağaç semafor kuleleri inşa etti. İyi bilinen bir İngiliz örneği Napolyon savaşları sırasında derüt kuvvetleri komutanlığı Londra'dan Partsmount'a kadar bir dizi semafor yaptığında oluşmuştur. Onların siteleri hala telgraf tepeleri olarak adlandırılır ve Londra yakınları Puthey Common'da bir tane vardır. 19.yy da elektriksel sinyallere kadar biz sinyalin tipine yakın herhangi bir yere bu yön bilgileriyle ulaşabiliyorduk denilebilir. Bütün bunları mahmuzlayan, tren yollarının gelişimi oldu, bundan önce bir tren aşağı ve yukarı giden ray olarak kullanılıyordu. Onlar bunu yapmayı, terminallerde elektro mekanik göstergelerin değişimiyle bir bakır tel içinde akan akım darbelerinin kullanıldığı telgraf ile yaptılar. İletim gerçekten hızlıydı fakat belirli bir zamanda bir harf yada rakam taşınabiliyordu, hepsi yapılıyordu fakat en kısa mesaj semaforun hızıydı. Elbette uzun mesafeler kat edilebiliyordu ve uygun kodlama olayları hızlandırdı (yani mors).

Oysa telefon, 1869'da icat edildi, gerçek hamleyi göstermektedir. Olağan üstü görünüyor olmalıydı. Şimdi millerce ötedeki biriyle en kolay ve hızlı şekilde konuşabiliyorsunuz, eğer telefonlardan birinin yanındaysanız.

Repeaterlar, dönüştürücüler ve çoğullayıcılar kullanarak, uzun denizaltı kablo bağlantılarında doruğa çıkan, kompleks telefon ağları geliştirilmiştir.

Kablosuz haberleşme hamleyi tamamlamıştır. Hepsi 1895'de hertz'in rezonans devrelerinde elektrot aralığı kullanarak bazı deneyler yapmasıyla başlamıştır. O en kısa mikrodalga frekansını iletmiştir.

Birçok araştırmacı (yani Lange, Popov, Kelvin) haberleşmeyi sağlayabilmek için bu yeni elektromanyetik dalgaların kullanımını geliştirmeye çalışmıştır, fakat başarı İngiliz deniz kuvvetleri tarafından desteklenen denizdeki filosuyla haberleşmeye çalışan Marconi'nin olmuştur. Marconi kablosuz telgraf şirketini kurdu ve tam anlamıyla çok çalışarak, 12 Aralık 1901'de Atlantik okyanusu yakınlarında çok uzun dalga boylarını sinyalleştirebilen devasa bir elektrot vericisi geliştirdi.

Bu gelişmelerden sonra iki ana alana ayrıldı - yazılım ve donanım. Donanımdaki temel gelişmeler yükselteçlerin (çok uzun bir zaman için vakum valfları sonra yarı iletkenler) ortaya çıkması, yüksek frekansların kullanımı, anten dizaynının keşfedilmesi (ve propogasyon mekanizmalarının anlaşılması), fiber optik ve kablolar uyduların kullanımıyla gelişmiştir. Yazılımdaki değişimler modülasyonun ve band genişliği ve gücü azaltmak, mesafe ve hız arttırmak için kodlamanın geliştirilmesiyle meydana gelmiştir.

1.3. DİZAYN KABULLERİ

Haberleşme sistemlerinin bölümleri çok basitti. Zorluklar, doğru şartlarda özel görevleri yapmak için pratik sistemler yaparken ortaya çıkar. Bu nedenle bazı kabuller yapılmalıdır;

1) Uzaklık	5) Hız
2) Güç	6) Güvenilebilirlik
3) Maliyet	7) Uygunluk
4) Band genişliği	8) Doğruluk/Kalite

Bazı detaylı kabuller bu şekilde devam eder.

1.3.1.UZAKLIK

Daha fazla bilgi iletme zorundadır, zor olan mesajı bozulmamış şekilde almaktır.

Kablolu bağlantılar uzun mesafelerde repeaterlara gereksinim duyarlar, ama düşük frekanslarda iyi sonuç verirler.

Yer yüzündeki radyo bağlantıları değişik amaçlar için farklı frekanslara ihtiyaç duyarlar. Line-of-sight bağlantılar için mikrodalga, yeryüzünde uzun mesafeli ionosferik haberleşme için UHF, TV için geniş bant genişliğinde UHF, yerel yayınlar için orta dalga ve dahası...

Uydu bağlantıları kısa ve uzun mesafelerin her ikisinde de kullanılabilir, ama zayıflama ve gürültünün neden olduğu problemlerle birlikte daha uzun yol uzunluğuna sahiptirler.

1.3.2.GÜÇ

Gönderici kısmında daha az güce ihtiyaç varsa verici montajı daha basit ve ucuz olur (fakat Rx daha karmaşık olmaktadır). Diğer kabullerin elverdiği ölçüde, iletilen güç minimumda tutulur. Marconi'nin mega wattlar düzeyindeki pik gücü ile ilk uydulardakiwattlar düzeyindeki pik gücünü kıyaslayın.

Bu faktörlerden bazıları şunlardır;

Yüksek frekanslarda antenlerde yüksek oranda radyasyon gücü oluşması; yayılan gücün ucuz alıcılar tarafından kullanılması için büyük olması gerekebilir (radyo yayınında olduğu gibi). Sinyal kodlama, sinyalin doğruluğunu artırır ve zayıf sinyallerin gürültüden ayrıştırılabilmesini sağlar (yani boşluk propları). Yönlü antenler yayılan gücün daha etkin kullanılmasını sağlar (yani mikrodalga bağlantılarında). Çoğullama aynı güçte daha fazla bilginin gönderilmesini sağlar.

1.3.3.MALİYET

Bu açıkça istenilen sistem performansını sağlayabilecek şekilde mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır. Uygulamalarda ekonomiklik neye dayanır ? Örneğin, trans Atlantik haberleşmesi için uydu yayının yer montajına milyonlarca pound harcanmasına değebilir (goonhilly) fakat türkistan'daki uydu yayınlarından eğitim tv'sinin direkt yayını için bir çanak anten için £ 100 çok fazla olabilir. Ordu gereksinimlerinde maliyet hemen hemen konunun dışındadır (nükleer mermilerin koruma sistemlerinde olduğu gibi). Halbuki CB radyo gibi moss (kütle) ticari sistemlerinde ana faktör haline gelir. Gelişmiş sistemlerdeki yaratıcılığın çoğu aynı şeyi daha ucuza yapmaya doğru kaymaktadır (örnek; fiber optikler mikrodalgalar ...)

1.3.4.BANT GENİŞLİĞİ

İletilen sinyal frekanslarının en azından küçük bir kısmını içermemesi ile hiçbir bilgi elde edilemez (bant genişliği değişmeyen tek bir taşıyıcı sinyali ile çok az bilgi sahibi olabiliriz, taşıyıcının bu sinyalin üzerinde olması haricinde). Fakat bant genişliğinin artırılması gereksiz komplekslik ve artan maliyetleri de beraberinde getirir. Bireysel kanalların daraltılması aynı bağlantı bant genişliği üzerinden daha fazla kanalın aynı anda taşınabilmesi demektir. Bu nedenle önemli olan yeteneklilik bilginin kalitesini kabul edebilir seviyede tutarken kanal bant genişliğini azaltmaya doğru kaymaktadır. Genellikle ikisi arasında bir uzlaşma bulunur.

Örneğin, telefon kanalında gereken bant genişliği tek yan bant teknikleri kullanılarak başlangıçta yarıya indirilir ve yapılacak iş için yeterli olan kalmış olur, öyle ki sesler algılanabilir düzeydedir. Sonuç telefonlar için standart olan 4 kHz B/W ses frekans kanalıdır. Diğer yandan, gerçek %100 doğruluğun gerektiği yerlerde (birçok veri iletim gereksinimlerinde olduğu gibi) dijital teknikler kullanılmalıdır. Bunlar diğer modülasyon tekniklerinden farklı olarak daha büyük bant genişlikleri gerektirir fakat bu kabul edilebilir çünkü çok daha büyük taşıyıcı frekansları kullanılabilir. Bu şu anda fiber optik iletme kayılmasının tek nedenidir.

1.3.5.HIZ

Gerçek zamanlı iletim çok yaygındır (örneğin; telefonlar, tv). Eğer bilgiyi daha yavaş gönderirseniz, bant genişliğinden tasarruf edersiniz ama daha uzun zaman harcarsınız. Bu kabul edilebilir ve daha ucuzdur (teleprinterlar, facsmile) ve böyle kullanılır. Diğer taraftan bilginin daha hızlı iletimi daha fazla bant genişliği gerektirir fakat daha kısa sürer. Bu gerekli olabilir (yüksek hızlı veri) ve hatta daha ucuz (eğer BT kara hattında kiralınmışsa) ve kullanılmaktadır.

Yine modülasyon ve kullanılan encoding yöntemleri sistemden en iyi şekilde yararlanmak için dizayn edilebilir – özellikle dijital yöntemler.

1.3.6.GÜVENİLİRLİK

Sinyalinizin bozulmuş olarak alıcıya ulaşması ne kadar önemlidir. Bu sorunun büyük bir kısmı yukarıda incelenmiştir ama burada ayrıca özetlemeye değer. Açıkçası teçhizatın güvenilirliği bir faktördür fakat burada

kastedilen bu değildir. Çalışan bir sistemde sinyal kaybına neden olan faktörleri kastediyoruz. Bir telefon kanalı, tam doğrulukta çalışmadan kabul edilebilir kaliteye sahip karmaşık olmayan bir sisteme örnektir. Dar bant genişlikleri, düşük frekanslar ve keskin çoğullama kullanılabilir.

Dijital veri dalgaları (dijital data streons) açıkça daha fazla doğruluğa ihtiyaç duyarlar ve bunu sağlamak için de daha büyük genişliklere sahip olmak zorundadırlar. Fakat burada bile kodlama tekniklerinin kullanımıyla gelişen çok düşük hata oranları ortaya çıkabilir (1'de 10^{-5}). Bant genişliği ve doğruluk arasında sürekli bir değiş tokuş olduğu görünmektedir.

1.3.7.UYGUNLUK

Bu teknik olarak en çok kısıtlama getiren kalabalık faktörlerin etrafını çeviren, var olan eski sistemlerle yeni sistemlerin uyumu için ihtiyaçtır. Renkli TV ' nin ortaya çıkışı iyi bilinen bir örnektir. Hem aynı bant genişliğinin korunması ve de var olan yine B/W setleriyle uyuma sahipti. Şu anda bu yine direkt uydu yayınlarında ortaya çıkmaktadır. Daha eski bir örnek telefon sistemlerinin dijitalleştirilmesiydi. Uygunluğun diğer yönleri çok özellikli ağların (dijital olmalarıdır) gelişimi, daha büyük ve kapsamlı entegre devrelerin mümkün olan yerlerde kullanımı (belki modülasyon yöntemlerinin sabitleyici detayları) daha kolay üretim ve ucuz tamir ihtiyacı (modüler dizayn) ve dahası ile ortaya çıkmıştır.

