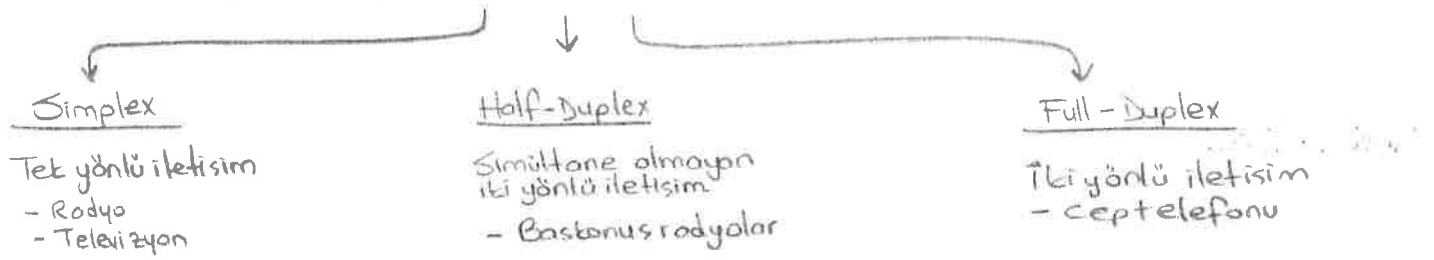


Kablosuz İletişim nedir?

Alıcının ve vericinin birbirlerine herhangi bir yolla fiziksel olarak temas halinde olmadıkları iletişimidir.

(Elektromanyetik dalgaların boşlukta yayılması (free space))



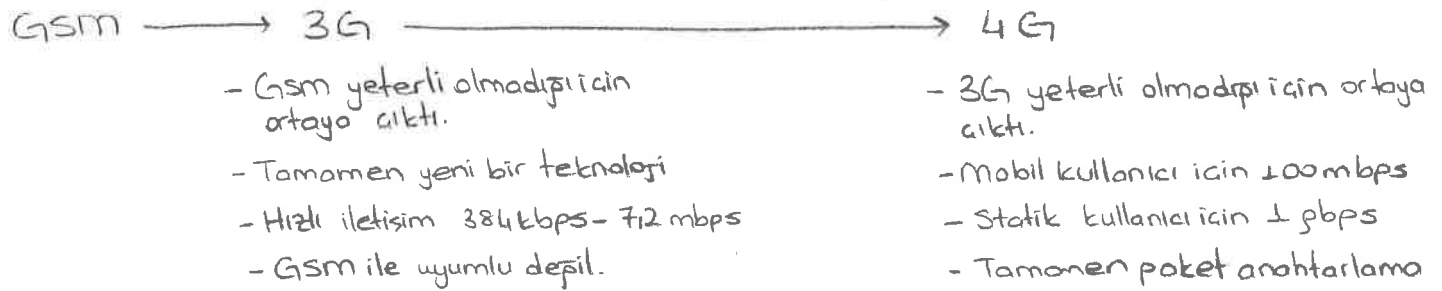
Neden Kablosuz İletişim?

- 1-) Mobil → Her yerden iletişimi sağlar.
- 2-) Düşük maliyet ve kolaylık (Pahalı yatırımlara ihtiyaç duymaz. Kolay kurulur)
- 3-) Sadece iletişim halindeyken kaynak kullanır.

Kablosuz İletişim Farkları?

- | | |
|---|---|
| <p>⇒ Gürültülü İletim Ortamı</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yüksek bit hata oranı - Çevresel şartlar iletişimi etkiler. <p>⇒ Sınırlı Bant Genişliği</p> <ul style="list-style-type: none"> - RTÜK, FCC - ISM band-lisans gerektirmez. | <p>⇒ Paylaşımlı Ortam</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interference - karışım, girişim - İletim kanalı paylaşılmalı. <p>⇒ Sınırlı bant genişliğini kullanabilmek için etkin sinyal işleme ve iletişim sistemleri gerektirir</p> |
|---|---|

Mobil İletişim



Hızlı Gelişimin Nedenleri?

- Küçük ama güçlü aletler.
- Düz, hafif, taşınması kolay, hafif ve düşük enerji tüketimli ekranlar.
- Yüksek bant genişliği
- Çok sayıda kablosuz ağ yapısı: wireless LANS, wireless WANS, GSM, 3G, 4G vb.

Teknolojiler (Kullanım Alanları)

- 1) Sayısal Devreler
- 2) Frekans Üreticileri
- 3) Kaynak Kodlama
- 4) Kipleme
- 5) Çoklu Ortam Paylaşımı
- 6) Kanal Kodlama

Veri İletişimi

Veri iletişiminin etkinliği aşağıdaki 4 temel parametreye dayanır.

- 1) Dopru hedef : Verinin sadece dopru hedefe ulaşmasıdır.
- 2) Doprutuk : Verinin kaynağından çıktıyı şekliyle iletilmesidir.
- 3) Zaman : Verinin zamanında hedefe ulaşmasıdır.
- 4) Gecikme Değişimi : Paketlerin hedefe ulaşma süresindeki değişim.

⇒ Veri iletişimi 5 elemandan oluşur.

- 1) Mesaj : İletilen bilgi (ses, görüntü, metin, sayı, resim)
- 2) Gönderici : Veriyi ileten cihaz (Pc, workstation, video, camera)
- 3) Alıcı : " alan " (Pc, workstation, television)
- 4) İletim Ortamı : Fiziksel yol (Fiber optik kablo)
- 5) Protokol : Veri iletişimini başlatır, yönetir, sonlandırır.

* Günümüzdeki iletim ortamları Fiber optik kablolar ve kablosuz iletim ortamı.

Zaman Bölgesi Kavramları

Analog işaret, Sayısal işaret, Periyodik işaret, Tane periliği, Elektromanyetik işaret, Frekans, Periyot, Faz, Dalga boyu,

- İLETİM TEMELLERİ -

Elektromanyetik İşaret

Zamana bağlı bir fonksiyondur. Ayrıca frekansa bağlı olarak da ifade edilebilir. İşaret farklı frekanslı bileşenlerden oluşur.

Frekans Bölgesi Kavramları

Temel Frekans : Bir işaretin bütün frekansları, bir frekansın tamsayı ile çarpımından edilebiliyorsa, bu temel frekansı gösterir.

Spektrum : Bir işaretin bütün frekansları.

Mutlak Bant Genişliği : Bir işaretin spektrumun genişliğidir.

Etkin Bant Genişliği : (veya sadece bant genişliği) : İşaretin enerjisinin bulunduğu frekansların çapınlığının bulunduğu bant.

- Herhangi bir elektromanyetik işaret farklı genlik, frekans ve fazda periyodik analog işaretlerin (sinüs dalgalarının) bir koleksiyonu olarak gösterilebilir.
- Toplam işaretin periyodu temel frekansın periyoduna eşittir.
- Telefonda 300 Hz ile 3.3 kHz arasında bant genişliğinde sesler duyulur.
- 500 - 2500 Hz arasında ise bant genişliği etkin bant genişliği 2 kHz olur.
- Bant genişliği \uparrow ne kadar fazla olursa o kadar fazla bilgi aktarılır.
- Bant genişliği 6-7 kHz olursa o kişinin duygularını da anlatır telefonda.

Veri Oranı ve Bant Genişliği Arasındaki İlişki

- Daha büyük bant genişliği daha fazla bilgi barındırır. (Taşıma Kapasitesi)
- Herhangi bir sayısal dala biçimi sonlu bant genişliğine sahip olacaktır.
- İletim sistemi, iletim bant genişliğini sınırlandıracaktır.
- Verilen herhangi bir ortam için, daha geniş iletim bantı daha fazla maliyet demektir.
- Bununla beraber, sınırlı bant genişliği, bozulma oluşturmaz.

Veri Haberleşmesi Terimleri

Veri : Anlam ve bilgi iletenler.

İşaret : Verinin elektriksel veya elektromanyetik sunumu.

İletim : İşaretlerin işlenmesi ve yayılması ile veri haberleşmesi.

Veri Örneği : Analog \Rightarrow Video, Ses

Sayısal \Rightarrow Metin, Tamsayılar

Analog İşaretler

- Frekansına göre çeşitli ortamlarda yayılabilen bir elektromanyetik daldır.
- Bakır kablo ortamı, Fiber optik kablo, Atmosfer veya uzay yayılımı.
- Analog işaretler, analog veya sayısal veri yayabilirler.

Sayısal İşaretler

- Bakır ortamda yayılabilen voltaj darbelerinin bir dizisidir.
- Genellikle analog işarettten daha ucuzdur.
- Gürültü girişimine daha az duyarlıdır.
- Zayıflamadan daha az müzdraptır.
- Sayısal işaretler analog veya sayısal veri yayabilirler.

Veri ve işaret kombinasyonu seçimi için Nedenler /

Sayısal Veri - Sayısal İşaret

Kodlama için ekipman, sayısal-analog ekipmanlardan daha ucuzdur.

Analog Veri - Sayısal İşaret

Çevrim modern sayısal iletim ve anahtarlama ekipmanlarının kullanımına izin verir.

Sayısal Veri - Analog İşaret

Bazı iletim ortamı sadece analog işaretlerin yayılımına izin verir. Ö% Optik kablolar, uydu.

Analog Veri - Analog İşaret

Analog veri kolayca analog işarete çevrilebilir.

