



Veri Haberleşmesi ve Bilgisayar Ağları

“E1 and Switching”

Dr. Cahit Karakuş, 2020

Data Sources

- Symbols: decimal and binary number systems, digits, alphabets, documents, images, graphics, tables, video, keyboard keys,...
 - Decimal Numbers: integer, floating point, complex, character, string
 - Binary Number System: Arithmetic, logic circuits, comparison. All data within a computer is defined by bits. Bit: 0/1
- Signals: Acoustic, electrical, electromagnetic, particle, vibration, gravitational forces, temperature

Data Types

- Data types are divided into three basic types: Numeric, Alphabetic, and Alphanumeric. Numeric data consists only of numbers. Alphabetic data consists only of letters and a space character, while alphanumeric data consists of symbols.
- Variables: Numeric – Categorical, Dependent – Independent, Discrete – Continuous
- Binary numbering system, bit: 0/1
- Decimal:
 - Integer (int), Short integer, Long integer
 - Float, Single, Double, Real
- Character
- Boolean
- Arrays
- Constants
- Coefficients

Basic Communication Systems

- A communication system is a setup that transmits information (a message or signal) from one place (the transmitter) to another (the receiver) through some medium (like air, cable, or optical fiber).
- When you speak on a mobile phone, your voice (the message) is converted into electrical or radio signals (transmission), sent over the air (medium), and converted back into sound (reception) at the other end.
- Source → Transmitter → Channel → Receiver → Destination:
 - Voice → converted to electrical signal by the microphone (transmitter).
 - Signal is modulated and sent as radio waves (through the channel).
 - Receiver (other phone) demodulates and converts it back to sound.

Basic Communication Systems

- PSTN (Public Switched Telephone Network- Halka Açık Telefon Şebekesi) şebekesidir. Sabit telefon abonelerini anahtarlayan sistemler.
- GSM (Global System for Mobile- Mobil Haberleşmede Evrensel Sistemi) şebekeleridir.
- Telekom alt yapısı: Devre anahtarlama, paket anahtarlama sistemleri kullanılmaktadır.
 - Devre anahtarlama sistemleri: TDM, PDH, SDH
 - Veri Paket anahtarlama sistemleri: ATM, Ethernet switch, Router, gateway

Paket anahtarlama sistemleri:

- LAN (Local Area Network) ve WAN (Wide Area Network):
- LAN: Ethernet Switch,
- WAN: Router/Gateway, Modem.
- İnternet üzerinden veri paylaşımı, ses, görüntü, gerçek zamanlı görüntülü konferans, video gibi hizmetlerini İnternet Protokolleri temelinde iletim uygulamaları olarak kabul edilebilir.

Basic Components

A typical communication system has six key parts:

- 1) Information Source: Produces the message or data to be transmitted. Human voice, text, image, video
- 2) Transmitter: Converts the message into a suitable signal for transmission. Microphone, modulator, encoder
- 3) Channel (Medium): The physical path that carries the signal. Air, cable, fiber optic, space
- 4) Receiver: Converts the received signal back to a usable form. Demodulator, decoder, speaker
- 5) Destination: The final user of the message. Human ear, computer, display
- 6) Noise and Interference:
 - 1) Noise: Unwanted signals that distort the message (e.g., static, interference). Systems use filters, error correction, and digital encoding to reduce noise.

Types of Communication Systems

- Analog Communication: Message is transmitted as continuous signals. AM/FM radio, landline telephone
- Digital Communication: Message is transmitted as binary data (0s and 1s).
Internet, mobile phones
- Baseband Communication: Signal is transmitted without modulation. Ethernet cables
- Broadband/Passband Communication: Signal is modulated to a higher frequency for transmission. TV broadcast, satellite link

Veri Haberleşmesinin Geçmişi

- 1831 yılında ilk defa geliştirilen elektriğin iletken teller üzerinden akım olarak aktığı keşfedildi. Michael Faraday
- İletken teller üzerindeki elektriksel sinyalden mesaj gönderilebilir mi? Sorusunun yanıtını 1840 yılında Mors ve arkadaşı verdi, telegraf ve Mors Kodu.
- İletken tel üzerindeki elektriksel sinyalden ses iletilebilir mi? 1876 Yılında Amerikada İskoçya asıllı araştırmacı A.Graham BELL elektrik telleri üzerinden ilk insan sesini iletmeyi başardı.
- Kablosuz ortamdan mesaj iletilebilir mi? Tesla (!) ve Marconi
- Manuel telefon santrali, röle anahtarlama telefon santralleri: crossbar telefon santrali
- Mikroişlemci tabanlı Bilgisayar (70'li yıllarda)
- Devre anahtarlama sayısal santraller (80'li yıllardan itibaren)
- Çokkullanıcı erişim sistemleri
- LAN/WAN: İnternet, Paket anahtarlama sistemler
- IoT, akıllı nesnelerin haberleşmesi
- Quantum hesaplama, elektron ve fotonlar



Circuit Switching - PSTN

PSTN

*History and Evolution of **circuit switching***

History and Evolution of circuit switching - PSTN

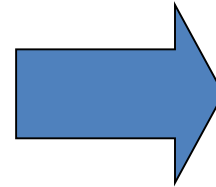
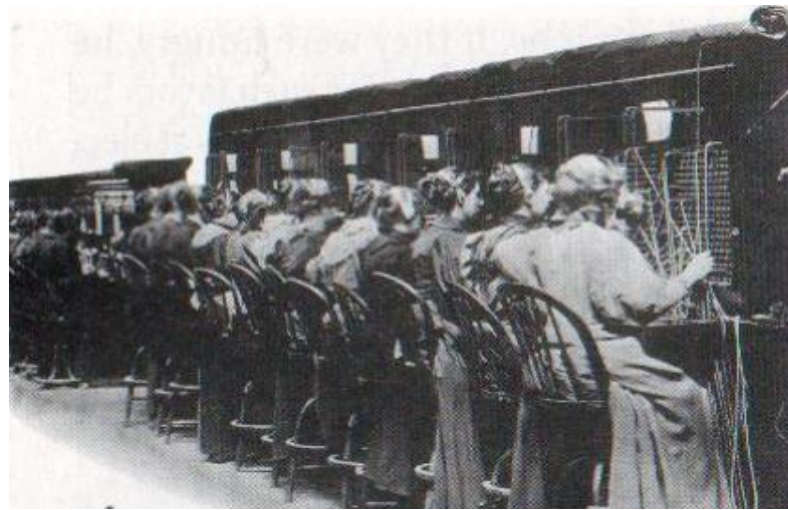
- Manual,
- Strowger,
- Register,
- Cross bar system,
- Trunking,
- Electronic and digital switching systems

PSTN- history

- ❑ Micheal Faraday; 1831, Electric current
- ❑ Telegraph systems
 - 1837: Wheatstone and Morse
- ❑ Telephone
 - 1876: Alexander Graham Bell
- ❑ Automatic Switching Exchanges
 - 1891: Almon Brown Strowger patents first
 - 1953: C.Clos develops theory of switch architectures
- ❑ Traffic Theory
 - 1902: C.E. Molina
 - 1915: K. D. Erlang
- ❑ Digitisation
 - 1939: Alex Reeves invents PCM
 - leads to al digital networks (PDH, ISDN)

PSTN- history

- Before automatic switching exchange was invented, manual crossbar switchboard was used



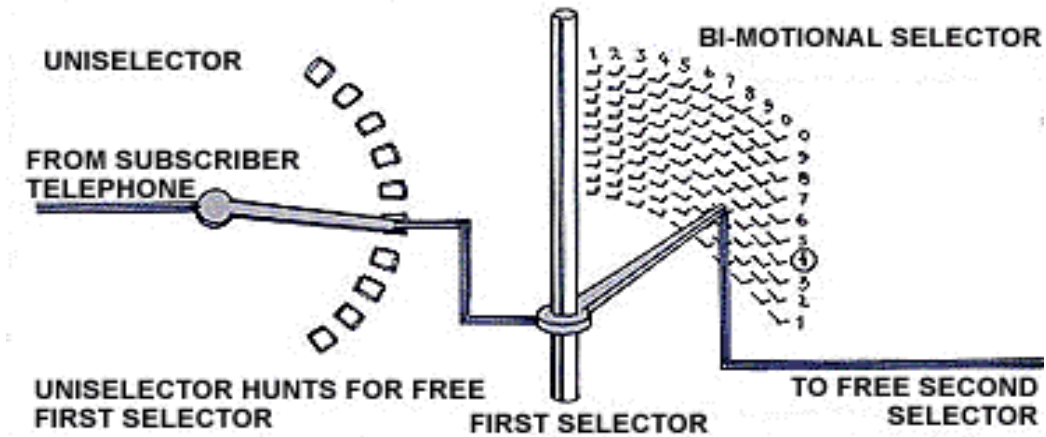
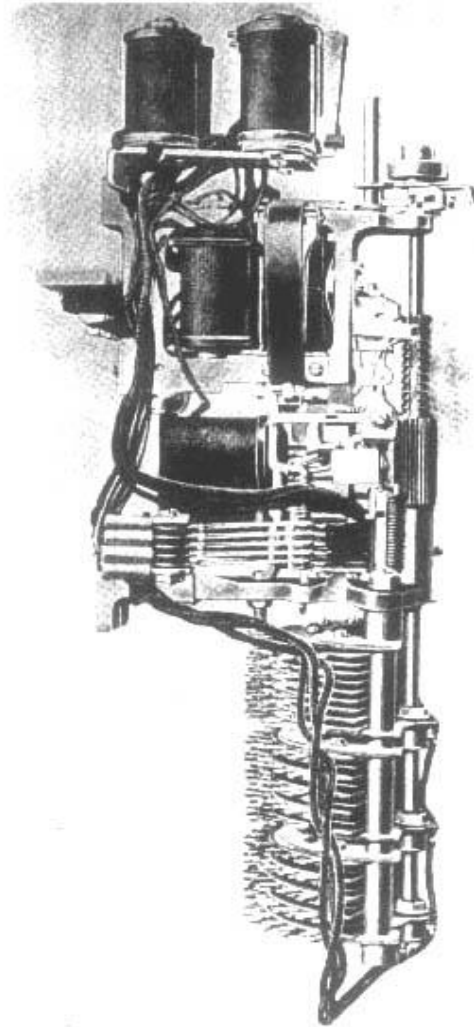
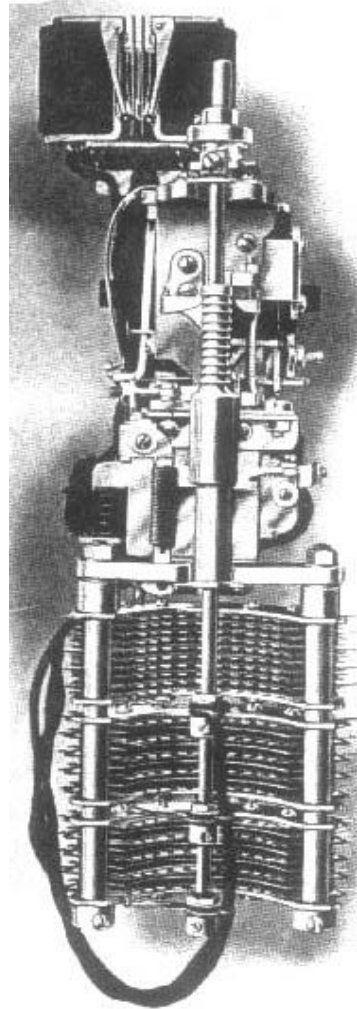
Manual crossbar switchboard

Automatic switching exchange

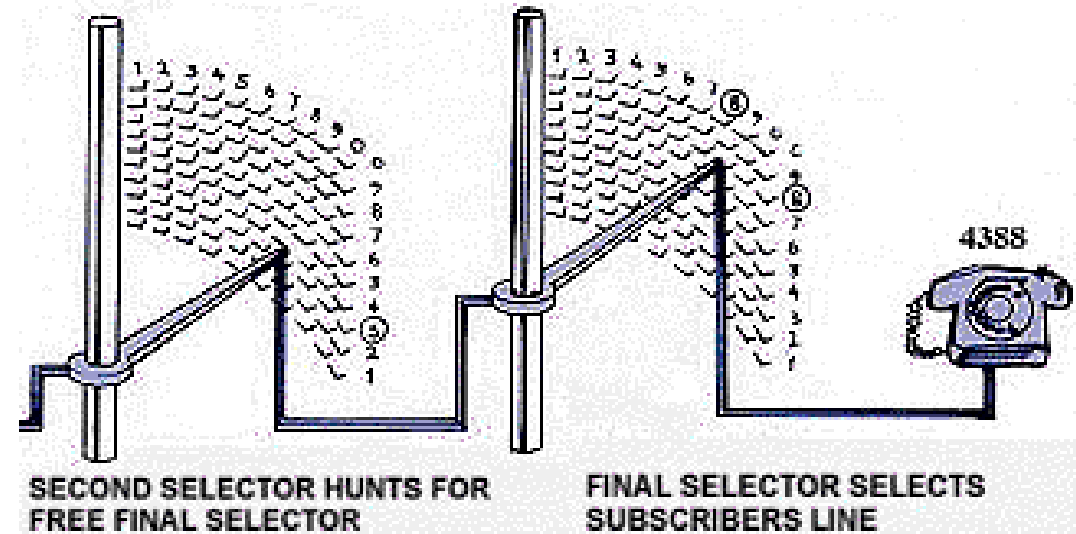


Guess what was Mr. Strowger's job when he invented the automatic switch?

Strowger step-by-step system



The Step by Step Process Continued



PSTN:

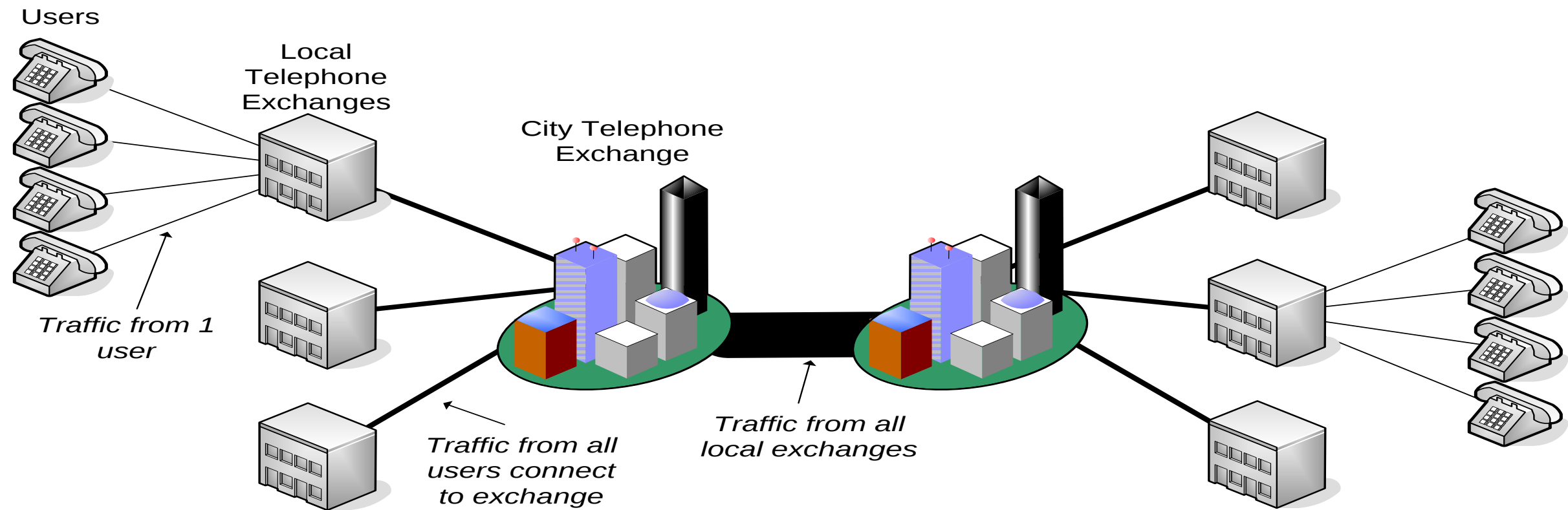
Public Switched Telephone Network

- PSTN şebekesi yüzyılı aşkın bir zamandır kullanılıyor. Bu teknoloji ile arama yapıldığında taraflar arasında çağrı sonlandırılincaya kadar **devre bağlantısı** sürdürülür.
- Böylece iki tarafın bir devre oluşturmasıyla konuşma sağlanır. Telefon numaraları ise, santralların hangi kabloları biraraya getireceğini anlayabilmesi için gereklidir.
- Önceleri insan eli ile bağlantılar sağlanırken, zamanla abone sayılarının artması devre anahtarlama sistemlerinin geliştirilmesini zorunlu kıldı.
- Santrallar, tandem (uzaktaki santral) ve bölgesel olarak fonksiyonlarına göre ikiye ayrılabilir.
- Tandem santral üzerinden en az 2 bölgesel santral birbirine bağlanabilmektedir.
- Bir Genel Anahtarlı Telefon Ağını (PSTN), telefon hatları, fiber optik kablolar, anahtarlama merkezleri, hücresel ağların yanı sıra uydular ve kablo sistemleri de dahil olmak üzere dünya çapında kullanılan telefon ağlarının bir kombinasyonu olarak düşünün.