1.3.8.DOĞRULUK/ KALİTE

Bu kabuller yukarıdaki diğerlerinin çoğunun içinde açıklanmıştır. Genelde alınan bilgi sinyalinin daha doğru olması için orijinal sinyalle karşılaştırılması gerekir, bu da daha kompleks ve pahalı haberleşme sistemleri demektir. Bu nedenle ekonomi yapılabilir; çünkü sinyalin alıcıda gönderilme amacına cevap veren gereksinimlerden daha doğru dönüştürülmesine gerçekten gerek yoktur. Burada doğruluk değişkendir ve kalite terimiyle açıklanması daha iyi olur ve her gün telefon ederken yada radyo dinlerken duyduğumuz şeyin anlaşılabilir fakat mükemmel olmadığını bilerek hesaba kattığımız bir şeydir. İletilen sesin kabul edilebilirliğinin kaliteye bağlı varsayımları farklı amaçlar için farklı olan sistem şartlarında nicel gereksinimlere öncülük etmiştir. 4khz'lik standart telefon kanalı band genişliği zaten açıklanmıştı, fakat "steam" radyosunda, HF haberleşmesi

sayesinde daha da az, 3KHz olarak ele almak yeterlidir. Diğer taraftan minimum 15khz UHF radyo yayınlarında müziğin kabul edilebilir kalitede yeniden üretimi için gerekli görülmektedir. Tam tersi olarak dijital sinyaller kısmen daha fazla doğruluğa ihtiyaç duyarlar, çünkü tek bir kayıp bit analog sinyalin küçük bir parçasının kaybından daha ciddi soruna neden olur, bu nedenle digital bilgi çok kesin doğruluk gerekmedikçe sıklıkla kullanılmaz. (10^6 'da 1'den daha iyi bit hata oranları gerekir.)

2. SİNYALLER ve MODÜLASYON

2.1. GİRİŞ

Bu bölümde dört temel amacımız vardır.

- 1) İlk olarak ayrıntılı bir şekilde bilgiyi haberleşme sisteminde gönderebilmek için çeşitli baseband sinyaller hakkında bilgi vermek.
- 2) İkinci olarak baseband sinyalin iletilmesi için ne kadar band genişliği gereksinim duymasadır.
- 3) Üçüncü olarak modülasyona neden ihtiyaç olduğundan söz etmek ve basebantların yollanmasını sağlamak için kullanılan modülasyon türlerinin herbirini göstermek ve anlatmak.
- 4) Dördüncü olarak genel, temel iki grup modülasyon tekniği sınıfına bakacağız.

2.2. BASEBAND SİNYAL TÜRLERİ

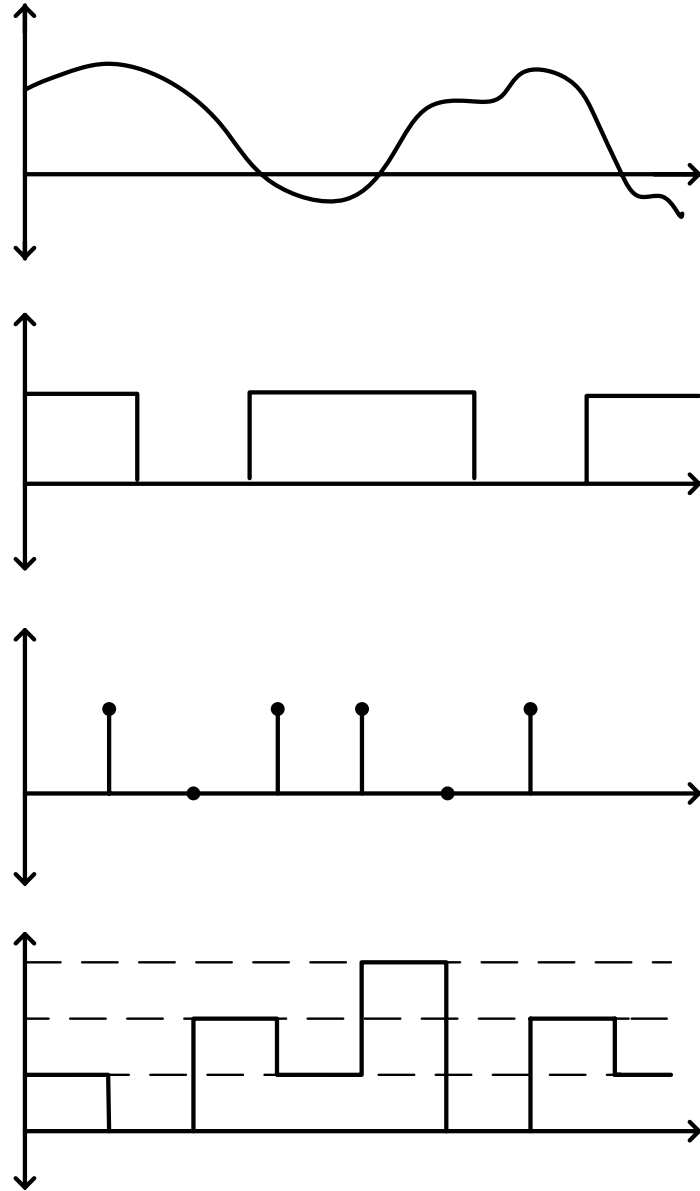
Burada biz yalnızca sinyalin elektriksel olduktan hemen sonraki durumunu dikkate alacağız. Çoğu kez başlangıçta elektriksel biçimde değildir, ancak gerilime dönüştürmek için bazı formlardaki transducer (dönüştürücü) ' lar kullanılır (ör : mikrofön, thermocouple). Bu elektriksel biçimdeki sinyaller ile orijinal bilgiyi göndermek için baseband sinyal kullanılır. Baseband sinyal bir defa elde edildikten sonra her zaman genel olarak iki sınıfa ayrılır.

1) Analog Sinyaller

Zaman içinde elektriksel sinyalin geniş bir alanda sürekli ve değişken olduğu büyüklüklerdir. Çoğu kez elektriksel olmayan orijinal sinyal ile olanın zamanda değişimi aynıdır, ikisine de analogtur denebilir, dolayısıyla adları analog sinyaldir.

2) Dijital Sinyaller

Burada elektriksel sinyal her biri sabit genlikli, sürekli olmayan, bir darbeden (digitten) diğerine geçişte aniden değişen darbelerden (digitlerden) oluşur. Bunlar genellikle teleprinter 'daki gibi kodlanmış sinyallerdir. İkili kodlamanın en çok rastlanan türü ve yolu bir çeşit darbeden meydana gelmesidir ama bu darbeler genellikle çok seviyeli digitlerdir. Çoğu kez sinyal başlangıçta analog ' tur ve dijital ' e dönüştürülür (şekil 2-1).



v

Şekil 2-1 : Sinyal Sınıfları

- (a) Analog (sürekli)
- (b) Analog (ayrık) veya Dijital (binary)
- (c) Binary'nin fonksiyonel gösterimi
- (d) M seviyeli dijital (4-Pam: $M=4=2^2$)

Level

Bu iki sınıf arasında yalnızca birkaç birbirinden farklı sinyal türü vardır ve bunlar Şekil 2-2'de gösterilmiştir. Bazı tür baseband band genişlikleri türleri uygulamaya bağlıdır fakat bazıları hemen hemen tanımlanmıştır. Daha sonra band genişlikleri bazı standart bölümlere ayrılmıştır.

1

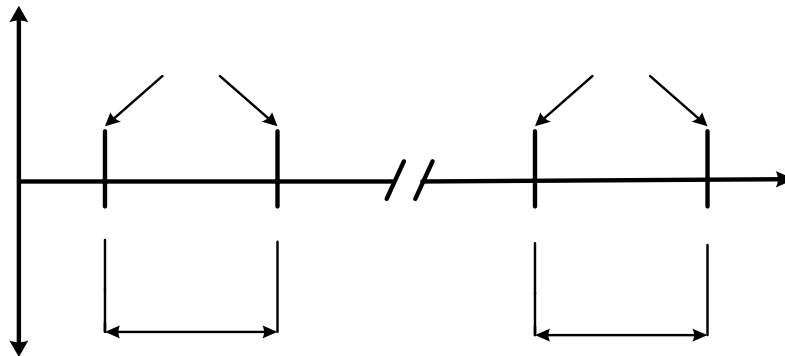
Sinyal Türü	Doğası	Sınıfı	Band Genişliği	Genel Modülasyon Türü
Mors	Darbeli	Dijital	0-50 Hz	ASK/(OOK)
Tele-Type	Klavyeden Darbeli	Dijital	0-120 Hz	FSK/PSK
Facsimile	Sürekli Kopya	Dijital	0-9.6 KHz	FSK/PSK
Telefon	Ses Frekansları	Analog	0-4 KHz	SSB/FDM
Audio	Müzik	Analog	0-15 KHz	FM
Radyo Yayını	AM(LF-HF)	Analog	0-4.5 KHz	AM
	FM(VHF)	Analog	0-15 KHz	FM
Radyo	Amatör	Analog	0-3 KHz	SSB/NBFM
Radyo	CB	Analog	0-4 KHz	NBFM
Radyo Haberleşmesi	Mobil	Analog	0-3 KHz	AM/FM
	HF	Analog	0-3 KHz	AM
PCM	Dijitalleştirilmiş Audio	Analog	0-64 KHz	PSK
Telemetry	Data	Analog	0-MHz	ASK/PSK
Televizyon	Hareketli Resim	Analog	0-6.5MHz	VSB
		Analog	0-5.5MHz	VSB
Radar	Darbeli	Dijital	0-GHz	ASK

Şekil 2-2 : Baseband Sinyal Sınıfları

2.3. BASEBAND ve BAND GENİŞLİĞİ

TERMİNOLOJİLERİ

Baseband terimi genel ve özel anlama sahiptir. Genellikle orijinal sinyalden söz edilirken kullanılır. Özel anlamında, baseband sinyal tarafından işgal edilen frekans bandını ifade eder. Gerçek limitler özel anlamındaki ihtiyaç duyulan band genişliği alanından bağımsızdır.



Şekil 2-3 : Band Genişliği, Baseband ve Band Limitleri

Yalnızca band genişliği teriminden söz ederken frekans limitleri olmadan işgal ettiği alan belirtilir. Bu terim baseband'da sadece hangi frekansın kullanıldığına bağlı değildir (ör; AM radyo için band genişliği 9KHz, 'tir). Bu nedenle biz baseband sinyalle özel olarak ilgilendiğimiz taktirde, baseband band genişliği terimini kullanırız.

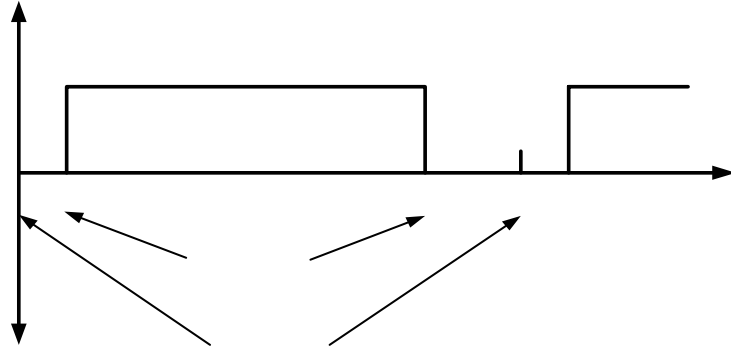
Şekil 2-3'de bu terimler örneklerle gösterilmiştir. Bu iki birbirinden bağımsız terim sık sık eş anlamlı gibi kullanılırlar fakat aralarında önemli farklar vardır. Örnek olarak ses frekans kanalı 4 KHz band genişliğine sahiptir fakat gerçek bant telefon şebekesinin değişik kısımlarını işgal edebilir, belki çok yüksek kısımda, neredeyse MHz ' lerdedir. O sadece başlangıç noktası olan baseband' tır.