* Analog İletim

- Analog işaretler, içeriğe bakılmaksızın iletilir.
- Analog veri bozulmayı tolere edebilir.
- Sayısal işaretlerde hatalara neden olur.
- Zayıflama, iletim hattının uzunluğunu sınırlar.

Sayısal İletim

- İşaretin içeriği ile ilgilenir.
- Zayıflama veri bütünlüğünü tehlikeye atar.
- Sayısal işaret
 - * Tekrarlayıcılar daha uzak mesafelere erişebilir.
 - * Tekrarlayıcılar işareti kırtarıp yeniden iletir.
- Sayısal işaret taşıyan analog işaretler
 - * Yeniden iletim cihazları sayısal veriyi analog veriden çıkarır.
 - * Yeni ve temiz analog işaret üretir.

Kanal Kapasitesi

Verilen bir haberleşme yolunda veya kanalında, verilen şartlar altında en yüksek iletim oranıdır.

Kavramlar => Veri oranı, Bant Genişliği, Gürültü, Hata oranı

Nyquist Bant Genişliği

İkili işaretler için:

- * $C = 2B$
- * $B = \text{Bant genişliği (Hz)}$

Çok Seviyeli işaret için:

- * $C = 2B \log_2 M$
- * $M = \text{Ayrık işaret sayısı veya Voltaj seviyesi}$

İşaret Gürültü Oranı (SNR)

* İşaret gücünün iletimde belirli bir noktadaki gürültü gücüne oranıdır.

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

* Yüksek SNR'ın anlamı, yüksek kalite, düşük değerlere tekrarlayıcı gerektirir ifade eder.

* SNR, erişebilecek veri oranının sınırını belirler.

Shannon Kapasite Formülü

$$C = B \log_2 (1 + \text{SNR})$$

* Erisilebilecek en büyük değeri belirtir.

Nyquist ve Shannon Formülüne Örnekler

ÖRNEK: 3 MHz ve 4 MHz arası kanal spektrumu;

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 24 \text{ dB}$$

$$B = 4 \text{ MHz} - 3 \text{ MHz} = 1 \text{ MHz} \rightarrow 1 \times 10^6 \text{ Hz}$$

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

$$\frac{24}{10} = \log_{10}^{\text{SNR}} \rightarrow 2,4 = \text{SNR} \rightarrow \text{SNR} = 251$$

* Shannon formülü kullanımı ile;

$$C = 10^6 \times \log_2 (1 + 251) \approx 10^6 \times 8 = 8 \text{ Mbps}$$

ÖRNEK: Kaç işaretleme seviyesi gereklidir?

$$C = 2B \log_2^M$$

$$8 \times 10^6 = 2 \times (10^6) \times \log_2^M$$

$$4 = \log_2^M \quad \underline{M=16}$$

Erisilebilecek en büyük değer

İLETİM ORTAMLARININ SINIFLANDIRILMASI

İletim Ortamı \Rightarrow iletilen ve alıcı arasındaki fiziksel yoldur.

Güdümlü (Yönlendirilmiş Ortam)

Dalgalar belirli bir ortam boyunca güdümlenir.

Ö// Bakır kablo, optik fiberler

Güdümsüz (Yönlendirilmemiş) Ortam

İletim aracı sızlar fakat elektromanyetik dalgayı yönlendirmez.

Ö// Atmosfer veya dış uzay

Genel Frekans Aralıkları

* Mikrodalga Frekans Aralığı

- 1 GHz - 440 GHz
- Yönlü ısıtma mümkün, uçuş haberleşmesi için kullanılır.

* Radyo Frekans Aralığı

- 30 MHz - 16 GHz
- Çok yönlü uygulamalar için uygun

* Kızıl Ötesi Frekans Aralığı

- 3×10^{11} - 2×10^{14} Hz
- Kapalı alanlarda noktadan noktaya çoklu uygulamalarda faydalı.

Karasal Mikrodalga

Bindar arası kısa noktadan noktaya bağlantı uzun mesafeli haberleşme hizmeti

Uydu Mikrodalga

TV yayını dağıtımı, uzak mesafelere telefon haberleşme

Göçullama

İletim ortamının kapasitesi genellikle, bir isaret için gerekli kapasiteye ulaşır. Göçullama, bir ortamda birden çok isaretin taşınmasıdır. Böylece iletim ortamı daha etkin kullanılır.



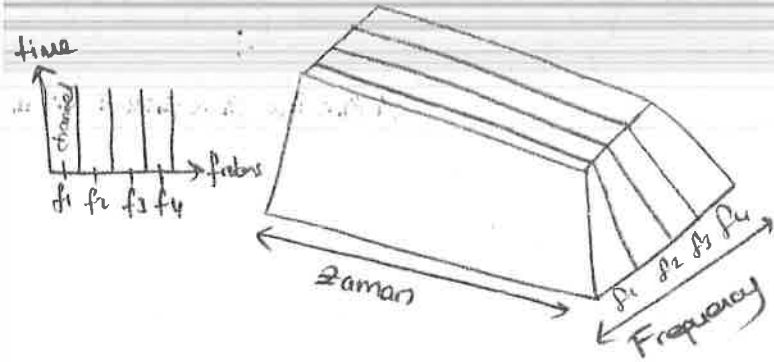
Göçullamanın Yaygın Kullanım Nedenleri :

- Veri oranındaki artış ile kbps başına iletim tesisi maliyeti düşer.
- Artan veri oranı ile iletim ve alım ekipmanlarının maliyeti düşer.
- Göçü bağımsız veri haberleşme cihazı, göreceli olarak mütevazî veri oranının desteği gerektirir.

Göçullama Teknikleri :

* Frekans Bölme Göçullama (Frequency - division multiplexing - FDM)

Ortamın band genişliği verilen isaret için gerekli band genişliğine ulaşma gereğinden faydalır.

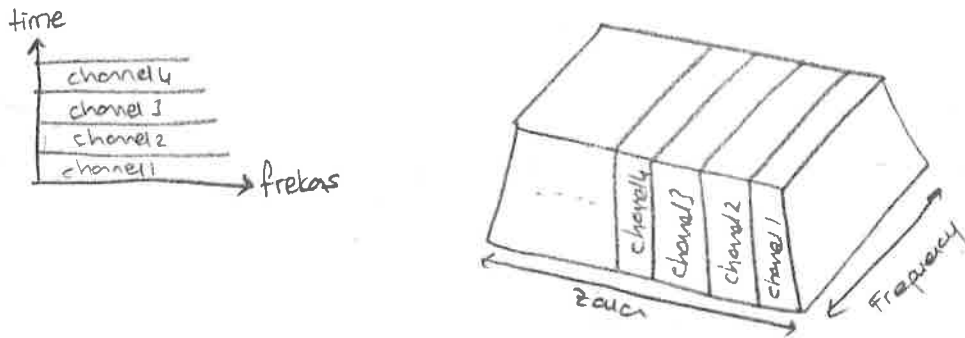


İstediğin zaman aralığında veri gönderilebilir fakat düşük frekanslar b. "0" ile "10" arasında bir band genişliği var diyelim. A kisi "0" ile "3" arasını kullanıyor. B kisi 6 ile 6 arasını kullanıyor.

* Frekans bandı dar oldukça ses kaybolur.

* Zaman Bölme Göçullama (Time - division multiplexing - TDM)

Ortamın erişilebilir bir oranının verilen sayısal isaretin gerekli veri sınırına erişebileceği gereğinden faydalır.



* "0" ile "1" arası A kisi kullanır. 0 aralığındaki değerleri veri gönderir sadece. A kullanır. "5" ile "5" zaman aralığını B kullanır.

Burda da yüksek frekanslar veri gönderilebilir fakat istenilen zamanda gönderilemez.

- ANTENLER VE YAYILIM -

Anten: Bir elektriksel iletken veya elektriksel iletkenlerin bir sistemidir.

- Frekans yüksekse iletken bir tel bile anten görevi görür.
- İki yönlü iletişimde aynı anten hem iletim hem de alım için kullanılır.

İletim: Elektromanyetik enerjiyi uzaya yayar.

Alım: Uzaydan elektromanyetik enerjiyi toplar.

Yayılım Örüntüleri

* Yayılma Örüntüsü

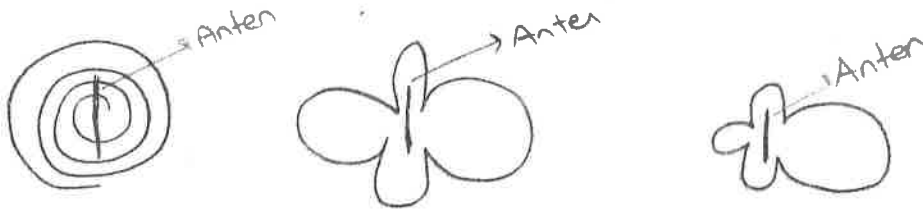
- Bir antenin yayılım özel, profil sunumu.
- İki boyutlu bir kesit olarak resmedilir.

* İsim Çerçevesi

- Antenin yönelme ölçüsüdür.

* Yayılma Örüntüsü

- Alıcı antenin isim çerçevesine eşdeğer olmasıdır.

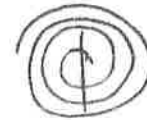


- * Anten, şekillerde olduğu gibi yayılabilir.

