

BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

Doç. Dr. İbrahim ÖZÇELİK
Sakarya Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü



VERİ İLETİŞİMİ DERS İÇERİĞİ

14 HAFTALIK DERS İÇERİĞİ

Hafta1	Dersin Tanımı (İçerik, Kaynaklar, Değerlendirme, vb)
Hafta2	Veri İletişimine Giriş, Temel Kavramlar ve Ağ Modeli
Hafta3	Fiziksel Katman: Sinyaller
Hafta4	İletim Bozulmaları, Kanal Kapasitesi ve Gecikme, İletim Ortamları
Hafta5	Sayısal İletim: Sayısal-Sayısal Kodlama Teknikleri
Hafta6	Sayısal İletim: Analog-Sayısal Kodlama Teknikleri
Hafta7	Analog İletim: Sayısal-Analog Kodlama Teknikleri
Hafta8	Çoğullama (FDM, WDM, TDM)
Hafta9	Vize
Hafta10	Veri Bağı Katmanı: Çoklu Erişim Teknikleri (TDMA, FDMA, CDMA)
Hafta11	Veri Bağı Katmanı: Çoklu Erişim Teknikleri (Aloha, CSMA/CD)
Hafta12	Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri (Parity, CRC, Checksum, Hamming)
Hafta13	RS232 Asenkron Seri İletişimi
Hafta14	DSL Teknolojileri / Test Sınavı

DERSİN ÖĞRENME ÇIKTILARI

- Veri iletişiminin temel bilgilerini öğrenmek,
- Sayısal ve Analog iletimde kullanılan modülasyon ve hat kodlama tekniklerini öğrenmek,
- Hata sezme ve düzeltme tekniklerini (Parity, CRC, Checksum ve Hamming Kodlama) öğrenmek,
- Çoklu erişim sistemlerini öğrenmek,
- RS-232 programlama yapabilmek,
- DSL teknolojilerini ve aralarındaki farkları öğrenmek
- Günümüzde kablolu ve kablosuz tüm iletişim sistemlerinin anlaşılmasına ve değerlendirilmesine imkan veren ölçütleri öğrenmek,
- Bilgisayar ağları dersine bir temel hazırlamak,

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

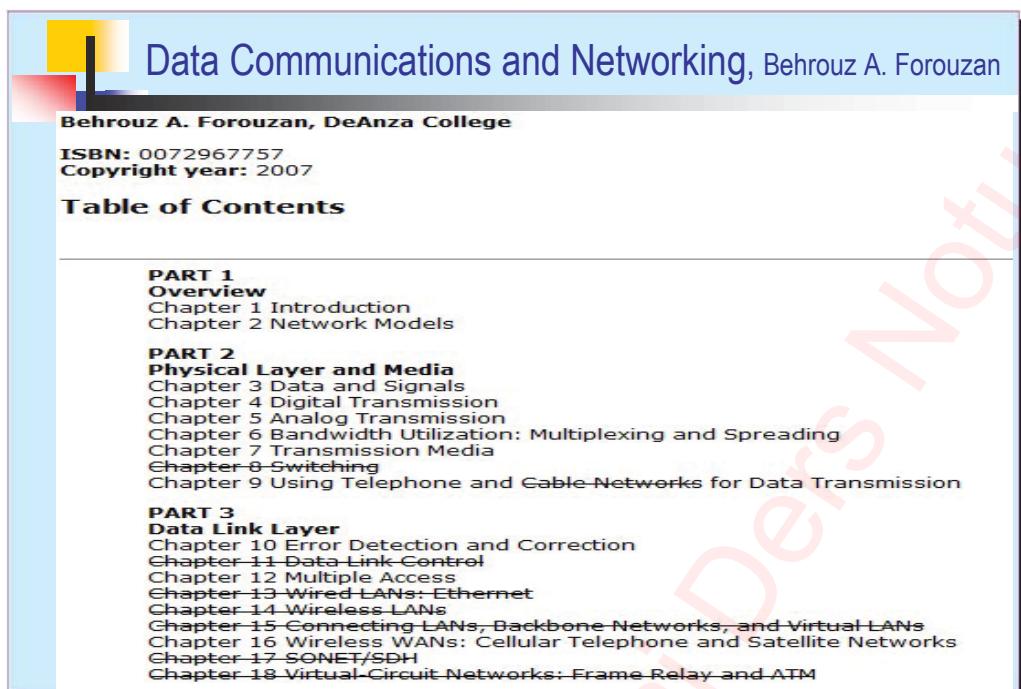
3

DERS NOTLARI VE KİTAPLARI

1. Veri İletişimi Ders Notları, İbrahim Özçelik, Sakarya Üniversitesi
2. Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
3. Data and Computer Communications, William Stallings, Pearson Higher Education.

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

4



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

5



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

6

BÖLÜM1: VERİ İLETİŞİMİNE GİRİŞ

Doç.Dr. İbrahim ÖZÇELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

BÖLÜM1: VERİ İLETİŞİMİNE GİRİŞ

- **GİRİŞ**
 - Motivasyon
 - Veri İletişimi ve Bileşenleri
 - Standartlar
- **TEMEL KAVRAMLAR**
- **AĞ MODELİ**

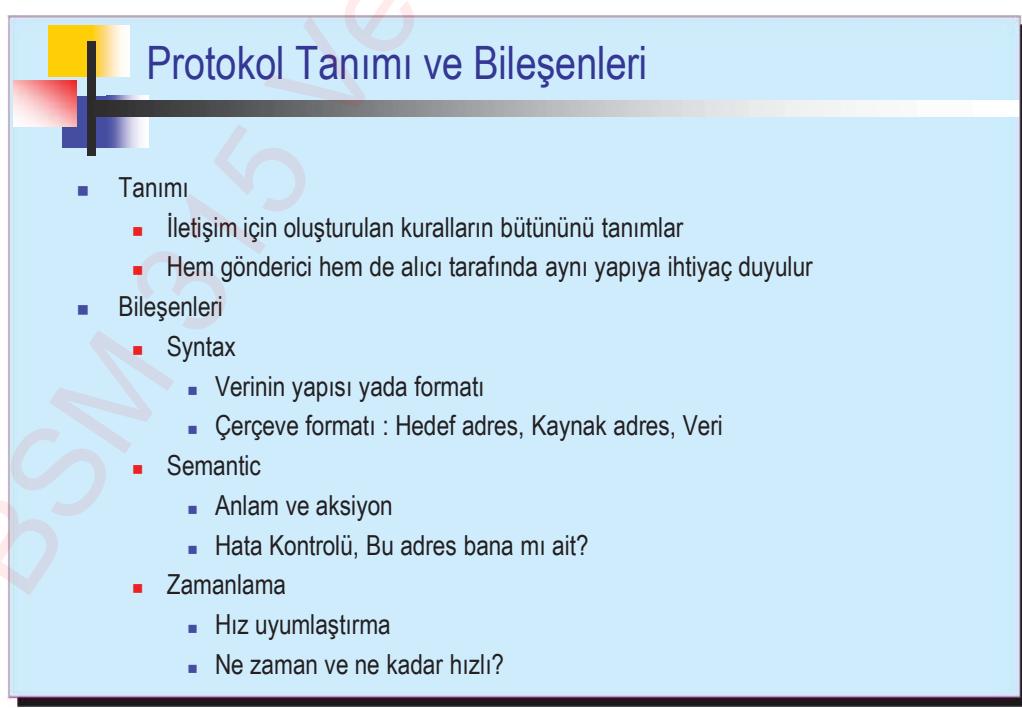
GİRİŞ - Motivasyon

- İnsanlar
- Hedef → İLETİŞİM
 - Bilginin (verinin) alınıp verilmesi / paylaşımı
- İletişim metodu

	<u>Gecmiş</u>	<u>Şu anda</u>
<u>Yerel</u>	Konuşma Yazılı Belge	Elektronik Doküman
<u>Uzak</u>	Mail Telefon TV	Email Kablosuz Telefon Video Konferans

Motivasyon - devamı

- Değişim Parametreleri
 - Zaman – Daha hızlı
 - Boyut – Daha büyük
 - Doğruluk – Kesin
 - Erişilebilirlik – Daha kolay



Ağ Kriterleri

Ağ Kriterler

Performans

- İletim ve cevap zamanı
- Kullanıcıların sayısı
- Ortam
- Donanım/Yazılım

Güvenilirlik

- Başarısızlıkların sayısı
- Kurtarma, Telafi etme zamanı

Güvenlik

- Hackers
- Virüsler

Standartlar

- Farklı ürünler yada hizmetlerin birlikte çalışabilmesi için genel bir model
- Üreticiler ve ilgili insanlar için kılavuz, yönerge
- Tek bir grup, gruplar yada komiteler tarafından geliştirilir
- 2 standart kategori
 - De facto standart – benimsenen, kabul edilen – Ethernet
 - De jure standart – kural – IEEE 802.3

Standart Organizasyonlar

- ISO - International Organization for Standardization
 - Ağ konusunda geniş bir standart yelpazesi olan bir organizasyondur. OSI başvuru modeliyle de diğer ağ mimarilerine örnek, baz olmuştur.
- ANSI - American National Standards Institute
 - Bilişim ve birçok endüstri dalında standartlar belirleyen bir enstitüdür. Bilgisayar dünyası ile ilgili birçok standart belirlemiştir. Örneğin ANSI C, C programlama dili için önemli bir baz teşkil eder. FDDI, ANSI'nin en çok bilinen ağ teknoloji standardıdır.
- EIA - Electronic Industries Association
 - Daha çok elektriksel aktarım üzerine standart belirleyen bir birliktir; en çok bilinen standartları RS232, EIA568 ailesidir.
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
 - Genel olarak elektronik endüstrisi standarı belirleyen bir enstitüdür; iletişim üzerine de önemli standartları vardır. IEEE'nin en çok bilinen standartlarından bir IEEE 802.x ailesidir.

Standart Organizasyonlar - devamı

- ITU-T - International Telecommunication Union
 - İletişim arayüz standartları ile ünlü bir birliktir; X.25, V.22, V.35 gibi V ve X ailesi, bilinen ünlü ITU-T standartlarıdır.
 - ITU-TSS : ATM'in protokollerini ve arayüzlerini tanımlamıştır
- ATM Forum- Daha çok üretici firmaların üye olduğu bir çalışma grubu
 - ITU-TSS tarafından tanımlanan standartları geliştirmek ve tüm üyelerinin uyacağı, ürünlerine yansıtacağı standarı belirlemektir.
- IAB - Internel Activities Board
 - Internet ve ağlar arası bağlaşım üzerine araştırma ve geliştirme yapan organizasyon; Internet standartları IAB tarafından belirlenir. Bazı RFC dokümanlarının Internet standarı olarak kabul edilmesi IAB tarafından duyurulmuştur.
- RFC - Request for Comments
 - TCP/IP ve Internet için önemli bir bilgi kaynağı olan RFC dokümanları, bu konu ile yakından çalışan veya geliştirme yapan programcılar, araştırmacıların başvuru kaynağıdır. Internet teknigi ve ağ konusunda hemen her şey RFC dokümanları içerisinde tanımlanmıştır. Bir kısmı standart olarak kabul edilmiştir; her yeni gelişme, teknik bir RFC dokümanı olarak tanımlanmaktadır.

TEMEL KAVRAMLAR KONU BAŞLIKLARI

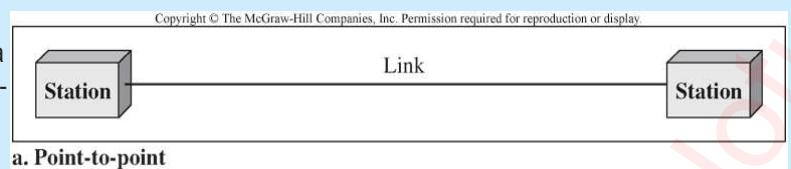
- Hat Konfigürasyonu
- Topolojiler
- İletim Modları
- Coğrafi Yapılara Göre Ağ Kategorileri

Hat Konfigürasyonu

- Hat : Fiziksel bir iletişim yolu
- Hat Konfigürasyonu: Bir iletişim cihazının bir hatta ilişkisini tanımlar
- İki mümkün hat konfigürasyonu
 - Noktadan noktaya - Point-to-point
 - İki cihaz arasındaki direk bağlantı, kablolu yada kablosuz kanal
 - Sadece 2 bağlantı hattı paylaşır
 - Çoklu nokta bağlantısı – Multipoint
 - İkiiden daha fazla cihaz hattı paylaşır
 - Kanal kapasitesi paylaşıllır

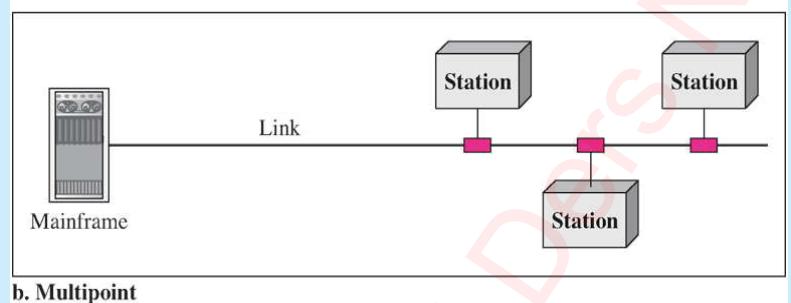
Hat Konfigürasyonu - Şekiller

Noktadan Noktaya
bağlantı – Point-to-Point



a. Point-to-point

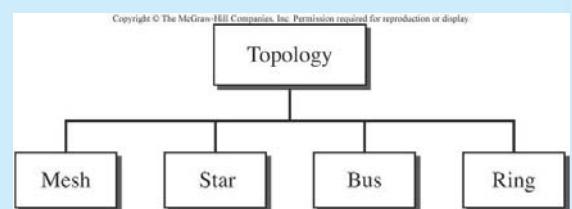
Çoklu Nokta
Bağlantısı-
Multipoint



b. Multipoint

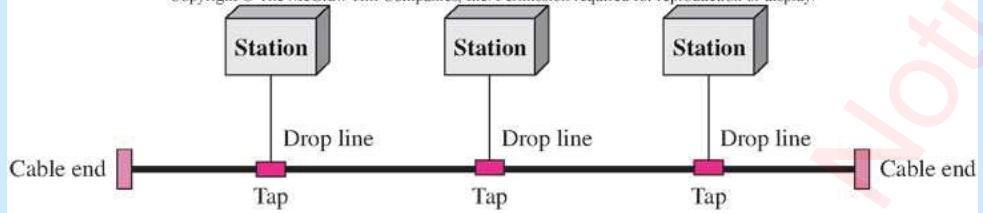
Topolojiler

- Topoloji Tanımı
 - Bilgisayar ağını oluşturan elemanların yada birimlerin fiziksel veya mantıksal bağlantı ile oluşturduğu yapı
 - Ağda bulunan elemanların oluşturduğu mimari yapı
- Temel olarak 4 tip topoloji bulunmaktadır
 - Yol (Doğrusal) topoloji
 - Yıldız (Star) topoloji
 - Halka (Ring) topoloji
 - Mesh topoloji
- Diğer topolojiler bu temel topoloji tiplerinin karışımından ya da birleşiminden oluşur (Ağaç, Gelişmiş Yıldız,vb.)



Yol (Doğrusal) Topoloji

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Bir uç birimini ortak bir iletişim ortamına bağlar.

Faydası : Anahtarlama gerektirmez

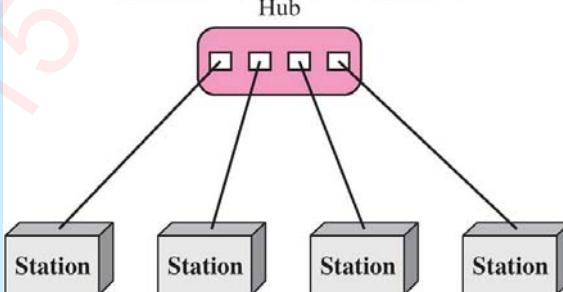
Mahsuru : Hattın bir yerinde oluşacak arıza bütün haberleşmeyi durdurur.

İletim Ort. : Kalın koaksiyel, İnce koaksiyel, UTP

Protokol : 802.3-Ethernet, 802.4-Token BUS

Yıldız (Star) Topoloji

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Aşağıdaki tüm uç cihazlar merkezi bir birime bağlanır. Merkezi birim bir Hub yada Anahtar cihazı olabilir.

Faydası : Bir uç birim hattının arızalanması diğerlerinin iletişimine engel olmaz

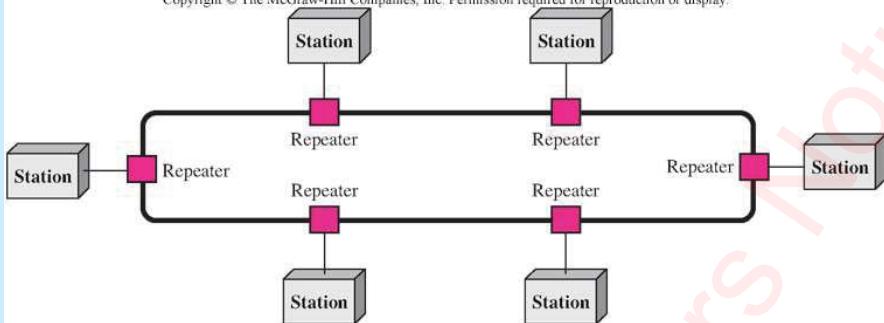
Mahsuru : Merkezi cihaza bağımlılık

İletim Ort. : Utp, F/O

Protokol : 802.3-Ethernet, ATM

Halka (Ring) Topoloji

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Her üç birim, ağa bağlamak için kendisine komşu iki üç birime bağlanır

Faydası : Yoğun iletişim ortamında dahi başarımı yüksektir

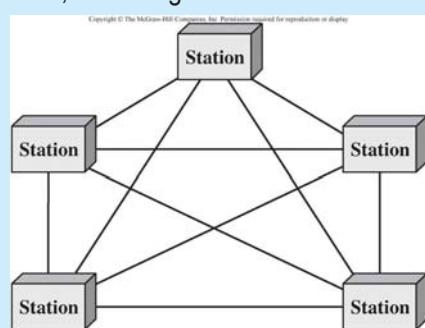
Mahsuri : Hatta yeni üç birim eklemek zahmetlidir

İletim Ort. : UTP, F/O

Protokol : 802.5 Token Ring, FDDI

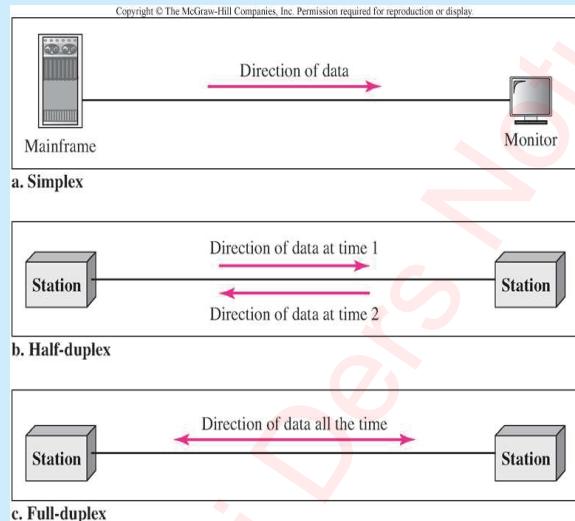
Mesh Topoloji

- Her ağ düğümünün diğer ağ düğümleriyle bağlantısı vardır.
- Her bir ağ düğümünde bağlantı sayısı kadar arayüz olmalıdır.
- Herhangi bir düğümün ya da ağ bağlantısının devre dışı kalmasında sistemin çalışması etkilenmez.
- Genellikle omurga (backbone) bağlantılarında, WAN bağlantılarında kullanılır.
- Kurulum ve konfigürasyon zordur.



İletim Modları

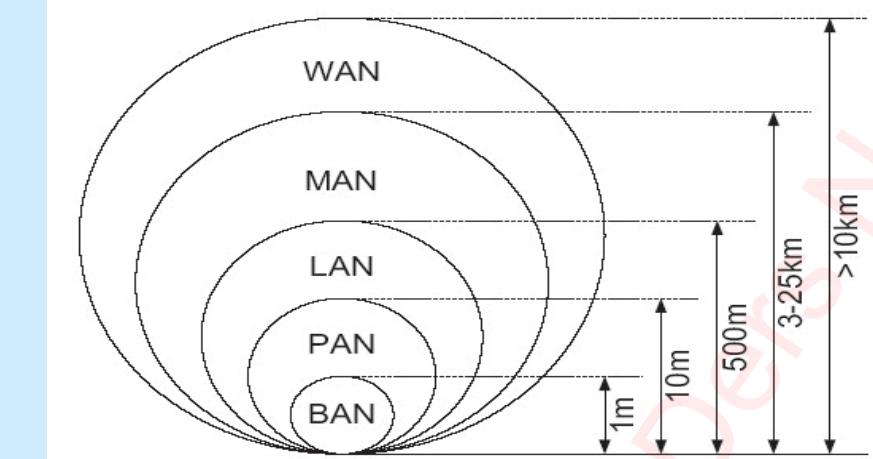
- Simplex
 - Tek yön
 - Televizyon
- Half duplex
 - Her iki yönde, fakat bir anda sadece tek yönde çalışır
 - Polis radyosu
- Full duplex
 - Aynı anda her iki yönde
 - Telefon



Coğrafi Yapılara Göre Ağ Kategorileri

- BAN – Body Area Network – Vücut Alan Ağı
 - IEEE 802.15 görev grubu 6 (Task Group 6)
- PAN – Personal Area Network – Kişisel Alan Ağı
 - Bluetooth
- LAN – Local Area Network – Yerel Alan Ağı
 - Ofis yada bina mesafesinde
 - Kullanıcı Hızları (10 Mbps-1Gbps)
 - Ethernet, IEEE 802.11, Token Ring, Token Bus, FDDI, ATM
- MAN- Metropolitan Area Network – Şehirsel Alan Ağı
 - IEEE 802.16, DSL erişimi
- WAN – Wide Area Network – Geniş Alan Ağı
 - Mesafe sınırı yok (Ülke, Kıta, Dünya)
 - Kiralık telefon hatları
 - Paylaşımlı iletişim hatları
 - X.25, Frame Relay, ISDN, ATM, GSM, TCP/IP

Kapsama Alanlarına Göre Ağ Sınıflandırma

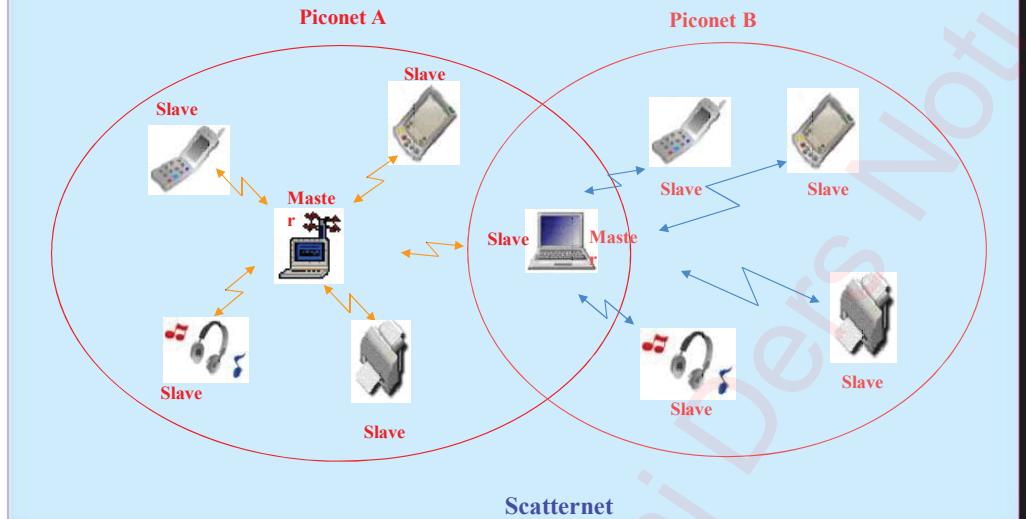


Vücut Alan Ağrı - BAN

- Evde bakılan hastaların (kronik hastalar) uzaktan izlenmesi ve yardım edilmesi
- Kaza ve acil durumlarda uzaktan yardım
- Sporcuların fiziksel durumunu uzaktan izleme
- Klinik deneylerinin uzaktan yönetimi



Kişisel Alan Ağı - PAN

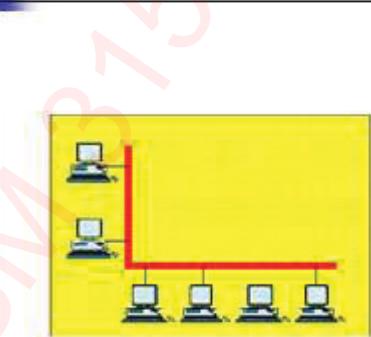


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

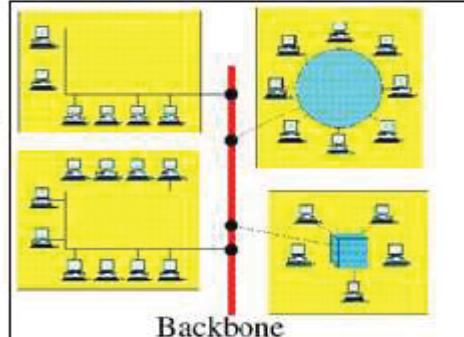
Veri İletişimine Giriş

29

Yerel Alan Ağı - LAN



Single building LAN



Multiple building LAN

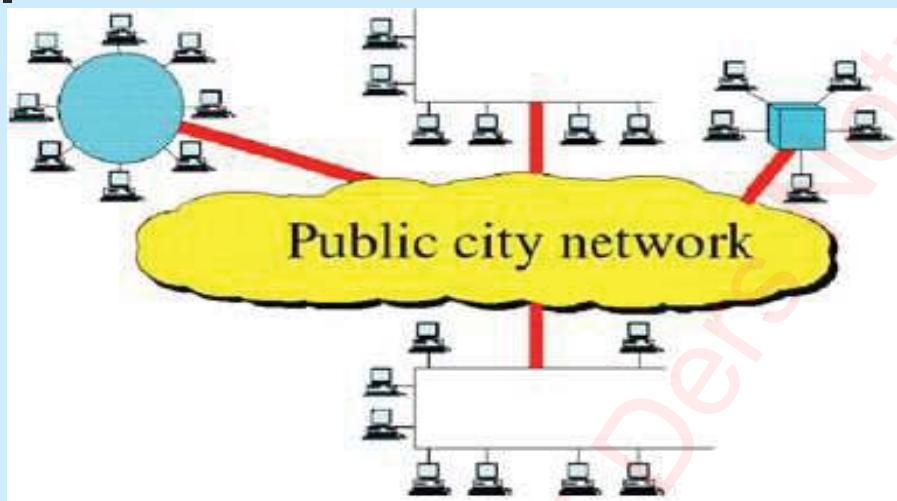
- Bina ve küçük kampüsler
 - En yaygın kullanılan LAN sistemleri: Ethernet ve IEEE 802.11

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

30

Şehirsel Alan Ağı - MAN

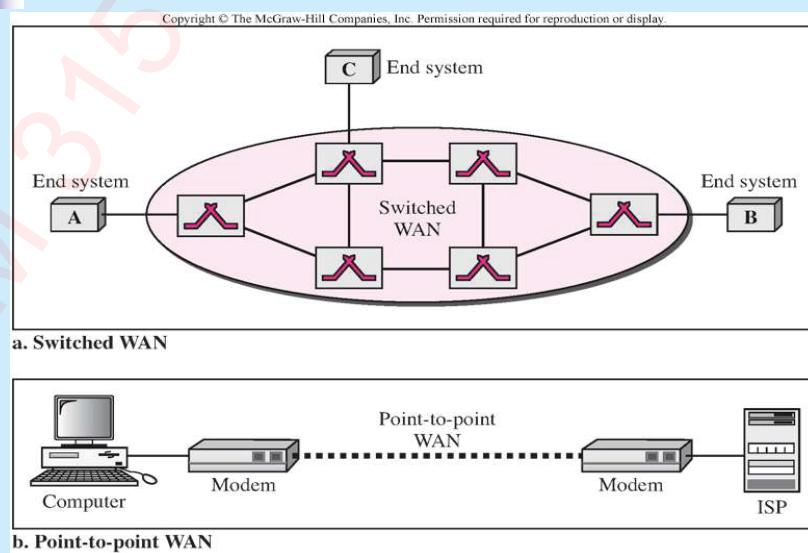


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

31

Geniş Alan Ağı - WAN



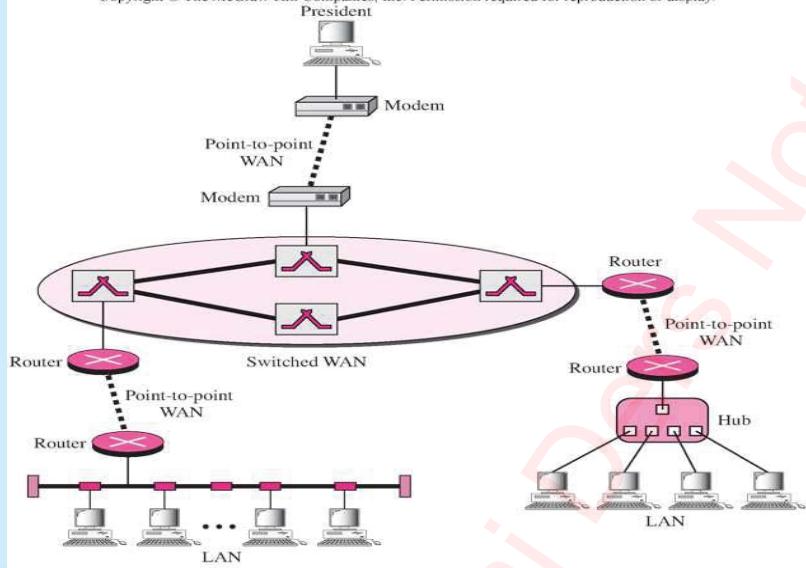
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

32

Birbirine Bağlanmış Ağlar - Internetworking

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



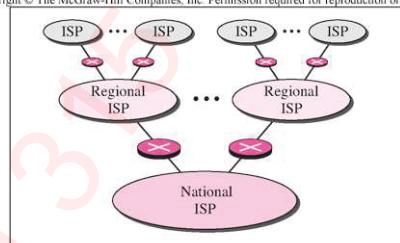
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

33

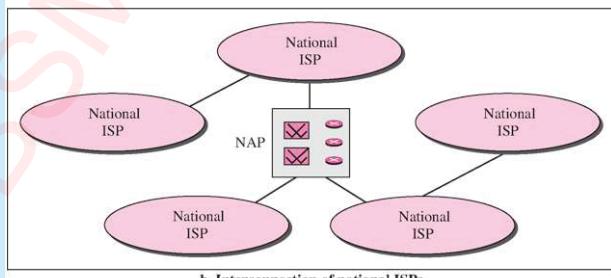
Internet – Kavramsal Bir Bakış

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a. Structure of a national ISP

- ISP: Internet Servis Sağlayıcı
- NAP : Ağ Erişim Noktası (Anahtarlama istasyonu)



b. Interconnection of national ISPs

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

34

AĞ MODELİ KONU BAŞLIKLARI

- Veri İletişimi
- Katmanlı Model
- OSI Referans Modeli
- TCP/IP Protokol Yığını

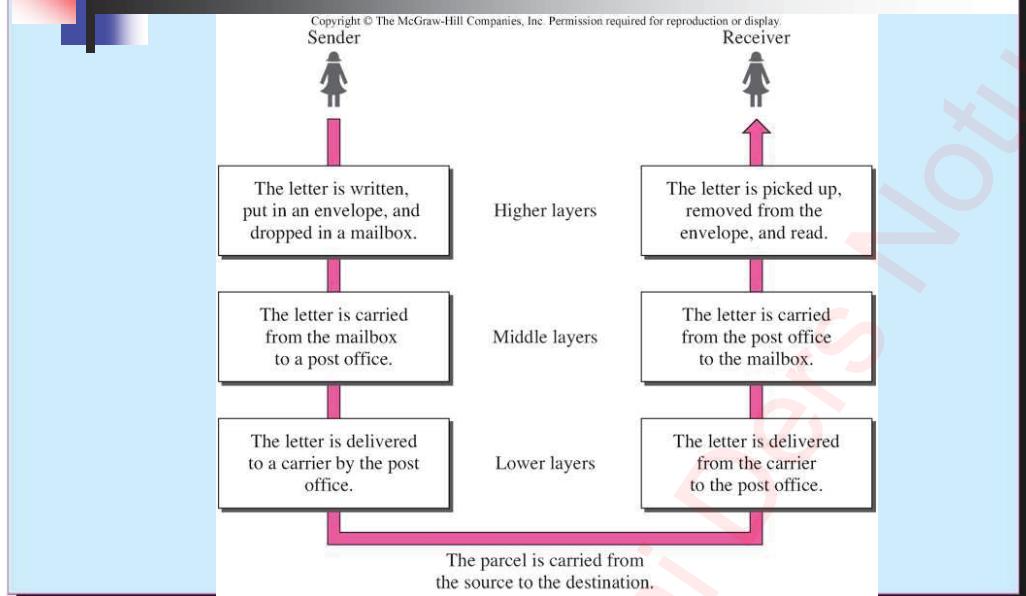
Veri İletişimi



■ Nasıl Yapılabilir?

- Kullanıcının veri giriş zamanından iletilmesine kadar bir çok yapılması gereken iş/problem
- Karmaşık problemleri çözmenin en kolay yolu parçalara ayırmaktır
- Parçaların kendi içinde çözümü, bütününe çözümüne katkıda bulunur
- Katman modeli iki bilgisayar arasındaki iletişim sırasında neler olup bittiğini anlamamızı kolaylaştırır

Katmanlı Model – Bir Mektubun İletimi



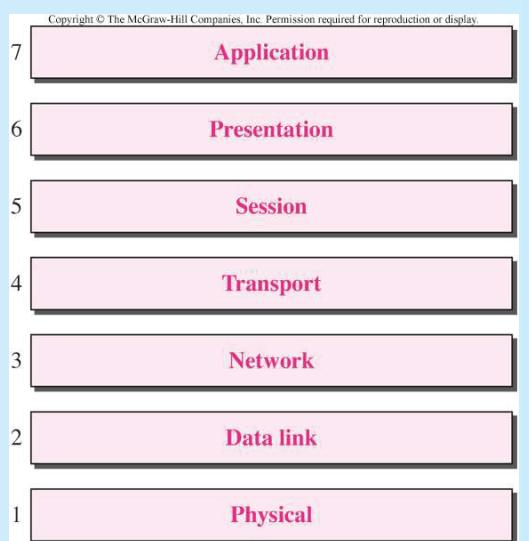
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

37

OSI Referans Modeli

- Haberleşme sistemi problemini çözmek üzere Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) 1984'te Açık Sistem Bağlantıları (Open Systems Interconnection)-OSI referans modelini oluşturmuştur.
- OSI modeli, 7 adet katmandan oluşur ve bir bilgisayarda çalışan uygulama programının, iletişim ortamı üzerinden başka bir bilgisayarda çalışan diğer bir uygulama programı ile olan iletişiminin tüm adımlarını tanımlar.



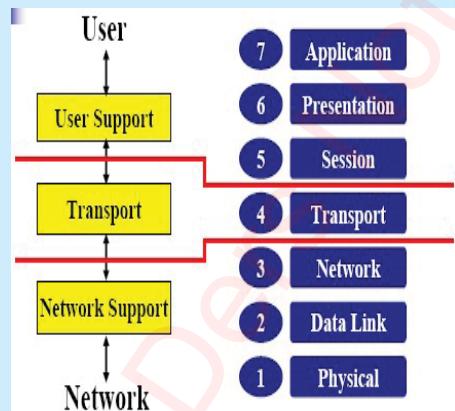
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

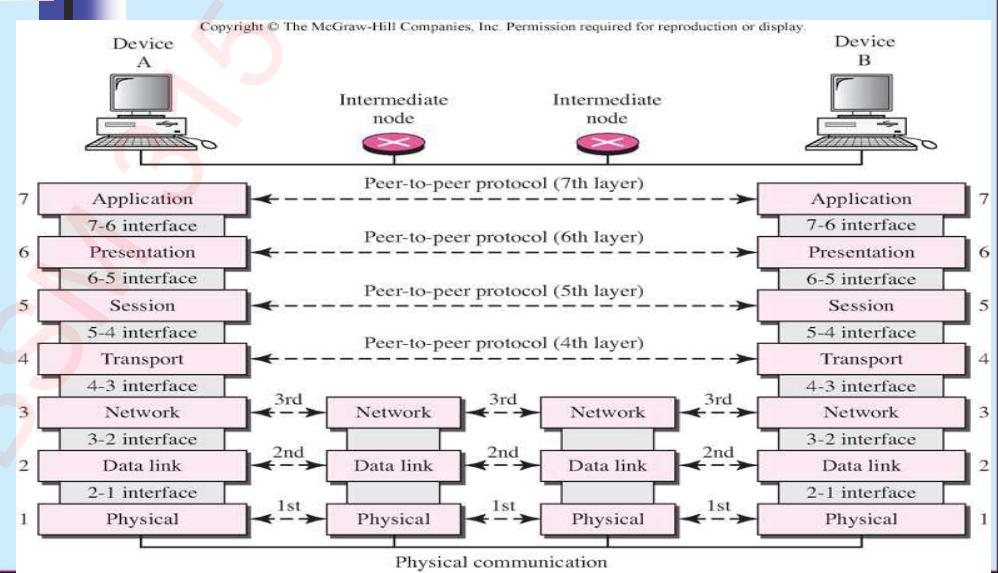
38

OSI referans modelinin amacı

- Karmaşıklığı azaltır
 - Arayüzleri standarlaştırır
 - Çok üreticili bir geliştirme ortamı sağlar
 - Modüler mimari imkanı sunar
 - Gelişime ivme kazandırır
 - Öğretimi ve öğrenmeyi kolaylaştırır
7. Katman : Uygulama katmanı (Application layer)
6. Katman : Sunum katmanı (Presentation layer)
5. Katman : Oturum katmanı (Session layer)
4. Katman : Taşıma katmanı (Transportation layer)
3. Katman : Ağ katmanı (Network layer)
2. Katman : Veri bağı katmanı (Data link layer)
1. Katman : Fiziksel katman (Physical layer)

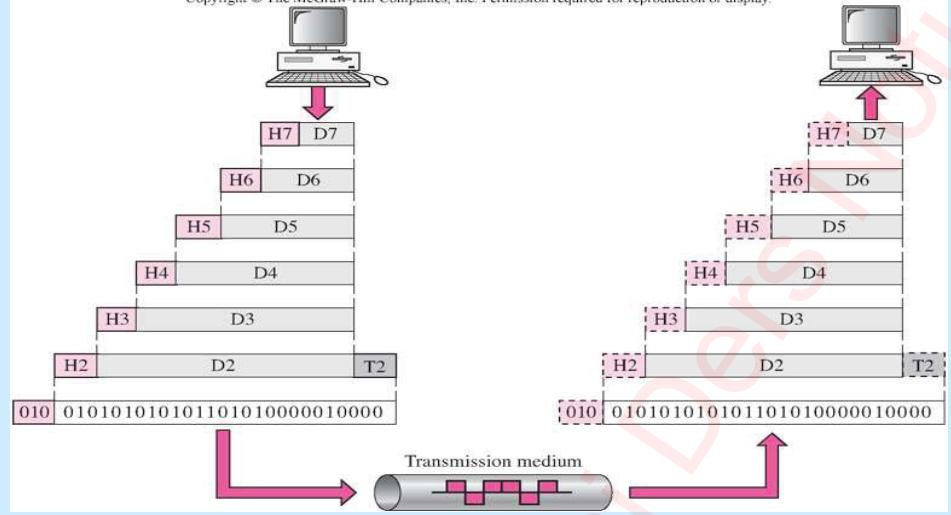


OSI Katmanlar Arası İletişimi



Kapsülleme

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

41

Katmanların görevleri – Uygulama katmanı

- 7 Uygulama
- 6 Sunum
- 5 Oturum
- 4 Taşıma
- 3 Ağ
- 2 Veri bağı
- 1 Fiziksel

Uygulamalara ağ servisleri sunar

- Kullanıcıya en yakın katmandır
- Hizmet edeceği bir üst katmanı yoktur, kullanıcı uygulamalarına ağ servisleri sunar

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

42

Katmanların görevleri – Sunum katmanı

- 7 Uygulama
- 6 Sunum
- 5 Oturum
- 4 Taşıma
- 3 Ağ
- 2 Veri bağı
- 1 Fiziksel

- Uygulamalara ağ servisleri sunar
- Veri formatı
- Alıcı sistem tarafından verinin okunabilir olmasını garanti altına alır
 - Verinin formatlanması
 - Veri yapıları
 - Uygulama katmanı için veri transfer sentaksını müzakere eder

Katmanların görevleri – Oturum katmanı

- 7 Uygulama
- 6 Sunum
- 5 Oturum
- 4 Taşıma
- 3 Ağ
- 2 Veri bağı
- 1 Fiziksel

- Uygulamalara ağ servisleri sunar
- Veri formatı
- Uç birimler arası iletişim
- Uygulamalar arasında oturum kurar, yönetir ve sonlandırır
 - Sunum katmanına servis sunar

Katmanların görevleri – Taşıma katmanı

- 7 Uygulama
- 6 Sunum
- 5 Oturum
- 4 Taşıma
- 3 Ağ
- 2 Veri bağı
- 1 Fiziksel

- Uygulamalara ağ servisleri sunar
- Veri formatı
- Uç birimler arası iletişim
- Uçtan uca bağlantı
 - Uç birimler arasındaki taşıma işlerini kotasır
 - Verinin güvenli taşınması
 - Sanal devreler kurar, yönetir ve sonlandırır
 - Hata tespiti ve düzeltme
 - Bilgi akış kontrolü

Katmanların görevleri – Ağ katmanı

- 7 Uygulama
- 6 Sunum
- 5 Oturum
- 4 Taşıma
- 3 Ağ
- 2 Veri bağı
- 1 Fiziksel

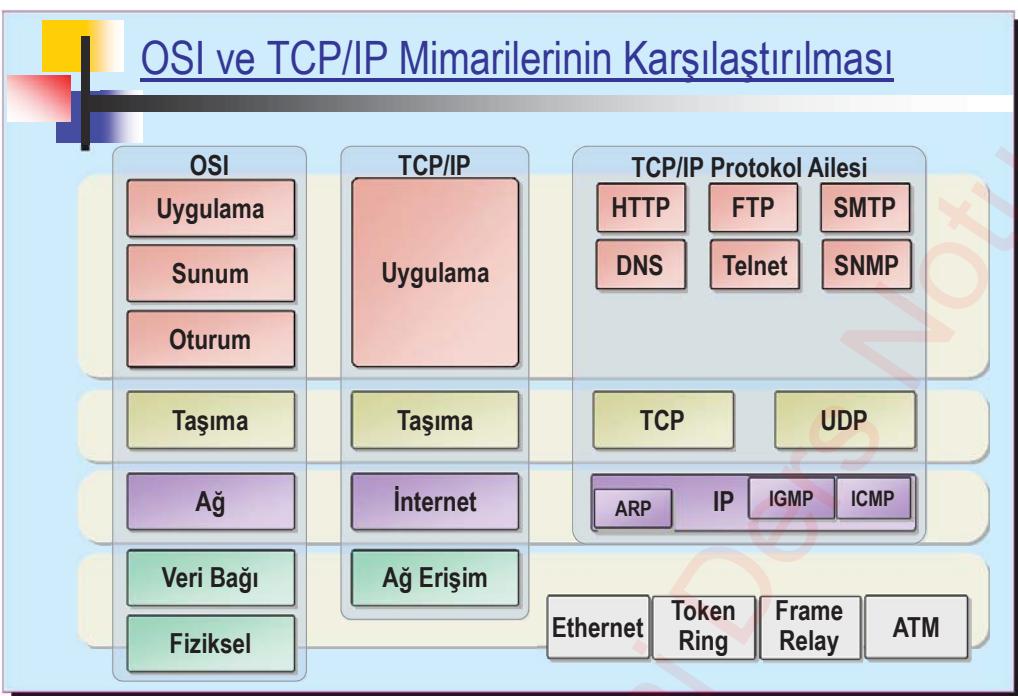
- Uygulamalara ağ servisleri sunar
- Veri formatı
- Uç birimler arası iletişim
- Uçtan uca bağlantı
- Adres ve en uygun patika
 - Uç birimler arasındaki patika seçiminin ve ağda bağlantı kurulabilirliği sağlar
 - Mantıksal adresleme
 - Yönlendirme

Katmanların görevleri – Veri bağı katmanı

- | | |
|--------------------|---|
| 7 Uygulama | Uygulamalara ağ servisleri sunar |
| 6 Sunum | Veri formatı |
| 5 Oturum | Üç birimler arası iletişim |
| 4 Taşıma | Uçtan uca bağlantı |
| 3 Ağ | Adres ve en uygun patika |
| 2 Veri bağı | İletim ortamına erişim |
| 1 Fiziksel | <ul style="list-style-type: none">■ İletim ortamı boyunca verinin güvenli transferini sağlar■ Fiziksel adres, ağ topolojisi, hata bildirimi, akış kontrolu |

Katmanların görevleri – Fiziksel katmanı

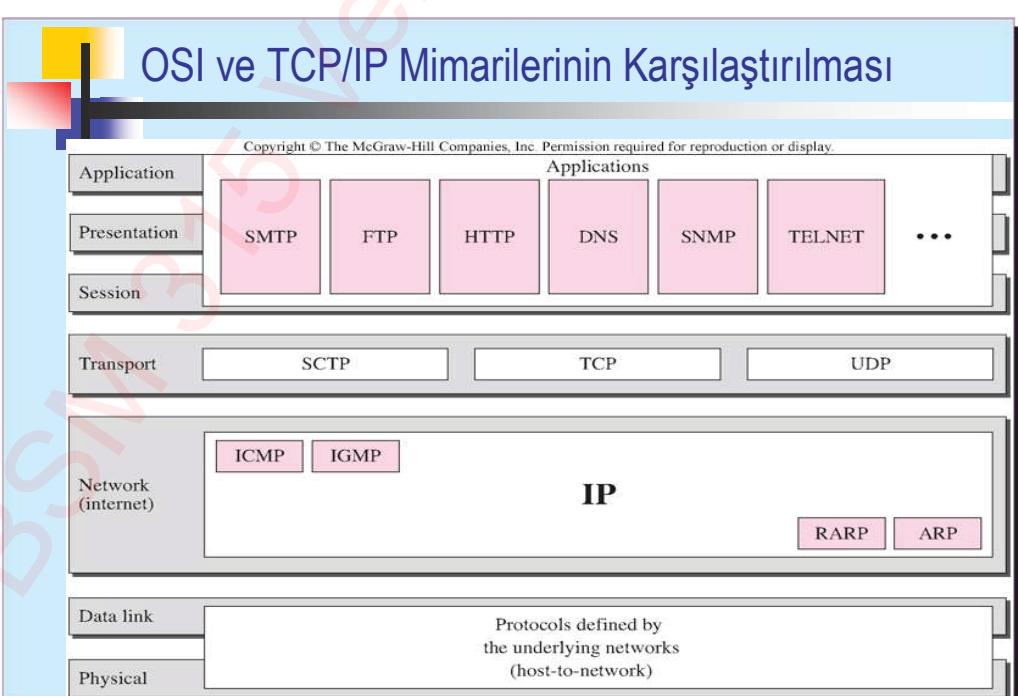
- | | |
|--------------------|--|
| 7 Uygulama | Uygulamalara ağ servisleri sunar |
| 6 Sunum | Veri formatı |
| 5 Oturum | Üç birimler arası iletişim |
| 4 Taşıma | Uçtan uca bağlantı |
| 3 Ağ | Adres ve en uygun patika |
| 2 Veri bağı | İletim ortamına erişim |
| 1 Fiziksel | <ul style="list-style-type: none">■ İkili sayıların transferi■ Kablolar, konnetörler,voltaj |



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

49



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

50

Bölüm1 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
 - Chapter1: Introduction
 - Chapter2: Network Models
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
 - Chapter 1 : Data Communication and Networking Overview
 - Chapter 2 : Protocol Architecture

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

51

BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

BÖLÜM2 : VERİ İLETİMİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

BÖLÜM2: VERİ İLETİMİ KONU BAŞLIKLARI

- SİNYALLER
- İLETİM BOZULMALARI
- KANAL KAPASİTESİ VE GECİKME
- İLETİM ORTAMLARI

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

53

SİNYALLER KONU BAŞLIKLARI

- Veri İletişim Terimleri
- Periyodik Analog Sinyaller
- Sayısal Sinyaller
- Zaman ve Frekans Düzlemi
- Sayısal Sinyal İletimi – Baseband/Broadband

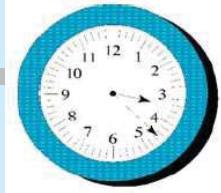
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

54

Veri İletişim Terimleri

- Veri : Bilgiyi yada anlamı taşıyan birim
 - Analog Veri – Ses, Video
 - Sayısal Veri – 010101 (text, integer)
- Sinyal : Verinin elektrik yada elektromanyetik gösterilimi
 - Analog Sinyal – Genlik ve sıklığı zamanda sürekli değişken dalga - Sürekli Sinyal
 - Sayısal Sinyal – Genlik ve sıklığı sabit bir seviyeden diğer bir sabit seviyeye değişen sinyal –Ayrık Sinyal
- İletim : Sinyallerin yayılması ve işlenmesi vasıtasyyla verinin传递imi
 - Analog İletim : Analog veya Sayısal verinin analog sinyal vasıtasyyla taşınmasıdır
 - Sayısal İletim : Analog veya Sayısal verinin sayısal sinyal vasıtasyyla taşınmasıdır



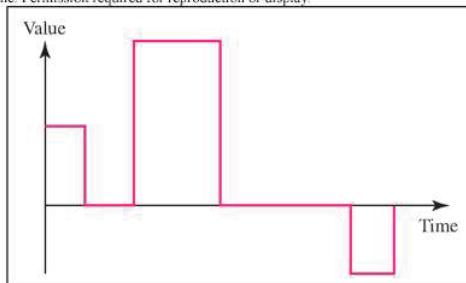
AM
3:23

Analog ve Sayısal Sinyaller

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



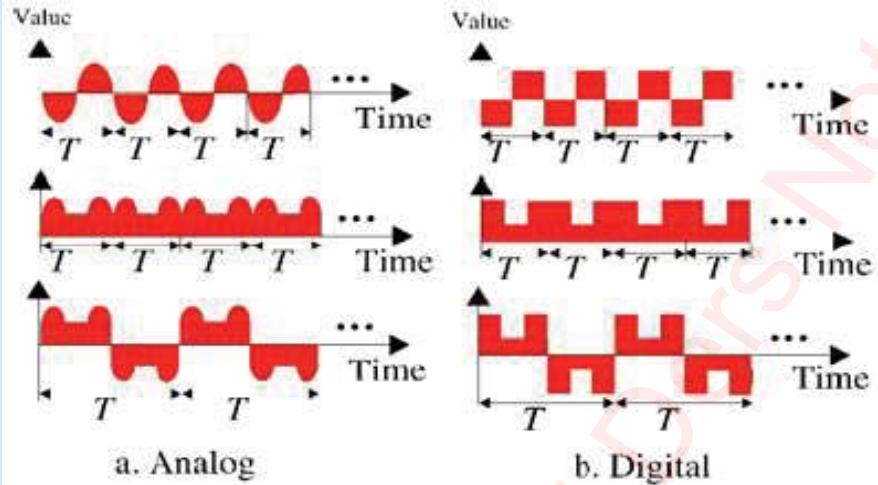
a. Analog signal



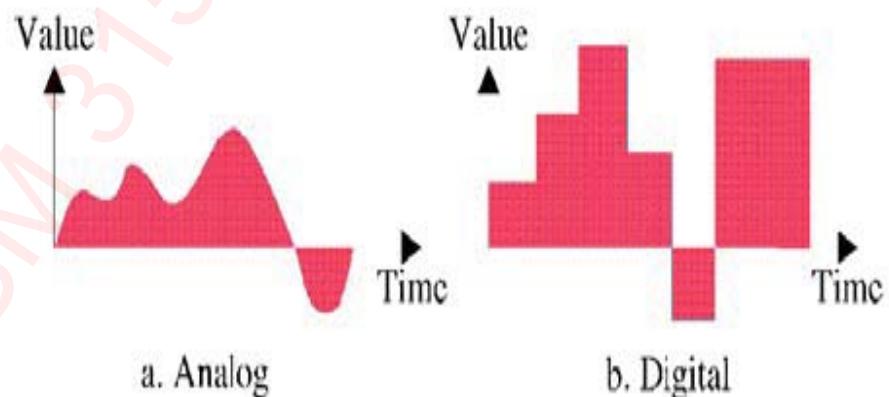
b. Digital signal

- Analog sinyal belirli bir zaman aralığında sonsuz değere sahip bir sinyali tanımlarken, sayısal sinyal ise sınırlı sayıda değere sahiptir
- Veri iletişiminde yaygınla periyodik analog sinyal ve periyodik olmayan sayısal sinyal kullanılır.