2.4. BASEBAND BAND GENİŞLİĞİ EVRİMİ

Kar amaçlı haberleşme sistemleri tarafından kullanılan birçok baseband sinyal band genişliği uluslar arası anlaşmalarla belirlenmiş ve tahsis edilmiştir. Bunlar URSI (Union Radio Scientific International = uluslararası bilimsel radyo birliği) tarafından belirlenen anlaşmalardır, URSI tümüyle iki komiteden oluşur, CCITT (Comite Consultatif International de Telegraphie et Telephonie = uluslararası telgraf ve telefon danışma komitesi) ve CCIR (Comite Consultatif International des Radiocommunications = uluslararası radyo haberleşmesi danışma komitesi). Sonuçta band genişliği seçimi sınırlıdır (karşıdan karşıya kabul edilebilir bilgi göndermek için ne kadar band genişliği gereklidir). Bu bölümde bazı baseband band genişliklerinin seçimini elde etmeyi ele alacağız.

2.4.1.TELEFON (ANALOG)

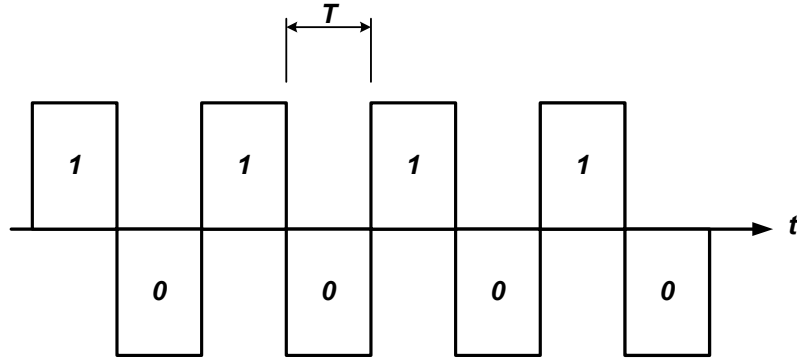
Burada band genişliği terimi tartışılabilir, çoğu kez öznelidir. İnsanın işitmesi 20-20000 Hz arasında sağlanır, fakat kişisel konuşma yüksek veya alçak octav da olsun eğer orta frekanslarda gönderilirse tam olarak anlaşılır ve ayıt edilebilir. Tam sınırlar ülkeden ülkeye değişmesine rağmen 300-3400 KHz (UK) arasındadır fakat filtreleme ve çoklama aletlerinin sağlıklı çalışması için ilave koruma bantları ile birlikte uluslararası anlaşmalarla (Şekil 2-4) dünyada ses frekans kanalı standardı 0-4 KHz ' tir.



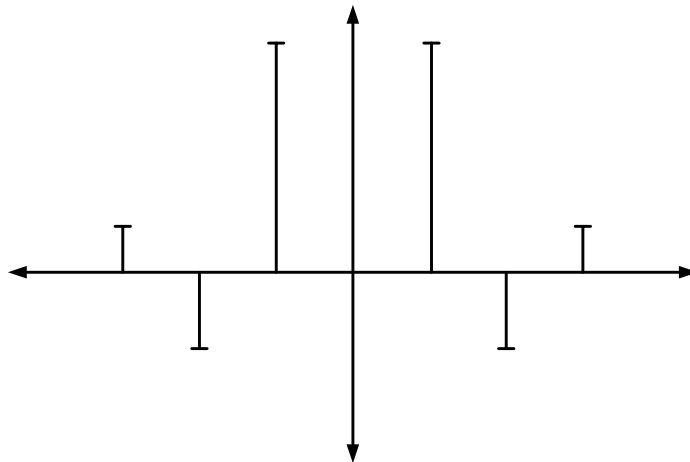
Şekil 2-4 : Standart Ses Frekans (Telefon) Kanalı

2.4.2.TELEGRAF (DİJİTAL)

Burada kriter bir yere kadar kullanıcıya bağlıdır. Operatörler hızlı yaza bilirler fakat sembol oranları sürekli değişir. Bu sorun tampon kuvvetlendiriciler kullanarak bilgi dönüşümü sağlanmasıyla birkaç standart baud oranı ile standardize edilmesiyle çözülür (ör; 50 veya 100 sembol / saniye). Biz aşağıda 50 baud dönüşümünü kullanacağız fakat bilgi oranı 66 kelime / dakika olarak belirtilmektedir. Bu durumda



Şekil 2-5 : “En Kötü Durum” Bit Akıntısı



Şekil 2-6 : En Kötü Duruma Ait Karesel Dalga Spektrumu

300

Bazı uygun kabuller yapacak olursak, kodlamada ortalama karakter / kelime oranı sayısı 5 olarak ve sembol / karakter oranı sayısı 7,5 olarak kullanılır. Buna göre ayrıntılı kabullerimiz;

dakikada 66 kelime

kelimedeki karakter (1 boşluk için)

$$5 + 1 = 6$$

karakterdeki sembol (1,5 başlatmak ve 1 bitirmek için)

$$5 + 1,5 + 1 = 7,5$$

dakikadaki kelime sayısı sabittir = 66

dakikadaki karakter = 66×6

dakikadaki sembol = $66 \times 6 \times 7,5 = 2970$

$$\text{saniyedeki sembol} = \frac{66 \times 6 \times 7,5}{60} = 49,5 \text{ (50 baud)}$$

$$\text{Bu nedenle sembol uzunluğu} = \frac{1}{49,5} \approx 20 \text{ msn} = T$$

Bu dönüşümde band genişliğinin en kötü halini hesaba katmak gereklidir. Bu en fazla değişimin olduğu sinyaldir ve sembol akıntısı bir kere sıfır ve bir kere bir olarak değişir, bu durum şekil 6.4' bipolar ilerleyen biçimde gösterilmiştir. Şekil 2-5'teki sinyalin karesel pulse voltaj akıntısı periyodu $2T$ 'dir ve bu işarete karşılık gelen standart frekans spektrum ' u şekil 2-6'te gösterilmiştir, spektrumun ana frekansı (f_0), $1/2T$ veya sembol oranının yarısıdır. Burada problem karşı tarafta tekrar baseband formunda sinyal elde etmek için çıkışta ne kadar spektruma ihtiyaç duyulduğudur. Bu noktada kriter, ihtiyaç duyulan makul karesel biçimde değişen sembollerdir. Bu kriter göz önüne alınarak çoğunlukla sadece üç harmoniğin yollanması yeterlidir. Böylece;

$$\text{Band genişliği} = 3 \cdot f_0 = 3/2T = 3/(2 \cdot 0,2 \text{ msn}) = 75 \text{ Hz'dir.}$$

Fakat gerçekte, haberleşme kanalının sağlıklı çalışması için koruyucu bantlar ve çoklayıcılar nedeniyle band genişliğinin artırılması gerekir, pratikte standart değer 120 Hz'dir. Bu teleprinter kanalı = 0-120 Hz. (**?*84)

2.4.3.TELEVİZYON (ANALOG)

UK (United Kingdom) standardı tv sinyalinde, gönderilecek olan ışık yoğunluğu bilgisi için ne kadar baseband band genişliğine ihtiyaç duyulur. Teleprinter'a benzer şekilde muhakeme yapılır.Sinyal düzenlenirken, kişisel faktörlere bakılarak karar verilir.Daha sonra sembol uzunluğu hesaplanır ve buna göre band genişliği elde edilir.Buradaki kişisel faktörler daha karmaşıktır.Dört tane faktör vardır:

1. Ayrıntılı resim elde etmek için çerçeve başına 625 satır kullanılması yeterlidir.(USA için 525)
2. Yatay ve düşey olarak çözünürlük ayıdır ve karesel küçük sabit yoğunluktaki alanlardan oluşur (resim bileşenleri veya pixeller).
3. Resimde en iyi görünümün sağlanması dikdörtgenel çerçeve kullanılır ve yeterli olan görüş oranı 3:4'tür.
4. Ekrandaki titreşimi önlemek için bilinmesi gereken özellik gözün görme gücünün ağır kaldığı uygun resim yenileme oranı olan saniyede 25 çerçevedir (Japonya ve kuzey Amerika'da bu oran 30'dur).

Bu üç kriter şekil 6.6'da gösterilmiştir. Hemen ardından band genişliği hesabı yapılır:

Her bir satır $625 \times 4/3 = 833$ pixel içerir.

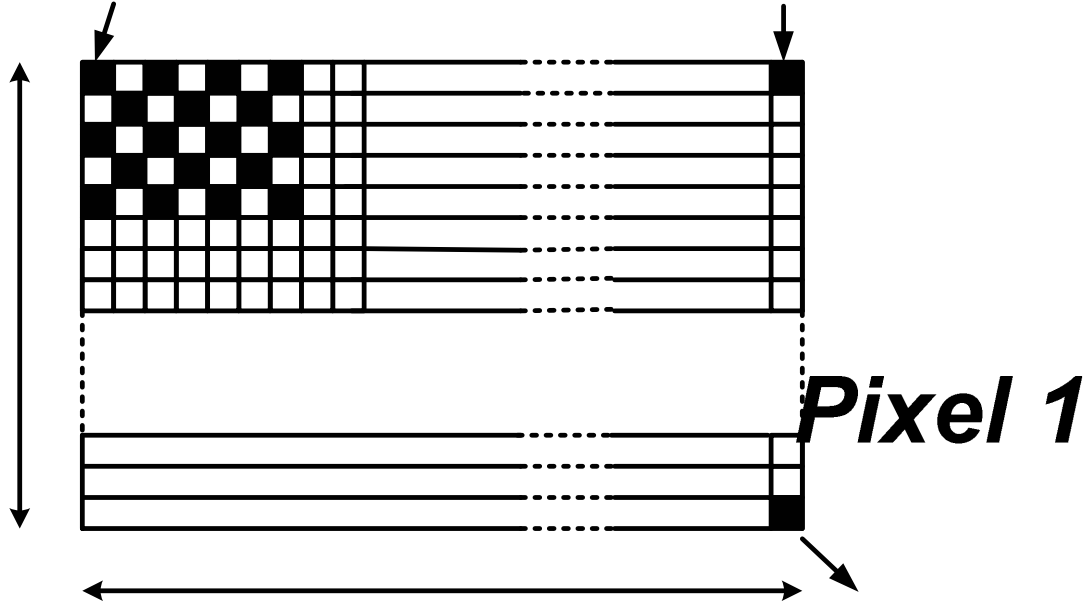
Her bir sahne $625 \times 625 \times 4/3 = 520$ Kpixel içerir.

Her bir sahnenin taranması $1/25 = 40$ ms sürer.

Her pixelin taranması $40\text{ms}/520\text{Kpixel} = 76,8$ ns sürer

Buna göre pixel uzunluğu(t_p)= $76,8$ ns'dir.

Biz daha önce olduğu gibi en kötü durumu yani pixel yoğunluğu değişim miktarının en çok sıklıkla gerçekleştiği zamanı kabullenelim. Bu kabulün gerçekleştiği zaman bellidir ve siyah-beyaz değişimden oluştuğu şekil 2-7'dan görülmektedir.



Şekil 2-7 : UK TV Ekranında Ekran Çizgileri ve Pixeller

Bu kabul sonucunda ışık yoğunluğu kare dalgadan oluşur ve kare dalga voltaj sinyali $2t_p$ veya 153ns periyodunu sağlamaktadır. Bu nedenle kare dalga $f_0=1/153\text{ns}=6.54\text{MHz}$ 'lik ana frekansa sahiptir. Kabul edilebilir pixel yoğunluğu için f_0 ana frekansının yollanması yeterlidir, diğer harmoniklere gereksinim duyulmaz. Her ne kadar sadece ana harmoniği göndermemiz yeterli olsa da VSB modülasyonu ve ses sinyali için kanalda daha fazla band genişliğine ihtiyaç vardır. Sonuçta gerçek frekans aralığı için ayrılan UK Tv band genişliği= 8.0MHz 'tir. (USA' da 6.5 'tir.)

