

KFBLS
NAC



KABLOSUZ ve MOBİL AĞLAR

BÖLÜM - 1

Kablosuz İletişim Nedir?

- * Alıcının ve vericinin herhangi bir yolla fiziksel olarak temas halinde olmadıkları her türlü iletişime denir.
- * Elektromanyetik dalgalar boşlukta yayılır. (Radar RF)
- * Simplex → tek yönlü iletişim
- * Half-Duplex → simültane olmayan iki yönlü iletişim (bas-konuş radyolar)
- * Full-duplex → iki yönlü iletişim (cep telefonu)

→ Frequency-division duplex (FDD)

→ Time-division duplex (TDD)

↓
Zaman dilimi çok küçük parçalara bölünür. Bir parçasında bilgi

gönderip, bir parçasında bilgi alınır.

Neden Kablosuz İletişim?

1) Mobil olduğunda istediğinizi yerden istediğinizi zamanda bağlanabilirsiniz.
(Her yerden iletişim)

2) Düşük maliyet ve kolaylık

→ Pahalı yatırımlara ihtiyaç duymaz.

→ Kolay kurulur.

3) Sadece iletişim halindeyken kaynak kullanılır.

Araç takip sistemleri, kargo sistemleri mobil haberleşme üzerinde çalışıyor.

Makinelerin birbiriyile haberleşmesi (otomobillerin haberleşmesi) kablosuz haberleşmeyle olur.

* Aşırı derecede bilgi alışverişi yapar, bilgilerin güvenliğini isteyen sürekli yer değiştiren kısıtları operatörler sevmeyiz. Çünkü birçok baz istasyonuyla bağlantı kurması gerekir.

Kablosuz İletişimin Farkları

* Güçlülük iletim ortamı (diğer manyetik dalgalar sizin iletişiminizi bozar. Uygun bir frekans bandı seçmek gerekir)

→ Yüksek bit hata oranı

→ Çevresel şartlar iletişimi etkiler (Yağmurlu olması)

* Paylaşımlı ortam

→ Interference - karışım, girişim (elektromanyetik dalgaların birbirine çarpması)

→ İletim kanalı paylaşılmalı

* Sınırlı bant genişliği

* Sınırlı bant genişliği kullanabilmek için etkin sinyal işleme ve iletişim sistemleri gerektirir.

FM Radyoda 90.4 - 90.5 ikisini dinleyemezsin, birbirine karışır. Birisi diğerinin bant genişliğine müdahale ederse RTÜK engeller.

* WLAN, GSM, 3G, 4G yolda olabilmek haberleşme türleri:

GSM yeterli mi?

* GSM artık ömrünü tamamlamak üzere!

* 3G GSM'in yerini almak için ortaya çıktı.

→ Tamamen yeni bir teknoloji

3G yeterli mi?

* 4G

→ Mobil kullanıcı 100 mbps (aracısız)

→ Statik kullanıcı 1 gbps

→ Tamamen paket anahtarlama

Bu haberleşme OSI modeline uygun olarak geliştirilmektedir.

Zaman Bölgesi Kavramları

→ Tepe Genliği

→ Frekans

→ Periyot

Faz (ϕ): İşaretin bir periyodundaki göreli bir noktaya göre kayma miktarı.

Dalga Boyu (λ): İşaretin bir devriminin kapladığı mesafedir.

$$\lambda = v \times T \quad v = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \rightarrow \text{işaretin hızı}$$

\downarrow \downarrow
Hız periyot

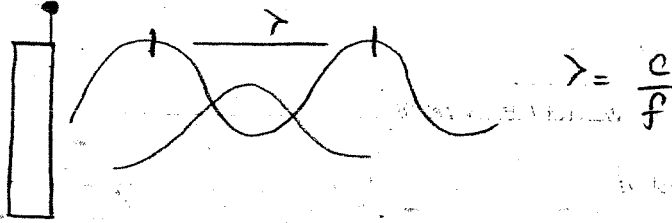
Sinüs Dalga Parametreleri

Genel Sinüs Dalgası

$$S(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$

$$A=1 \quad f=1 \text{ Hz}, \quad \phi=0$$

Zaman - Uzaklık Karşılığı



Bu λ dünyada ve uzayda görülür.

Frekans Bölgesi Kavramları

Temel Frekans: Bir işaretin bütün frekansları bir frekansın tam sayısı ile çarpımından elde ediliyorsa, bu temel frekansa işaretir.

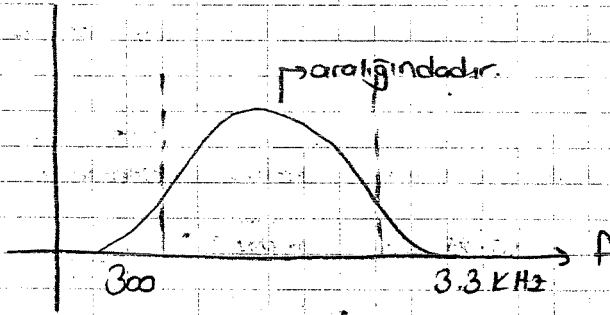
Spektrum: Bir işaretin bütün frekansları.

Mutlak Bant Genişliği: Bir işaretin spektrumunun genişliğidir.

Telefondaki 300 Hz ile 3.3 KHz arasında bir bant genişliğinde sesler duyulur.

Etkin Bant Genişliği : İşaretin enerjisinin bulunduğu frekansların yoğunluğunun

500 - 2500 Hz arasında ise bant genişliği etkin bant genişliği 2 KHz olur.



* Bant genişliğiniz ne kadar fazlaysa o kadar fazla bilgi aktarınız.

* Telefonda kişilerin kim olduğunu anlamakta bile zorlanıyoruz, bant genişliğinin az olmasından kaynaklıdır. Bant genişliği 6-7 KHz olursa o kişinin duyularını da anlarız.

* Bant genişliğini belirleyen iletim yapısı ve cihazlardır.

Veri : Anlam ve bilgi iletenler

İşaret : Verinin elektriksel veya elektromanyetik sunumudur.

Analog

Sayısal

Video
Ses

Metin
Tamsayılar

} Analog ve Sayısal

Veri Örnekleri

Gök daha hassas
veri taşırlar.
Daha pizellerdir.

Analog işaretler

Ortam örnekleri; fiber optik kablo

Sayısal işaretler

* Sayısal işaretlerde zayıflama daha fazladır.

* Bakır ortamda yayılabilen voltaj darbelerinin biridir.

* Genellikle analog işaretten daha ucuzdur.