ANTEN TİPLERİ

1) Yönden Bağımsız (İsotropik) Anten (İdeal)

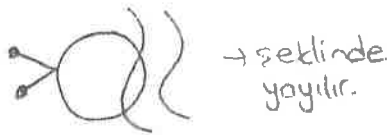
- * Çüçü eşit olarak her yöne yayar.
- * (Dairesel) Referans antendir.



* Kapsama alanı dar olur. Referans başlı olarak düşünülür.

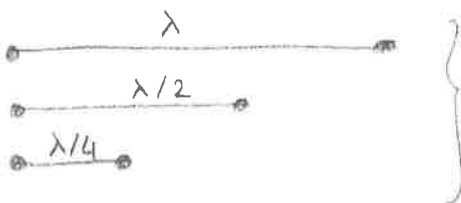
2) Çift Kutuplu Antenler

- * Yarım dalga çift kutuplu anten (veya Hertz anten)



- * Çeyrek dalga dikey anten (veya Marconi anten)

- Tam dalga: antenin uzunluğu dalganın boyuna eşittir.



Tam dalga → $\lambda = L$

Yarım dalga → $\frac{\lambda}{2} = L$

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

3) Parabolic Yansıtıcı Anten (Ganok Antenler)

Ganopın kullonılma sebebi elektromanyetik dalgaları yansıtmasıdır.



Anten Kazancı

Güç akısı, belirli bir yönde mükemmel yönsü antenin (isotropic) herhangı bir yöndeki yayılımı ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuctur.

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 dalga boyu elde edersin.

($\lambda \downarrow$ ve $f \uparrow$ ters orantılıdır) ($\lambda = \frac{c}{f}$)

Etkin Alan

Antenin fiziksel boyu ve şekli ile ilişkilidir.

Anten kazancı ve Etkin Alan arasındaki ilişki;

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

G = Anten kazancı

A_e = Etkin alan

f = taşıyıcı frekans

c = ışık hızı (3×10^8 m/s)

λ = taşıyıcı dalga boyu

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

ÖRNEK: Frekans 12 GHz ve çapı 2m olan parabolik antenin etkin alanı ve anten kazancı nedir?

Anten	Anten Kazancı	Etkin Alan
Isotropic	1	$\frac{\lambda^2}{4\pi}$
Parabolic	$7A/\lambda^2$	$0,56 \lambda$

$$A_e = 0,56 A = 0,56 \pi$$

$$\lambda = c/f = 3 \cdot 10^8 / 12 \cdot 10^9 = 0,025 \text{ m}$$

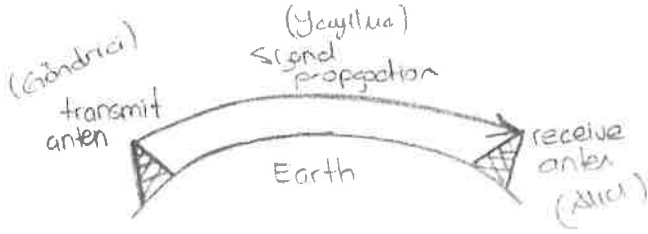
$$G = 7A/\lambda^2 = 7\pi / (0,025)^2$$

$$G = 35186 \rightarrow G_{dB} = 10 \cdot \log_{10} G$$

$$G_{dB} = 46,46 \text{ dB}$$

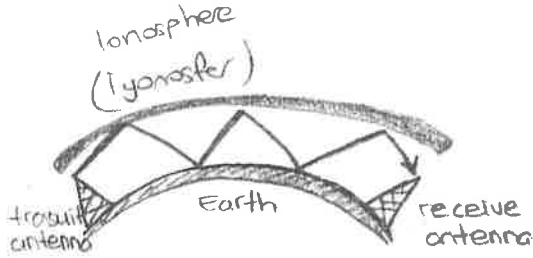
YAYILIM MODLARI

1) Yer Dalgası Yayılımı



- Yeryüzü kontürünü takip eder.
- Elektromanyetik dalgalar yerkabıpu üzerinde akım oluşturur, işaret yavaşlar ve büyölür.
- Önemli uzaklıklara yayılabilir.
- Frekans 2 MHz'e kadar çıkabilir.
- ör/ Am Radio

2) Gökyüzü Yayılımı



- İyonosfer tabakasına çarparak bir yayılım gerçekleşir.
- Yansıma ısıp kırılması ile olur.
- İşaret atmosferin iyonize olmuş katmanları tarafından yere doğru yansıtılır.
- Uzun hava şartları ve iyonosfer kalınlığı yoksa alıcı sinyali alamaz. Gökyüzü yayılımın dezavantajıdır.
- ör/ Amatör radyo, CB Radio, BBC International

3) Görüş Hattı Yayılımı



- Gönderici ve alıcı (iki anten) mutlaka görüş hattı içerisinde olmalıdırlar.
- (Frekans yükseldikçe, dalgaların ulaşması zorlaşır için iki anten birbirini görmek zorundadır)

Uydu Haberleşmesi

İşaret 30 MHz üzerinde olmalıdır.

Yer Haberleşmesi

Antenler kırılma olmasını için etkin görüş çizgisi üzerinde olmalıdır.

Kırılma

Dalgaların atmosfer tarafından bükülmesidir

- Elektromanyetik dalganın hızı, ortam yoğunluğuna göre değişir.
- Ortam değiştiğinde hız değişir.
- Dalga ortam değişiminin olduğu yerde, yoğun olan ortama doğru eğilir.

LOS Kablosuz İletim Kusurları

- Zayıflama ve zayıflama bozulması
- Serbest Uzak Kaybı
- Gürültü
- Atmosferik emilim
- Gökten Gelen Yal
- Kırılma
- Isıl Gürültü

Zayıflama

- İsaletin gücü, iletim ortamı üzerinde uzaklığa bağlı olarak düşer.
- SNR belirli bir değerde olacak ki alıcı isareti olsun. (SNR oranı yüksek olmalı)
- İsalet, hatasız alınabilmesi için gürültü seviyesinden daha yüksek tutulmalı.
- Zayıflama, yüksek frekanslarda daha fazladır, bozulmaya sebep olur.

Gürültü Kategorileri

- İsalet Gürültü

- Crosstalk

İsalet yolları arasında istenmeyen yüklenme

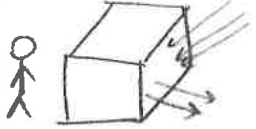
- Intermodülasyon gürültü

→ Farklı frekanslar aynı ortamda karşılaşıp birbirini etkiler.

- Derbe Gürültüsü

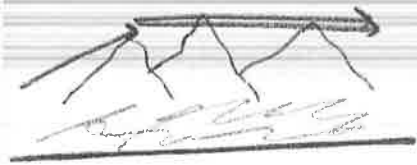
→ Düzensiz gürültü zıplamaları

* GÖKÜ YOL YAYILIMI

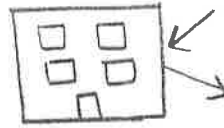


Shadowing (Gölgeleme)

- Sinyal duvardan diğer tarafa geçmez.

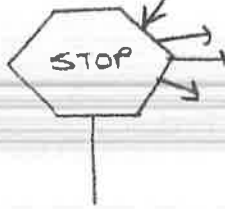


- * Diffraction (Kırılma) → Kırılarak değilse sinyal dalga boyuna orantılı çok daha büyük bir cismin köşesinde oluşur.



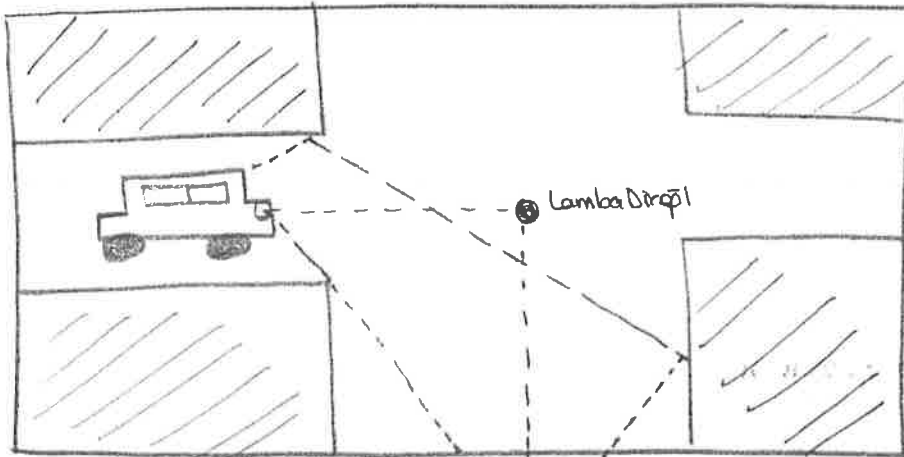
* Reflection (Yansım)

Yansım sinyal, dalga boyuna orantılı çok daha büyük bir cisme karşı oluşur.



* Scattering (Dağılım)

Scattering sinyal dalga boyuna orantılı ya da daha küçük bir cisme karşı oluşur.