Diğer sinyaller için baseband band genişlikleri benzer yollarla kişisel ve teknik kısıtlamalar göz önünde tutularak şekil 6.1'deki gibi hesaplanabilir.

2.5. MODÜLASYONA DUYULAN İHTİYAÇ

Genellikle baseband sinyal verici tarafından değiştirilmeden iletilemez. Bazı istisnai dahili telefon veya aynı hatta bulunan teletype yazma makineleri gibi basit sistemler olabilir. Fakat çok geniş haberleşme sistemleri için yapısı gereği çok pahalı yada gerçekleştirilmesi imkansızdır. Örnek olarak genel telefon sisteminde her bir konuşma için bir tel bağlantısına ihtiyaç duyulacaktı, radyo linki içinde çok büyük ve devasal güçlü antenler gerekecekti bu durumda parazitlerden kaçınmak için engebesiz bir arazide tek bir istasyonun çalıştırması gerekir. Çözüm baseband sinyali değiştirerek oldukça uzak mesafelere iletimini mümkün

kılmak, hızlı, verimli ve ekonomik haberleşme için iki metot kullanılır. İki farklı sınıf altında metotlar oluşmuştur, bu başlıklar;

1) Frekans dönüştürme

Baseband sinyalin tümünü daha yüksek frekans bölgesine taşınmasıyla olur.

2) Dijitalleştirme

Örnekleme yoluyla baseband sinyal dijital formda binary sayı sistemi kullanarak değiştirilir. Her ikisinde de modülasyon yapılmasına rağmen bant genişliği aralığının baseband frekans bölgesindeki ikinci sinyale modüle olmuş sinyal adı verilir. (?)⁸⁶

Oxford İngilizce sözlükteki modülasyon tanımı, dalganın genlik veya frekansını değiştirerek farklı frekanslar için düzenlenmesidir. Bu frekans dönüşüm metodu için uygun bir tanımlama değildir fakat dijitalleştirilmiş için değildir. Belki biz böyle teknik olmayan bir yaşamı tümüyle tarihin sonuna kadar kabul edebiliriz(?).

2.6. MODÜLASYON TİPLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Bu kitapta bütün modülasyon metotlarını tanımlamak için sonraki kısımda iki kategoriden bahsedeceğiz. İlk olarak bizim ihtiyaç duyduğumuz her bir kategorinin tanımı;

1) Frekans dönüştürme

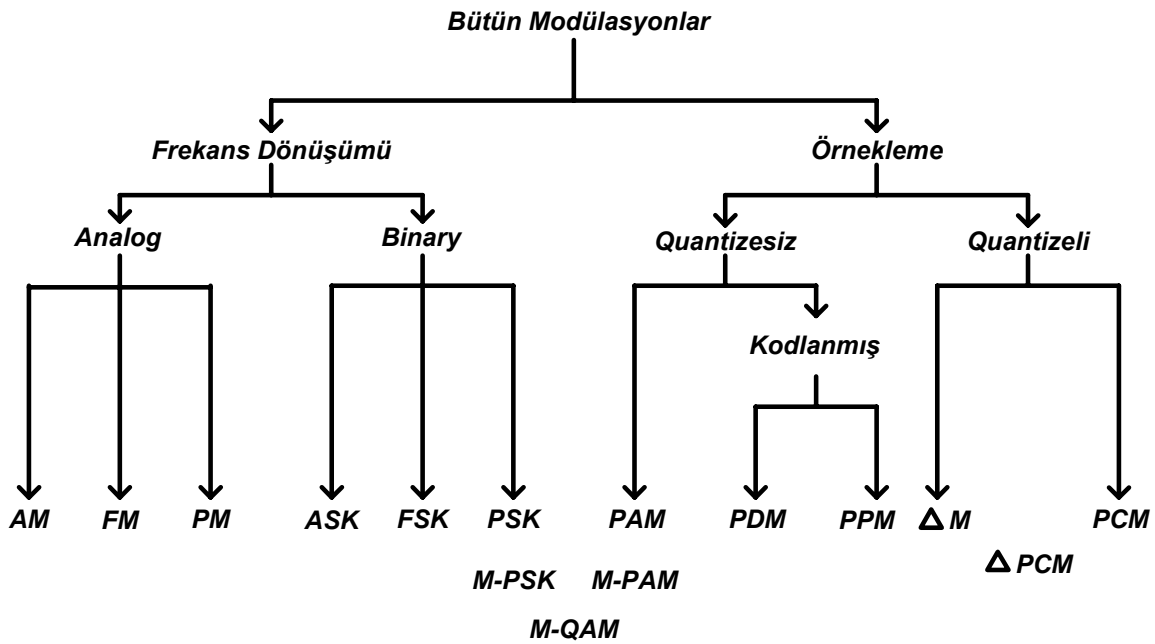
Baseband sinyali, düzenli yerleşecek şekilde yüksek frekans bölgesine, yüksek frekanslı taşıyıcı ile taşınır.

2) Örnekleme

Baseband dalga biçimi gerilimi, kısa periyotlardan ve düzgün zaman aralıklarından oluşan ancak değeri hakkında karar kodlu ve kodsuz olması sayesinde verilerle sağlanır. Bu sinyal her ne kadar çok değişik formda olursa olsun önemli olan baseband sinyalin doğasıdır. Bu kategorilerden yararlanarak oluşan özel modülasyon tipleri ilişkilendirilirken teknikler kullanılır, şekil 2-8'de gösterilmiştir. Sonuçta örneklenmiş formdaki tüm metotları şimdiden kendilerine ek olarak frekans dönüştürme metotları ve anahtarlama metotlarını ikilik sinyaller olarak anlatacağız.

Bütün anlamlı kısaltmalar şekil 2-8'deki gibi sınıflandırılmıştır:

- AM:** Genlik Modülasyonu
- PM:** Faz Modülasyonu
- FM:** Frekans Modülasyonu
- ASK:** Genlik Kaydırmalı Anahtarlama
- PSK:** Faz Kaydırmalı Anahtarlama
- FSK:** Frekans Kaydırmalı Anahtarlama
- PAM:** Darbe Genlik Modülasyonu
- PDM:** Darbe Genlik Modülasyonu
- PPM:** Darbe Konum Modülasyonu
- PWM:** Darbe Genlik Modülasyonu
- ΔM :** Delta Modülasyonu
- PCM:** Darbe Kod Modülasyonu
- $\Delta\Delta PCM$:** Uyabilen Delta Darbe Kod Modülasyonu
- QAM:** Kareysel (Quadrature) Genlik Modülasyonu
- M-...:** M Seviyeli Sinyal (Örneğin M-QAM)



Şekil 2-8 : Modülasyon metotları aile ağacı

2.7. MODÜLASYON KULLANMANIN AVANTAJLARI

Baseband sinyali modüle etmenin temel nedenleri vardır. Modülasyonun sahip olduğu bazı özellikleri daha önce bahsetmiştik fakat bir daha özet halinde bakalım.

1) Frekans Dönüştürme ile Meydana Gelen Avantajlar

- a) Frekans Bölmeli Çoklamanın kullanılması(FDM):FDM birçok sinyalin aynı anda, aynı haberleşme kanalını kullanılarak gönderilmesini mümkün kılar.Bu alet kullanımında ekonomiklik sağlar ve kompleks sistemlerin tasarımını kolaylaştırır.
- b) Doğru iletim frekansının kullanılması en iyi iletim koşulunu sağlar:Bu özellik radyo linklerinde antenlerde hızlı ve verimli çalışmayı arttırmada etkilidir.Atmosferden iyonosfere geçişte en iyi frekans seçimine ihtiyaç duyulur.

2) Örnekleme ile Gelen Avantajlar

- c) Zaman Bölmeli Çoklamanın(TDM) Kullanılması:Bu bir çok sinyalin aynı anda, aynı haberleşme hattı boyunca, zamanda birbirine geçirilerek gönderilmesini mümkün kılar.
- d) Benzer olarak ekonomik ve dizayn avantajlarını sağlar.

3) Kodlama ile Gelen Avantajlar

- e) İletimin güvenilirliği artar.Gürültü tahribatını azaltır.Baseband sinyali yeniden oluşturduğumuzda orijinal sinyale çok yakındır, kabul edilebilir.
- f) Sinyal işleme standart lojik ve bilgisayar tekniklerinin kullanılmasıyla daha kolaylaşır.Modern telefon sistemlerinde dizaynı kolaylaştırır ve kompleks sistemlerin daha ekonomik ve güvenilir üretilmesini sağlar.

Genellikle elektrik ve elektronik haberleşme sistemlerinin modülasyonsuz düşünülmesinin hemen hemen imkansız olduğu söylenebilir. Bu bir çok sistemin çok önemli bir parçasıdır. Uygulamaya bağlı olarak hatasız metotlar kullanılır ve metotların ayrıntısı vardır, sonraki az miktardaki kısma bakın. Fakat biz ilk olarak aşağıdaki kısmı ele alalım.

2.8. GENEL ANALOG MODÜLASYON

Analog modülasyonda sürekli değişen analog baseband 'in bir kısmı taşıyıcı sinyale dönüşür öyle ki, baseband, taşıyıcıdan tam olarak elde edilebilerek göndermek suretiyle sisteme iletilir.

Taşıyıcı sinyalin frekansı hangi e bilmek (temsî etmek, sonucu olmak,olarak tanımlamak, anlatmak açamak) genellikle diğine göre

$$V_C = E_C \cos(\omega_C t + \phi_C)$$

Baseband sinyali modüle etmek için bu üç kısımdan biriyle değişmesi gerekir. Baseband sinyal bu üç büyüklüğün hangisinden değişiyorsa; genlik, frekans veya faz yalnız ondan söz edilir. Her biri bir sınıf analog modülasyona yol açar :

E _C 'nin değişimi	→	Genlik modülasyonu
ω _C (f _C) 'nin değişimi	→	Frekans modülasyonu
φ _C 'nin değişimi	→	Faz modülasyonu

İlave olarak taşıyıcıyı eğer genel sınıflardan meydana gelecek şekilde yeniden yazarsak:

$$V_C = E_C \cos(\theta_C)$$

Bu formda toplam faz açısı (θ_C) 'nin her iki FM ve PM' de farklı yolla değiştiği görülür. Bu yüzden onlar birbirine yakın türdedir ve çoğu kez açı modülasyonu sınıfında birlikte dirler. Böylece üç tane sürekli analog modülasyona sahip oluruz:

Analog = Genlik + Açı

Sonunda, taşıyıcının denklemini bir çok kitapta sinüs formuna göre yazılır

$$V_C = E_C \sin(\omega_C t + \phi_C)$$

Bu kafanızı karıştırmayın. Burada sadece eşit formda kullanılmıştır fakat fazları, başlangıçları π/2 kadar farklıdır cos(θ)=sin(θ+π/2). Kosinüs formuna benzetmek matematiksel olarak kolaydır.

2.9. GENEL DİJİTAL MODÜLASYON

Bu teknikte sıkça rastlanan özellik, analog baseband'tan düzenli aralıklarla kısa parçaların örneklenmesi-gönderilmesi işlemidir. Analog modülasyon mantığı, taşıyıcısız olmaz ve baseband çoğu formda tek olarak dönüştürülemez ayrıca birde baseband kalıntıları olması doğaldır ki bu etkiler baseband da meydana gelir. Bir diğer düşüncede örneklenen sinyali (Analog baseband 'ın dışındaki bitler birer birer parçaya bölünür), taşıyıcı

gibi hareket eder,bunu gözlemleyeceğiz. Örneklemenin bu hareketindeki ilk analiz kitabın 15. bölümünde dijital kısmındadır.

