



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
الجامعة التقنية الجنوبية  
المعهد التقني العمارة  
قسم ..التقنيات الالكترونية والاتصالات



الحقيبة التدريسية لمادة

# الاتصالات ٢

الصف الثاني

تدريسي المادة

د. محسن جبار كبيان

الفصل الدراسي الثاني

## جدول مفردات مادة: الاتصالات ٢

الاسابيع	2nd الفصل الثاني
	semester
١	PSK-FSK-ASK modulation
٢	Transmission information- signal to noise ratio-noise
٣	Mobile-FDMA-TDMA-CDMA.
٤	Teleprinters-telegraph
٥	(Telex)-(Fas-Receiver)– (FaximileTransmission)
٦	Optic fiber-types-properties.
٧	Types of antenna-fundamentals of antenna-factor of antenna
٨	Propagation of radio signal.
٩	Some types of antenna.
١٠	Using of Microwave in communications.
١١	Satallite-properties and advances-receiving and transmitting-orbits of satellite-multiple access.
١٢	Microwaves-generations-frequency spectrum
١٣	Mobile-introduction-principles-technics-wireless technics
١٤	GSM-functions-structure.
١٥	Thuraya device.



الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة): التعرف على انواع ال . PSK-FSK-ASK modulation وتطبيقاتها وامثلة متنوعة.

مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري .

الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الالكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
٦. مشروع.
٧. تقارير .

أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفى في نهاية المحاضرة.
٤. الامتحان اليومي السريع كووز
٥. حل التجارب العملية وتقييمها.

الاسبوع الثاني والثالث:

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):. التعرف على انواع .

Transmission information- signal to noise ratio-noise وامثلة عن الضوضاء

مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري

الاسبوع الرابع والخامس

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):. التعرف على انواع .

(FaximileTransmission) –(Fas-Receiver)-(Telex)

.Optic fiber-types-properties

مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري

الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
٦. مشروع.
٧. تقارير .

أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.
٤. الامتحان اليومي السريع كوويز
٥. حل التجارب العملية وتقييمها.

## الاسبوع السابع

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):. التعرف على انواع .  
Types of antenna-fundamentals of antenna-factor of antenna  
.Propogation of radio signal

مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري

### الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
٦. مشروع.
٧. تقارير .

### أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.
٤. الامتحان اليومي السريع كوو
٥. حل التجارب العملية وتقييمها

## الاسبوع الثامن

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):. التعرف على انواع . الهوائيات وفوائدها  
وتفاصيل تصميمها

.Some types of antenna  
.Using of Microwave in communications  
مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري

#### الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
٦. مشروع.
٧. تقارير .

#### أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صف في نهاية المحاضرة.
٤. الامتحان اليومي السريع كوويز
٥. حل التجارب العملية وتقييمها.

#### الاسبوع التاسع – الحادي عشر

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة):. التعرف على انواع . Satallite-properties and advances-receiving and transmitting-orbits of satellite-multiple access .  
انواع الستلايت والارسال ،

مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري

#### الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
٦. مشروع.
٧. تقارير .

#### أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.
٤. الامتحان اليومي السريع كوويز
٥. حل التجارب العملية وتقييمها.

#### الاسبوع الثاني عشر

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة): التعرف على .  
Microwaves-generations-frequency spectrum

مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري + ٢ ساعة عملي = ٤ ساعات

#### الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
٦. مشروع.
٧. تقارير .

#### أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.
٤. الامتحان اليومي السريع كوويز
٥. حل التجارب العملية وتقييمها.

## الاسبوع الثالث عشر – الخامس عشر

الهدف التعليمي (الهدف الخاص لكل للمحاضرة): التعرف على انواع وحلول المسائل.

Mobile-introduction-principles-technics-wireless technics

.GSM-functions-structure

.Thuraya device

مدة المحاضرة: ٢ ساعة نظري + ٢ ساعة عملي = ٤ ساعات

الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
٦. مشروع.
٧. تقارير .

أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.
٤. الامتحان اليومي السريع كوو
٥. حل التجارب العملية وتقييمها.