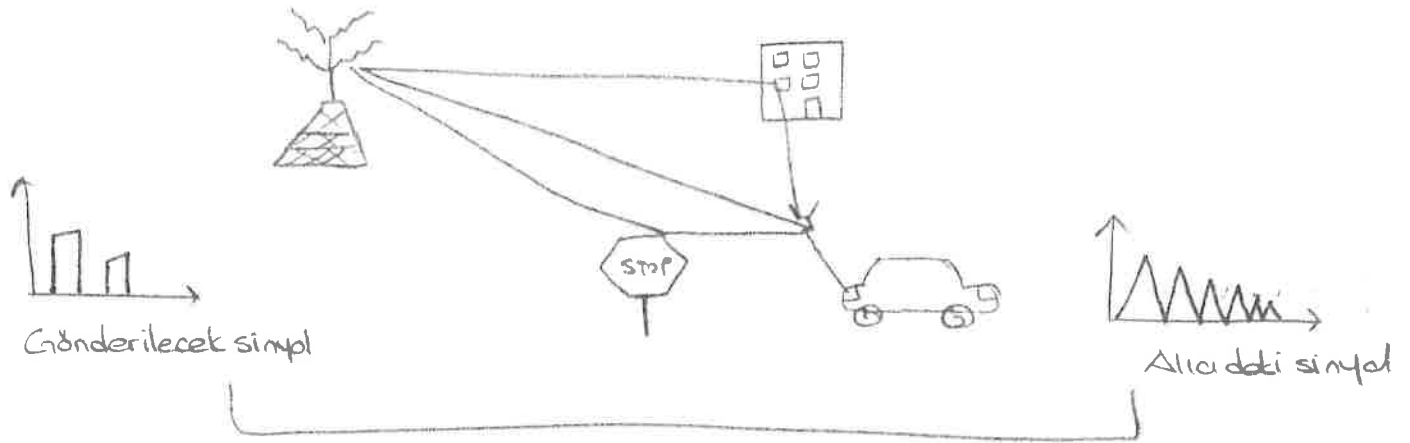
Kırılma

Yansım

Dağılım

GOKLU YOL YAYILMANIN ETKİLERİ

Bu etkilerden ötürü sinyal değişik yollardan alıcıya ulaşabilir...
İletişim nasıl etkilenir?



- Burdaki gibi bir isaret pönderince birden fazla görüntü elde ederiz.
- Kablosuz ortamlarda alıcı ve verici arasındaki iletişim kanalları çok çeşitlidir. Verici tarafından gönderilen sinyaller yansıma, kırılma ve dağılma gibi etkiler nedeniyle alıcıya birçok kanalı kullanarak farklı güçlerde ve farklı zaman gecikmelerinde ulaşabilir.

İŞARET KODLAMA TEKNİKLERİ

Kodlama Teknikleri Seçimi Nedenleri

* Sayısal Veri, Sayısal İşaret

Ekipmanlar sayısal-analog modülasyon ekipmanlarında daha az karmaşık ve ucuz.

* Analog Veri, Sayısal İşaret

modern sayısal haberleşmeye ve ihtiyaçları ekipmanların kullanıma izin verir.

Modülasyon

- * Mükemmel iletişim için sayısal işaretler sonsuz frekans aralığına ihtiyacı duyuyor.
- * Veriyi iletme uygun hale getirmek için yapılan kodlama (encoding) işlevidir.
- * Genelde "baseband" bir sinyali çok daha yüksek frekansa bir "bandpass" sinyal çevirme işlemidir.
Göndermek için kullandığımız taşıyıcı → bandpass,,
Göndereceğimiz bilgi → baseband,,
- * Sinyalin hangi özellikleri değiştirilebilir?
 - Frekansın genliği, periyodu ve faz açısı,,
 - Frekans ne kadar yükselirse anten boyutunu o kadar küçültmeliyiz.

Modülasyon

Frekans Çevrimi

analog

AM FM PM

Sayısal

ASK FSK M-FSK PSK M-PSK

Sayısallaştırma

Kuantalanmış

PAM M-PAM PDM PPM

Kuantalanmamış

DM PCM

- Frekans bölme yapullaması yapılarak aynı anda birçok işaretin taşınmasına olanak sağlanabilir.
- * Modülasyon: yüksek frekanslı taşıyıcının genlik, faz açısı ya da frekansının gönderilecek "baseband" sinyalde göre değiştirilmesi ile yapılır.

Modülasyon Kriterleri

- * Alıcının gönderilen bir sinyal başarılı bir şekilde almasını etkileyen faktörler?
 - İşaret Gürültü Oranı (SNR) ↑ bit hata oranını azaltır.
 - Veri oranı ↑ bit hata oranını artırır.
 - Bant Genişliği ↑ veri oranını artırır.

Modulasyon Nasıl Yapılır?

- Modulasyon yüksek frekanslı taşıyıcının genlik, faz ve frekansının gönderilecek baseband sinyale göre değiştirilmesi ile yapılır.

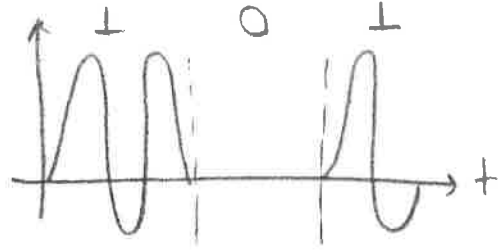
Genel olarak iki çeşit modülasyon işlemi:

Frekans Çevrimi : Temel bant işaretini, bütün olarak yüksek bir frekansa taşıma işlemi.

Sayısalleştirme : Temel bant işaretini örnekleyerek sayısal hale getirme işlemi.

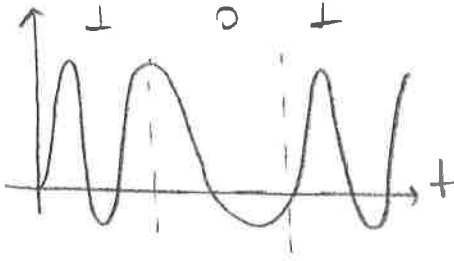
SAYISAL MODÜLASYON

1) Amplitude Shift Keying (ASK) - Genlik Kaydırmalı



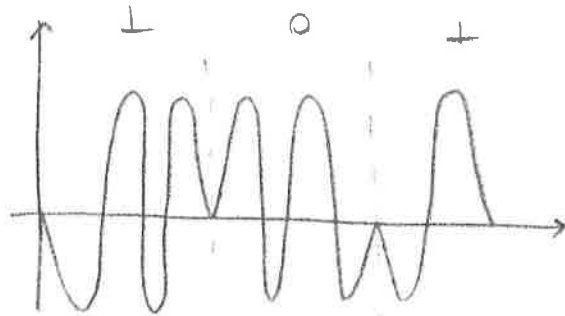
- Basit, verimsiz.
- Düşük bant genişliği
- Girişimden (interference) etkilenir. (Hata oluşur)
- Ses hatlarında, 1200 bps kadar kullanılır.
- 1 peldipinde veriyi gönderir, 0 peldipinde göndermez.
- Sayısal veriyi, optik fiber üzerinde iletmek için kullanılabilir.

2) Frequency Shift Keying (FSK) - Frekans Kaydırmalı



- Yüksek bant genişliği
- Frekans bozulmaları olmaz.
- ASK'dan daha az hata oluşur, işaret ya vardır ya yoktur.
- Yüksek frekanslı (3-30 MHz) radio iletişimi için kullanılır.
- Coaxial kablo kul. LAN'lerde de daha yüksek frekanslarda kullanılır.

3) Phase Shift Keying (PSK) - Faz Kaydırmalı



- İşaretin fazı değişir.
- Karmaşık
- Girişime (interference) karşı dayanıklı.

Güç Kaydırmalı Anahtarlama (ASK)

* İkili değerlerden birisi taşıyıcı sinyalin varlığı ile ifade edilir.

Frekanslar Kaydırmalı Anahtarlama (FSK)

İkili değerler, taşıyıcı frekansına yakın iki değişik frekans ile ifade edilirler.

Multiple Frequency Shift Keying (MFSK)

İki frekanstan fazlası kullanılıyor. Bant genişliği olarak daha iyi sonuçlara ulaştırıyor, daha güvenli.

MFSK frekans kullanımı ($N=4$)

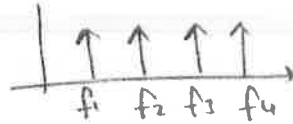
$$f_1 = 00$$

$$f_2 = 01$$

$$f_3 = 10$$

$$f_4 = 11$$

2 bit ise $2^2 = 4$ frekans



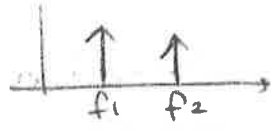
Bit sayısının fazla olması hızı artırır, karmaşıklık da artar.

ASK



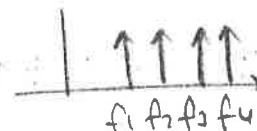
Daha güvenli

BFSK



Hızlı

MFSK



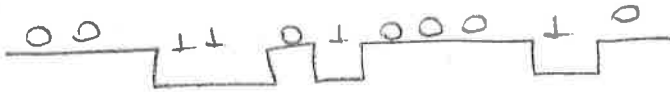
Daha hızlı,,

Phase - Shift Keying - Faz Kaydırmalı (PSK)

İkili değerden ifade etmek için iki farklı faz kullanılır. PSK'da depisim yok. Veri depisimiyorsa faz depisikliği yok. O'dan 1'e geçişte faz depisir. 1-0 geçişte faz depismez.

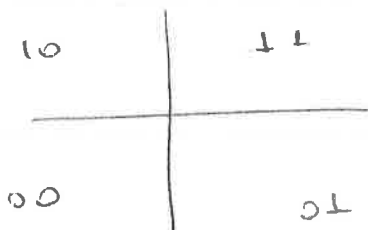
Differential PSK (DPSK)

1 pelditçe fazı çevir. Her faz depisikliği 1'i temsil eder.