2.10. ÖZET

Onlar bant genişliği ve modülasyon kullanmak gayesiyle,bir çok dalga formuna ihtiyaç duyar.

Baseband, haberleşme sisteminin orijinal bilgi sinyalidir. Frekans bandını işgal eden baseband bant genişliği genelde 0 Hz den başlayarak ve birinci şekilden alıntı yapılarak,B Hz 'e kadar.En çok karşılaşılanlar :

Telefon kanalı	4 KHz
Hi – fi müzik VHF	15 KHz
TV USA'da	6.5 KHz
TV UK'da	8 MHz

Modülasyon, iletimi kolaylaştırmak için baseband sinyalde bazı değişikliklere neden olur. Modülasyonun iki temel sınıflandırması vardır:

Frekans Dönüşümü	AM, FM, PM, vb.
Örnekleme ve Kodlama	PAM, PCM, vb.

Her iki grubun özelliklerini taşıyan üçüncü bir sınıflandırma vardır:

Binary (veya Anahtarlama) modülasyon ASK, FSK, PSK, vb.

(Anlamaların tamamı için Bölüm 2.6'nın sonuna bakınız).

Analog modülasyonlardan frekans dönüşümlerinin kullanılma sebebi aşağıda görüldüğü gibi taşıyıcı sinyali bileşenlerine ayırmaktır: (?89 - 90)

$$V_c = E_c \cos(\omega_c t + \phi_c)$$

↓ ↓ ↓
GENLİK FREKANS FAZ

Dijital modülasyon, analog sinyallerin binary olarak örneklenmesi ve kodlanmasıyla meydana gelir.

Anahtarlama modülasyonlar, dijital sinyaller sonradan modüle edilir frekans vasıtasıyla dönüştürme kullanılır bir veya diğer analog metot yukarı(90?).

2.11. SONUÇ

Bu bölümde ayrıntılı bir çerçevede kullanılan sinyalleri, amaçlarını ve modülasyon sınıfları ayrıntılı bir çerçevede gösterilmiştir onlara katlanabiliriz(90?). Şimdi biz uzun işlemler ile modülasyon metotlarının ayrıntılarına bakmaya başlayacağız. Bir sonraki bölüme genlik modülasyonu ile başlayalım.

3. GENLİK MODÜLASYONU TEORİSİ

3.1. GİRİŞ

Genlik modüle edilmiş sinyalde, taşıyıcının genliğinin etkilenecek hızlı olarak değişmesiyle baseband bilginin iletimi sağlanır. Bu taşımada gerçekte bilgiyi kapsayan ekstra frekans bileşenleri (yan bantlar)'dır.

Güçte ve band genişliğinde ekonomiklik için bazı frekans bileşenleri kaldırılabilir. Bu nedenle AM sinyal başka formlarda gösterilir hangi do not show onların AM doğal as açık(92?).

3.2. GENLİK MODÜLASYON SINIFLARI

Üç sınıftır;

1. Tam genlik modülasyonu (AM)
2. Çift yan band bastırılmış taşıyıcılı (DSBSC)
3. Tek yan band (SSB)

Üç sınıfta da analizin ötesinde, onların dalga formu ve....(92?).

3.3. TAM GENLİK MODÜLASYONU

Bu modülasyon sınıfı ilk kullanılandır bir çok eski zamanlarda genel yayınlama 1920'de ve geliştirmek (birkaç, ayrı, tek) isim in yol zaman(92?). Çoğu kez basit bir şekilde genlik modülasyonu denmesi doğrudur fakat bazı zamanlarda zarf modülasyonu veya çift yan band taşıyıcılı genlik modülasyonu olarak adlandırılır (DSBWC). Ayrıca tam AM terimi, çoğu kez maksimum genlik modülasyonu kastedildiği zaman kullanılır.

Her ne şekilde isimlendirilirse isimlendirilsin, tek frekanslı taşıyıcının genliğinin büyüklüğünün, baseband sinyale göre değişim oranın sağlanmasıyla elde edilir. İlk olarak basit durumda baseband sinyal değişimini sinüsoidal kabul edelim. O halde her ikisini de bu şekilde gösterebiliriz;

$$\text{Taşıyıcı} \quad V_C = E_C \cos(\omega_C t)$$

$$\text{Baseband} \quad V_M = E_M \cos(\omega_M t)$$

[Not : Şu siz birde bulun V_M yazılışını $V_M(t)$ ve $m(t)$ 'nin farklı kitaplarda](92?)

Şimdi E_C 'yi V_M 'e göre değiştirelim fakat V_{AM} hiçbir zaman negatif olmaz çünkü V_M modülasyon aracılığıyla klavuzluk etmesi şartı vardır. Bu yöntem E_C yerine $E_C + E_M \cos(\omega_M t)$ koyularak, $E_M \leq E_C$ 'nin doğruluğu kabul edildiğinde modüle edilecek sinyal yazılacak olursa;

$$V_{AM} = [E_C + E_M \cos(W_M t)] \cos(W_C t)$$

$$V_{AM} = E_C [1 + (E_M / E_C) \cos(W_M t)] \cos(W_C t)$$

$$V_{AM} = E_C [1 + M \cos(W_M t)] \cos(W_C t)$$

M 'e modülasyon faktörü denir ve değeri 0 ve 1 arasında olmalıdır (yukarıda E_C negatife gitmesine engel olma şartı koşulmuştur). M herhangi bir tam AM sistemi için kullanılan çok önemli karakteristiktir. **O sık sık quoted yüzde oranı kadar** (örnek %60 modülasyonla, $M = 0.6$ demek istenmiştir) **(93?)** ve başka kitaplarda M_A , β_M veya yatay k_M gibi yazılabilir. **Bazı insanlar kullanırlar tam AM bunun anlamı $M = \%100$ yolu için ancak ve not any seviye zarf modülasyonu vardır(93?).** Yukarıdaki denklemini;

$$M = E_M / E_C$$

[Fakat dikkat edilmelidir ki bu tanım M gibi esas ölçü yüzünden kullanılır(93?). İki genlik onlar nokta modülasyon ve not at the giriş terminalleri of the modulator veya nerde olursa olsun.]

Böylece modüle edilmiş sinyal;

$$V_{AM} = E_C [1 + M \cos(W_M t)] \cos(W_C t)$$

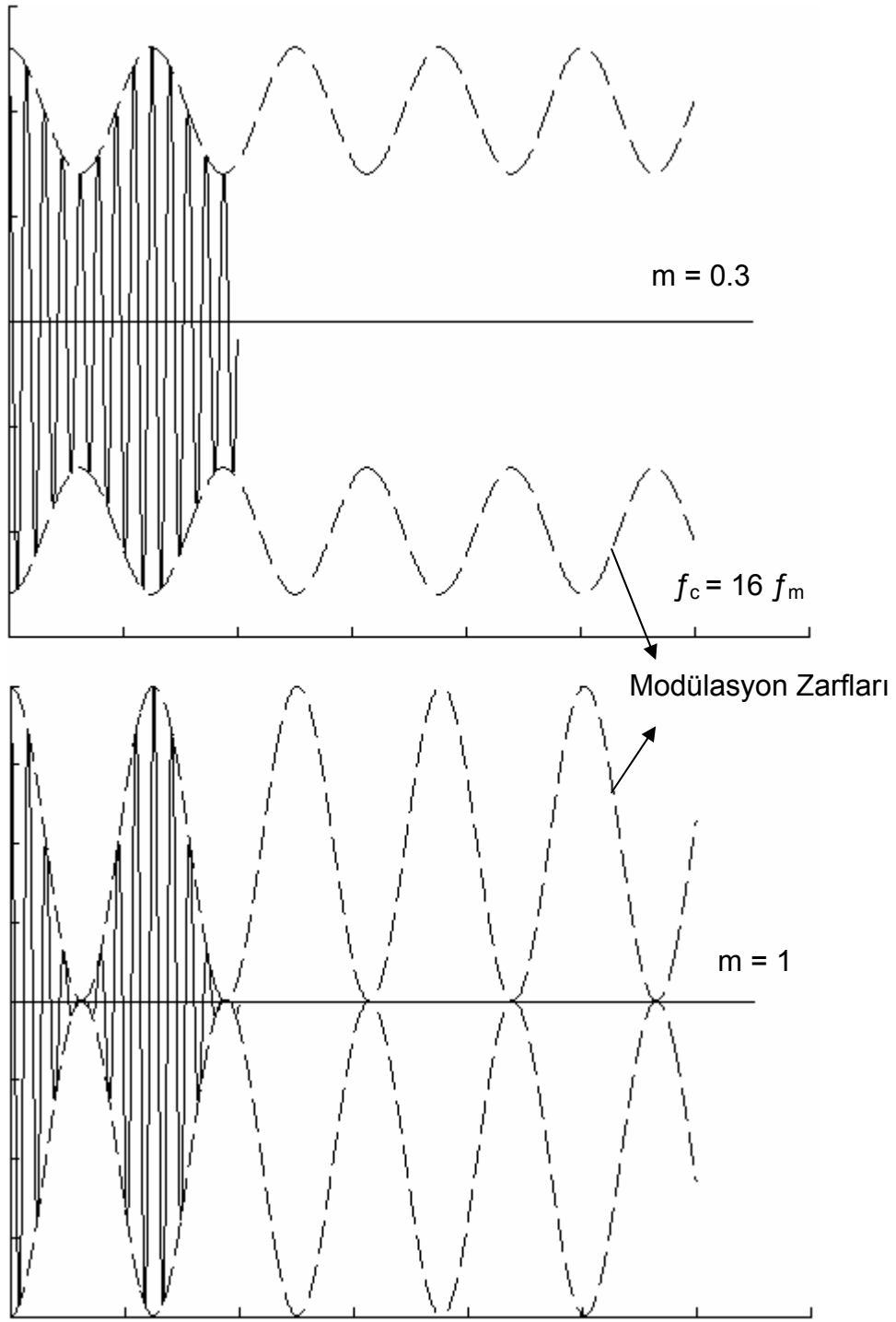
Oluşan bu dalga formu şekil 3-1'de iki M değeri için gösterilmiştir.

Zarf modülasyonu olarak adlandırılan bu yöntem fikrinin bu şekilde nasıl kolayca görüldüğüne bakın. Bununla birlikte, şekilde görülen dalga formları gerçekçi değildir. Çünkü peaklerin olduğu yerleri modülasyon taşıyıcısı takip eder. Bu dalga formları taşıyıcı ve biçim çok temiz tanımlandığı için düzgün bir zarf içerisindedir. Özellikle $f_c \geq f_m$ olduğu durumda taşıyıcı peakleri birbirlerine çok yakındır.