PSTN

- PSTN (Public Switched Telephone Network), Genel Anahtarlı Telefon Ağı veya geleneksel devre anahtarlmalı telefon ağı anlamına gelir. 1800'lerin sonlarından günümüze kadar genel kullanımda olan sistemdir.
- Yeraltı bakır telleri kullanan PSTN platformu, işletmelere ve hane halklarına nesiller boyunca dünyanın her yerinden herhangi biriyle iletişim kurmak için güvenilir bir yol sağladı.
- Telefonların kendileri, PSTN, sabit hatlı telefonlar gibi çeşitli adlarla bilinir.
- PSTN telefonlar yaygın olarak kullanılmaktadır ve genel olarak hala standart bir iletişim biçimi olarak kabul edilmektedir. Ancak, son onbeş yılda istikrarlı bir düşüş gördüler.
- Aslında, şu anda dünya çapında sadece 972 milyon sabit hatlı telefon aboneliği kullanılıyor, bu yüzyılın şimdiye kadarki en düşük sayısı. Türkiye'deki sabit hat sayısı 19 milyon civarındadır.

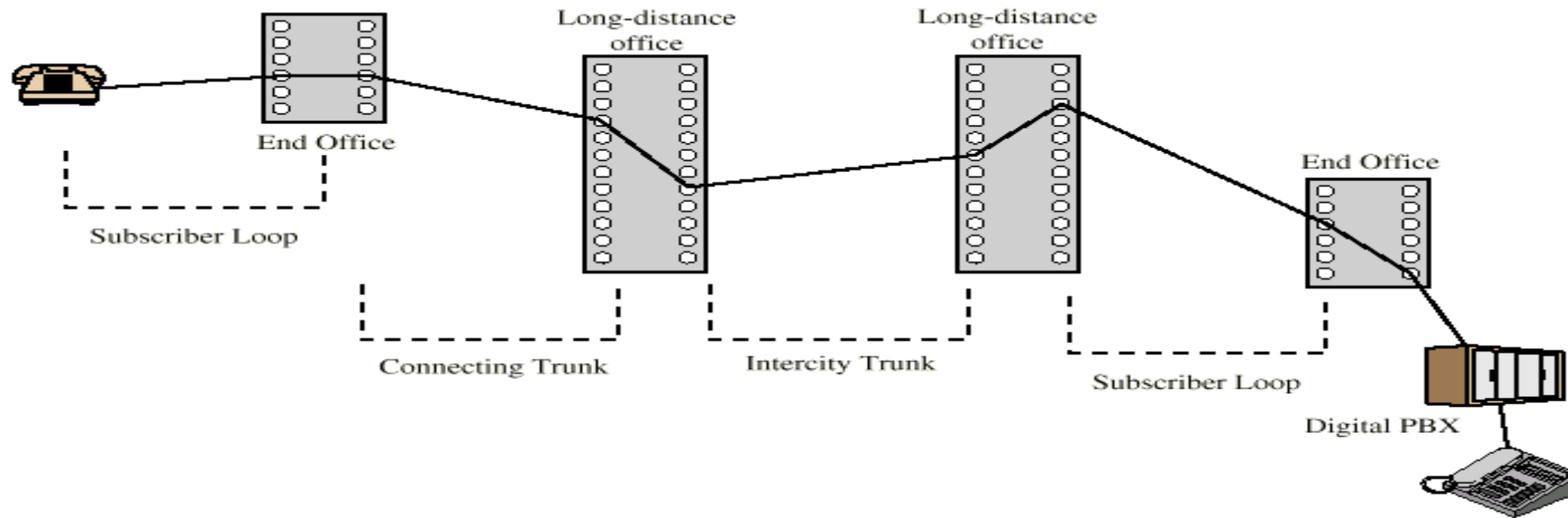
PSTN



PSTN Çalışma Adımları

- Adım # 1 - Telefon setiniz ses dalgalarını elektrik sinyallerine dönüştürür. Bu sinyaller daha sonra bir kablo aracılığıyla bir terminale iletilir.
- Adım # 2 - Terminal elektrik sinyallerini toplar ve bunları merkez ofise (CO: Central Office) iletir.
- Adım # 3 - Merkez ofis, aramaları fiber optik kablo aracılığıyla elektrik sinyalleri şeklinde yönlendirir. Fiber optik kanal daha sonra bu sinyalleri ışık darbeleri şeklinde nihai varış yerlerine taşır.
- Adım # 4 - Çağrınız bir **tandem ofise** (uzak merkez ofislere çağrılarını aktarmaktan sorumlu merkezi bir santral) veya bir merkez ofise (yerel çağrılar için) yönlendirilir.
- Adım # 5 - Çağrınız doğru yere ulaştığında, sinyal bir elektrik sinyaline geri dönüştürülür ve ardından bir terminale yönlendirilir.
- Adım # 6 - Terminal, aramayı uygun telefon numarasına yönlendirir. Çağrıyı aldıktan sonra, telefon seti elektrik sinyallerini tekrar ses dalgalarına dönüştürür.

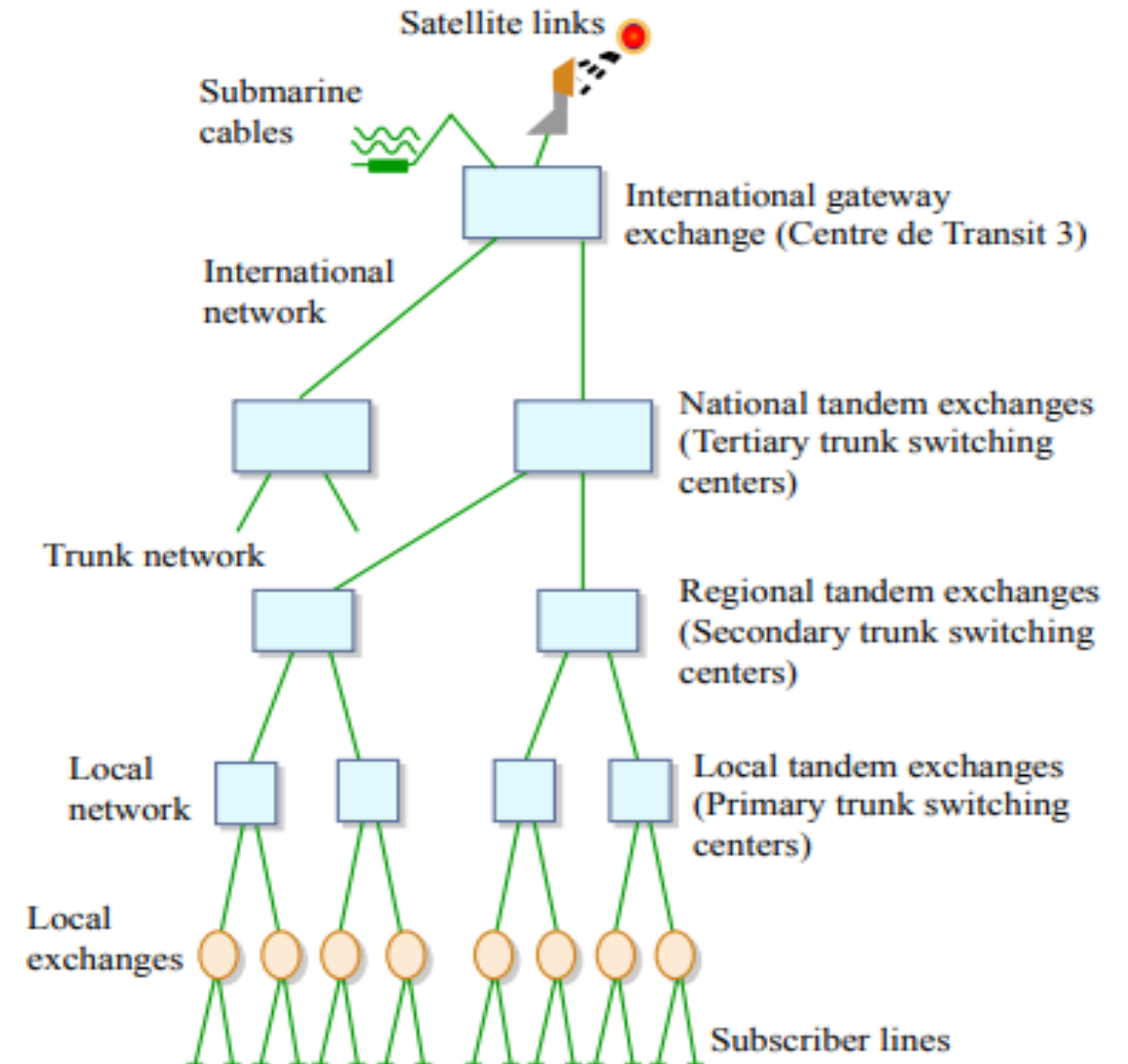
Public Circuit Switched Network



Public Switched Telephone Network (PSTN)

Public Switched Telephone Network (PSTN) consists of switching nodes (called exchanges) in **hierarchical structure**:

- a) **Local network** – connect customers' stations to LEs
- b) **Junction network** – interconnect group of LEs
- c) **Trunk / toll network** – provides long distance circuits within country
- d) **International network** – provide circuits between countries

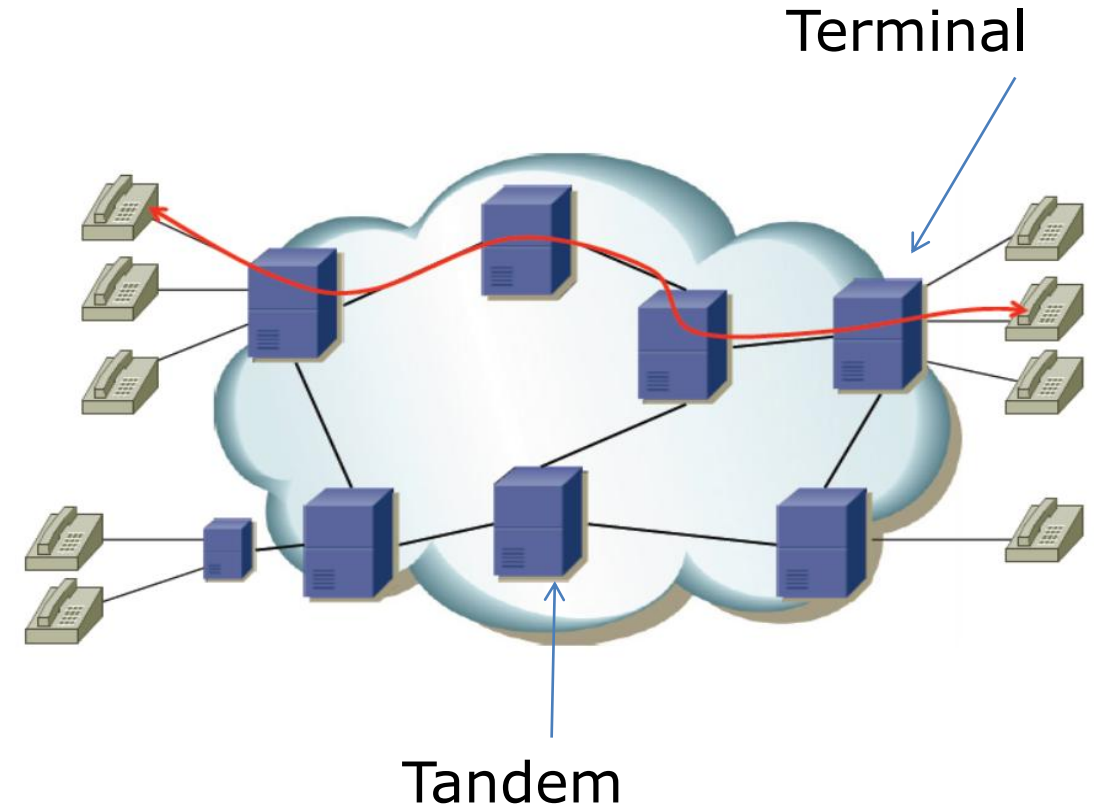


Terminal – Tandem - Trunk

Terminal: Abonelerden gelen telefon hatlarının gelip toplandığı noktalardır. Birbirlerine doğrudan anahtarlama yapılır. Birkaç yüz aboneden bir kaç yüzbin aboneye kadar hizmet verir.

Tandem: PSTN haberleşme sistemlerinde terminaller arası bağlantı tandem sistemleri üzerinde yapılır.

TRUNK: Haberleşme sistemlerinde iki nokta arasında haberleşme sinyaller için tahsis edilmiş kanallara verilen isimdir. Tipik olarak, birçok aramayı kaldırabilecek anahtarlama merkezleri ile veri sinyalleşmesi arasındaki yüksek bant genişliklerine sahip telefon kanalları olarak adlandırılır.

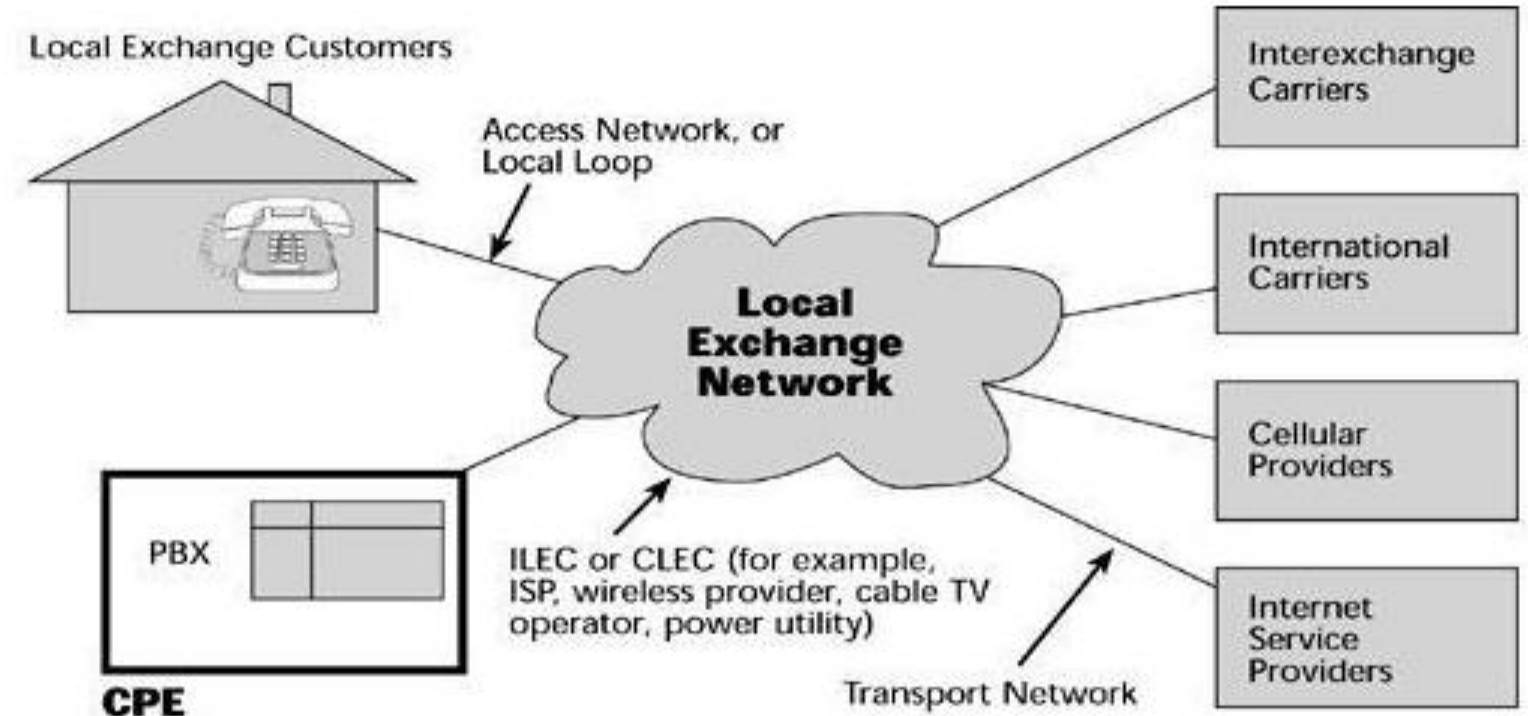
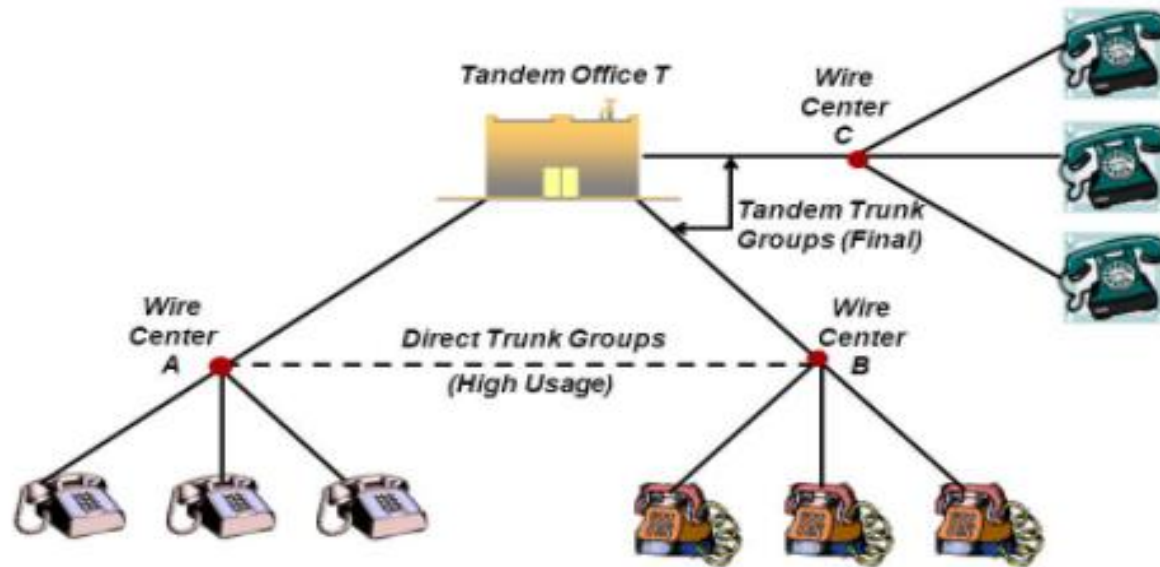