Periyodik Sinyaller

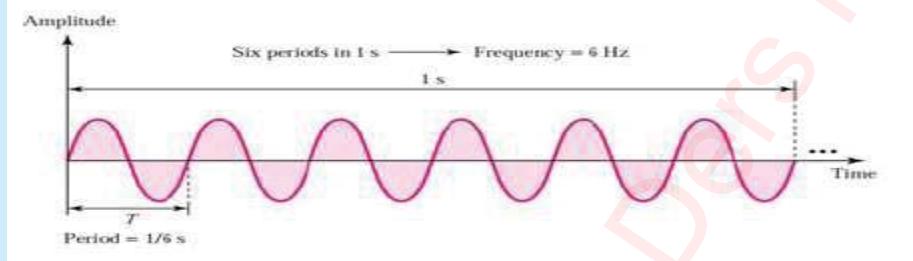


Periyodik Olmayan Sinyaller



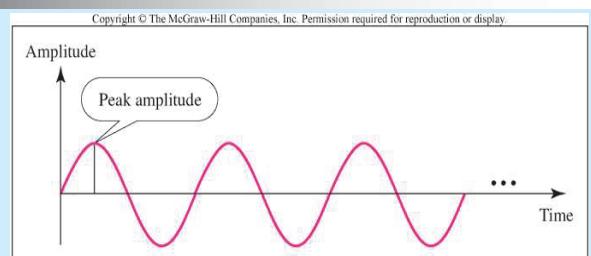
Periyodik Analog Sinyaller

- Frekansa bağlı olarak birçok ortam üzerinden yayılabilen zamanda sürekli değişken elektromanyetik dalga
- Ortam örnekleri : Bakır kablo (burulmuş çift, koaksiyel), Fiber optik, Atmosfer
- Analog sinyaller analog yada sayısal veri yayınılayabilir

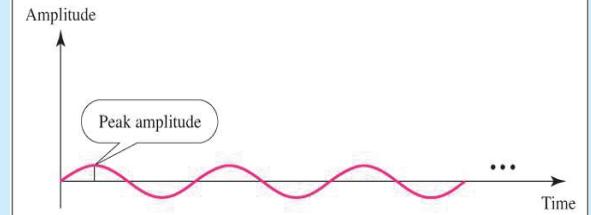


Sinüs (Sine) Dalgası – Genlik Tanımı

- Bir sinüs sinyali genlik (amplitude), frekans (frequency) ve faz (phase) ile ifade edilir.
- Tepe Genliği (A)
 - Zamanla değişen sinyalin maksimum değeri veya gücü
 - Tipik olarak Volt ile ölçülür

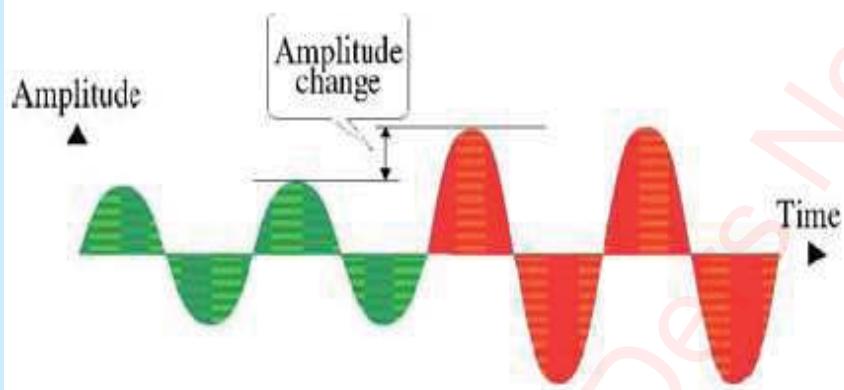


a. A signal with high peak amplitude



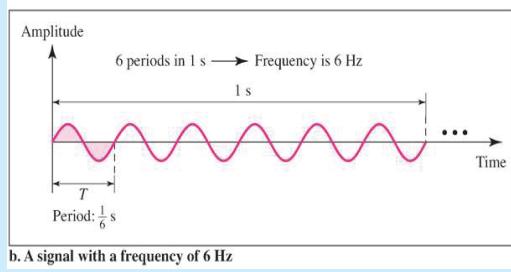
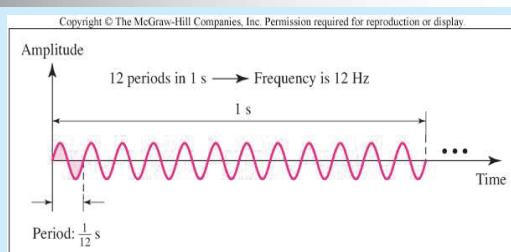
b. A signal with low peak amplitude

Genlik Değişimi



Sinüs (Sine) Dalgası – Frekans / Periyot Tanımı

- Frekans (f) sinyalin değişim hızını ya da saniyedeki tekrarlama sayısını tanımlar.
 - Birimi Hertz (Hz)'dır.
- Periyot = t : Sinyalin bir tekrarlama (cycle) için geçen süreyi tanımlar – $T = 1/f$
 - Birimi sn'dir.
- Hiç değişmeyen sinyalin frekansı 0 ve periyodu sonsuzdur.



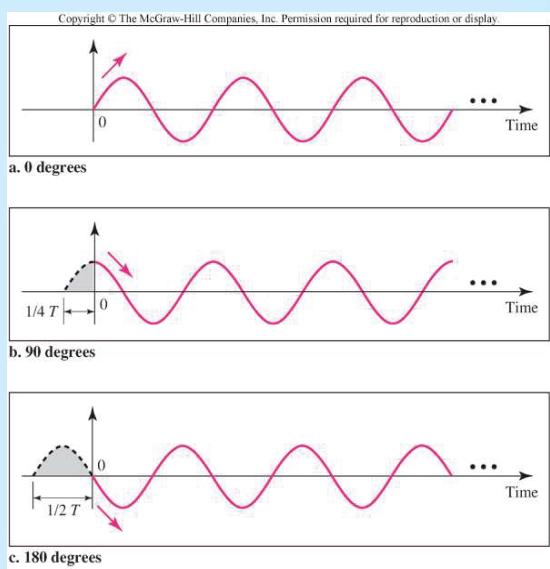
Frekans Değişimi

Amplitude

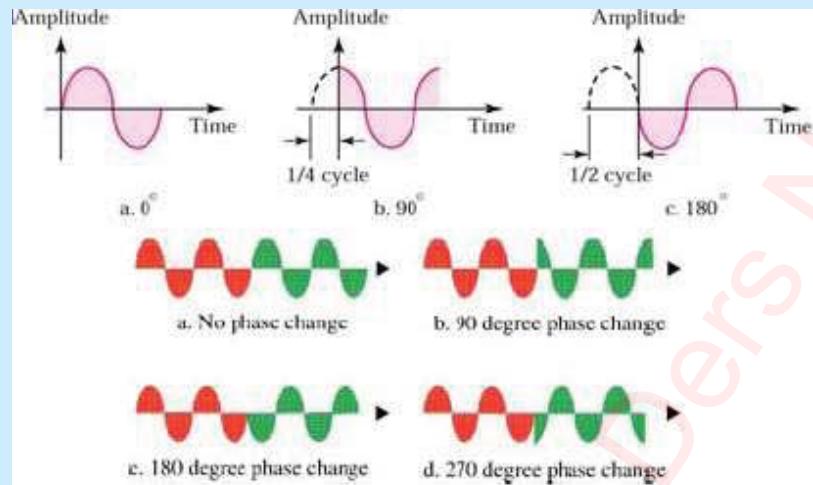
Time

Sinüs (Sine) Dalgası – Faz Tanımı

- Faz (ϕ)
 - Tek bir sinyal periyodu içerisindeki zamanın göreceli pozisyon ölçümüdür.
 - Şekilde 0° , 90° ve 180° faz açısına sahip sinyaller görülmektedir.



Faz Değişimi



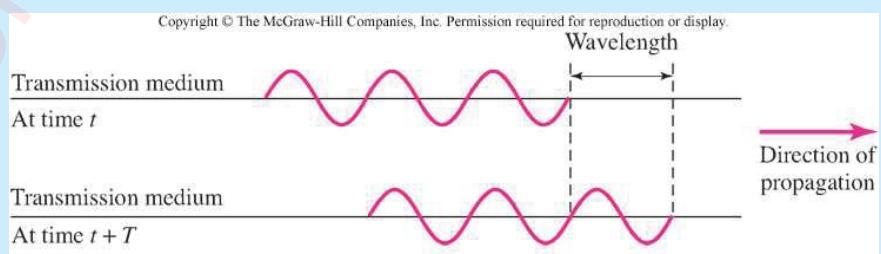
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

65

Sinüs (Sine) Dalgası – Dalga Uzunluğu

- Dalga Uzunluğu (λ): Bir çevrim zamanı boyunca kat edilen mesafeyi tanımlar. Diğer bir deyişle iki ardışık çevrime tekabül eden fazların iki noktası arasındaki mesafedir. Birimi metredir.
- Sinyal hızını v olarak sayarsak
 - $\lambda = vT \rightarrow \lambda f = v$
 - $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (İşik hızı)

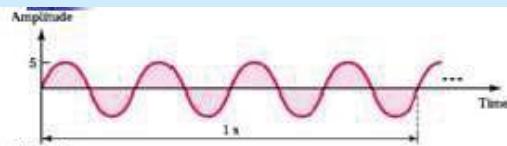


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

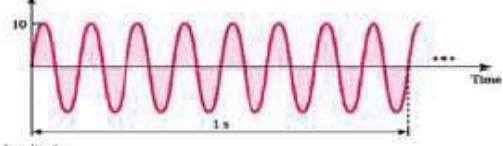
66

Sinüs (Sine) Dalgası ve Matematiksel Gösterilimi



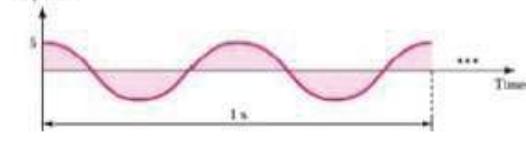
$$A = 5; f = 4; \phi = 0$$

$$s(t) = 5 \sin(2\pi 4t + 0)$$



$$A = 10; f = 8; \phi = 0$$

$$s(t) = 10 \sin(2\pi 8t)$$

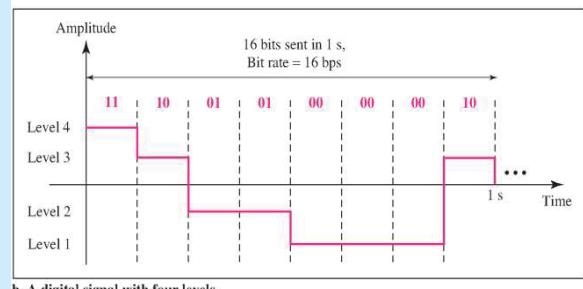
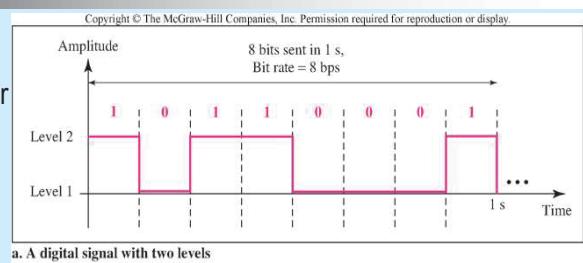


$$A = 5; f = 2; \phi = \pi/2$$

$$s(t) = 5 \sin(2\pi 2t + \pi/2)$$

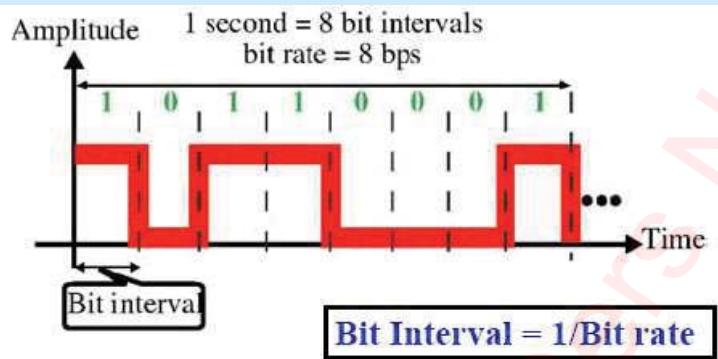
Sayısal Sinyaller

- 1 pozitif genlikle (level2), 0 ise sıfır genlikle (level1) gösterilebilir.
- Sayısal sinyal ikiden fazla genliğe sahip olabilir (aşağıdaki şekil).
- Bakır bir kablo ortamı üzerinden iletilebilen voltaj darbelerinin dizisinden oluşur
- Genellikle analog sinyalin iletiminden daha ucuzdur
- Sayısal sinyaller analog yada sayısal veri yayınılayabilir



Bit Hızı ve Bit Aralığı

- Bit hızı (Bit rate) saniyede gönderilen bit sayısıdır, bps olarak ifade edilir.

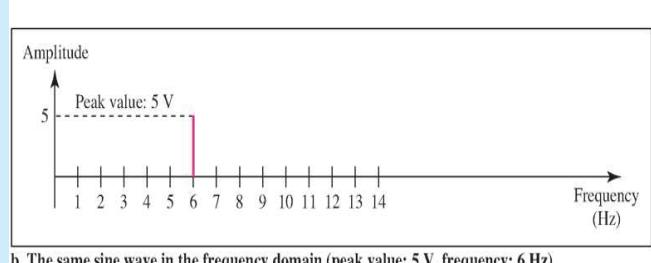
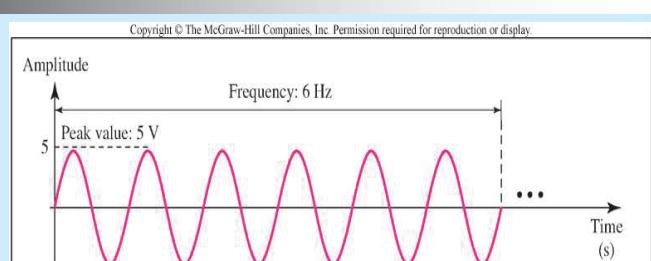


- Örnek: Her sayfada 24 satır ve 80 sütun olan 100 sayfalık dosya 1 saniyede download edilmiştir. Her karakter 8 bit olduğuna göre bit hızı nedir?

$$\text{Bit hızı} = 100 \times 24 \times 80 \times 8 = 1.536.000 \text{ bps} = 1,536 \text{ Mbps}$$

Zaman ve Frekans Düzlemi

- Zaman düzlemini (time-domain) grafiği, sinyalin zamana göre değişimini gösterir.
- Bir önceki şekillerde verilen Genlik, Frekans, Faz, Periyot ve Dalga Uzunluğu zaman düzleminde gösterilimi olan kavramlardır
- Frekans düzlemini (frequency-domain) ise frekans ve genlik arasındaki ilişkiyi gösterir.



Frekans Düzlemi Kavramları

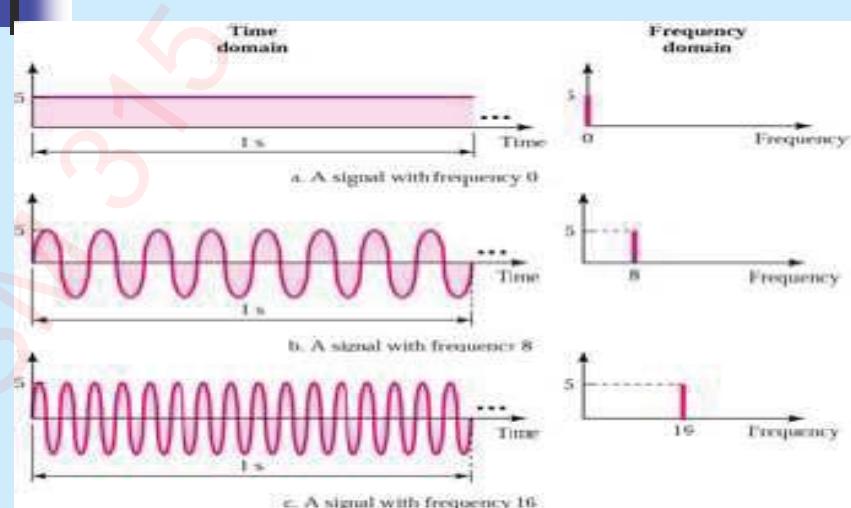
- Sayısal sinyaller sonsuz bandgenişliğine sahip analog sinyallerin birleşiminden oluşur. Bu analog sinyallerin her biri farklı frekanslara sahip sinüs bileşenleridir.
- Bundan dolayı; herhangi bir sinyal sinüs dalga bileşenlerinin toplamı (Fourier analizi) olarak gösterilebilir
- Temel Frekans: Bir sinyalin tüm frekans bileşenleri bir frekansın tamsayı çarpanı ise, bu frekans temel frekans olarak isimlendirilir.
- Spektrum : Sinyali içeren frekans aralığı
- Bandgenişliği (Mutlak) : Spektrum genişliği
- Efektif (Anlamlı) Bandgenişliği : Hemen hemen bandgenişliği ile aynıdır ve sinyal enerjisinin çoğunu içeren darbandlı frekans aralığını tanımlar
- DC bileşen : Sıfır frekans bileşeni

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

71

Zaman ve Frekans Düzlemi - devamı



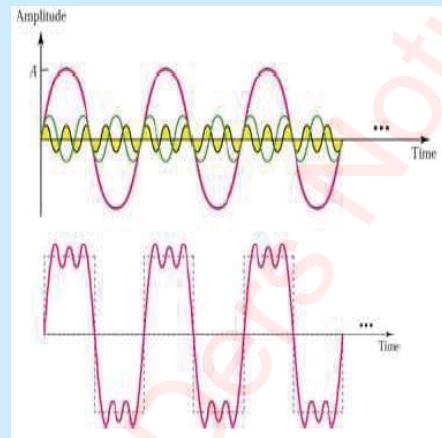
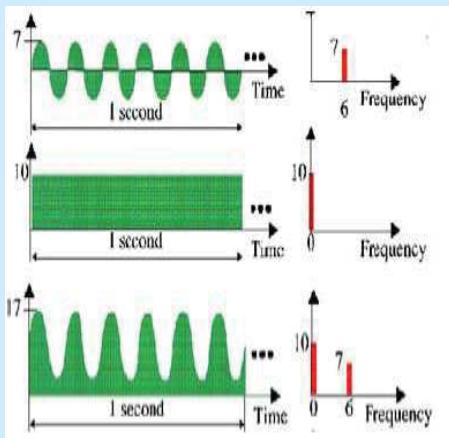
En üstte verilen sinyal bir DC sinyalidir, genliği 5 ve frekansı 0'dır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

72

Birleşik Dalga Biçimi (Frekans Bileşenleri Toplamı)

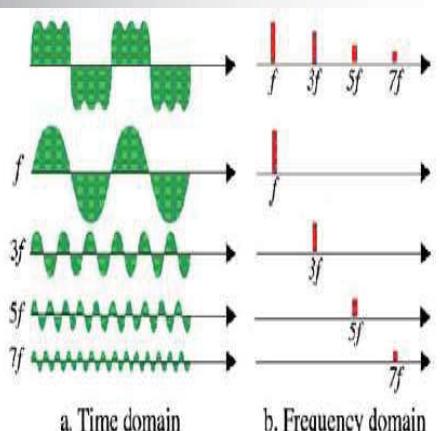
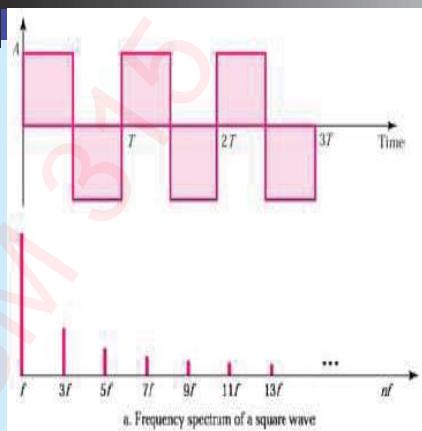


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

73

Kare Dalga (Frekans Bileşenleri Toplamı)



- Bir sayısal sinyal, sonsuz bandgenişliğine sahip bir birleşik sinyali tanımlar.
- Bu birleşik sinyal bir temel frekansın (f) katları olan frekans bileşenlerinin toplamından oluşur. $f + 3f + 5f + 7f + \dots$
- f temel frekansı, $3f$ 3. harmoniği, $5f$ 5. harmoniği, $7f$ de 7.harmoniği gösterir

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

74

Frekans Spektrumu ve Bandgenişliği

- Bir sinyalin frekans spektrumu
 - Sinyalin tüm frekans bileşenlerinin toplamı
- Bir sinyalin bandgenişliği
 - Herhangi bir iletişim sistemi sınırlı bir frekans bandına sahiptir. Bu durum taşınabilen veri hızının sınırını gösterir
 - Bir iletişim kanalı içerisinde mevcut frekans spektrumunun genişliği (frekans aralığı)
- Bandgenişliği bir sistemin verimini (throughput) de açıklamak için kullanılır
 - Gerçek bandgenişliği verimle ilişkilidir
 - Veri hızı (gonderici hızı veya kapasitesi) daha uygundur: saniye başına bit sayısı – bps
- Örnek bandgenişliği
 - Speech (Konuşma) bandgenişliği 100Hz - 7kHz
 - Telefon bandgenişliği 300Hz - 3400Hz
 - Video bandgenişliği 4MHz

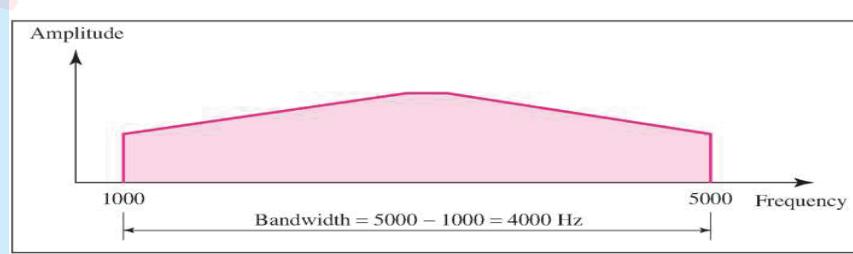
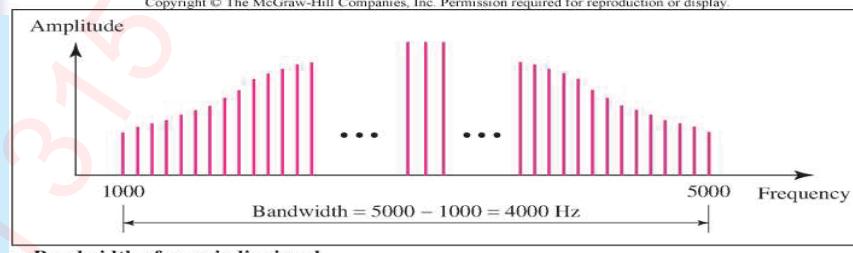
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

75

Spektrum ve Bandgenişliği

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

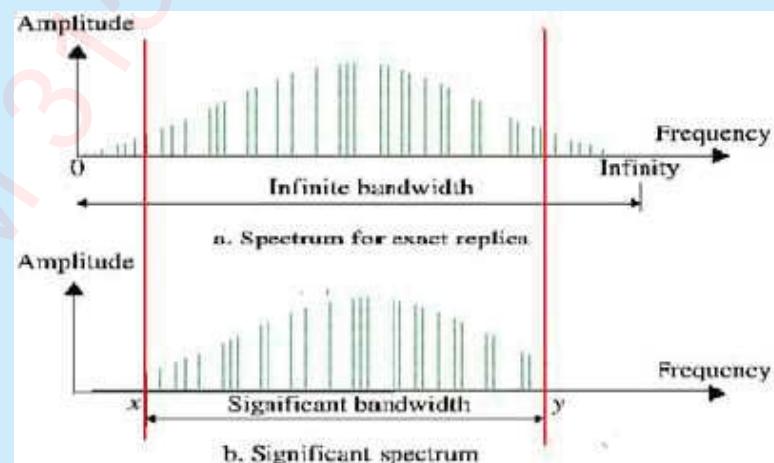
Sinyaller

76

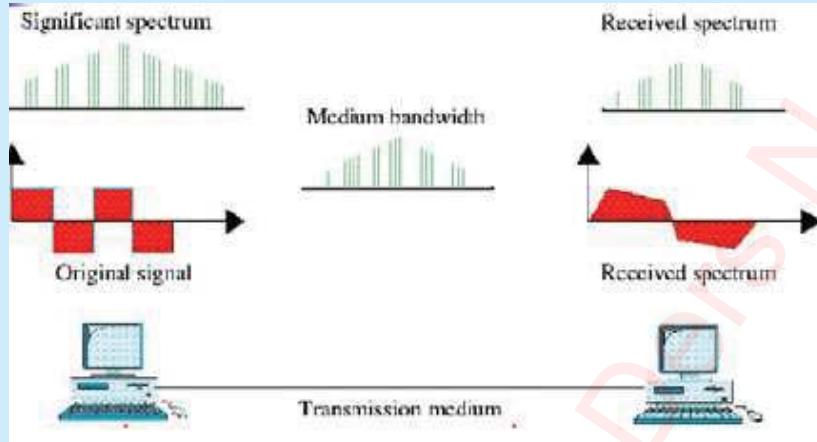
Spektrum ve Bandgenişliği - devamı

- Örnek: Bir sinyal 1000 ve 2000 Hz arasındaki frekans spektrumuna (1000 Hz'lik bandgenişliği) sahiptir. Bir ortam 3000 ile 4000 Hz arasındaki frekansları (1000 Hz'lik bandgenişliği) geçirebilir. Bu sinyal bu ortamdan aktarılabilir mi?
- Cevap kesinlikle hayır. Sinyal aynı bandgenişliğine (1000 Hz) sahipmasına rağmen, spektrum aralıkları birbirine çakışmaktadır. Ortam sadece 3000 ve 4000 Hz arasındaki frekansları geçirmektedir; sinyal tamamen kaybolur.

Mutlak ve Efektif (Anlamlı) Spektrumlar



Yetersiz Bandgenişliği



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

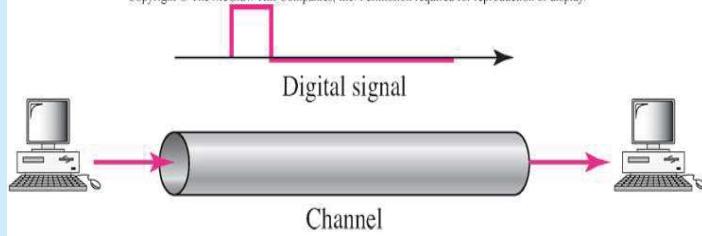
Sinyaller

79

Sayısal Sinyal İletimi – Baseband / Broadband

- Sayısal sinyal传递 **baseband (temelband)** veya **broadband (genişband)** modülasyon tekniklerinden biri kullanılarak yapılabilir.
- Baseband (Temelband) İletimi:
 - Baseband传递de sayısal sinyal analog sinyale çevrilmeden gönderilir. Bu işlem, baseband modülasyonu ya da hat kodlama olarak tanımlanır.
 - Baseband传递de low-pass (alçak geçiren) bir iletişim kanalı kullanılır. İletim ortamı sadece bir kanal oluşturur.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



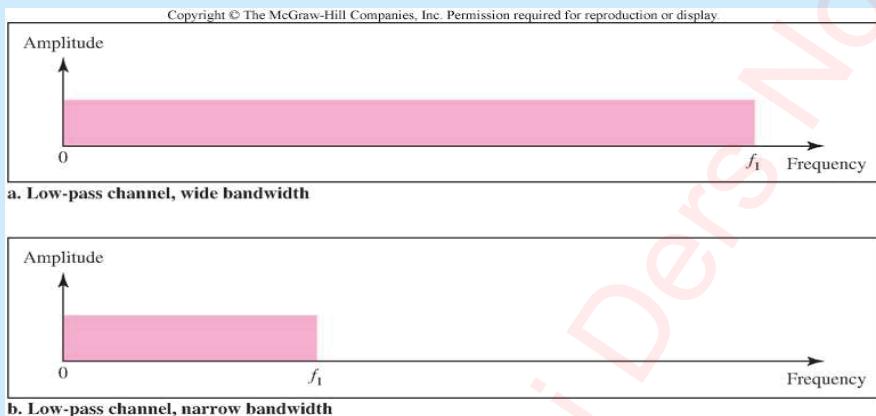
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

80

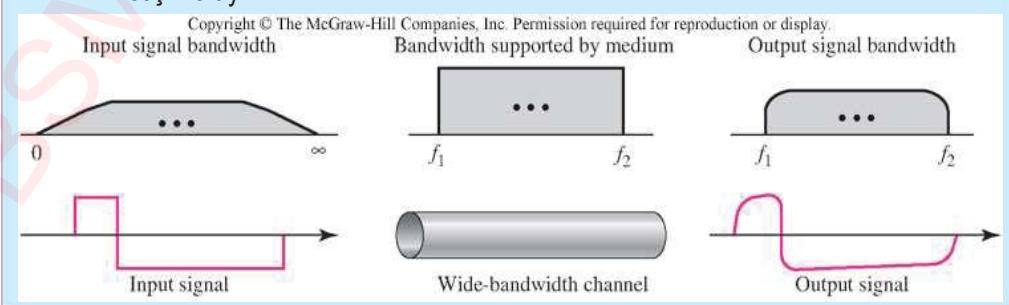
Baseband İletimi

- Baseband iletim, sınırlı bant genişliği (limited bandwidth) ve geniş bant genişliği (wide bandwidth) ile oluşturulan low-pass (alçak geçiren) kanal ile yapılabilir



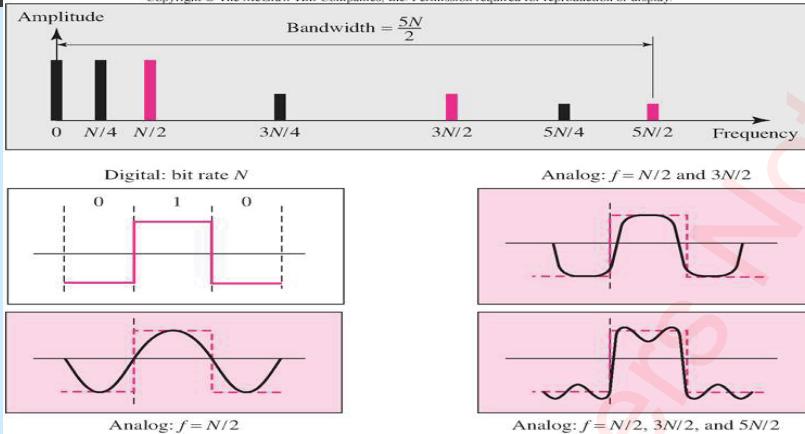
Baseband İletimi-2

- Geniş bant genişliğine sahip iletişim ortamıyla iki cihaz daha iyi haberleşebilir.
 - Şekilde f_1 sıfıra yakın f_2 ise çok yüksek bir frekanstır.
 - Sayısal sinyalin baseband iletiminde orijinal şekli korunur. Low-pass kanalın 0 ile yüksek bir bant genişliğine sahip olması gereklidir.
 - LAN ağlarda bir kanal oluşturulur ve tüm bant genişliği iki cihaz arasındaki iletişime ayrıılır.



Baseband İletimi-3

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Sınırlı bant genişliğine sahip iletişim ortamıyla yapılan iletişimde sayısal sinyal, analog sinyallerin birleşimiyle oluştuğundan dolayı yaklaşık bir sayısal sinyal elde edilir.
- Bundan dolayı analog sinyali orijinal sayısal sinyale daha çok benzetmek için daha fazla harmonik kullanılması gereklidir. Yani bant genişliğinin artırılması gereklidir.

Baseband İletimi-4

- Baseband iletimde gereken bant genişliği bit hızına bağlıdır. Yani ne kadar yüksek bir hızda veri gönderilmek isteniyorsa o kadar bant genişliğini artırmak gerekmektedir.

- Örnek:** Baseband iletimle 1 kbps hızla veri göndermek için gerekli bant genişliği ne olmalıdır?

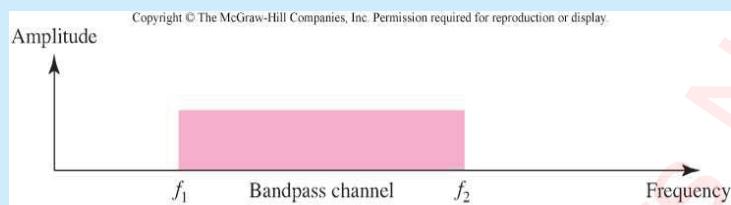
- Low-pass kanal için minimum $BW = N/2 = 1 \text{ kbps} / 2 = 500 \text{ Hz}$ (sadece 1.harmonik)
- Daha iyi $BW = 3 * 500 \text{ Hz} = 1.5 \text{ KHz}$ (1. ve 3. harmonik)
- 5.Harmonik kullanılrsa $BW = 5 * 500 \text{ Hz} = 2.5 \text{ KHz}$ (1., 3., 5. harmonik)

- Tabloda farklı hızlarda veri göndermek için gereken bant genişlikleri verilmiştir.

Bit Rate	Harmonic 1	Harmonics 1, 3	Harmonics 1, 3, 5
$n = 1 \text{ kbps}$	$B = 500 \text{ Hz}$	$B = 1.5 \text{ kHz}$	$B = 2.5 \text{ kHz}$
$n = 10 \text{ kbps}$	$B = 5 \text{ kHz}$	$B = 15 \text{ kHz}$	$B = 25 \text{ kHz}$
$n = 100 \text{ kbps}$	$B = 50 \text{ kHz}$	$B = 150 \text{ kHz}$	$B = 250 \text{ kHz}$

Broadband İletimi

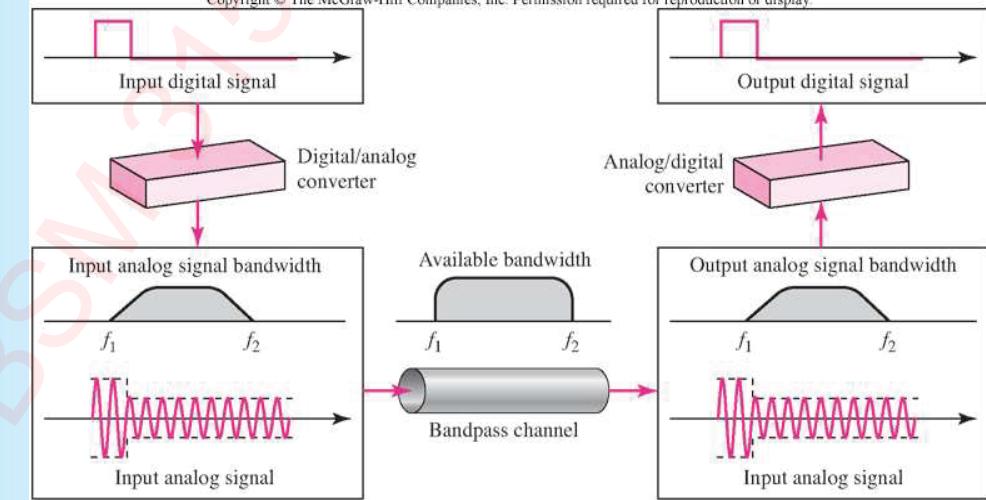
- Broadband iletimde sayısal sinyal modüle edilerek analog sinyale çevrilir. Bu modülasyon (dönüşüm), bant geçiren (passband) bit kanal oluşturmayı sağlar.



- Günümüzde kullandığımız telefon sistemleri (PSTN, GSM), TV yayınları ve geniş alan ağ teknolojileri (Frame Relay, ATM) broadband iletime örnektir.
- Broadband iletimde sayısal sinyali analog sinyale dönüştürmek için modem (**modulator/demodulator**) kullanılır.

Broadband İletimi-2

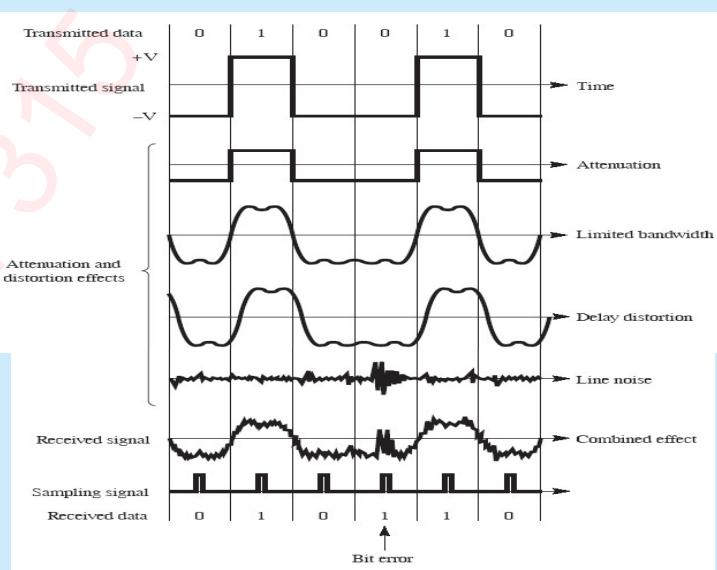
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



İLETİM BOZULMALARI

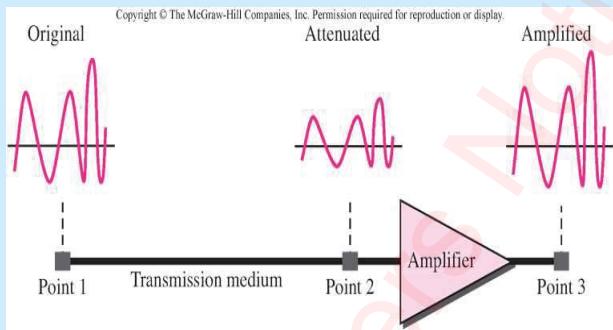
- Alınan sinyal gönderilen sinyalden farklı olabilir
- Analog iletimde – sinyal kalitesinde bozulma, verim kaybı
- Sayısal iletimde – bit hataları
- İletim ortamındaki bozulmaların ana kaynağı
 - İletim ortamının çeşidi
 - İletilen verinin bit hızı
 - Haberleşen iki cihaz arasındaki mesafe
- İletim Bozulma çeşitleri
 - Zayıflama (Attenuation)
 - Sınırlı Bandgenişliği (Limited Bandwidth)
 - Gecikme Bozulması (Distortion)
 - Gürültü - Noise

İletim Bozulmaları – Örnek Şekil



Zayıflama - Attenuation

- Sinyal gücü mesafeye bağlı olarak azalır . Sinyalin enerjisinin ortamın direncinden dolayı azalmasıdır.
- Decibel- Göreceli güç ölçümü
 - $dB = 10 \log_{10} (P_2/P_1)$
 - P1: iletilen sinyal gücü (watt)
 - P2: alınan güç (watt)
 - Negatif değer zayıflama
 - Pozitif değer kazanç
 - Boyutsuzdur
- Ortam türüne bağlı olarak değişir
- Alınan sinyal gücü :
 - Sezilebilecek kadar yeterli sinyal gücünde olması gereklidir
 - Hatasız alınabilmesi için gürültüden yeteri kadar yüksek değere sahip olması gereklidir

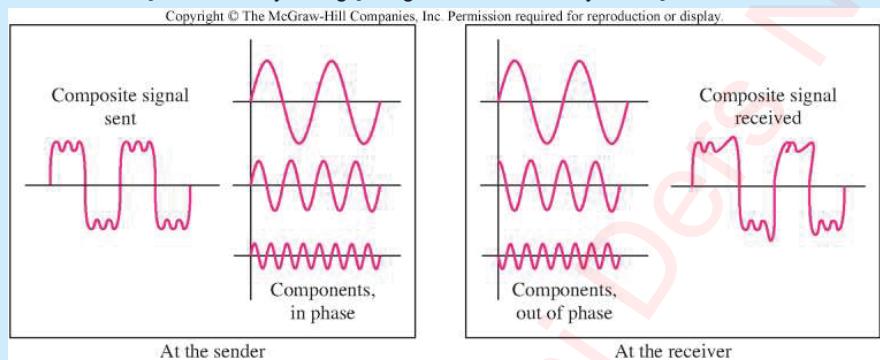


Sınırlı Bandgenişliği – Limited Bandwidth

- Bir sinyal farklı frekans bileşenlerinin toplamından oluşur
- Herhangi bir iletişim kanalı yada iletim ortamı sınırlı bir bandgenişliğine sahiptir
- Bir sinyal sınırlı bandgenişliğine sahip bir kanal tarafından iletilmek istendiğinde, ancak kanalın bandgenişliği içerisindeki frekans bileşenleri alınacaktır
- Alınan sinyalde bir bozulma etkisi olacaktır

Gecikme Bozulması - Distortion

- Sinyalin şekli (biçimi) değişir
- Bir sinyalin iletim ortamı üzerindeki yayılım hızı sinyalin frekansı ile değişir
- Bir sinal iletilemek istendiğinde, sinyali oluşturan farklı hızlardaki farklı frekans bileşenleri alıcıya değişen gecikme süreleriyle ulaşır

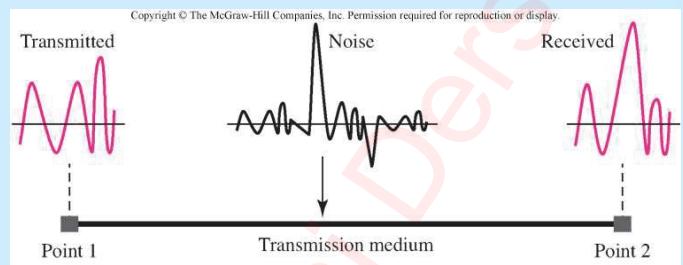


Gürültü - 1

- Verici ve alıcı arasındaki sinyale ek (istenmeyen) sinyaller eklenir
- Gürültü dört kategoriye ayrılır
 1. Termal gürültü
 - Elektron hareketlerinin oluşturduğu ısıl yapıdan dolayı
 - Aynı tarzda dağılır
 - Bu gürültü elimine edilemez
 2. Intermodulation gürültü
 - Farklı frekanslardaki sinyallerin aynı iletim ortamını kullanması sonucu oluşur
 - Bir sinal farklı frekans bileşenlerinden oluştuğundan dolayı farklı frekanslardaki sinal birbirlerine modülasyon etkisi yaparlar

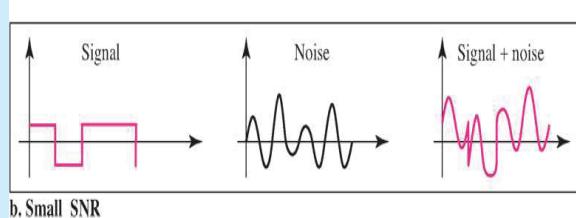
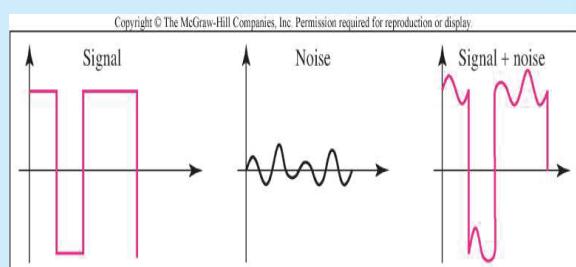
Gürültü - 2

- Crosstalk-Yanses
 - Bir hattan gelen bir sinyalin diğer hattan gelen sinyalden etkilenmesi sonucu oluşur
- Impulse Gürültüsü
 - Düzensiz darbeler ve çıkışlar
 - Harici elektromanyetik girişim
 - Kısa süreli
 - Yüksek genlikli



Sinyal Gürültü Oranı – Signal to Noise Ratio - SNR

- Bir sinyalin içerdeği gücün gürültü gücünde oranı iletimde önemli bir konudur ve sinyal gürültü oranı (SNR) olarak tanımlanır
- $\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \text{SNR}$ (Sinyal gücü/Gürültü gücü)
- Yandaki şekilde yüksek ve düşük sinyal ve gürültülere sahip sinyal örnekleri verilmiştir.
- Yüksek bir SNR değeri yüksek kaliteli sinyal manasına gelir.
- SNR erişilebilir veri hızının üst sınırlarını belirler.



KANAL KAPASİTESİ

- Daha büyük bir bandgenişliği daha yüksek bir bilgi taşıma kapasitesi sağlar
- Buna göre;
 - Herhangi bir sayısal dalga aslında sonsuz bir bandgenişliğine sahiptir
 - Fakat, iletim ortamı/sistemi bozulmalardan dolayı bu bandgenişliğini sınırlayacaktır
 - Ve, bununla beraber, herhangi verilen bir ortam için, daha yüksek bandgenişliği iletim maliyetinin artmasına neden olur
 - Buna karşılık, bandgenişliğini sınırlamak bozulmalara neden olmaktadır
- Bütün bunlara bağlı olarak Kanal kapasitesi;
 - Belirli şartlar altında, verilen bir iletim ortamı yada kanalı üzerinden iletilebilecek maksimum bit hızını tanımlar
 - Nyquist tarafından gürültüsüz ve Shannon tarafından gürültülü kanal için bit hızları belirlenmiştir.
 - Bandgenişliği, Gürültü ve Hata Oranı gibi 3 faktörden etkilenir

Kanal Kapasitesi – Faktörler - Hatırlatma

- Bandgenişliği
 - Saniyedeki sıklık oranı (çevrim sayısı - Hz) ile ifade edilir,
 - Verici ve iletim ortamının yapısı ile sınırlanır
- Gürültü
 - İletişim yolu üzerindeki ortalama gürültü seviyesidir
- Hata Oranı
 - Gönderilen bitlerden ne kadarı alıcı tarafından yanlış alınmıştır. Bu hataların meydana geldiği oranı tanımlar

Nyquist Bit Hızı

- Gürültüsüz ve hatadan yoksun bir kanal için tanımlanmıştır
- Bandgenişliği B olarak verilmişse, en yüksek sinyalleşme hızı $2B$ 'dir
- İki voltaj seviyeli binary sinyal için
 - **Nyquist bit hızı = $2B$ (bps)**
- Çoklu voltaj seviyesine veya sinyal seviye sayısına (L) sahip sinyal için Nyquist bit hızı
 - **Nyquist bit hızı = $2B \log_2 L$ (bps)**
 - $L=8$ (bazı modemlerde kullanılan değerdir) ve 3000 Hz'lik bandgenişliği için Nyquist bit hızı = 18000 bps olur

Shannon Kapasite Formülü

- Bit hızı, gürültü ve hata hızı arasındaki ilişki dikkate alınırsa;
 - Bit hızı ne kadar artarsa her bir bitin süresi de o kadar azalır, bu yüzden bir gürültü patlaması durumunda daha fazla bit etkilenir
 - Verilen bir gürültü seviyesi için yüksek bit hızı daha yüksek hata oranı anlamına gelir
- Bir sinyalin içeriği gücün gürültü gücüne oranı, sinyal gürültü oranı (SNR) olarak tanımlanır
 - SNR erişilebilir veri hızının üst sınırını belirler
- Bütün bunlara bağlı olarak Shannon, gürültülü bir kanal için teorik en yüksek bit hızını aşağıdaki formülle belirlemiştir.
 - **Shannon Kapasite: $C=B \log_2(1+SNR)$ (bps)**
- Örnek: BW = 3000 Hz ve S/N = 35 dB (3162) olan bir telefon hattı için
 - Maksimum veri hızı; $C = 3000 * \log_2(3163) = 34860$ bps = 34.86 Kbps

Nyquist ve Shannon Formül Örneği

- Örnek: 3 Mhz ve 4 Mhz arasında bir spektruma sahip bir kanal, 24 dB'lik bir SNR değerine sahiptir. Buna göre maksimum kapasiteyi belirleyiniz?