Dört Seviyeli (Quadr PSK - QPSK)

- Her bir elemanı iki bit ifade eder.



- 90° bir faz depisikliği olur.

- BPSK'ya göre daha az bant genişliğine ihtiyaç duyar.

- Daha güvenli.

SORU

3 bit pönderirsek ;

000
001
010
011
100
101
110
111

şeklinde ;

a) Bir anda 3 bit göndermek için m ne olmalı?

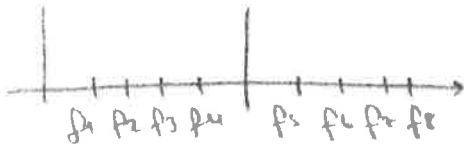
b) Frekanslar arası 1 MHz olmak zorundaysa en az band genişliği?

c) $f_c = 100 \text{ MHz}$ ise kul. frekanslar nelerdir?

Cevaplar

a) $2^3 = 8$ m=8 8 frekans olmalıdır.

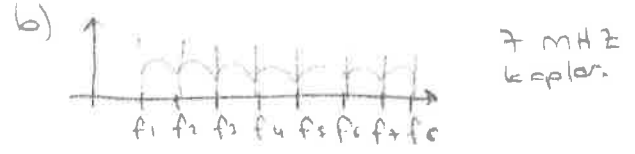
c) 4 tanesi üst kısımda, 4 tanesi alt kısımda. Tam ortadaysa ;



tam ortaya f_0 'yi koyarız.

f_5 100,5 MHz
 f_6 101,5 MHz
 f_7 102,5 MHz
 f_8 103,5 MHz

f_4 99,5
 f_3 98,5
 f_2 97,5
 f_1 96,5



ANALOG VERİ ANALOG İSARET

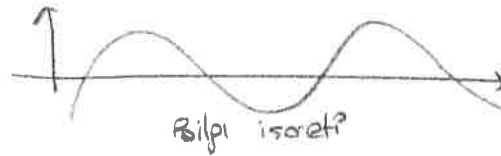
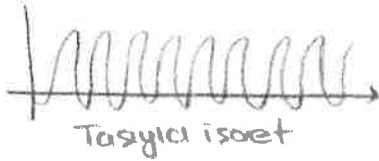
Temel Teknikler

- Analog veriden analog sinyali için / ~~sin~~ sinyalin merkez frekansını yükseltir.

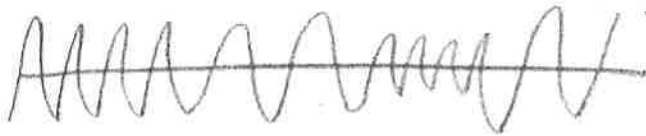
* Amplitude modulation (AM)

* Angle Modulation (Açı Modülasyonu)

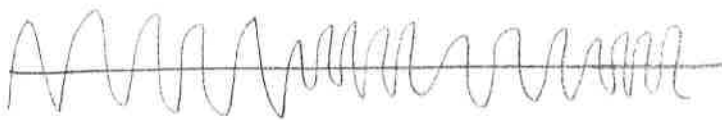
- FM, PM



AM
- En rahat //



FM
Gönderilen isarete göre değişir.
(Frekans f_1 ve f_2 'de değişir)

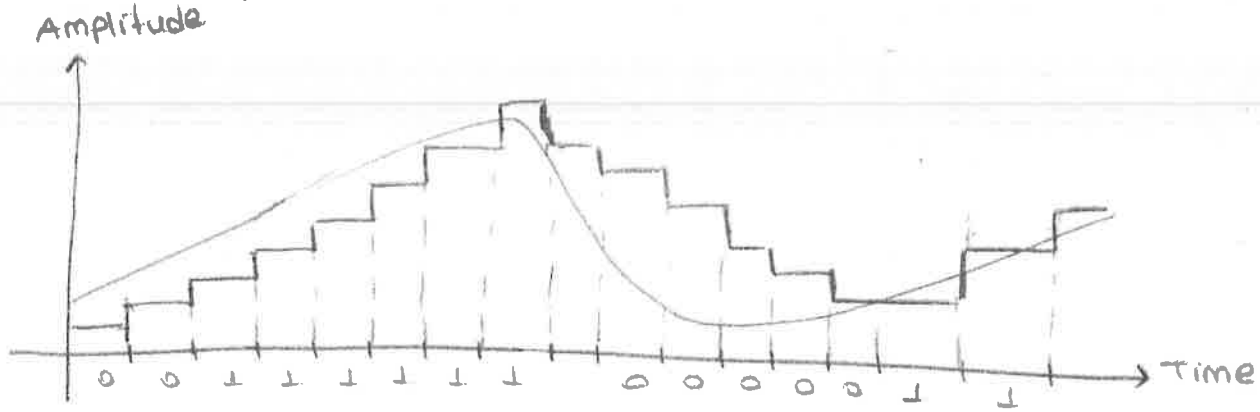


PM
Her an değişir. Faz sürekli olarak pönderilen bilgiye göre değişir.
Tüplü TV'lerde kullanılır.

DELTA MODÜLASYONU

Delto modülasyonu, PCM'den daha basittir.

- Örneklenen deger, bir öncekinden büyükse 1, küçükse 0 olarak gerçekleştirir.



⇒ Üretilen binary data.

* 1 gelince artırılır, 0 gelince azaltılır.

* Her bir örnekleme aralığında bir kuantalama seviyesi yukarı çıkar veya aşağı iner.

* Çok rahat ve güvenilir değildir.

* Biraz pürüzlü varsa bilgi karşı tarafa yanlış aktarılır.

* Uzak mesafeler için uygun değil.

Sayısal Tekniklerin Gelişmesinin Nedenleri

Günümüzde zaman paylaşımli modülasyon tekniği frekans paylaşımli ağullarda gönderilirken bozulmalar olabiliyor.

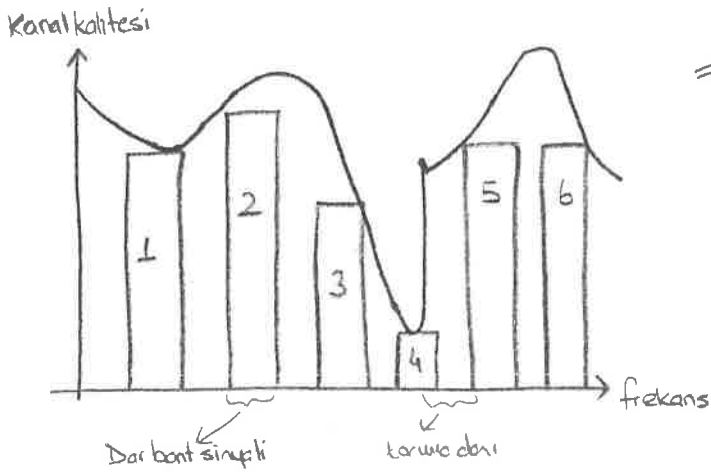
Yükselticiler yerine tekrarlayıcılar kullanılır.

Sayısal işaret çevrimi, daha etkili sayısal anahtarlama tekniklerinin kullanılmasına izin verir.

————— VİZEYE KADAR —————

SPREAD SPECTRUM (YAYILI İZGE)

- * Modülasyon teknikleri bant genişliği kullanımını etkin hale getirmeyi amaçlar.
- * Spread Spectrum teknikleri ise gerekenden çok daha fazla bir bant genişliği kullanır.
 - Tek kullanıcı için gereksiz bant genişliği israfı olur ancak çoklu kullanımda kullanıcılar aynı bant genişliğini girisim almadan kullanabilir.
 - Doğrusu ile çoklu kullanımda spread spectrum bant genişliği açısından etkin bir yöntemdir.
- * Spread spectrum iletilecek veri için gerekli olan bant genişliğinin yayılmasını içerir.
- * CDMA spread spectrum tekniğine dayanan bir çoklu erişim modelidir. Aynı bant genişliğini kullanarak için CDMA örnek verilebilir. İletişim safhası.
- * CDMA'de ortak bir kanalı kullanan her bir kullanıcıya aynı frekans bandını kaplayan bir sinyal (code) verilir.
- * Veriyi geniş bant genişliğine yaymak jamming ve interception'ı zorlaştırır.

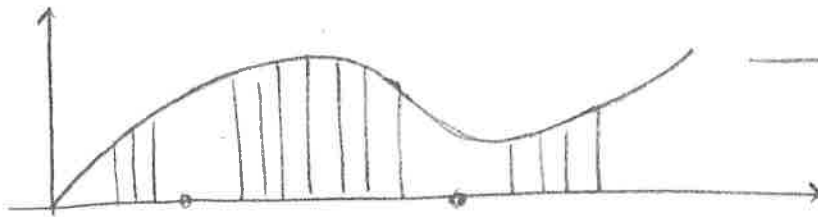


⇒ Dar Bant Kanalları

- * Dar bant girişimi yüzünden 3. ve 4. kanallardaki sinyal kalitesi çok düşük olduğundan dış tarafından doğru alınamaz.

Gözüm ?

- Dar bant işareti özel bir kod kullanarak geniş bant işareti olarak yayılır.
- Spread spectrum narrowband interference karşı dayanıklılığı artırır



→ Erişildiği zaman bilgiyi elde ediyoruz zaten.