Tandem Devre Anahtarlama (Art arda dizili) Santraller

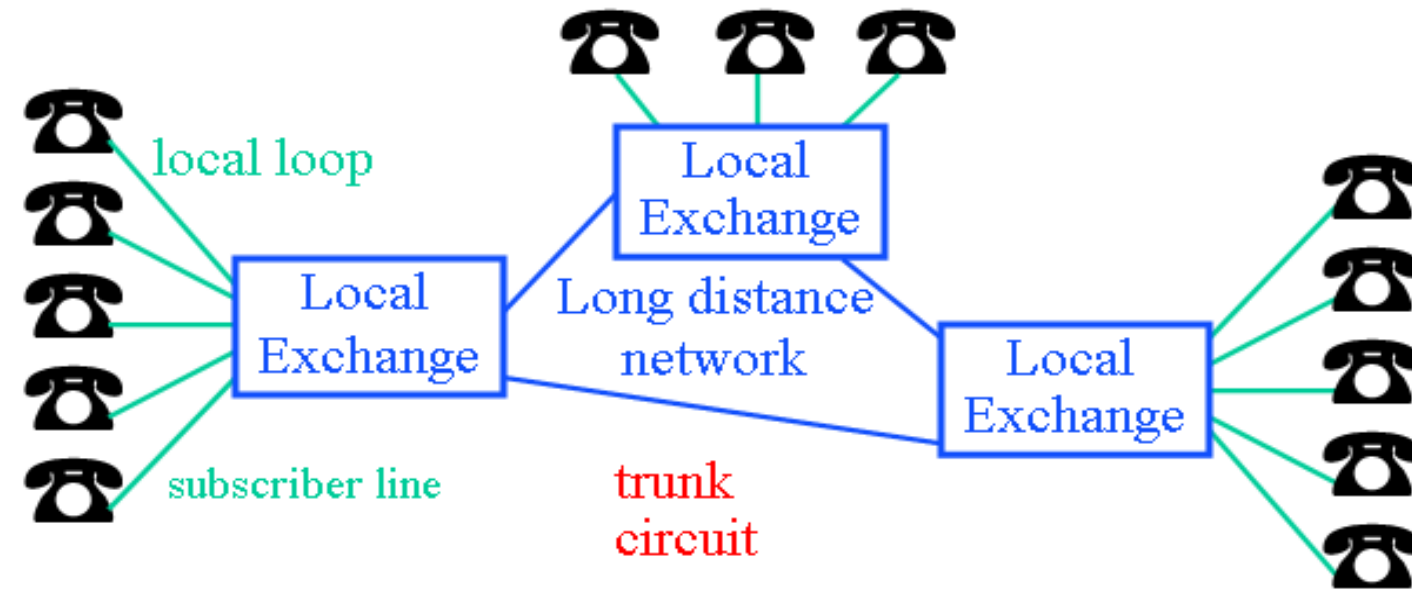
- Bir bağlantı ağı olarak da bilinen bir tandem ofis, yerel santraller arasındaki anahtarları yönetirken birkaç yerel santral içeren geniş bir coğrafi alana hizmet eder.
- Diyelim ki aynı şehirde ancak başka bir banliyöde yaşayan bir müşterinin numarasını aradınız.
- Bu durumda aramanız yerel santralinizden bir tandem ofise yönlendirilecek ve tandem ofis sinyali müşterinizin bulunduğu yerin yakınındaki yerel santrale yönlendirecektir.

Local Exchange Network

Typical Local Network



Lokal hatlar trunk üzerinden gruplanır ve tandem santralleri üzerinden uzak mesafeler aktarılır.



Lokal exchange santrali aboneleri grupta yapar. Gruplanan aboneler birbirleri ile trunk devreleri üzerinden haberleşirler. Uzak mesafelere ise tandem devreleri üzerinden erişirler.

PBX - Private Branch Exchange

- Daha fazla çalışanı olan büyük kuruluşlar genellikle özel PBX santraller kullanır.
- PBX, kuruluşunuzu, kuruluşunuzdaki tüm telefonların bağlı olduğu yerel bir santrale dönüştürür ve arama aktarımı, çağrı konferansı, otomatik operatör, sesli posta, çağrı bekletme ve daha fazlası gibi bir dizi hizmetin keyfini çıkarırsınız.
- PBX, yerel santralinize bağlıdır. Tüm dahili aramalar PBX'iniz tarafından yönlendirilirken harici aramaları yerel bir santrale yönlendirir.
- Bir PBX, yazılım ve donanımın bir kombinasyonudur, bu nedenle size bazı ciddi paralara mal olacaktır. Hub'lar, anahtarlar, telefon adaptörleri, yönlendiriciler ve birkaç telefon setiyle birlikte gelir. Bu, PBX'inizin anahtarları dahili olarak işlediği kendi küçük santralinizi oluşturmak gibidir.
- Çoğu işletme, aramaları yönetmek için PBX telefon sistemlerini kullanır çünkü bunlar daha kolaydır. Ancak, bir PBX'i kurmak ve yönetmek maliyetlidir. Gerçek maliyet, sahip olmayı tercih ettiğiniz özelliklerin sayısına ve PBX'in karmaşıklığına bağlı olarak değişebilir. Devasa, karmaşık ve zengin özelliklere sahip bir PBX, işinize yalnızca bazı temel yeteneklerle basit bir PBX sisteminden daha pahalıya mal olacaktır.

PBx'e alternatif: Gateway

- PBX santraller büyük kuruluşlarda özel santraller olarak kullanılmaktadır. Ağ teknolojilerinin gelişmesiye günümüzde internet ortamından ses iletimi protokolü, VoIP ve PBX santrallerini bütünleştiren ağ teknolojisi Gateway'dir.
- Anahtarlama teknolojisinin kendisi geçen yüzyıldan beri pek değişmedi. Devre anahtarlama sistemleri, veri türlerinin iletilmesine izin vermediği için PSTN telefon ağlarının olası bir dezavantajıdır. Telefon endüstrisinde VoIP olarak bilinen paket anahtarlama sistemleri yeni ve modern bir telefon hizmetine yol açtı.
- VoIP, ses ve diğer verilerin internet protokol ağı üzerinden aktarılmasıdır.
- VoIP telefon setiniz, sizi İnternet'e bağlayan bir DSL veya kablo modeme bağlıdır.
- PSTN Telefonu VoIP ile çalışabilir. Geleneksel telefon setinizi dijital bir telefon setine dönüştürecek bir Analog Telefon Adaptörü (ATA) kullanabilirsiniz. Daha sonra VoIP telefon sisteminizle kullanılabilir.
- Ancak, bu tür sabit hatlı telefonlarla VoIP ağınızın tüm özelliklerine ve eklentilerine erişemezsiniz. Tüm özelliklere erişmek için SIP özellikli bir telefon kullanmak en iyisidir. Sonuçta, her şey özelliklerle ilgili, o halde herhangi bir ek özellik kullanmak istemiyorsanız bir VoIP ağına sahip olmanın ne anlamı var?

Sayısal Santrallerde Anahtarlama

PCM: Pulse Code Modulation

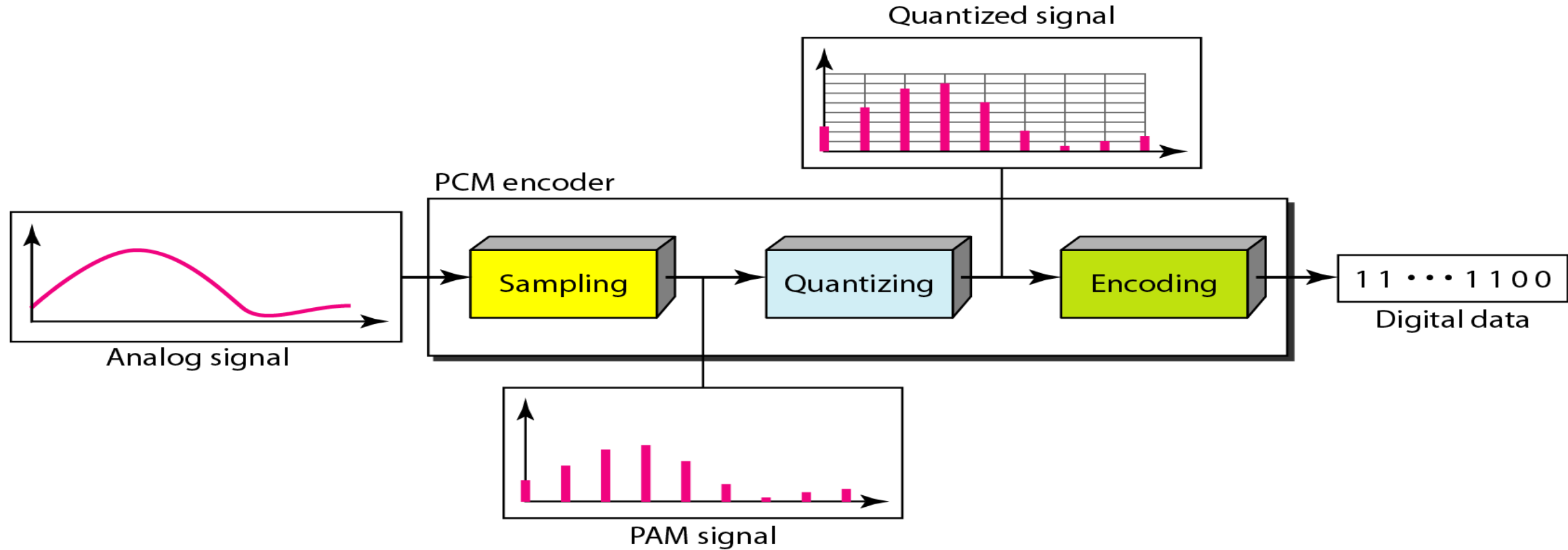
Sayısal anahtarlamaya neden ihtiyaç var?

- Ses akustik bir sinyaldir, iletilmesi için elektrik sinyaline dönüştürülmesi gerekmektedir (Mikrofon).
- Elektrik sinyalini tekrar akustik sinyale dönüştürmek için hoparlör kullanılır.
- Elektrik sinyali analog bir sinyaldir. Sayısal olarak anahtarlınıp iletilmesi için analog sinyalin sayısal sinyale dönüştürülmesi gerekmektedir (bit: 0/1). Analog sinyal çok sayıda sinüzoidal sinyalin karışımından oluşur.
- Bu işlevi yerine getiren sistemin temel ismi PCM'dir.

PCM

- PCM (Pulse Code Modulation) yöntemi ile, bir analog sinyali sayısallaştırmak için üç adımdan oluşur:
 - Örneklemeye (Sampling): sabit zaman aralıklarında genlik değerlerinden örnek alma işlemi yapılır. Böylece ayırık değerler elde edilir.
 - Niceleme – (Quantization): Örneklemeye ile elde edilen ayırık değerlerin belirlenen genlik değerlerine ötleme işlemidir. Hata söz konusudur.
 - ikili kodlama (Binary encoding), niceleme işleminden elde edilen ayırık değerlerin ikili sayı sistemine dönüştürme. Sembol: aralık sayısını veren ikili sayı değeri. Örneğin bit uzunluğu =8 bit ise sembol sayısı= $2^8=256$.
- Örneklemeye yapmadan önce, örneklemeye oranını etkilediği için sinyalin maksimum frekansını sınırlamak için sinyali filtrelememiz gerekir. (0Hz-4000Hz arası konuşma sinyallerinin geçmesine izin verilir.)
- Uluslararası standart organizasyonu konuşma banda genişliğini bu özellikleri minimum seviyede sağladığı için 4KHz olarak belirlemiştir. **Bu belirlemede konuşmanın sağlanması gereken temel kriterler: Tanıma, anlama, hissedilir; gecikme.**
- Filtreleme, sinyali bozmamamızı, sinyal şeklini olumsuz etkileyen yüksek frekanslı bileşenlerin kaldırılması sağlanmalıdır.

Analog sinyalin sayısallaştırılmasında Quantalama



Örnekleme alındığında herbir ayırık değerin rakamsal karşılığı vardır. Fakat ikili sayı sisteminde belirli bir bit sayısı ile temsil edilen ayırık değer ile örnekleme ile elde edilen ayırık değer farklı olduğunda quantalama hatası ortaya çıkar.

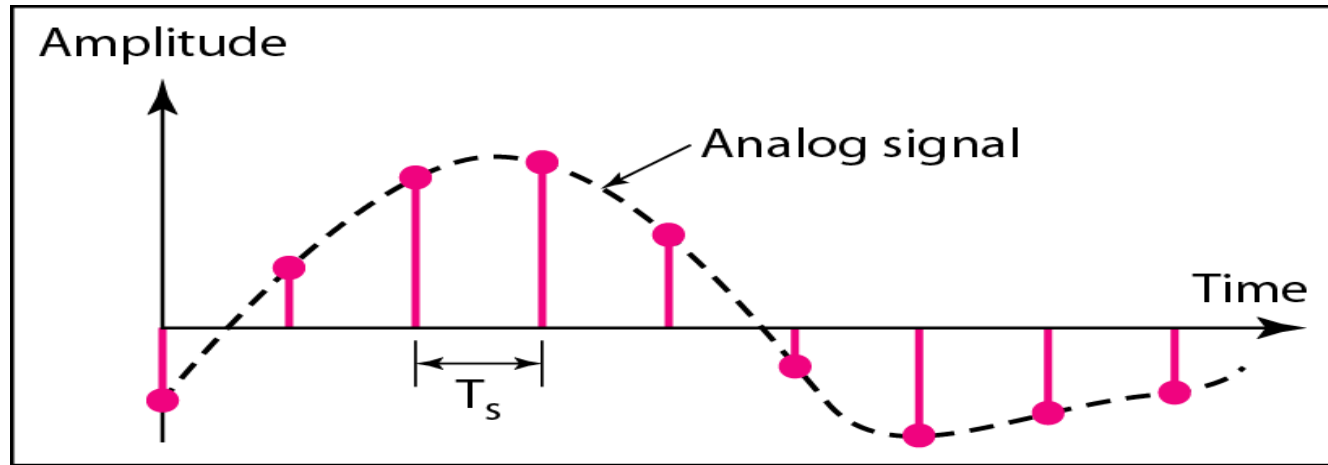
Pulse Code Modulation Standarts

- **Haberleşme sistemleri uluslararası standartlara göre üretilir. Standartlar: CCITT, AT&T, ..**
- PCM is a Time-Domain Waveform coding method and is defined within CCITT G.711, and AT&T 43801.
- Basically, an analog signal is sampled at a rate of 8000 Hz frequency. In each sample, the amplitude of the signal is assigned (quantized) a digital value (8bit).
- Nyquist teoremi: Bir analog sinyalden örnek alınıp, sayısala dönüştürülüp iletdikten sonra yeniden analog sinyale dönüştürüldüğünde orijinal sinyalin yeniden aynı kalite elde edilmesi için örnekleme frekansı band genişliğinin ya da maksimum frekansın iki katına eşit ya da büyük olmak zorundadır. (Örnek alma zaman aralığı=1/örnekleme frekansı). (Telefon haberleşmesinde örnekleme frekansı, iki katına eşit alınır; eğer müzik dinleyeceksin ya da home theatre uygulması geliştirecekseniz 2 katından daha büyük alınır.
- Telekomda, örnekleme aralığı, $T=1/f_s$; f_s : örnekleme frekansı. $T=1/8\text{KHZ}=1/8000=125\text{mikrosaniye}$.
- Uluslararası standard organizasyonu band genişliğini 4KHz olarak belirlemiştir. Niye?
- There are two PCM algorithms defined within CCITT G.711, called "A-Law" and "Mu-Law". **Mu-Law PCM is used in North America and Japan, and A-Law used in most other countries.** In both A-Law and Mu-Law PCM, the values used to represent the amplitude is a number between 0 and +/- 127; therefore, 8 bits are required to represent each sample (2 to the eighth power = 256).
- It can be seen then that PCM operates at a rate of: 8 bits/sample * 8000 samples/sec = 64000 (64K) Bits Per Second. 125 mikrosaniyede bir, bir analog sinyalden örnek alınıp 8 bit olarak iletiliyor ise 1 saniyede kaç bit iletilir.