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

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

$$\text{SNR} = 251$$

- Shannon formülü kullanılarak

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

- 8 Mbps'lık maksimum kanal kapasitesini elde etmek için kaç sinyal seviyesi gereklidir?

$$C = 2B \log_2 L$$

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

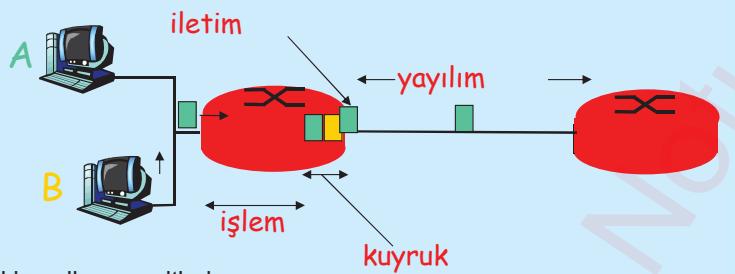
$$4 = \log_2 L$$

$$L = 16$$

AĞLARDA GECİKME / PERFORMANS

- Bant genişliği, ağ performansını belirleyen ölçütlerden birisidir.
 - Bant genişliği Hz olarak frekans bandını veya bps olarak bit hızı değerini gösterir.
 - Throughput, bir bağlantının gerçek bps değeridir.
- Gecikme (Latency), verinin kaynağından hedefine gönderilmesi için harcanan sürelerin toplamıdır.
 - Bir çok uygulama için anahtar bir gereksinimdir ve ağın performansını değerlendirmek için kullanılan temel bir başarım ölçütüdür.
 - Gecikme bir çok faktöre (trafik yoğunluğu, hatalar, vb.) bağlı olduğu için zamanla değişir
 - Bazı gecikme ölçütleri vardır. Bunlar: Maksimum gecikme, Ortalama gecikme, gecikme değişimi (delay jitter)
 - Gecikme ölçüyü uygulamaya bağlı olarak da değişir. Örnek: iyi kaliteli bir ses maksimum 90 ms'den daha az bir gecikme ve küçük bir gecikme değişimi gerektirirken, bir çok veri uygulaması için daha büyük gecikmeler yeterli olabilir.

Ağlarda Gecikme / Performans



- Ağ içerisindeki gecikme çeşitleri
 1. İletim gecikmesi
 2. Yayılım gecikmesi
 3. İşlem gecikmesi
 4. Kuyruk gecikmesi
 5. Yeniden İletim gecikmesi

Toplam Gecikme: İletim G + Yayılım G + İşlem G + Kuyruk G

1, 2: İletim ve Yayılım Gecikmeleri

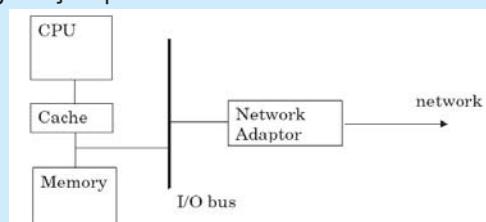
- İletim ve yayılım gecikmeleri kullanılan fiziksel ortam ve iletim tekniğine bağlıdır.
- Yayılım gecikmesi, verinin iletim ortamının bir başından diğer başına kadar yayılması için geçen zamanıdır.
- Bir ağ üzerindeki yayılım gecikmesi her bir paket için genelde sabittir.
 - Yayılım gecikmesi açısından en iyi sinyal uzayda ışık hızıyla (3×10^8 m/sn) yayılmalıdır
 - Burulmuş çift veya koaksiyel kablo için bu değer ortalama 2×10^8 m/sn'dır
 - $T_p = \text{Hattın fiziksel uzunluğu (m)} / \text{Yayılım hızı (m/sn)}$
- İletim gecikmesi çerçevenin hattın bit hızında gönderilmesi için harcanan zamanıdır.
 - İletim gecikmesi paket boyutuna bağlı olarak değişir.
 - $T_x = \text{İletilecek bitlerin sayısı (N)} / \text{Hattın hızı (bps)}$

İletim ve Yayılım Gecikmeleri - Örnek

- **Örnek1:** 2.5kbyte bir e-mail için 1Gbps bant genişliği olan ağıda yayılım ve iletim gecikmesi değerleri nedir? Alıcı verici arası mesafe 12000km ve yayılım hızı 2.4×10^8 m/s'dir.
 - Yayılım gecikmesi = $(12000 \times 10^3) / 2.4 \times 10^8 = 50$ ms
 - İletim gecikmesi = $(2500 \times 8) / 10^9 = 0.02$ ms
 - Mesaj boyutu kısa, bant genişliği yüksek olduğu için dominant (baskın) faktör yayılım gecikmesidir. İletim gecikmesi ihmali edilebilir.
- **Örnek2:** 5Mbyte bir resim için 1Mbps bant genişliği olan ağıda yayılım ve iletim gecikmesi değerleri nedir? Alıcı verici arası mesafe 12000km ve yayılım hızı 2.4×10^8 m/s'dir.
 - Yayılım gecikmesi = $(12000 \times 10^3) / 2.4 \times 10^8 = 50$ ms
 - İletim gecikmesi = $(5000000 \times 8) / 10^6 = 40$ s
 - Mesaj boyutu büyük, bant genişliği düşük olduğu için dominant (baskın) faktör iletim gecikmesidir. Yayılım gecikmesi ihmali edilebilir.

3. İşlem Gecikmesi

- Bir paketin iletilmesinden önce herhangi bir işlem için gerekli olan zamanı tanımlar
- Verici ve alıcı tarafının her ikisinde de mevcuttur
- Ağa bağlı olan bir düğüm için tipik bir mimari



- Fiziksel katman ve veri bağı katmanı genellikle ağ adaptör kartı üzerindeki donanımda gerçekleşir. Ağ kartı, sistem I/O veriyoluna bağlı olur.
- Veri, düğümün ana belleğinden / belleğine I/O veriyolu üzerinden transfer edilir

3. İşlem Gecikmesi - devamı

- Ağdan bir paket geldiğinde CPU üzerinden bir uygulamaya teslim edilmeden önce çeşitli gecikme kaynaklarından etkilenir. Bunlar:
 - İlgili protokolü gerçeklemek için gerekli saat çevrimlerinin sayısı
 - Ağ adaptör kartının hat hizmasına ayak uydurmak için tamponlama
 - I/O veriyolunu kazanmak için harcanan zaman
 - I/O veriyolu üzerindeki iletim zamanı
 - Bellek erişim hızı
 - Kesme işlem zamanı
- Bilgisayar mimarileri ve protokoller, bu tür gecikmeleri minimize etmek için optimize edilmektedir. (İşlemci hızı, I/O veriyolu hızı, veri iletim yapıları, adresleme mekanizmaları, ...)

4. Kuyruk Gecikmesi

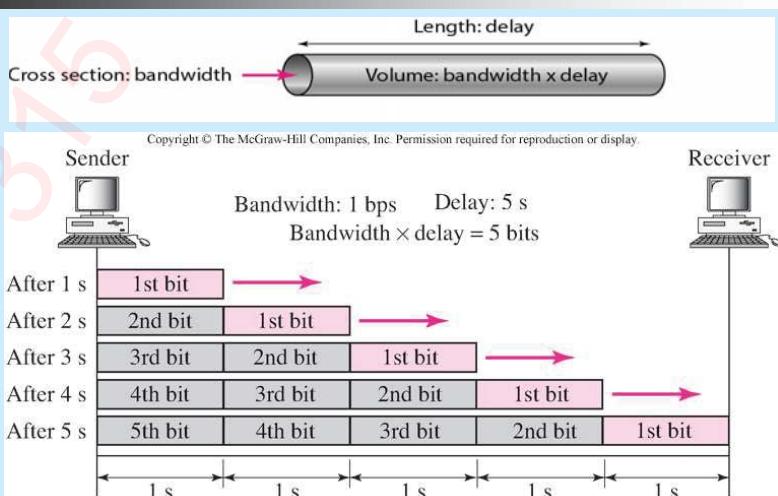
- Kuyruk gecikmesi bir paketin işlenmesinden ve iletildesinden önce bellekte beklediği zamanı tanımlar.
- Gecikmenin nedeni; diğer paketin ya aynı kaynak tarafından yada diğer kaynak tarafından iletiliyor olmasından dolayıdır.
- Örnek: 1 Mbps'lık hızda sahip bir iletim hattı düşünülürse;
 - 1000 bitlik paketlerin iletim hattı üzerinden iletilemek istenirse, böyle her bir paketin iletimi 1ms'lik bir zaman alır
 - Paket varışları arasındaki zaman 1 ms'den daha büyükse kuyruk oluşmayacaktır
 - Paket1 t=0 anında, Paket2'nin de t=0.4ms'devardığını (geldiğini) kabul edelim. Paket1'in iletimi 1ms alacaktır. Bundan dolayı paket2 iletildeden önce tamponda 0.6 ms kadar bekleyecektir. Bu gecikmeye kuyruk gecikmesi denir
- Ağlarda kuyruk gecikmeleri/modelleri matematiksel olarak analiz edilebilir. Bu gecikmeler /modeller üzerinde yapılan çalışma Kuyruk Teorisi olarak adlandırılır.

5. Yeniden İletim - Automatic Repeat Request

Ağ içerisinde düğümler arasında güvenli veri iletiminin sağlanamaması (verilerin bozulması, zamanında hedefine ulaşmaması) durumunda ilgili paketin/çerçevenin tekrar iletimi gereklidir.

- Idle RQ
 - Send and Wait (Stop and Wait)
- Continuous RQ
 - Selective Repeat
 - Go Back N

Bant Genişliği - Gecikme



- Bant genişliği-gecikme (Bandwidth-Latency) çarpımı, hat (kanal) üzerinde aynı anda bulunan bit sayısını gösterir.

İLETİM ORTAMLARI KONU BAŞLIKLARI

- İletim Ortamına Genel Bir Bakış
- Elektromanyetik Spektrum
- Kılavuzlu İletim Ortamları
 - Eş eksenli Kablo
 - Burulmuş Çift Kablo
 - Fiber Optik Kablo
- Kılavuzsuz (Kablosuz) İletim Ortamları
 - Kablosuz Sinyallerin Yayılım Modları
 - Radyo İletimi
 - Mikrodalga İletimi
 - Infrared İletimi
 - Kablosuz İletim Bozulmaları

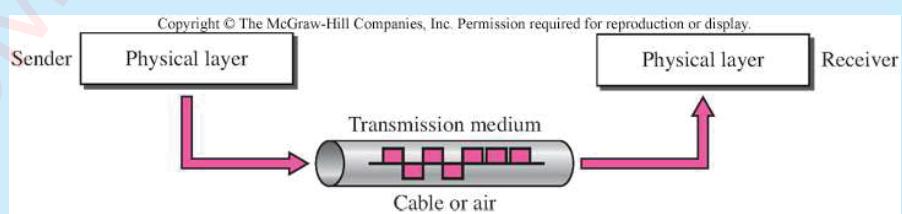
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

109

İletim Ortamına Genel Bir Bakış

- İletim ortamı verici ve alıcı arasındaki fiziksel yolu tanımlar
- İletim ortamı, fiziksel katmanın altında yer alır ve fiziksel katman tarafından kontrol edilir.
- İletim ortamı bakır kablo, fiber optik ya da hava olabilir
- İletim ortamındaki anahtar konular, veri hızı ve mesafedir



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

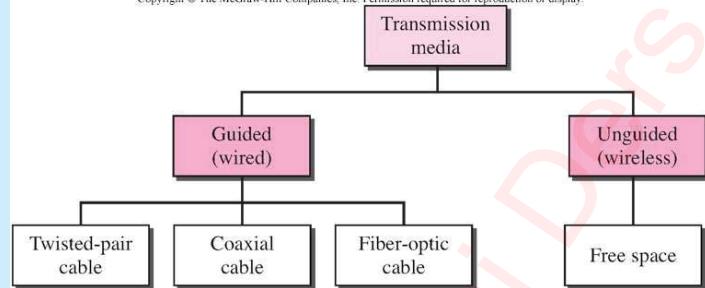
Sinyaller

110

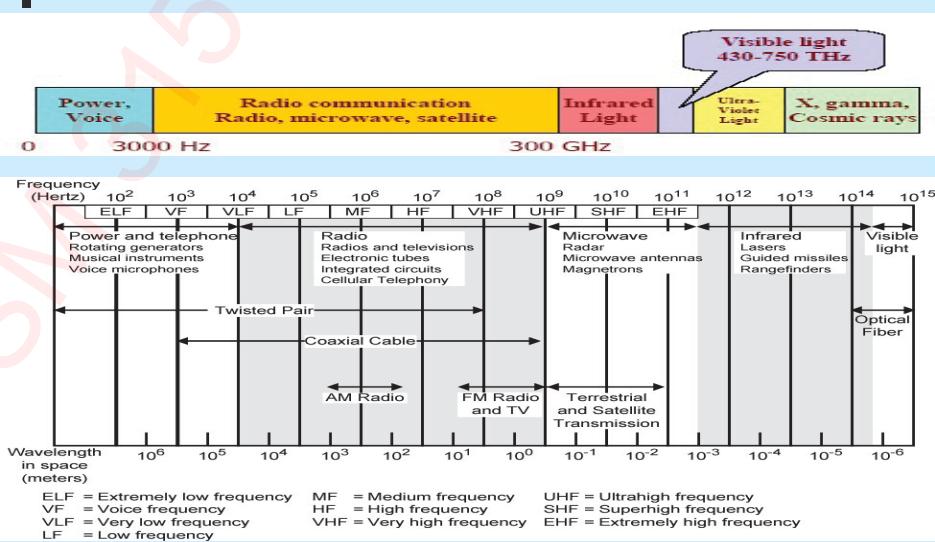
İletim Ortamına Genel Bir Bakış

- İletim ortamı kılavuzlanmış (kablolu) ve kılavuzlanmamış (kablosuz) ortam olarak ikiye ayrılır
- Kılavuzlanmış ortamda veri elektrik sinyalleri vasıtasyyla iletilir ve bu ortamda kullanılan ortam türü daha önemlidir
- Kılavuzlanmamış ortamda ise veri elektromanyetik dalgalar (sinyal) vasıtasyyla iletilir ve bu ortamda anten tarafından sunulan bandgenişliği daha önemlidir

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



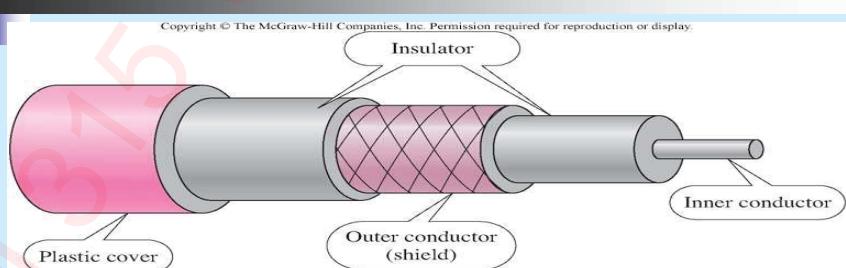
Elektromanyetik Spektrum



Kılavuzlu (Kablo) İletim Ortamları

- Dalgalar katı bir ortam boyunca hareket eder.
- Eş Eksenli Kablo
- Burulmuş Çift Kablo
- Fiber Optik Kablo

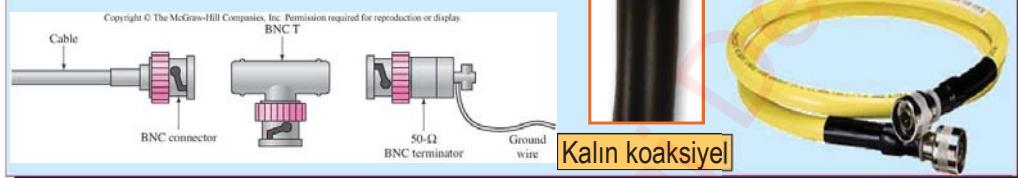
Eş Eksenli (Koaksiyel) Kablo ve Özellikleri



- Çok farklı uygulamalarda iletişim ortamı olarak kullanılabilir
 - Televizyon (TV ve Kablo TV yayını),
 - Analog ve sayısal telefon ağları, (600 Mbps sayısal veri taşıyabilir)
 - Yerel alan ağları (10Base-2 ve 10Base-5)
- İletim Karakteristikleri
 - Analog ve Sayısal sinyallerin iletişimlerinde kullanılır
 - Burulmuş çift kablodan daha yüksek frekans aralığındaki sinyalleri taşıır

Eş Eksenli Kablo Çeşitleri

- Konnektör olarak BNC kullanır
- İnce koaksiyel kablo
 - RG-58 İnce koaksiyel
 - 10 base 2
 - Azami mesafe : 185 M
- Kalın koaksiyel kablo
 - RG-8 Kalın koaksiyel
 - 10 base 5
 - Azami mesafe : 500 M



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

115

Burulmuş Çift (Twisted Pair) Kablo ve Özellikleri

- Çok yaygın olarak kullanılan bir iletişim ortamıdır
 - Telefon hatlarında ses ve veri iletişiminde
 - Yerel alan ağ bağlantıları (10Base-T, 100Base-Tx, 1000Base-T)
- Avantaj ve Dezavantajları
 - Diğer iletişim ortamlarına göre ucuz
 - Çalışılması kolay
 - Kısa mesafe
- İletim Karakteristikleri
 - Analog ve Sayısal sinyallerin iletişiminde kullanılabilir
 - Mesafeye uzatmak için yükselteç yada tekrarlayıcı kullanılır
 - Gürültü büklüm içerisindeki kabloları aynı oranda etkiler. Alıcı iki tel arasındaki farkı değerlendirdir



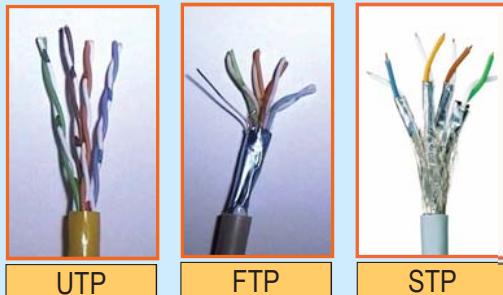
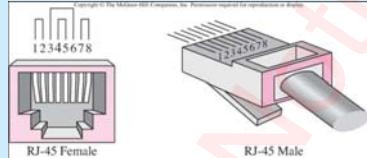
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

116

Burulmuş Çift Kablo Çeşitleri

- Ekransız bükümlü çift – Unshielded Twisted Pair (UTP)
- Folyolu bükümlü çift – Foiled Twisted Pair (FTP)
- Ekranlı bükülü çift – Shielded Twisted Pair (STP)
- UTP kablolar için RJ45 konnektör kullanılır



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

117

Burulmuş Çift Kablo Kategorileri

- UTP kablo kendi içinde güvenli olarak aktarabileceği veri miktarına göre kategorilere sahiptir.

Kategori	Özellik	Bant Genişliği (Hz)	Veri Hizi (Mbps)	Kullanım Yeri
1	Kapı Zili veya Speaker için kullanılan UTP	100KHz	<0.1	Kapı Zili ve Speaker
2	Thatlarda kullanılan UTP	1Mhz	2	T-1 hatları
3	LAN'larda kullanılan CAT 2'nin gelişmiş halidir	16 MHz	10	LAN
4	Token Ring ağlarında kullanılan CAT3'ün gelişmiş halidir	20 Mhz	20	LAN
5	Kılıflı 24 AWG (American Wire Gauge) kablodur	100 Mhz	100	LAN
5E	Crosstalk ve interferansı azaltılmış CAT5'tir	100 MHz	125	LAN
6	200 Mbps hız testinden geçen kablodur	250 Mhz	200	LAN
7	4 çiftin ayrı ayrı ekranlandığı STP kablodur.	600 MHz	>600	LAN

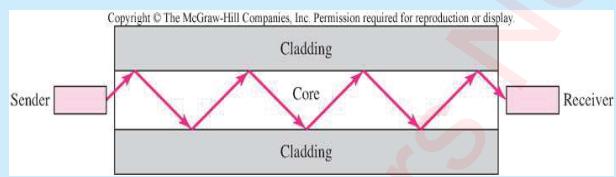
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

118

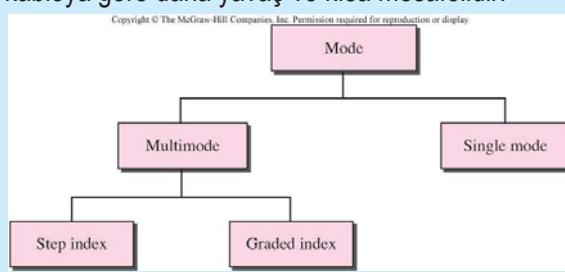
Fiber Optik Kablo ve Özellikleri

- Daha yüksek iletim hızları sağlar
- Boyut ve ağırlık diğer kablolu iletim ortamlarına göre çok azdır
- Zayıflama daha azdır ve daha uzak tekrarlayıcı mesafesi sağlar
- Uygulama alanları
 - Uzun mesafeli iletim
 - Şehirsel bağlantılar
 - Abone bağlantıları
 - Yerel alan ağları
- İletim karakteristikleri
 - Diğer iletim ortamlarına göre çok yüksek frekansa sahiptir - 10^{14} to 10^{15} Hz
 - Cam yada plastikten yapılırlar



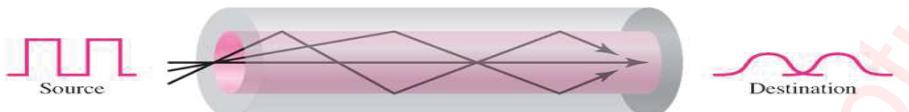
Fiber Optik İletim Modları

- Fiber optik kablo ile single mode veya multimode yayılım yapılabılır
- Single mod kabloda ışığın tümü tek bir yol üzerinde hareket eder. Sinyalin çarpması, kırılması gibi bir durum yoktur. Bundan dolayı ışık sinyali uzun mesafelere kadar gidebilir..
- Multimode kablonun step-index veya graded-index olarak iki çeşidi vardır
 - Işık kırılma etkisinden dolayı çoklu yol üzerinden hareket eder. Single mod fiber kabloya göre daha yavaş ve kısa mesafelidir.



Fiber Optik İletim Modları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a. Multimode, step index



b. Multimode, graded index



c. Single mode

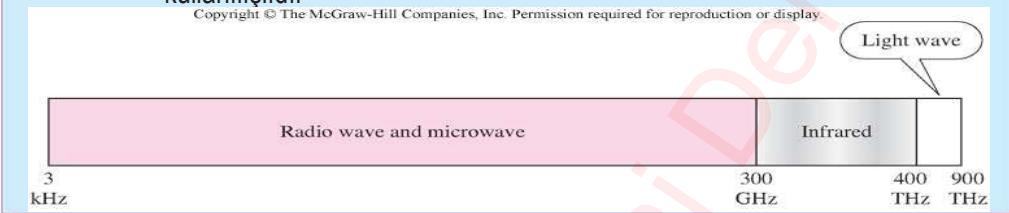
Kılavuzsuz (Kablosuz) İletim Ortamları

- Atmosfer vasıtısıyla yayılan elektromanyetik sinyallerin gönderilmesi ve alınması bir anten vasıtısıyla gerçekleşir
- Kablosuz iletişim için konfigürasyonlar
 - Tek yönlü sinyal gönderme (directional)
 - Çok yönlü sinyal gönderme (omnidirectional)
- Kılavuzlanmamış İletim Ortamları
 - Radyo İletişimi
 - Radyo Dalga
 - Mikrodalga
 - Karasal Mikrodalga
 - Uydu Mikrodalga
 - Infrared

Kablosuz Sinyallerin Frekans Spektrumu

- Radyo Dalga Frekans Aralığı : 3 kHz - 1 GHz
 - Çok yönlü uygulamalar için uygundur
- Mikrodalga Frekans Aralığı : 1 GHz - 300 GHz
 - Tekyönlü ışınlar mümkündür
 - Noktadan noktaya iletim için uygundur
- Infrared Frekans Aralığı : 3×10^{11} - 4×10^{14} Hz (300 GHz - 400 THz)
 - Kısıtlı alan içerisinde noktadan noktaya ve çoklu nokta uygulamalar için kullanılabiliridir

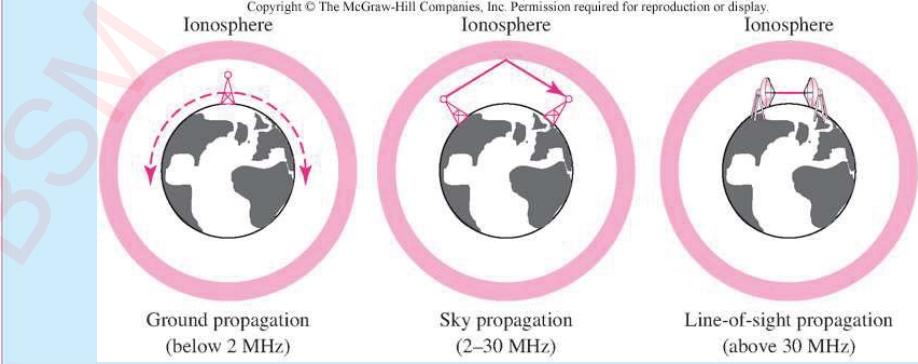
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Kablosuz Sinyallerin Yayılım Modları

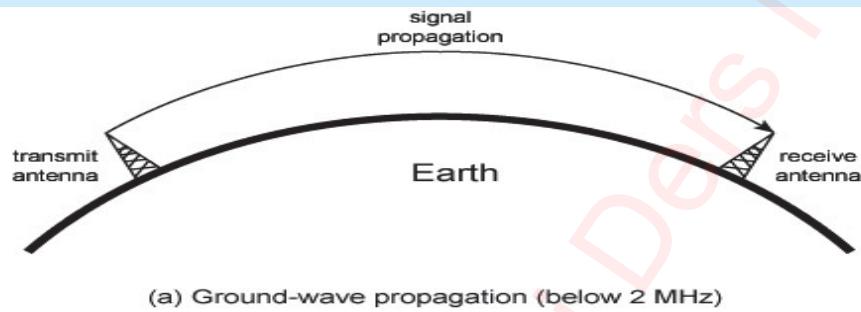
- Kablosuz ortamda sinyaller 3 farklı yayılım şekli ile hareket eder
 - Yer Dalası Yayılımı - Ground-wave propagation – Surface
 - Gök Dalası Yayılımı- Sky-wave propagation
 - Görüş Açısı Yayılımı - Line-of-sight (LOS) propagation

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



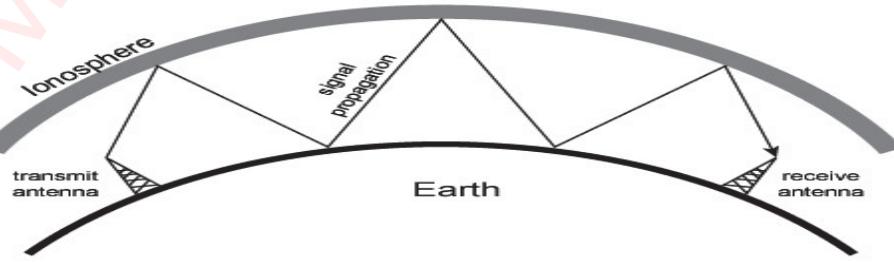
Yer Dalgası Yayılımı

- Yeryüzü çizgisini takip eder
- 2 MHz'e kadar sinyaller bu şekilde bir yayılım gösterirler
- Oldukça uzak mesafelere yayılabilirler
- Uzun dalga radyo



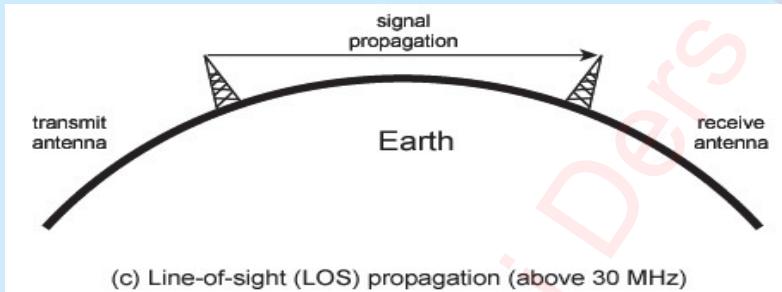
Gök Dalgası Yayılımı

- Aynı zamanda İyonosferik dalga olarak da isimlendirilmektedir
- Sinyal atmosferin en üst katmanı olan iyonosferden dünyaya geri yansıtılır
- Sinyal iyonosfer ve yerküre arasında kırılma etkisinden dolayı birçok defa yansıma yapar
- AM radyo, navigasyon cihazları, deniz ve hava haberleşme



Görüş Açısı Yayılımı

- 30 MHz'in üzerindeki tüm frekanslarda iletişim görüş açısı yayılımı ile gerçekleşenir.
- İletim yapan ve alma işlemini gerçekleyen antenler görüş açısı içerisinde olması gerekmektedir
 - Uydu iletişimi - 30 MHz'in üzerindeki sinyal iyonosfer tarafından geri yansıtılmaz
 - Yer iletişimi – Antenlerin birbirlerinin efektif alanı içerisinde olması gerekmektedir



(c) Line-of-sight (LOS) propagation (above 30 MHz)

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

127

Radyo Dalga ve Mikrodalga Frekans Bölümleri

Bant	Aralık	Yayılım	Uygulama
VLF (very low frequency)	3-30 kHz	Ground	Uzun dalga radyo
LF(low frequency)	30-300 kHz	Ground	Radyo deniz fenerleri, navigasyon cihazları
MF (medium frequency)	300 kHz-3 MHz	Sky	AM radyo
HF (high frequency)	3-30 MHz	Sky	Halk band telsiz, deniz ve hava haberleşme
VHF (very high frequency)	30-300 MHz	Sky ve LOS	VHF TV FM radyo
UHF (ultra high frequency)	300 MHz-3 GHz	LOS	UHF TV, hücresel telefon, çağrı cihazları, uydu
SHF (super high frequency)	3-30 GHz	LOS	Uydu haberleşmesi
EHF (extremely high frequency)	30-300 GHz	LOS	Radar, uyu

- Bu tablo, Doç.Dr. M. Ali Akçayol'un Veri İletişimi ders notlarından alınmıştır

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

128

Radyo Dalga İletimi

- Radyo terimi 3 KHz ile 300 GHz arasındaki frekans aralığını içine alan bir terimdir. Bu yüzden VLF, VHF ve UHF bandının (3 KHz – 1 Ghz) bir kısmını kapsayan kavrama Radyo Yayıtı ifadesi kullanılır. Bu aralık FM radyo ve UHF/VHF televizyon iletimini kapsar.
- Radyo yayını ile mikrodalga iletimi arasındaki temel fark, radyo yayının çok yönlü ve mikrodalga iletiminin ise tek yönlü olmasıdır
- Radyo yayını mikrodalga iletimdeki parabolik tabak biçimli antenlerin kullanımını gerektirmez ve antenlerin sabit olarak monte edilmesini gerektirmez
- Düşük frekanslı radyo dalgaları yeryüzüne yerleştirilen vericiler ve alıcılar arasında daha sınırlı uzaklıklarda kullanılırlar.

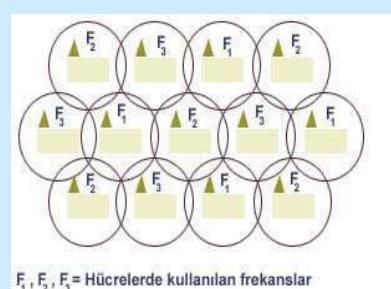
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

129

Radyo Dalga İletimi-2

- Bir radyo vericisi, ‘ana istasyon’ olarak kablolu sonlanma noktasına yerleştirilir ve her bir iletişim sistemi ile ana merkez arasında bir bağlantı sağlar
- Daha geniş bir kapsama alanı veya daha fazla kullanıcı gerektiren uygulamalar için çok sayıda ana istasyon kullanılması gereklidir. Hücresel yapı
- Her bir ana istasyon komşularından farklı frekans bandı kullanır, fakat, bu frekans bandları her ana istasyonun kapsama alanının sınırlı olması nedeniyle ajan diğer kısımlarında tekrar kullanılabilir



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

130

Mikrodalga İletimi

- Mikrodalga iletimi, elektromanyetik spektrumun (1GHz- 300GHz) önemli bir kısmını kapsar.
- Mikrodalga kullanılarak yapılan bilgi iletiminde bant genişliğinin büyük olması nedeniyle bilgiyi gönderim hızı yüksektir.
- Alıcı ve vericilerin bakış doğrultusu içerisinde olması gerekmektedir
- UTP veya koaksiyel kabloya oranla daha az bilgi ve enerji kaybı söz konusudur, fakat özellikle yüksek frekanslarda, yağmur vb etkiler gönderilen işarette zayıflamaya neden olur.
- Çok geniş bir frekans bandında farklı frekansların kullanılması nedeniyle, mikrodalga kullanarak yapılan haberleşme iki gruba ayrılmaktadır:
 - Karasal mikrodalgalar
 - Uydu mikrodalgaları

Karasal (Terrestrial) Mikrodalga İletimi

- Yeryüzü mikrodalgaları, fiziksel iletişim ortamını kurmanın pratik olmadığı veya maliyetli olduğu durumlarda (nehir, bataklık, çöl boyunca) kullanılır.
- Bina, yoğun sis, yoğun kar yağısı gibi etkenlerden etkilenen mikrodalga ile haberleşmede verici ve alıcı elemanlarının birbirini görmesi zorludur.
- Diğer taraftan işaret, uydu bağlantısıyla temel olarak serbest uzaya geçer, bu nedenle engelleyici etkilere daha az maruz kalır.
- Tabak biçimli parabolik antenler kullanılır ve sabit bir yere monte edilmesi gereklidir
- Hem ses hem de televizyon iletiminde kullanılır
- Son zamanlarda binalar arasında kısa mesafeli noktadan noktaya hatlar arasındaki iletişim için de kullanılmaya başlanmıştır
- Daha yüksek frekans kullanıldığında, daha yüksek bandgenişliği, dolayısıyla daha yüksek veri hızı elde edilebilir

Uydu Mikrodalga İletimi

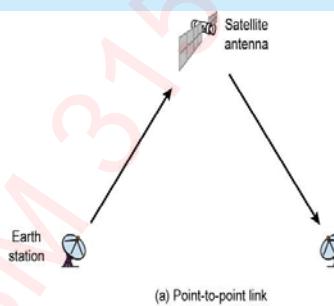
- Uydular, aynı yada farklı ülkelerde bulunan iletişim sistemlerini yüksek hızlı iletişim yollarıyla birbirine bağlayan sistemlerdir
- Bir iletişim uydusu bir mikrodalga aktarma istasyonudur
- Yeryüzünün çevresini yeryüzüyle senkron bir biçimde döner ve böylece yeryüzünden durağanmış gibi görünür (geosynchronous orbit).
- İki veya daha fazla yerüstü mikrodalga verici / alıcıları bağlamak için kullanılır
- Uydu bir frekans üzerinden alır, sinyali yükseltir veya tekrarlar ve daha sonra diğer bir frekans üzerinden gönderir
- Tek bir yörüngeye sahip olan uydu, birçok frekans bandı (transponder kanal) üzerinde çalışır
- Televizyon yayını, uzun mesafeli telefon iletişimi, özel ticari ağlar gibi uygulamalarda kullanılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

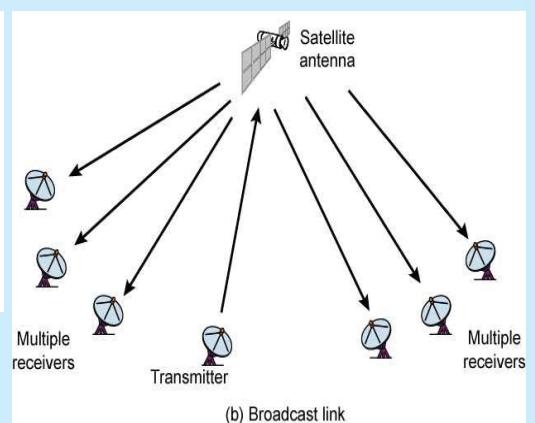
Sinyaller

133

Uydu Mikrodalga İletimi İçin Konfigürasyonlar



(a) Point-to-point link



(b) Broadcast link

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

134

Infrared (Kızılıötesi) İletimi

- 300 GHz – 400 THz arasında frekans bandlarına sahiptir
- Alıcı ile verici cihaz arasında açık görüş hattının bulunduğu ortamlarda ve kısa mesafeler için çok uygundur.
- Kızılıötesi teknolojisini iki tür kullanmak mümkündür.
 - Birincisi görüş hattı (direct beam, line of sight),
 - İkincisi ise yansımaya (diffused beam) yöntemidir.
- Infrared ve Mikrodalga arasındaki önemli bir fark, kızılıötesi sinyalleri duvarlar tarafından bloke edilir. Böylece mikrodalga iletiminde karşılaşılan güvenlik ve girişim problemleri ile karşılaşılmaz
- İletişimde kullanılan frekans için bir tahsisata gerek yoktur. Çünkü frekans lisanslama işlemine gerek yoktur.
- Kızılıötesi teknolojisi büyük oranda uzaktan kumanda cihazlarında kullanılmaktadır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

135

Kablosuz İletim Bozulmaları

- Serbest Uzay Kaybolması – Free Space Loss
- Atmosferik Emme – Atmosphere Absorbe
- Çoklu Yol - Multipath
- Kırılma - Refraction

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

136

Serbest Uzay Kaybolması

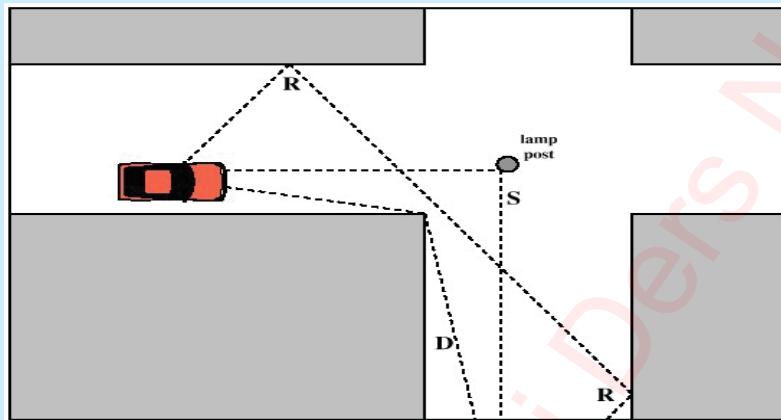
- Kablosuz iletişimim herhangi bir çeşidi için mesafe ile birlikte zayıflar.
- Bundan dolayı sabit bir kapsama alanına sahip bir anten gönderen antenden uzaklaşıkça daha az sinyal gücü alacaktır.
- Bozulma ve diğer bozulma kaynaklarının hiçbirinin olmadığı varsayılsa bile, sinyalin daha geniş bir alan içerisinde yayılmasından dolayı, iletilen bir sinyal mesafe ile birlikte zayıflar. Zayıflamanın bu biçimini serbest uzay kaybolması olarak bilinir.
- Serbest uzay kaybolması anten tarafından yayılan gücün alınan güce oranını logaritma 10 tabanına göre desibel olarak ifade edilmesidir.

Atmosferik Emme

- Su buharlaşması ve oksijen zayıflama etkisi oluşturur
- Su buharlaşmasının sinyal zayıflamasına etkisi, 22 GHz'lik frekanslarda yüksek bir zayıflama etkisi oluştururken, 15 GHz'in altındaki frekanslarda bu zayıflamanın etkisi fazla olmaz.
- Oksijenin sinyal zayıflamasına etkisi 60 GHz'lik frekanslarda yüksek değere çıkarken, 30 GHz'in altındaki frekanslarda fazla etkisi yoktur.
- Yağmur ve sis'de sinyalde zayıflama etkisi oluşturur

Çoklu Yol (Multipath) Yayılımı

- Engeller sinyalleri geri yansittiginden dolayı, sinyalin farklı gecikmelere sahip birçok kopyası alınır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

139

Kırılma - Refraction

- Elektromanyetik dalganın hızı iletim ortamının yoğunluğunun bir fonksiyonudur
 - Boşluk içerisinde 3×10^8 m/s, diğer durumlarda daha az
- Dalga bir ortamdan diğer ortama hareket ederken, hızı değişir
 - Ortamlar arasındaki geçişte (sınırlarda) dalganın yönünde bir kırılma meydana gelir
 - Bu kırılma ortam yoğunluğuna göre gerçekleşir
- Kırılmadan dolayı sinyalin bir kısmı yada tamamı alıcıda kaybolabilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

140

Bölüm2 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
 - Chapter 3: Data and Signals
 - Chapter 7: Transmission Media
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
 - Chapter 3: Data Transmission
 - Chapter 4: Guided and Wireless Transmission

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

141

BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

BÖLÜM3: VERİ KODLAMA

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

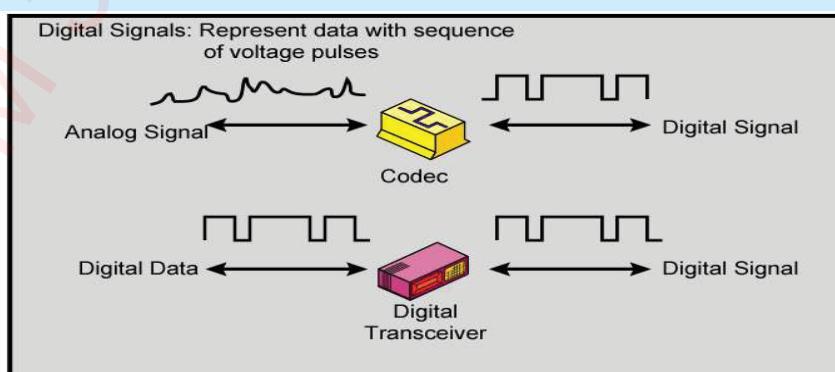
BÖLÜM3: VERİ KODLAMA KONU BAŞLIKLARI

SAYISAL İLETİM

- Sayısal Veri, Sayısal Sinyal
 - Bit Hızı ve Baud Hızı
 - Sayısal Veri Sayısal Sinyal Dönüşüm Problemleri
 - Hat Kodlama Teknikleri (Unipolar, Polar, Bipolar, MultiLevel, MultiLine)
- Analog Sinyal, Sayısal Sinyal
 - Darbe Kod Modülasyonu
- İletişim Teknikleri
 - Seri İletişim
 - Paralel İletişim
- ANALOG İLETİM
 - Sayısal Veri, Analog Sinyal (ASK, FSK, PSK, QAM)
 - Analog Veri, Analog Sinyal

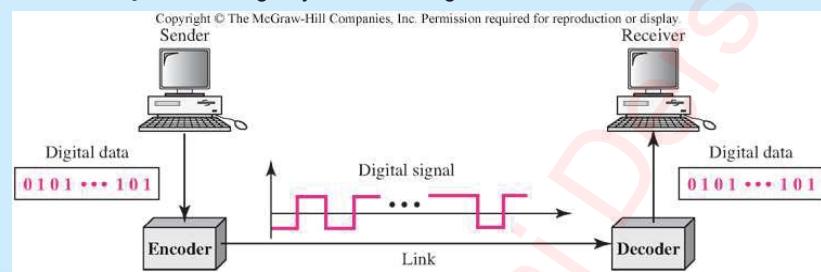
SAYISAL İLETİM

- Sayısal iletişimde iki alternatif vardır. Bunlar:
 - Sayısal Veri, Sayısal Sinyal
 - Analog Veri, Sayısal Sinyal
- Veri kaynağı analog yada sayısal olabilir, fakat sinyal sayısaldır



Sayısal Veri, Sayısal Sinyal

- Sayısal veriyi sayısal sinyale dönüştürme işlemine Hat Kodlama (Line Encoding) denir.
 - Ayrıca Sayısal Temelband Modülasyonu (Digital Baseband Modulation) da denir. Bu dönüşümde (kodlamada yada modülasyonda) bir taşıyıcı sinyali kullanılmaz
- İkili veri (sayısal), hat kodlama dönüşümleri vasıtayla sayısal bir sinyal haline dönüştürülür. Bilgisayar verisinin gönderilmesi örnek olarak verilebilir



Bit Hızı ve Baud (Sinyal) Hızı

- Veri iletişiminde en küçük parça bit olarak isimlendirilir.
- Veri hızı, bir saniyede iletilen bit hızını tanımlar (bit/s). Veri hızı bit hızı olarak da tanımlanabilir.
- Sinyal hızı (baud hızı = darbe (pulse) hızı = modülasyon hızı = simbol hızı), bir saniyede iletilen sinyal sayısını gösterir (baud/s)
- Modülasyon tekniklerinde amaç düşük baud hızı üzerinden yüksek bit hızı değeri elde etmektir.
- Bandwidth, sinyali taşımak için gereken frekans spektrumunu gösterir.
- Sinyaldeki değişim sayısı artarsa, daha geniş frekans spektrumu kullanılabilir.

Bit Hızı ve Baud (Sinyal) Hızı

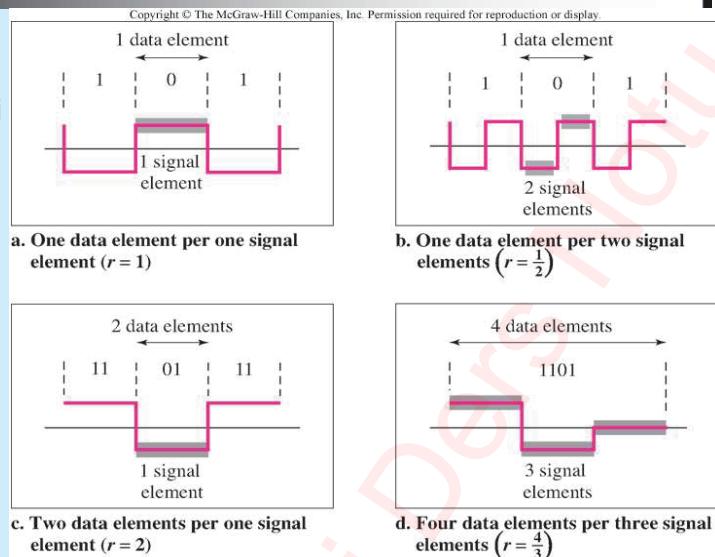
- Yukarıdaki şekilde r , bir sinyal ile taşınan veri biti sayısını göstermektedir

Nyquist bit hızı

- $N = 2B \log_2 L$
- $N = 2 \times B \times r$

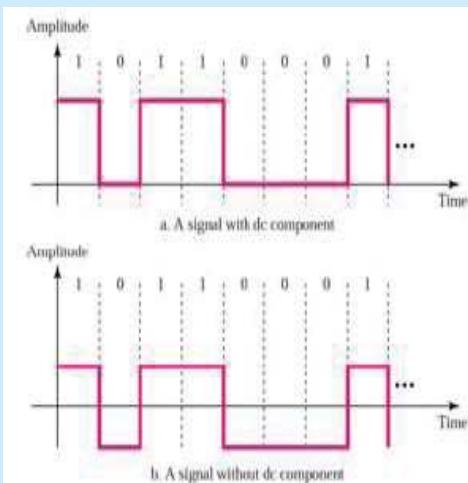
Baud hızı (sayısal iletim)

$$S = 1/2 \times N \times 1/r$$



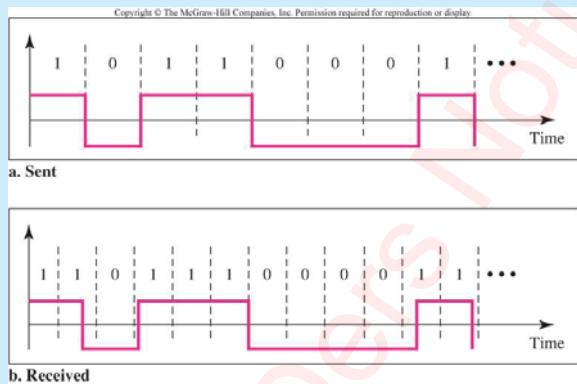
Sayısal Veri Sayısal Sinyal Dönüşüm Problemleri

- Hat kodlamada uzun 1 ve 0 bit dizilerinin alıcı tarafından algılanması zordur.
- Bir sayısal sinyal belirli bir süre sabit kalırsa DC bileşen oluşur. Bu da düşük frekansları geçirmeyen sistemler için probleme neden olur. DC bileşen sıfır frekans bileşenidir. Telefon hattı 200 Hz'in altındaki sinyalleri geçirmez
- Kodlama tekniklerinin bu problemi dikkate alması gereklidir



Sayısalan Sayısal Dönüştüm Problemleri - 2

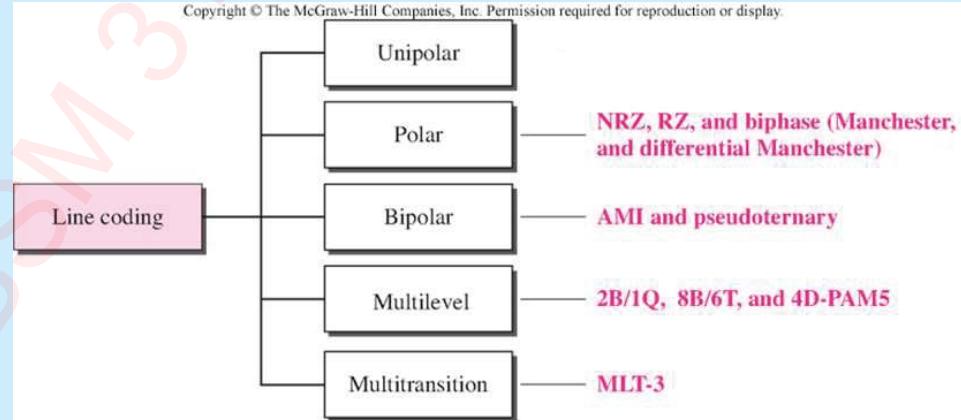
- Hem alıcı hem de verici de bir aralığını aynı olması gereklidir
- Senkronizasyon
 - Başlama ve sonlandırma problemi (1111111)
 - Bozulma
 - $1111 \rightarrow 11111$
 - Ayrı bir hat vasıtıyla yada dinamik olarak aynı hat üzerinden senkronizasyon bilgisi gönderilerek bu problem çözülebilir



Hat Kodlama Teknikleri

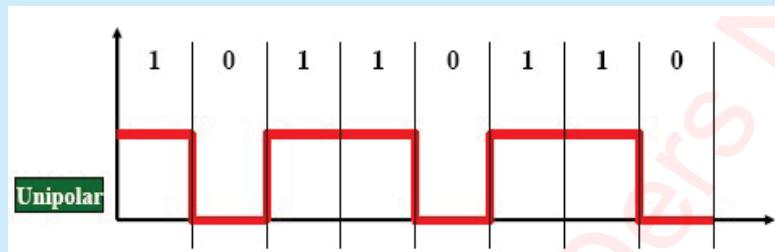
- Hat kodlama teknikleri (sayısal veriden sayısal sinyale dönüşüm yöntemleri) aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi 5 grub altında toplanmaktadır

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Unipolar (Tek Kutuplu) Kodlama

- Tek seviyeli bir değere sahiptir. Bit 1 pozitif gerilim ve bit 0 0 V ile tanımlanır.
- Çok basit bir kodlama yöntemidir

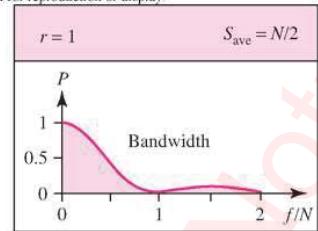
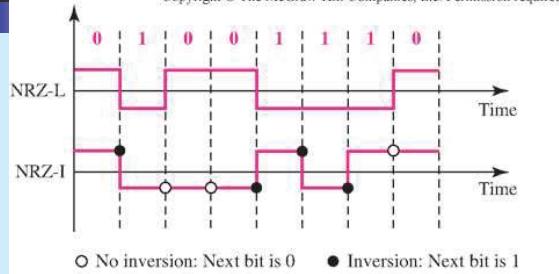


NRZ Kodlama Teknikleri (Polar-Seviye Tabanlı)

- Seviye tabanlı kodlamaları tanımlar, yani veri seviyelerle gösterilir
- NRZ-L ve NRZ-I yöntemleri mevcuttur
- DC bileşene sahiptirler
- Uzun 1 ve 0 bit dizilerinin algılanması zordur (NRZ-L'de daha fazla)
- Senkronizasyon problemleri oluşabilir (NRZ-L'de daha fazla)

NRZ Kodlama Teknikleri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



NRZ-L (Level) kodlama teknigi: 1 değerinde düşük voltaj, 0 değerinde yüksek voltaj (negatif lojik mantığı)

- Bir bit bilginin gönderilişinde voltaj belli bir seviyede tutulur.
- Kısa bağlantılar için kullanılır, ör: PC – harici modem (RS-232)

NRZ-I (Invert) kodlama teknigi: 1 değerinde voltaj seviyesini değiştir, 0 değerinde voltaj seviyesini değiştirme.