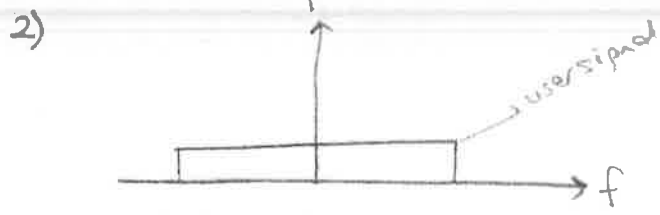
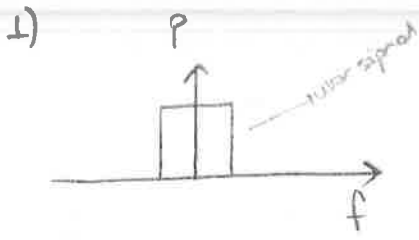
Bilginin tüm frekans bandına yayılması.

→ 4'e denk geldiği için ses alınamaz. Ama bu çok etkilemez. Çok kısa bir an kulakımıza ses gelmez. Biz bunu farketmeyiz bile. Çok büyük bir bilgi kaybı değildir.

- * Bütün narrowband sinyaller aynı frekans aralığında broadband sinyal olarak yayılır.

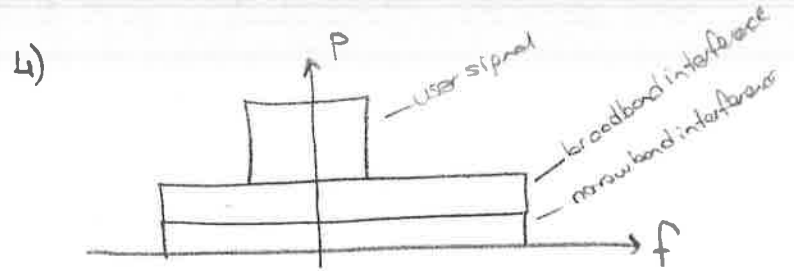
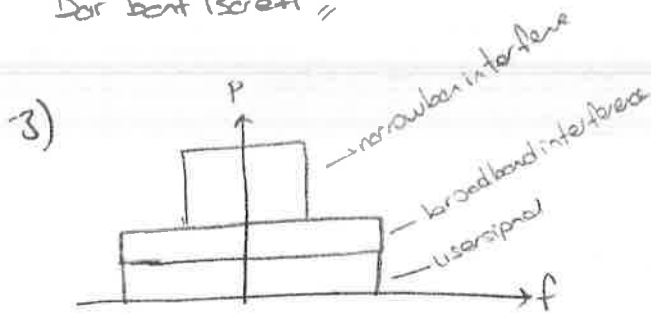
Bosa harcanan spectrum ne kazandırıyor?

- Gürültüye karşı dayanıklılık
- Güvenlik - şifreleme
- Çok kullanıcı geniş bir bandı çok az bir girişim ile kullanabilir.



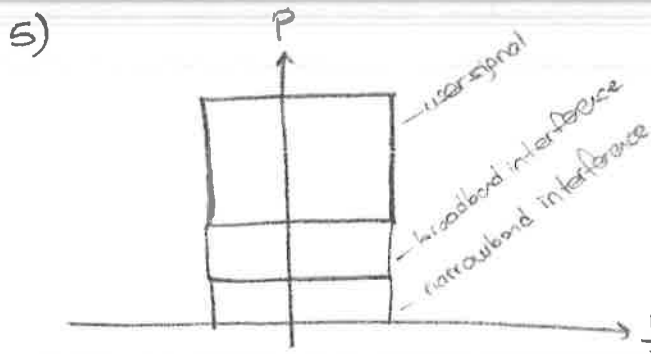
Dar bant isareti =

Gönderici isareti yayar, dar bant isareti geniş bant isaretine dönüştürür. Aynı enerji daha geniş bir frekans aralığına yayılır.



İletim sırasında, dar bant ve geniş bant girişim isarete katılır.

Alıcı isareti toplar ve dar bant girişimi yayar.



Alıcı bir bant geçiren filtre kullanarak asıl isareti elde eder.

* Veri bir kanal kodlayıcıdan geçirilir.

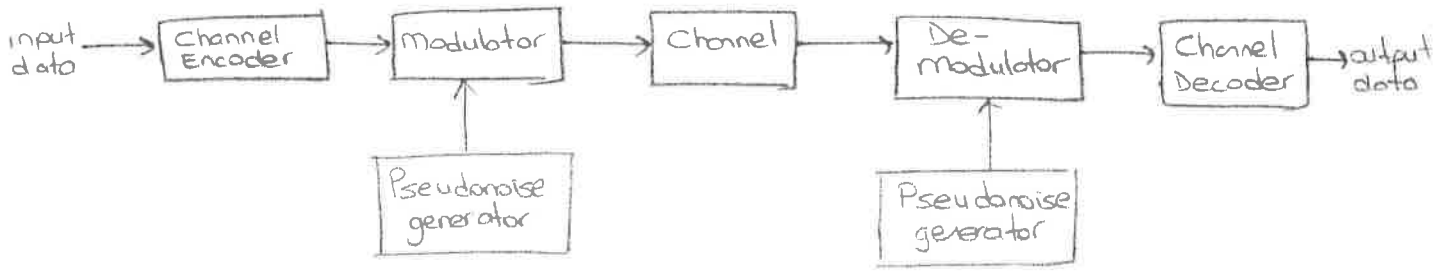
- Dar bant genişliğine sahip bir analog sinyal elde edilir.

* Bu sinyal bir bit sırası kullanılarak modüle edilir.

- Dağıtım kodu ya da dağıtım sırası olarak adlandırılır.

* Modülasyon gönderilecek olan sinyalin bant genişliğini arttırmak için yapılır.

- * Alıcı tarafında, aynı bit dizisi spread spectrum sinyali demodüle etmek için kullanılır
- * Sinyal kanal decoder'dan geçirilerek orijinal veri elde edilir



Spectrumun yayılması iki şekilde olabilir:

* Frequency Hopping

* Direct Sequence

Hocanın yazdırdığı örnek:

→
f₁
f₂
⋮

→
f₁
f₂
⋮

Eğer sırayla gönderiliyorsa, karşı tarafta bilgiyi sırayla alıyor. Sıra bozulursa, bilgi bozularak aktarılır.

	Dizi
t ₁	1
t ₂	6
t ₃	4
t ₄	5
t ₅	2
t ₆	3

	A	B	C	D	E	F
t ₁	1	3	4	6	2	5
t ₂	6	2	3	5	4	1
t ₃	4	5	2	1	3	6
t ₄	5					
t ₅	2					
t ₆	3					

Bu sıranın takip edilmesi lazım. İki tarafın enbismali olması lazım. Aksi takdirde iletişimde sıkıntı olur.

A' B' C' D' E' F'
Karasıllıkli görüşme,,

- Görüşme yapılabilmesi için karşılıklı kod bilmesi lazım.
- * A-A' arasındaki haberleşmeyi, diğerleri duymaz, bilmez. Şifreleme de söz konusudur.

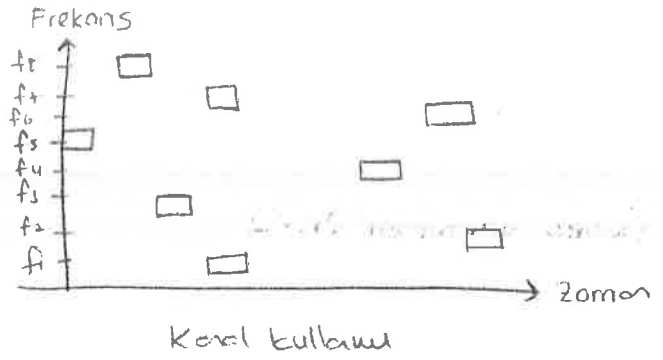
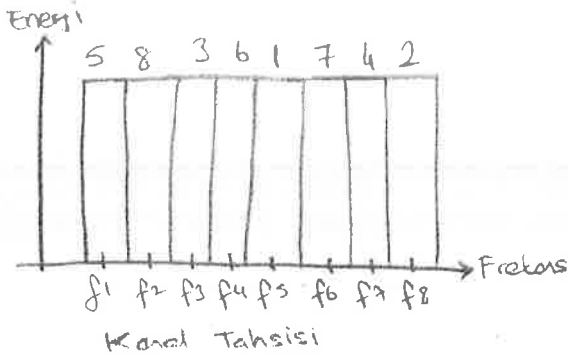
A, B, C, D, E, F cihazlarını sadece bir kişi üretiyor. Sadece onun.

Planlamada bir değişiklik yapmak istersem, başlangıç değerini değiştirmek yeterli olacaktır.

rand varmış gibi aynı sırada üretir
(Rastgele ama aynı sırada) (Yapay Random)
(Pseudo Random Örneği !)

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

- * İşaret rastgele radyo frekans serisi üzerinden gönderilir.
 - FH sinyali için kanallar ayrılır.
 - Her kanalın genişliği giriş işaretinin bant genişliğine eşittir.
- * İşaret belirli zaman aralıklarında frekanstan frekansa zıplar.
 - Gönderici bir anda bir kanalda işler.
 - Bit'ler bazı kodlama teknikleri ile gönderilir.
 - Her bir başarılı aralıkta, yeni taşıyıcı frekansı seçilir.