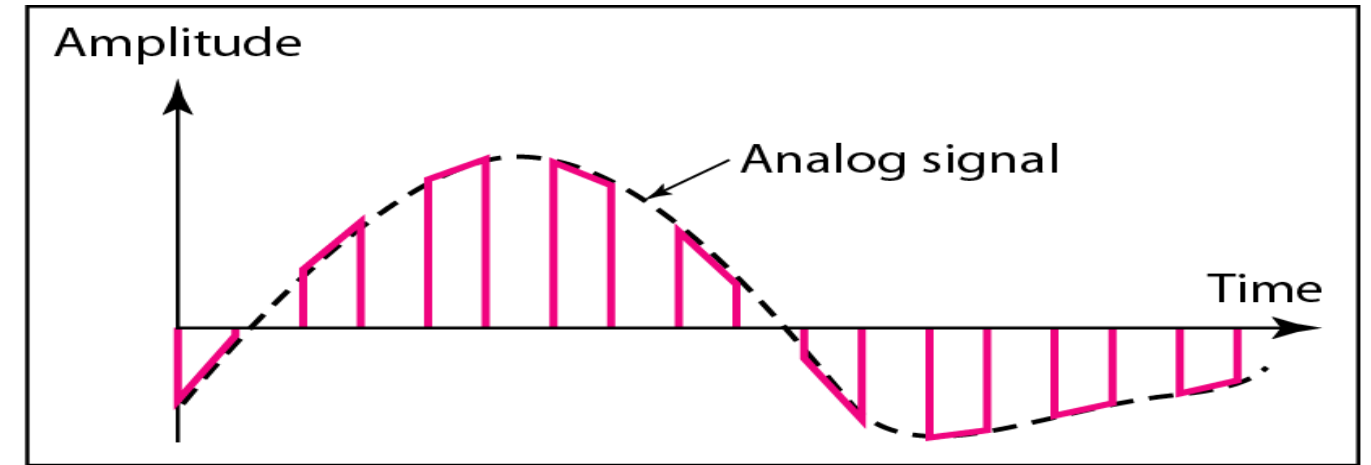
Konuşma sinyalinin sayısal sinyale dönüştürülmesi

- İnsan sesine ait sinyali hava ortamında mekanik basınç dalgası olarak yayılır.
- İnsan sesi, elektrik sinyale dönüştürülür. Bu sinyal analog sinyaldir. Analog sinyal genliği, frekansı ve fazı zamanla değişen sinyaldir.
- Bir insanın işitme frekans aralığı 20Hz ile 20.000Hz arasındadır. Yaşlandıkça bu aralık azalır.
- Haberleşme sistemlerinde konuşma ve işitme frekans aralığı 0Hz ile 4000Hz arası alınır. Band Genişliği, $BW=4000\text{Hz}=4\text{KHz}$
- Haberleşme sistemlerinde ses, analog sinyale dönüştürülür. Bu analog sinyalin band genişliği 4 KHz'dir.
- Bir analog sinyalin band genişliği, $BW=4\text{ KHz}$ ise örnekleme frekansı, $f_s=8\text{KHz}$ 'dir. Çünkü, $f_s \geq 2 * BW$
- Bir analog sinyali örnekleme frekansı 8KHz ise kaç Hz dir? Örnekleme aralığı, $T_s=1/f_s$ ise $T_s=?$ Not f_s , Hz olarak alınır. $T_s=1/8000=125\text{mikrosaniye}$ dir.
- Bir insan sesine ait analog sinyalden 125mikrosaniyede bir örnek alınır ve alınan bu örnek 8bit ile temsil edilir ve transfer edilirse 1 saniyede 64 000 bit transfer edilir.

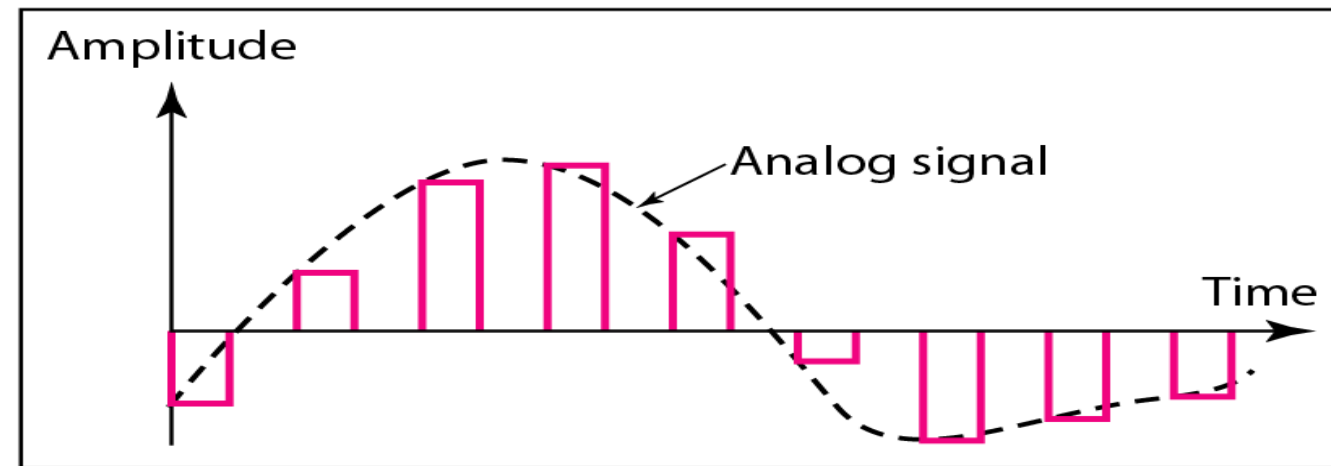
Three different sampling methods for PCM



a. Ideal sampling



b. Natural sampling



c. Flat-top sampling

Example

We want to digitize (ayrık) the human voice. What is the bit rate, assuming 8 bits per sample?

Solution

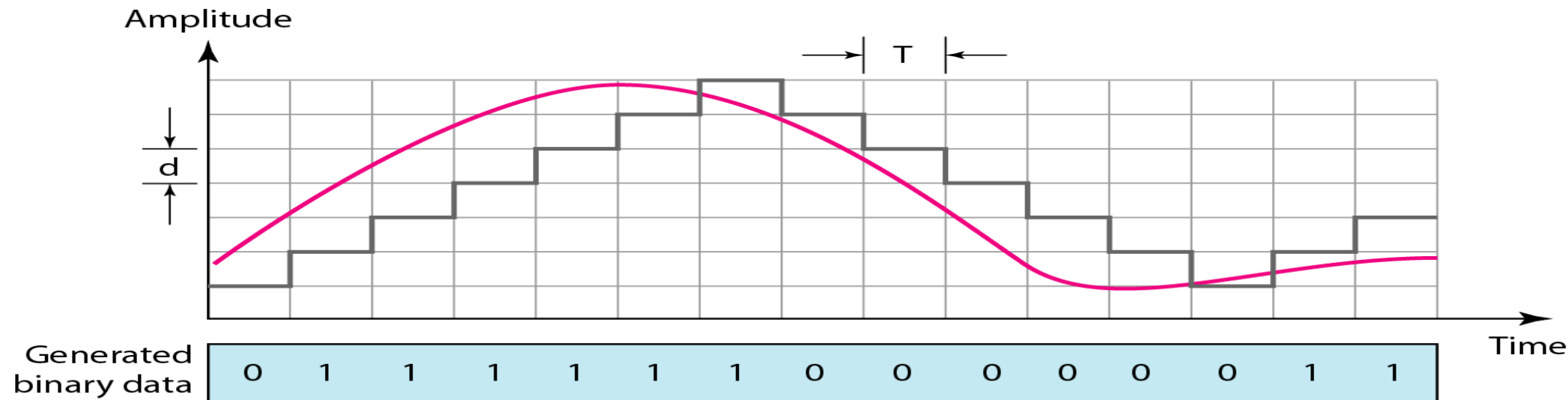
The human voice normally contains frequencies from 0 to 4000 Hz. So the sampling rate and bit rate are calculated as follows:

$$\begin{aligned}\text{Sampling rate} &= 4000 \times 2 = 8000 \text{ samples/s} \\ \text{Bit rate} &= 8000 \times 8 = 64,000 \text{ bps} = 64 \text{ kbps}\end{aligned}$$

Delta Modulation

- This scheme sends only the difference between pulses, if the pulse at time t_{n+1} is higher in amplitude value than the pulse at time t_n , then a single bit, say a “1”, is used to indicate the positive value.
- If the pulse is lower in value, resulting in a negative value, a “0” is used.
- This scheme works well for small changes in signal values between samples.
- If changes in amplitude are large, this will result in large errors.
- Instead of using one bit to indicate positive and negative differences, we can use more bits -> quantization of the difference.
- Each bit code is used to represent the value of the difference.
- The more bits the more levels -> the higher the accuracy.

The process of delta modulation

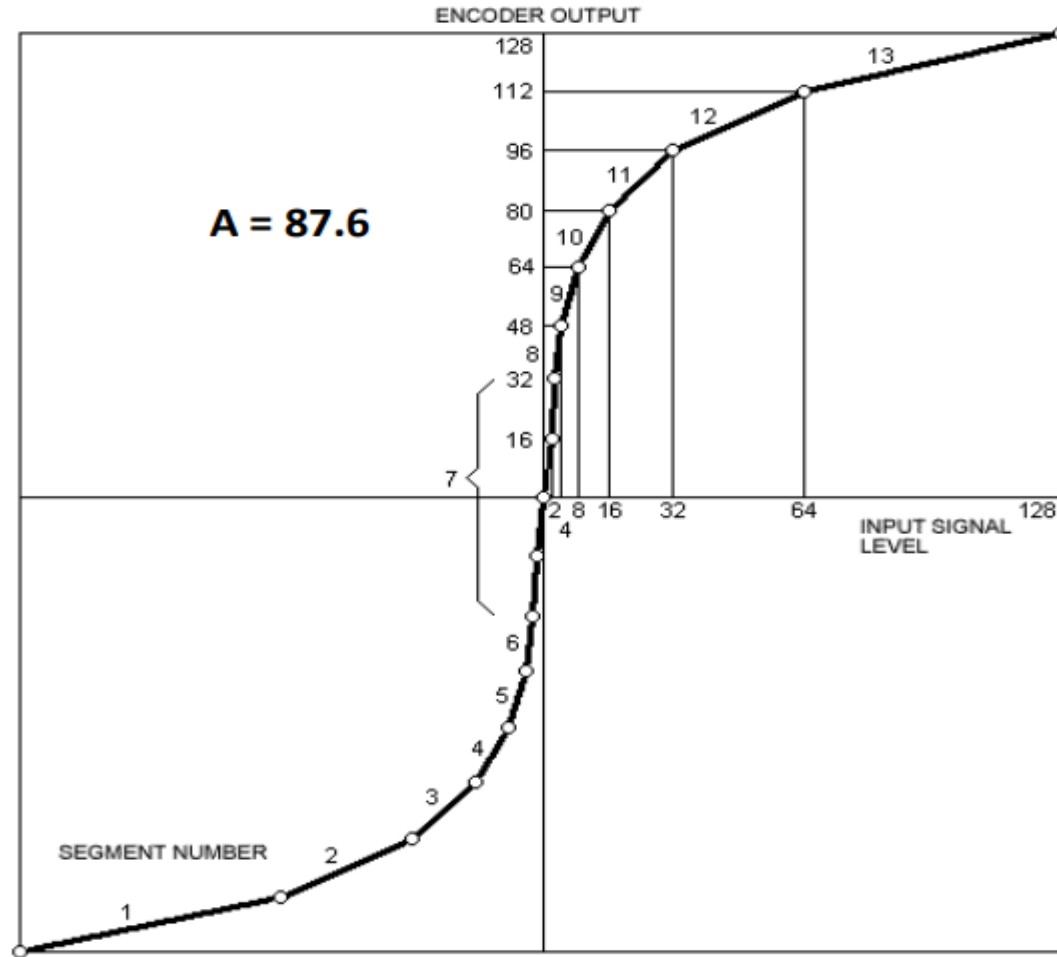


Speech Compression Standards

- 64 kbps μ -law/A-law PCM(CCITT G.711)
- 32 kbps ADPCM(CCITT G.721)
- 16 kbps Low Delay CELP(CCITT G.728)
- 13.2 kbps RPE-LTP(GSM 06.10)
- 13 kbps ACELP(GSM 06.60)
- 13 kbps QCELP(US CDMA Cellular)
- 8 kbps QCELP(US CDMA Cellular)
- 8 kbps VSELP(US TDMA Cellular)
- 8 kbps CS-ACELP(ITU G.729)
- 6.7 kbps VSELP(Japan Digital Cellular)
- 6.4 kbps IMBE(Immarsat Voice Coding Standard)
- 5.3 & 6.4 kbps True Speech Coder(ITU G.723)
- 4.8 kbps CELP(Fed. Standard 1016-STU-3)
- 2.4 kbps LPC(Fed. Standard 1015 LPC-10E)

A-Law – Quantalama standardı

A-law Compandor (Europe) Shown Graphically



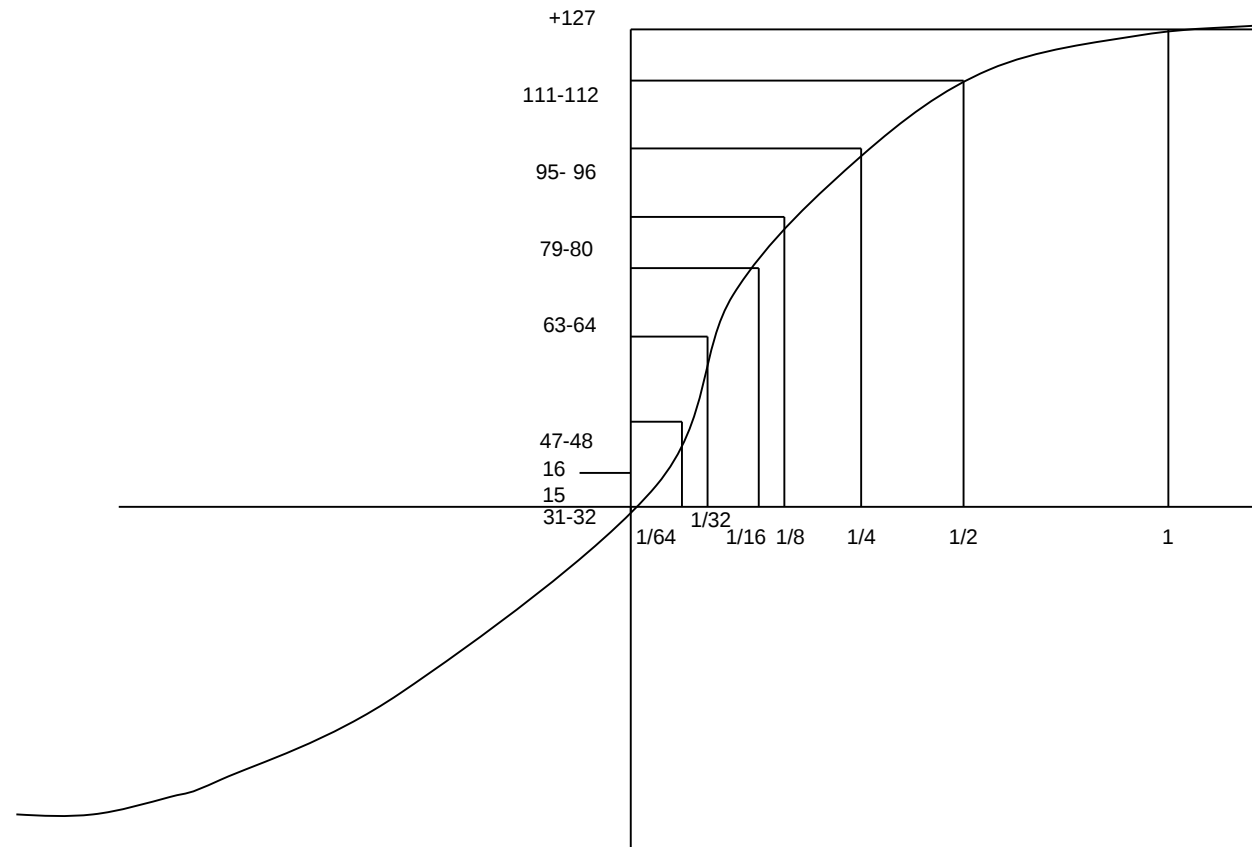
Haberleşme sistemlerinde analog sinyal lineer olarak eşit zaman aralıklarında eşit genlik aralıklı örnekleme yapılamaz.

Eşit zaman aralıklarında lineer olmayan örnekleme yapılır. Sağdaki A-law standardı ülkemiz için geçerli olan lineer olmayan örnekleme aralıklarını içermektedir. Küçük genliklerde daha sık genlik seviyeleri dikkate alınır.

Neden?

Küçük genlik konuşmalar kaybolduğunda haberleşme temel kuralı olan kalite problemi ortaya çıkmaktadır. Yavaş konuşma mahremiyet açısından çok önemlidir.

QUANTALAMA TEKNİĞİ NON-LİNEER QUANTALAMA



$2^8 = 256$ Adet işareti kodlayabiliriz.

1	0	1	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

1. **1.Bit** pozitif veya negatif bölgeyi gösterir.
1 olursa pozitif bölge
0 olursa negatif bölge
 2. **2,3,4. Bitler** hangi parçada bulunduğunu gösterir.(010)
 3. **5,6,7,8. Bitler** parça içinde bulunduğu yeri gösterir.
 - Bu dört karakterle 16 ayrı kodlama yapabiliriz.
 - Görüldüğü her parçada 15 adet kodlama vardır.
- ÖRNEK:** Pozitif 2.parçada 45 in kodlaması nasıl yapılır?
- 1 0 1 0 1 1 0 1

Lineer quantalama sisteminde düşük genlikli sinyallerin hata oranı yüksek olur. Telefonda kısık sesli konuşanların seslerinin büyük kısmı kaybolur. Bunu önlemek için genlik eksenini parçalara bölerken eşit bölmüyoruz. Düşük genlikli sinyallerde aralıklar daha sık yüksek genlikli sinyallerde aralıklar daha seyrek. Aralıklarını öyle ayarlıyoruz ki sinyal gürültü oranı hep aynı oluyor. Bu işleme non-lineer quantalama denir.