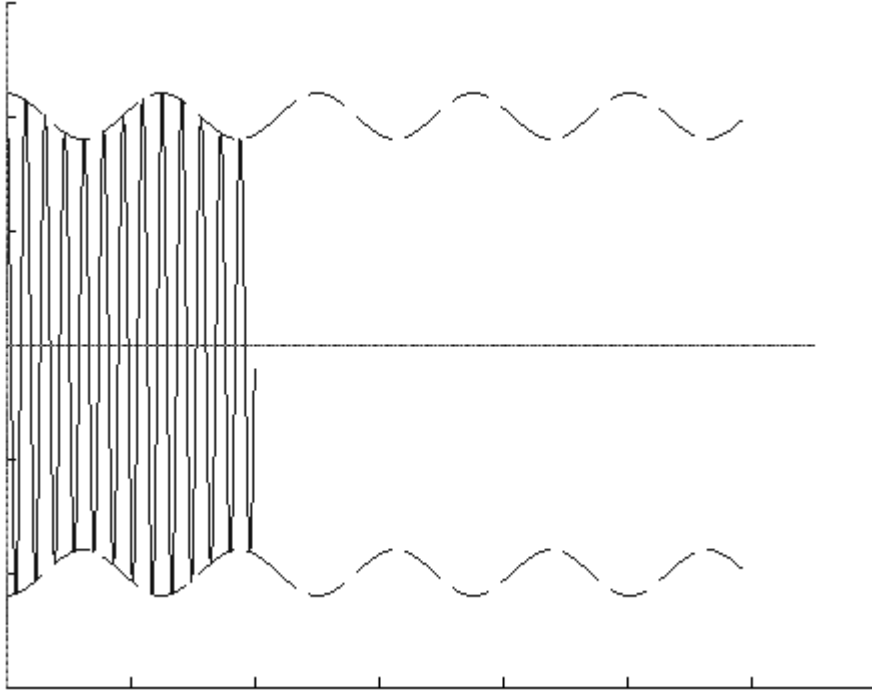
Şekil 3-2'den peak-to-peak voltajları A ve B arasındaki mesafe ölçülerek m değeri doğrudan bu dalga formu üzerinden ölçülebilir.

Bu aşağıdan anlaşılabilir:

$$m = \frac{E_M}{E_C} = \frac{\frac{1}{2}(E_C + E_M) - \frac{1}{2}(E_C - E_M)}{\frac{1}{2}(E_C + E_M) + \frac{1}{2}(E_C - E_M)} = \frac{\frac{1}{4}A - \frac{1}{4}B}{\frac{1}{4}A + \frac{1}{4}B}$$



Şekil 3-1 : Tam AM dalga formları



Şekil 3-2 : Modülasyon Faktörü Oranı

Bu yüzden

$$m = \frac{Em}{Ec} = \frac{A - B}{A + B}$$

Belli ki bu modüle olmuş taşıyıcı sinyal frekansı değildir. Onların spektrum formu aşağıdaki çözümlenmede elde edilmiştir :

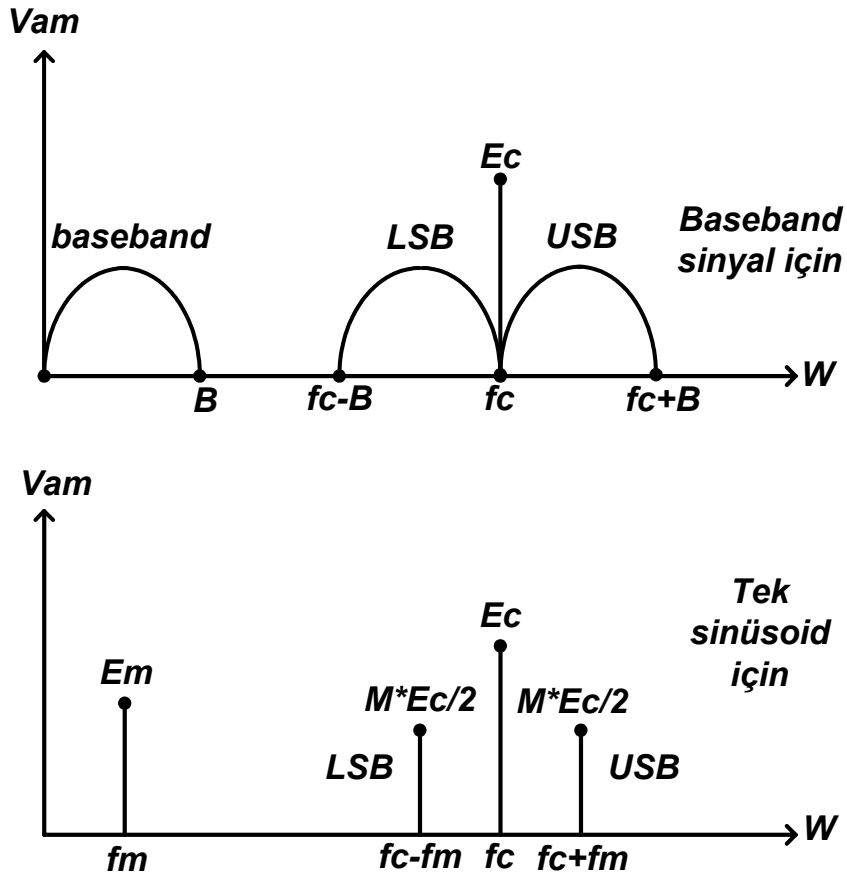
$$V_{AM} = E_C (1 + M \cos(\omega_M t)) \cos(\omega_C t)$$

$$V_{AM} = E_C \cos(\omega_C t) + E_C M \cos(\omega_M t) \cos(\omega_C t)$$

$$V_{AM} = E_C \cos(\omega_C t) + \frac{1}{2} E_C M [\cos(\omega_C - \omega_M)t + \cos(\omega_C + \omega_M)t]$$

veya

$$V_{AM} = E_C \cos(\omega_C t) + \frac{E_C M}{2} \cos(\omega_C - \omega_M)t + \frac{E_C M}{2} \cos(\omega_C + \omega_M)t$$



Şekil 3-3 : Tam AM Speaktrumu

Şimdi, modüle olmamış orijinal taşıyıcıya iki tane yeni frekans bileşeni ekleyelim, ilk modüle olmuş frekans f_c 'den f_m kadar daha büyüktür ve diğeri aynı miktarda daha küçüktür. Bunlar üst ve alt yan band frekanslarıdır, $(f_c + f_m)$ ve $(f_c - f_m)$, her birinin genliği E_c 'den $M/2$ oranında daha azdır. Birbirine yakın konumdaki baseband sinyal ve tam olmayan sinüsoidal sinyal için band frekansları Şekil 3-3'te birlikte gösterilmiştir. Her iki durum için baseband gösterimi uygundur fakat is not, of alan, bölüm of the modüle edilmiş speaktrum (95?).

Altaki speaktrum pratikte daha çok yer alır, çünkü gerçek basebantlar, geniş frekans ve sık sık kapsar sürekli band frekans formu yaklaşır sıfırdan bazı frekans limitlerine, B Hz (95?). Her bir frekans bandı sahip olduğu aşağı ve yukarı yan frekans çifti ile gösterilir. Sonuçta yan bantlar, V_M 'in aynı speaktral forma sahip olduğu zaman üst (USB), V_M 'in ters ayna görüntü formuna sahip olduğu zaman alt (LSB) olarak gösterilir. Fakat dikkat edilmelidir ki ikinci speaktrum tipinde geniş bir alan kullanılmasına rağmen bazı düzensizlikler vardır. Çünkü şu anda baseband spektral

yoğunluğu yayılımı nedeniyle yatay eksen volt/Hz'tir($V \cdot f^{-1}$). Tek taşıyıcı frekansı sabit yatay ekseninde sadece volt ile işaretlenmiştir. Ancak modüle edilmiş sinyal iki farklı yatay kademe üstünde aynı şekilde edilmiştir. Böylece bu spektrumun gerçekten melez olduğu zaman yapılması gereken sadece kullanılır for what it is, yardımcı diagrammatic yol, illustrating what happens (95?). Kullanılmaz quantitatively, örnek olarak üst spektrumda yan frekanslar açık bir şekilde gösterilebilir cannot have genlik greather than $E_C/2$, but this cannot be done with the lower one (95?).

Biz üst tek frekans alanını güvende tuturak kullandığımızda daha küçük güç bulundurur ve baseband bilgi sinyalini taşır.

Bunu sonuçlandırırız :

$$\text{Taşıyıcı gücü} = (E_C / \sqrt{2})^2 = E_C^2 / 2$$

$$\text{Yan Frekans Gücü} = (M \cdot E_C / 2 \cdot \sqrt{2})^2 = (M \cdot E_C)^2 / 4$$

$$\text{Taşıyıcı gücü / Yan Frekans Gücü} = (E_C^2 / 2) / ((M \cdot E_C)^2 / 4) = 2 / M^2 \geq 2$$

Böylece taşıyıcı gönderilen gücün en az $2/3$ içerir ve bilgi taşımaz.

Bu nedenle it can be dispensed with (bölüm 3-4'e bak).

Ayrıca M oranı formu modüle olmuş spektrumda (şekil 3-2'deki dalga formunda ki gibi) sadece yan band genliğinin , taşıyıcı genliğine oranıdır (tek sinusoid baseband için kullanılır). Bu;

$$\text{Yan Band Genliği/Taşıyıcı Genliği} = (M \cdot E_C / 2) / E_C = M / 2 \text{ 'dir.}$$

Pratikte bu spektrum analyser kullanılarak logaritmik genlik (dB) ölçeği ile dB farklarının oranı olarak ölçülür.

$$\text{Fark (dB)} = 20 \cdot \log_{10}(\text{oran}) = 20 \cdot \log_{10}(2/M)$$

$$M = 2 / 20 \cdot \log_{10}^{-1}(\text{Fark}/20)$$

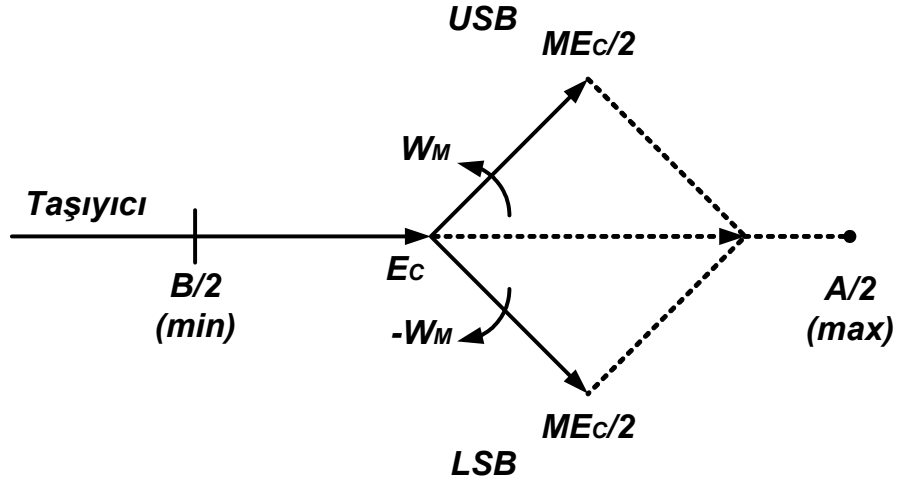
[Örnek olarak, 6 dB 'in karşılığı $M = 2 / 20 \cdot \log_{10}^{-1}(0.3) = 1$ 'dir.]

Tam AM sinyali iletmek için ihtiyaç duyulan band genişliği spektrum formuna bakılarak anlaşılabilir. Bu 2BHz ve bu baseband' in iki katıdır. Bu;

$$B / W = 2B$$

Again this is using more of one's resources than is necessary because V_M occurs independently in each yan band, so only really needs to transmitted to send the information (96?). Bu band genişliğini yarı yarıya azaltacaktır.

Tam AM sinyal, tek sinusoid baseband ile şekil 3-4 **quasi**-durağan fazör kullanarak açık bir şekilde tanımlanmıştır.