- Bir bit bilginin gönderilişinde voltaj belli bir seviyede tutulur.
- Bazı ISDN kanallarında kullanılır

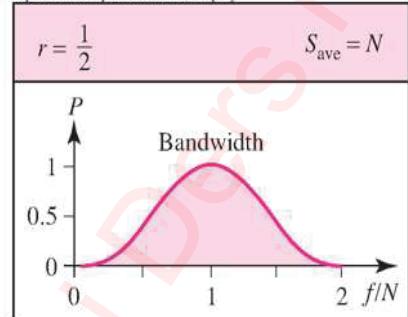
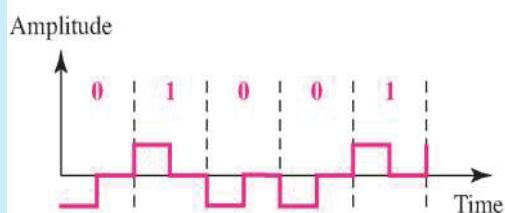
Farksal Kodlama Teknikleri (Polar-Farksal)

- Veri, seviyelerden ziyade değişimlerle gösterilir
- Seviyelerden daha güvenilir bir geçiş (transition) sezimine sahiptir
- Geçişler hem veri hem de saat sinyali olarak hizmet eder.
- Bir bit için daha çok sinyal değişimi gereklidir. Yani daha fazla bandgenişliği gereklidir. Baud hızı bit hızından daha büyüktür.
- Aşağıdaki kodlama yöntemleri farksal kodlama yapısındadır
 - RZ
 - Manchester
 - Farksal Manchester

RZ – Return to Zero (Polar)

- Üç seviye kullanılır + V, - V, 0 (sıfır seviyesi)
- Sinyal bitin orta seviyesinde 0'a döner
- Bir bit için daha sinyal değişimi gereklidir
- DC bileşen problemi yoktur

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

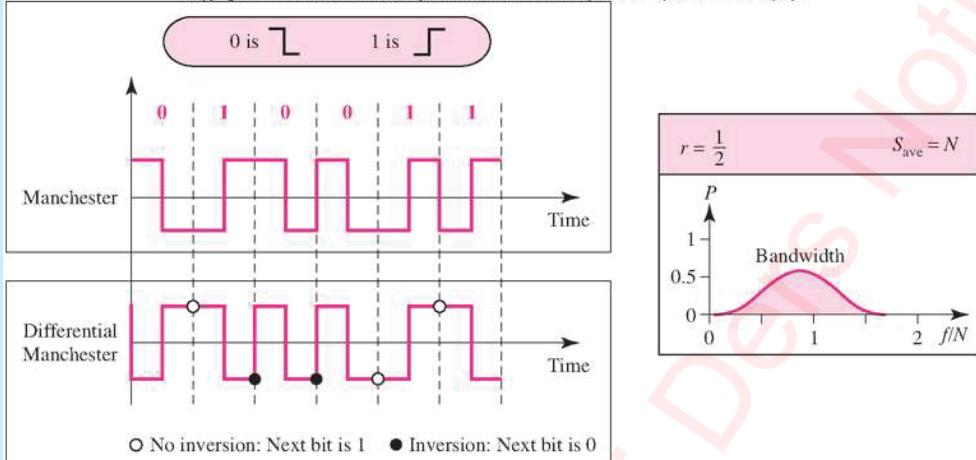


Manchester ve Farksal Manchester Kodlama (Polar)

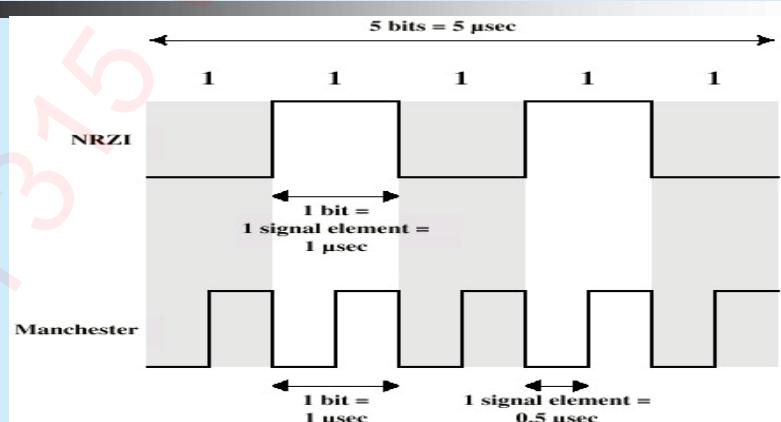
- Manchester Kodlama Tekniği:** 0 değerinde düşen kenar, 1 değerinde yükselen kenar
- Farksal Manchester Kodlama Tekniği:** 0 değeri bit süresinin başında düzey değişimi gösterirken, 1 değeri için bit süresinin başında düzey aynı kalır. Bit süresinin ortasında her iki bit değeri için de düzey değişimi olur
 - Bir bit bilginin gönderilmesinde en az bir voltaj seviyesi değişimini gerektirir.
 - NRZ'de olduğu gibi voltaj seviyesi bilgiyi taşımaz.
 - Bit gönderme zamanının tam ortasında seviye değiştirir (senkronizasyon sağlanır).
 - DC bileşeni yoktur
 - 10 Mbps Ethernet, Manchester kodlama tekniğini kullanır
 - 802.5 protokolü (Token Ring) Farksal Manchester kodlama tekniğini kullanır

Manchester ve Farksal Manchester Kodlama (Polar)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



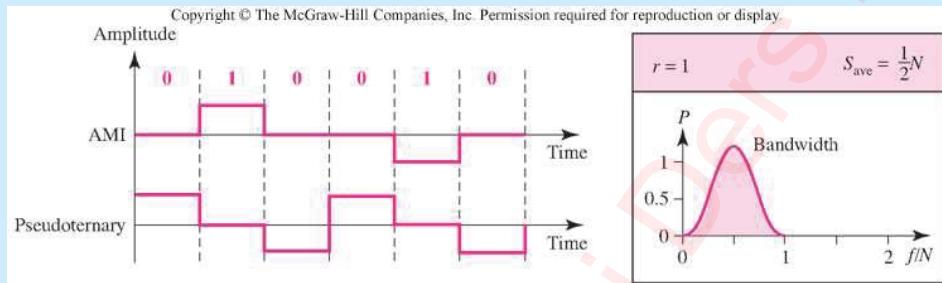
Modülasyon Hızı



- Yukarıdaki karşılaştırmada Manchester teknigi NRZ-I teknigine göre 2 kat modülasyon hızına sahiptir. Yani NRZ'da baud hızı ile bit hızı birbirine eşit iken Manchester kodlama tekniginde ise baud hızı bit hızının 2 katıdır. Diğer bir ifadeyle Manchester kodlamanın bandgenişliği NRZ kodlamaya göre iki katır.

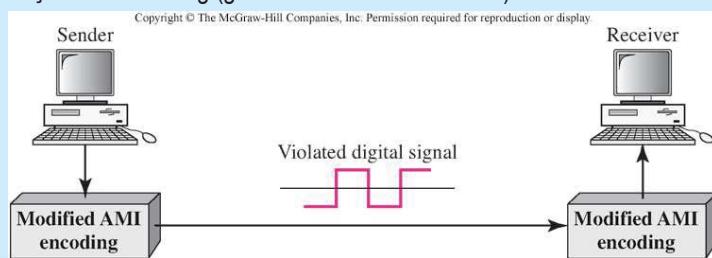
AMI ve Pseudoternary (Bipolar)

- AMI (Alternate Mark Invision) kodlama: 0 için 0 Volt seviyesi kullanılırken, 1 için ise sırayla pozitif (+V) ve negatif (-V) olarak değişir
- Pseudoternary kodlama: 1 için 0 Volt seviyesi kullanılırken, 0 için ise sırayla pozitif (+V) ve negatif (-V) olarak değişir
- +V ve -V arasında sürekli değişim olduğundan Bipolar kodlamada DC bileşen yoktur.



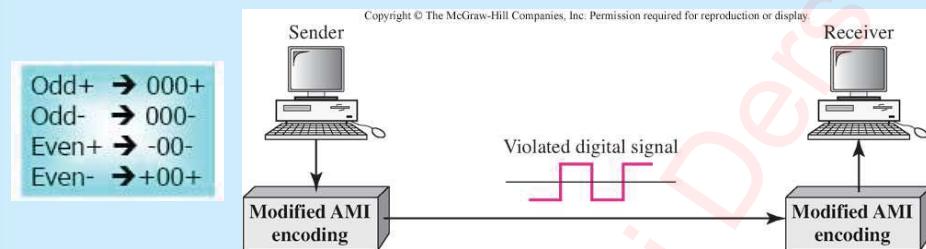
B8ZS - Bipolar With 8 Zeros Substitution

- Bipolar AMI teknigi üzerine dayalidir.
- 8 ardarda gelen 0 seviyeli gerilimi yerine 000VB0VB bit dizisi yerlestirilir
 - Eger bir bayt sifirlardan olusuyorsa ve hemen onunden de pozitif bir voltaj darbesi geliyorsa, sifirlardan oluşan bu sekiz bit 000+-0+- olarak kodlanır
 - Eger bir bayt sifirlardan olusuyorsa ve hemen onunden de negatif bir voltaj darbesi geliyorsa, sifirlardan oluşan bu sekiz bit 000+-0+- olarak kodlanır
- Alici sekiz bitten oluşan bit dizisini sezer ve yukarıdaki kodu sifir bit dizisinin yerine koyar. Bu işleme scrambling (gönderimden önce kodlama) denir.



HDB3-High Density Bipolar 3 Zeros

- Bipolar AMI teknigi üzerine dayalidir
- Dort sifira sahip bir katar bir yada iki darbeli voltaj darbesi ile yer degistirir Bu isleme scrambling (gonderimden once kodlama) denir.
- Son ihlalden sonra 1'lerin sayisi gözlenir (tek veya çift olarak)
- Son ihlalden sonra 1 yoksa (örnek 0000'dan sonra 0000) 1'lerin sayisi çift olarak kabul edilir



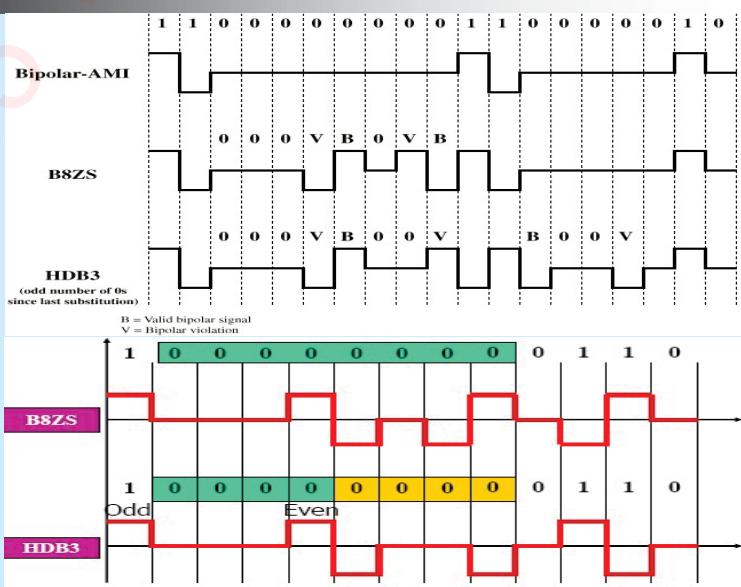
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayisal İletim

161

B8ZS ve HDB3 Karşılaştırması

- V, AMI kodlamada bir önceki gerilim seviyesinin ayını gösterir
- B, bipolar bir önceki gerilim seviyesinin tersini gösterir.

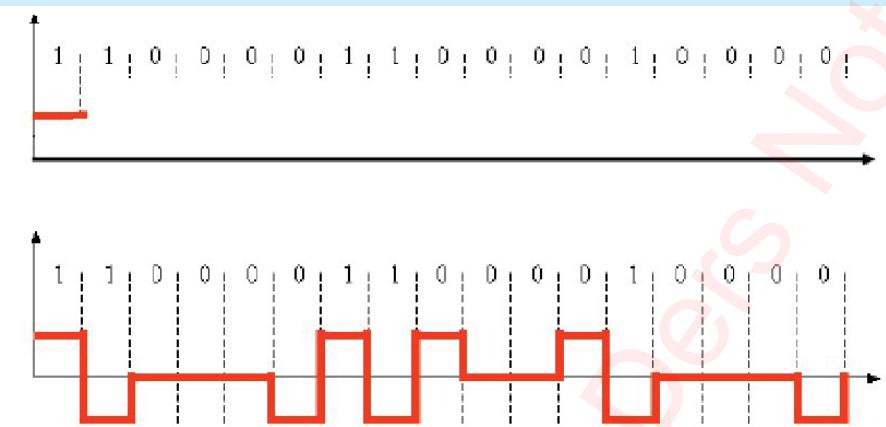


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

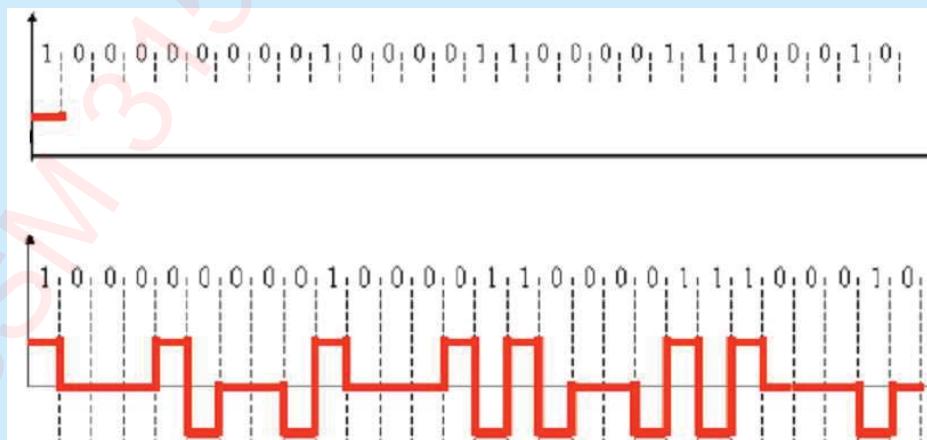
Veri Kodlama - Sayisal İletim

162

HDB3 – Örnek1



HDB3 – Örnek2



Multilevel Kodlama Yöntemleri

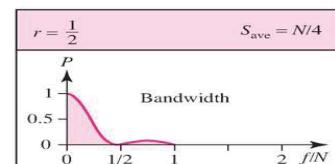
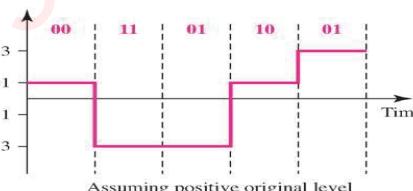
- 2B1Q, 8B6T, 4D-PAM5 yöntemleri, Multilevel kodlama yöntemleri içerisinde yer alır
- Bu şekildeki kodlama **mBnL** olarak isimlendirilir. İlk ikisi (**mB**) veriyi, son ikisi (**nL**) sinyali gösterir
- **m** veri biti sayısını (ikili verinin uzunluğunu), **n** de sinyal sayısını (sinyal uzunluğunu) gösterir.
- İkili veri sadece 0 ve 1 değerlerine sahip olduğundan m adet veriyi 2^m farklı sinyalle gösterebiliriz
- **B**'de ikili veriyi tanımlar.
- Her sinyalde **L** seviye olursa L^n adet farklı sinyal elde edilir. Yani L adet sinyal seviyesi bulunur.
- $L=2$ ise **B** (Binary), $L=3$ **T** (Ternary), $L=4$ ise **Q**(Quaternary) kullanılır

2B1Q (Multilevel)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Next bits	Previous level: positive	Previous level: negative
00	+1	-1
01	+3	-3
10	-1	+1
11	-3	+3

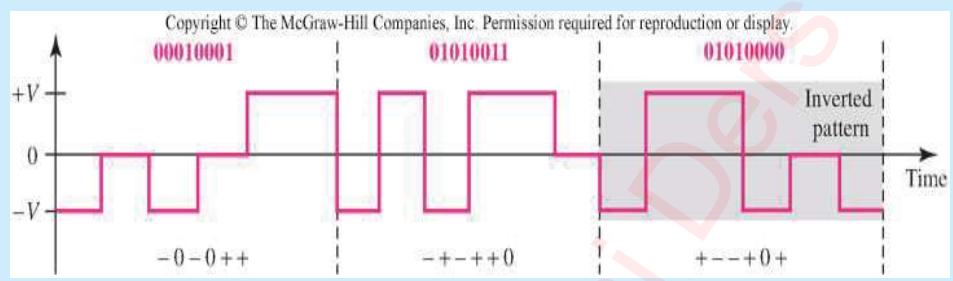
Transition table



- 2B1Q (two-binary-one-quaternary) kodlamada bir sinyal ($n=1$) ile kodlanan veri boyutu iki bit ($m=2$) ve sinyaldeki toplam seviye sayısı 4 ($L=4$)'tür.
- 2B1Q, DSL teknolojilerinde (IDSL, HDSL, SDSL) hat kodlama teknigi olarak kullanılmaktadır.
- Şekildeki $r=2$ olmaktadır. Yanlış yazılmıştır.

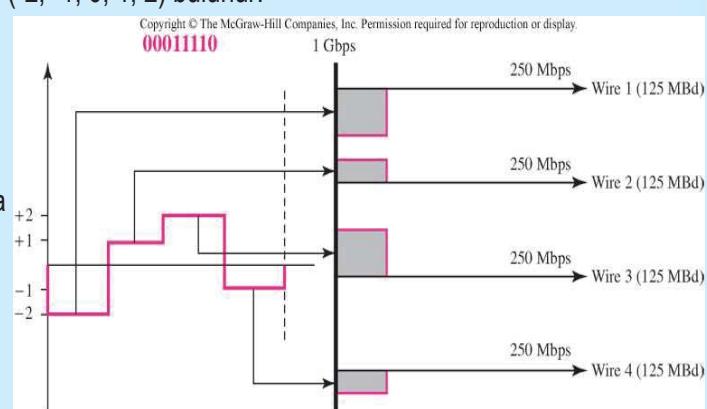
8B6T

- 8B6T (Eight-binary-six-ternary) kodlamada 8 bit veri ($m=8$) 3 seviyeli ($L=3$) sinyalle gösterilir
- $2^8=256$ farklı veri ve $3^6=729$ farklı sinyal kullanılır
- Sinyallerin bir kısmı senkronizasyon ve hata denetimi için kullanılır
- Her bit grubu için kullanılacak sinyal grubu sabittir
- 100Base-T4 Ethernet çeşidinde 8B6T kodlama yöntemi kullanılır



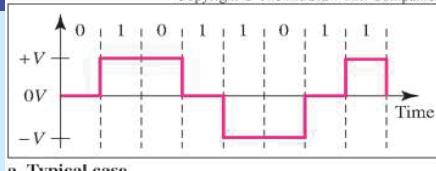
4D-PAM5

- 4D-PAM5 (Four-dimensional five-level pulse-amplitude-modulation) kodlamada 4D verinin 4 kablo ile iletildiğini gösterir
- 5 farklı sinyal seviyesi (-2, -1, 0, 1, 2) bulunur.
- Sinyal 4 parça ile gösterilir her parçası bir kablo üzerinden iletilir
- Gigabit-LAN ağlarında kullanılır

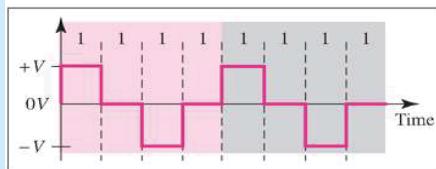


Multiline Kodlama - MLT-3

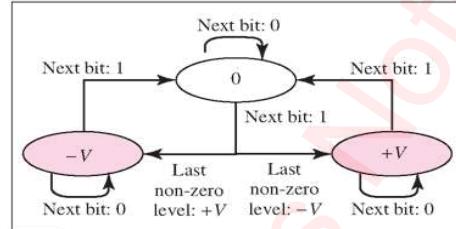
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a. Typical case



b. Worse case

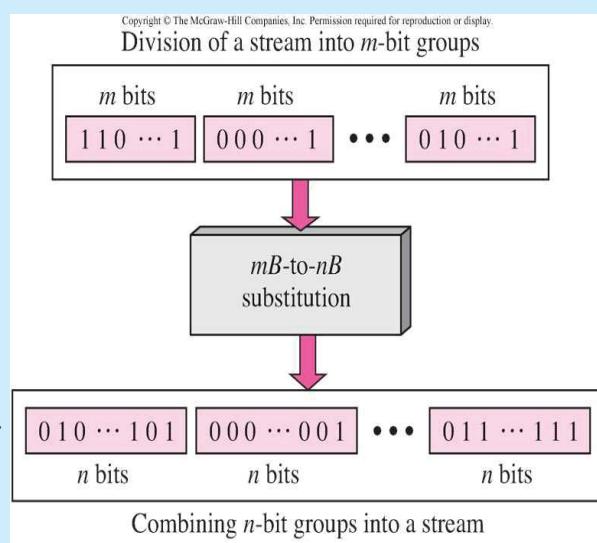


c. Transition states

- NRZ-I ve farksal manchester veriyi kodlarken iki geçiş yapar
- MLT-3 (Multiline Transmission, Three Level) kodlama 3 seviyeli geçiş yapar, yani 3 sinyal seviyesi kullanır (+V, 0, -V).

Blok Kodlama

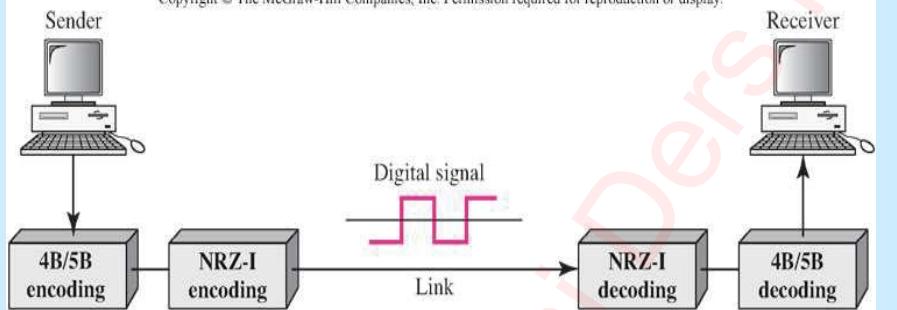
- Senkronizasyonu ve hata sezimini sağlamak için ek bitlere ihtiyaç duyulur
- Blok kodlamada m adet bit n adet bit haline getirilir (mB/nB , $n > m$). Diğer bir deyişle m grubu n bit grubu yerine yerleştirilir. Örnek olarak 4B/5B'de orijinal bitler 4-bit gruplara ayrılır ve her 4 bitin yerine 5 bitlik karşılıkları yazılır
- "/" işaretü blok kodlamayı multilevel kodlamadan ayırrı



4B/5B Blok Kodlama

- 4B/5B (four binary/five binary) blok kodlama yöntemi NRZ-I ile birlikte kullanılır
- NRZ-I kodlama ardarda gelen uzun 0'larda senkronizasyon problemi oluşturur. Bundan dolayı kodlamadan önce uzun 0 olmayacak şekilde değişiklik gerekir.
- Alıcı taraf, NRZ-I ile bitleri algılar, scrambling varsa elimine edilir, sonra fazlalık olan 1 bit atılır.

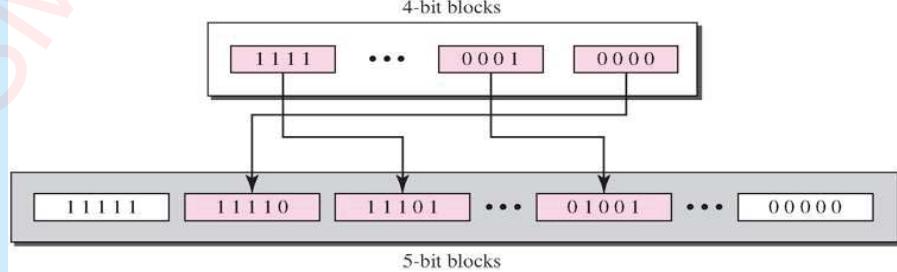
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



4B/5B Blok Kodlama

- Örnek: 1 Mbps hızında veri göndermek istiyoruz. 4B/5B + NRZ-I ve Manchester kodlama kullanıldığından gereken minimum bant genişliği nedir?
 - 4B/5B bit hızını 1.25 Mbps olarak aktarır
 - NRZ-I kodlama $N/2$ bantgenişliği gerektirdiğinden 625 KHz gerekir
 - Manchester kodlama 1 MHz bant genişliği gerektirir

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



4B/5B Blok Kodlama

Data Sequence	Encoded Sequence	Control Sequence	Encoded Sequence
0000	11110	Q (Quiet)	00000
0001	01001	I (Idle)	11111
0010	10100	H (Halt)	00100
0011	10101	J (Start delimiter)	11000
0100	01010	K (Start delimiter)	10001
0101	01011	T (End delimiter)	01101
0110	01110	S (Set)	11001
0111	01111	R (Reset)	00111
1000	10010		
1001	10011		
1010	10110		
1011	10111		
1100	11010		
1101	11011		
1110	11100		
1111	11101		

- 4B/5B blok kodlama yöntemi FDDI ve 100BaseTx Ethernet çeşidinde kullanılır
- 4B/5B haricinde 6B/8B, 8B/10B ve 64B/66B blok kodlama yöntemleri bulunmaktadır

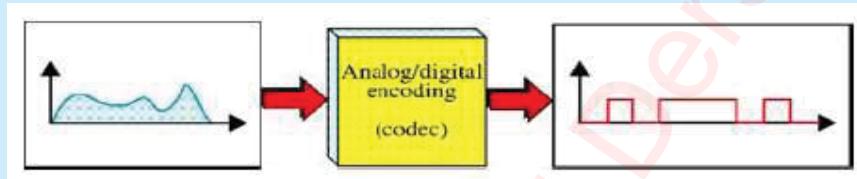
Hat Kodlama Yöntemleri – Özeti Tablo

Kategori	Şema	Bant genişliği	Karakteristik
Unipolar	NRZ	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yoktur • DC bileşen vardır
Polar	NRZ-L	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yoktur • DC bileşen vardır
	NRZ-I	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzun 0 larda senkronizasyon yoktur • DC bileşen vardır
	Biphase	$BW = N$	<ul style="list-style-type: none"> • Yüksek bant genişliği gereklidir • Senkronizasyon vardır • DC bileşen yoktur
Bipolar	AMI	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur • DC bileşen yoktur
Multilevel	2B1Q	$BW = N/4$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzun aynı bit çiftleri için senkronizasyon yoktur
	8B6T	$BW = 3N/4$	<ul style="list-style-type: none"> • Senkronizasyon vardır • DC bileşen yoktur
	4D-PAM5	$BW = N/8$	<ul style="list-style-type: none"> • Senkronizasyon vardır • DC bileşen yoktur
Multiline	MLT-3	$BW = N/3$	<ul style="list-style-type: none"> • Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur

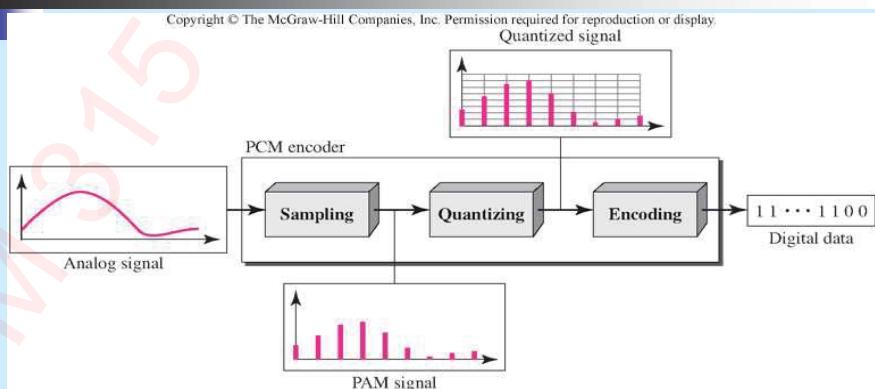
- Bu tablo, Doç.Dr. M. Ali Akçayol'un Veri İletişimi ders notlarından alınmıştır

Analog Sinyal, Sayısal Sinyal

- Analog sinyal sayısallaştırılır
 - Sayısal veri NRZ tekniklerinden biri kullanılarak iletilebilir
 - Sayısal veri NRZ tekniklerinin haricindeki tekniklerden biriyle iletilebilir
 - Sayısal veri analog bir sinyal haline dönüştürülebilir
- Analog sinyalden sayısal bir sinyal haline dönüşüm bir codec ile yapılır
- Kullanılan Modülasyon Teknikleri
 - Pulse code modulation & Delta modulation



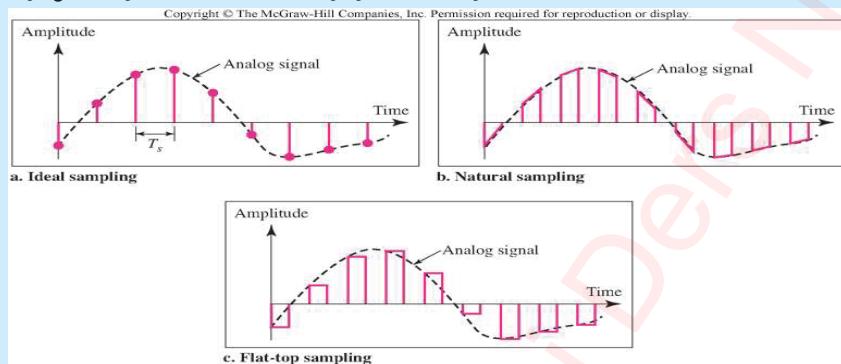
Darbe Kod Modülasyonu – Pulse Code Modulation



- En yaygın kullanılan analog sinyal-sayısal veri dönüşüm yöntemidir.
- Aynı zamanda kaynak kodlama olarak da tanımlanır. Mikrofon veya kamera tarafından üretilen analog sinyallerin iletim ortamına verilmesi için gerekli kodlama işlemlerini yapar

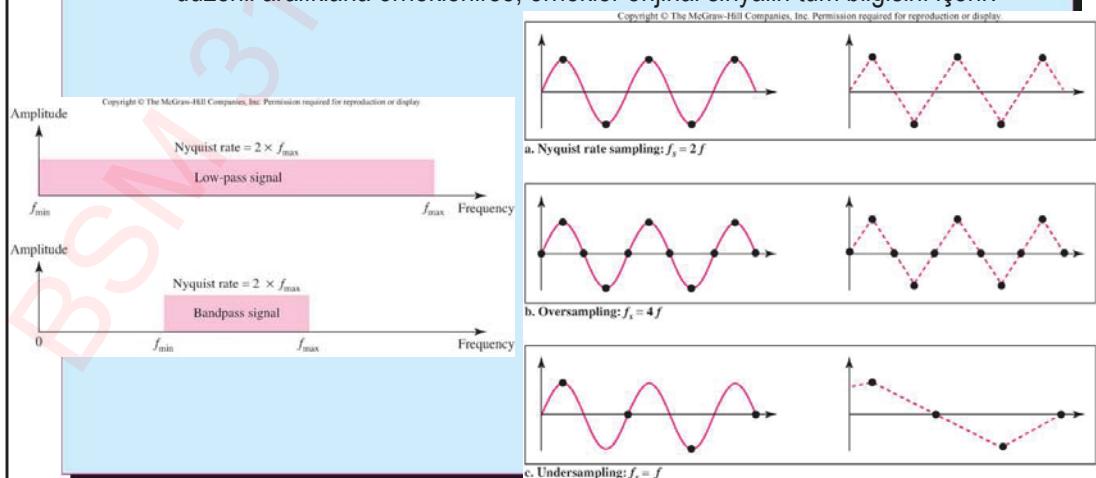
Örnekleme (Sampling)

- Darbe Kod Modülasyonun ilk aşamasıdır.
- Her T_s aralığında bir örnek alınır ve alınan bu örneğin sayısal bir değeri bulunmaktadır
- Aşağıda üç farklı örnekleme çeşidi verilmiştir



Örnekleme – Nyquist Teoremi

- Eğer bir sinyal, en yüksek sinyal frekansının iki katından daha yüksek bir hızda düzenli aralıklarla örneklenirse, örnekler orijinal sinyalin tüm bilgisini içerir.

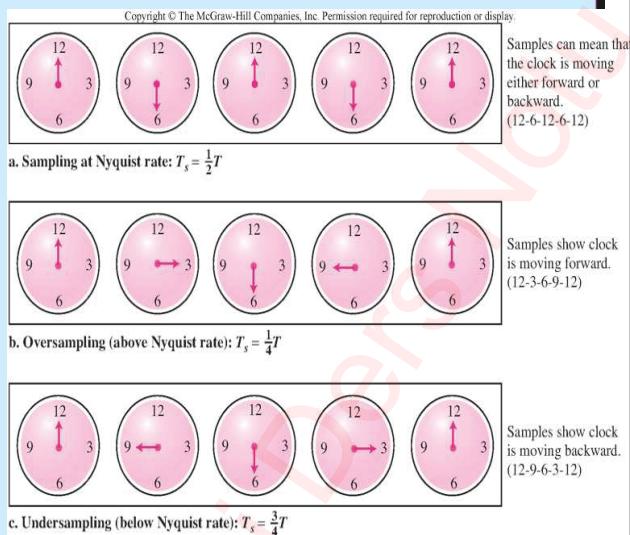


Örnekleme Hızı

- İnsan sesini sayısallaştırmak isteyelim. Her örneğin 8 bitle örneklendiğini varsayırsak bit hızı nedir?

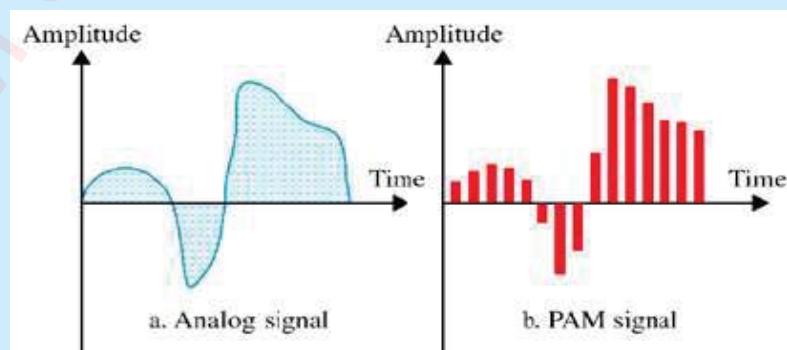
- Çözüm: İnsan sesi normal olarak 0'dan 4000 Hz'e kadar frekansları içerir (telefon hatları dikkate alınarak).

- Örnekleme hızı: $4000 \times 2 = 8000$ örnek/sn
- Bit hızı = örnekleme hızı \times her örnek başına düşen bit sayısı = $8000 \times 8 = 64000$ bps = 64 kbps

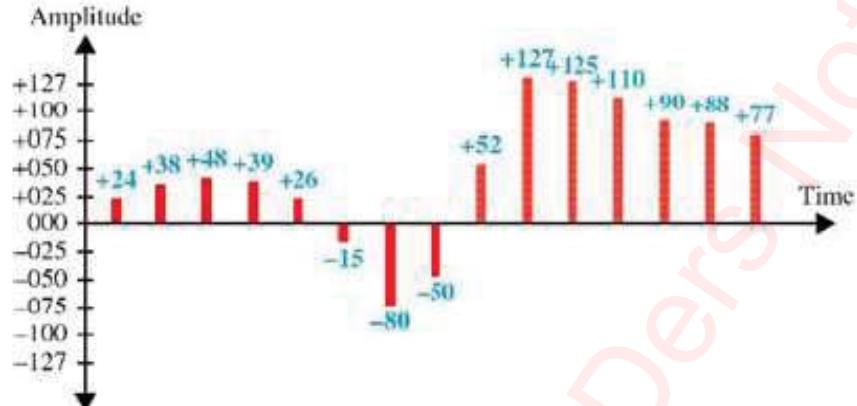


Sayısallaştırma – Kuantalama (Quantizing)

- Darbe kod modülasyonun ikinci aşaması Sayısallaştırma (Kuantalama)'dır
- Her bir analog örneğe, ikili bir kod tahsis edilir
 - Analog örnekler, darbe genlik modülasyonu (PAM) örnekleri olarak elde edilir



Sayısallaştırılmış Sinyal



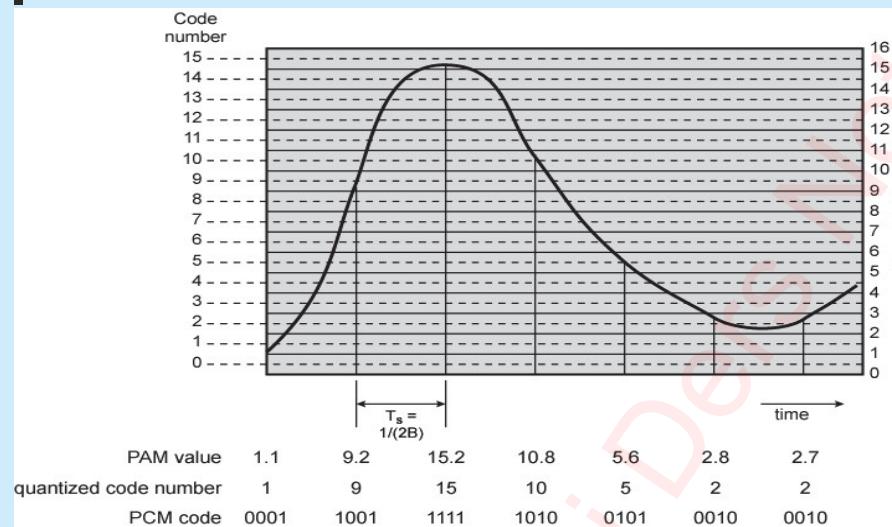
Kodlama (Encoding)

- Sayısal sinyal, bir PCM darbesinin genliğini tanımlayan **n bit** uzunluğunda sayısal veri bloğuna kodlanır

+024	00011000	-015	10001111	+125	11111101
+038	00100110	-080	11010000	+110	11101110
+048	00110000	-050	10110010	+090	10110110
+039	00100111	+052	00110110	+088	10110000
+026	00011010	+127	01111111	+077	1001101

Sign bit
+ is 0 - is 1

PCM Örnek

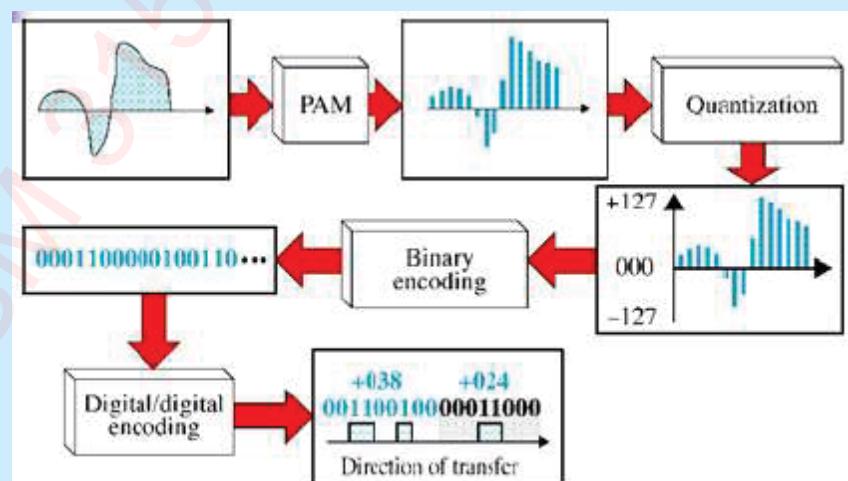


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

183

Darbe Kod Modülasyonu - Özeti



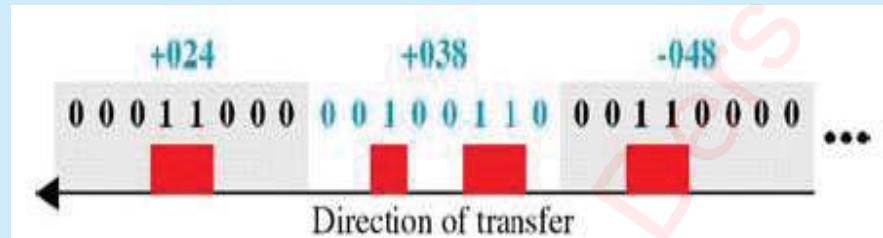
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

184

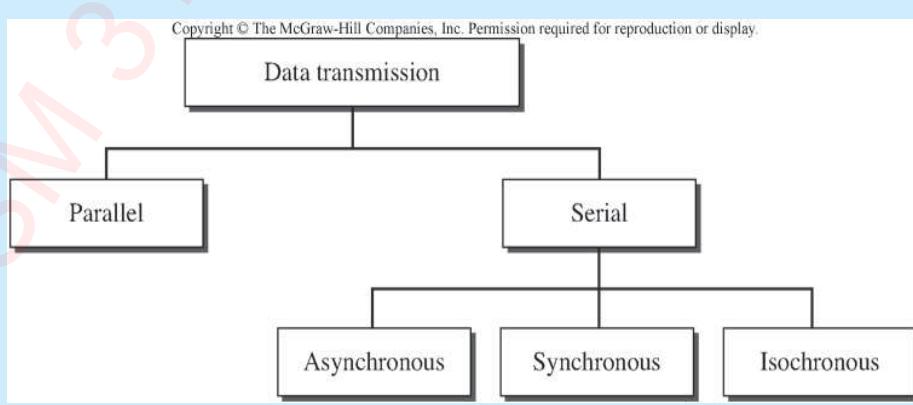
Sayısal Verinin Kodlanması

- Analog sinyal sayısal bir veri haline dönüştürüldükten sonra;
 - Sayısal veriden sayısal sinyale dönüşüm tekniklerinden herhangi biri kullanılarak sayısal bir iletim ortamı üzerinden gönderilebilir
 - Sayısal veriden analog sinyale dönüşüm teknikleri kullanılarak analog bir iletim ortamı üzerinden gönderilebilir



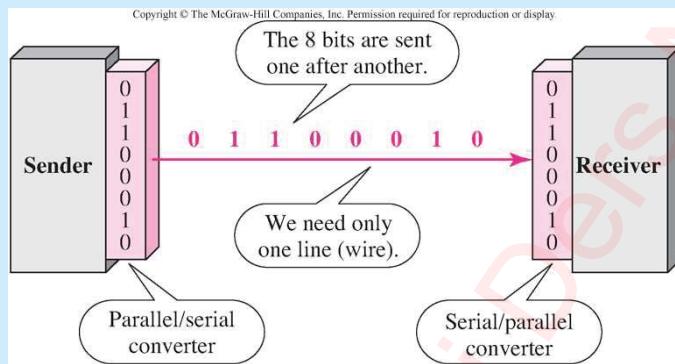
İletişim Teknikleri

- Sayısal verinin, bir iletim ortamı üzerinden ya seri ya da paralel modda aktarılabilir



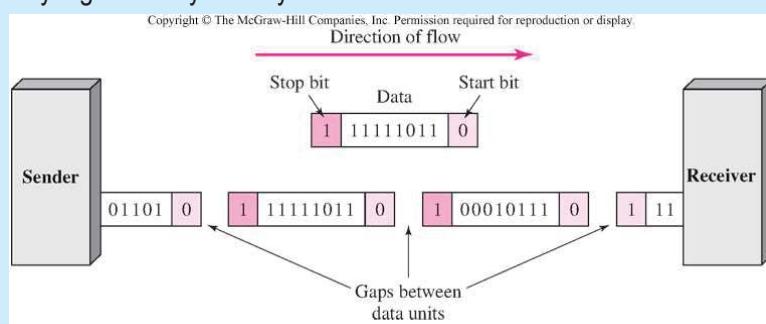
Seri İletişim Tekniği

- Gönderilecek bilginin tek bir iletişim yolu üzerinden sıra ile aktarıldığı iletişim şeklidir
- Sayısal formattaki bilginin aktarım hızı, 'baud' birimiyle ölçülür.
- PC'lerdeki seri portlar, seri iletişim teknigi kullanırlar.
 - Seri iletişim kendi arasında; Asenkron, Senkron, ISENKRON olmak üzere üçer ayrırlar:



Asenkron Seri İletişim Tekniği

- Gönderici ve alıcının birbirinden bağımsız hareket ettikleri bir iletişim şeklidir.
- Gönderilecek bilgi, 'karakter' adı verilen bloklara ayrılır. Sonra iletişim ortamına seri olarak verilir.
- Bir blokta genellikle 7 yada 8 bit bulunur
- Her veri bloğu başla bitiyle başlar ve dur biti ile sonlanır. Alıcı bu bitler vasıtasiyla gelen veriyi anlar/yakalar



Senkron Seri İletişim Tekniği

- Gönderici, saat işaretini bilgi ile modüle ederek alıcıya gönderir. Alıcı, vericinin gönderdiği işaret dizisini kullanarak (uygun devreler yardımı ile) vericinin frekansı ile eşit frekanslı bir senkronizasyon işaretini elde eder.
- Senkronizasyon işlemi için modülasyon gerektirmeyen ikinci bir yol, verici ve alıcı arasında bulunan bir hat üzerinden saat işaretinin gönderilmesidir.
- Uzunluğu kullanılan protokole göre değişen bilgi bit katarına ön ve son ekler konularak alıcının bilgisinin başlangıç ve sonunu belirlemesi sağlanır. Eklenebilen ön ve son eklerin uzunlukları, kullanılan protokole bağımlı olarak belirlenir.



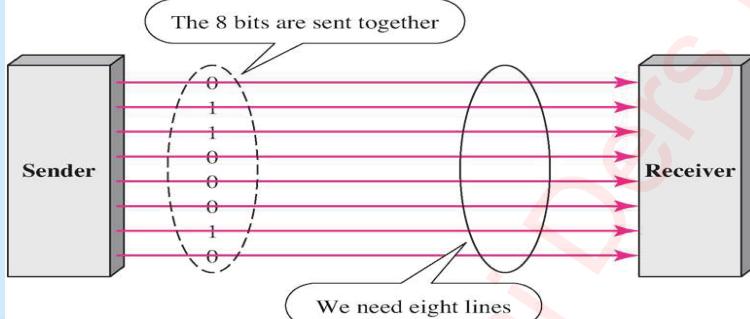
Isenkron Seri İletişim Tekniği

- Senkron iletişimini bir çeşidi (turevi) olarak düşünülebilir.
- Isenkron bilgi iletiminde, üç sistemlerin birbirleri ile olan haberleşme gereksinimi periyodik olarak karşılanır.
- Sabit hızda verinin iletimi sağlanır
- Örneğin; her 125 μ s'de 193 bit aktarılacak gibi bir gereksinim belirtilir ve bu garanti olarak sağlanır.
- Bu tür iletişim özellikle gerçek zamanlı ses video aktarım uygulamalarında yada kritik veri transferi gerektiren endüstriyel otomasyon/kontrol sistemlerinde kullanılır.