TDM - E1
Time Division Multiplexing

Time Division Multiplexing

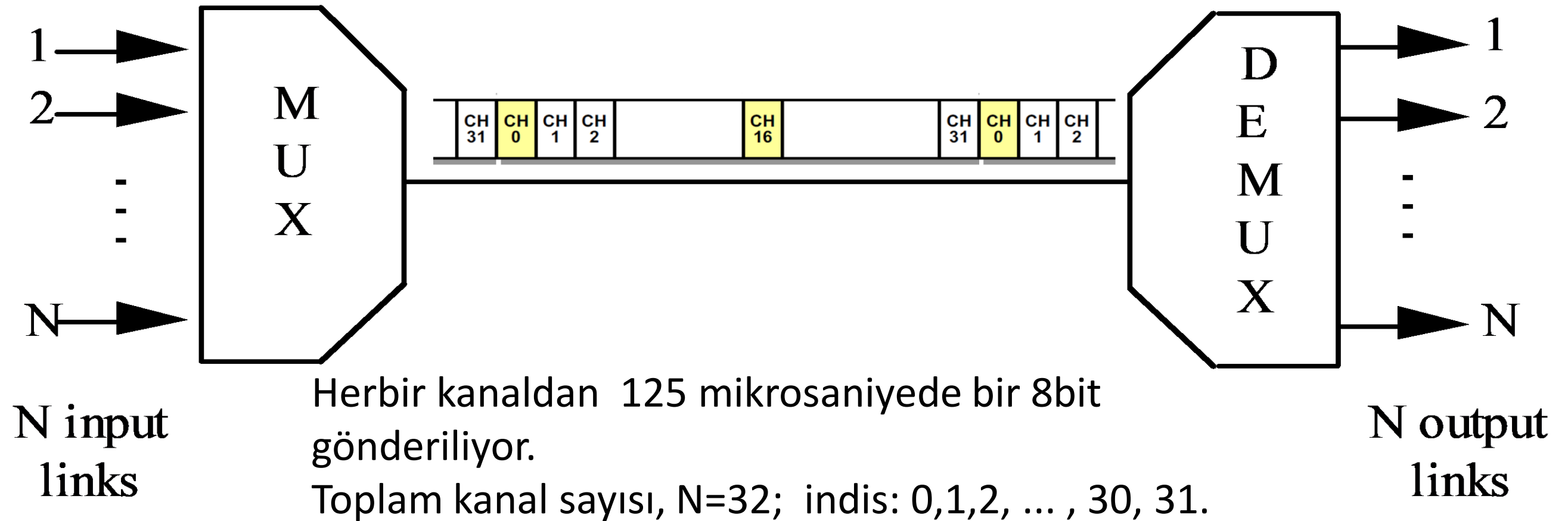
- Time Division Multiplexing (TDM) is a data transmission technique that allows multiple signals to share the same communication channel by dividing the available time into separate time slots. Each signal is assigned a specific time slot during which it can transmit its data.
- It answers the question of how to communicate with many subscribers simultaneously in a communication environment, instead of making one phone call from a single line.
- The total transmission time on a communication channel is divided into equal time intervals (time slots). Each user or data source gets its own time slot in a repeating sequence. The signals are sent one after another, not simultaneously, but so fast that they appear continuous.
- Suppose there are 4 users (A, B, C, D) sharing one channel. The system divides each second into 4 time slots: one for each user. During slot 1, A sends data; during slot 2, B sends data; and so on. After D finishes, the cycle repeats continuously.
- **Applications:**
 - Telephone systems (digital telephony)
 - Satellite and optical fiber communications
 - Computer networks and data links
 - Multiplexed data acquisition systems

Haberleşme Sistemlerinde Örneklemeye

- Ses dalgaları Akustik dalgalardır, havada basınçla ilerler. Ses dalgaları elektriksel sinyale dönüştürülür. Bu sinyalin band genişliği 0Hz ile 16000Hz arasındadır. Telefon haberleşmesinde band genişliği, $B=4\text{KHz}$ alınır. Bu band genişliği sesin anlama, tanıma ve hissetme özelliklerine karşılık gelmektedir.
- Gürültüsüz kanal kapasitesi hesaplamada Nyquist formülü kullanılır. $C=2Bm$, bit/saniye; Burada B , band genişliği Hz; $m=8$, sembolü temsil eden bit sayısıdır, analog sinyalden alınan örneğe karşılık bit sayısı. $C=2*4000*8=64000\text{bit/saniye}=64\text{Kbit/sec}$.
- Gürültülü kanal kapasitesi hesaplamada Shannon kapasite formülü kullanılır. $C=B \log_2(1+\text{SNR})$, SNR: İşaretin gürültüye oranıdır. $\text{SNR}=2^{(C/B)}-1$ dir. $\text{SNR}=2^{(64000/4000)}-1=2^{16}-1$. $\text{SNR}=2^{16}$. $\text{SNR}_{\text{dB}}=10\log_{10}(2^{16})=160*0.3=48\text{dB}$. $\log_{10}(2)=0.3$
- Nyquist Örneklemeye teoremi, $f_s \geq 2*B$ ya da $f_s \geq 2*f_{\text{maks}}$ dir.
- Telefon haberleşmesinde $f_s=2*B$ alınır. $f_s=2*4\text{KHz}=8\text{KHz}$
- Örneklemeye aralığı, $T_s=1/f_s=125\text{mikro saniye}$ dir.
- 125 mikrosaniyede bir ses sinyalinden 8 bitlik örnek alınıp iletilirse, bir saniyede 64000 bit/sec gönderilir.

TDM – E1 (2048Kbps)

- Time division multiplexing allows a link to be utilized simultaneously by many users. $N=32$



What is E1?

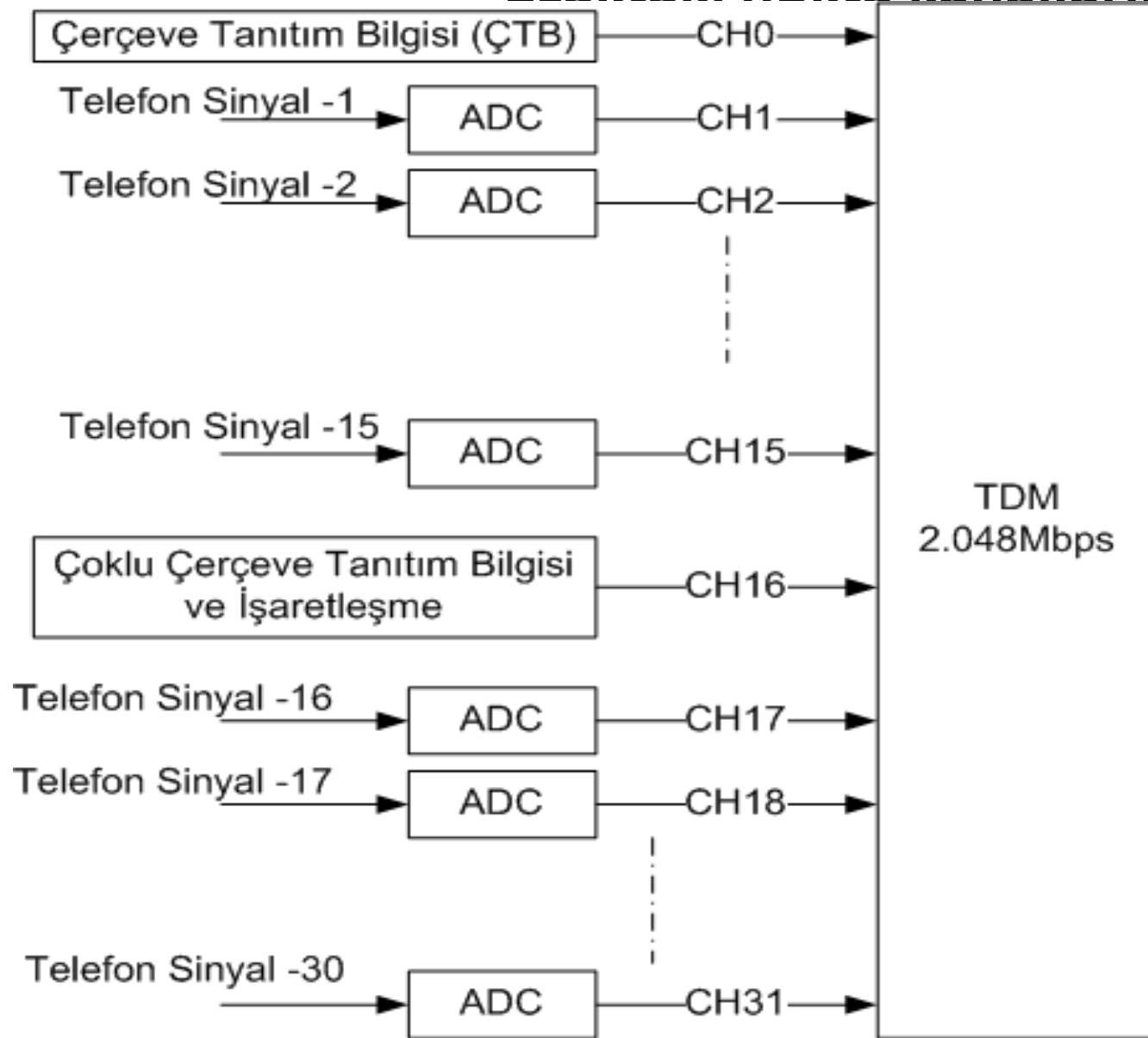
- E1 is a digital transmission standard that uses TDM to carry multiple voice or data channels over a single physical link. It is mainly used in Europe and Asia, while T1 is its counterpart in North America.
- Basic Characteristics of an E1 Line:
 - Total Bit Rate 2.048 Mbps
 - Number of Channels 32 time slots
 - Speed per Channel 64 Kbps
 - Multiplexing Technique TDM (Time Division Multiplexing)
 - Frame Duration 125 microseconds
 - Standard ITU-T G.703 / G.704

How E1 Works

- The E1 frame is divided into 32 time slots (TS0–TS31):
 - TS0: Frame synchronization and control.
 - TS1–TS15, TS17–TS31: Carry user data (voice or digital information).
 - TS16: Signaling (call setup, line control, etc.).
 - Each frame repeats every 125 microseconds, meaning 8000 frames per second are transmitted.
 - This allows 30 voice channels plus signaling and synchronization to share a single 2.048 Mbps link.
- Think of an E1 line as a 32-seat bus:
 - Each seat represents a time slot (channel).
 - The bus (the communication line) makes a trip every 125 microseconds.
 - Each passenger (signal) gets their turn to “talk” during their time slot.
 - Even though only one speaks at a time, everyone’s message gets through — that’s the power of TDM.

TDM – E1: 2.048Mbps

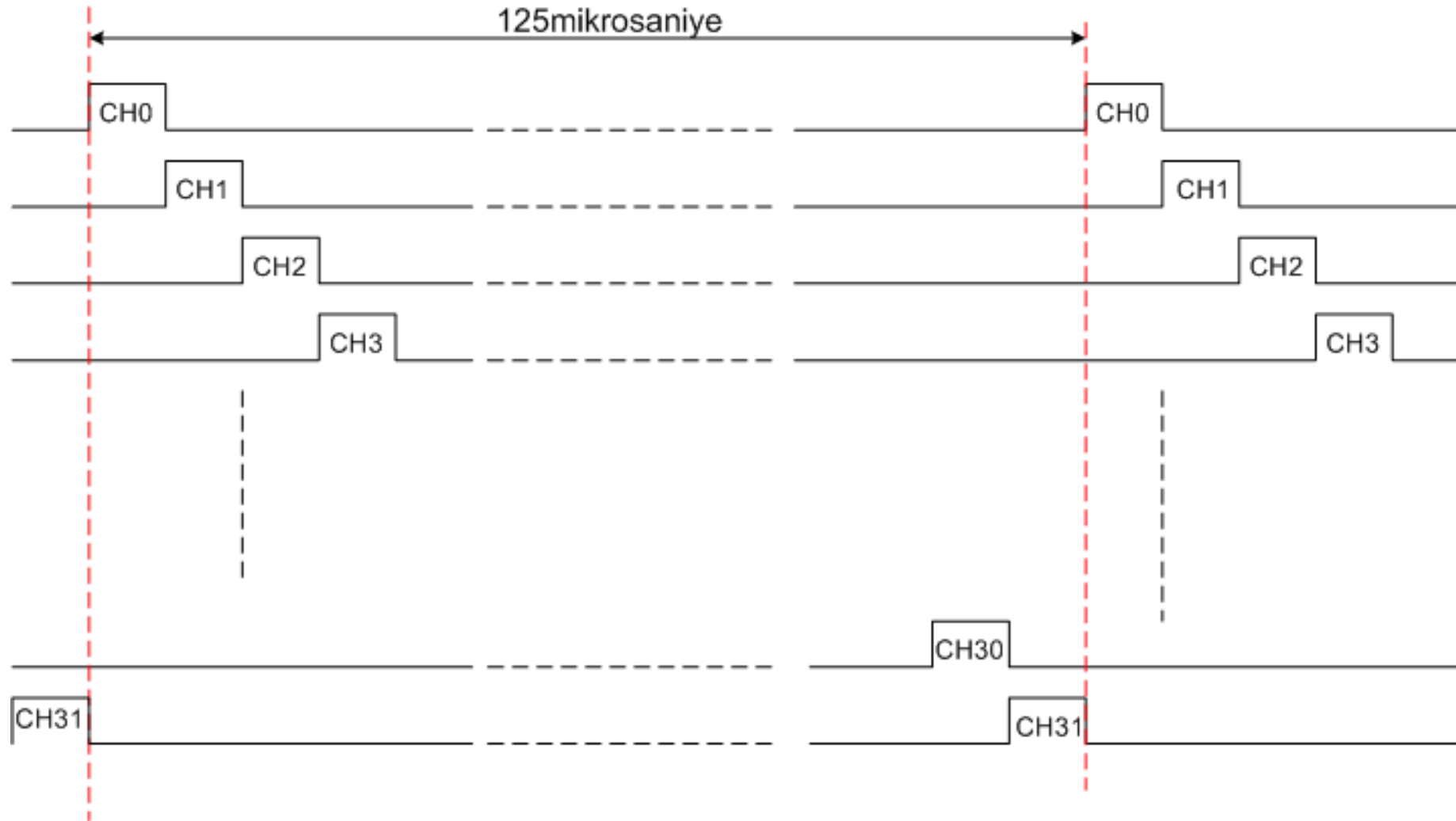
uzaktaki nokta kanalların konumları nasıl tanımlavacak



- Devre Anahtarlamaalıdır
- 125mikrosaniyede 32 kanaldan $32*8=256$ bit gönderilir.
- Bir çerçeve 32 kanaldan oluşur.

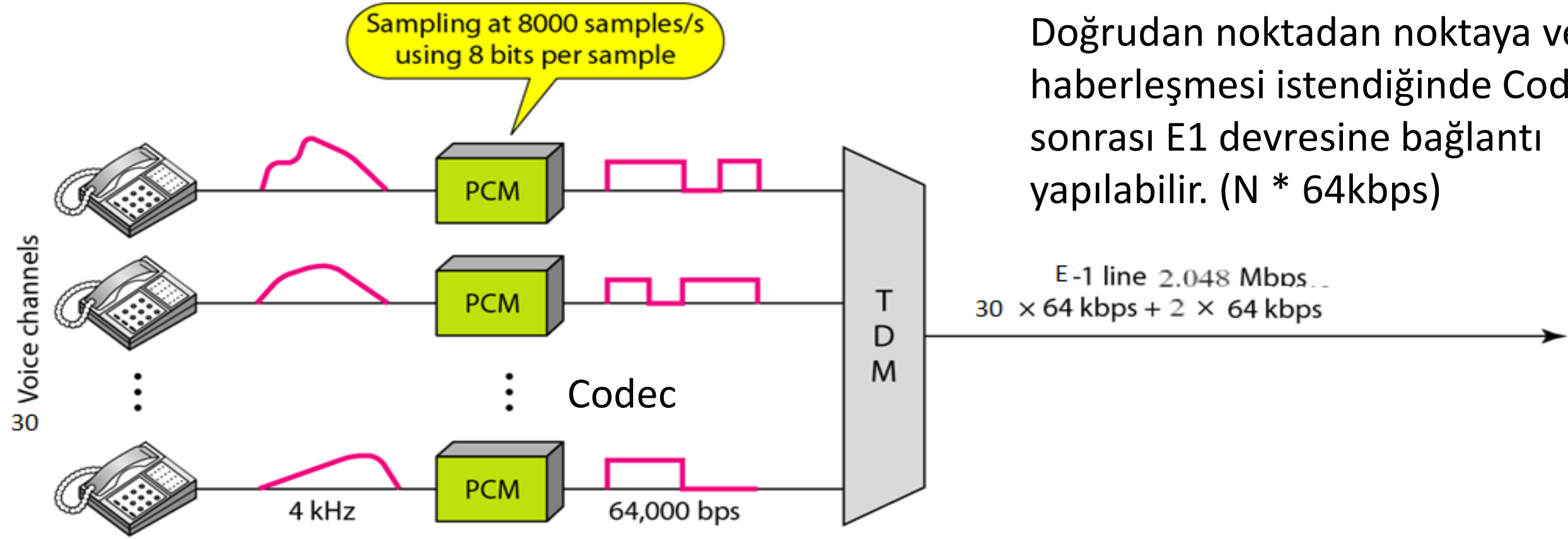
- 125 mikrosaniyede bir çerçeveden 256 bit transfer edilirse, 1 saniyede bir çerçeveden kaç bit transfer edilir.
- $X=256/125\text{mikrosaniye}=256/(125*10^{-6}) = 2.048\text{Mbit/sec}$

TDM – E1: 2.048Mbps - Clock



Her bir kanaldan 8 bit
gönderilir.