## تقنيات الوصول المتعدد

# Multiple Access Techniques

Multiple access techniques are used to allow a large number of mobile users to share the allocated spectrum in the most efficient manner. As the spectrum is limited, so the sharing is required to increase the capacity of cell or over a geographical area by allowing the available bandwidth to be used at the same time by different users. And this must be done in a way such that the quality of service doesn't degrade within the existing users.

## 8.1 Multiple Access Techniques for Wireless Communication

In wireless communication systems it is often desirable to allow the subscriber to send simultaneously information to the base station while receiving information from the base station.

A cellular system divides any given area into cells where a mobile unit in each cell communicates with a base station. The main aim in the cellular system design is to be able to increase the capacity of the channel i.e. to handle as many calls as possible in a given bandwidth with a sufficient level of quality of service. There are several different ways to allow access to the channel. These includes mainly the following:

- 1) Frequency division multiple-access (FDMA)
- 2) Time division multiple-access (TDMA)
- 3) Code division multiple-access (CDMA)



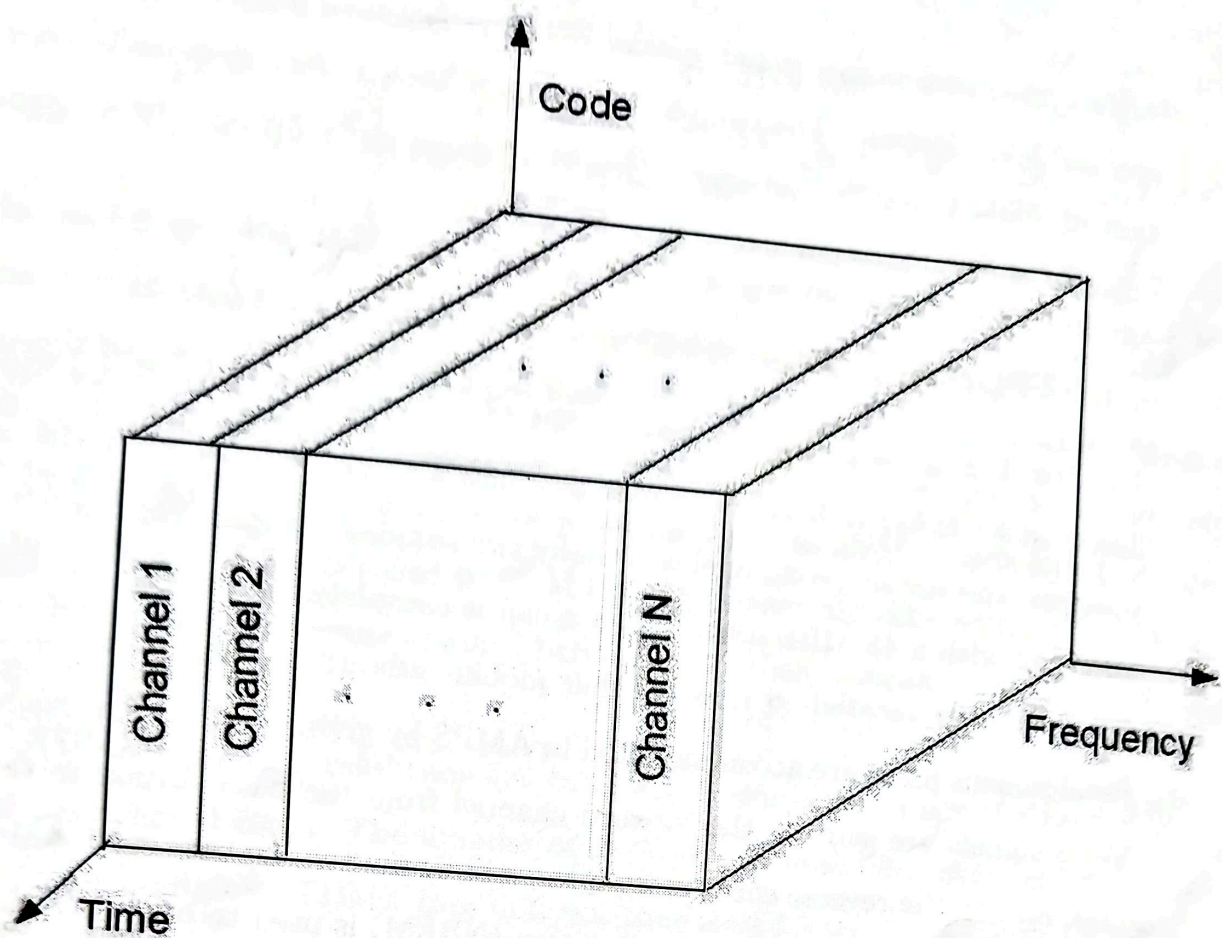


Figure 8.1: The basic concept of FDMA.

## 8.2 Frequency Division Multiple Access

This was the initial multiple-access technique for cellular systems in which each individual user is assigned a pair of frequencies while making or receiving a call as shown in Figure 8.1. One frequency is used for downlink and one pair for uplink. This is called frequency division duplexing (FDD). That allocated frequency pair is not used in the same cell or adjacent cells during the call so as to reduce the co channel interference. Even though the user may not be talking, the spectrum cannot be reassigned as long as a call is in place. Different users can use the same frequency in the same cell except that they must transmit at different times.

The features of FDMA are as follows: The FDMA channel carries only one phone circuit at a time. If an FDMA channel is not in use, then it sits idle and it cannot be used by other users to increase share capacity. After the assignment of the voice channel the BS and the MS transmit simultaneously and continuously. The bandwidths of FDMA systems are generally narrow i.e. FDMA is usually



implemented in a narrow band system. The symbol time is large compared to the average delay spread. The complexity of the FDMA mobile systems is lower than that of TDMA mobile systems. FDMA requires tight filtering to minimize the adjacent channel interference.