Paralel İletişim Tekniği

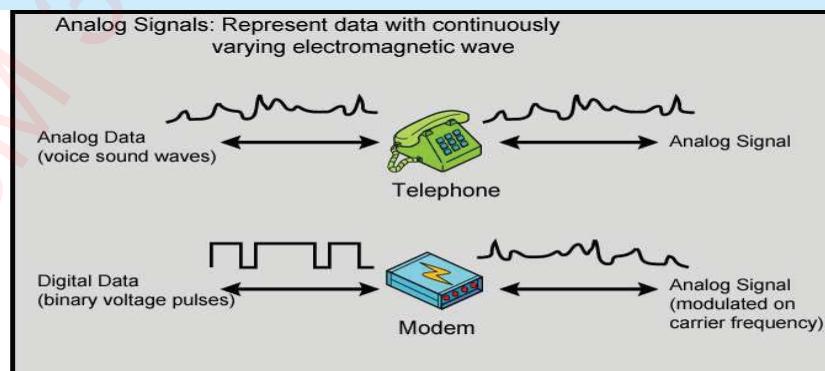
- Gönderilecek bilginin her bir bitinin ayrı bir iletim yolundan aktarıldığı iletim şeklidir
- Aktarma anında, vericinin yola bilgi bitleri çıkardığını belirtmek için vericiden alıcıya veri hazır (data ready) ve alıcıdan vericiye veri alabileceğini belirten istek belirtme (request) hatlarına gereksinim vardır.
- Paralel iletişim, maliyetlidir ve genellikle birbirine yakın cihazlar arasında kullanılır.
- PC'lerdeki paralel portlar, paralel iletişim teknigi kullanırlar.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



ANALOG İLETİM

- Sayısal Veri, Analog Sinyal
- Analog Veri, Analog Sinyal
- Analog ve Sayısal Veriyi Taşıyan Analog Sinyaller



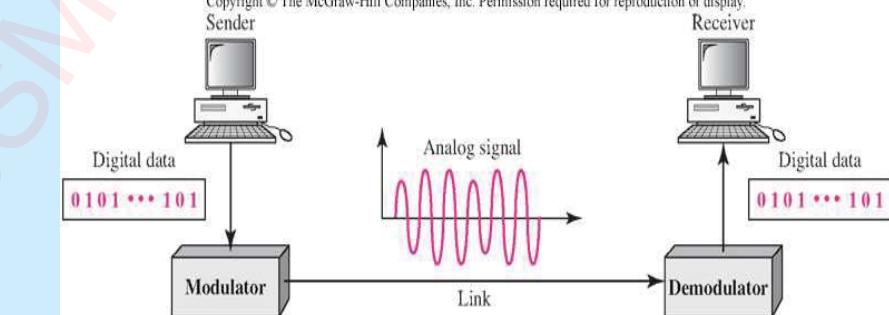
Analog İletim İle Alakalı Temel Kavramlar

- Bit Hızı
 - Saniyede transfer edilen bit sayısı
 - Gönderme zamanı
- Baud Hızı : Her saniyedeki işaretin sayısı
 - Sayısal İletimde $\rightarrow 1/2 \times N \times 1/r$
 - Analog İletimde $\rightarrow N \times 1/r$
- İletim Sistemi (Taşıma)
- Taşıyıcı Sinyali (Taşıyıcı Frekansı)
 - Bilginin iletimi için yüksek frekans kullanır
 - Gönderici ve alıcı aynı frekans üzerinde anlaşır
 - Sayısal veri taşıyıcı karakteristiklerini değiştirerek taşıyıcı üzerinden (kaydırılmış kaydedici) modüle edilir
- Taşıyıcı sinyalinin 3 karakteristiği
 - Genlik
 - Frekans
 - Faz

Sayısal Veri, Analog Sinyal

- Sayısal bir veri modülasyona tabi tutularak analog bir sinyal haline dönüştürülür
- Genel telefon sistemi bu dönüşümü bir en temel bir örnektir.
- Bilgisayar verisi modem vasıtasiyla analog sinyal haline dönüştürülüp telefon hattı üzerinden gönderilir

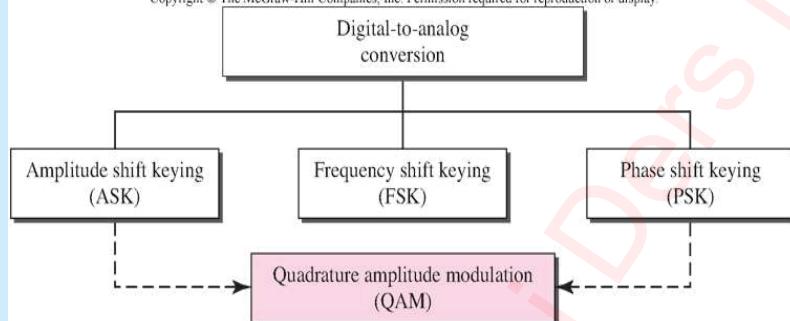
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Sayısal Veriden Analog Sinyale Kodlama Yöntemleri

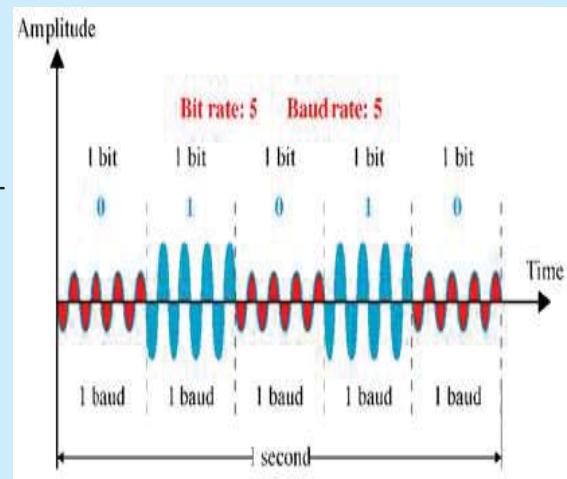
- Sinyaller bölümünde ifade edildiği gibi, bir sinüs (sine) dalgası genlik, frekans ve faz parametreleri ile tanımlanmaktadır
- Bu parametreler, 4 farklı temel modülasyon tekniğini ortaya çıkartmıştır
- Bu kodlamalar, literatürde sayısal modülasyon teknikleri olarak tanımlanmaktadır

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

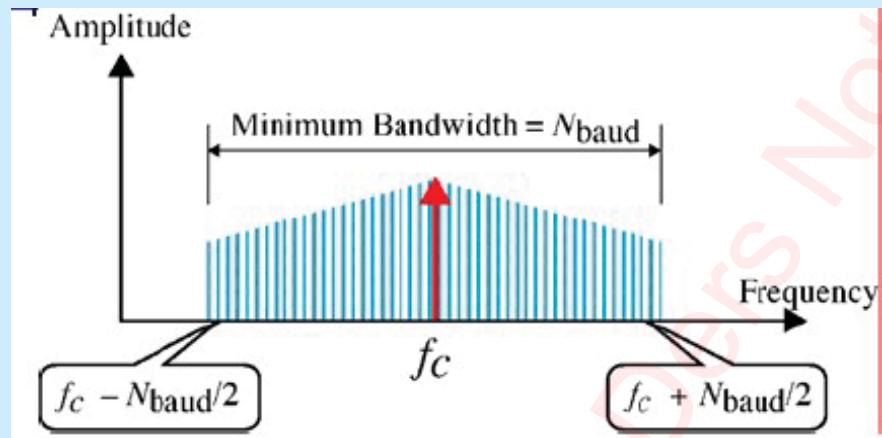


ASK – Amplitude Shift Keying

- Genlik Kaymalı Anahtarlama
- Taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilir
- Genellikle taşıyıcının varlığı ve yokluğu ile ifade edilir (on-off keying)
- Birçok genlik seviyesi de oluşturulabilir



ASK İçin Bandgenişliği (BW)



ASK Örnek -1

- Soru 1: 2000 bps hızında iletim yapan bir ASK sinyali için minimum bandgenişliğini bulunuz?
- Cevap: Baud hızı = Bit hızı
ASK sinyalının minimum BW = baud hızı
Bundan dolayı minimum BW = 2000 Hz.

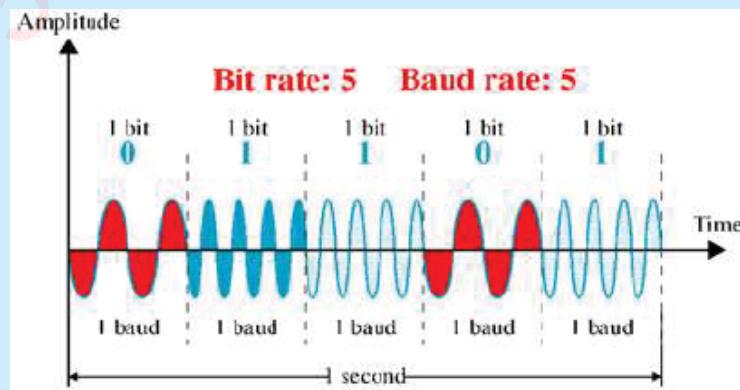
ASK Örnek - 2

- Soru 2: 10000 Hz'lik bir bandgenişliği (1000 Hz'den 11000 Hz) olduğu kabul ediliyor. Bu sistemin full-dublex ASK diagramını çiziniz? Her bir yöndeki taşıyıcı ve bandgenişliğini bulunuz? İki yönde de bandlar arasında bir aralık (gap) olmadığı kabul ediliyor.
- Cevap : Full-dublex için; herbir yöndeki $BW = 10000/2 = 5000$ Hz
Taşıyıcı frakansları herbir bandın ortasında seçilir
 f_c (ileri yön)= $1000 + 5000/2 = 3500$ Hz
 f_c (geri yön)= $11000 - 5000/2 = 8500$ Hz

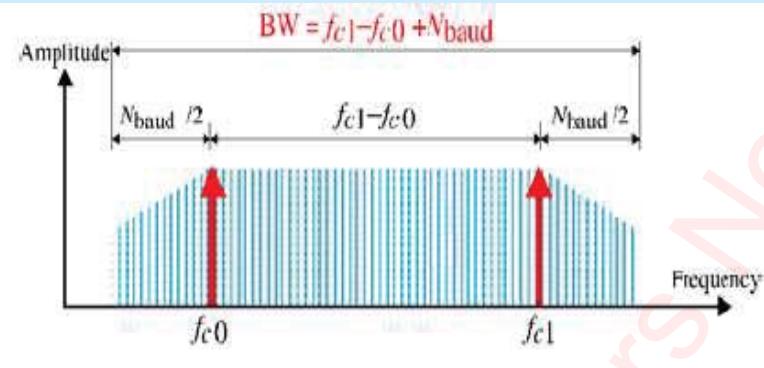


FSK - Frekans Shift Keying

- Taşıyıcı sinyalin frekansı değiştirilir
- Değerler iki farklı frekans değeri ile temsil edilir (yakın taşıyıcı). Binary FSK olarak da isimlendirilir



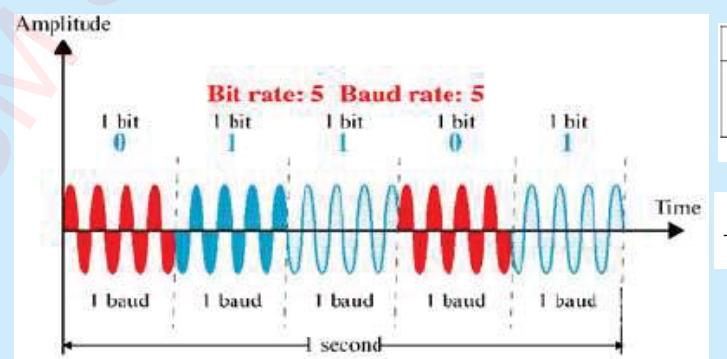
FSK İçin Bandgenişliği (BW)



- Soru : 1000 bps'da iletim yapan bir FSK sinyali için minimum bandgenişliğini bulunuz? İletim half-dublex modundadır ve taşıyıcılar 2000 Hz ile ayrılır.
- Cevap : FSK için $BW = \text{baud hızı} + f_{c1} - f_{c0}$
 $BW = \text{bit hızı} + f_{c1} - f_{c0} = 1000 + 2000 = 3000 \text{ Hz}$

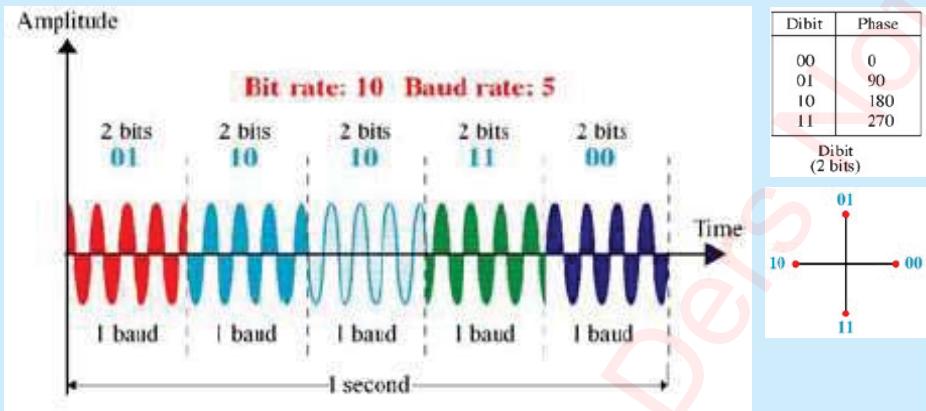
PSK – Phase Shift Keying

- Taşıyıcı sinyalin fazı değiştirilir
- Aşağıdaki şekilde 0° ve 180° faz farklı iki sinyal kullanılır. Bundan dolayı Binary PSK'da denir
- PSK sadece bir tane taşıyıcı frekans gerektirir, FSK seviye sayısı kadar gerektirir.



4 - PSK

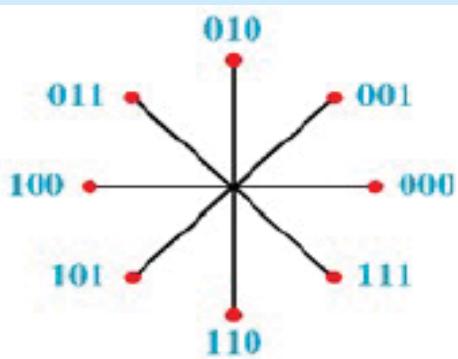
2 bitle 4 değer temsil edilir. Bundan dolayı 4 – PSK olarak adlandırılır



8 – PSK Yapısı

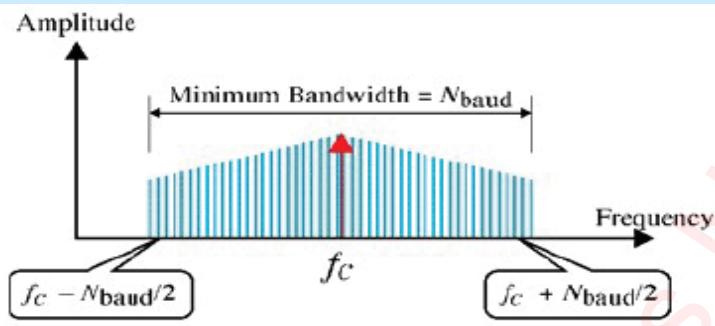
Tribit	Phase
000	0
001	45
010	90
011	135
100	180
101	225
110	270
111	315

Tribits
(3 bits)



3 bitle 8 değer temsil edilir. Bundan dolayı 8 – PSK olarak adlandırılır

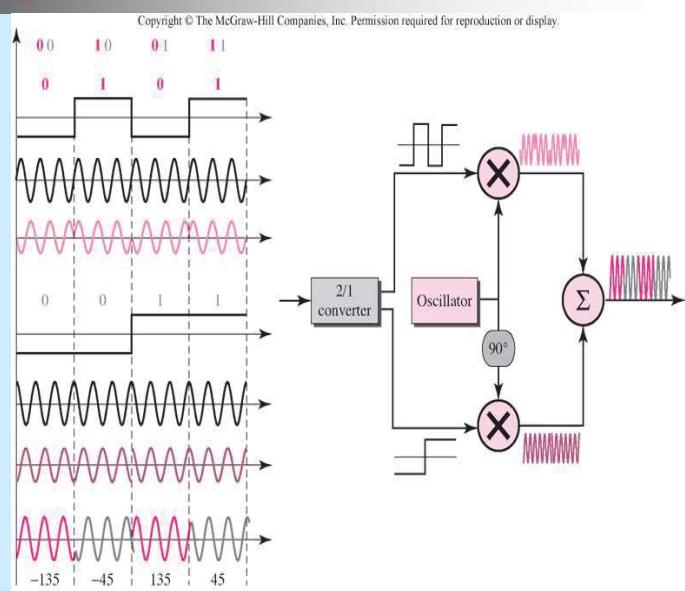
PSK İçin Bandgenişliği



- Soru : Bir 8-PSK sinyalinin 4000 Hz'lik bir bandgenişliğinin olduğu kabul edilmektedir. Baud hızı ve bit hızı nedir?
- Cevap : PSK sinyali için baud rate = BW = 4000 Hz
Bit Hızı baud hızının 3 katıdır
Bit hızı = $4000 * 3 = 12000$ bps

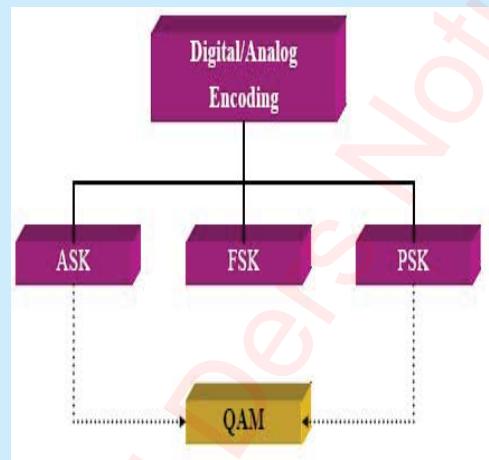
Quadrature PSK

- Bir sinyalle iki bit gönderilir.
- Her iki bit'e iki ayrı multiplier tarafından işlem yapılır.
- Taşıyıcı sinyallerin biri sinüs, diğeri 90 derece faz farklı kozinüs sinyalidir
- İki sinyal toplanarak 45° , -45° , 135° , -135° fazlarda sinyal oluşur.



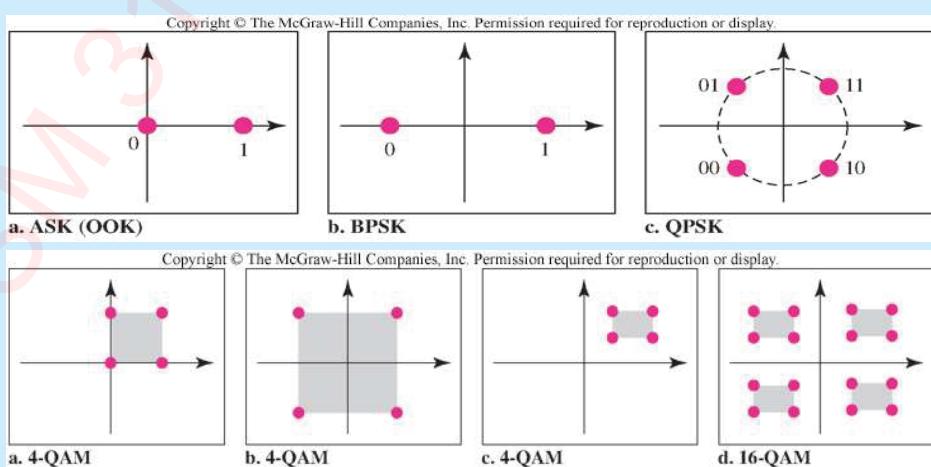
Quadrature Amplitude Modulation - QAM

- QAM, ADSL ve bazı kablosuz sistemler üzerinde kullanılır
- ASK ve PSK'nın bir kombinasyonudur
- Aynı taşıyıcı frekansı üzerinde eşzamanlı olarak iki farklı sinyal gönderir



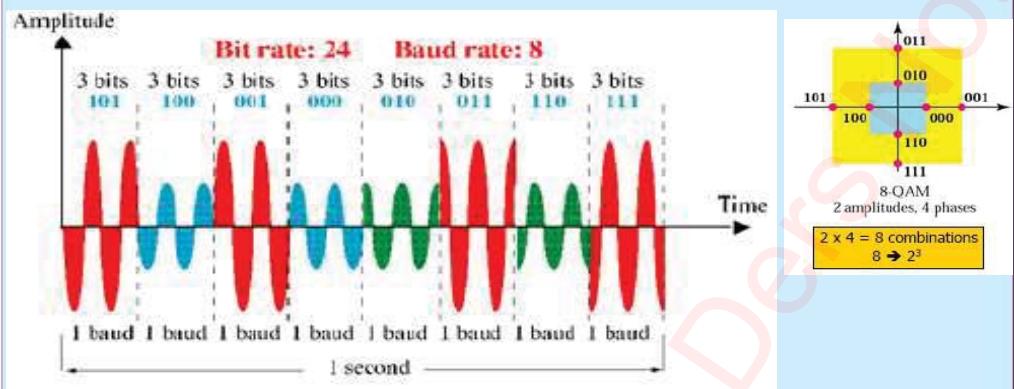
Takımıyıldızı (Constellation) Diyagramı

- Sinyalin genlik ve faz değerlerini göstermek için kullanılır.
- ASK, PSK ve QAM için kullanılır. Her nokta faz ve genlik değerlerini gösterir.



8 – QAM Sinyali

1 sinyal → 3 bit



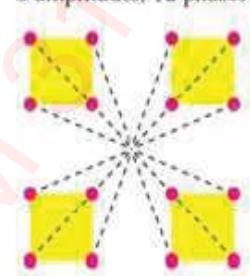
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri Kodlama - Analog İletim

209

16 - QAM Yapısı

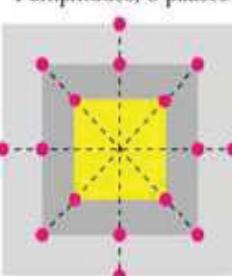
3 amplitudes, 12 phases



16-QAM

$$3 \times 12 = 36 \text{ combinations}$$
$$36 \rightarrow 2^4 (16)$$

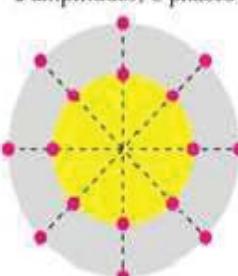
4 amplitudes, 8 phases



16-QAM

$$4 \times 8 = 32 \text{ combinations}$$
$$32 \rightarrow 2^4 (16)$$

2 amplitudes, 8 phases



16-QAM

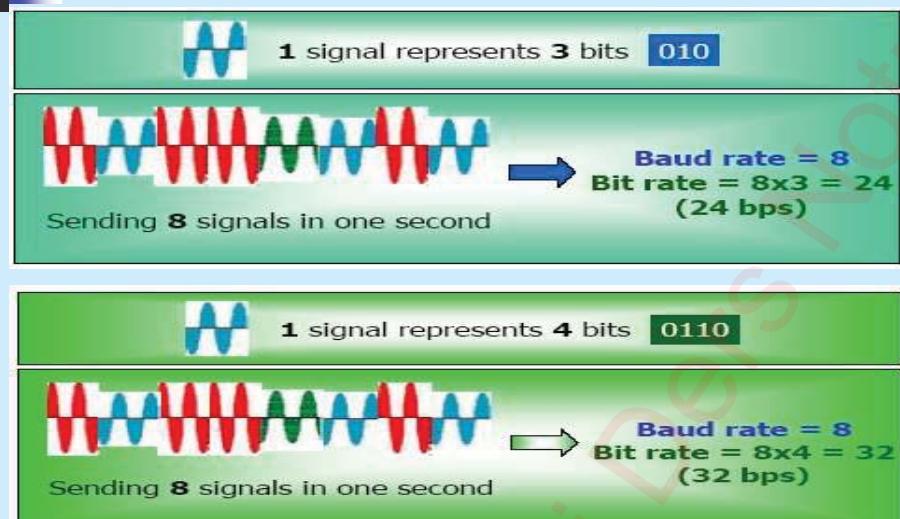
$$2 \times 8 = 16 \text{ combinations}$$
$$16 \rightarrow 2^4 (16)$$

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri Kodlama - Analog İletim

210

Baud Hızı ve Bit Hızı Karşılaştırması -1



Baud Hızı ve Bit Hızı Karşılaştırması - 2

Modulation	Units	Bits/Baud	Baud rate	Bit Rate
ASK, FSK, 2-PSK	Bit	1	N	N
4-PSK, 4-QAM	Dibit	2	N	2N
8-PSK, 8-QAM	Tribit	3	N	3N
16-QAM	Quadbit	4	N	4N
32-QAM	Pentabit	5	N	5N
64-QAM	Hexabit	6	N	6N
128-QAM	Septabit	7	N	7N
256-QAM	Octabit	8	N	8N

Bölüm3 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
 - Chapter 4 Digital Transmission
 - Chapter 5 Analog Transmission
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education,
 - Chapter 5 :Signal Encoding Techniques

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama

213

BSM315 Veri İletişimi

BÖLÜM4: ÇOĞULLAMA

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

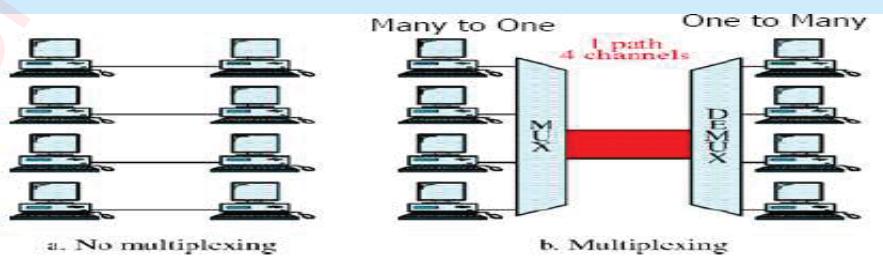
Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

ÇOĞULLAMA KONU BAŞLIKLARI

- Çoğullama – Multiplexing
- Çoğullama Teknikleri
- Frekans Bölmeli Çoğullama (FDM)
 - Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama
- Zaman Bölmeli Çoğullama (TDM)
 - Senkron TDM
 - Asenktron (İstatistiksel) TDM

Çoğullama

- İletim ortamının kapasitesi tek bir sinyalin传递 için gereklili olan kapasiteden genellikle büyüktür
- Çoğullama, birden fazla sinyalin tek bir iletişim ortamı üzerinden tek bir sinyal halinde birleştirilerek taşınmasını tanımlar.
- Yüksek hızlı telekomünikasyon hatlarının (Koaksiyel, fiber optik) etkili kullanımı için bazı çoğullama teknikleri kullanılır.
- Kablosuz sistemlerde paylaşılacak ortam havadır

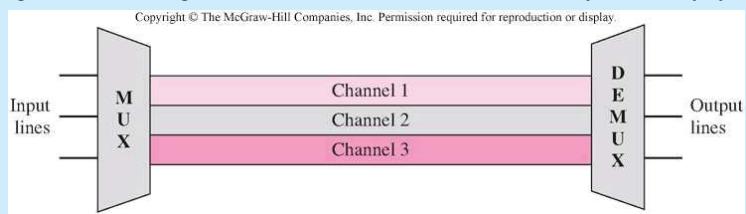


Çoğullama Teknikleri

- Çoğullama teknikleri, birden fazla kullanıcının aynı ortamı birbirlerini etkilemeden nasıl paylaşacaklarını belirler
- Çoğullama iletişim ortamının kapasitesini farklı iletişim kaynaklarına paylaştırılmaya izin veren bir kavramdır ve üç çeşit kullanımı vardır
 - Frekans Bölмелİ Çoğullama (FDM)
 - Zaman Bölмелİ Çoğullama (TDM)
 - Kod Bölмелİ Çoğullama (CDM)
 - Uzay Bölмелİ Çoğullama (SDM)

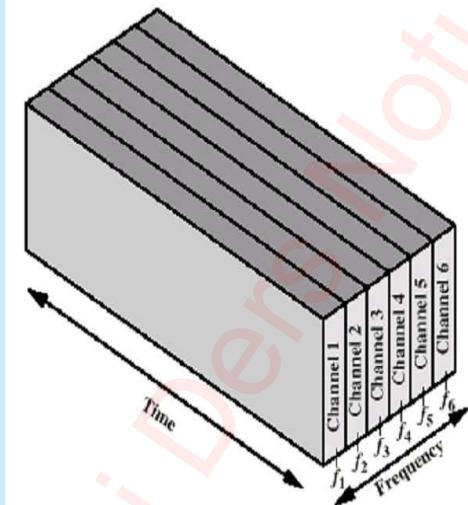
Frekans Bölmelİ Çoğullama

- Frekans Bölmelİ Çoğullama - Frequency Division Multiplexing - FDM
- İletişim kanallarında frekans paylaşımını öngörmektedir. Her bir sinyal farklı bir taşıyıcı frekansı ile modüle edilir.
- Her sinyalin传递 için farklı bir frekans bandı kullanılarak sinyallerin birbirine karışması önlenirken (koruma bandları ile birlikte), aynı zamanda birden fazla analog sinyalin birleştirilerek aynı kanaldan iletilesmesini de mümkün kılmaktadır.
- Veri olmasa bile kanal tahsis edilir
- FDM analog işaretlerin çoğullanmasında kullanılır. Örnek: Radyo ve TV yayınları



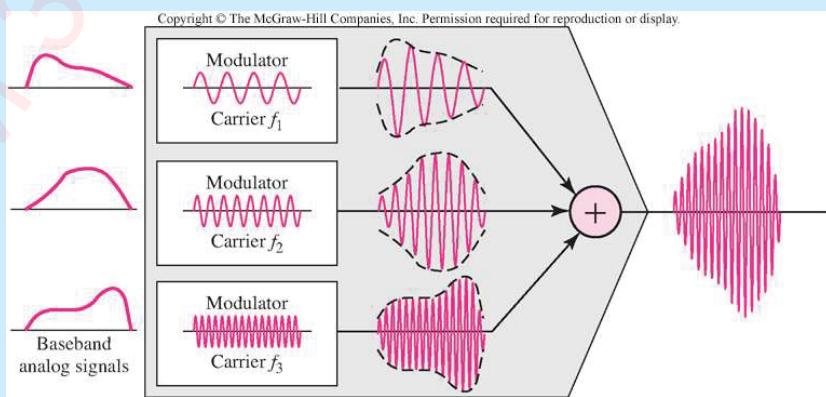
Frekans Bölmeli Çoğullama Diyagramı

- Frekans-zaman uzayı
- Frekans spektrumu belirli sayıdaki frekans bandına bölünerek, kullanıcıların iletişim ihtiyacına göre frekans bantları atanmaktadır.
- Örneğin 150 MHz'lık bir spektrum bloğu, 25 MHz bölmelere ayrılarak aynı anda altı üçbirimin eş zamanlı haberleşmesi sağlanabilir. Her bir çağrı için frekansı ayrı bir taşıyıcı işaret bulunacaktır.
- Frekans bantları kullanıcı ihtiyacına göre genelde uzun süreli veya kalıcı olarak ayrılmaktadır.



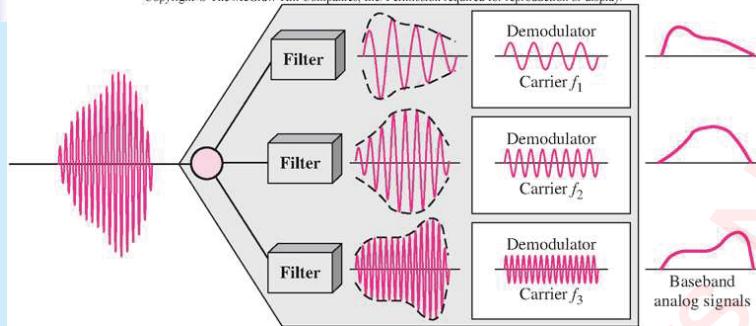
FDM Sistemi – Verici ve Modüle Edilen Sinyal

- Her bir sinyalin gerekli frekans bandına taşınabilmesi için ilk önce ayrı ayrı taşıyıcı frekanslarla modüle edilir, sonra, modüle edilen sinyalleri birleştirmek için de çoğullama cihazları (multiplexer) kullanılır.



FDM Sistemi – Alıcı

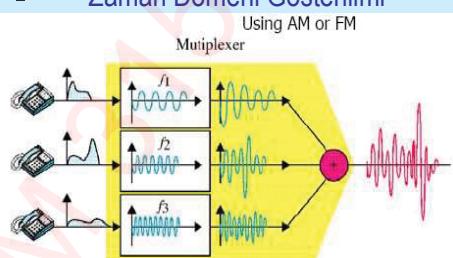
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



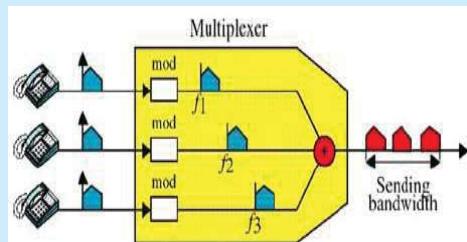
- Her alıcı kendisine gönderilen sinyalin hangi frekans bandından geleceğini bilmesi gereklidir. Bu, hangi frekansları geçireceği belli olan bant geçiren filtre ile sağlanır. Band geçiren bir滤器, ilgilendiği işaretin diğer işaretlerden ayırtır.
- Filtreleme işleminin ardından demodülasyon işlemi ile orijinal sinyal geri elde edilir

FDM – Frekans ve Zaman Domeni Gösterilimi

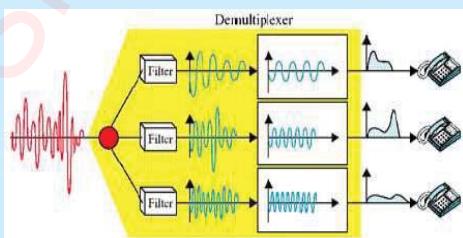
Zaman Domeni Gösterilimi



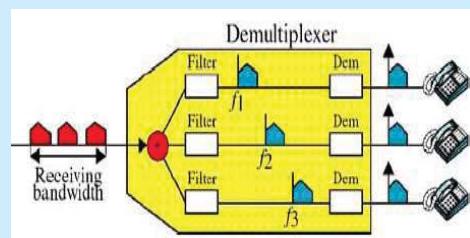
Frekans Domeni Gösterilimi



Demultiplexer

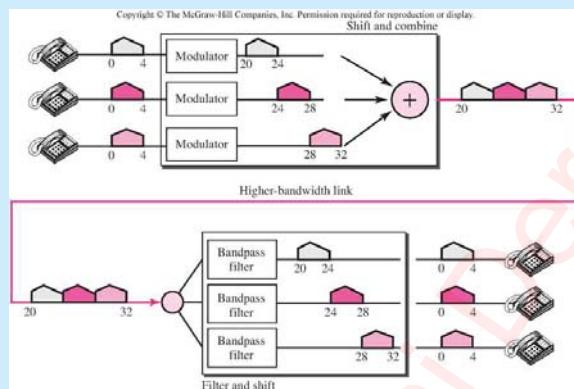


Demultiplexer



FDM – Örnek1

- Üç ses kanalı 20 ile 32 KHz arasında olan 12 KHz'lik bir band genişliğine sahip bir hat üzerinde iletilmek istenmektedir. Bu konfigürasyonun koruma bandı kullanmadan frekans domenindeki gösterilişini çiziniz?
- Üç ses kanalının her biri farklı bir bandgenişliğine aktarılır (modüle edilir)



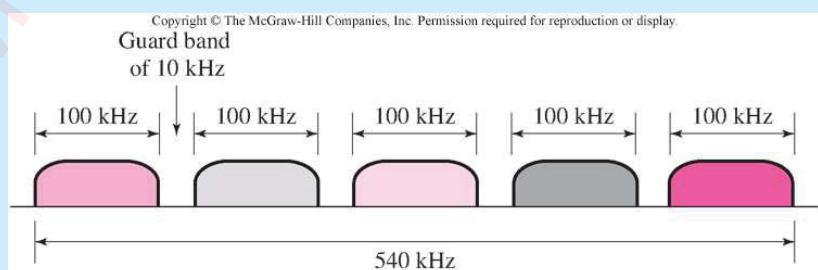
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoğullama

223

FDM – Örnek2

- 100 KHz bandgenişlikli 5 kanal birlikte çoğullanmak istenmektedir. Kanallar arasındaki girişimi engellemek için 10 KHz'lik bir koruma bandına ihtiyaç varsa, hattın minimum bandgenişliği nedir?
- 5 kanal için en az 4 koruma bandına ihtiyaç vardır. Bu, gerekli bandgenişliğinin en az $5 \times 100 + 4 \times 10 = 540$ KHz olması gerektiğini anlamına gelir.



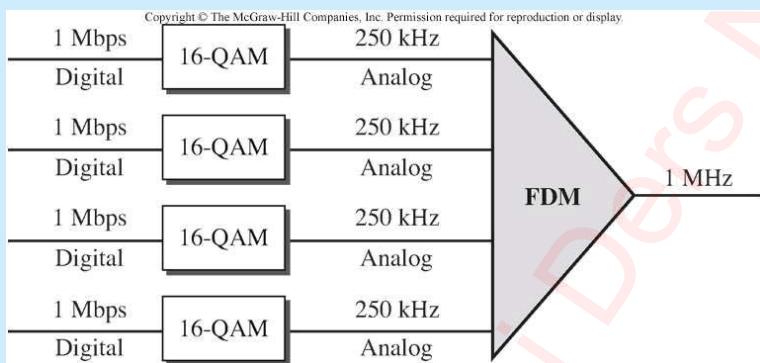
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoğullama

224

FDM - Örnek3

- Her biri 1 Mbps hızı sahip dört veri kanalı (sayısal) 1 MHz'lik bir uydu kanalını kullanmaktadır. FDM kullanan uygun bir konfigürasyon tasarılayınız?
- Uydu kanalı (1 MHz) analog'tur. Dört kanaldan her bir kanal için bandgenişliği 250 KHz'dır. 16-QAM kullanılarak 1 Hz ile 4 bit module edilir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoğullama

225

Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama

- Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama - Wavelength Division Multiplexing – WDM
- WDM, fiber optik kablonun yüksek bant genişliğini kullanmak için tasarlanmıştır.
- WDM, optik sinyalleri birleştiren bir multiplexing teknigidir.
- Birden fazla ışık hüzmesinin farklı freksnlarda aynı fiber üzerinden iletilmesi tekniğidir.
- Işığın her bir rengi (dalga uzunluğu) ayrı veri kanalı üzerinden taşınır
- 1997 Bell Lab.da; herbiri 10 Gbps bandgenişlikli 100 ışık hüzmesi ile 1 Terabitlik bir iletim gerçekleştirılmıştır
- Şu anda 10 Gbps bandgenişliğine sahip 160 kanallık ticari ürünler bulunmaktadır
- Alcatel, Lab ortamında her biri 39,8 Gbps bandgenişliğine sahip 256 kanalla 10.1 Tbps'lık bir iletimi 100 km'lik bir mesafede gerçekleştirmiştir
- WDM, SONET(Synchronous Optical Network) ağlarda kullanılır.
- Dense WDM (DWDM), kanalları birbirine çok yakın çoğullayarak daha çok kanalı birleştirir.

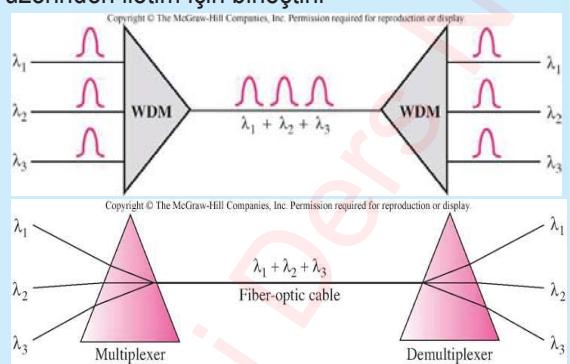
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoğullama

226

WDM Çalışma Prensibi

- FDM'e benzer, fakat daha yüksek frekanslara sahiptir. Çoğu 1550 nm dalga uzunluğu aralığında (~194 THz).
- Birçok kaynaktan farklı frekanslarda laser ışını üretilir
- Çoğullayıcı kaynakları tek bir fiber üzerinden iletim için birleştirir
- Optik yükselteçler tüm dalga uzunlıklarını güçlendirir (tipik olarak 10km uzağa gidebilecek şekilde)
- Demux hedefte kanalları ayırtırır
- WDM'de her kanal için 50 GHz
- Dense WDM – yaklaşık 200 GHz



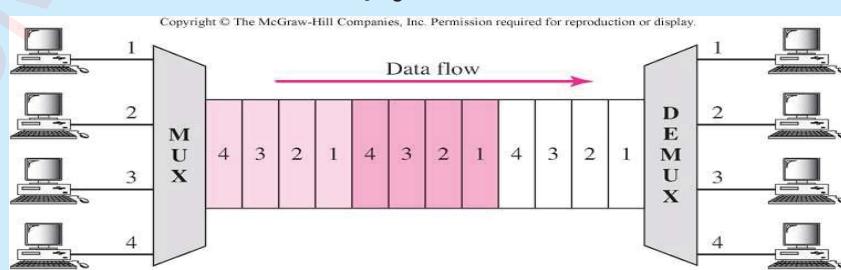
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

227

Zaman Bölmeli Çoğullama

- Zaman Bölmeli Çoğullama – Time Division Multiplexing – TDM
- TDM yüksek bant genişliğine sahip bir linki birden çok bağlantıya paylaştırır
- Birçok sayısal sinyal zaman boyutunda birbirinden ayırt edilir
- İki çeşidi vardır:
 - Senkron Zaman Bölmeli Çoğullama
 - Asenkron Zaman Bölmeli Çoğullama



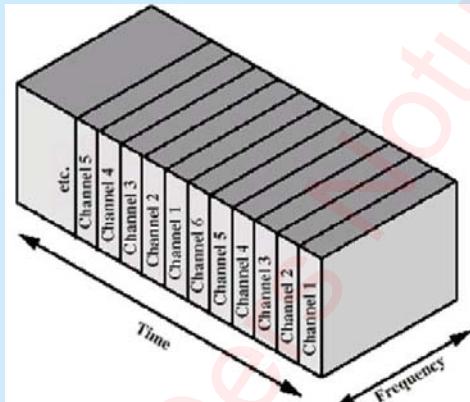
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

228

Senkron TDM - 1

- Zaman aralıkları kaynaklara önceden tahsis edilir ve sabittir
- Veri olmasa bile zaman aralıkları tahsis edilir
- Zaman aralıkları kaynaklar arasında bir girişim oluşturmayacaktır
- Şekilde görüldüğü gibi zaman uzayı belirli uzunluktaki zaman dilimlerine (*time-slot*) bölünerek her bir sayısal işaretin örnekleri için farklı bir zaman diliminin kullanılması sonucu haberleşme kaynağının ortak kullanımı sağlanırken işaretlerin karışması önlenmektedir

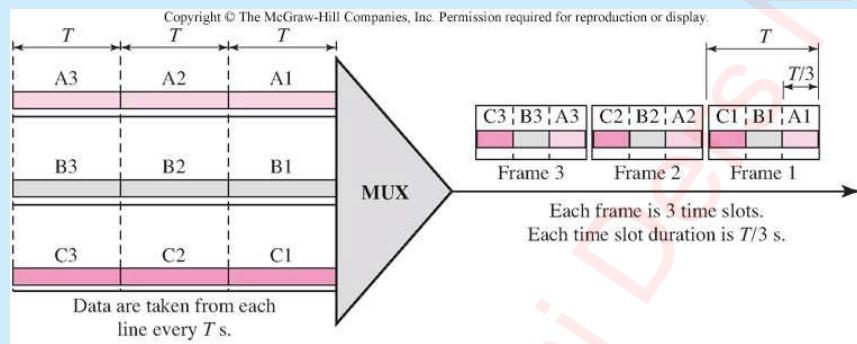


Senkron TDM - 2

- Bir önceki örnekteki 150 MHz'lik blok altı zaman bölmeli ve tekrar eden çerçevelere ayrıacak, çerçevenin her bir altı gözünde altı farklı çağrıya ait bitler yer alacaktır. Başka bir değişle uçbirimler eldeki spektrumun, birim zamanda kendilerine ait 1/6'lık zaman bölümüne sıra ile erişebileceklerdir.
- Eğer çerçeveler yeterince hızlı tekrar edilirse uçbirimler haberleşme sırasında bir kesilme ve gecikmeyi hissetmeyeceklerdir.
- TDM'de frekans bandında bir çoğullama yapılmamakta, her işaret için mevcut frekans spektrumunun tamamı kullanıma sunulmaktadır.
- İşaretlerin TDM ile çoğullanması sırasında zaman uzayında bir çakışma olmaması için işaretlerin örnekleme frekanslarının birbirine eşit veya birbirinin tamsayı katı olması gerektijidir.
- İşaretlerin çoğullanma zamanları arasında, sistemin zamanlamasında meydana gelebilecek ufak hatalara karşı bir güvenlik bandı bırakılmasında fayda vardır.
- Her alıcının kendisine gönderilmiş olan işaretin hangi zaman diliminde geleceğini bilmesi gereğinden haberleşme bağlantısının kurulum aşamasına gönderici ve alıcı arasında zamanlama senkronizasyonu kurulmakta, yani gönderici ve alıcıya hangi zaman diliminin onların kullanımına tahsis edildiği bildirilmektedir.

Senkron TDM Çerçeveesi

- Senkron TDM'de her kaynağın (girişin) verisi birimlere ayrılır.
- Kaynak verilerinin iletim ortamında kullandıkları zaman aralıklarının toplamı TDM çerçevesini oluşturur. Yani, bir TDM çerçevesi, tüm kaynakların 1 birim verisinin birleşiminden oluşur.



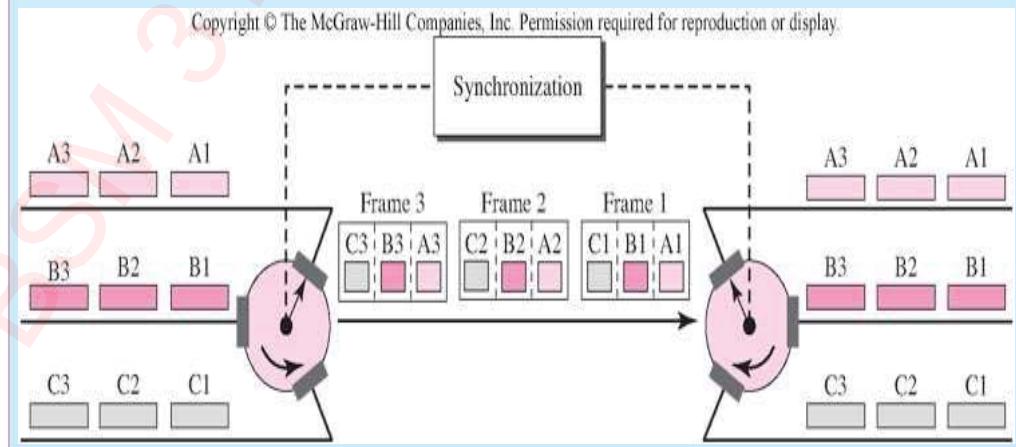
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoğullama

231

Senkron TDM Sistemi – Verici ve Alıcı

- TDM, switch cihazları kullanılarak gerçekleştirir. Bu cihazlar arasında bir senkronizasyon gerekir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

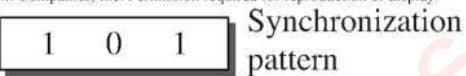
Çoğullama

232

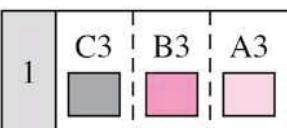
TDM Senkronizasyonu

- Multiplexer ve demultiplexer arasında frame bazında senkronizasyon yapılmalıdır.
- Her çerçeveyin başına senkronizasyon bitleri konur (framing bits).
- Genellikle her çerçeve başına 1 ve 0 değişimi yapan 1 bit konur.

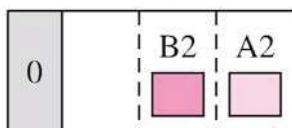
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



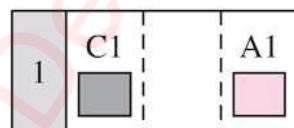
Frame 3



Frame 2

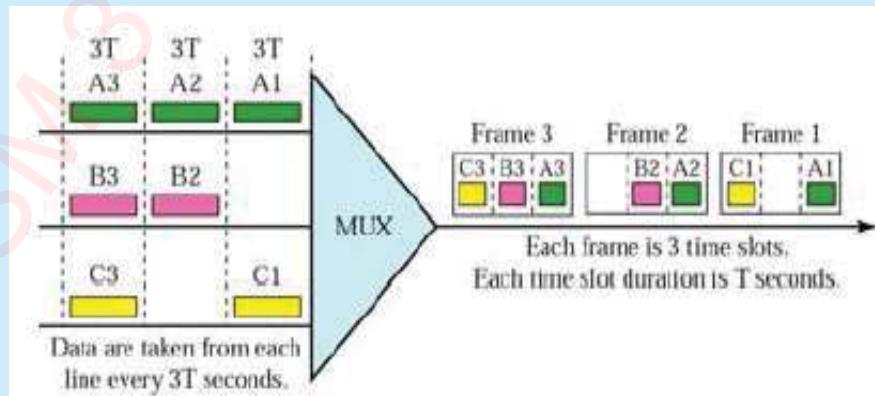


Frame 1



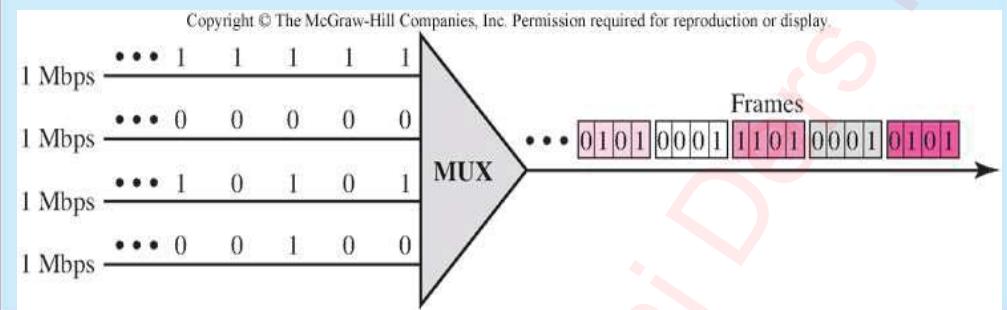
Senkron TDM – Boş Slotlar

- Kaynakların gönderecek verisi olmayabilir. Bu durumda kaynak için atanmış zaman aralığı boş kalır. Diğer kaynaklar kullanamaz.
- Bu durum hattın efektif kullanım oranını azaltır.



Senkron TDM Örnek-1

- Şekilde bir birim veri 1 bittir.
 - Her bir girişin bit hızı = 1 Mbps
 - Giriş bit süresi = $1 / 1 \text{ Mbps} = 1 \mu\text{s}$.
 - Çerçeve hızı (Frame rate) = 10^6 çerçeve/sn (1 girişin bit hızı değeridir - saniyede 1 Mbps veri üretiliyor ve veri birimi 1 bit)
 - Çıkış bit hızı = $4 \times 1 \text{ Mbps} = 4 \text{ Mbps}$



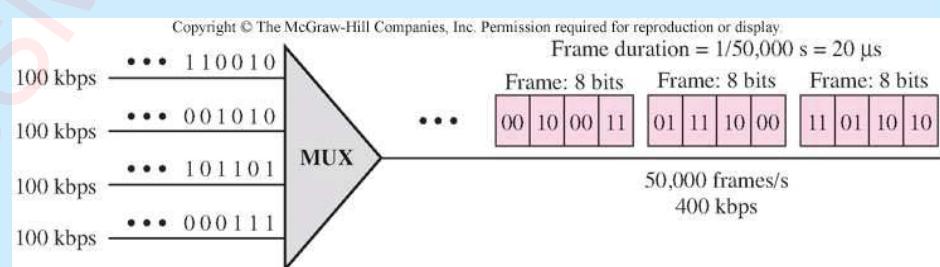
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoğullama

235

Senkron TDM Örnek-2

- Bir çoğullayıcı 4 tane 100 kbps kanalı her zaman aralığında 2-bit alarak birleştiriyor.
 - Her kanaldan 2 bit alındığından link $100 \text{ kbps} / 2 = 50.000 \text{ frame/s}$ hızındadır.
 - Çerçeve süresi = $1 / 50.000 = 20 \mu\text{s}$.
 - Çıkış bit hızı = $50.000 * 8 = 400 \text{ kbps}$.
 - Çıkış bit süresi = $1 / 400 \text{ kbps} = 2,5 \mu\text{s}$.