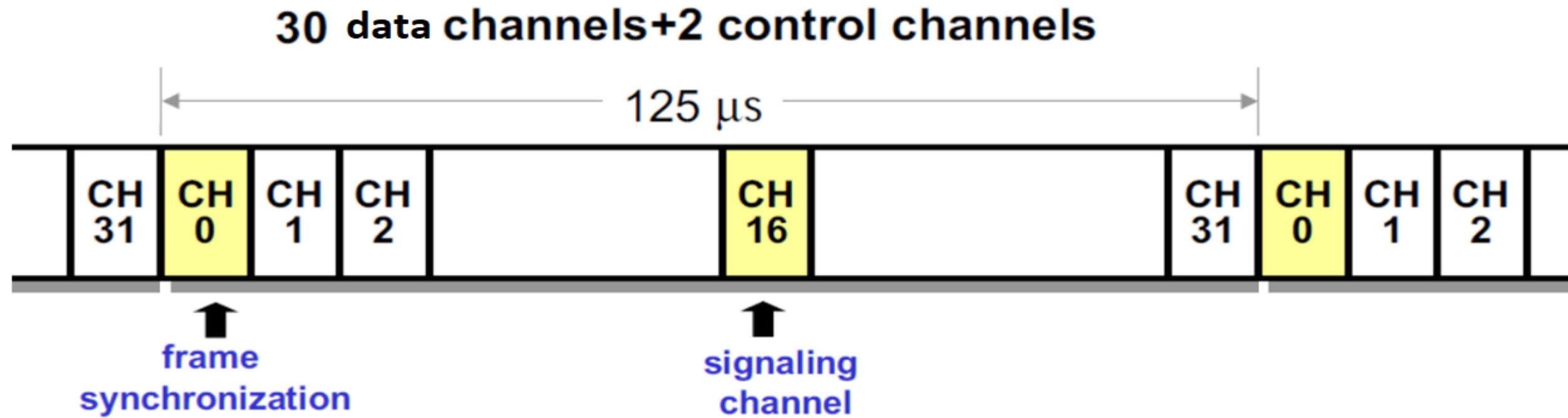
E-1 line for multiplexing telephone lines



Doğrudan noktadan noktaya veri haberleşmesi istendiğinde Codec sonrası E1 devresine bağlantı yapılabilir. ($N * 64\text{kbps}$)

- E1 TDM Çoğullama devresinde 32 adet kanal vardır? Bu kanallardan 30 adeti haberleşme kanalıdır? Geriye kanal 2 adet konuşma kanalı ise çerçeve tanıtlam bilgisi ve işaretleşme bilgilerini transfer etmek amacıyla kullanılır.
- E1 TDM Çoğullama devresinde 32 adet kanal vardır. Bir E1 devresindeki 1 Kanaldan saniyede 64000bit transfer edilirse, E1 devresininden tümünde 1 saniyede 2048000 bit transfer edilir?

E1-frame



E1 bit rate : $32 \times 64\text{Kbps} = 2.048\text{ Mbps}$

PCM COMMUNICATION SYSTEMS

The plesiochronous digital hierarchy (PDH) has two primary communication systems as its foundation. These are the T1 system based on 1544kbit/s that is recommended by ANSI and the E1 system based on 2048kbit/s that is recommended by ITU-T.

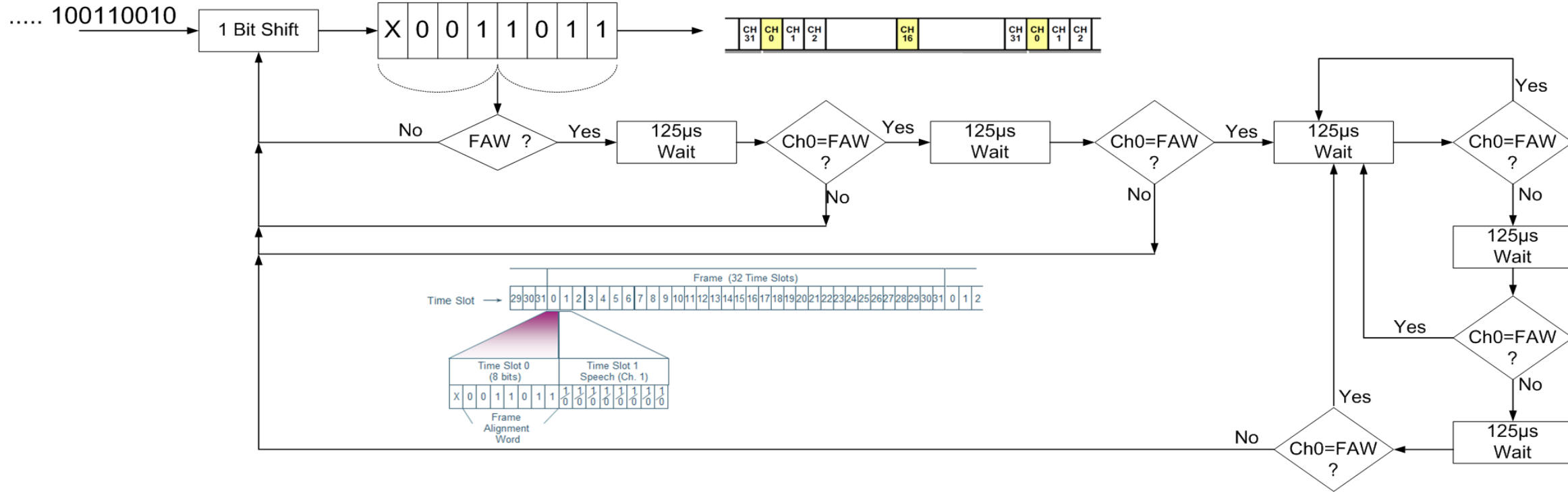
The T1 system is used mainly in the USA, Canada and Japan. European and certain non-European countries use the E1 system.

	Common characteristics	
a	Sampling frequency	8kHz
b	Number of samples per telephone signal	8000 per second
c	Length of PCM frame	$1/b = 1/8000/s = 125\mu s$
d	Number of bits in each code word	8
e	Telephone channel bit rate	$b \times d = 8000/s \times 8 \text{ bit} = 64\text{kbit/s}$

TS0-ÇTB Bulma Algoritması

Soru: Veri haberleşmesi, ikili sayı sistemi (bit: 0/1). Sürekli 1 ve 0ların transfer edildiği bir haberleşme ortamında alıcı taraf kanalları nasıl belirleyecek?

Çerçeve Tanıtım Bilgisi (FAW), 125mikro saniyede bir 8 bit olarak gelir. Amaç seri olarak gelen 1 veya 0 değerlerinden doğru çerçeve tanıtım bilgisini belirlemektir.



Kanalların yerleri zaman domeninde belirlenmiş olur.

TS: Time Slot – Bir aboneye ait kanal

ÇTB: Çerçeve Tanıtım Bilgisi

Signalling Multiframe

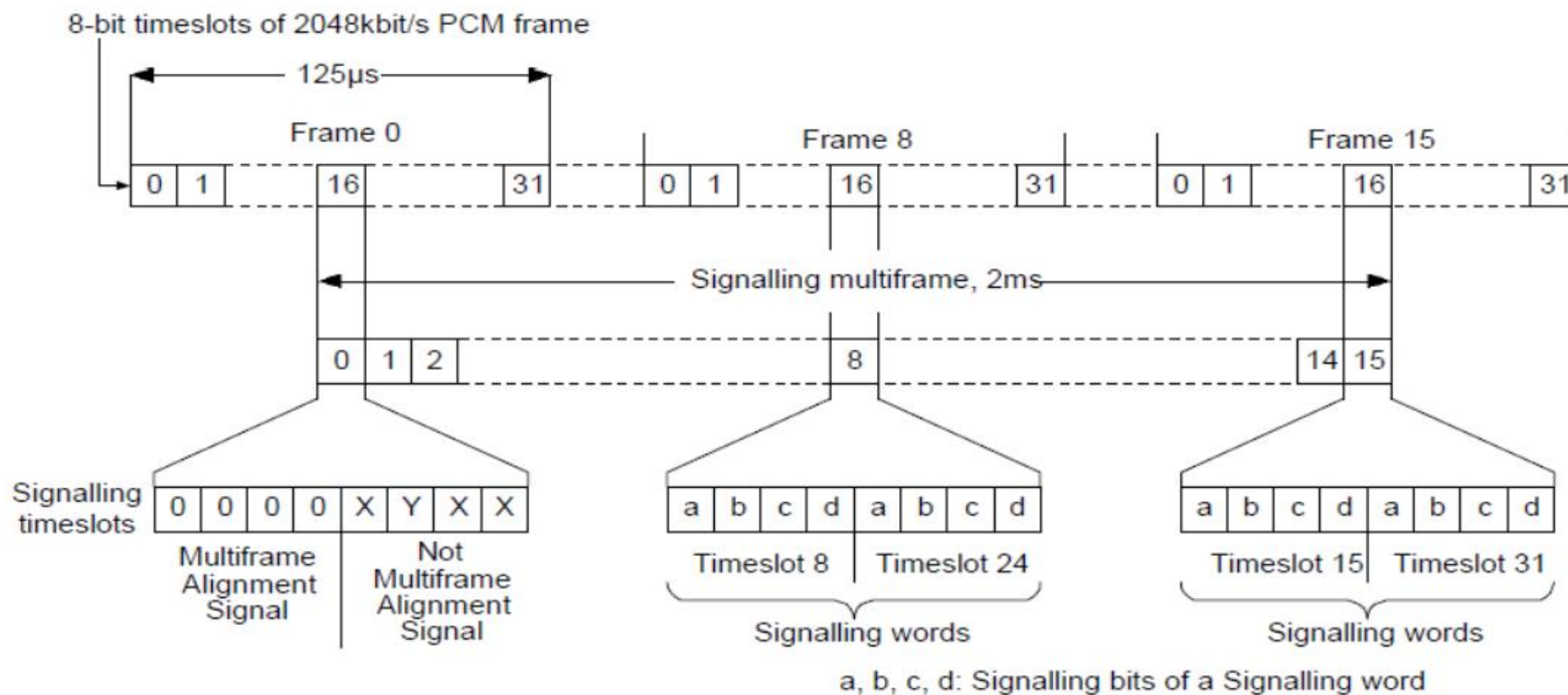


Figure 9: Signalling multiframe

The first four bits in timeslot 16 of the first frame (frame 0) of the signalling multiframe are used to transmit the Multiframe Alignment Signal (MFAS) = 0 0 0 0. The last four bits contain the Not Multiframe Alignment Signal (NMFAS) = X Y X X. The signalling multiframe structure is as shown in the table below:

frame number	Bits in channel timeslot 16							
	a	b	c	d	a	b	c	d
0	0	0	0	0	X	Y	X	X
1	Telephone channel 1				Telephone channel 16			
2	Telephone channel 2				Telephone channel 17			
3	Telephone channel 3				Telephone channel 18			
4	Telephone channel 4				Telephone channel 19			
5	Telephone channel 5				Telephone channel 20			
6	Telephone channel 6				Telephone channel 21			
7	Telephone channel 7				Telephone channel 22			
8	Telephone channel 8				Telephone channel 23			
9	Telephone channel 9				Telephone channel 24			
10	Telephone channel 10				Telephone channel 25			
11	Telephone channel 11				Telephone channel 26			
12	Telephone channel 12				Telephone channel 27			
13	Telephone channel 13				Telephone channel 28			
14	Telephone channel 14				Telephone channel 29			
15	Telephone channel 15				Telephone channel 30			

0 0 0 0 = multiframe alignment signal

X = reserved bit normally set to 1; Y = distant multiframe alarm bit

Table 2: Assignment of bits in timeslot 16 of a signalling multiframe for channel- associated signalling

E1

- A Frame;
- An E1 system consists of 32 time slots which contain the 64 kbit/s consecutive samples. This is called a frame.
- The Transmission Rate;
- When combined together 32 time slots x 64 Kbits/s = 2048 Kbits/s which is the speed of the E-1 transmission system.
- ITU-T Specifications;
- **ITU-T Rec. G.703; Sayısal sinyaller haberleşme ortamından iletilmez. Neden? Zayıflar, gürültü. HDB3 formatında analog sinyal olarak iletilir.**
 - Bit rate: 2048 Kbit/s +/- 50 ppm
 - Code: HDB3 (high density bipolar 3)

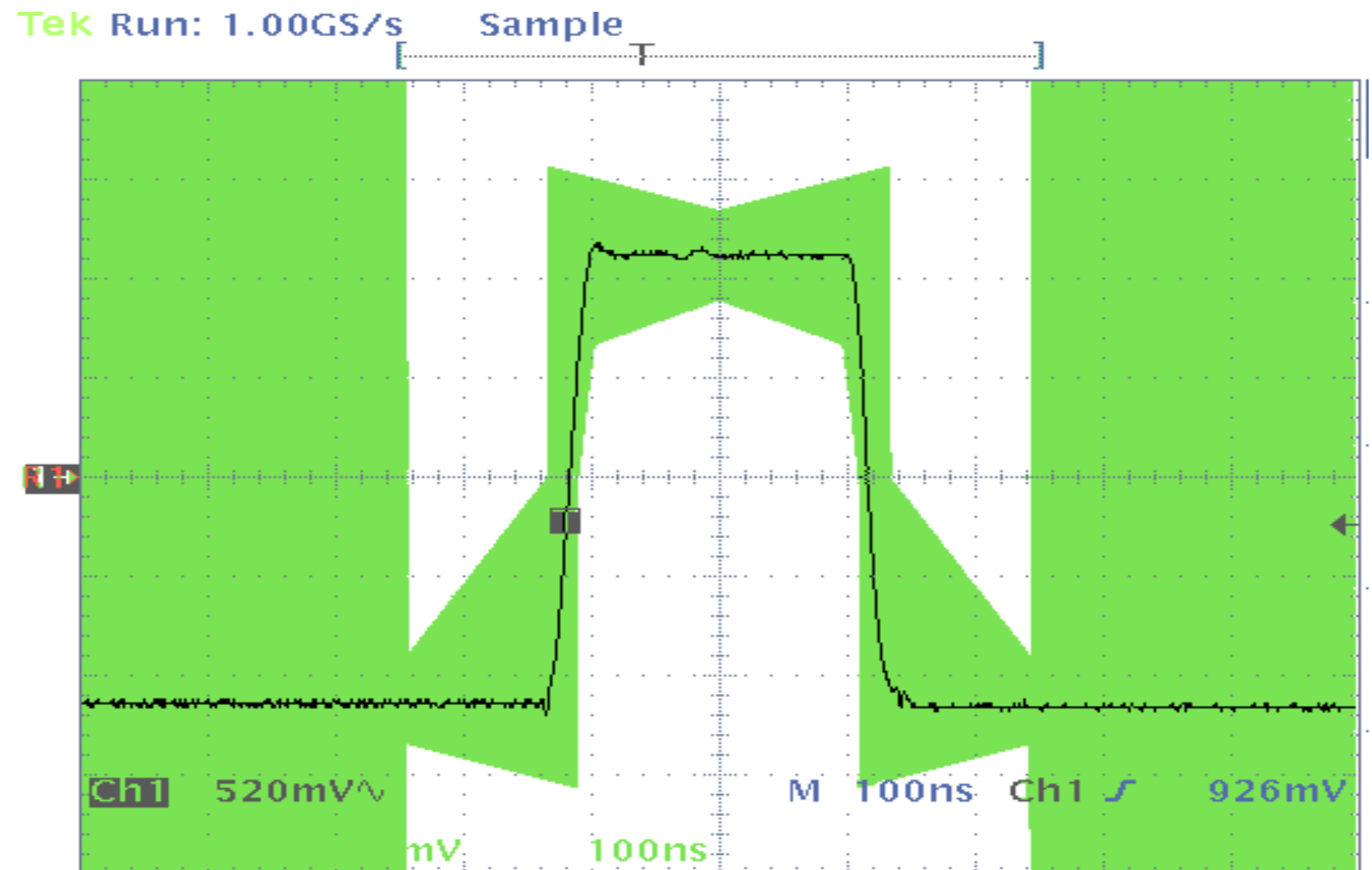
Table 6/G.703

Pulse shape (normally rectangular)	All marks of a valid signal must conform with the mask (see figure 15/G.703) irrespective of the sign. The value V corresponds to the peak value.	
Pair(s) in each direction	One coaxial pair	One symmetrical pair
Test load impedance	75 ohms resistive	120 ohms resistive
Nominal peak voltage of a mask (pulse)	2.37 V	3 V
Peak voltage of a space (no pulse)	$0 \pm 0.237 \text{ V}$	$0 \pm 0.3 \text{ V}$
Nominal pulse width	244 ns	
Ratio of the amplitude of positive and negative pulses at the centre of the pulse interval	0.95 to 1.05	
Ratio of the widths of positive and negative pulses at the normal half amplitude	0.95 to 1.05	
Maximum peak-to peak jitter at an output port	Refer to § 2 of Recommendation G.823	

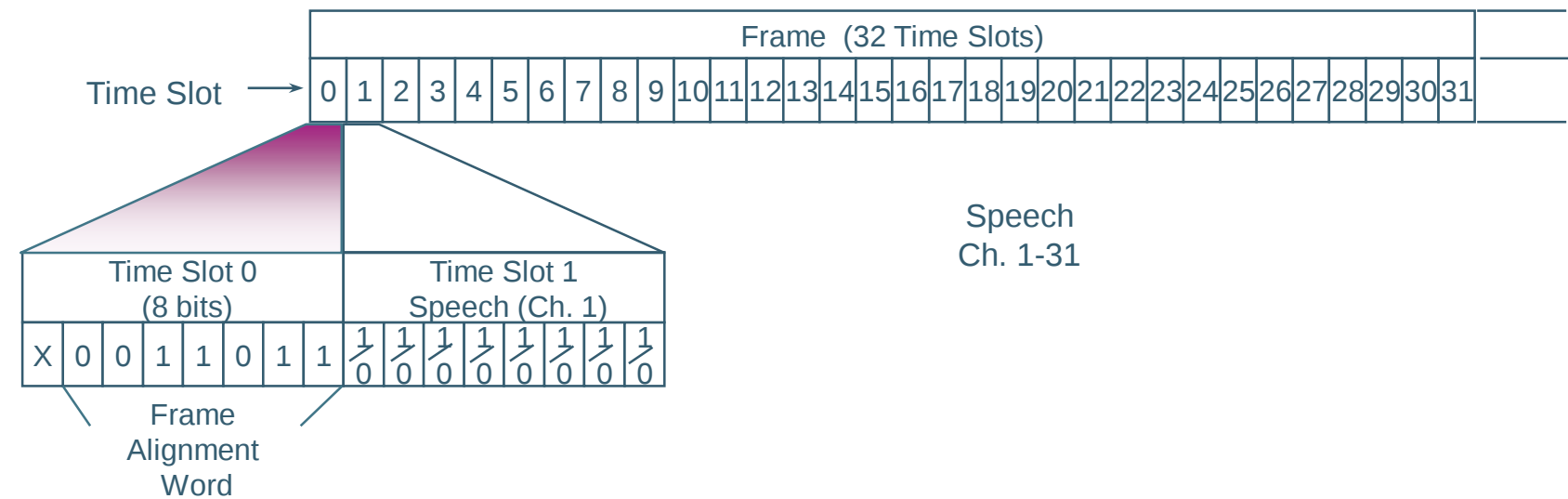
E1

ITU-T Specifications;

- ITU-T Rec. fig.15/G.703
sample capture of an
E1 signal with the
pulse shape mask



ITU-T Rec. G.704



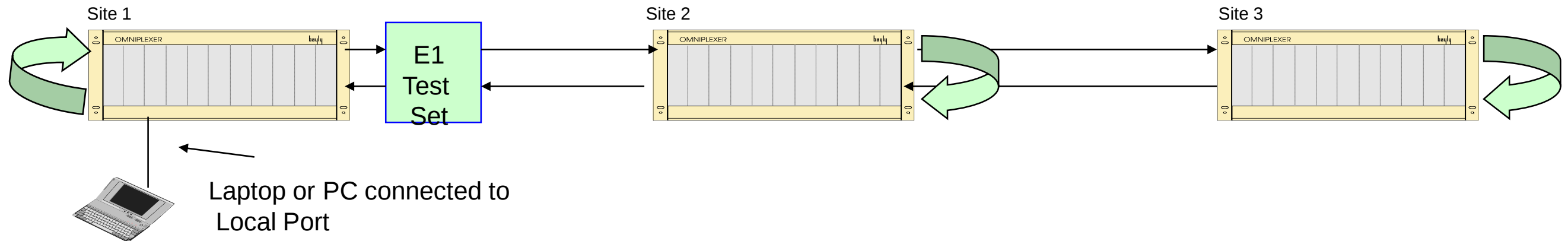
Applying this framing method to the OMNIBranch and OMNIFlex.