### **8.2.1 FDMA/FDD in AMPS**

The first U.S. analog cellular system, AMPS (Advanced Mobile Phone System) is based on FDMA/FDD. A single user occupies a single channel while the call is in progress, and the single channel is actually two simplex channels which are frequency duplexed with a 45 MHz split. When a call is completed or when a handoff occurs the channel is vacated so that another mobile subscriber may use it. Multiple or simultaneous users are accommodated in AMPS by giving each user a unique signal. Voice signals are sent on the forward channel from the base station to the mobile unit, and on the reverse channel from the mobile unit to the base station. In AMPS, analog narrowband frequency modulation (NBFM) is used to modulate the carrier.

### **8.2.2 FDMA/TDD in CT2**

Using FDMA, CT2 system splits the available bandwidth into radio channels in the assigned frequency domain. In the initial call setup, the handset scans the available channels and locks on to an unoccupied channel for the duration of the call. Using TDD (Time Division Duplexing), the call is split into time blocks that alternate between transmitting and receiving.

### **8.2.3 FDMA and Near-Far Problem**

The near-far problem is one of detecting or filtering out a weaker signal amongst stronger signals. The near-far problem is particularly difficult in CDMA systems where transmitters share transmission frequencies and transmission time. In contrast, FDMA and TDMA systems are less vulnerable. FDMA systems offer different kinds of solutions to near-far challenge. Here, the worst case to consider is recovery of a weak signal in a frequency slot next to strong signal. Since both signals are present simultaneously as a composite at the input of a gain stage, the gain is set according to the level of the stronger signal; the weak signal could be lost in the

noise floor. Even if subsequent stages have a low enough noise floor to provide

### 8.3 Time Division Multiple Access

In digital systems, continuous transmission is not required because users do not use the allotted bandwidth all the time. In such cases, TDMA is a complimentary access technique to FDMA. Global Systems for Mobile communications (GSM) uses the TDMA technique. In TDMA, the entire bandwidth is available to the user but only for a finite period of time. In most cases the available bandwidth is divided into fewer channels compared to FDMA and the users are allotted time slots during which they have the entire channel bandwidth at their disposal, as shown in Figure 8.2.

TDMA requires careful time synchronization since users share the bandwidth in the frequency domain. The number of channels are less, inter channel interference is almost negligible. TDMA uses different time slots for transmission and reception. This type of duplexing is referred to as Time division duplexing(TDD).