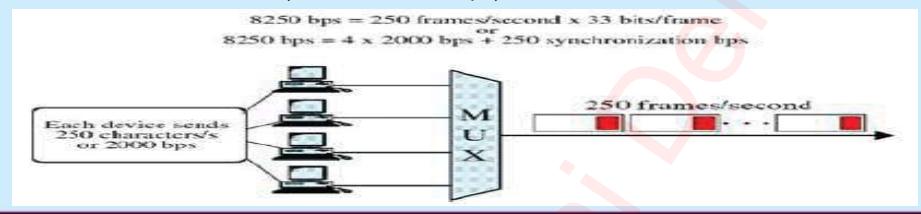
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoğullama

236

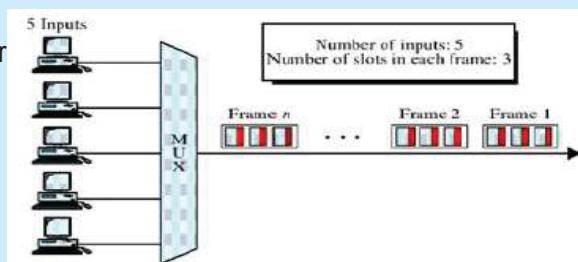
Senkron TDM Örnek-3

- Soru: Dört kaynağın her biri saniyede 250 karakter üretmektedir. Eğer her kaynağı veri birimi 1 karakter ve her bir çerçeveye 1 senkronizasyon biti eklenirse, aşağıdaki değerleri bulunuz?
 - Her bir kaynağın veri hızı ? ($2000 \text{ bps} = 2 \text{ Kbps}$)
 - Kaynaktaki her bir karakterin süresini ? ($1/250 = 4 \text{ ms}$)
 - Çerçeve hızı ? (hat saniyede 250 çerçeve göndermektedir)
 - Her bir çerçevenin süresi ? ($1/250 = 4 \text{ ms}$)
 - Her bir TDM çerçevesindeki bitlerin sayısını? ($4*8 + 1 = 33 \text{ bit}$)
 - Hattın veri hızını ? ($250 * 33 = 8250 \text{ bps}$)



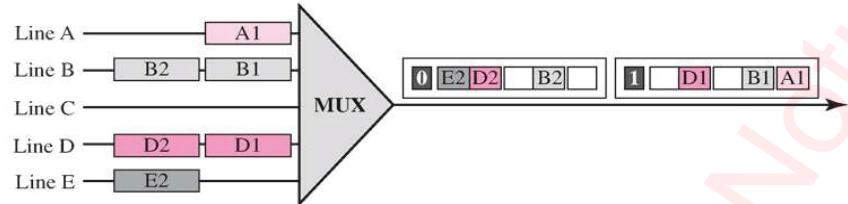
İstatistiksel TDM

- Senkron TDM'de bir çok zaman aralığı (slot) kullanılamamaktadır.
- Bundan dolayı istatistiksel TDM, verisi olan girişe zaman aralığı tahsis eder.
- Bir çerçevedeki zaman aralığı sayısı giriş sayısından daha azdır. Aşağıdaki örnekte 5 giriş vardır, fakat 3 zaman aralığı bulunmaktadır.
- Çoğullayıcı giriş hatlarını tarar ve TDM çerçevesi dolana kadar veriyi toplar
- Hat üzerindeki veri hızı giriş hatlarının oluşturduğu toplam (aggregate) hızdan daha düşüktür
- Senkron TDM'de çerçeveler sadece veri bulundurur.
İstatistiksel TDM'de veri ile birlikte adres bilgisi de gönderilir. Bundan dolayı senkronizasyon bitlerine ihtiyaç yoktur.

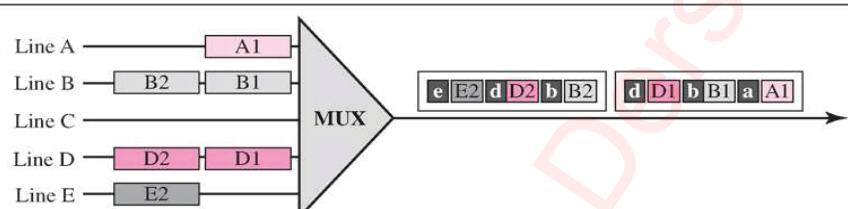


Asenkron ve Senkron TDM Çerçeveleri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a. Synchronous TDM



b. Statistical TDM

Bölüm4 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
 - Chapter 6: Bandwidth Utilization: Multiplexing and Spreading
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
 - Chapter 8 : Multiplexing

BÖLÜM5: VERİ BAĞI KATMANI VE ÇOKLU ERİŞİM SİSTEMLERİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

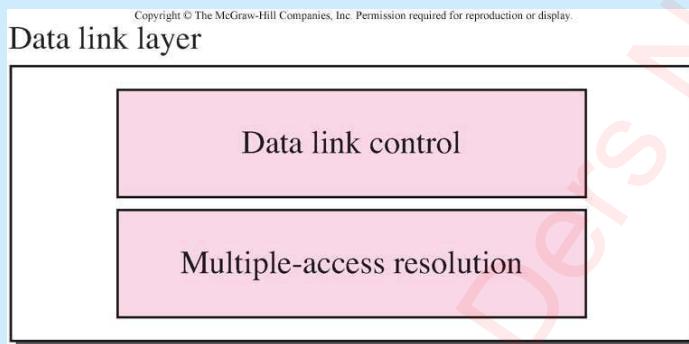
Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

BÖLÜM5 KONU BAŞLIKLARI

- Veri Bağı Katmanı Tanımı ve Hizmetleri
- Çoklu Erişim (Ortam Erişim ve Kanal Erişim) Protokoller: Sınıflandırma
- Hata Kontrol mekanizmaları
 - Hata Sezme Teknikleri (Parity, CRC, Checksum)
 - Hata Düzeltme Tekniği (Hamming Kodlaması)
- Yeniden İletim Teknikleri
 - Idle RQ
 - Continuous RQ (Selective Repeat, Go Back N)
- Akış Kontrolü
 - Sliding Window Protokolü
 - XON/XOFF Protokolü

Veri Bağı Katmanı Tanımı ve Hizmetleri

- Veri bağı katmanı, katmanlı mimaride ikinci katmana karşılık gelir.
- İki alt katmandan oluşur: Data Link Control (Veri Bağı Kontrolü) ve Multiple-access Resolution (Çoklu erişim çözümü)



Veri Bağı Katmanı Tanımı ve Hizmetleri

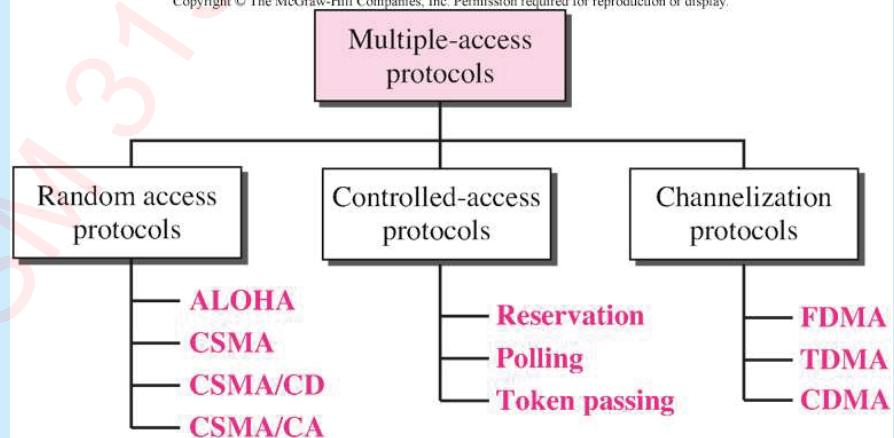
- Ortam Erişim Kontrol Mekanizması: Bir düğümün iletim ortamını nasıl kullanacağı ile alakalı yöntemleri tanımlar.
- Başlatma Denetimi: İletişimin başlatılması için protokol parametrelerine başlangıç değerlerinin verilmesi
- Çerçeve Kurma: çerçeveyen başına ve sonuna gerekli karakterlerin veya denetim bilgilerinin yerleştirilmesi
- Hat Denetimi: Yarı çift yönlü bağlantınlarda iletim sırasını karşı tarafa vermek için gerekli denetimin yapılması
- Akış Denetimi: Gönderici ve alıcı arasındaki çerçeve akışının alıcı işlem hızına göre ayarlanması sağlar
- Hata Denetimi: Alınan çerçeveyenin hatalı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla kullanılır
- Zaman Aşımı: ACK mesajları tanımlanan zaman içerisinde ulaşıp ulaşmadığını kontrol eder

Çoklu Erişim Sistemleri Konu Başlıkları

- Çoklu Erişim Sistemleri – Sınıflandırma
- Rastgele Erişimli Protokoller
 - ALOHA, Dilimli ALOHA, CSMA/CD
- Kontrollü Erişimli Protokoller
- Kanalın Böülümlere Ayrılması
 - FDMA (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim)
 - TDMA (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim)
 - CDMA (Kod Bölmeli Çoklu Erişim)
 - Uygulanan Sistemler

Çoklu Erişim Protokolleri - Sınıflandırma

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Kontrollü Erişimli Protokoller

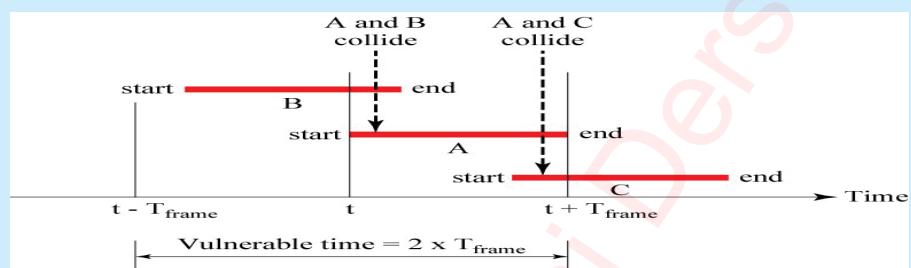
- Gönderme hakkına sahip bir başka istasyonun olup olmadığını araştırırlar.
- Bir istasyon diğer istasyonlar tarafından yetkilendirilmeden gönderim yapamaz
- 3 farklı kullanımı vardır:
 - Jeton Aktarımı (Token Passing)
 - Yoklamalı (Polling): Master düğüm slave düğümleri sürekli kontrol eder
 - Reservasyon tabanlı (reservation)

Rastgele Erişimli Protokoller

- Düğüm bir paket göndermek istediğiinde
 - Kanalın veri hızı olan R hızında gönderim yapar
 - Bir düğümün diğer bir düğüm üzerinde üstünlüğü yoktur. Yani, düğümler arasında bir öncelik koordinasyonu yoktur
- İki veya daha fazla düğüm göndermek istediğiinde bir çarpışma olur
- Rastgele erişim MAC protokolü aşağıdaki durumları çözüme kavuşturmaları gereklidir:
 - Çarpışmaların nasıl sezileceğini
 - Çarpışmalardan ne tür bir algoritma ile nasıl kurtulacağını (örnek, geciktirilen yeniden iletim)
- Rastgele erişim protokolleri:
 - ALOHA
 - Slotted ALOHA
 - CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

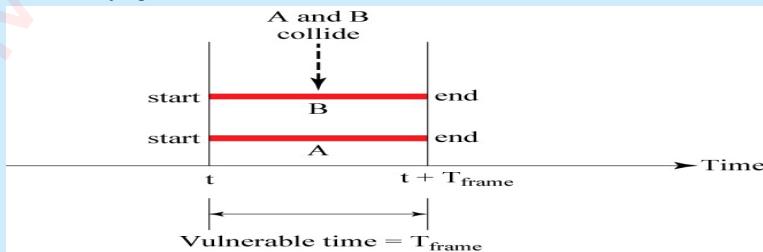
ALOHA

- Bu protokol 1970 yılında ayrı yerlerde bulunan adaların telsiz haberleşmesinde kullanılmış.
- Kullanılan en basit protokol olmasına rağmen çarpışmalardan dolayı istatistikler ancak %18 lik bir gerçek kullanım performansı olduğunu ortaya koymaktadır.
- Düğüm bir mesaja sahip olur olmaz, mesajını derhal gönderir
- Zaman diyagramı: (Bu durumda her an çarşıma olabilir)



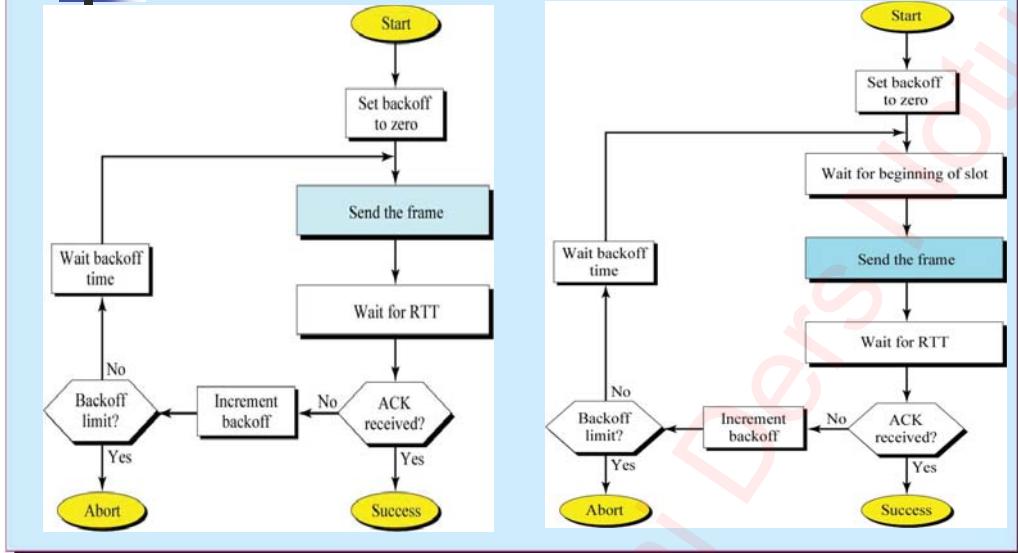
Dilimli ALOHA - Slotted ALOHA

- Çarpışmalardan dolayı kullanım yüzdesinin yükseltilmesi için ALOHA biraz daha geliştirilmiştir. %36 performans elde edilmiştir.
- Üç birimin mesajı zaman aralıklarına bölünür ve üç birim mesajını göndermek için zaman dilimi başlangıcını bekler.
- Zaman dilimi arasında yayın olmadığından mesaj iletilir.
- Zaman diyagramı:



- Dilim sürelerinin başlangıcında çarşıma olabilir.

ALOHA ve Dilimli ALOHA için akış diyagramları



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Ethernet

251

CSMA/CD Çalışma Prensibi ve Analizi

Carrier Sense, Multiple Access, Collision Detection'a göre, Ethernet kartı veri gönderimine başlamadan önce kablonun kullanıldığı olup olmadığını kontrol eder.

- Carrier Sense (Taşıyıcıyı sezme): Kabloda aktarım olup olmadığından tespiti
- Multiple Access (Çoklu erişim): Kablo boşta olduğunda her Ethernet arayüzüne sahip cihaz eşit hakkı sahiptir ve veri aktarımına başlayabilir.
- Collision Detection (Çarpışmayı Sezme): Bazı durumlarda iki sistem kablonun boş olduğunu tespit ederek aynı anda veri aktarımına başlayabilir. Bu durumda iki tarafın yolladığı veri çarpışır.

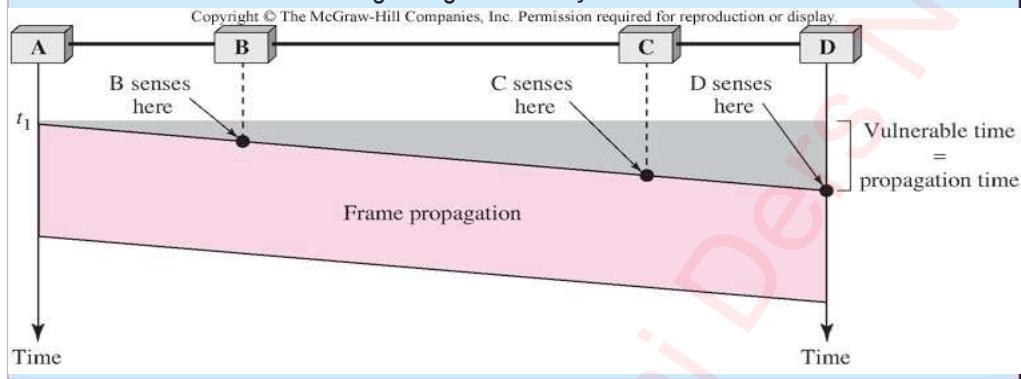
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Ethernet

252

CSMA'da Çarpışma – Kanal boş

- Ethernet protokolünde bir düğüm çarşışma olmaması için ancak yolun boş olduğunu belirlediğinde çerçevesini yola çıkaracaktır.
- İletim ortamının yayılım gecikmesinden dolayı, bir düğümün ürettiği çerçeve, ancak bir süre sonra diğer düğümlere ulaşabilir..



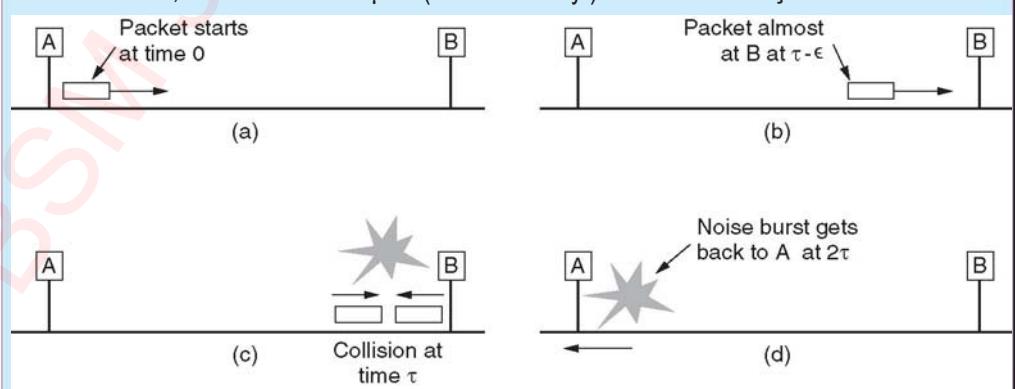
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Ethernet

253

CSMA'da Çarpışma – devamı

- Bu ulaşma süresi (τ) içinde, başka bir düğüm hattı boş olarak gördüğünden gönderme işlemine başlayabilir; dolayısıyla çarşışma olur
- Aşağıdaki örnekte; A düğümü çarşışma olduğunu 2τ süresi sonunda anlar.
- IEEE, 2τ süresini 51.2 μ s (512bit-64 bayt) olarak belirlemiştir.

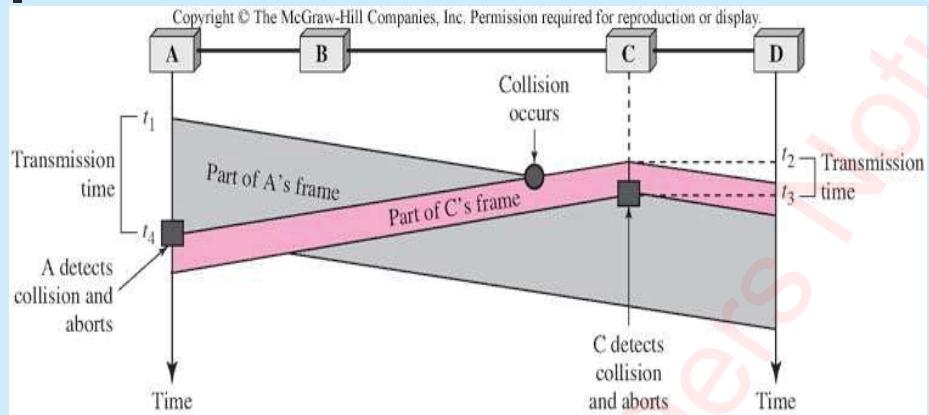


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Ethernet

254

CSMA'da Çarpışma - devamı

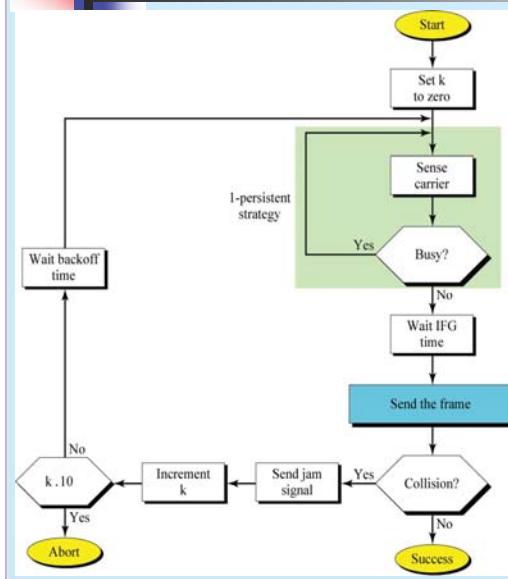


- Çarpışmanın anlaşılabilmesi için 32 bit uzunluğunda jamming sinyali üretilir.
- Çerçeveler arası boşluk zamanı 9.6 μ s (96bit)

Binary Exponential BackOff algoritması

- Çarpışma olduğunda yola veri çıkarmak isteyen her düğüm ($0, 1, 2, \dots, 2^n - 1$) kümelerinden rasgele bir sayı seçer. Örneğin A düğümü p değerini seçmişse, $2\tau * p$ kadar verisini göndermeden önce beklemek zorundadır.
- En küçük sayıyı seçen verisini gönderir
- Tekrar çarşılaşma olursa; çarşılaşma olasılığını düşürmek için, düğüm rasgele sayı kümelerini genişletir. n değeri en fazla 10 olabilir.
- 16 kez peşpeşe çarşışarak yola veri çıkaramayan bir düğüm üst katmanına hata mesajı gönderir.

CSMA/CD için ortam erişim prosedürü (Gönderme)



- Önce dinle, ortam meşgul ise bu işlemi tekrarla.
- Mesaj gönderen yoksa mesajını gönder.
- Gönderirken dinle, çarpışma olursa çarpışma sinyali gönder ve belli bir süre bekle.
- Bu işlemleri yeniden tekrarla.

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

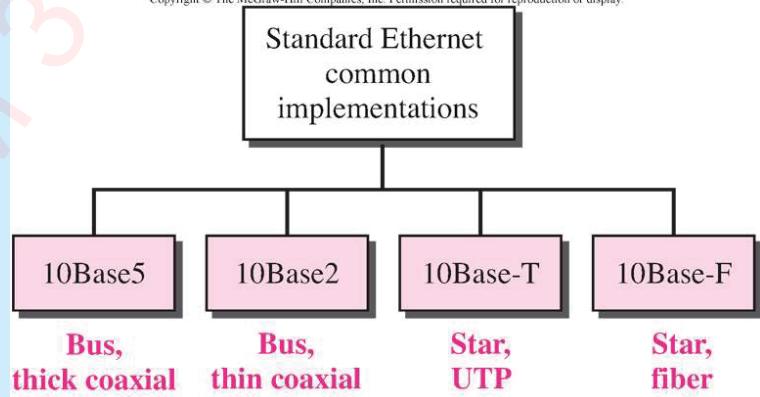
Ethernet

257

10 Mbps Ethernet

- Ortam erişim prosedürü : CSMA/CD

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

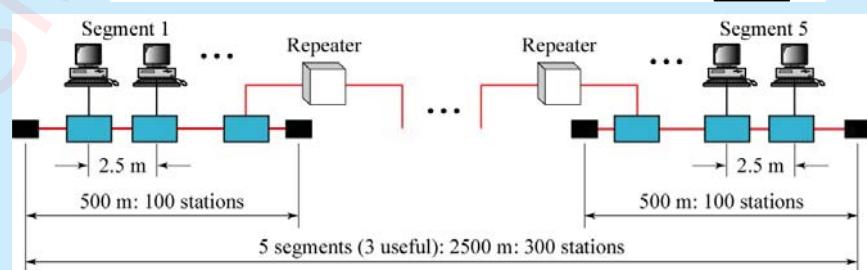
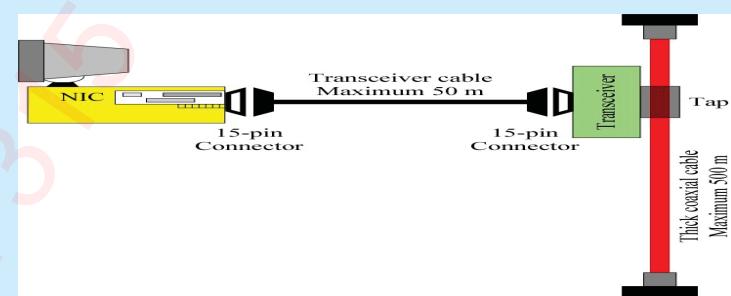
Ethernet

258

Standart Ethernet - 10Base5-Thick (Kalın) Koaksiyel

- 10 Ağın hızını belirtir, yani 10 Mega Bit/Saniye
- Base, ağın Baseband olarak çalıştığını gösterir
- 5 Kablonun maksimum uzunluğunu belirtir(500 metre).
- Koaksiyel (RG-8) kablo kullanır
- Segment en fazla 500m olabilir
- Bir segmente 100'den fazla cihaz bağlı olamaz
- İki ucunda 50 ohm'luk sonlandırıcı kullanılır
- Her bir cihaz 2.5m veya 2.5m'nin katları olan aralıklarla bağlanmalıdır
- Kablo üzerinden aynı anda tek bir sinyal göndermektedir.

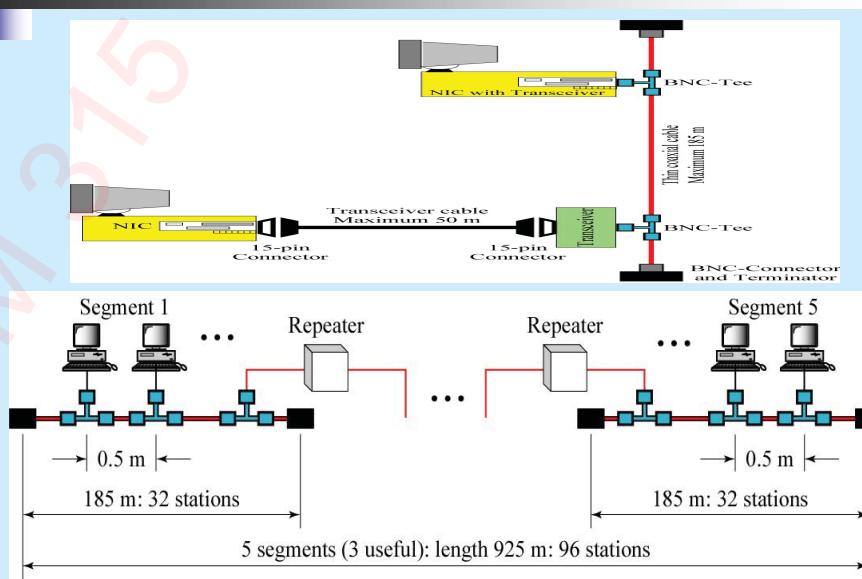
10Base5 bağlantıları



10Base2- Thin (İnce) Koaksiyel

- İnce koaksiyel kablo (50 ohm)
- Segment en fazla 185m olabilir
- Bir segmentte 30'dan fazla cihaz bağlı olamaz
- İki ucunda 50 ohm'luk sonlandırıcı kullanılır
- Bağlantılar arası en az 0.5 m
- En fazla 4 repeater, 5 segment

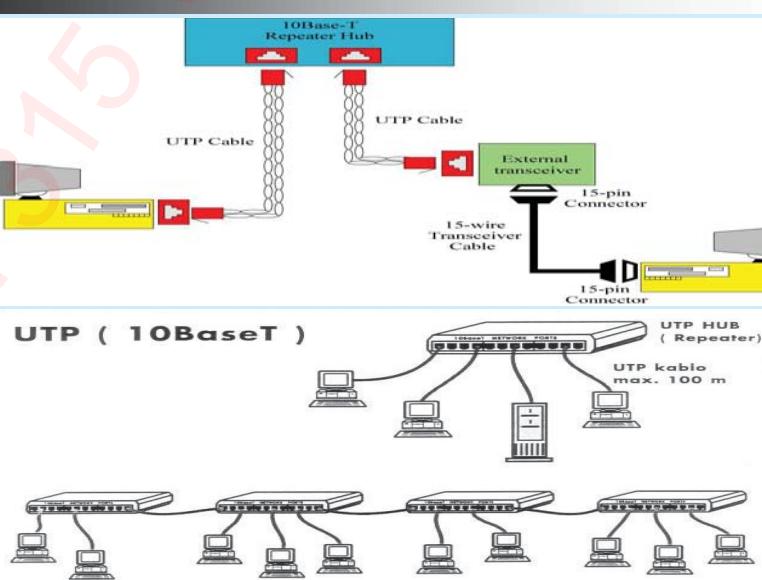
10Base2 Bağlantıları



10BaseT- UTP

- 2 çift burulmuş kablo
- 100-Ohm
- Mutlaka twisted-pair
- Star/Distributed-Star topoloji
- En fazla 100 m kablo uzunluğu
- RJ45 konnektör
- En fazla 4 repeater, 5 segment

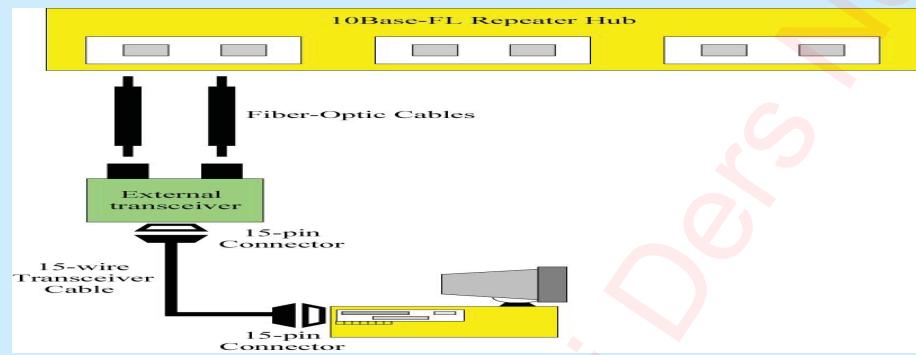
10Base-T Bağlantıları



10BaseF – Fiber Optik

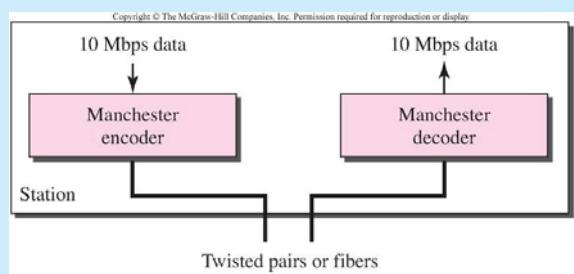
Fiber Optic (10Base FL)

- 1 çift fiber optik kablo
- Multimode (max 2 km)
- 62.5 / 125
- ST veya SMA konnektör



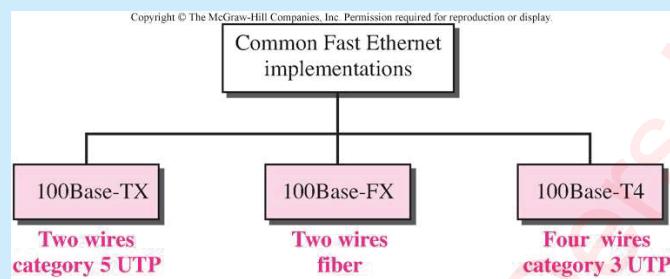
10 Mbps Ethernet Özeti

- Ethernet (Xerox)
- 802.3 (IEEE)
- Ethernet ver2.0 (Digital, Intel, Xerox)
- CSMA/CD
- Standart Ethernet (Thick) – 10Base5
- Cheapernet (Thin) – 10Base2
- UTP – 10BaseT
- Fiber Optik – 10BaseF



Fast Ethernet (100 Mbps)

- IEEE 802.3u
- Konnektör olarak RJ45 kullanılmaktadır



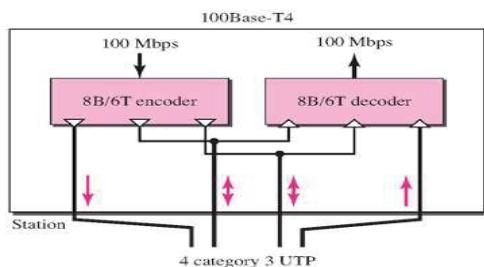
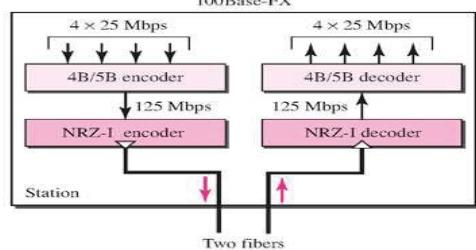
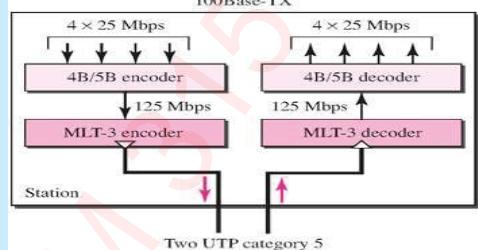
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Ethernet

267

Fast Ethernet Bağlantıları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.
100Base-TX



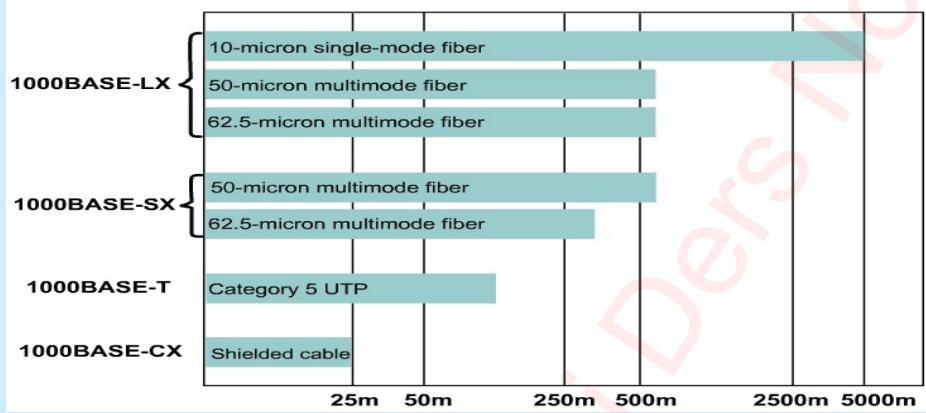
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Ethernet

268

Gigabit Ethernet (1 Gbps)

- IEEE 802.3z
- Gigabit Çeşitleri



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

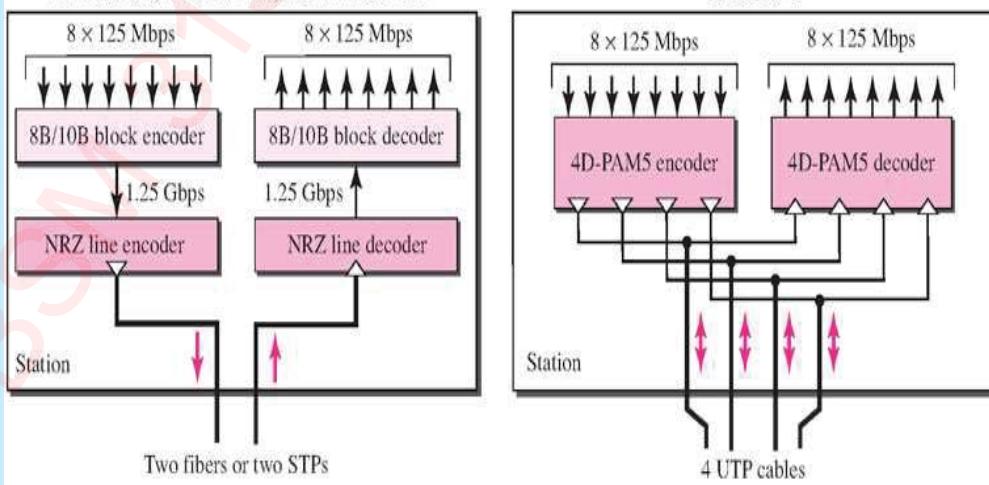
Ethernet

269

Gigabit Ethernet Bağlantıları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.
1000Base-SX, 1000Base-LX, and 1000Base-CX

1000Base-T



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Ethernet

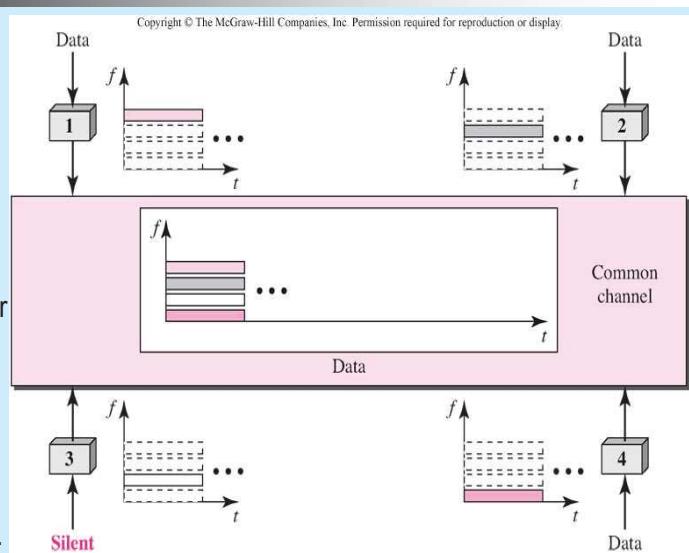
270

Kanalın Bölümlere Ayrılması

- Kanallara ayırma (Channelization), bir hattın bandgenişliğini farklı istasyonlar arasında zaman, frekans ve kod vasıtasıyla paylaşırma işlemi yapan bir çoklu erişim metodudur.
- Üç farklı teknik kullanılır
 - FDM üzerine dayalı FDMA (Frequency Division Multiple Access)
 - TDM üzerine dayalı TDMA (Time Division Multiple Access)
 - Yayılı spektrum teknikleri üzerine dayalı CDMA (Code Division Multiple Access)

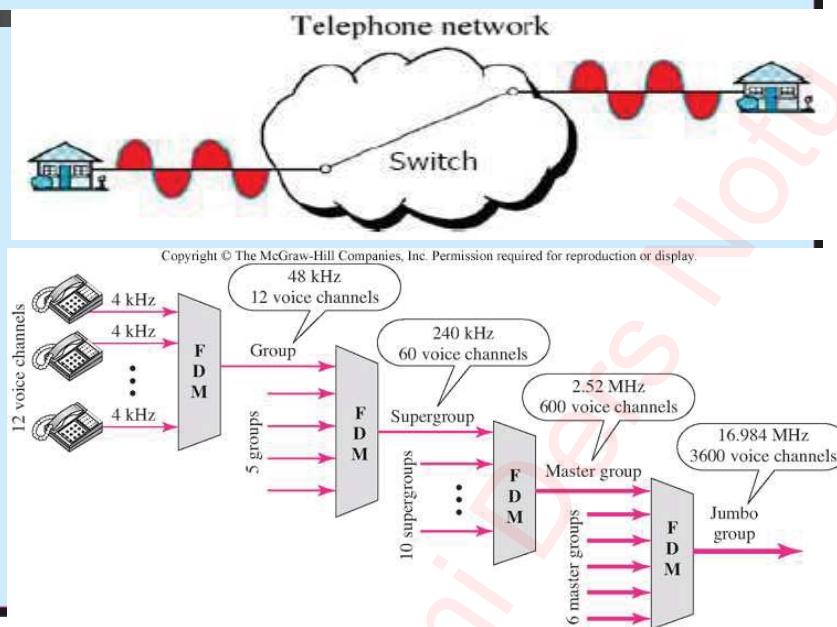
FDMA: Frekans Bölmeli Çoklu Erişim

- FDM üzerine dayalıdır
- Her bir kullanıcı ayrı frekans bandını kullanarak iletişim ortamına erişim yapar.
- Şekilde 4 kullanıcı farklı taşıyıcı frekanslar kullanarak ortak bir kanalı paylaşmaktadır.
- Frekans bandları arasında koruma bandları da bulunabilir.



FDMA Sistemi-1: Analog Hiyerarşî

- Analog leased line – Analog kiralık hat
- Düşük bant genişliğine sahip ses kanalları daha yüksek bant genişliğine sahip kanallara coğullanarak kullanıcılar adına çoklu erişim sağlanır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

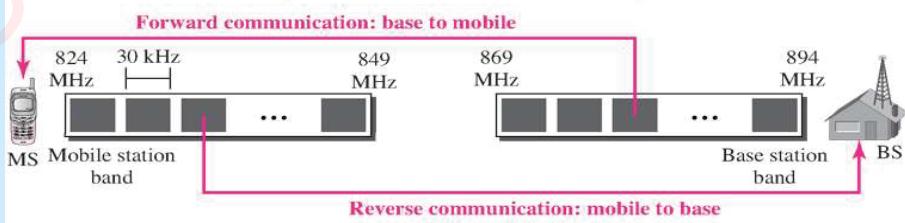
273

FDMA Sistemi-2: AMPS (Advanced Mobile Phone Systems)

- AMPS, FDMA kullanan analog bir hücresel bir telefon sistemidir
- AMPS'de her kullanıcı için 30 kHz'lik kanallar atanır.
 - Ses sinyali için 3 kHz'lik bant genişliği kullanılır ve FM'de kanal bant genişliği 10 x module eden sinyal olduğundan toplam bant genişliği 30 kHz olur.
 - Her kullanıcıya full-duplex iletişim için 60 kHz kanal atanır.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Each band is 25 MHz,
made of 832 30-kHz analog channels



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

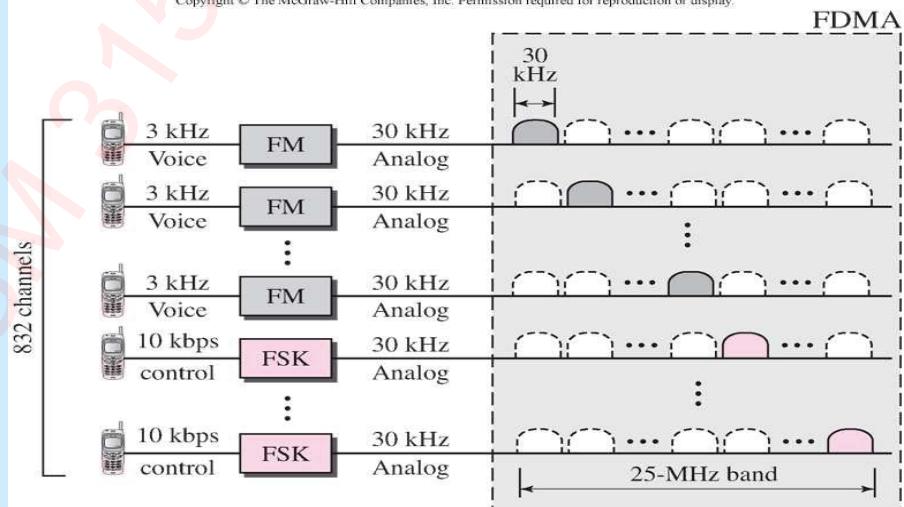
274

FDMA Sistemi-2: AMPS

- AMPS, iki bant kullanır. Gönderme (cep telefonundan baz istasyonuna) için 824-849 MHz ve alma (baz istasyonundan cep telefonuna) için 869-894 MHz bantları kullanılır.
- Her kullanıcı bir yönde 30 kHz bant genişliği kullandığına göre, eş zamanlı olarak iletişim yapacak kullanıcı sayısı:
 - Her bant 25 MHz (849-824 ve 894-869) tir
 - $25 \text{ MHz} / 30 \text{ kHz} = 833.33$ olur. Gerçekte her bant 832 kanala bölünür.
 - Toplam 42 kanal kontrol için kullanılır. 790 kanal kullanıcılar için ayrırlar.
 - Her iki kanalda full-duplex eş zamanlı 790 kullanıcı iletişim yapabilir.

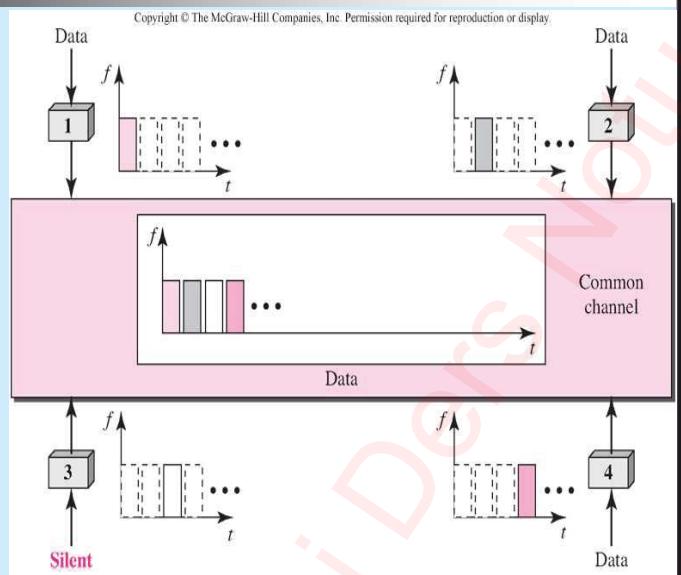
FDMA Sistemi-2: AMPS

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



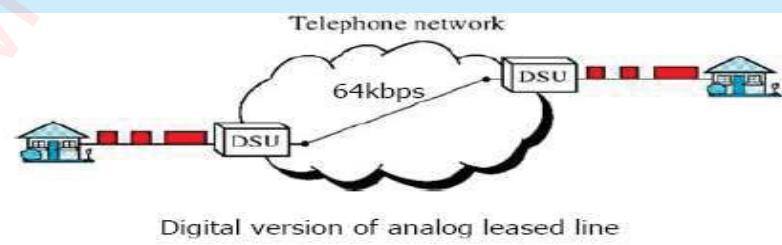
TDMA: Zaman Bölmeli Çoklu Erişim

- TDM teknigi üzerine dayalıdır
- Zaman bölmeli çoklu erişim sistemlerinde, farklı kullanıcılar ortak bir iletişim kanalını zaman düzleminde paylaşırlar.
- Şekilde 4 farklı kullanıcı farklı zaman aralıklarını kullanarak bir TDM iletişimini yapmaktadır.



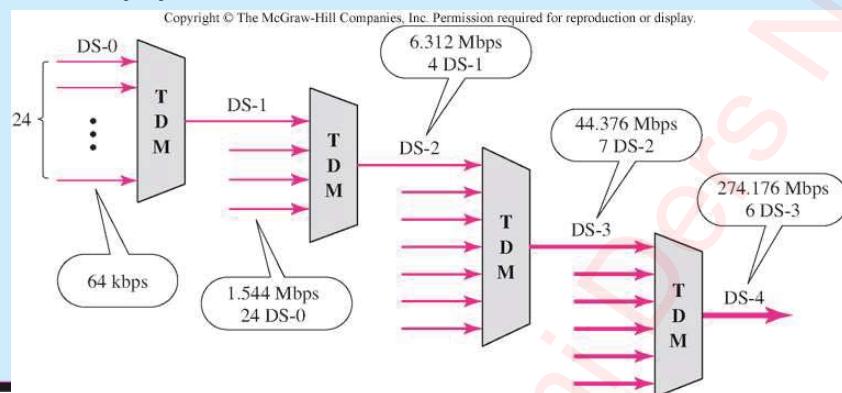
TDMA Sistemi-1: Sayısal Taşıyıcı Sistemler

- Analog kiralık hattın sayısal versiyonudur
- USA/Kanada/Japonya aynı sistemi kullanırlar.
- ITU-T (Uluslararası) yapısal olarak benzer, fakat farklı bir sistem kullanır
- DSU : Digital Service Unit: Sayısal hizmet birimi



TDMA Sistemi-1: Sayısal Taşıyıcı Sistemler

- USA sistemi DS-1 formatı üzerine dayalıdır
 - 24 kanal paylaşılır
 - Her bir çerçeve her kanal için 8 bit ve 1 çerçeve eleme bitine sahiptir
 - Her çerçeve de 193 bit bulunmaktadır

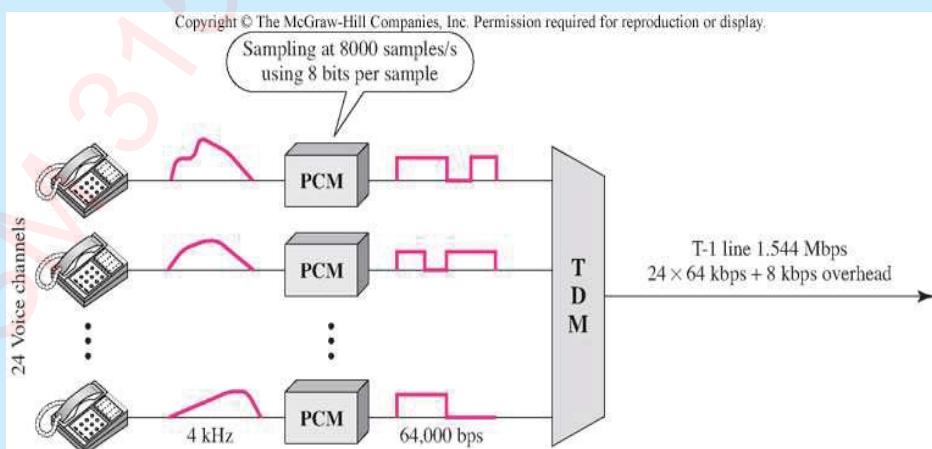


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

279

Çoğullanmış Telefon Hatları için T-1 Hattı



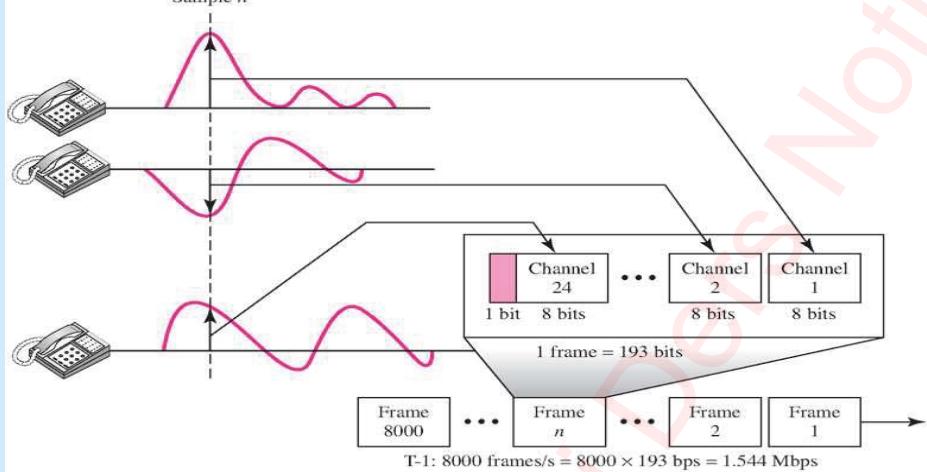
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

280

T-1 İletim Formatı - 1

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

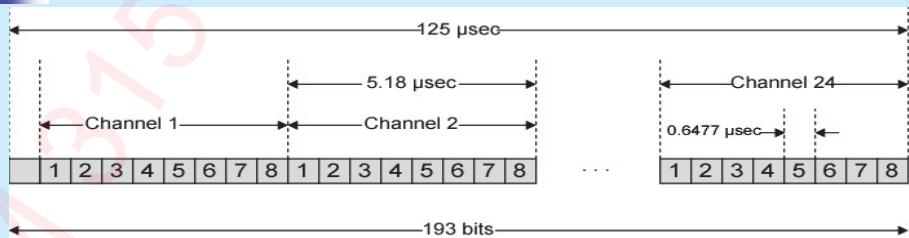


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

281

T-1 İletim Formatı - 2



Notes:

1. The first bit is a framing bit, used for synchronization.
2. Voice channels:
 - 8-bit PCM used on five of six frames.
 - 7-bit PCM used on every sixth frame; bit 8 of each channel is a signaling bit.
3. Data channels:
 - Channel 24 is used for signaling only in some schemes.
 - Bits 1-7 used for 56 kbps service
 - Bits 2-7 used for 9.6, 4.8, and 2.4 kbps service.