Veri ve İfade Kombinasyonu Seçimi için Nedenler

→ Sayısal Veri, Sayısal İfade

Kodlama sayısal-analog ekipmanından daha ucuzdur.

→ Analog Veri, Sayısal İfade

Çevrim modern sayısal iletim ve anahtarlama yöntemi kullanılır.

Analog iletim

→ Analog ifadeler içeriğine bakılmaksızın iletilir. (repeater)

→ Zayıflama iletim hattının uzunluğunu sınırlar.

Sayısal iletim

→ İfadeğin içeriği ile ilgilenir. (switch ve router)

→ Zayıflama veri bütünlüğünü tehlikeye atar.

Kanal Kapasitesi: Verilen bir haberleşme yolunda veya kanalında verilen şartlar altında en yüksek iletim oranıdır.

FTP kablo belirli mesafelerde veriyi aktarır. Fakat ortam gürültüyse veriyi iletemez.

Veri Oranı: Haberleşmede kullanılan veri oranı.

Nyquist Bant Genişliği

İkili ifadeler için;

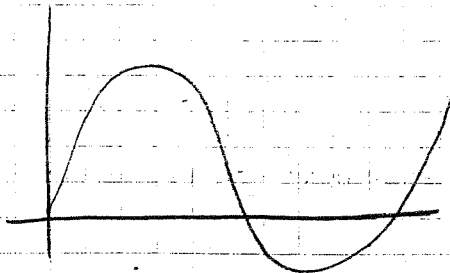
$$C = 2B$$

B → bant genişliği

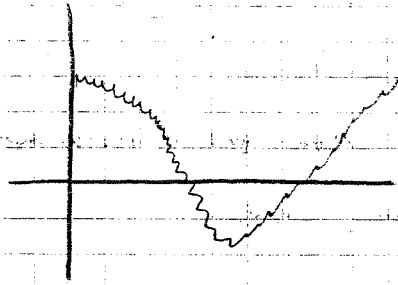
SNR → ifade gürültü oranı

$$(SNR)_{dB} = 10 \log_{10} \frac{\text{signal power}}{\text{noise power}}$$

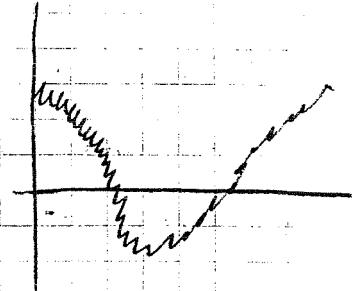
* Yüksek SNR oranı, yüksek kalite, düşük değer ara tekrarlayıcı gerektirir. ifade eder.



Gürültü Yok



Biraz Gürültü Var



Çok Gürültü Var

Shannon Kapasite Formülü

Örn: 3 MHz ve 4 MHz arası kanal spektrumu

$$SNR_{dB} = 24 \text{ dB}$$

$$B = 4 \text{ MHz} - 3 \text{ MHz} = 1 \text{ MHz}$$

$$SNR_{dB} = 24 \text{ dB} = 10 \log_{10} (SNR)$$

$$SNR = 251$$

İletim Ortamlarının Sınıflandırılması

Güdümlü ve Güdümsüz ortam

Güdümsüz Ortam

* İletim ve alım bir anten ile eke edilir.

* Kablosuz haberleşme konfigürasyonları; yönlü, çok yönlü

Mikrodalga frekans aralığı $\rightarrow 1 \text{ GHz} - 40 \text{ GHz}$

Karasal Mikrodalga \rightarrow Karasal mikrodalgalarda birbirini görmesi gerekir.

Uydu mikrodalga

Broadcast Radyo

Çözümler: İletim ortamında birden fazla işaretin taşınmasıdır.

\rightarrow Veri oranında artış sağlamak

\rightarrow Maliyeti düşürmek

Çoğullama Teknikleri:

* Frekans Bölme Çoğullama

Bir sürü radyo kanalı vardır. Her birinin ayrı bant aralığı vardır.
(FM Radyo - 1. kanal, 2. kanal)

* Zaman Bölme Çoğullama

Sayısal yapıların tamamında zaman bölme çoğullama yapılır.
1. saniyede 1 milyon kişiye veriyi gönderir. 2. saniyede verinin
geri kalan kısmını 1 milyon kişiye gönderir.

Slayt - iletim Temelleri

SLAYT - Anten ve Yayılım

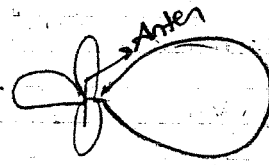
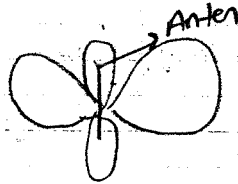
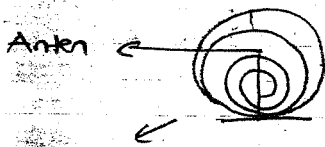
Anten; bir elektriksel iletken veya elektriksel iletkenlerin bir sistemidir.
Frekans yüksekse iletken bir tel bile anten görevi görür. (Elektromanyetik alan oluşur.)

iletim → elektromanyetik enerjiyi uzağa yayar.

Alım → Uzağdan elektromanyetik enerjiyi toplar.

Yayılma Örneği

İsma diyagramı da denir.

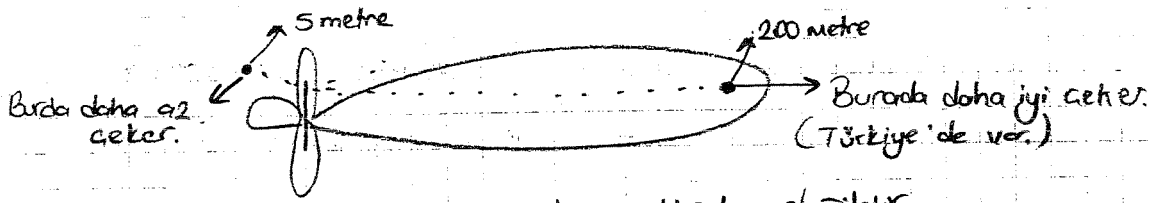


* Yayılma çember şeklinde

* Daha iyi teknoloji

* Japonya'da var.

* Anten şekillerinde olduğu gibi yayılabilir.

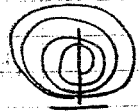


Yayılma çember şeklinde değildir.

Not: Önemli olan yayılma bruntüsünün içinde olmasıdır.

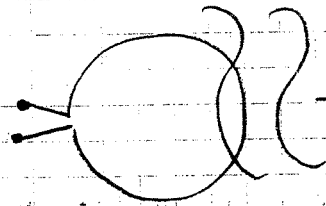
Anten Tipleri

- 1) Yönden Bağımsız Anten (Isotropic): Gücü eşit olarak her yöne yayar.
(Dairesel) Referans antendir.