Şekil 3-4 : Tam AM 'in Fazör Gösterimi

Taşıyıcıya ait durağan fazör gösteriminde, genliği sabit E_C ve fazı sıfırdır. Bu durumda yan frekansların küçük fazörleri E_C 'nin yanında sıralanmış ve uç noktaları aynı hızdadır. Ancak zıt yönlüdür ve $-W_M, W_M$ ile gösterilir. Her biri $\frac{1}{2} \times M \times E_C$ uzunluğundadır ve E_C 'ye göre zıt fazdadır. Her hangi bir andaki gerçek sinyalin genliği bu üç fazörün toplamıdır. Bu durumda daha önce şekil 3-2'de gösterilen maksimum ve minimum genliklere karşılık gelen $\frac{A}{2}$ ve $\frac{B}{2}$ noktaları göze çarpar. Bu fazör diyagramı 12. bölümdeki NBFM'in fazör diyagramına benzemektedir.

3.4. TAŞIYICISI BASTIRILMIŞ ÇİFT YAN BAND

MODÜLASYONU (DSBSC)

Tam AM hakkında kurallara uygun biçimde düşünürsek, dönüşümün basit olduğu gibi çok basit modüle edilir. Fakat sahip olduğu iki dezavantajdan bahsedilir; güç ve band genişliğinin her ikisi de israf edilir. Bilgi içermeyen taşıyıcıyı göndermek için güç harcanır. Her yan band doğruluğu kabul edilir birbirinden bağımsız aynı bilgiyi taşır.

Problemin ilk kısmı sadece kenar bantlar gönderilerek giderilir. Bunu yapmanın bir yolu tam AM sinyal formunda taşıyıcıyı kaldırmaktır. Bu durum yol gösterir ki, alışıla gelen şekilde bu tür modülasyon– taşıyıcısı

bastırılmış çift yan band veya kısaca DSBSC olarak isimlendirilir. Pratikte genellikle daha çok direk olarak taşıyıcı ve baseband sinyalin çarpımı yoluyla elde edilir. Bu

$$V_{DSBSC} = V_{AM} - V_C$$

Aynı zamanda;

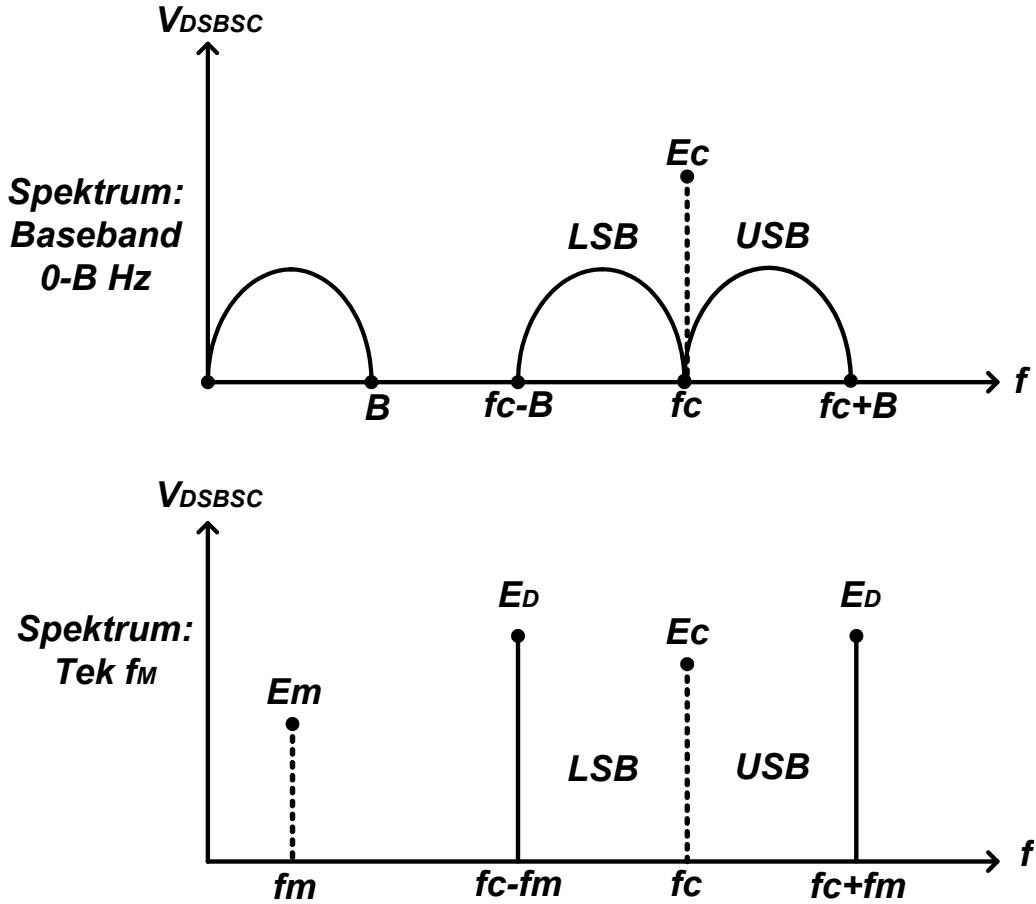
$$V_{DSBSC} = V_M \times V_C$$

$$V_{DSBSC} = E_M \cos \omega_M t \times E_C \cos \omega_C t$$

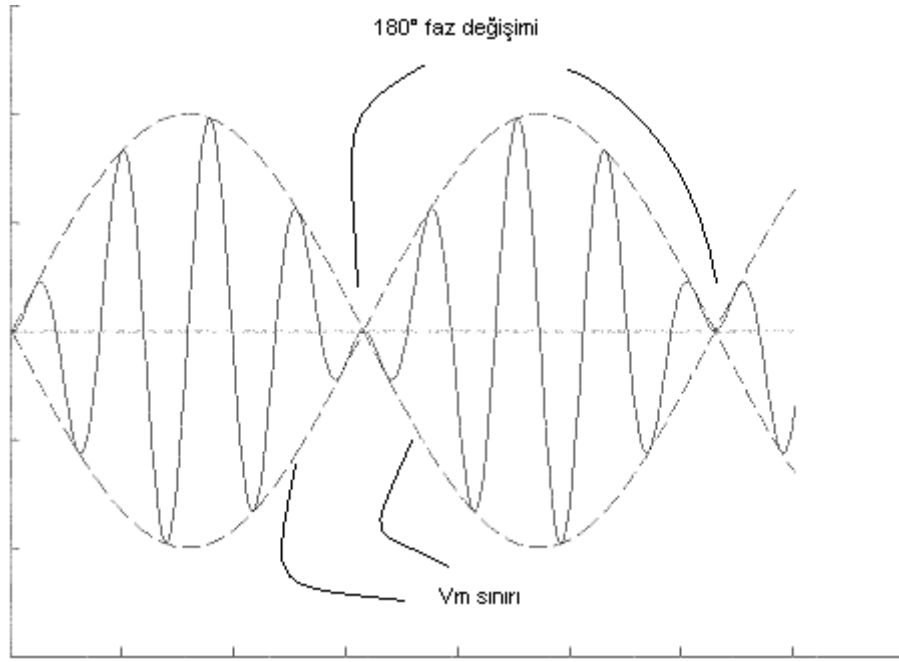
$$V_{DSBSC} = \frac{1}{2} E_M E_C [\cos(\omega_C - \omega_M)t + \cos(\omega_C + \omega_M)t]$$

En basit şekilde yazdığımızda;

$$V_{DSBSC} = E_D \cos(\omega_C - \omega_M)t + E_D \cos(\omega_C + \omega_M)t$$



Şekil 3-5 : DSBSC Spektrumu



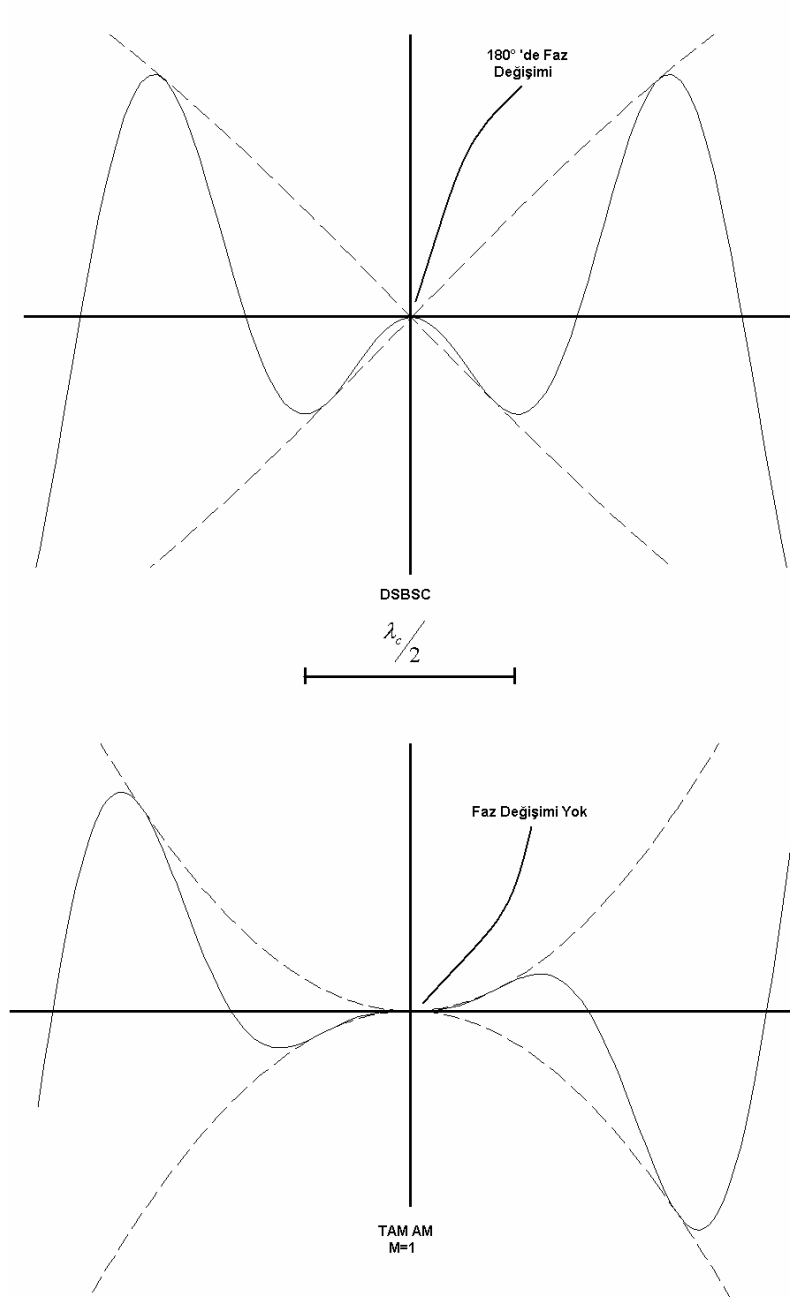
Şekil 3-6 : DSBSC Tek Sinüsoid Baseband için Dalga Formu

E_D sadece E_M ve E_C genlik faktörleriyle orantılıdır ve boyutu voltaj değil voltaj karedir (genellikle yanlış anlaşılır). Bu çift yan band spektrum karakteristiği yukarıda şekil 3-5'in alt tarafını verir. Tek sinüsoid baseband sinyal için düzgün dalga formu karakteristiği şekil 3-6'da gösterilmiştir.