- * Zıplama yapılacak kanal dizisi spreading code tarafından belirlenir.
- * Gönderici ile senkronize bir şekilde frekanslar arasında zıplayan alıcı gönderilen mesajı alır.
- * Avantajlar
 - Kötü kişiler sadece çıksınlar bipler duyar.
 - Frekans tam edilirse sadece birkaç bit etkilenir.

MFSK kullanan FHSS

- * MFSK işareti, FHSS taşıyıcı işaret ile modüle edilerek, MFSK işareti her T_c saniyede yeni bir işarete çevrilir.
- * R veri oranı için?
 - Bir süresi $T = 1/R$ saniye
 - İşaret eleman süresi $T_s = L T$ saniye
- * $T_c \gg T_s$ slow - frequency - hop spread spectrum
- * $T_c < T_s$ fast - frequency - hop spread spectrum

Slow Frequency Hop

Yavaş frekans atlamak, iletişimin radyo frekanslarını düzenli aralıklarla deplasman işlemidir. Tek bir frekansta iletim süresi tipik olarak birkaç bit dijital bilgi göndermek için geçen zamandan daha uzundur. Yavaş frekans atlamak, radyo sinyalinin solmasının etkilerini azaltmak ve aynı frekansta çalışan radyo kanallarındaki parazitlerin etkilerini en aza indirmek için kullanılır.

Aynı frekansta çalışan yakındaki hücre bölgelelerinden alınan radyo sinyali girişiminin etkileri, yavaş frekans atlamalı kulbılarak azaltılabilir. Girişim radyo sinyalleri sadece belirli zaman dilimlerini etkileyebilir. Frekans atlama, birden fazla zaman dilimine dağıtılan, hata korunması ile birleştirildiği için, bir sinyal solması da ho az sayıda bit hatası üretecektir.

⇒ Yavaş Frekans Atlama (SFH)

- Bu durumda bir veya daha fazla veri biti bir atlamada iletilir. Bir avantaj, tutarlı veri algılamının mümkün olmasıdır. Çoğunlukla, yavaş atlama kullanan sistemler aynı zamanda bitlerin kaybını bir sekmede geri kazanmak için hata kontrol kodlaması kullanır.

Fast Frequency Hop

- Bir veri biti, çoklu atlamalara bölünür. Hızlı sekmede, tutarlı sinyal algılamak zordur ve nadiren kullanılır. Çoğunlukla, FSK veya MFSK modülasyon kullanılır.

FHSS Performans İncelemesi

- * Çok sayıda frekans kullanılır.
- * Jamming'e oldukça dayanıklı bir sistemdir.
 - Jammer bütün frekanslarda bozma yapılı
 - Eğer jammer'in gücünün sabit olduğu kabul edilirse, frekans başına düşen jammer gücü düşer ve işaret bozulur.

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) (EXOR)

- Original iletideki her bir bit gönderilen iletideki çoklu bitler ile sunulur.
- Yayılı kod iletideki data yüksek frekans bandına yayılır.
 - * Yayıma kullanılan bit sayısı ile doğruluk oranıdır.

XOR	Data input A											
	0 1 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1											
	B											
	0 1 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1											
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Receiver	C											
	B											
	A = C ⊕ B											

Code-Division Multiple Access (CDMA)

CDMA'nın temel prensipleri

- D = Veri işaretinin oranı
- Her bir biti k yongaya ayırır
 - * Yonga her kullanıcı tarafından depismez örüntülerdir.
- Yeni kanalın yonga verisi = kD

ÖRNEK

Eğer $k=6$ ve kod 1 ve -1 'lerin bir dizisi ise

* Bir "1" bit için, A yonga örüntüsünü gönderir:

$$- \langle c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6 \rangle$$

* Bir "0" bit için, A kodun tümleyeni gönderir:

$$\langle -c_1, -c_2, -c_3, -c_4, -c_5, -c_6 \rangle$$

Alıcı göndericinin kodunu bilir ve elektronik kod çözümü fonksiyonu uygular:

$$S_u(d) = d_1 \times c_1 + d_2 \times c_2 + d_3 \times c_3 + d_4 \times c_4 + d_5 \times c_5 + d_6 \times c_6$$

$$\langle d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \rangle = \text{Alınan yonga örüntüsü}$$

$$\langle c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6 \rangle = \text{Göndericinin kodu}$$

- Kullanıcı A kodu = $\langle 1, -1, -1, 1, -1, 1 \rangle$

* "1" biti göndermek için = $\langle 1, -1, -1, 1, -1, 1 \rangle$

* "0" biti göndermek için = $\langle -1, 1, 1, -1, 1, -1 \rangle$

- Kullanıcı B kodu = $\langle 1, 1, -1, -1, 1, 1 \rangle$

* "1" bit göndermek için = $\langle 1, 1, -1, -1, 1, 1 \rangle$

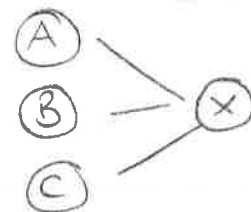
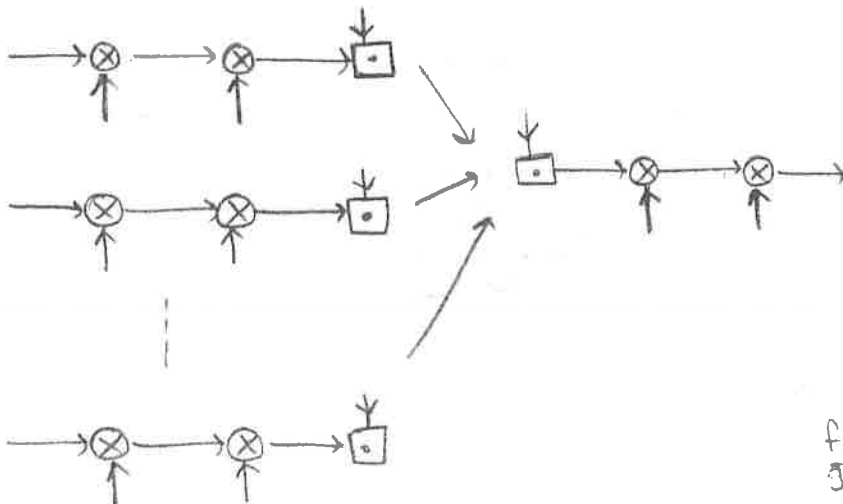
- Alınan kodlarını alır alıcı

* (A'nın kodu) \times (Alınan yonga örüntüsü)

- Kullanıcı A '1' bit : $6 \rightarrow 1$

- Kullanıcı A '0' bit : $-6 \rightarrow 0$

- Kullanıcı B '1' bit : $0 \rightarrow$ istenmeyen işaret ihmal edilir.



- Merkeze gönderiliyor. Karşı taraf aynı frekans bandında bilgilerin hepsinde geldiğini nasıl anlayacak?

\Rightarrow A, B, C'nin kodları var \times bu sayede koda

HÜCRESEL AĞLARI

- * İlk mobil op sistemlerinde amaç tek bir yüksek güçlü anten ile oldukça geniş bir alanı kapsamaktır.
- * Hücresel op konsepti
 - Yüksek güçlü gönderici yerine düşük güçlü göndericiler ile değiştirme.
 - Her bir baz istasyonu bütün kanallardan bir kısmını alır
- * PrensiP: Talep arttıkça baz istasyonu sayısını artır ve iletim gücünü düşür.
 - Belli sayıda ki kanal tekrar tekrar kullanılarak göreceli olarak çok sayıda ki kullanıcıya hizmet eder
- * Bir sistem içinde bütün hücresel baz istasyonları için kanal gruplarını seçme ve yer ayırma tasarım süreci frekansın yeniden kullanımı veya frekans planlaması olarak bilinir.
- * Space division multiplex (Alan Paylaşımli Çokulla) kullanılır.
 - Bir baz istasyonu belli bir bölgeyi kapsar. (cell = hücre)
- * Mobil istasyonlar sadece baz istasyonu ile iletişim kurarlar.
- * Hücre Yapısının Avantajları:
 - Yüksek kapasite, yüksek kullanıcı sayısı
 - Düşük iletim gücü gerektirir.
 - Daha güvenilir, bağımsız yönetim
 - Baz istasyonu yerel olarak girişim ve iletim ortamından faydalır.

Dezavantaj

- Bütün baz istasyonlarını bağlamak karmaşık bir yapı gerektirir.
- Devir teslim gerektirir.

Hücresel Gösterimi

- * **Footprint:** Bir hücrenin gerçek radyo kaplama alanı.
 - Baskın ve dörtgen bölgeler (kare, eşkenar üçgen).
 - Altıgen geometri, bir coğrafik alanı kapsamak için daha az sayıda hücre kullanılmasını sağlar.

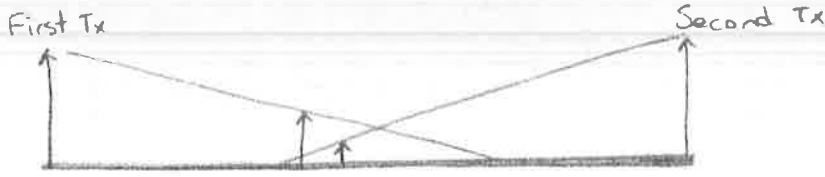
Kanal Tanımı

Bir kanal şöyle karakterize edilir,

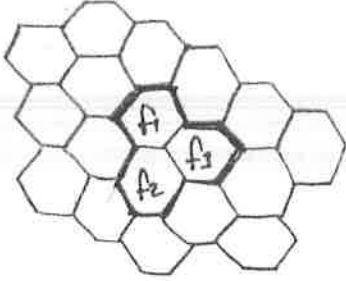
- * Frequency Division Multiplexing (FDM)'de frekans bandı.
- * Time Division Multiplexing (TDM)'de zaman yuvası
- * Code Division Multiplexing (CDM)'de dik modülasyon kodu.
- * Veya, yukarıdakilerin kombinasyonu.