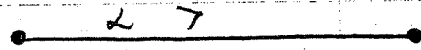
→ kapsama alanı olur olur. Referansa bağlı olarak düşünülür.

- 2) Gitt kutuplu antenler : Yarım dalga çift kutuplu anten

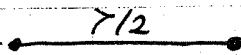


→ şekilde yayılır.

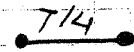
Tam dalga; antenin uzunluğu dalganın boyuna eşittir.



Tam dalga → $\lambda = L$

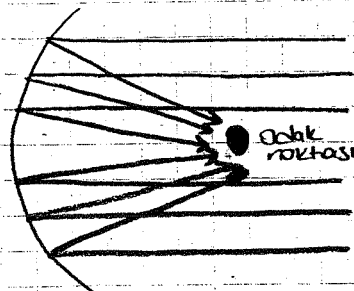


Yarım dalga → $\frac{\lambda}{2} = L$

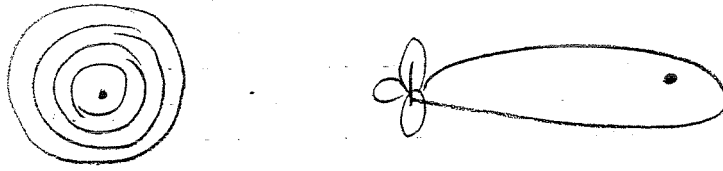


Çeyrek dalga → $\frac{\lambda}{4} = L$

- 3) Parabolik Yansıtıcı Anten (Ganak Antenler): Ganakın kullanılması sebebi elektromanyetik dalgaları yansıtmaktır.



Anten kazancı: Güç akışı, belirli bir yönde mükemmel yönsüz antenin herhangi bir yöndeki yayılımı ile karşılaştırıldığında elde edilen sonucudur.



* Antenin tasarımından bağımsız olarak, kazançtır. İki anten tipi arasında eşit şartlarda karşılaştırılarak hangisi daha iyi sonuç veriyorsa, onun anten kazancı daha iyidir deriz.

* Ne kadar düşük frekans kullanırsan, o kadar büyük ölçek boyu elde edersin. (λ ve f ters orantılı)

Etkin Alan

* Antenin fiziksel boyu ve şekli ile ilişkilidir.

* Frekans büyük olursa, isaret baskılanır, daha ileriye taşınmaz.

	Power Gain	Effective Area (Etkin Alan)
Isotropic \longrightarrow	1	$\lambda^2 / (4\pi)$
Small Dipole or Loop \longrightarrow	1,5	$(1,5 \lambda^2) / 4\pi$

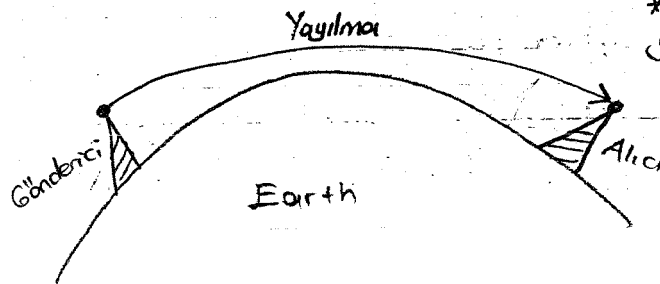
Antenin şekli isotropic'e göre farklı kazançlar sağlayabilir.

Anten kazancı ile etkin alan arasındaki ilişki;

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

Yayılım Modları

1) Yer Dalgaları Yayılımı

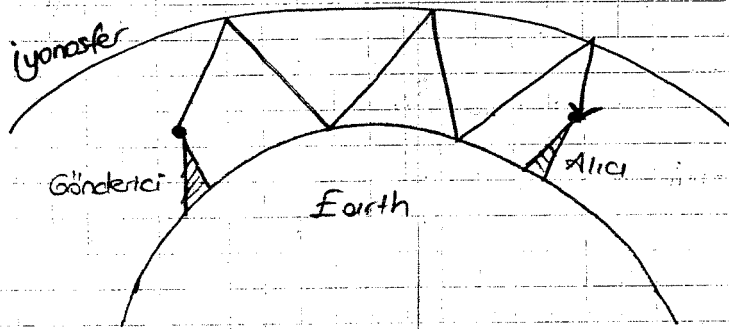


* Yeryüzüne uyum sağlayarak yayılabilir.
(Yüksek frekansları yansıtmaz)

- * Metal yapılar, dalgaların belirli yöne iletilmesini sağlayabilir.
- * Önemli uzaklıklara yayılabilir.
- * Elektromanyetik dalgalar yer kabuğu üzerinde akım oluşturur, işaret yolları ve bükülür.

2) Gökyüzü Yayılmı

- * İyonosfer tabakasına vurularak bir yayılım gerçekleşir. Uygun hava şartları varsa bu şekilde haberleşme yapılabilir (Ancak sıkıntılıdır).
- * Hava şartları ve iyonosfer kalınlığı iletme zarar verebilir.



- * Uygun hava şartları ve iyonosfer kalınlığı yoksa alıcı sinyali alamayabilir. Gökyüzü yayılımının dezavantajıdır.

→ Amatör radyo (Telsiz iletişimi)

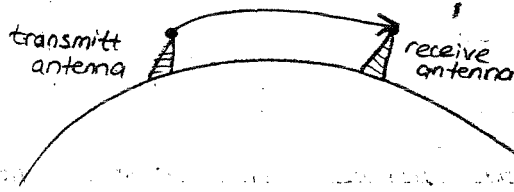
→ Yardım bilgileri göndermek için bu yayılım kullanılabilir ciddi durumlarda kullanılmaz.

⇒ İşaret atmosferin iyonize olmuş katmanları tarafından yere doğru yansıtılır.

→ Vansima ışığın kırılması ile olur.

3) Görüş Hattı Yayılmı

- * İki anten birbirini görmek zorundadır.
- * Frekans yükseldikçe, dalgaların ulaşması zorlaşacağı için iki anten birbirini görmek zorundadır.



- * Gönderici ve alıcı antenler mutlaka görüş hattı üzerinde olmalıdır.
- * Kırılma - atmosfer tarafından mikrodalga'nın bükülmesi
- * Ortam değiştiğinde hız değişir.
- * Ortam değişirse; (bulutlu, yağmur) elektromanyetik dalganın hızını etkiler.