- TS 0 is used for framing and alarm information
- The OMNIBranch assigns channel numbers 1 to 31, for usable transmission.

CCITT G.704 (32 Time Slots)																															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

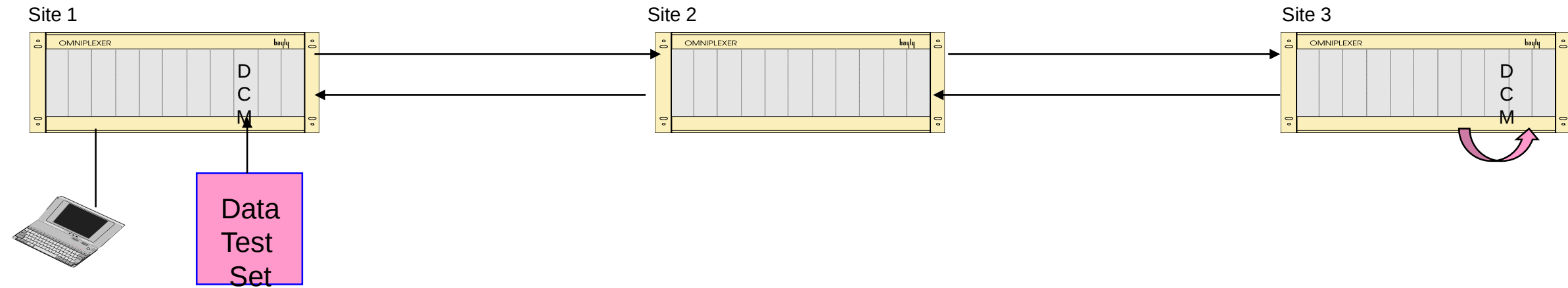
OMNIBranch / OMNIFlex - 31 Time Slot Assignments																															
-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

E1 Bit Error Rate Testing



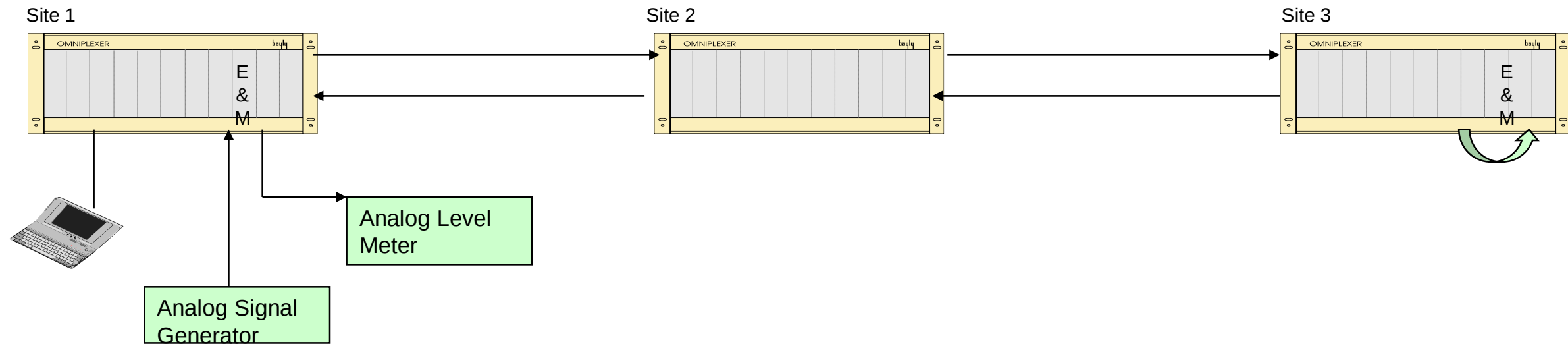
- From one location, technician can selectively test each link
- E1 remote loopback enabled sequentially to test link-by-link
- Testing performed in both “West” and “East” directions (using drop/insert E1 test set)
- Can test entire E1 bandwidth or time slot increments
- Duration of test is ½ to 1 hour
- Error rate of 10E-6 is acceptable, error rate of 10E-8 to 10E-9 is expected
- OMNIPlexer’s built-in E1 error rate testing will raise alarm if error rate rises above pre-programmed threshold (10E-6 to 10E-9)

Data Channel Testing



- From one location, technician can perform end-to-end bit error rate test for each data circuit
- Data channel remote loopback enabled
- Can test entire one time slot, multiple time slots or sub-rate time slot data channels
- Duration of test is ½ to 1 hour
- Error rate of 10E-6 is acceptable, error rate of 10E-8 to 10E-9 is expected

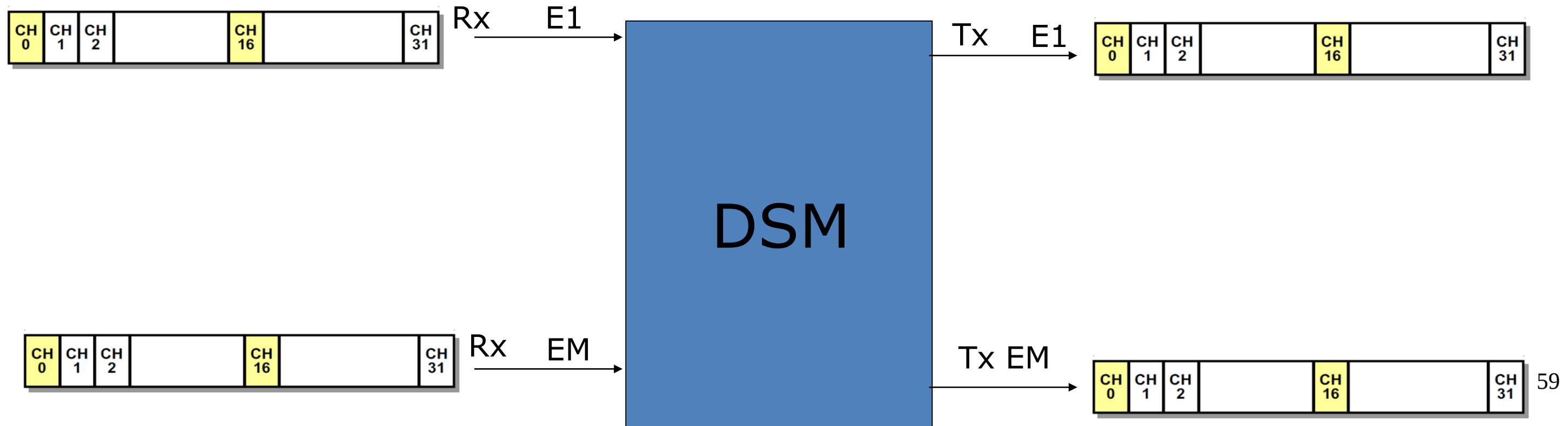
Voice Channel Testing



- From one location, technician can perform end-to-end bit test for each analog circuit
- Analog channel remote loopback enabled
- Measure analog level, signal-to-noise ratio, noise floor, distortion

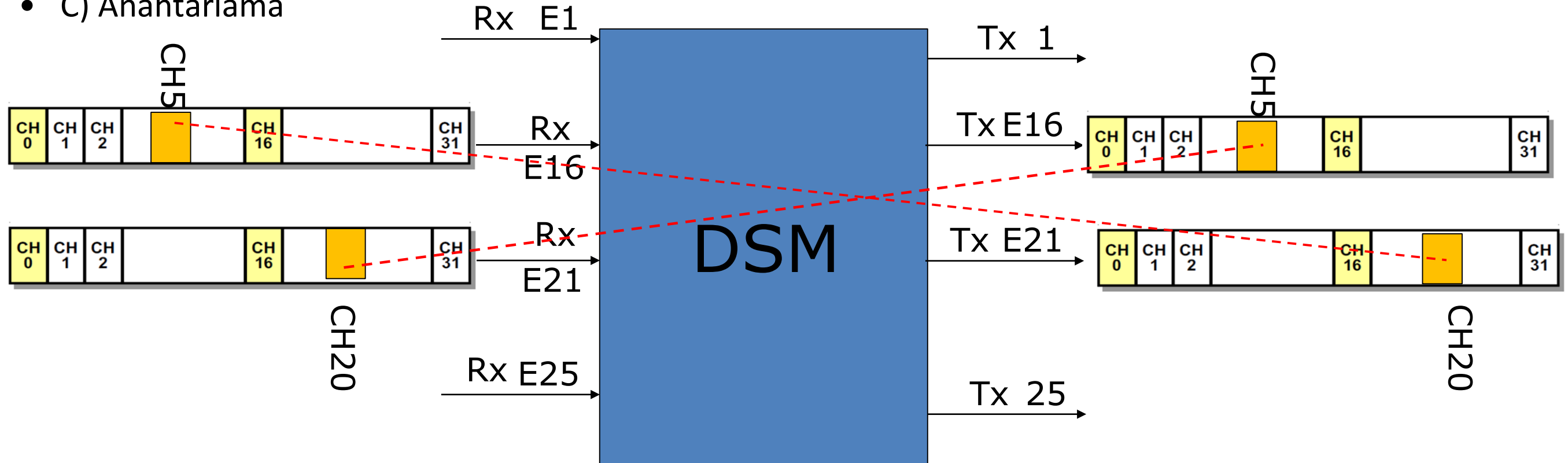
Digital Switching Matrix

Digital Switching Matrix (DSM) ve E1 devresinde kanal anahtarlama



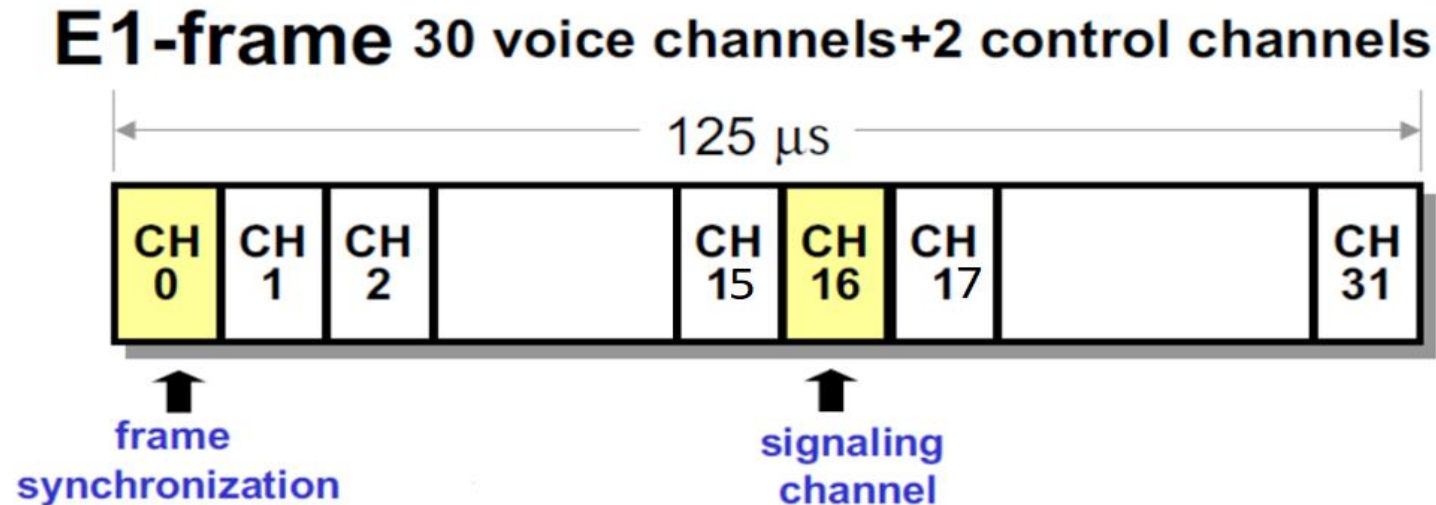
Örnek: Toplam E1 sayısı 25 olan DSM de 455 nolu aboneyi 620 nolu aboneye anahtarlayın

- A) Aynı anda hizmet alan toplam abone sayısı=25 x 30 =750
- B) 455 nolu ve 620 nolu aboneler kanalı hangi E1 de?
 $455/30=15. \dots$; 16 nolu E1'in 5 nolu kanalı (Time Slot); Time Slot= $455-(16-1)*30=5$
 $620/30=20. \dots$; 21 nolu E1'in 20 nolu kanalı (Time Slot); Time Slot= $620-(21-1)*30=20$
- C) Anahtarlama



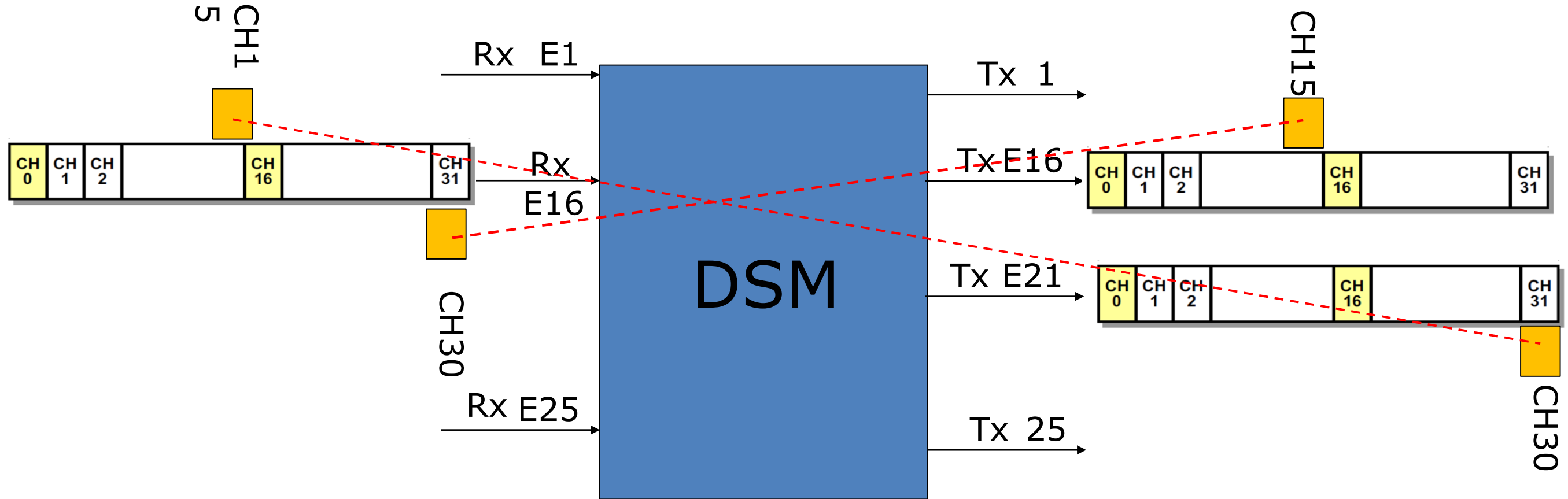
Örnek: Toplam E1 sayısı 5 olan DSM de 75 nolu aboneyi 90 nolu aboneye anahtarlayın