The features of TDMA includes the following: TDMA shares a single carrier frequency with several users where each users makes use of non overlapping time slots. The number of time slots per frame depends on several factors such as modulation technique, available bandwidth etc. Data transmission in TDMA is not continuous but occurs in bursts. This results in low battery consumption since the subscriber transmitter can be turned OFF when not in use. Because of a discontinuous transmission in TDMA the handoff process is much simpler for a subscriber unit, since it is able to listen to other base stations during idle time slots. TDMA uses different time slots for transmission and reception thus duplexers are not required. TDMA has an advantage that is possible to allocate different numbers of time slots per frame to different users. Thus bandwidth can be supplied on demand to different users by concatenating or reassigning time slot based on priority.

#### 8.3.1 TDMA/FDD in GSM

As discussed earlier, GSM is widely used in Europe and other parts of the world. GSM uses a variation of TDMA along with FDD. GSM digitizes and compresses data, then sends it down a channel with two other streams of user data, each in its



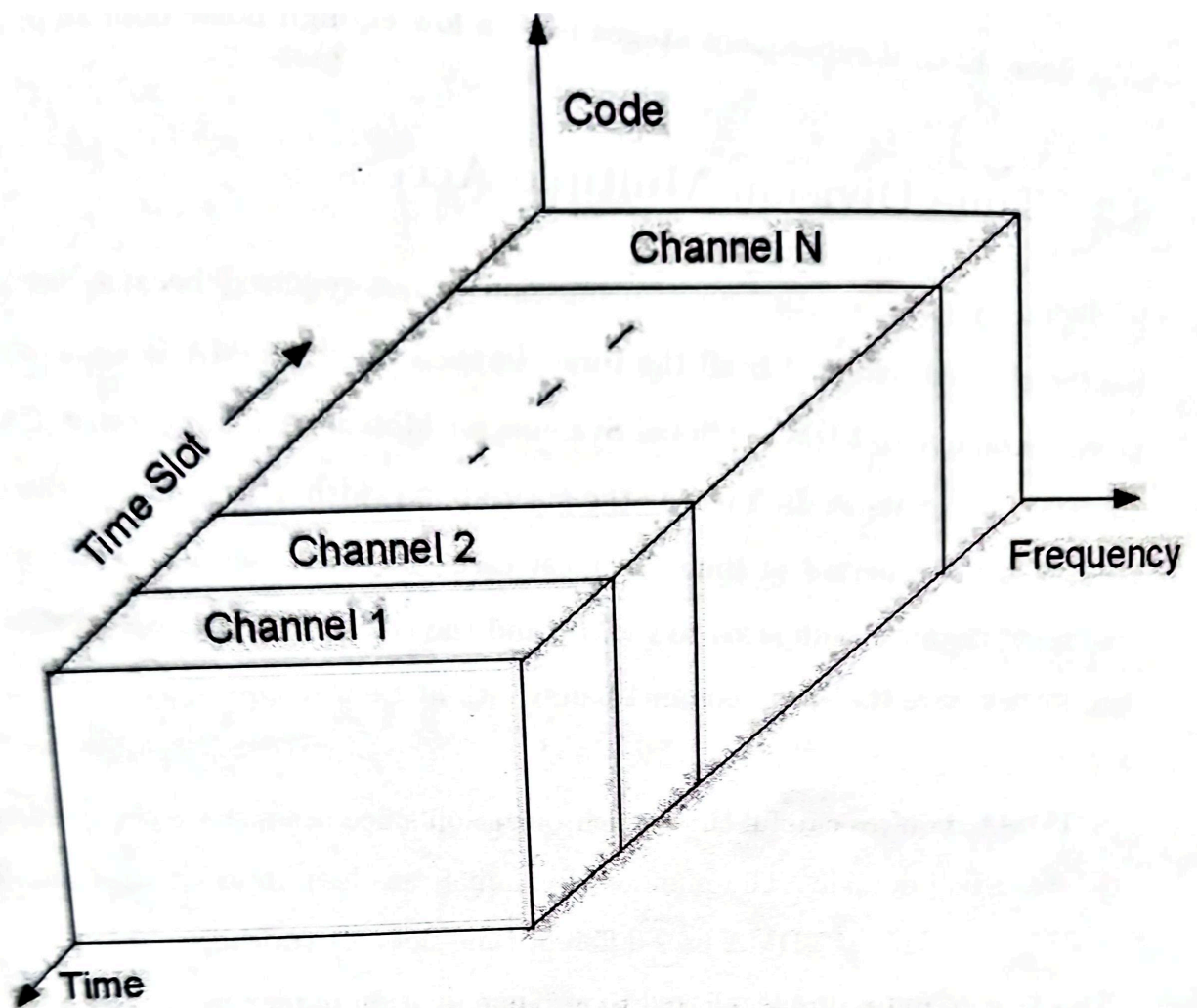


Figure 8.2: The basic concept of TDMA.

own time slot. It operates at either the 900 MHz or 1800 MHz frequency band. Since many GSM network operators have roaming agreements with foreign operators, users can often continue to use their mobile phones when they travel to other countries.

### 8.3.2 TDMA/TDD in DECT

DECT is a pan European standard for the digitally enhanced cordless telephony using TDMA/TDD. DECT provides 10 FDM channels in the band 1880-1990 Mhz. Each channel supports 12 users through TDMA for a total system load of 120 users. DECT supports handover, users can roam over from cell to cell as long as they remain within the range of the system. DECT antenna can be equipped with optional spatial diversity to deal with multipath fading.

## 8.4 Spread Spectrum Multiple Access

Spread spectrum multiple access (SSMA) uses signals which have a transmission bandwidth whose magnitude is greater than the minimum required RF bandwidth. A pseudo noise (PN) sequence converts a narrowband signal to a wideband noise like signal before transmission. SSMA is not very bandwidth efficient when used by a single user. However since many users can share the same spread spectrum bandwidth without interfering with one another, spread spectrum systems become bandwidth efficient in a multiple user environment.

There are two main types of spread spectrum multiple access techniques: Frequency hopped multiple access (FHMA)  