LOS Kablosuz İletim Unsurları

- Zayıflama ve zayıflama basılması
- Serbest yığılma kaybı
- Gürültü
- Atmosferik emilim (su buharı)
- Gökkuşu
- Kırılma (Ortam değişirse kırılma olur.)
- Isıl Gürültü

Zayıflama: İşaretin gücü, iletim ortamı üzerinde uzaklığa bağlı olarak düşer.

SNR belirli bir değerde olacak ki alıcı işareti alsın. (SNR oranı yüksek olmalı.)

* İşaret, hatasız alınabilmesi için gürültü seviyesinden daha yüksek tutulmalıdır.

Gürültü Kategorileri

* Isıl Gürültü: Elektronların çalkalanma hareketinden ortaya çıkar.

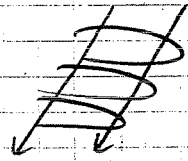
- Sıcaklığın bir fonksiyonudur.
- Uydu haberleşmesinde önemlidir.

Isıl gürültü miktarı;

$$N_0 = k \cdot T \cdot (W / Hz)$$

* Intermodulasyon Gürültüsü: Farklı frekanslar aynı ortamda garpisip birbirini etkilerler.

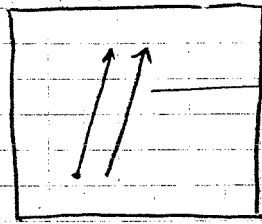
* Crosstalk: İletim yolları arasında istenmeyen yüklenme



İki iletim paralel gidiyorsa kendi manyetik alanları diğerni etkiler.

* UTP Kablolarıda bursulu yapısı, kabloların birbirinin manyetik alanını etkilememesi içindir. (Enerji yüklenmesi olmaz.)

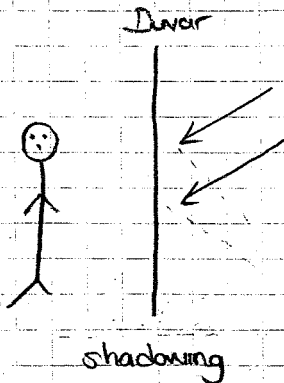
* Baskı devrelerde birbirinden etkilenmemesi için kıvrımlar yapılarak oluşturulur.



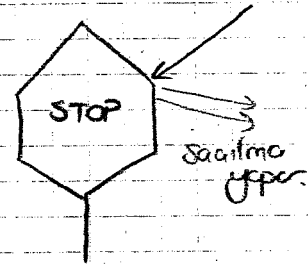
böyle olmaz

* Darbe Gürültüsü:

Qoklu Yol Yayılımı

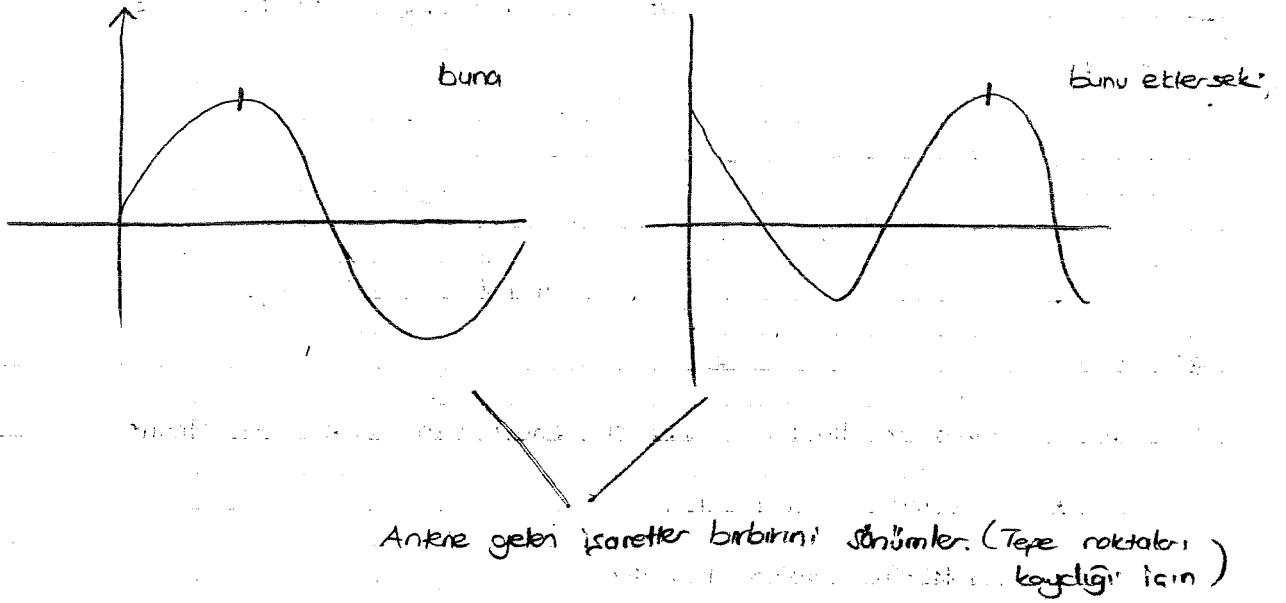


Signal duvardan diğer tarafa geçemez.



Gökyolu Yayıllımının Etkileri;

* İsaletin cıkku kuyuları farklı fazlarda erişebilir.



Kırılma, antenler, anten tipleri, anten kazancı, yayıllma modları → ÖNEMLİ!

SLAYT-KODLAMA TEKNİKLERİ SEÇİMİ VE NEDENLERİ

Kodlama Teknikleri Seçimi Nedenleri

→ Sayısal veri, sayısal isaret

* Ekipmanlar sayısal-analog modülasyon ekipmanlarında daha az karmaşık ve ucuzdur.

→ Analog veri, sayısal isaret

* Modern sayısal haberleşmeye ve arahtırma ekipmanlarının kullanımı izah verir.

Modülasyon

* Veriyi iletme uygun hale getirmek için yapılan kodlama (encoding) işlemidir.

* Genelde baseband bir sinyali çok daha yüksek frekanstaki bir bandpass sinyale çevirme işlemidir.

* Baseband : "modulating" sinyal

* Bandpass : "modulated" sinyal

* Konuşma frekansı 0-3 KHz arası , FM-Radyo 88-103 MHz

* Göndermek istediğimiz bilgiyi yüksek frekanstaki bandpass aracılığıyla karşı tarafa göndeririz.

→ Göndereceğimiz bilgi → baseband

→ Göndermek için kullandığımız taşıyıcıya → bandpass

* Genelde iletilecek olan "baseband" isret olduğu gibi iletiriz.

* Taşıyıcı sinyalin özellikleri baseband sinyal kullanılarak değiştirilir.