Kanal Tekrar Kullanımı

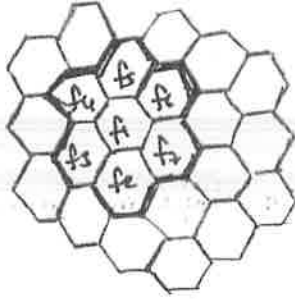
Ana göndericiden alınan enerjinin, ikinci göndericiden baskın olması için, eğer kanalı kullanan ikinci gönderici ana göndericiden yeterince uzaktır ise kanal yeniden kullanılır.



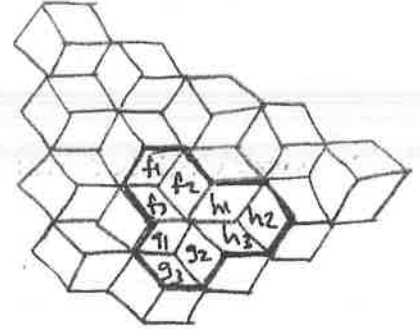
Frekans Planlaması



* 3 Hücre Demeti



* 7 Hücre Demeti



* 3 sektör Anteni ile 3 hücre demeti

Kapasite ve Demet

* N : Grup içerisindeki hücre sayısı (Demet boyutu)

* k : Bir grubun her hücresindeki kanal sayısı

* S : Bir grupta kullanılacak çift yönlü kanal sayısı (Demet)

$$S = k \cdot N$$

* N hücreleri demet olarak isimlendirilir.

* M : Demet sayısı ve C : Kapasite

$$C = M \cdot N = M \cdot S$$

* C kapasitesini en büyük yapmak için en küçük mümkün N değeri - Girisi

* Bir hücresel sistemin frekansı (veya kanalı) yeniden kullanımı faktörü $1/N$ ile verir

$$N = i^2 + i \cdot j + j^2$$

ÖRNEK

Tam çift yönlü sesi sağlamak ve kontrol etmek için iki adet 25 KHz tek yönlü kanal kullanan özel FDD hücresel telefon sistemine toplam 33 MHz bant genişliği ayrılmış ise $N=4, 7$ ve 12 ise hücre başına kanal kanal sayısı ve k 'yi hesaplayın.

KANAL DAĞITIMI STRATEJİLERİ

Sabit Kanal Atama

- Belirli frekanslar belirli hücrelere atanır.
- Problem : Farklı hücrelerde farklı trafik yükü
- Bloklama : Eğer bir hücredeki bütün kanallar dolu ise, yeni bir çağrı bloklanır.

Düzensiz olmayan yük dağılımını etkisini alt etmek için stratejiler

- Düzensiz olmayan kanal ayırma : Her bir hücreye atanan kanal sayısı beklenen yüke bağlıdır.

Sabit Kanal Atama

- Kanal ödünç alma şemaları : girişim kısıtları yerine getirilmesi halinde konsu bir hücreden bir kanal ödünç ; aramalar tamamlandıktan sonra ödünç kanalları döndürülür.
- * Kanal kilitleme : Bir kanalı ödünç alındığı zaman, diğer bazı hücrelerin onu kullanmaları yasaktır.

Dinamik Kanal Atama (DCA)

- * Kanallar trafike göre atanır.
- * Mobil Anahtarlama Merkezi, komşu hücreler tarafından zaten kullanılan frekanslara göre frekanslar seçer.
- * Hücrelerde daha fazla kapasite kullanımı daha fazla trafik demektir.
- * MSC kanal mespuliyeti, trafik dağılımı gibi bilgileri gerçek zaman verisi olarak toplar.

DCA Stratejileri

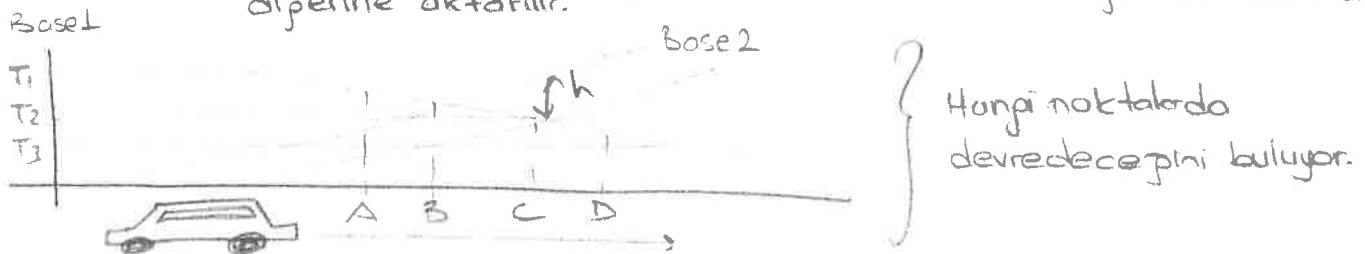
- * Merkezi DCA : Merkezi kontrolör veya merkezi havuz.
- * Dağıtık DCA

Hibrit Kanal Atama (HCA)

- * Toplam kanal kümesi iki alt kümeye ayrılır.
 - İlk kanal kümesi FCA tarafından hücrelere atanır.
 - İkinci alt küme merkezi havuzda tutulur ve istekte hücrelere dinamik atanır.

Devir Teslim

Devri Teslim : Kullanıcı hareket ettikinde devam eden bir çağrı bir hücreden diğerine aktarılır.

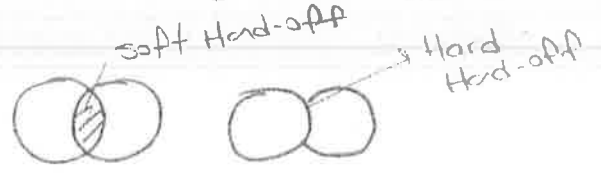
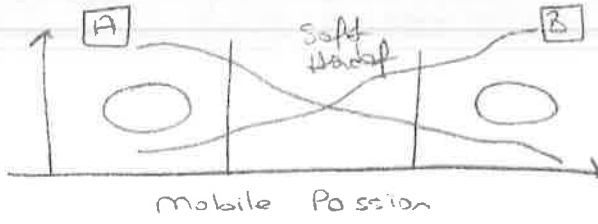


Kullanıcı hareketinde, baz 1'in işaret gücü azalır ve baz 2'ninki artar.

Katı ve Yumuşak Devir Teslimi

Katı Teslim : Mobil (Cep) bir sonraki kanalı seçmeden bir kanal biter. (TMA sisteminde)

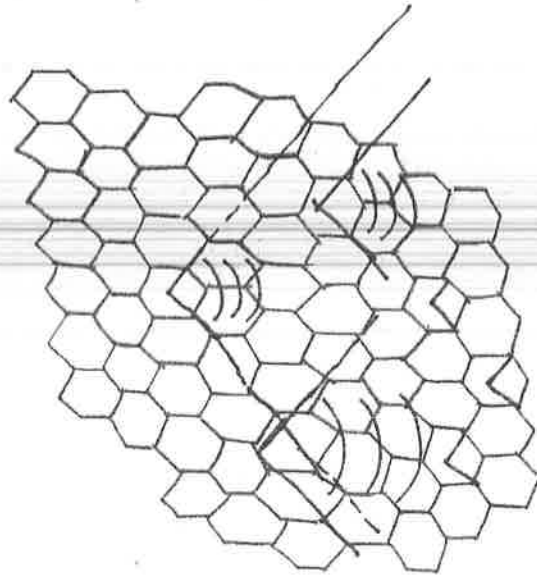
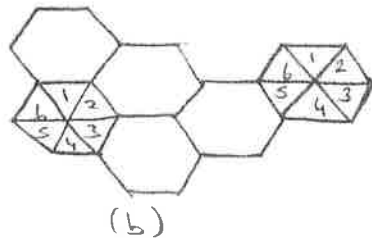
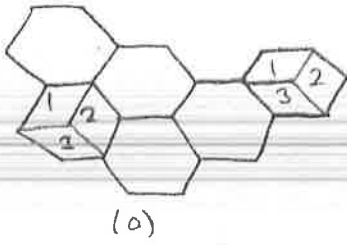
Yumuşak Teslim : Mobil istasyon bir veya daha fazla boş istasyondan işaret alır, bunları karşılaştırır ve en iyi işareti seçer.



Devir Teslim Öncelipi

- Devam eden çağrılara karşı yeni çağrılar. (QoS)
- Çağrı engelleme oranı
- Çağrı bırakma oranı
- Öncelik Teslimi
- Koruma Kanalı Kayması
- Teslim istek kuyruğu

Sektörleme



(a) 120° sectoring

(b) 60° sectoring

7 Hücreli yeniden kullanımı sisteminde sektörleme perçekler

- Bölgeleme ilk kademede girişim yapabir sayısını azaltıpden girişimadır.
- Bu nedenle, bölgeleme sistemindeki her bir kullanıcı için S/I'yı iyileştirir.