Direct sequence multiple access (DSMA) or  
Code division multiple access (CDMA).

### 8.4.1 Frequency Hopped Multiple Access (FHMA)

This is a digital multiple access system in which the carrier frequencies of the individual users are varied in a pseudo random fashion within a wideband channel. The digital data is broken into uniform sized bursts which is then transmitted on different carrier frequencies.

### 8.4.2 Code Division Multiple Access

In CDMA, the same bandwidth is occupied by all the users, however they are all assigned separate codes, which differentiates them from each other (shown in Figure 8.3). CDMA utilize a spread spectrum technique in which a spreading signal (which is uncorrelated to the signal and has a large bandwidth) is used to spread the narrow band message signal.

#### Direct Sequence Spread Spectrum (DS-SS)

This is the most commonly used technology for CDMA. In DS-SS, the message signal is multiplied by a Pseudo Random Noise Code. Each user is given his own codeword which is orthogonal to the codes of other users and in order to detect the user, the receiver must know the codeword used by the transmitter. There are, however, two problems in such systems which are discussed in the sequel.



## 8.4 Spread Spectrum Multiple Access

Spread spectrum multiple access (SSMA) uses signals which have a transmission bandwidth whose magnitude is greater than the minimum required RF bandwidth. A pseudo noise (PN) sequence converts a narrowband signal to a wideband noise like signal before transmission. SSMA is not very bandwidth efficient when used by a single user. However since many users can share the same spread spectrum bandwidth without interfering with one another, spread spectrum systems become bandwidth efficient in a multiple user environment.

There are two main types of spread spectrum multiple access techniques: Frequency hopped multiple access (FHMA)  
Direct sequence multiple access (DSMA) or  
Code division multiple access (CDMA).

### 8.4.1 Frequency Hopped Multiple Access (FHMA)

This is a digital multiple access system in which the carrier frequencies of the individual users are varied in a pseudo random fashion within a wideband channel. The digital data is broken into uniform sized bursts which is then transmitted on different carrier frequencies.

### 8.4.2 Code Division Multiple Access

In CDMA, the same bandwidth is occupied by all the users, however they are all assigned separate codes, which differentiates them from each other (shown in Figure 8.3). CDMA utilize a spread spectrum technique in which a spreading signal (which is uncorrelated to the signal and has a large bandwidth) is used to spread the narrow band message signal.