* Modülasyon gerekçeleri

→ küçük anten boyutları

* Anten boyu yayılacak frekans ile ters orantılıdır. (λ ile orantılıdır.)

* 1 MHz → Anten yüksekliği = bir kaç yüz metre

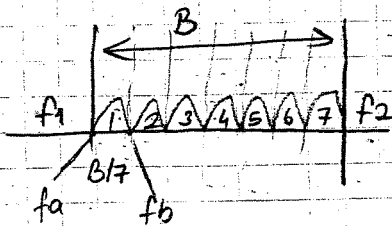
* 1 GHz → Anten yüksekliği = birkaç santim

$$\lambda = \frac{c}{f}, 20 \text{ KHz}$$

* Sinyalin herpi özellikleri değiştirilebilir, Frekansın genliği, periyodu, faz açısı.

* Frekans ne kadar yükselirse, anten boyutunu o kadar küçültmeliyiz.

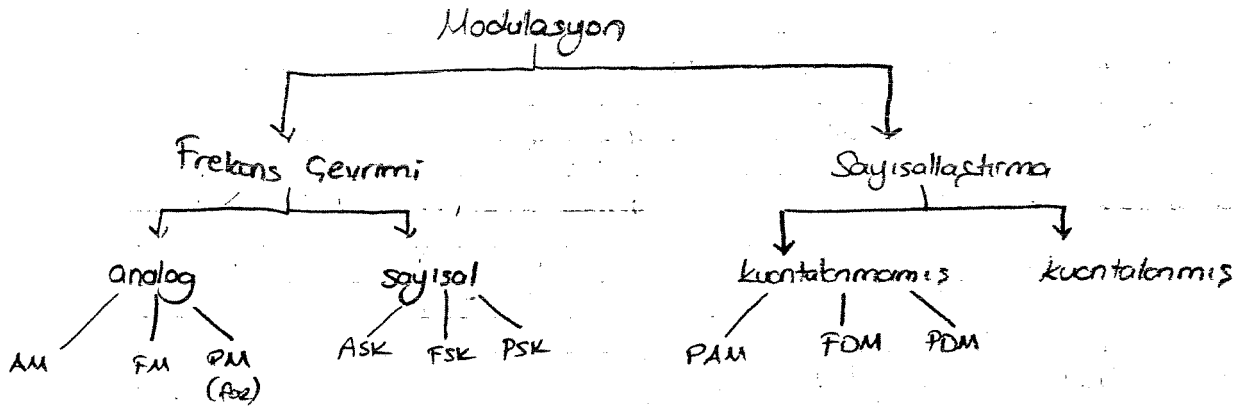
Frekans bölme:



Frekans bölme gerçekleştirilerek aynı anda birçok isretin taşınmasına olarak sağlanabilir.

Modulasyon Nasıl Yapılır?

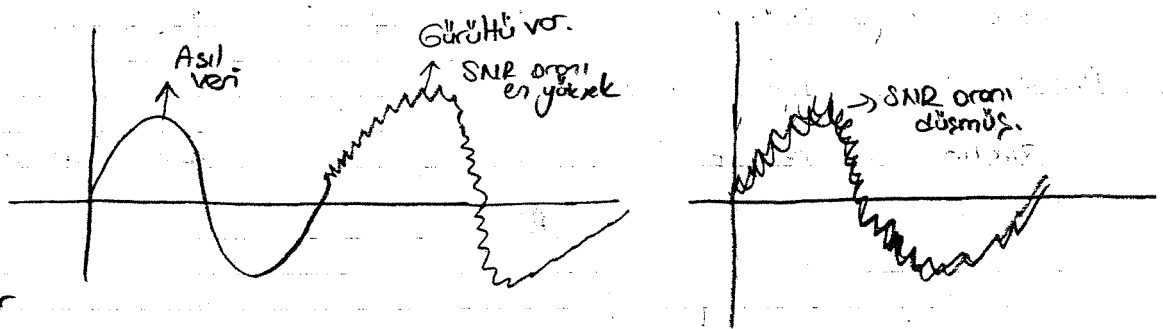
* Modulasyon yüksek frekanslı taşıyıcının genlik, faz açısı ya da frekansının gönderilecek "baseband" sinyale göre değiştirilmesiyle ekle edilir.



* Alıcının gönderilen bir sinyali başarılı almasını etkileyen faktörler?

- İsimet Gürültü Oranı (yüksek olmalı)
- Veri Oranı
- Bant Genişliği

SNR Oranı;



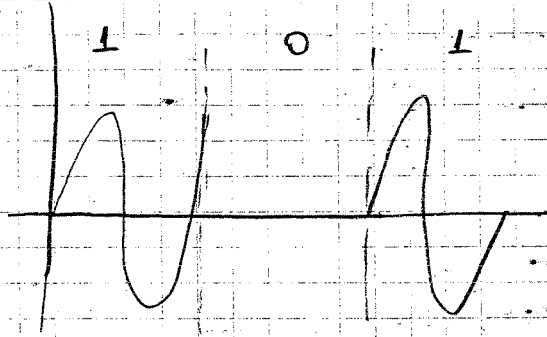
Örnekler

- * SNR'deki artış bit hata oranını azaltır.
- * Veri oranındaki artış bit hata oranı da artar.
- * Bant genişliğindeki artış veri oranını artırır.

Sayısal Modülasyon (Buradan soru çıkar!)

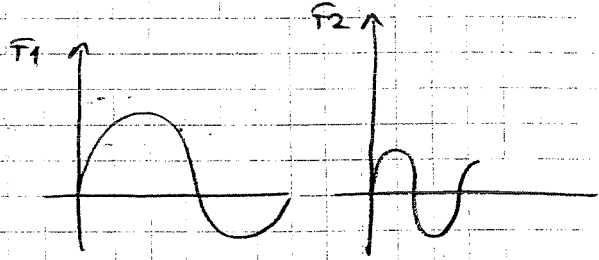
1) Amplitude Shift Keying (ASK)

1 geldiğinde veriyi gönder, 0 gelirse gönderme.



- Basit
- Düşük bant genişliği
- Girişimden etkilenir.

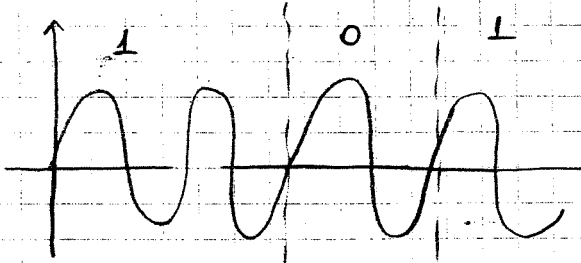
*Kolay ama verimsiz bir modülasyondur.