- A) Toplam aynı anda hizmet alacak abone sayısı= $5 \times 30 = 150$
- B) E1 devrelerine ilişkin Tx, Rx Kanal Sıralaması yapınız
 - 1. E1 Kanal Sıralama: 1...30
 - 2. E1 Kanal Sıralama: 31...60
 - 3. E1 Kanal Sıralama : 61... 90
 - 4. E1 Kanal Sıralama : 91 ... 120
 - 5. E1 Kanal Sıralama : 121 ... 150
- C) Anahtarlanaacak abonelerin konumlarını belirleyin
 - E1 data kanalları (30 adet)
 - E1 data kanal sıralama: 1..15, 17..31 (0. Kanal: FAW, 16. Kanal: Çoklu Çerçeve tanıtım bilgisi + Sinyalleşme bilgileri)
 - 75 nolu abone = $30 \times 2 + 15$: 3. E1'in 15 nolu kanalı
 - 90 nolu abone= 3×30 : 3.E1'in 31 nolu kanalı



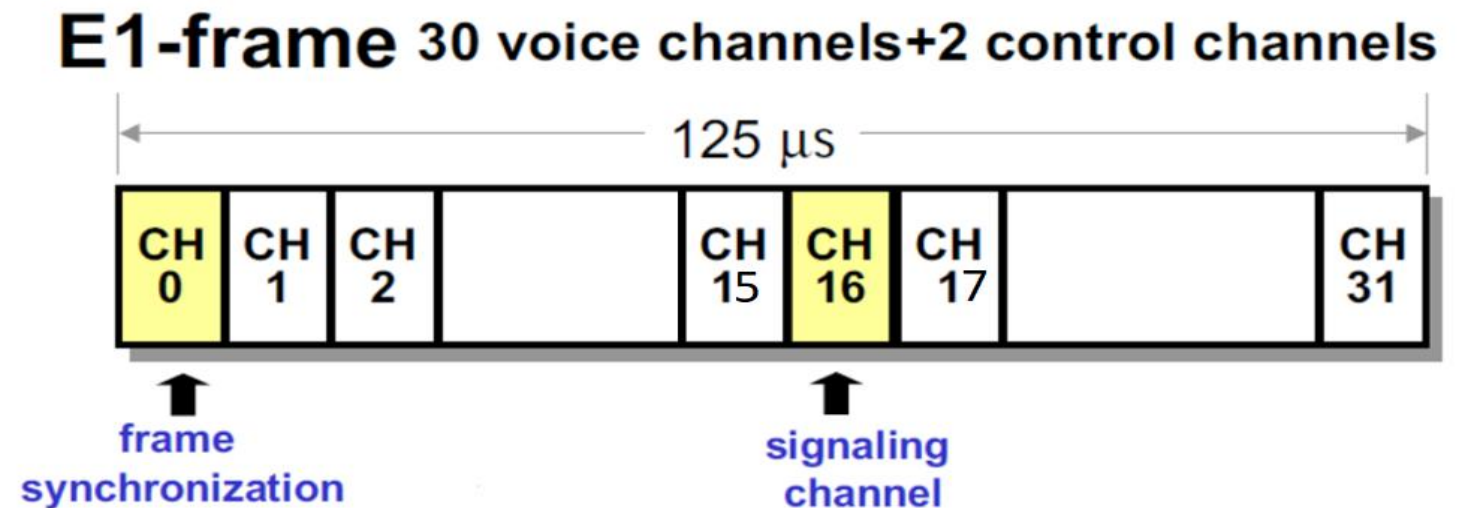
Örnek: Toplam E1 sayısı 5 olan DSM de 75 nolu aboneyi 90 nolu aboneye anahtarlayın

- D) DSM anahtarlama devresini çiziniz.



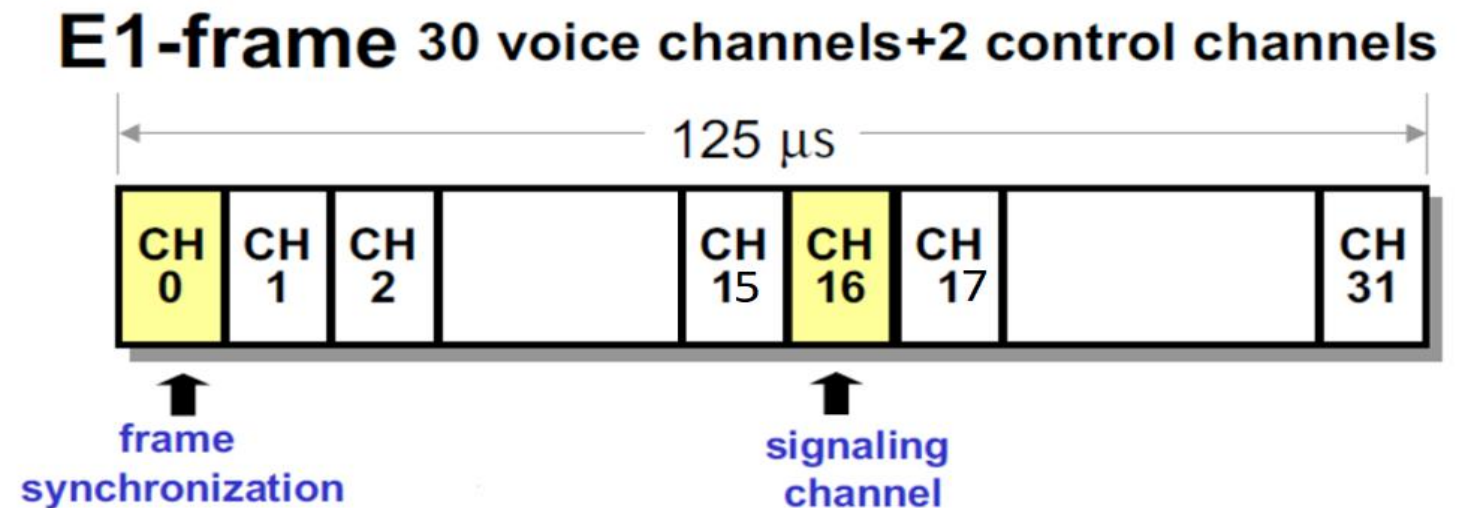
Örnek: Toplam E1 sayısı 8 olan DSM de 6. E1 10. Kanalı 4.E1 in 29. Kanalına anahtarlarmıştır. DSM anahtarlama devresini çiziniz. Abone numaralarını bulunuz

- A) Abone numaralarını bulunuz.
- Aynı anda hizmet alacak toplam abone sayısı: $8 \times 30 = 240$
- Kanal Sıralaması:
 - 1. E1 Kanal Sıralama: 1...30
 - 2. E1 Kanal Sıralama: 31...60
 - 3. E1 Kanal Sıralama : 61... 90
 - 4. E1 Kanal Sıralama : 91 ... 120
 - 5. E1 Kanal Sıralama : 121 ... 150
 - 6. E1 Kanal Sıralaması: 151 ... 180
 - 7. E1 Kanal Sıralaması: 181 ... 210
 - 8. E1 Kanal Sıralaması: 211 ... 240
- 6. E1 10.Kanal: $5 \times 30 + 10 = 150 + 10 = 160$
- 4. E1 29. Kanal: $3 \times 30 + 30 (29+1) = 120$
(ÇÇTB: 16. Kanal)



Örnek: Toplam E1 sayısı 8 olan DSM de 6. E1 10. Kanalı 4.E1 in 29. Kanalına anahtarlarmıştır. DSM anahtarlama devresini çiziniz. Abone numaralarını bulunuz

- A) Abone numaralarını bulunuz.
- Aynı anda hizmet alacak toplam abone sayısı: $8 \times 30 = 240$
- Kanal Sıralaması:
 - 1. E1 Kanal Sıralama: 1...30
 - 2. E1 Kanal Sıralama: 31...60
 - 3. E1 Kanal Sıralama : 61... 90
 - 4. E1 Kanal Sıralama : 91 ... 120
 - 5. E1 Kanal Sıralama : 121 ... 150
 - 6. E1 Kanal Sıralaması: 151 ... 180
 - 7. E1 Kanal Sıralaması: 181 ... 210
 - 8. E1 Kanal Sıralaması: 211 ... 240
- 6. E1 10.Kanal: $5 \times 30 + 10 = 150 + 10 = 160$
- 4. E1 29. Kanal: $3 \times 30 + 30 (29+1) = 120$
(ÇÇTB: 16. Kanal)



Arayan ve Aranan Abonelerin E1 ve Kanal Numaralarını Bulan Algoritma

Adım-1: Aramaların hangi E1 devresi üzerinden olduğunu bulmak için numara 30 abone sayısına bölünür.

- Arayan abone, $A1 = \text{tamsayı}(\text{arayan abone numarası}/30)$,
- Aranan abone, $A2 = \text{tamsayı}(\text{aranan abone numarası}/30)$,

Adım-2: $K1 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A1$, $K2 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A2$.

Adım-3:

- Eğer $K1=0$ ise $M1=A1$, Kanal Numarası, $B1=31$ alınır.
- Eğer $K2=0$ ise $M2=A2$, Kanal Numarası, $B2=31$ alınır.
- Git “Adım-5”

Adım-4:

- Konuşma kanallarının E1 üzerindeki dağılım 1.kanal ile 15. Kanal ve 17.Kanal ile 31.Kanal arasındadır. Kanal Çerçeve Tanıtım bilgisi, 16.Kanaldan ise Çoklu Çerçeve Tanıtım ve İşaretleşme Bilgileri gönderilir.
- Eğer $K1 \neq 0$ ise $M1=A1+1$ alınır.
- $1 \leq K1 \leq 15$ arasında ise Abone kanal numarası, $B1=K1$ alınır.
- $16 \leq K1 \leq 29$ arasında ise Abone kanal numarası, $B1=K1+1$ alınır.
- Eğer $K2 \neq 0$ ise $M2=A2+1$ alınır.
- $1 \leq K2 \leq 15$ arasında ise Abone kanal numarası, $B2=K2$ alınır.
- $16 \leq K2 \leq 29$ arasında ise Abone kanal numarası, $B2=K2+1$ alınır.

Adım-5:

- Anahtarlama işlemi tamamlanmıştır. Arayan abone $M1$ inci E1 devresini $B1$ inci kanalı üzerinden aradığı abonesi ile $M2$ inci E1 devresinin $B2$ inci kanalı üzerinden anahtarlama yapılarak iletişim kurmaktadır.

Örnek:

Telefon numarası 4718 olan abone telefon numarası 2057 olan aboneyi arıyor. Anahtarlama DSM (Digital Switching Matrix) sistemindeki E1 devreleri üzerinden yapılmaktadır. Bir E1 devresinde 30 konuşma kanalı bulunmaktadır.

a) Adım-1'deki ifadelerden arayan ve aranan aboneler için A1,A2 değerlerini bulunuz.

- Arayan abone, $A1 = \text{tamsayı}(\text{arayan abone numarası}/30) = \text{tam sayı}(4718/30) = 157$
- Aranan abone, $A2 = \text{tamsayı}(\text{aranan abone numarası}/30) = \text{tam sayı}(2057/30) = 68$

b) Adım-2'deki ifadelerden K1 ve K2 değerlerini hesaplayın.

- $K1 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A1 = 4718 - 30 * 157 = 4718 - 4710 = 8$
- $K2 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A2 = 2057 - 30 * 68 = 2057 - 2040 = 17$

c) Eğer $K1=0$ veya $K2=0$ ise Adım-3 çalıştırın.

d) Eğer $K1 \neq 0$ veya $K2 \neq 0$ ise Adım-4 çalıştırın.

- Eğer $K1 \neq 0$ ise $M1 = A1 + 1 = 158$ alınır.
- $1 \leq K1 \leq 15$ arasında ise Abone kanal numarası $B1 = K1$ alınır. $B1 = 8$
- Eğer $K2 \neq 0$ ise $M2 = A2 + 1 = 69$ alınır.
- $16 \leq K2 \leq 29$ arasında ise Abone kanal numarası, $B2 = K2 + 1 = 18$ alınır.

e) Adım-5'i çalıştırın. Bulduğunuz M1,M2, B1, B2 değerlerini yerine koyarak yorum yapınız.

- Anahtarlama işlemi tamamlanmıştır. Arayan abone 158 inci E1 devresini 8 inci kanalı üzerinden aradığı abonesi ili 69 inci E1 devresinin 18 inci kanalı üzerinden anahtarlama yapılarak iletişim kurmaktadır.

Örnek:

Telefon numarası 2728 olan abone telefon numarası 1055 olan aboneyi arıyor. Anahtarlama DSM (Digital Switching Matrix) sistemindeki E1 devreleri üzerinden yapılmaktadır. Bir E1 devresinde 30 konuşma kanalı bulunmaktadır.

a) Adım-1'deki ifadelerden arayan ve aranan aboneler için A1,A2 değerlerini bulunuz.

- Arayan abone, $A1 = \text{tamsayı}(\text{arayan abone numarası}/30) = \text{tam sayı}(2728/30) = 90$
- Aranan abone, $A2 = \text{tamsayı}(\text{aranan abone numarası}/30) = \text{tam sayı}(1055/30) = 35$

b) Adım-2'deki ifadelerden K1 ve K2 değerlerini hesaplayın.

- $K1 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A1 = 2728 - 30 * 90 = 2728 - 2700 = 28$
- $K2 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A2 = 1055 - 30 * 35 = 1055 - 1050 = 5$

c) Eğer $K1=0$ veya $K2=0$ ise Adım-3 çalıştırın.

d) Eğer $K1 \neq 0$ veya $K2 \neq 0$ ise Adım-4 çalıştırın.

- Eğer $K1 \neq 0$ ise $M1 = A1 + 1 = 91$ alınır.
- $1 \leq K1 \leq 15$ arasında ise Abone kanal numarası $B1 = K1$ alınır. $B1 = 29$
- Eğer $K2 \neq 0$ ise $M2 = A2 + 1 = 36$ alınır.
- $16 \leq K2 \leq 29$ arasında ise Abone kanal numarası, $B2 = K2 + 1 = 6$ alınır.

e) Adım-5'i çalıştırın. Bulduğunuz M1,M2, B1, B2 değerlerini yerine koyarak yorum yapınız.

- Anahtarlama işlemi tamamlanmıştır. Arayan abone 91 inci E1 devresini 29 inci kanalı üzerinden aradığı abonesi ili 36 inci E1 devresinin 6 inci kanalı üzerinden anahtarlama yapılarak iletişim kurmaktadır.

Örnek

Telefon numarası 4718 olan abone telefon numarası 2057 olan aboneyi arıyor. Anahtarlama DSM (Digital Switching Matrix) sistemindeki E1 devreleri üzerinden yapılmaktadır. Bir E1 devresinde 30 konuşma kanalı bulunmaktadır.

a) Adım-1'deki ifadelerden arayan ve aranan aboneler için A1,A2 değerlerini bulunuz.

- Arayan abone, $A1 = \text{tamsayı}(\text{arayan abone numarası}/30) = \text{tam sayı}(4718/30) = 157$
- Aranan abone, $A2 = \text{tamsayı}(\text{aranan abone numarası}/30) = \text{tam sayı}(2057/30) = 68$

b) Adım-2'deki ifadelerden K1 ve K2 değerlerini hesaplayın.

- $K1 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A1 = 4718 - 30 * 157 = 4718 - 4710 = 8$
- $K2 = \text{Arayan Abone Numarası} - 30 * A2 = 2057 - 30 * 68 = 2057 - 2040 = 17$

c) Eğer $K1=0$ veya $K2=0$ ise Adım-3 çalıştırın.

d) Eğer $K1 \neq 0$ veya $K2 \neq 0$ ise Adım-4 çalıştırın.

- Eğer $K1 \neq 0$ ise $M1 = A1 + 1 = 158$ alınır.
- $1 \leq K1 \leq 15$ arasında ise Abone kanal numarası $B1 = K1$ alınır. $B1 = 8$
- Eğer $K2 \neq 0$ ise $M2 = A2 + 1 = 69$ alınır.
- $16 \leq K2 \leq 29$ arasında ise Abone kanal numarası, $B2 = K2 + 1 = 18$ alınır.

e) Adım-5'i çalıştırın. Bulduğunuz M1,M2, B1, B2 değerlerini yerine koyarak yorum yapınız.

- Anahtarlama işlemi tamamlanmıştır. Arayan abone 158 inci E1 devresini 8 inci kanalı üzerinden aradığı abonesi ili 69 inci E1 devresinin 18 inci kanalı üzerinden anahtarlama yapılarak iletişim kurmaktadır.

Kaynaklar

- Analog Electronics, Bilkent University
- Electric Circuits Ninth Edition, James W. Nilsson Professor Emeritus Iowa State University, Susan A. Riedel Marquette University, Prentice Hall, 2008.
- Lessons in Electric Circuits, By Tony R. Kuphaldt Fifth Edition, last update January 10, 2004.
- Fundamentals of Electrical Engineering, Don H. Johnson, Connexions, Rice University, Houston, Texas, 2016.
- Introduction to Electrical and Computer Engineering, Christopher Batten - Computer Systems Laboratory School of Electrical and Computer Engineering, Cornell University, ENGRG 1060 Explorations in Engineering Seminar, Summer 2012.
- Introduction to Electrical Engineering, Mulukutla S. Sarma, Oxford University Press, 2001.
- Basics of Electrical Electronics and Communication Engineering, K. A. NAVAS Asst.Professor in ECE, T. A. Suhail Lecturer in ECE, Rajath Publishers, 2010.
- <http://www.ee.cityu.edu.hk/~csl/sigana/sig01.ppt>
- İnternet ortamından sunum ve ders notları

Usage Notes

- These slides were gathered from the presentations published on the internet. I would like to thank who prepared slides and documents.
- Also, these slides are made publicly available on the web for anyone to use
- If you choose to use them, I ask that you alert me of any mistakes which were made and allow me the option of incorporating such changes (with an acknowledgment) in my set of slides.

Sincerely,

Dr. Cahit Karakuş

cahitkarakus@gmail.com

Thank You