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

282

T ve E Hatları

- Kuzey Amerika

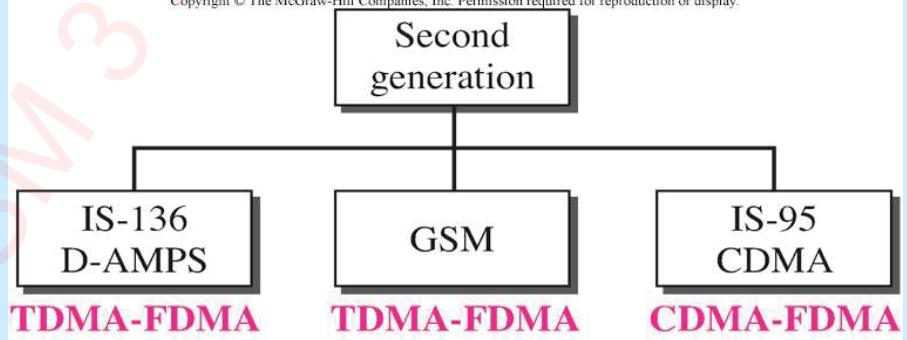
Service	Line	Rate (Mbps)	Voice Channels (64 Kbps)
DS-1	T-1	1.544	24
	T1C	3.152	48
DS-2	T-2	6.312	96
DS-3	T-3	44.736	672
DS-4	T-4	274.176	4032

- Uluslar arası (ITU-T Standardı)

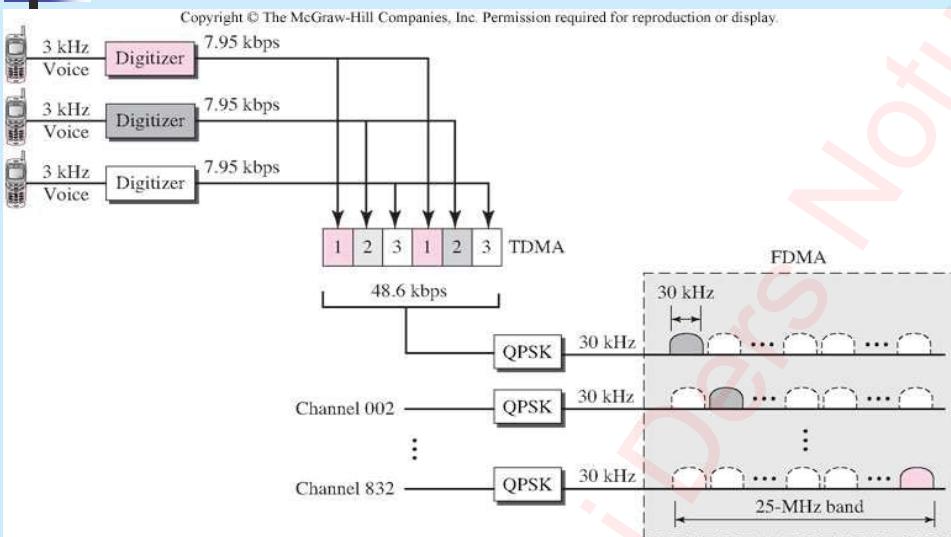
Line	Rate (Mbps)	Voice Channels (64 Kbps)
E-1	2.048	30
E-2	8.448	120
E-3	34.368	480
E-4	139.264	1920
E-5	565.148	7680

İkinci Nesil Hücresel Telefon Sistemleri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



TDMA ve FDMA Sistemi-1: IS-136 → D-AMPS



TDMA ve FDMA Sistemi-1: IS-136 → D-AMPS

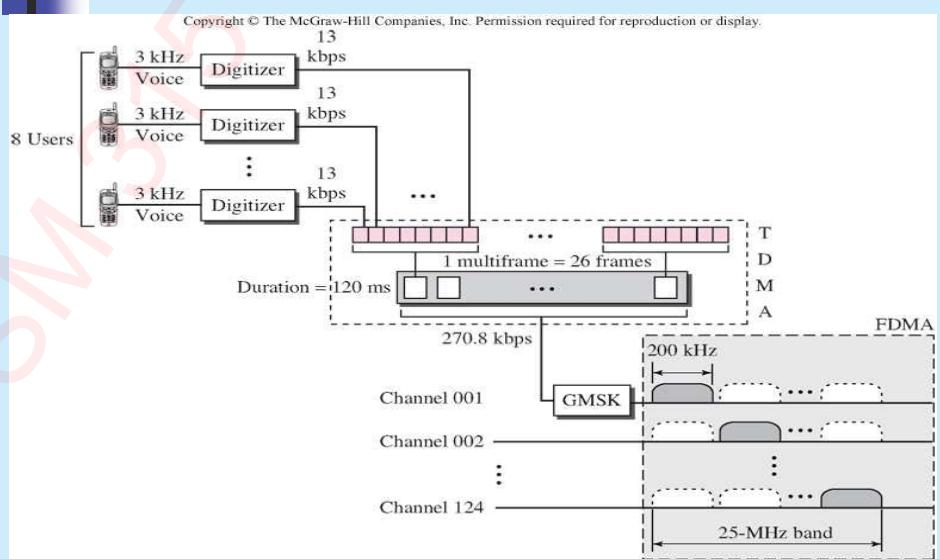
- D-AMPS, TDMA ve FDMA'yı birlikte kullanan sayısal bir hücresel telefon sistemidir.
- 3 Khz'lık kullanıcı ses sinyali ilk önce PCM (analogdan sayısal dönüşüm) teknikleri ile saisallaştırılır ve 7.95 kbps'lık bir veri hızı elde edilir.
- Her kullanıcının konuşma anından alınan sayısal örnek(ler), TDM çerçevesi içerisindeki bir ya da birkaç zaman aralığına yerleştirilir. Bu işlem zaman düzleminde bir çoklu erişimi gösterir.
- 6 tane zaman aralığına sahip TDM çerçevesi, QPSK modülasyon tekniği ile analog bir sinyal haline dönüştürülür.
- Dönüşürme esnasında taşıyıcı frekansı kullanılarak sinyal, ilgili kanal için belirlenen frekans bandına taşınmış olur.
- Her kanal, kendine ait bir frekans bandı kullandığından dolayı frekans düzleminde bir çoklu erişim sağlanmış olur.

TDMA ve FDMA Sistemi-2: GSM

- GSM, AMPS'de olduğu gibi iki bant kullanır. Gönderme (cep telefonundan baz istasyonuna) için 890- 915 MHz ve alma (baz istasyonundan cep telefonuna) için 935-960 MHz bantları kullanılır.
- Her bant 25 MHz (915-890 ve 960-935) tır
- GSM'de her bir kanalın bandgenişliği 200 kHz'dır ve bu kanalları 8 kullanıcı zaman düzleminde paylaşır.
- $25 \text{ MHz} / 200 \text{ kHz} = 125$ olur. Gerçekte 124 kanal kullanılır.

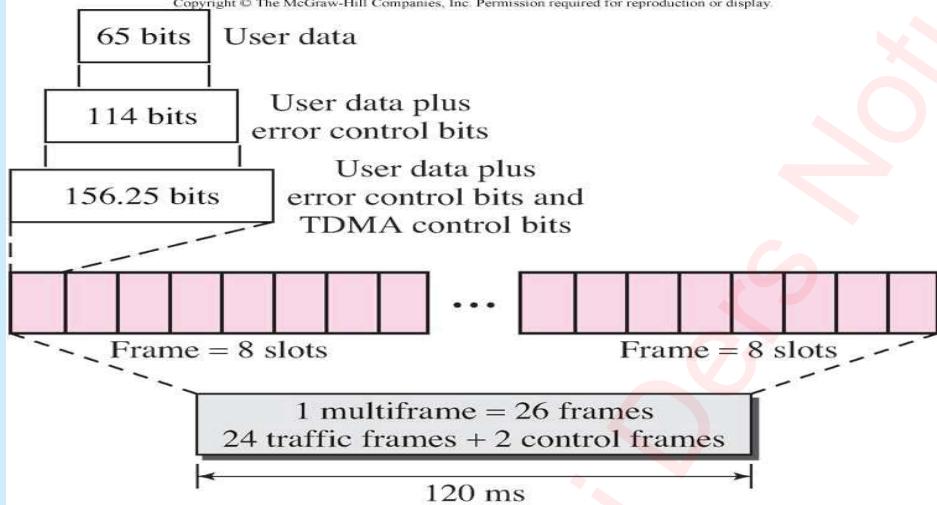


TDMA ve FDMA Sistemi-2: GSM



TDMA ve FDMA Sistemi-2: GSM Multiframe

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Bölüm5 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
 - Chapter 12 : Multiple Access
 - Chapter 16 Wireless WANs: Cellular Telephone and Satellite Networks
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
 - Chapter 14 : Cellular Wireless Networks

BÖLÜM6:

HATA SEZME VE DÜZELTME TEKNİKLERİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

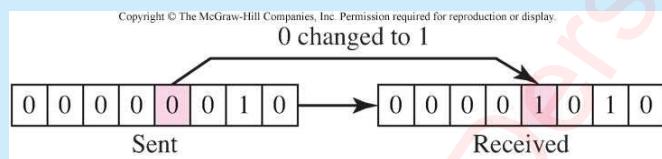
Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

BÖLÜM 6: KONU BAŞLIKLARI

- Giriş
- Hata Sezme Teknikleri
 - Eşlik (Parity) Biti Kullanımı
 - Çevrimli Fazlalık Sınaması (Cyclic Redundancy Check)
 - Kontrol Toplamı (Checksum)
- Hata Düzeltme Tekniği
 - Hamming Kodlama

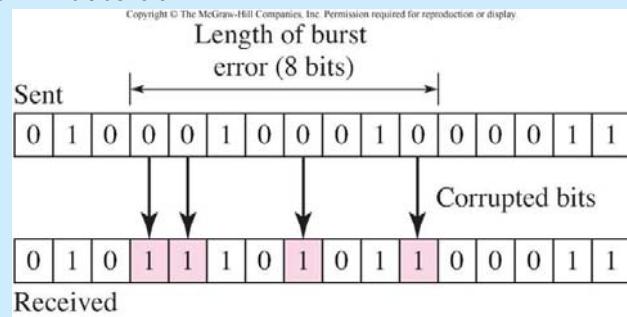
Giriş

- Veri paketleri iletilirken bazı bitler, rastgele hatalar veya patlama hataları nedeniyle bozulabilir.
- Rastgele hatalar: İletim ortamından iletilen bilgideki bir veya birkaç bitin özellikle gürültü nedeni ile bozulmasıdır (değer değiştirmesidir). Genellikle sadece 1 bitin değeri değişir.
- Veri paketleri içerisinde 1 bit bozulmuş olsa bile, tüm verinin yanlış anlaşılmasına neden olabilir.



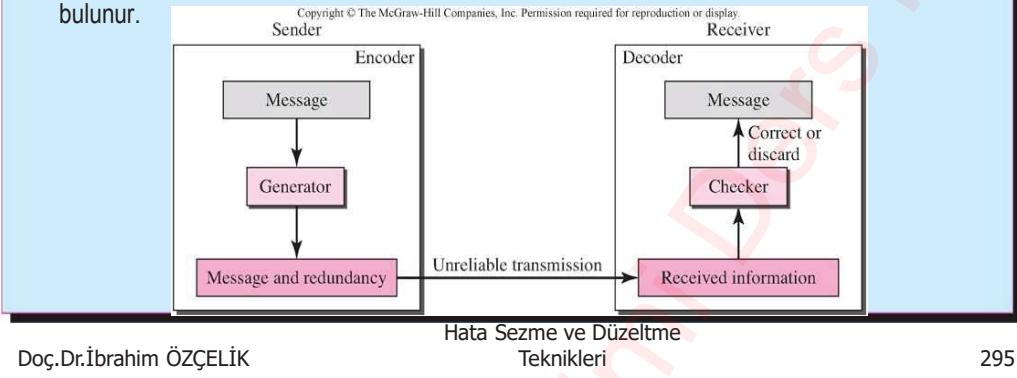
Giriş – Patlama Hataları

- Patlama hataları (burst error): Kısa süreli güçlü elektromanyetik ortamlarda oluşan darbe gürültülerinde veya yıldırım oluşması gibi atmosferik olaylarda iletilen bilginin / bitlerin bir kısmı (iki veya daha fazlası) değer değiştirebilir.
- Bu hatalar, birbirine yakın konumdaki çok sayıda bitin bozulması şeklinde sonuçlanır.
- 1200 bps hızında iletişim yapılrken eğer 0,01 sn patlama hatası ya da gürültü oluşursa, toplam 12 bit bozulur.



Giriş - Yedekleme

- İletişim sistemlerinde hata sezme ve düzeltme teknikleri (İleri Hata Düzeltimi-Forward Error Correction - FEC), yedekleme (redundancy) yaklaşımı ile sağlanır.
- Yedekleme bitleri gönderici tarafında eklenir, iletim ortamından veri ile birlikte gönderilir ve alıcı tarafında da çıkartılır. Yedekleme, farklı kodlama yöntemleri kullanılarak oluşturulur.
- Hata sezme tekniklerinde sadece hata olup olmadığına bakılır, hatanın boyutuyla ilgilenilmez.
- Hata düzeltme tekniğinde hata varsa düzeltme işlemi yapılır. Önce kaç bite bozulma olduğu bulunur.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

295

Parity (Eşlik) Biti - Hata Sezme Tekniği

- Bir veri bloğu içerisindeki tek sayıdaki hatayı sezmek için kullanılır. Bu amaçla, veri bloğuna eşlik biti eklenir.
- Odd (Tek) yada even (çift) olarak adlandırılan iki uygulaması vardır
- Çift eşlikte eşlik bitiyle beraber birlerin sayısı çift, tek eşlikte ise birlerin sayısı tek olur
- Bu teknik, daha çok boyu 7 ya da 8 bit gibi kısa olan veri bloklarının aktarılmasında kullanılır
- Vericinin ve alıcının başlangıçta, hangi eşlik bitini kullanacağı belirlenir. Aşağıdaki örnekte verici ve alıcının tek eşlik bitine kurulduğu kabul edilerek inceleme yapılmıştır.

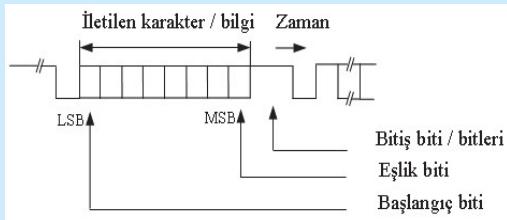
Gönderilen	Alınan	
10110110 0	100 1 01110 0	Çift Eşlik, Hata Algılanır
10110110 0	110 10110 0	Tek Eşlik, Hata Algılanamaz
10010110 1	10010110 0	Çift Eşlik, Hata Algılanır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

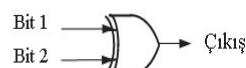
Hata Sezme ve Düzelme
Teknikleri

296

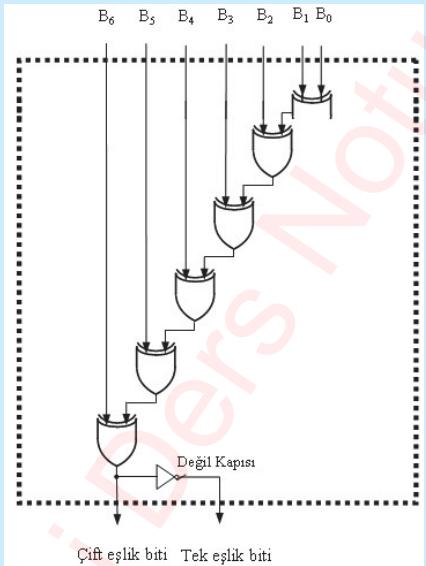
Eşlik (Parity) biti üretimi - devamı



A	B	Çıkış
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



1101001 1 (Tek Eşlik)
1011001 0 (Çift Eşlik)

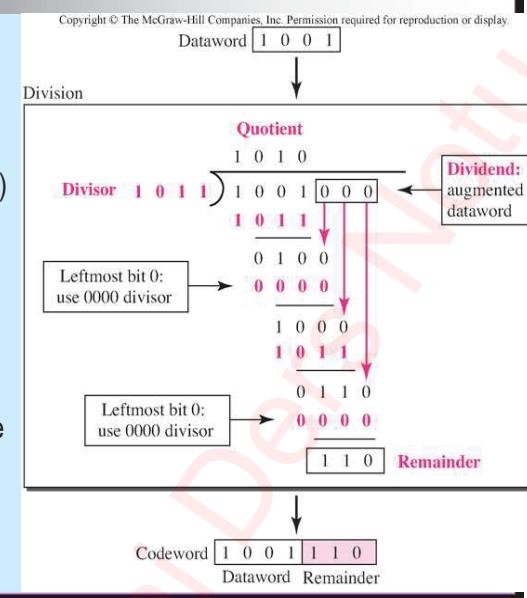


Çevrimli Fazlalık Sınaması (CRC) – Hata sezme Tekniği

- Çevrimli Fazlalık Sınaması (Cyclic Redundancy Check –CRC)
- Gönderilen veri bitlerinden hesaplanan bir sınama kodu, gönderilecek veri bitlerinin sonuna eklenir.
- CRC kodunu hesaplamak için donanım desteği veren iletişim yongaları mevcuttur.
- Üreteç fonksiyonu, CRC yönteminde anahtar kelimedir.
- Ethernet, 802.11 (WiFi), Token Ring, ATM gibi protokoller bu teknigi kullanırlar.
- Ethernet, Token Ring ve Token Bus protokollerinde kullanılan üreteç fonksiyonu:
 - $U(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
- ATM başlığı içerisinde kullanılan üreteç fonksiyonu:
 - $U(x) = X^8 + X^2 + X + 1$

CRC – İkili Aritmetik İşlemli – Gönderici Tarafı

- Gönderici tarafı gönderilecek veriye (1001) 3 sıfır biti ekler
- Elde edilen 7-bit (bölen), bölen (1011) ile bölünür.
- Toplama ve çıkarma işlemleri XOR ile yapılır.
- Her aşamada bölünen ile bölen XOR'lanır.
- Sonuçta kalan 3-bit, gönderilecek veriye eklenerek iletim ortamına verilir.



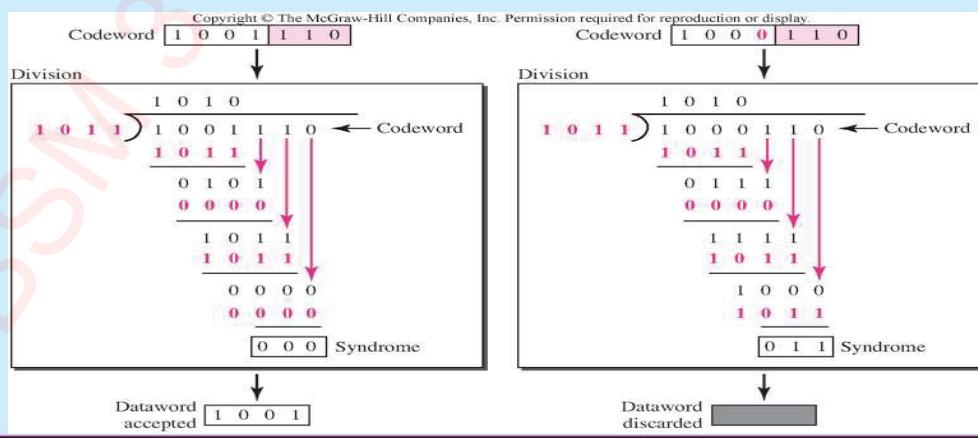
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

299

CRC – İkili Aritmetik İşlemli – Alıcı Tarafı

- Alıcı taraf gönderici tarafta yapılan işlemin aynısını yapar.
- Bölme işlemi sonucu 000 ise hata yoktur. Sıfırdan farklı ise hata vardır

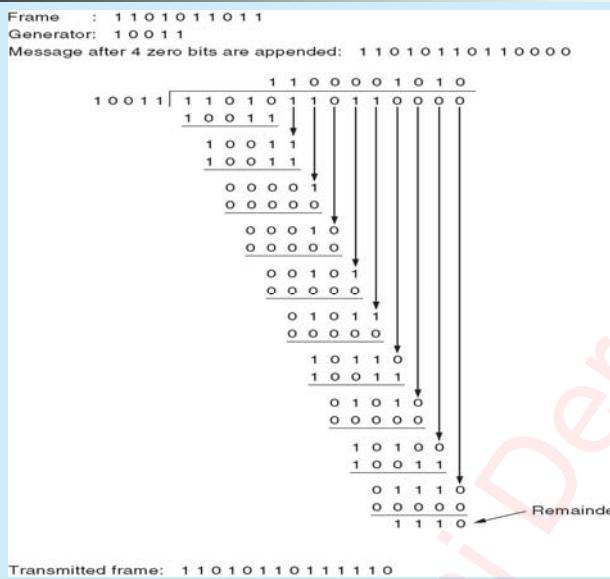


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

300

CRC – İkili Aritmetik İşlemler – Örnek



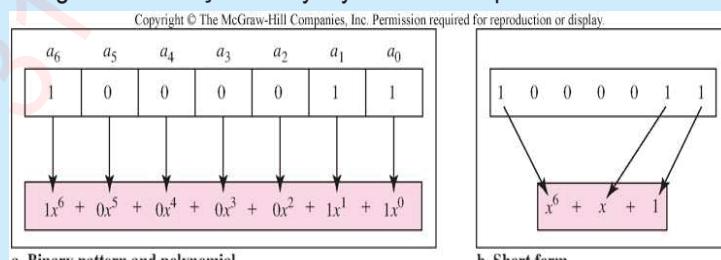
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

301

CRC – Polinomlarla İşlem - Tanım

- Bir patern 0 ve 1 lerle birlikte polinom halinde gösterilebilir. Şekilde 7-bit patern 3 terimle gösterilebilmistiir. Dolayisiyla veri bitleri polinom haline dönüştürülür.



- Polinomun derecesi en yüksek dereceli terimin derecesine eşittir.
- Polinomlarda toplama ve çıkarma, onluk sistemdeki toplama ve çıkarma gibidir
- Çarpma ve bölmede üstler toplanır veya çıkarılır.
- $(x^5+x^3+x^2+x)(x^2+x+1) = x^7+x^6+x^3+x$

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

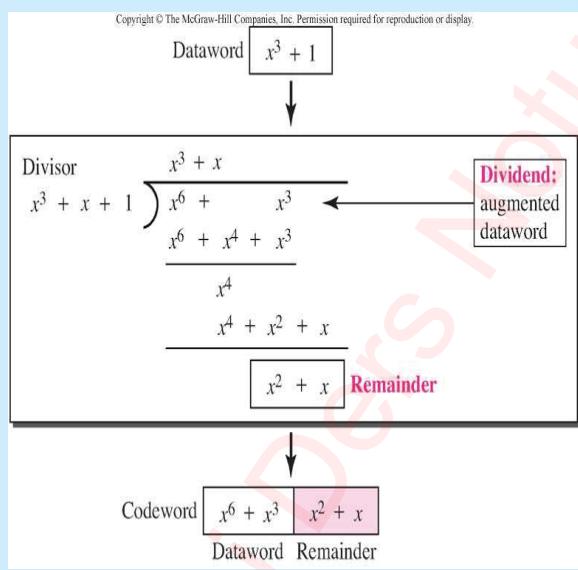
Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

302

CRC – Polinomlarla İşlem - Gönderici

Yandaki örnekte:

- X^3+1 : gönderilecek veri bitleri (dataword)
- X^3+x+1 : üreteç fonksiyonu.
- Üreteç fonksiyonunun en yüksek derecesi x^3 , gönderilecek veri bitleri x^3 ile çarpılarak gönderilecek veri bitlerine 3 tane sıfır eklenmiş olur
- Çıkan sonuç üreteç fonksiyonuna bölünür
- Bölüm sonucu elde edilen kalan bulunur, bu değer gönderilecek veri bitlerinin sağına eklenir.
- Nihai olarak bulunan bit dizisi iletim ortamından alıcısına gönderilir.

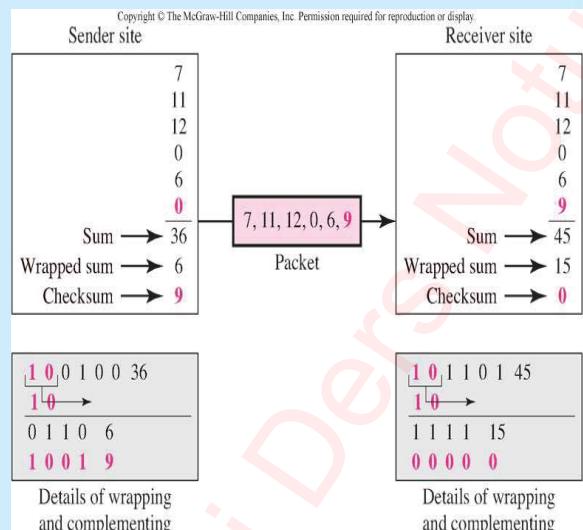


CRC – Polinomlarla İşlem - Alıcı

- Alıcı kendisine gelen bit dizisine karşılık düşen polinomu üreteç fonksiyonuna, $U(x)$, böler
- Bölme işleminin sonucu sıfıra eşitse hatasız iletim olduğuna karar verir
 - Gelen bit dizisinin sonundaki 3 tane biti (bir önceki örnekte 3 tane bit eklenmişti) atar ve geriye kalan bit dizisini bir üst katmana (servise) ileter.
- Eğer alıcı hatalı bit iletimi sezerse, yani bölüm sonucunda kalan sıfıra eşit değilse, veri göndericiden tekrar istenir.

Kontrol Toplamı (Checksum) – Hata Sezme Tekniği

- Checksum (kontrol toplamı), TCP/IP yığınındaki protokollerde (TCP, UDP, IP, vb.) başlık ya da başlıkla beraber verinin iletiminde bir hatanın olup olmadığını anlamada kullanılır.
- Gönderilecek veri bitlerinin toplamı alınır ve sonra bulunan toplam veri bitlerine eklenerek öyle gönderilir
- Toplamlar tümleyen aritmetığıne göre yapılır
- Alıcı gelen sayıları toplar ve sonra tümleyenini alır, sonuç sıfırsa hata yoktur, sıfırdan farklısa yeniden iletim yapılır



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

305

Kontrol Toplamı – İkili İşlemli Örnek

- 4500 0095 0000 4000 3f11 **be40** ce37 ed04 c0a8 0133 bit dizisi için kontrol toplamını hesaplayınız. Bu bit dizisi bir IP başlık örneğini göstermektedir.
1. 16 bitlik alanlar şekilde ayrırlar:

4500
0095
0000
4000
3f11
0000 → be40
ce37
ed04
c0a8
0133

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

306

Kontrol ToplAMI – İkili İşlemlİ Örnek

2. 16 bitlik alanlar ikili değerlere dönüştürülür ve sonra 1'e tümleyeni alınır (1'e tümleyen en son toplamlar yapıldıktan sonra da alınabilir):

Hex	Binary	1's Complement
4500	0100 0101 0000 0000	1011 1010 1111 1111
0095	0000 0000 1001 0101	1111 1111 0110 1010
0000	0000 0000 0000 0000	1111 1111 1111 1111
4000	0100 0000 0000 0000	1011 1111 1111 1111
3f11	0011 1111 0001 0001	1100 0000 1110 1110
ce37	1100 1110 0011 0111	0011 0001 1100 1000
ed04	1110 1101 0000 0100	0001 0010 1111 1011
c0a8	1100 0000 1010 1000	0011 1111 0101 0111
0133	0000 0001 0011 0011	1111 1110 1100 1100

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

307

Kontrol ToplAMI – İkili İşlemlİ Örnek

3. 16 bitlik 1'e tümleyeni alınan haneler ikili aritmetiğe göre satır satır toplanır

Hex	Binary	1's Complement	
4500	0100 0101 0000 0000	1011 1010 1111 1111	ce37 1100 1110 0011 0111 0011 0001 1100 1000
0095	0000 0000 1001 0101	1111 1111 0110 1010	0110 1101 0010 0001
		1011 1010 0110 1001	ed04 1110 1101 0000 0100 0001 0010 1111 1011
		→ 1	1000 0000 0001 1100
0000	0000 0000 0000 0000	1111 1111 1111 1111	c0a8 1100 0000 1010 1000 0011 1111 0101 0111
		1011 1010 0110 1001	1011 1111 0111 0011
		→ 1	0133 0000 0001 0011 0011 1111 1110 1100
4000	0100 0000 0000 0000	1011 1111 1111 1111	1011 1111 0111 0011
		0111 1010 0110 1001	→ 1
		→ 1	1011 1110 0100 0000
3f11	0011 1111 0001 0001	1100 0000 1110 1110	Checksum be40
		0011 1011 0101 1000	
		→ 1	

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

308

UDP Kontrol ToplAMI - Örnek

153.18.8.105		
171.2.14.10		
All 0s	17	15
1087	13	
15	All 0s	
T	E	S
I	N	G

10011001 00010010 → 153.18
00001000 01101001 → 8.105
10101011 00000010 → 171.2
00001110 00001010 → 14.10
00000000 00010001 → 0 and 17
00000000 00001111 → 15
00000100 00111111 → 1087
00000000 00001101 → 13
00000000 00001111 → 15
00000000 00000000 → 0 (checksum)
01010100 01000101 → T and E
01010011 01010100 → S and T
01001001 01001110 → I and N
01000111 00000000 → G and 0 (padding)

10010110 11101011 → Sum
01101001 00010100 → Checksum

Source IP address		
Destination IP address		
Zero	Protocol	UDP Length

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

309

Hata Düzeltme Tekniği

- Göndericinin bilgiyi bozulma durumunda tekrar göndermesinin güç olduğu bazı uygulamalarda uygun kodlama ile hatanın alıcıda düzeltmesine çalışılır
- İletim ortamında bozulabilecek bit sayısının üst sınırının bilindiği varsayılar
- Bu durum; alıcının, gönderilen veriyi, belirli bir bozulma ölçüsüne kadar düzeltibileceğini ifade eder
- Bu tür yöntem, iletim yolu çok pahalı ise yada yeniden iletim büyük bir gecikme oluşturuyorsa kullanılır
- Kullanılan teknikler
 - Hamming Kodlaması

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

310

Hamming Kodlaması – Hata Düzeltme Tekniği

- Alıcıya ulaşan ve belirli simgeye karşılık düşen ikili kod, yolda bir ölçüde bozulmuş olsa bile, alıcıda asıl gönderilen kod elde edilebilir
- Hamming teknigi, mesafe (distance) özelliği ile beraber kullanılır. Örneğin mesafe değeri 2 ise, alıcıda 1 bitlik hatalar sezilir ve düzelttilir, 2 bitlik hatalar sadece sezilir. Bu literatürde HD,2 olarak isimlendirilir
- PROFIBUS endüstriyel iletişim protokolü Hamming kodlamasını kullanır ve mesafe değeri 4'tür. Hamming kodlaması HD,4 olarak ifade edilir

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

311

Hamming Kodlaması – devamı

- Tek bitlik hatayi düzeltmek için test bitlerinin veri bitlerinden elde edilmesi

Bit Konumu	Konum Numarası	Test Biti	Data Biti
12	1100	-	M8
11	1011	-	M7
10	1010	-	M6
9	1001	-	M5
8	1000	C4	
7	0111	-	M4
6	0110	-	M3
5	0101	-	M2
4	0100	C3	
3	0011	-	M1
2	0010	C2	
1	0001	C1	

$$C1 = M1 \oplus M2 \oplus M4 \oplus M5 \oplus M7$$

$$C2 = M1 \oplus M3 \oplus M4 \oplus M6 \oplus M7$$

$$C3 = M2 \oplus M3 \oplus M4 \oplus M8$$

$$C4 = M5 \oplus M6 \oplus M7 \oplus M8$$

- Test bitleri (C) ile veri bitleri (M) arasındaki ilişki

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

312

Hamming Kodlaması – Örnek

- 00111001 bilgisi gönderilmek istensin. Bu bilgi bitlerine karşılık test bitlerini bulunuz.

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

313

Bölüm6 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
 - Chapter 10 Error Detection and Correction
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
 - Chapter 6: Digital Data Communication Techniques

Hata Sezme ve Düzeltme
Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

314

BÖLÜM7: RS-232 VE ASENKRON SERİ İLETİM

Doç.Dr. İbrahim ÖZÇELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

BÖLÜM7: KONU BAŞLIKLARI

- Bağlantı Arayüz Standartları
- DTE-DCE Standartları
- RS-232 Bağlantı Arayüz Standardı
- RS-232 İle Asenkron Seri İletimi
- Akış Kontrolü

Bağlantı Arayüz Standardları

- Sayısal bilgiyi iletim ortamından gönderebilmek için gerekli işlemleri bütün olarak üzerinde bulunduran kavrama denir.
 - Linkteki sinyallerin isimleri ve fonksiyonları
 - Elektriksel, Optik veya elektromanyetik işaretin elde edilmesi
 - Konnektör ve arabirimin mekanik yönleri
- Bağlantı Arayüz Standartları 3 ana kategoriye ayrılır:
 - DTE-DCE Bağlantı Arayüz Standartları (RS-232 (V24), RS423, RS-562)
 - DCE-DCE Bağlantı Arayüz Standartları (Kablolu, Kablosuz)
 - (Kuzey Amerika: T1, T2, T3, T4) (Avrupa : E1, E2, E3, E4)
 - Uydu ve Mikrodalga sistemleri
 - LAN Bağlantı Arayüz Standartları (Ethernet, Token Ring, ATM, PROFIBUS, CAN)
 - Ethernet Manchester kodlama ve RJ45 konnektörünü kullanır.
 - Token Ring (RJ45, DB-9), Farksal manchester kodlama
 - ATM (Fiber: SONET STS-3c/12c), (UTP: Cat3, Cat5) (Koaksiyel: DS3)
 - PROFIBUS ve CAN RS-485 standardını kullanır.

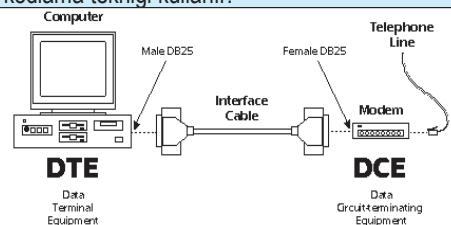
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

317

DTE-DCE Standartları

- Genel olarak terminal gibi cihazların sahip oldukları standart portlar üzerinden yapılacak ağ bağlantısını tanımlamaktadır. Bu standartlar özellikle WAN ağ cihazlarında yoğun olarak kullanılmaktadır.
- DCE (Data Circuit Terminating Equipment, Veri Devresi Sonlandırma Cihazı): İletişim kanalının bağlandığı donanımdır. Modem ucudur. Modem seri portları DCE olarak yapılandırılmıştır.
- DTE (Data Terminal Equipment, Veri Terminal Cihazı): Üç düğümlerdir. PC seri portları DTE olarak yapılandırılmıştır.
- DTE-DCE arasındaki fiziksel katman protokolü, lojik işaretlerin elektriksel işaretlere dönüştürülmesinde, yaygın olarak NRZ-L kodlama tekniği kullanır.
- Bağlantı Araçları Standartları
 - RS-232 (20-40 m, 9.6-19.2 kbps),
 - RS-423 (20-40 m, 100 kbps)
 - RS-562 (10m, 64 kbps)



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

318

RS-232 Bağlantı Arayüz Standardı

- Genel Bilgi
- RS-232 standardının tanımladığı konular
 - Linkteki sinyallerin fonksiyonları ve isimleri
 - Elektriksel karakteristikler
 - Arabirimin mekanik yönleri
- RS-232 bağlantısında elsıkışma (handshaking)
- Bağlantı şekilleri
- RS-232 ile Asenkron Seri İletişim

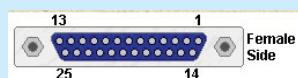
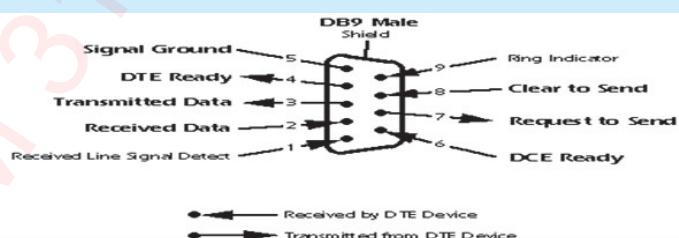
RS-232 - Genel Bilgi

- RS: Recommended Standard
- EIA'nın bilgisayar, terminal ve modem arabağlaşımı için önerdiği bir standarttır.
- RS-232 iki cihaz arasında bilgi transferine yönelik tasarlanmıştır.
- Mesafe, kablo tipi ve bit hızına göre 20 ile 40m arasında değişir. Belirtilen mesafelerde 9600 bps ve 19200 bps'lik iletişim hızları kullanılır.
- Dengesiz hatlar sınıfında bir arayüz standardıdır.
- Kullanıldığı alanlar:
 - Modem bağlantısında
 - Veri toplama modüllerinde
 - Test cihazlarında
 - Kontrol deverelerinde
 - İki bilgisayar arası basit bir link için

RS-232 – Linkteki sinyallerin isimleri

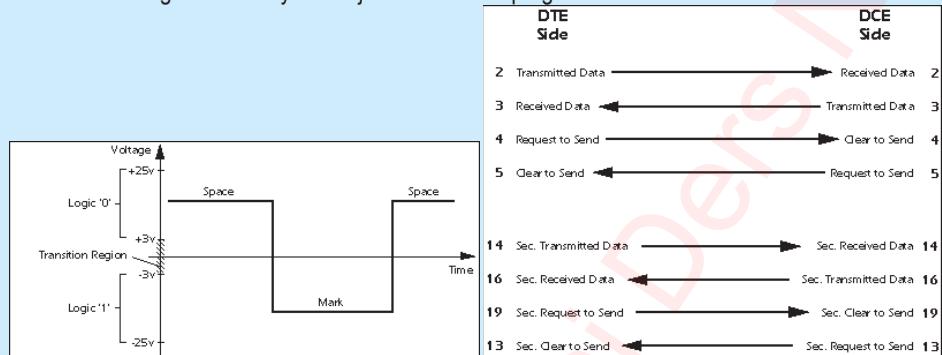
Kategori	9-Pin Konnektör	25-Pin Konnektörü	Sinyal İsmi	Kısaltma
Data	3	2	Gönderilen data	TD
	2	3	Alınan data	RD
Kontrol	7	4	Veri Gönderme İsteği	RTS
	8	5	Veri Gönderilen Hat Açık	CTS
	6	6	Veri Düzeneği Hazır	DSR
	1	8	Veri Taşıyıcısı	DCD
	4	20	Veri Terminali Hazır	DTR
	9	22	Ring Indicator	RI
Elektrik	5	7	Sinyal Toprak	SG

RS-232 – Konnektör ve sinyaller



RS-232 – Elektriksel Karakteristikleri

- Kontrol Sinyalleri Lojik Düzeyleri (Pozitif lojik mantığı)
- -3V ile +3V arası geçiş bölgesidir ve lojik düzeyi belirsizdir
- TD ve RD için Negatif lojik mantığı kullanılmaktadır
- NRZ-L kodlaması kullanır.
- Dengesiz hatlar sınıfında bir arayüz standartıdır. Yani sinyal voltajının tek bir hatta tatbik edildiği ve tüm sinyal voltajlarının tek bir toprağı referans alındıkları bir hattır

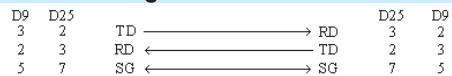


RS-232 Standardında El Sıkışma (Handshaking)

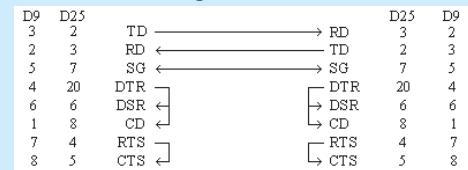
- DTR (Data Terminal Ready) : Terminal modeme haberleşme yapmak için hazır olduğunu bildirir ve bu sinyali alçak yapar
- DSR (Data Set Ready): Modem veri almak için hazır olduğunda bu sinyali alçak yapar
- Gönderilmesi istenen veri hazır olduğunda terminal DTR ve DSR'nin alçak olduğunu onaylar
- RTS (Request to Send): Terminal test sonucu olumlu ise veri göndermeye hazır olduğunu göstermek için RTS işaretini alçak yapar
- CTS (Clear to Send): Modemin veri almak için hazır olduğunu göstermek için CTS işaretini alçak yapar.

RS-232 Bağlantı Şekilleri

Minimum Bağlantı

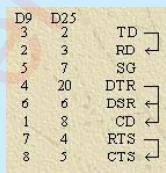


Null Modem Bağlantı



Loopback Bağlantı

Döngü Sınama (Loopback) : Bu döngü sınama fisi Seri/RS232 haberleşme programları yazarken çok kullanışlı olabilir. Seri porttan gönderilen bir verinin aynı porttan hemen alınmasını sağlamak için TD ve RD birbirine bağlanmıştır. Eğer bu fisi seri porta takip Terminal programını yüklerseniz, herhangi bir şey yazdığınızda hemen ekranda görüntülenir.

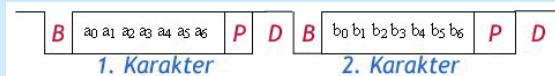


RS-232 ile Asenkron İletim

- Asenkron Seri İletim
- UART
 - UART tümdevresi
 - UART konfigürasyonu
 - UART ile porta yazma
 - UART ile porttan okuma
 - Bağlantı

Asenkron Seri İletim

- Gönderici ve alıcının birbirinden bağımsız hareket ettikleri bir iletişim şeklidir.
- Gönderilecek bilgi, 'karakter' adı verilen bloklara ayrılır
- Her karakter başla bitiyle başladığından, alıcı karakterin başını kolayca yakalar



- Değişkenler
 - Karakterde bit sayısı
 - P: Eşlik biti
 - D: Dur biti
 - Bit Hızı

UART- Universal Asynchronous Receiver Transmitter

- Kişisel bilgisayarlar, seri portları için UART isminde bir asenkron alıcı-verici tümdevresi içerirler.
- RS-232 arabirimini:
 - İlk IBM-PC'lerde, 8250 olarak bilinen bir UART tümdevresi tarafından yönetiliyordu
 - 486 tabanlı bilgisayarlar ise daha yeni bir model olan 16450 türü bir UART kullanılır. Bu model 8250'den daha hızlı bir modeldir.
 - Günümüzde tüm Pentium tabanlı bilgisayarlarda daha yeni bir model olan 16550 tipi UART kullanılmaktadır.
- UART, alma ve gönderme gibi kendisine atanmış işlevleri yerine getirmek, gerekli denetim işaretlerini üretmek ve aktarımın ne aşamada olduğunu gösteren durum bilgilerini tutmak için çeşitli saklayıcılara sahiptir.
- 8250 ve 16450 türü UART'lar ise sadece 1 byte tampon belleğe sahiptirler. 16550 modeli, diğer 8250 ve 16450 modellerine göre oldukça gelişmiş bir modeldir, çünkü 16 byte'lık FIFO (İlk Giren İlk Çıkar - First In First Out) tampon belleği içermektedir.

UART Tümdevresi

- UART, bilgisayarın işlemcisi ile seri portun dışarıdan görünen fiziksel arayüzü arasında bir köprü ve aracılık görevi görür.
- COM1 ve COM2 seri portları sırasıyla 0x3F8 ve 0x2F8 adreslerine sahiptir
- UART Kaydedicileri (I/O Map)

Taban Adres	DLAB	Read/Write	Kıs.	Register Adr.
+0	=0	Write	-	Transmitter Holding Buffer
	=0	Read	-	Receiver Buffer
	=1	Read/Write	-	Divisor Latch Low Byte
+1	=0	Read/Write	IER	Interrupt Enable Register
	=1	Read/Write	-	Divisor Latch High Byte
+2	-	Read	IIR	Interrupt Identification Register
	-	Write	FCR	FIFO Control Register
+3	-	Read/Write	LCR	Line Control Register
+4	-	Read/Write	MCR	Modem Control Register
+5	-	Read	LSR	Line Status Register
+6	-	Read	MSR	Modem Status Register
+7	-	Read/Write	-	Scratch Register

UART Konfigürasyonu

- UART iletişim yapılmadan önce çalışma şeklini belirleyecek şekilde koşullanmalıdır.
 - İlk olarak iletişim parametreleri belirlenir
 - Daha sonra çalışma şékline göre yapılandırılır. UART iki çalışma modu desteklemektedir.
 - Yoklamalı (Polling) : Mikroişlemci belirli zaman aralıklarıyla UART'ı yoklar. Yeni bir karakter alınmışsa, onu okur veya gönderme tamponu boşalmışsa belleğinde bekleyen bir karakteri dışarı çıkarılmak üzere bu tampona yazabilir. İşlemciye çok fazla iş yüklediği için yavaştır.
 - Kesmeli (Interrupt) : UART, kendi üzerinde değişme olduğunda mikroişlemciye kesme iletisi gönderir. Mikroişlemci, UART'ın içindeki kesme durum saklayıcısı içindeki bitleri inceleyerek kesmenin nedenini öğrenir (Veri hazır, Gönderme tamponu boş, Alış hatası, Overrun hatası, Eşlik hatası, Çerçeve hatası). Kullanıcı bu her bir durum için bir interrupt servis rutini yazar.
- Normal bir PC, 16 kesme hattını destekler. Donanım kesmelerine başvuran bir programda kesme servis rutinleri (ISR) olmak durumundadır. Bu rutinler, bir kesme meydana geldiğinde gereken fonksiyon yerine getirirler. Cihaz, kesme yapmak için, IRQ hattını bir darbe ile uyarır. Sistemin kesme kontrolü bu isteği algılar ve durumu CPU ya bildirir. CPU o anda yaptığı işi durdurarak ISR'yi devreye sokar. ISR'in devreye girişi ile birlikte CPU kaldığı yerden devam etmek üzere işine döner.

UART Konfigürasyonu - İletişim parametreleri

Karakterde bit sayısı (5,6,7 yada 8 bit)

Dur biti (1, 1.5 yada 2 bit)

P: Eşlik biti (tek yada çift)

Hız (9600, 19200, ..)