$F_1 < F_2$ olsa da birbirini etkilerler.

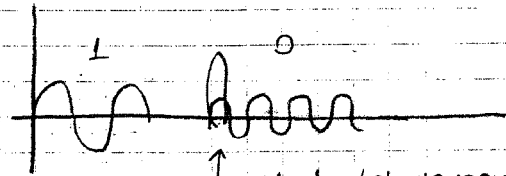
2) Frequency Shift Keying (FSK)

Frekans bulunmaz, pek olmaz. İletim alamayabilirsin ama frekans bulunmaz, olmaz.



→ ASK'den daha az hata oluşur.
İletim ya vardır, ya da yoktur.

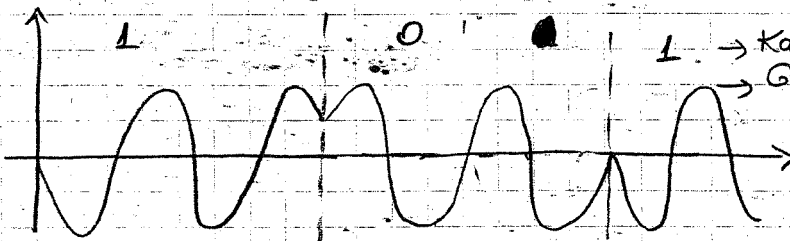
1 geldiğinde F_1 frekansında, 0 geldiğinde F_2 frekansında.



→ Yüksek bant genişliği

3) Phase Shift Keying (PSK)

İletimin fazı değişir.



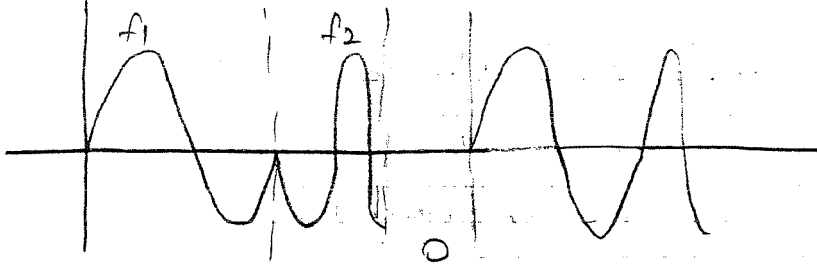
→ Karmaşık
→ Girişim (interference) karşı dayanıklı

bu noktada televizyonun elektromanyetik etkisi ile İletimin genliğini değiştirebilir.

*Bu 3 modülasyon tekniğini aynı anda kullanabilirsin.

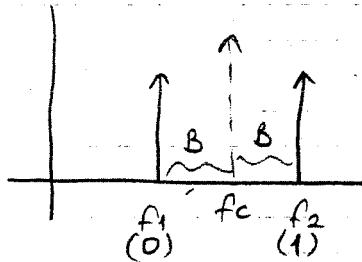
Haftaya ders yok.

3 modülasyon kullanarak;



~~Multiple~~

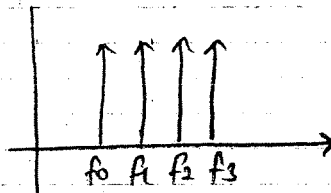
Frequency-Shift Keying-FSK



Burada, f_1 ve f_2 ters yönde f_c taşıyıcı frekansında

Multiple Frequency-Shift Keying (MFSK)

$f_1 \rightarrow 00 \rightarrow 2 \text{ bit ise } 2^2 = 4 \text{ frekans}$
 $f_2 \rightarrow 01$
 $f_3 \rightarrow 10$
 $f_4 \rightarrow 11$



Bit sayının fazla olması hızı artırır, karmaşıklık da artar (süre sabit)

3 bit kullanırsak; $2^3 = 8 \text{ frekans}$

$f_0 \rightarrow 000$
 $f_1 \rightarrow 001$

Phase - Shift Keying (PSK)

İkili değerleri ifade etmek için iki farklı faz kullanılır.

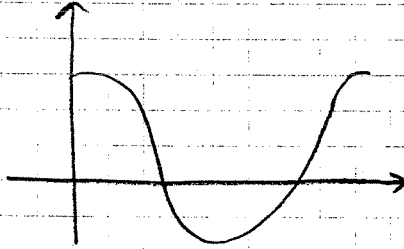
$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & \text{binary 1} \\ A \cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{binary 0} \end{cases}$$

$$= A \cos(2\pi f_c t) \quad \text{binary 1}$$

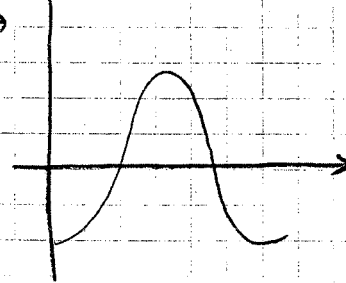
$$- A \cos(2\pi f_c t) \quad \text{binary 0}$$

Fazını değiştirir ya \cos gönderir ya da $-\cos$ gönderir.

1 →



0 →



Differential PSK

Binary 0 → İşaret bir önceki fazla aynı faz olarak ağıza çıkar.

Binary 1 → İşaret bir önceki fazın tersi faz olarak ağıza çıkar.

Dört Seviyeli

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + \frac{\pi}{4}) & 11 \\ A \cos(2\pi f_c t + \frac{3\pi}{4}) & 10 \\ A \cos(2\pi f_c t - \frac{3\pi}{4}) & 01 \\ A \cos(2\pi f_c t - \frac{\pi}{4}) & 00 \end{cases}$$

90° derecelik bir faz değişikliği olur.

(Performance önemli değil)

PSK ile yığın FSK
binary birşey verir
QPSK ile nasıl olur?

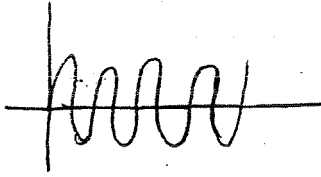
QAM

ASK ve PSK'nin kombinasyonudur.