Bu dalga formu sadece taşıyıcı sinyal ile anlık sabit genlikli baseband voltaj içindir. Sıfır geçişinde geciktirme zamanı sabittir fakat piklerin yüksekliği ve pozisyonu değişir. Çünkü anlık sinyal genliği baseband voltajdır. Böylece modüle edilmiş sinyal zarf içinde uygun pozitif ve negatif baseband dalga formundadır. Bunun bir etkisinde değişen baseband işaretinin, sinyalin sıfır geçişinde ani 180° faz değişimidir. Bu dalga formunun düğümlerinde meydana gelir ve şekil 3-6 ve şekil 3-7 'de örneklerle gösterilmiştir. Diğer bir yol "blobby" dalga formu karakteristiği şekil 3-6'da iki sinyalin birleştiğinde üst üste gelen frekans-yan bantlar gösterilmiştir. Ayrıca şekil 3-7 tam AM dalga formunu sinyalin sıfır kısmını $M=1$ olduğu durum için kapsar. DSBSC düğümü çok benzer görünür fakat iki önemli farkı vardır.

1)DSBSC için band sınırları her $\lambda_M/2$ 'de görülmesine rağmen tam AM için sadece her λ_M 'de görülür.

2)DSBSC için zarf düğümleri gerçekten çaprazdır fakat tam AM'de asimtota değer.



Şekil 3-7 : Düzümlerde Faz Değişimi

Sinüsoidal olmayan baseband için spektrum ve dalga formu tam AM'de daha karışıktır ve çok benzer. Şekil 3-5'te daha önce gösterilen spektrumun dalga formunu şimdi şekil 3-8'de gösterelim.

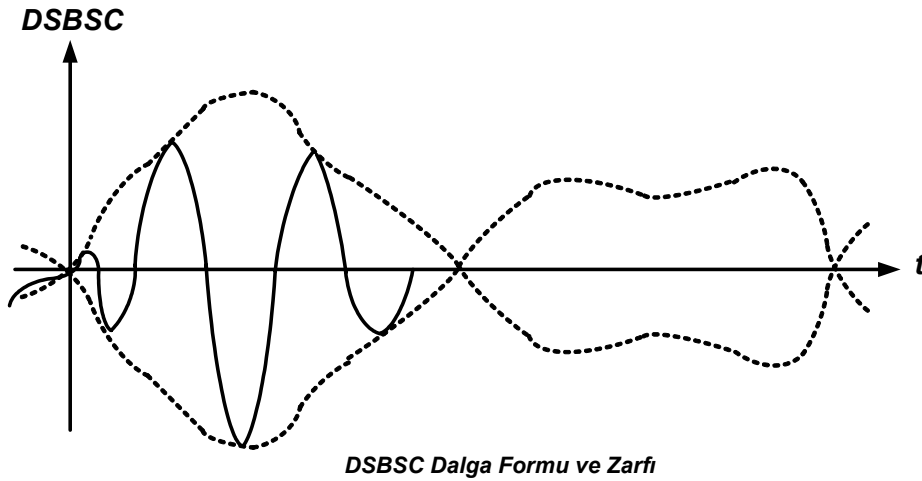
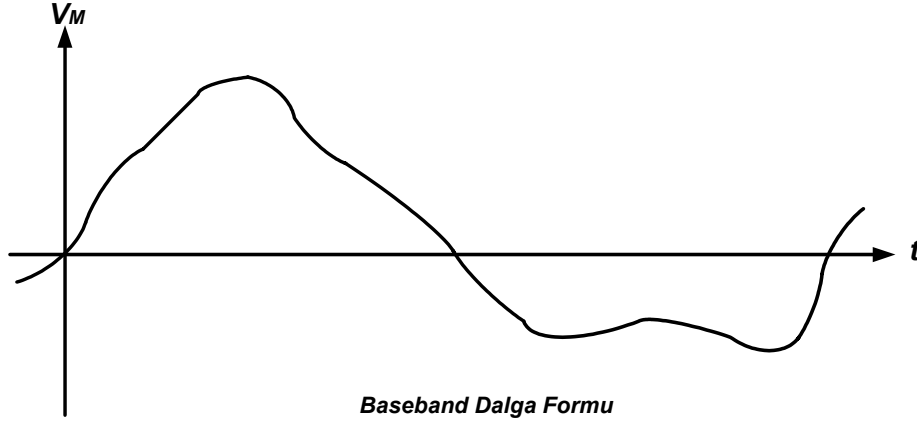
DSBSC sinyal formundaki spektrumda band genişliği tamamen aynı şekilde tam AM'deki gibidir. Bu

$$\frac{B}{\omega} = 2f_{\max}$$

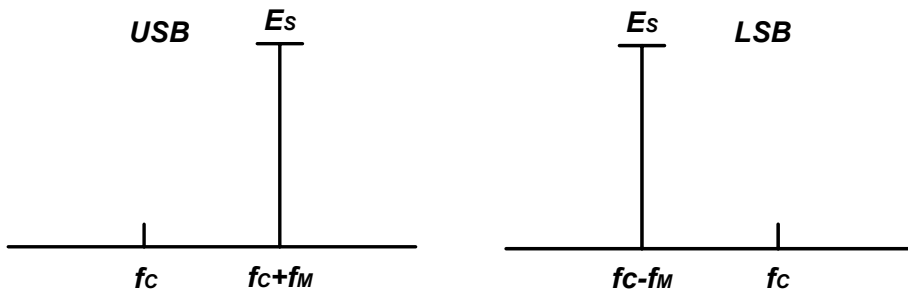
Bildik bu modülasyon metodu, subcarrier modülasyonu olarak L-R sinyal için VHF FM radyoda kullanılır.

3.5. TEK YAN BAND MODÜLASYONU

Genlik modülasyonunda son basitleştirme sadece bir yan bandın gösterilmesidir. Bu mümkündür çünkü tüm bilgi sinyalini kapsar (E_M ve f_M) bu sayede daha az güç ve yarı yarıya band genişliği harcanır.



Şekil 3-8 : DSBSC modülasyonu için genel dalga formu ve spektrumu



Şekil 3-9 : SSB Spektrumu (Holdsworth ve Martin'den Sonra, 1991)

SSB'yi elde etmenin en basit yolu DSBSC'yi elde ettikten sonra filtrelerle birini yok etmektir. Bu ayrılan diğer yan bandlada

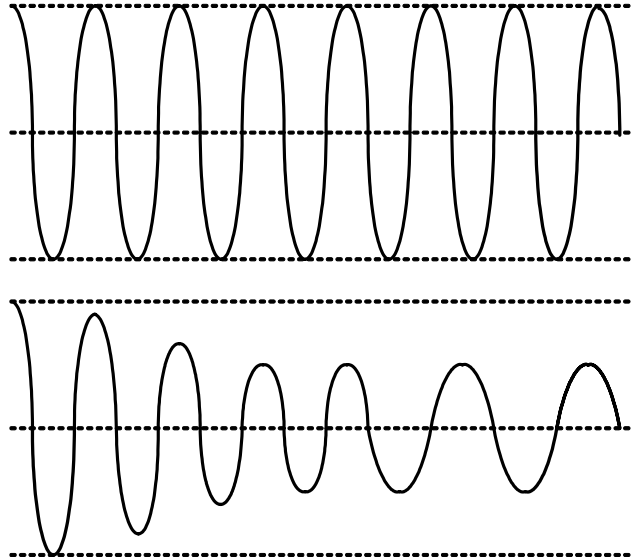
SSB sinyal üretimi mümkündür . Her iki alt veya üst band SSB sinyali gösterir. Dolayısıyla;

$$E_S * \cos(\omega_C - \omega_M)t \text{ alt yan band (LSB)}$$

$$E_S * \cos(\omega_C + \omega_M)t \text{ üst yan band (USB)}$$

DSBSC için E_S , E_C ve E_M ile orantılıdır. Bu spektrum oranı şekil 3-9'da gösterilmiştir. Konu ile ilgili dalga şekilleri şekil 3-10'da verilmiştir ve ilk bakışta küçük değerlikli olan anlamlı görünmektedir, dikkatli bakıldığında üstteki modüle olamamış taşıyıcıdır. **On close inspection, in a suitable experimental set-up, it is possible to see that the frequency varies by very small amounts(100?)** (ör: f_M değişir; bu nedenle $f_C + f_M$ veya $f_C - f_M$ olur, $f_C \geq f_M$ olduğundan fazla değildir.)

Baseband voltajı(V_M) değişiminin sinyal genlik değişimiyle orantılı olduğunu görmek daha kolaydır.



Şekil 3-10 : SSB Dalga Formu : üst band için baseband değişmez; alt band için basebanda genlik ve frekans değişimi olur. (Holdsworth ve Martin'den Sonra, 1991)

Band genişliği yarıya inmektedir;

$$B = f_{MAX} \text{ Baseband band genişliği}$$

SSB bir çok uygulamada kullanılmaktadır. **One we use nearly every day occurs in our telephone system where sinyaller are LSB modülasyonu on to suppressed subcarriers to enable many to be sent down the same haberleşme kanalı in FDM(101?).** Bilinen diğer bir uygulama radyo haberleşmesidir. Burada SSB kullanarak değerli bir ürün olan band genişliği korunur.

3.6. ÖZET

Üç tane genlik modülasyonu tipi vardır;

- 1) Tam AM
- 2) Bastırılmış Taşıyıcılı Çift Yan Band (DSBSC)
- 3) Tek Yan Band (SSB)

Tam AM

$$V_{AM} = E_C [1 + (E_M/E_C) \cos(\omega_M t)] \cos(\omega_C t)$$

$$V_{AM} = E_C \cos(\omega_C t) + \frac{E_C M}{2} \cos(\omega_C - \omega_M)t + \frac{E_C M}{2} \cos(\omega_C + \omega_M)t$$

M modülasyon faktörü;

$$M = E_M / E_C$$

Modülasyon noktası ($M \leq 1$) için; $M = \frac{A - B}{A + B}$

dalga şekli üzerinde (şekil 3-2'ye bakınız)

M = 2xYan Band Genliği / Taşıyıcı Genliği Spektrumda (şekil 3-3'ye bakınız)

$$M = 2 / \log^{-1}(\text{genlik oranı dB} / 20)$$

$$\frac{B}{\omega} = 2f_{\max} = 2B$$

B baseband band genişliğidir.

DSBSC

$$V_{DSBSC} = E_D \cos(\omega_C - \omega_M)t + E_D \cos(\omega_C + \omega_M)t$$

Dalga şekli modülasyon zarfının sıfır geçişlerinde 180° ters fazlı bir taşıyıcı karakteristiğine sahiptir (şekil 3-6 ve şekil 3-7).

$$\frac{B}{\omega} = 2f_{\max} = 2B$$

SSB

$$V_{SSB} = E_S \cos(\omega_C - \omega_M)t$$

veya

$$V_{SSB} = E_S \cos(\omega_C + \omega_M)t$$

$$\frac{B}{\omega} = f_{\max} = B$$

Sabit vektör gösterimi için şekil 3-4'e bakınız. Gerçek basebandların etkisi için şekil 3-3'e bakınız.

3.7. SONUÇ

Bu genlik modülasyon metotlarının ikisi yaygın olarak kullanılmaktadır; radyo yayını için tam AM, radyo haberleşmesi ve telefon için SSB. Dinamik bölgede ve gürültü bağışıklığında ciddi problemleri vardır. Bu sorunları düzeltmek için tamamen farklı bir modülasyon metoduna yöneliriz. FM ileride anlatılacaktır fakat önce genlik modülatörleri ve demodülatörlerini inceleyeceğiz.

TEŐEKKÜR

Bu projede her türlü maddi manevi desteğini esirgemeyen çok değerli hocamız Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan H. BALIK 'a teőekkür ederim.

Benim her zaman yanımda olduklarına inandığım aileme , arkadaşlarıma sonsuz teőekkürler.