Line Control Register (LCR – Hat Kontrol Kaydedicisi)				
Bit	Açıklama			
Bit 7	1	Divisor Latch Access Bit		
	0	Access to Receiver buffer, Transmitter buffer & Interrupt Enable Register		
Bit 6	Set Break Enable			
	Bit 5	Bit 4	Bit 3	
	X	X	0	No Parity
	0	0	1	Odd Parity
	0	1	1	Even Parity
	1	0	1	High Parity (Sticky)
	1	1	1	Low Parity (Sticky)
Bit 2	Length of Stop Bit			
	0	One Stop Bit		
1	2 Stop bits for words of length 6,7 or 8 bits or 1.5 Stop Bits for Word lengths of 5 bits.			
Bits 0 : 1	Bit 1	Bit 0	Word Length	
	0	0	5 Bits	
	0	1	6 Bits	
	1	0	7 Bits	
	1	1	8 Bits	

İletişim Bağlantı Noktası (COM1) Özellikleri

- Genel** **Bağlantı Noktası Ayarları** **Sürücü** **Aynınlar** **Kaynaklar**
- Sanijedeki bit sayısı: 9600
- Veri bitleri: 8
- Eşlik: Yok
- Dur bitleri: 1
- Akış denetimi: Yok
- Xon / Xoff
- Donanım
- Yok** **Geliyor...** **Paralel Portları**

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

331

UART Konfigürasyonu - devam

- Port Adresi tanımlanır: `#define COM1 0x3F8`
- COM1 için iletişim hızı, başlangıç ve bitiş bitleri ile ilgili ayarlamalar yapılacağından COM1'in kesmelerine kapatılması gereklidir. Bunun için IER'nin 0. biti '0' durumuna getirilir.
`outportb(COM1 + 1, 0);`
- COM1'deki iletişim hızını ayarlamak için LCR'nin 7. biti '1' durumuna getirilir.
`outportb(COM1 + 3, 0x80);`
- DLAB kullanıma açıldığında hızı ayarlamak için Divisor Latch High Byte ve Divisor Latch Low Byte yazmaçlarına daha önce belirtilen tablodan 9600bps iletişim hızını sağlamak için gerekli değerler (0x0C ve 0x00) yazılır.
`outportb(COM1 + 0, 0x0C); outportb(COM1 + 1, 0x00);`
- Daha sonra gönderilecek karakterin kaç bitten oluşacağı, eşlik biti kullanılıp kullanılmayacağı başlangıç ve bitiş bitlerinin özelliklerinin belirtilmesi gereklidir. LCR'nin bit özellikleri incelenerek bu ayarlama yapılabılır.
`outportb(COM1 + 3, 0x03);`
- Böylece COM1 portu 8 bitlik karakter uzunluğuna sahip, eşlik biti bulunmayan, 1 dur biti olan 9600 bps hızında bir iletişim için kurulmuş olur

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

332

UART ile Porta Yazma

- İletilecek karakterin 0x3F8 (COM1 için) adresindeki gönderme tamponuna yüklenmesi gereklidir.
outportb komutu (C), belirtilen port adresine parametre olarak verilen bir byte'ı yazmak için kullanılır
void outportb(int portid, unsigned char value);
- Göndermede outportb komutu, sınama yapılmadan tek başına kullanılırsa veri kaybı olabilir, gönderme tamponu boş olmayabilir. Bu yüzden tamponun önceden sıvanması gereklidir. Bu işlem Hat Durum Saklayıcısının (LSR) 5.bitinin sıvanması ile yapılır.(Bit 5 Empty Transmitter Holding Register)
- char kr= .../*karakter bir yerden okunuyor
While (inportb(0x3FD) & 0x20 == 0); /*LSR: Hat Durum SaklayıcıSİ
Outportb(0x3F8, kr) /*Gönderme Tamponu

UART ile Porttan Okuma

- 0x3F8 adresindeki alma tamponu okunmalıdır (aynı adrese yazma yapıldığında gönderme tamponuna erişilir.).
inportb komutu (C) belirtilen port adresinden bir byte okumak için kullanılır
unsigned char inportb(int portid);
- Tampon okunmadan önce karakterin gerçekten hazır olup olmadığını belirlemek gereklidir; hazır değilse beklenmelidir. Bunun için 0x3FD adresindeki hat durum saklayıcısının (LSR) 0.bit'i okunmalıdır.
- char kr= .../*karakter bir yerden okunuyor
While (inportb(0x3FD) & 0x01 == 0); /*LSR: Hat Durum SaklayıcıSİ
kr=Inportb(0x3F8) /*Alma Tamponu

Akış Kontrolü

- Veri iletimi sırasında tampon bellekteki taşmalardan dolayı oluşan veri kaybını engellemek için akış kontrolü kullanılır. Akış kontrolü iki yolla yapılır, Yazılım ve Donanım.
- Akış kontrol yazılımı Xon ve Xoff olmak üzere iki karakter kullanır. Xon genelde ASCII 17 karakteri ile belirtilirken, Xoff ASCII 19 karakteri ile belirtilir. Modeme ait tampon bellek dolduğunda bilgisayarın daha fazla veri göndermemesi için modem Xoff sinyali üretir. Modemde daha fazla veri için bellek varsa veri gönderilmesi için Xon sinyali üretilir. Bu tip akış kontrolünün avantajı karakterlerin RD ve TD hatlarından gönderilmesi ve fazladan kablo bağlantısına ihtiyaç duyulmamasıdır. Bununla birlikte her karakter 10 bitlik bir iletim gerektirdiğinden bağlantıyı yavaşlatır.
- Akış kontrol donanımı RTS/CTS akış kontrolü olarak da bilinir. Bu yöntemde veri hatlarının karakter iletimi ile meşgul edilmesi yerine iki adet seri kablo bağlanır. Bu şekilde akış kontrol donanımı veri iletimini yavaşlatmaz. Bilgisayar veri göndermek istediği zaman Request To Send (Gönderme İsteği) sinyali üretir. Modem bu veriyi kabul edebilecek durumda ise Clear To Send sinyali üretir ve bilgisayar veriyi göndermeye başlar. (Bu sinyaller modem status registerde tanımlıdır)

Yararlanılan Kaynaklar ve Ek Okuma Kaynakları

- Data and Computer Communications, William Stallings, Pearson Higher Education.
 - Chapter 6: Digital Data Communication Techniques
- Her Yönüyle Seri Port - Jan Axelson - Infogate, Bileşim yayınları
- Mikroişlemciler ve Bilgisayarlar - Dr. Haluk Gümüşkaya - Alfa yayınları
- Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri, Dr.Rifat Çölkesen, Doç.Dr. Bülent Örencik
- Elektronik Hobi, Alfa Yayınları
- Çeşitli internet siteleri

BÖLÜM8: ADSL VE DSL TEKNOLOJİLERİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

ozcelik@sakarya.edu.tr

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

BÖLÜM8 KONU BAŞLIKLARI

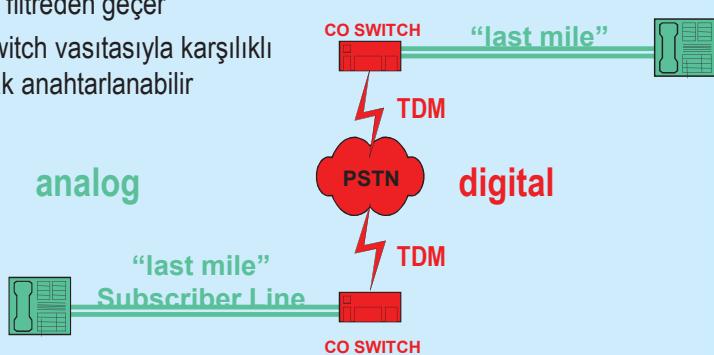
- Giriş
- PSTN ve Çevirmeli Ağ (DIAL-UP) Bağlantısı
- ADSL
 - ADSL Modülasyon Teknikleri
 - ADSL Standartları / Çeşitleri
 - ADSL Erişimi ve Bağlantı Mimarisi
 - ADSL Kapsülleme
- xDSL Teknolojileri
- Özet
- Kaynaklar

Giriş

- POTS (*Plain old telephone service*) standart telefon hizmetine (ses iletişimine) karşılık gelir
- POTS ağı, aynı zamanda public switched telephone network (*PSTN*) olarak isimlendirilir.
- Sonrasında telefon hatlarından veri iletişim yapmak için çevirmeli ağ (dial-up) modemler geliştirilmiştir. Bu modemlerle erişilebilecek veri hızları 64 kbps ile sınırlıdır. Bu hızlar, internet bağlantısı için yeterli değildir.
- Ev kullanıcılarına daha hızlı internet erişimini sağlayabilmek için DSL (Digital Subscriber Line – Sayısal Abone Hattı) teknolojisi geliştirilmiştir.
- Ayrıca, TV programlarının ev kullanıcılarına iletimi için geliştirilen Kablo TV ağları da hızlı internet erişimi için DSL teknolojilerine alternatif olarak sunulmaktadır

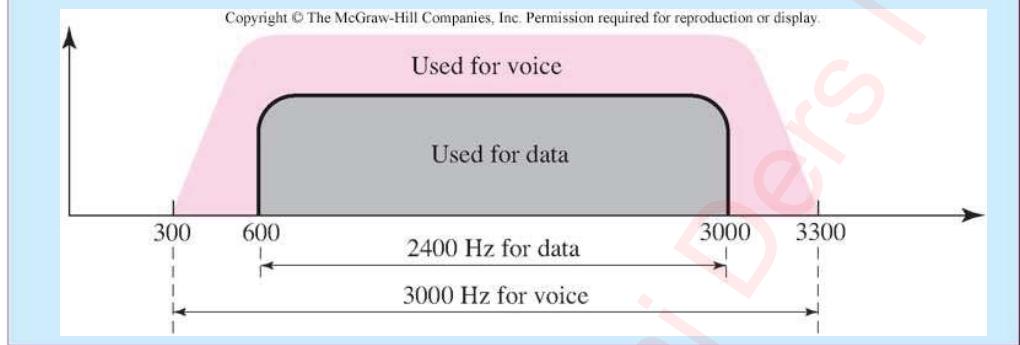
PSTN ve Çevirmeli Ağ (Dial-Up) Bağlantısı

- Manuel PSTN, Analog Anahtarlamalı PSTN ve Sayısal PSTN şeklinde bir gelişim göstermiştir
- Abone hattından gelen sinyal, CO switch'e girdiğinde A/D dönüşümünden önce 4 kHz'lik LP (alçak geçiren) filtreden geçer
- Birçok kanal switch vasıtasıyla karşılıklı bağlantı kurarak anahtarlanabilir



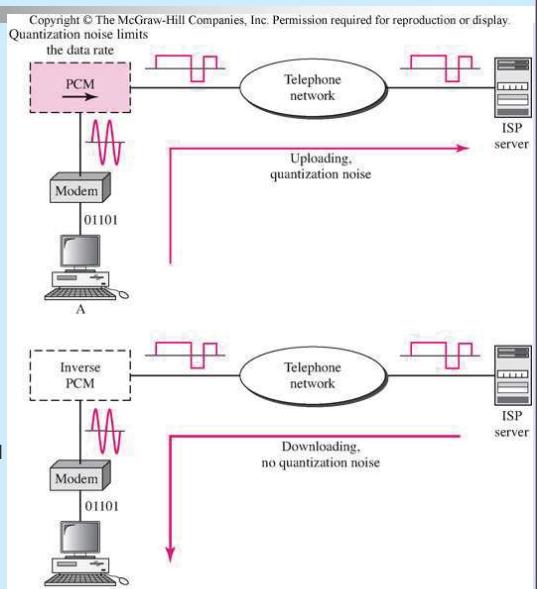
PSTN ve Dial-Up Modem Frekans Spektrumu

- Geleneksel telefon hatları 300 Hz ile 3300 Hz arasında bir bandgenişliğine sahiptir. Bu aralık ses iletimi için kullanılır.
- Telefon hatları üzerinden veri transferi yapılmak istendiğinde ise bandgenişliği 600 Hz ile 3000 Hz arasında olmaktadır. Bunun için bir modem kullanılması gerekmektedir.



Çevirmeli Ağ Modem – Dial-Up Modem

- Dial-Up modem, veri aktarımı için ses hatları üzerinden 600 Hz ile 3000 Hz arasındaki frekans bandını kullanarak modülasyon ve demodülasyon işlemlerini yapar
- PC'deki sayısal veri modem vasıtasıyla analog sinyal haline dönüştürülür.
- Bu analog sinyal, TELCO (Telephone Company) anahtar cihazı içerisinde PCM (Darbe Kod Modülasyonu) vasıtasıyla PSTN ağı için tekrar sayısal hale getirilir.
- Diğer tarafta tersi işlemler yapılarak iki uç düğüm arasında bir veri aktarımı yapılır



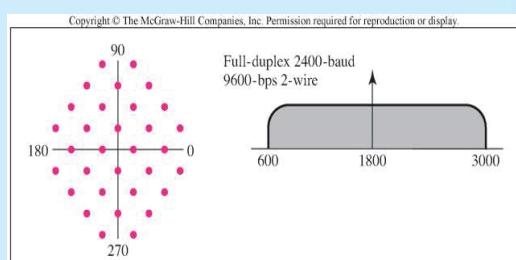
Modem Standartları

- ITU-T, telefon hatları üzerinden veri iletişimini için bir çok modem standardı yayımlamıştır.

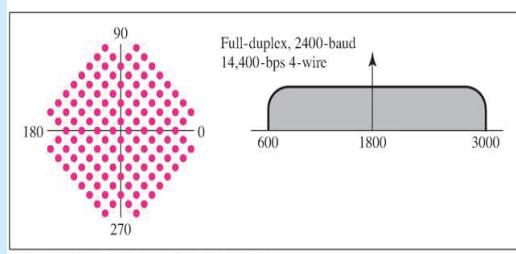
ITU-T standard	Mode	Downlink	Uplink
V.21 (FSK, 4 frequencies)	duplex	300 Bit/s each	
V.22 (QPSK, 2 frequencies)	duplex	1.200 Bit/s each	
V.22bis (16-QAM 4 phases, 2 amplitudes)	duplex	2.400 Bit/s each	
	halfduplex	1.200 Bit/s	
V.23 (FSK, more frequencies)	duplex	1.200 Bit/s	75 Bit/s
	duplex	75 Bit/s	1.200 Bit/s
V.32 (32-QAM)	duplex	9.600 Bit/s each	
V.32bis (128-QAM)	duplex	14.400 Bit/s each	
V.34 (960-QAM)	duplex	28.800 Bit/s each	
V.34bis	duplex	33.600 Bit/s each	
V.90 (128-PAM)	duplex	56.000 Bit/s	33.600 Bit/s

Modem Standartları – V.32 ve V.32bis

- V.32 ve V.32bis için constellation (takım yıldızı) diyagramları ve bandgenişlikleri yandaki şekillerde gösterilmiştir
- V.32 modeminde veri akışı 4 bitlik bloklara ayrılır ve her 4 bite de 1 bit hata denetimi eklenerek 5 bit gönderilir
 - V.32 modeminin simbol hızı (baud rate) 2400 baud/sn'dır ve 32-QAM teknigi ile kodlama yapar.
 - Veri hızı $2400 \times 4 = 9600$ bps
- V.32bis modem 128 QAM kullanır. İşaret başına 7 veri biti ve 1 hata denetim biti kullanılır.
 - Sembol hızı = 2400 baud/s
 - Veri hızı = $2400 * 7 = 14.400$ bps



a. Constellation and bandwidth for V.32

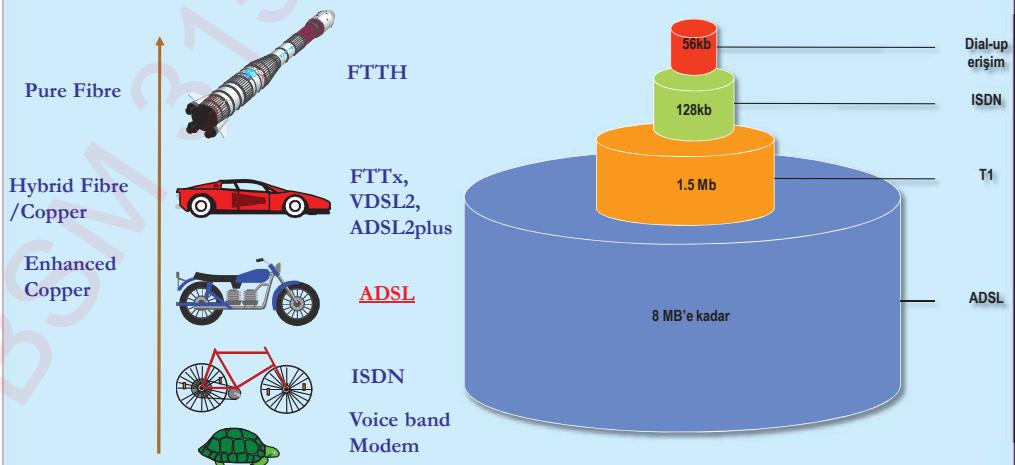


b. Constellation and bandwidth for V.32bis

ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line

- Çok uzun yıllar telefon ağlarında 4 kHz'den yukarısı kullanılmadı.
- Bu durum mevcut yerel çevrim kabloların 4 kHz üstü frekans spekturmunu daha etkin kullanmak ADSL teknolojilerini ortaya çıkarttı.
- ADSL günümüzde bakır telefon kabloları üzerinden 4 kHz'den 1.1 MHz arası bandgenişliğini yüksek hızlı veri servisleri için etkin bir şekilde kullanır
- Bu frekans bandı POTS için kullanılan band ile örtüşmez böylece aynı anda hem telefon hem de internet hizmeti alınabilir.
- **Asymmetric** – bir yöndeki veri akışının diğer yöndeinden daha hızlı olmasıdır. Upstream'den daha hızlı bir downstream hızını tanımlar. Örnek 1024/256 kbps.
- **Digital** – Veri tamamen sayısaldır ve sadece ucta yerel çevrim hattı üzerinden taşınabilmek için modüle edilir.
- **Subscriber Line** – Veri aboneye tek bir burulmuş çift bakır kablo çevrimi üzerinden taşınır.

ADSL Hız Karşılaştırması



ADSL Mesafe – Hız Faktörleri

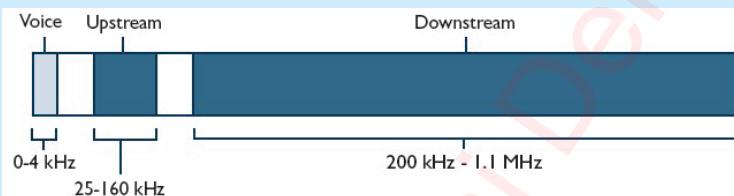
- Genelde DSL için tekrarlayıcı kullanmadan maksimum mesafe 5.5 km'dir.
- Telefon şirketinin ofisine olan mesafe azaldığında veri hızı artar.
- Daha uzun mesafeler için fiber optik kablo ile genişletilmiş bir DSL hattına sahip olmanız gereklidir.
- Adaptif (uyarlamalı) bir teknolojidir. Sistem abone hattının durumuna bağlı olarak uygun bir veri hızı kullanır.
- ADSL sinyali dolayısıyla hızı aşağıdaki faktörlerden etkilenir:
 - Yerel merkezden uzaklık,
 - Kablonun tipi ve kalınlığı,
 - Kablodaki ek sayısı ve çeşidi,
 - ADSL, ISDN ve ses harici sinyalleri taşıyan diğer kablolarla olan yakınılığı
 - Radyo vericilerine yakınılığı

ADSL Modülasyon Teknikleri

- Modülasyon bilginin (yada sinyalin) bir elektronik veya optik taşıyıcı dalgaformu üzerine bindirilmesidir.
- ADSL sinyalinin modülasyonu için iki farklı standart vardır. Bunlar:
 - Carrierless Amplitude and Phase (CAP)
 - Discrete Multi-Tone (DMT)
- QAM her iki modülasyon çeşidinin temelidir. (Hatırlatma: QAM'de veri bitleri faz kayması ve genlik kombinasyonu bağlı olarak analog sinyale dönüştürülür ve sonra iletilir.)
- DMT modülasyonu, CAP modülasyonundan çok daha karmaşıktır
- CAP, DSL gerçeklemelerinde ilk kullanılan teknolojidir, fakat şu anda yaygın kullanılan metod DMT'dir.
- Bu modülasyon teknikleri sayısal bir sinyalin nasıl gönderileceğini ve hattan nasıl alınacağını belirler

CAP - Carrierless Amplitude and Phase

- Carrierless Amplitude/Phase modulation (CAP) - Taşıyıcısız Genlik ve Faz Modülasyonu QAM'in bir sürümünü tanımlar ve tek taşıyıcılı bir modülasyon teknigidir.
- CAP, sinyali iki farklı banda ayıran bir kodlama metodudur.
 - Upstream veri kanalı, kullanıcidan servis sağlayıcıya doğru olan yönü tanımlar ve 25 ile 160 KHz'lık frekans bandını kullanır.
 - Downstream veri kanalı, servis sağlayıcıdan kullanıcıya doğru olan yönü tanımlar ve 200 KHz'den başlar ve hat uzunluğu ve hat gürültüsü gibi faktörlere bağlı olarak değişen bir noktaya kadar devam eder, fakat maksimum değeri 1.1 MHz'dir.



CAP - Carrierless Amplitude and Phase

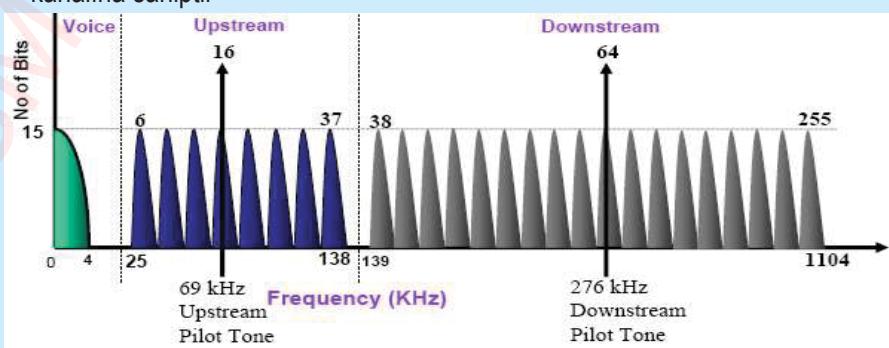
- Bu modülasyonda downstream ve upstream için tek bir taşıyıcı frekansı kullanılarak modüle edilir ve sonra telefon hattına verilir.
- Bu taşıyıcı herhangi bir bilgi içermez ve alıcıda yeniden oluşturulabilir.
- Taşıyıcı kendisini iletimden önce bastırır, yani CAP taşıyıcı frekansını filtreleyen bir sinyal üretir. Bundan dolayı bu metoda taşıyıcısız sıfatı kullanılır.
- Ses, Upstream ve Downstream kanalları, kanallar arası girişim (enterferans) olasılığını minimuma indirmek için birbirinden ayrıılır

DMT – Discrete Multi-Tone

- Discrete Multi-Tone (DMT) yaygın kullanılan ve çok taşıyıcılı bir modülasyon metodudur.
- DMT teknik spesifikasyonu ANSI T1.413 standarı ile tanımlanmıştır.
- Hem ITU 992.1 (G.dmt) ve ITU 992.2 (G.lite), veri iletimi için DMT modülasyonun bir biçimini kullanır.
- Bir hat üzerinden yüksek hızda bir veri gönderebilmek amacıyla paralel olarak çalışan N tane göreceli düşük hızlı verici-alıcı (transceiver) kullanma fikri, DMT modülasyon çeşidini ortaya çıkartmıştır.
- N tane düşük hızlı bilgi akışı, birbirinden farklı N tane alt frekans bandı (alt kanallar, alt taşıyıcılar) kullanılarak ayrı tutulmuştur.
- DMT bu kanalları, Ayrık Hızlı Fourier Dönüşümü (Discrete Fast-Fourier Transform) olarak bilinen bir sayısal teknik kullanarak oluşturur.

ADSL DMT Frekans Spektrumu

- DMT, kullanılabilir frekans aralığını her biri 4.3125kHz'lik 256 kanala ayırması için DSL sinyalini bölgüler
- İlk 6 taşıyıcı ses ve koruma bandı olarak kullanılır.
- DMT, 32 adet upstream frekans kanalı ve 218 adet downstream frekans kanalına sahiptir

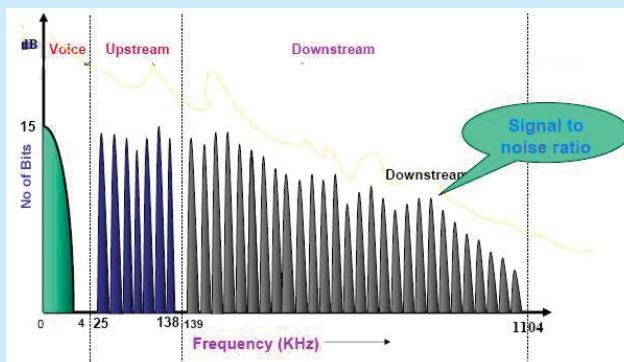


DMT Modülasyonunda SNR-Hız İlişkisi - 1

- DMT teknigiden gelen veri toplanır ve sonra birçok küçük farklı taşıyıcılar üzerinden dağıtilır.
- Bu taşıyıcıların her biri QAM modülasyonunun bir çeşidini kullanır (QPSK, 8-QAM, 64 QAM, vb).
 - Modülasyon metodu sinyal kalitesine bağlıdır.
 - Yüksek frekans aralığındaki kanallar, genellikle düşük kaliteye sahiptir (daha hızlı sinyal mesafeye bağlı olarak zayıflar)
 - 1 MHz'den daha yüksek frekanslar bozulmalardan daha fazla etkilenir
 - Her bir kanal uygun (optimum) bir modülasyon metodunu kullanır
 - En kolay kullanım, her bir taşıyıcı üzerinde aynı metodun kullanılmasıdır.

DMT Modülasyonunda SNR-Hız İlişkisi - 2

- Her bir alt taşıyıcı, Sinyal Gürültü oranına (sinyal kalitesine) bağlı olarak kaç bit kullanılacağına karar verir. Bu değer maksimum 15 bit/Hz olabilir.
- Bir kanal içerisindeki sembol başına düşen bitlerin sayısının değiştirilmesi, DMT'nin hız-uyarlamalı (rate-adaptive) olarak çalıştığını da gösterir.

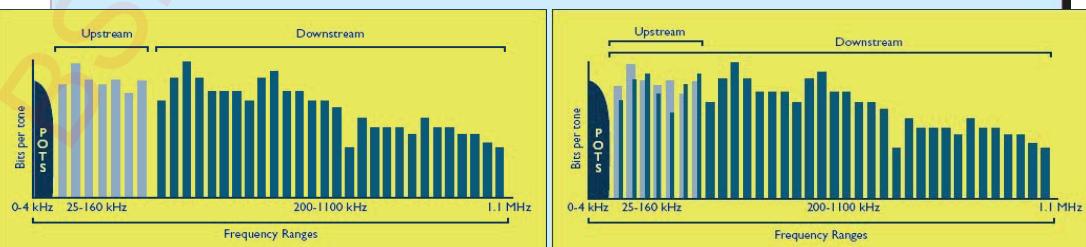


DMT Downstream Bit ve Veri Hızı Hesabı

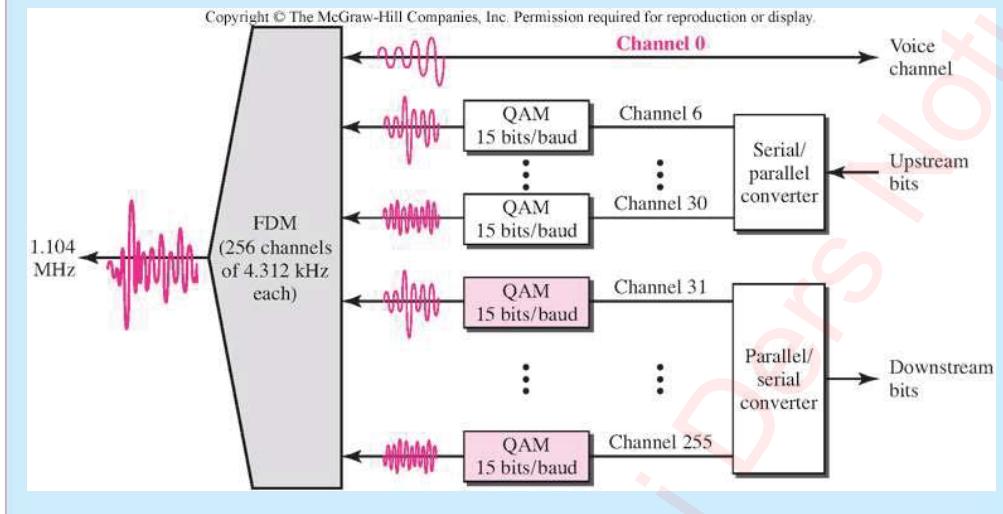
- 256.alt taşıyıcı downstream Nyquist frekansını, 64.altaşayıcı downstream pilot frekansını temsil eder. Bu alattaşayıcılarda herhangi bir bilgi taşınmaz.
- Böylece 254 alattaşayıcı üzerinden modülasyon desteği verilebilir. Her alattaşayıcı üzerinden de maksimum 15 bit iletilebilir
- ADSL DMT symbol hızı 4000 baud (4000 symbol/sn)'dur.
- ADSL sisteminin maksimum teorik veri hızı = $254 \times 15 \times 4000 = 15.24\text{Mbps}$ 'dır.
- Sistem mimarisindeki sınırlamalardan dolayı - özellikle maksimum izin verilen Reed-Solomon kod kelimesi boyutu - maksimum erişilebilir downstream veri hızı 8.16Mbps'dır.

DMT Upstream Veri Hızı Hesabı

- 32.alt taşıyıcı upstream Nyquist frekansını, 16.altaşayıcı upstream pilot frekansını temsil eder. 30 alattaşayıcı üzerinden modülasyon desteği verilebilir.
- ADSL sisteminin maksimum teorik veri hızı = $30 \times 15 \times 4000 = 1.8\text{Mbps}$ 'dır.
- Sistem mimarisindeki sınırlamalardan dolayı, özellikle POTS splitter kesme (cut-off) frekansları ve kullanılan dublexing metodlarından (FDM (sol şekil) veya echo cancellation (sağ şekil)) dolayı, maksimum erişilebilir upstream veri hızı yaklaşık 1 Mbps civarındadır.



DMT Özeti



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

357

ADSL Standartları / Çeşitleri

- İletim sırasında kullanılacak frekanslar bantları ITU-T, ANSI, ETSI gibi standart kuruluşlar tarafından belirlenir.

Standart ismi	Yayın Kullanılan İsim	Downstream hızı	Upstream hızı
ITU G.992.1	ADSL (G.DMT)	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.2	ADSL Lite (G.Lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ITU G.992.3/4	ADSL2	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.3/4 Annex J	ADSL2	12 Mbit/s	3.5 Mbit/s
ITU G.992.3/4 Annex L	RE-ADSL2	5 Mbit/s	0.8 Mbit/s
ITU G.992.5	ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.5 Annex L	RE-ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s

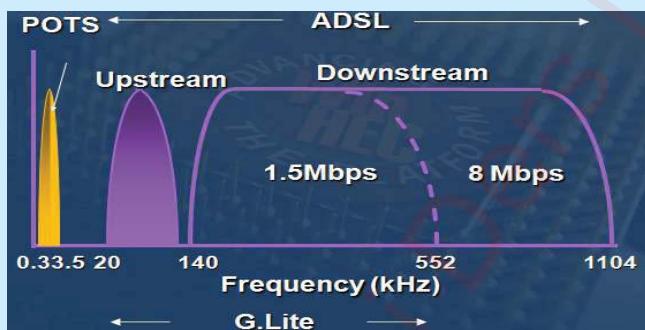
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

358

ADSL Lite (G.Lite)

- G.Lite downstream yönünde 1.5 Mbps ve upstream yönünde 512 Kbps hızları destekler.
- G.Lite, bir splitter kullanımını gerektirmez.
- Servis sağlayıcının bunu konfigürasyonla belirlemesi gereklidir. Varsayılan ayar kategorisinde değildir.

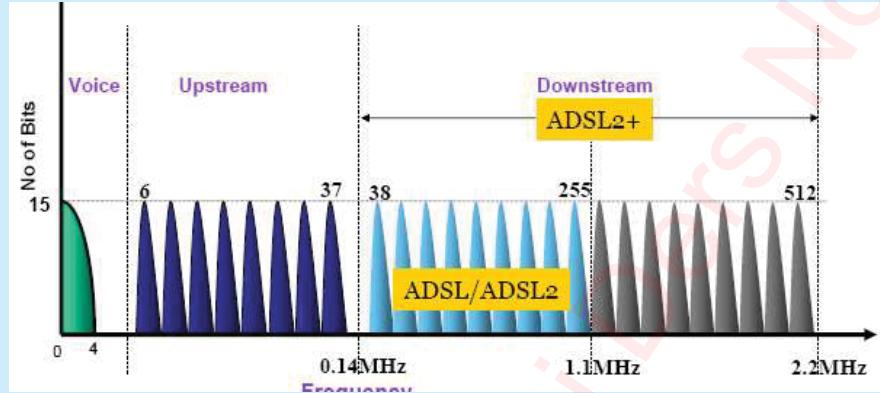


ADSL2

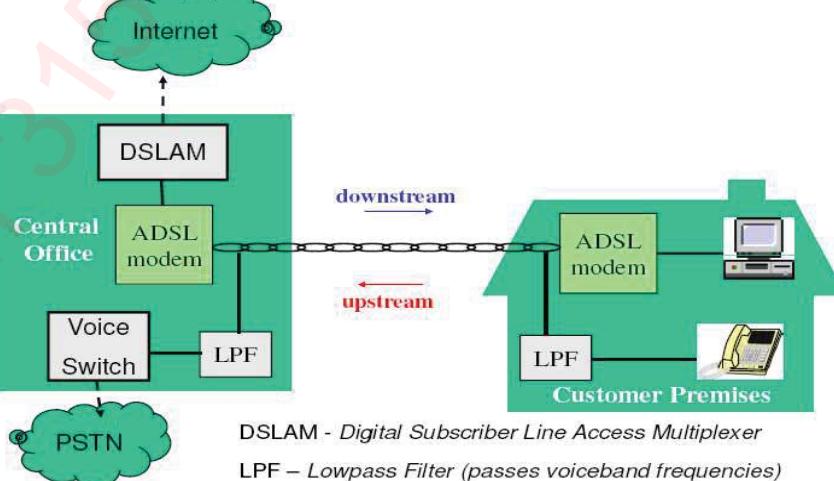
- ADSL 2/+, ADSL üzerinden yapılan geliştirmelerdir ve daha yüksek download hızı destekler.
- ADSL2, ADSL ile aynı bandgenişliğini kullanır, fakat download yönünde daha yüksek hız için veri sıkıştırma teknikleri kullanır.
- ADSL2, Ek J (Annex J) ile upstream frekans bandının son değerini 138 kHz'den 276 kHz'e taşımıştır. Bundan dolayı 3.5Mbps hızlara kadar upstream hızı elde edilebilir.
- ADSL 2, harici girişimlerden (enterferans) dolayı SNR değişse bile iletişim kesilmeden hattı farklı hızlarda yeniden senkronize edebilir. Bu özellik ADSL'de mevcut değildir.
- ADSL 2'da hiçbir iletişim yokken, uyku/güç koruma moduna girebilir ve veri iletimi başladığında otomatik olarak aktarım moduna (live mod) geri dönebilir.

ADSL2+ DMT Frekans Spektrumu

- ADSL2+, ADSL/ADSL2'nin downstream frekansını iki katına çıkartmıştır.
- Bundan dolayı downstream hızı 24 Mbps olmuştur.

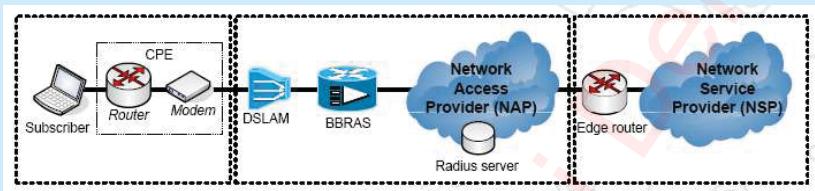


ADSL Erişimi ve Bağlantı Mimarisi



ADSL Bağlantı Mimarisi Bileşenleri

- Subscriber (DSL kullanıcısı): PC'ye, xDSL modeme ve bridge/router'a sahip olan abone (ADSL Transmission Unit-Remote -ATU-R)
- Network Access Provider – NAP – Ağ Erişim Sağlayıcısı:
 - Tüm aboneleri (yerel çevrimleri) yönetir ve kullanıcıları farklı servis sağlayıcılarına bağlar
 - DSLAM, BBRAS, Radius sunucusu ve CPE'den sorumludur
- Network Service Provider – NSP – Ağ Servis Sağlayıcısı:
 - Kullanıcıları internet'e çıkartmakla sorumludur. Aynı zamanda katma değerli servislerde sunabilir
 - Kenar (edge) yönlendiriciden sorumludur



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

363

ADSL Bağlantı Mimarisi Bileşenleri

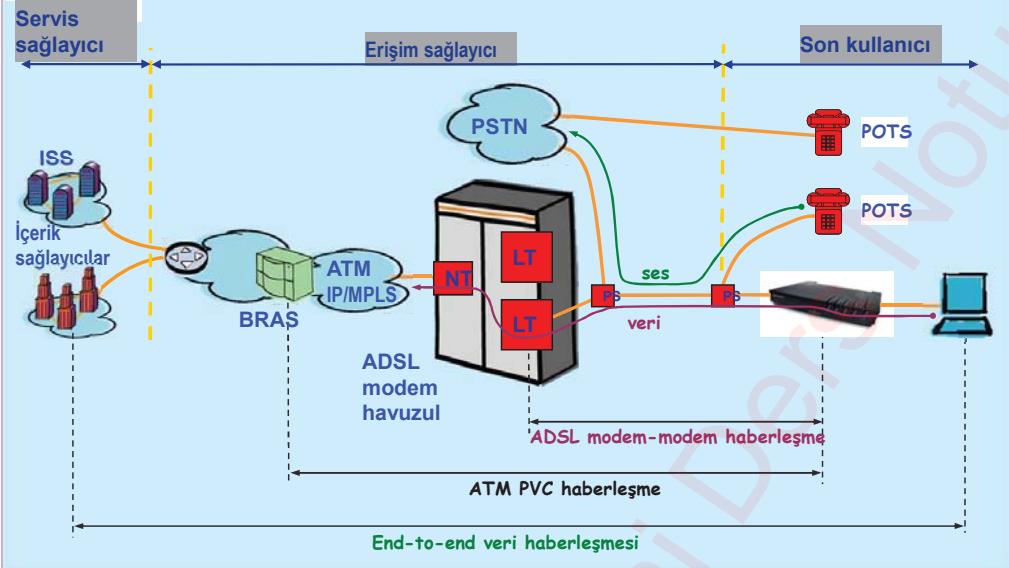
- NAP ve NSP aynı organizasyonun bölümü olabilirler
- xDSL modem: Abonenin trafiğini ATM hücreleri ile kapsüller, sinyali modüle yada demodüle eder (ATU-R)
- Splitter : ADSL veri frekanslarından gelen analog ses ya da ISDN sinyalini ayıran elektronik alçak geçiren bir filtredir.
- DSL Access Multiplexer (DSLAM): Sinyali modüle ya da demodüle eder, ATM hatları üzerindeki trafiği toplar (birleştirir). ATU-C olarak da tanımlanır.
- Broadband Remote Access Concentrator (BBRAS): Abonenin ATM bağlantılarını sonlandırır, gelen bağlantıları yetkilendirir, abonenin PPP oturumlarını sonlandırır
- Radius Server: Abonenin konfigürasyon şablonlarını içerir
- Edge router: internet'e geçiş için kullanılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

364

ADSL Bağlantı Mimarisi ve Bileşenleri



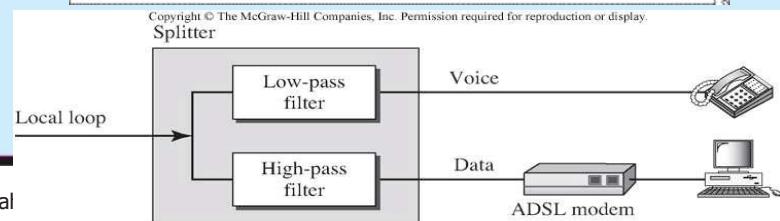
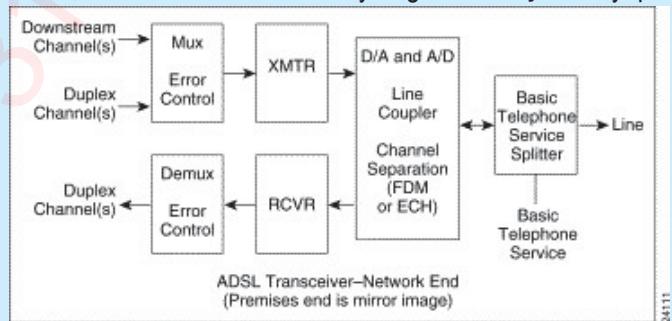
Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

365

ADSL Modem

- ADSL modem çoğullama, çerçeveleme, protokol işleme, bit senkronizasyonu, kapsülleme, hat kodlama ve modülasyon gibi temel işlevleri yapar

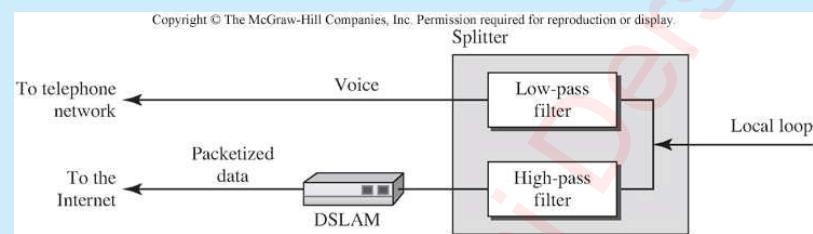


Doç.Dr.İbral

366

DSLAM

- Servis sağlayıcının anahtarlama merkezinde de bir splitter bulunur ve bilgisayar verisini telefon verisinden ayırrır.
- Telefon verisi, telefon ağı içerisinde yönlendirilir
- Bilgisayar verisi de bir DSLAM tarafından alınır
 - Tüm DSL hatları DSLAM içinde toplanır
 - DSLAM, DSL hatlarını yüksek hızlı bir hatta çoğullar
 - Çoğullanan trafik genellikle SDH kullanılarak bir WAN'ın içerisinde aktarılır



ADSL Kapsülleme (Encapsulation)

- Çoğu DSL ağı veri bağı katman protokolü olarak ATM kullanır.
- Basit bir tanımlamayla bir DSLAM, DSL arayüz kartlarına (ATU-C) sahip bir ATM anahtar cihazıdır.
- DSLAM, ADSL bağlantılarını sonlandırır ve sonra trafiği ATM ağı üzerinden bir toplayıcı (aggregation) yönlendiriciye göndermek için anahtarlama işlemi yapar.
- Toplayıcı yönlendirici katman 3 cihazıdır ve aboneden gelen IP bağlantılarını sonlandırır.
- Bir ATM ve DSL bağlantıları üzerinden IP paketlerini kapsüllemek için üç yöntem bulunmaktadır
 - RFC 1483/2684 Bridged
 - Point-to-Point Protocol over ATM (PPPoA): PPP çerçevelerini ATM AAL5 içerisinde kapsüllemek için kullanılan bir ağ protokolüdür.
 - Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE): PPP çerçevelerini Ethernet çerçeveleri içerisinde kapsüllemek için kullanılan bir ağ protokolüdür

DSL Teknolojileri

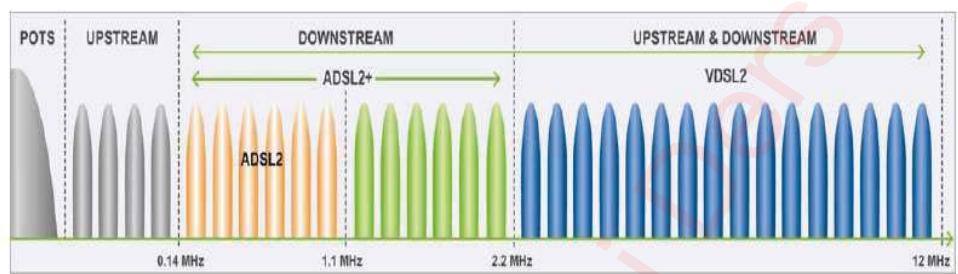
- DSL (Digital Subscriber Line-Sayısal Abone Hattı), evlere ve iş yerlerine giden bakır telefon hatları üzerinden sayısal veri transferi sağlamaya yarayan bir teknoloji ailesidir.
- DSL servislerinde 128 kbps den 100 Mbps hızlara varan hız yelpazesi mevcuttur.
- Tüm DSL tipleri mesafe ve hızla sınırlıdır. Hız mesafeye ters orantılıdır.
- DSL teknolojileri 3 grupta toplanır:
 - Simetrik DSL: Upstream ve downstream'de aynı veri hızlarında veri gönderir.
 - Asimetrik DSL: Downstream yönünde upstream yönünden daha hızlı veri gönderir
 - Simetrik ve Asimetrik DSL: Hem simetrik hem de asimetrik olarak veri gönderebilir

Simetrik DSL Çeşitleri

DSL Type	Maximum Downstream Data Rate	Maximum Upstream Data Rate	Maximum Wire Length (Approx.)	Customer Applications
Symmetric				
HDSL High data rate Digital Subscriber Line	1.544Mbps (T1) 2.048 Mbps (E1)	1.544Mbps (T1) 2.048Mbps (E1)	3.7km (12,000ft.) with two lines for T1 and three lines for E1	HDSL is for data only. It does not allow telephone connection over the same line.
SDSL Symmetric Digital Subscriber Line	2.3Mbps	2.3Mbps	3km (10,000ft.)	Individual subscriber premises with a single telephone line
SHDSL Symmetric High bit rate Digital Subscriber Line	2.3Mbps (Single wire pair)	2.3Mbps (Single wire pair)	3km (9,800ft.) at 2.3Mbps	Business applications requiring greater bandwidth in both directions.
	4.6Mbps (Two wire pairs)	4.6Mbps (Two wire pairs)	5km (16,400ft.) at 2.3Mbps	

VDSL Teknolojisi ve Frekans Spektrumu

- VDSL2 (Very High Speed Digital Subscriber Line 2) (Çok Yüksek Hızlı Sayısal Abone Hattı 2)
- VDSL hem simetrik hem de asimetrik veri iletim hizmeti sunar.
- VDSL2 hizmeti ile teorik olarak 100 Mbps hızını vermek mümkündür.
- VDSL2 hizmetini alabilmek için VDSL2 destekli modem alma gerekliliği vardır. Mevcut ADSL modemler ile kullanmak mümkün değildir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

371

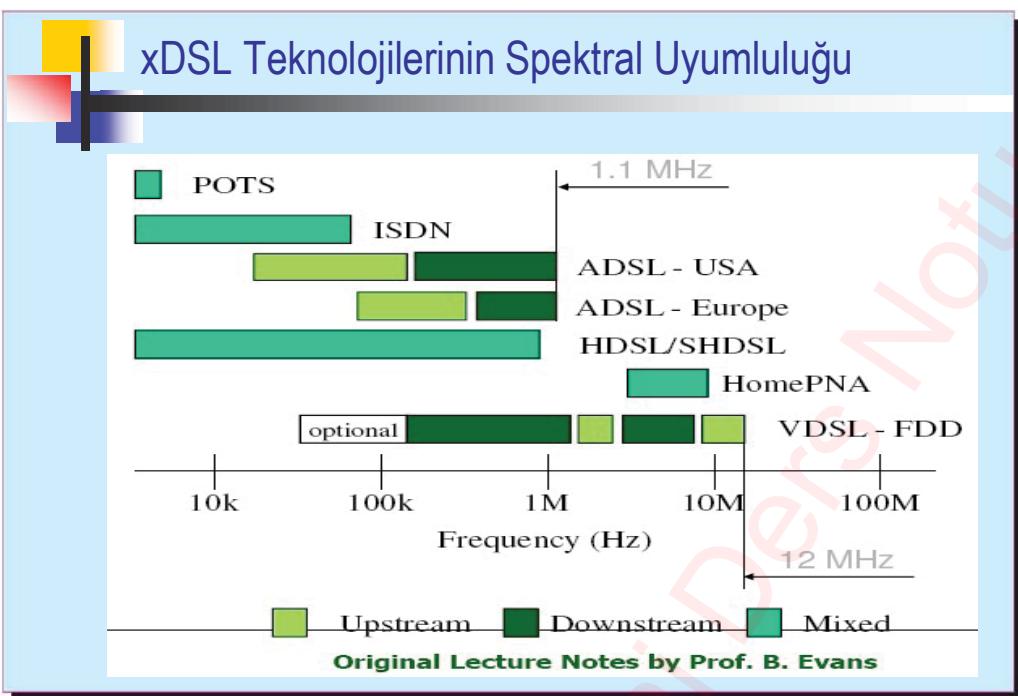
VDSL Teknolojisi Uygulamaları

- VDSL2, DSL ailesinin en yeni ve en avantajlı üyesidir. Triple Play denilen ses, görüntü ve veri uygulamalarının sunulması için tasarlanmıştır.
 - VDSL teknolojisinin sağlamış olduğu yüksek hızlar ile
 - IPTV (internet televizyonu yayını)
 - HDTV (yüksek çözünürlüklü televizyon yayını)
 - VoD (Video On Demand) (isteğe göre video izleme)
 - İnteraktif oyun oynama
 - İnteraktif oylamalara katılma
 - VoIP (ses görüşmeleri)
- gibi katma değerli hizmetler alınabilecektir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

372



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

373

ADSL ve VDSL Karşılaştırması

Technology	Upstream capacity	Downstream capacity	Maximum distance	BW	Tone spacing	Type	Standard
ADSL	640 Kb/s	8 Mb/s	6 km	1.104 MHz	4.3125 KHz	asymmetric	G.992.1
ADSL2	1 Mb/s	12 Mb/s	3 km	1.104 MHz	4.3125 KHz	asymmetric	G.992.3
ADSL 2+	1 Mb/s	24 Mb/s	4.3 km	2.208 MHz	4.3125 KHz	asymmetric	G.992.5
VDSL	15 Mb/s	55 Mb/s	1.3 km	12 MHz	4.3125 KHz	asymmetric or symmetric	G.993.1
VDSL 2	100 Mb/s	100 Mb/s	0.6 km	30 MHz	8.625 KHz	asymmetric or symmetric	G.993.2

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

374

Özet

- ADSL, ev kullanıcıları için tasarlanmıştır. Ticari kullanıcılar için uygun değildir.
- ADSL, dünyanın hemen hemen her bölgesinde kullanılan ve %60 market payıyla dünyada 1. genişband erişim teknolojisidir.
- ADSL, burulmuş çift telefon hattında POTS hizmeti ile beraber çalışır
- ADSL iki çeşit modülasyon tekniği kullanır: tek taşıyıcılı CAP, çok taşıyıcılı DMT
- ADSL asimetrik veri hızlarına sahiptir. Downstream hızı daha büyütür.
- Bir ATM ve DSL bağlantısı üzerinden IP paketlerini kapsüllemenin üç çeşidi vardır: RFC 1483/2684 Bridged, PPP over Ethernet (PPPoE), PPP over ATM (PPPoA).

Bölüm8 İçin Ek Okuma ve Kaynaklar

- Forouzan, Data Communication and Networking, Fourth Edition, The McGraw-Hill Companies
 - Chapter 9 Using Telephone and Cable Networks for Data Transmission
- Cisco Teleworker Connectivity, ISCW Module 2 Lesson 2: <http://xn--cisconrd-b5a.dk/CCNP/CCNP%20ISCW/Power%20Points/ISCW%20Module%202.ppt>
- Cisco Technology Support Internet Sitesi:
http://www.cisco.com/en/US/tech/tk175/tk15/tsd_technology_support_protocol_home.html
- ADSL Tutorial:
http://www.iol.unh.edu/services/testing/dsl/training/ADSL_Tutorial.pdf