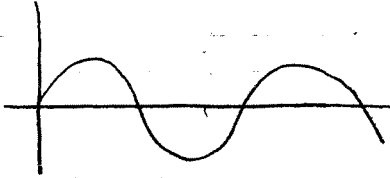
(Bundan sonrası)

Analog Veri Analog İşaret

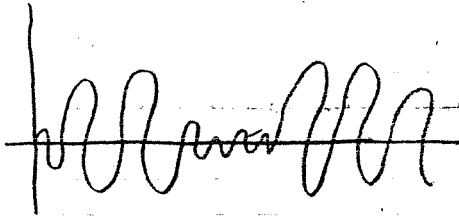
AM, FM, PM



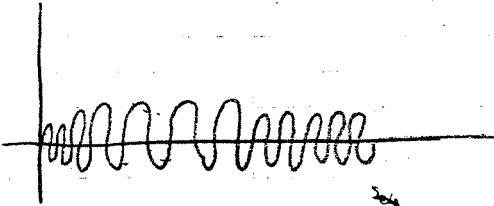
Taşıyıcı işaret



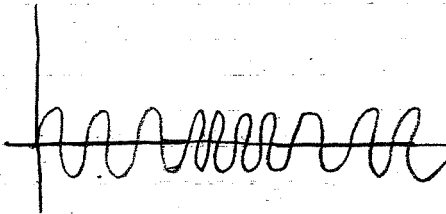
Bilgi işareti



AM



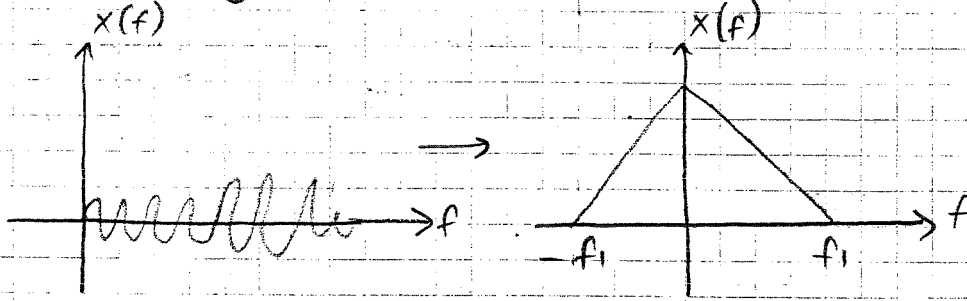
FM (Frekansı f_1 ve f_2 'de değişir)



PM (Faz sürekli değişir)

Genlik Modülasyonu

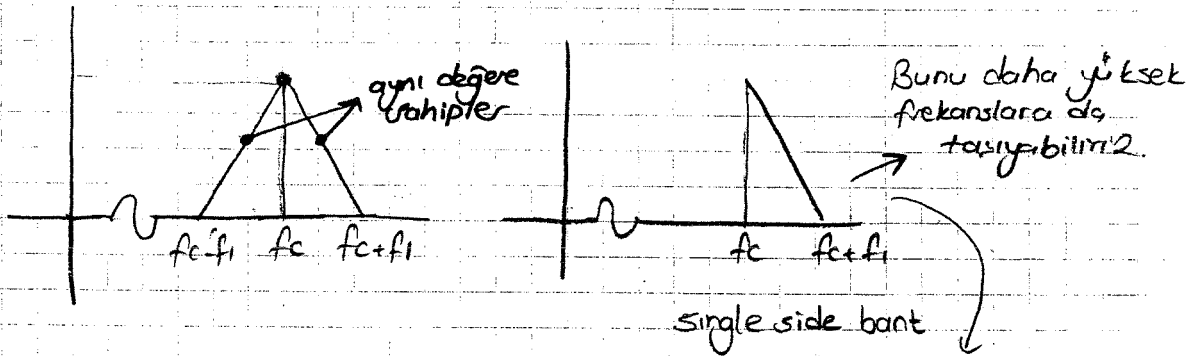
Elinde analog bir işaret varsa;



Bunu bir taşıyıcıya yüklersek ne olur?

Genlik modülasyonunda yüksek frekanslara taşınır.

Spektrumda hem taşıyıcı vardır hem de genlik modülasyonundaki işaret vardır.



Genlik modülasyonunda negatif işaretleri atarız. Tasarruf ettik artık oraya başka işaret koyabiliriz.

(Analog-sayısal çevirme gerek yok.)

(Örnekleme ve kuantlamayı biliyoruz dedi)

Delta Modülasyonu

Örneklenen değer bir öncekinden büyükse artış, küçükse azalış gerçekleştirilir.

1 gelince artır, 0 gelince azalt.

Sayısal Tekniklerin Gelişmesinin Temelleri

Günümüzde zaman paylaşımı modülasyon kullanılır. Frekans paylaşımı, uygulamalar pönderilirken bozulmalar olabiliyor.

Sayısal yapıda hata oranı düşüktür. Bu yüzden sayısal teknikler daha pövenilirdir.

→ MFSK, QPSK, DPSK, Delta Modülasyonu

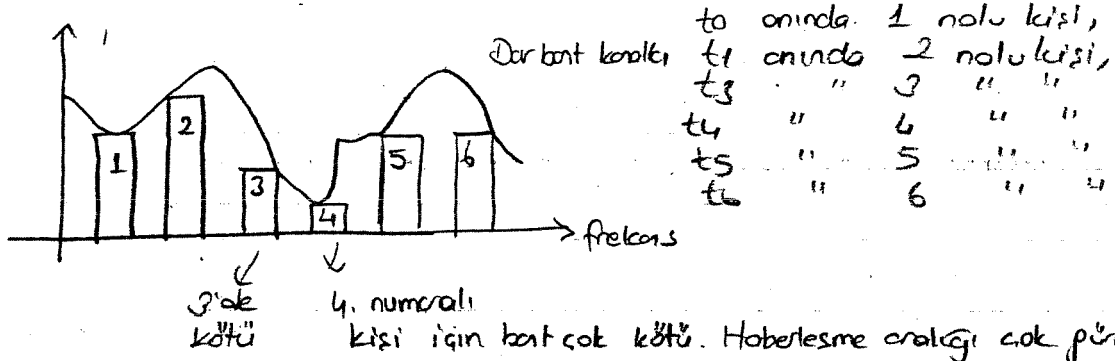
ÖDEV: Wireless LAN Standards bu konuyu anlatacağz. (Ben ve Meltem)

SPREAD SPECTRUM - SLAYT

Spread spectrum teknikleri gerekenden çok daha fazla bant genişliği kullanır.

CDMA Spread Spectrumda kullanılır. (Cok üstünde durmaycaz)

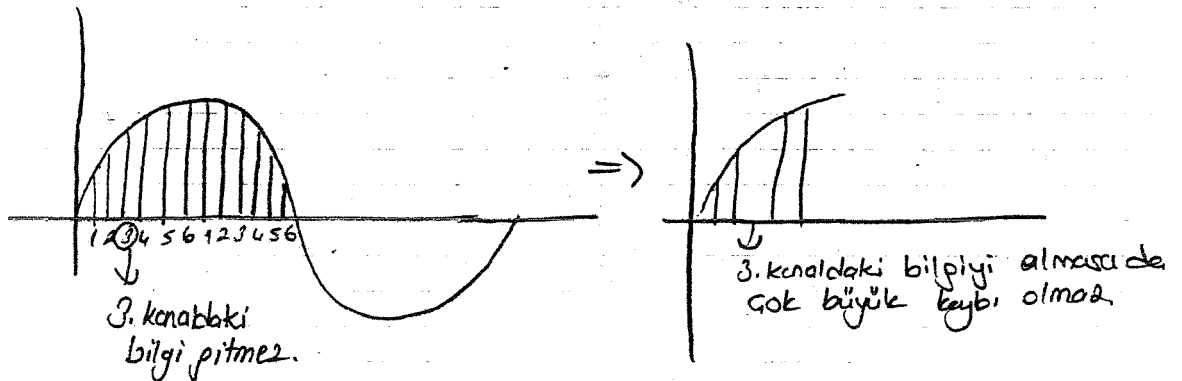
Dar Bant Girişimi



1, 2, 5 ve 6 kisisi için bant genişliği iyidir.

Dar bant girişimi yüzünden 3. ve 4. kanallardaki sinyal kalitesi çok düşük olduğundan alıcı tarafında doğru alınmaz.

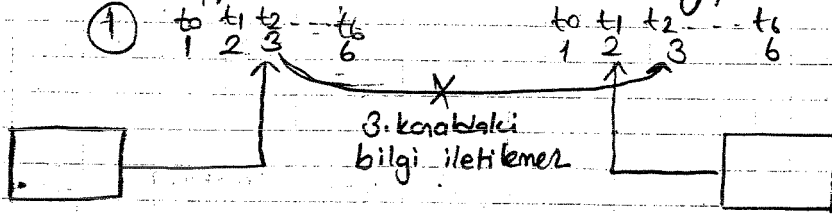
Çözüm: Her bir bilgiyi farklı frekanslar pöndeririz.



Ciddi bir frekans planlaması gerekir.

Her anda farklı bir frekans bandından bilgi göndermekdir spread spectrum

3 ve 4. kanaldaki bilgiler 'tolere edilebilir kayıplardır.



Pseudo haberleşmelerinde, asteri haberleşmelerde kullanılır.
Sani olarak düzen yaktır.

②

t_0	t_1	t_2	...	t_6
2	3	4	...	1

③

t_0	...	t_6
6		3

Pseudorandom \rightarrow 1, 2, 3, ... 5 üretir. tekrar üret dediginde yine 1, 2, 3, ... 5 üretir.

Sanı random \rightarrow Tekrar üretildiğinde rastgelelik var. Aynı anda aynı sayıyı üretmeyecekler. Alıcı da karşı taraf nasıl üretmişse o da aynı sırada düşene oluşturacak. (Rastgeleymiş gibi gözükür ama rastgelelik yoktur.)

* Bir kanaldaki bilgi kaybı varsa onun yerine farklı kanal gönderilir.

* Başa harcanan spectrum ne kazandı?

\rightarrow Gürültüye karşı dayanım

\rightarrow Güvenlik - şifreleme

Veri bir kanal kodlayıcıdan geçirilir.

Alici tarafında, aynı bit dizisi spread spectrum sinyali demodülasyon için kullanılır.

Pseudo Generator ile aynı kod üretildi alıcı tarafında.

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

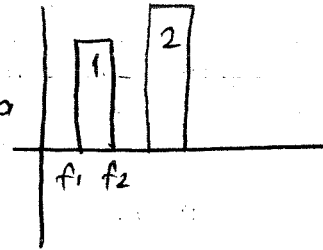
* İletim rastgele radyo frekans verisi üzerinden gönderilir.

→ FH sinyali için kanallara ayrılır.

Konuşma bilgisini kapsayacak bir alan olmalı;

* İletim belirli zaman aralıklarında frekanstan frekansa

zıplar.



Not: Öyle bir yapı oluşturup büyük kanalı

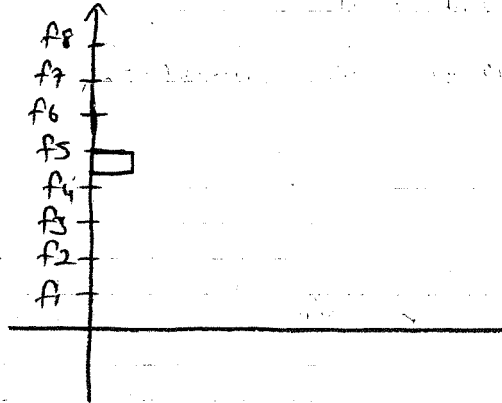
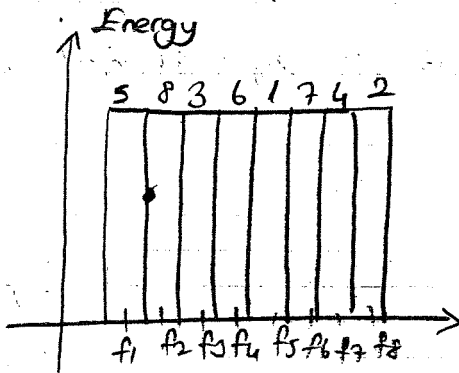
çok da sayabilirsin. Bir kısmını ya da tamamını

ihmal edebiliriz. Buradan bilgiyi gönderme diyebilirsin.

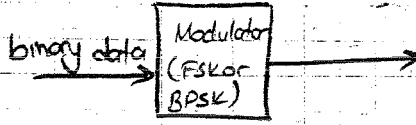
Sayısal bilgiyi sayıcağıysan büyük kanalları kapatabilirsin.

$\Delta f = f_1 - f_2$ Konuşma 3KHz

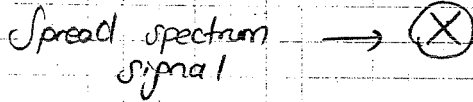
$\Delta f \geq 3 \text{ KHz}$ olmalı.



Gönderici Tarafı:



Alıcı Tarafı:



Bu konudan soru kesin gelir.

Slow Frequency Hop

Her bir karşılık için farklı gönderim

Fast Frequency Hop

Direct Sequence Spread

Kodlama mantığı vardır.

Gönderici: İletilmek istenen bilgi

İkincisi sizin pseudorandom ürettiğiniz bilgi (Tekrarında aynı üretilir.)

Bu ikisini XOR'lar.

Alıcıda: Aldığı bilgiyi ürettiği pseudorandom ile XOR'layarak asıl bilgiyi elde eder.

Kriptoda da kullanılır. (Bak buna)