#### Direct Sequence Spread Spectrum (DS-SS)

This is the most commonly used technology for CDMA. In DS-SS, the message signal is multiplied by a Pseudo Random Noise Code. Each user is given his own codeword which is orthogonal to the codes of other users and in order to detect the user, the receiver must know the codeword used by the transmitter. There are, however, two problems in such systems which are discussed in the sequel.

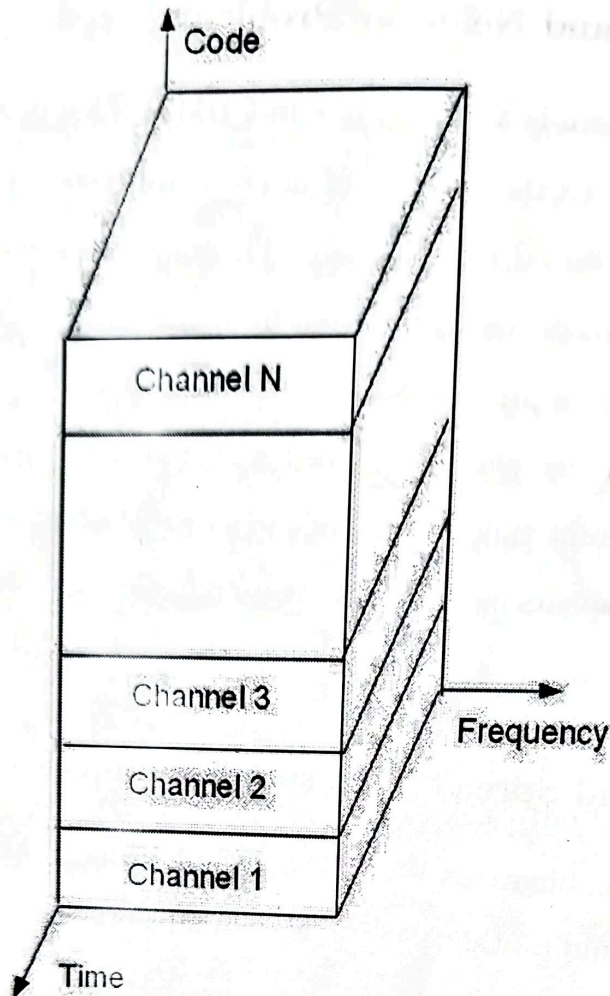


Figure 8.3: The basic concept of CDMA.

### CDMA/FDD in IS-95

In this standard, the frequency range is: 869-894 MHz (for Rx) and 824-849 MHz (for Tx). In such a system, there are a total of 20 channels and 798 users per channel. For each channel, the bit rate is 1.2288 Mbps. For orthogonality, it usually combines 64 Walsh-Hadamard codes and a m-sequence.

### 8.4.3 CDMA and Self-interference Problem

In CDMA, self-interference arises from the presence of delayed replicas of signal due to multipath. The delays cause the spreading sequences of the different users to lose their orthogonality, as by design they are orthogonal only at zero phase offset. Hence in despreading a given user's waveform, nonzero contributions to that user's signal arise from the transmissions of the other users in the network. This is distinct from both TDMA and FDMA, wherein for reasonable time or frequency guardbands, respectively, orthogonality of the received signals can be preserved.



#### 8.4.4 CDMA and Near-Far Problem

The near-far problem is a serious one in CDMA. This problem arises from the fact that signals closer to the receiver of interest are received with smaller attenuation than are signals located further away. Therefore the strong signal from the nearby transmitter will mask the weak signal from the remote transmitter. In TDMA and FDMA, this is not a problem since mutual interference can be filtered. In CDMA, however, the near-far effect combined with imperfect orthogonality between codes (e.g. due to different time shifts), leads to substantial interference. Accurate and fast power control appears essential to ensure reliable operation of multiuser DS-CDMA systems.

#### 8.4.5 Hybrid Spread Spectrum Techniques

The hybrid combinations of FHMA, CDMA and SSMA result in hybrid spread spectrum techniques that provide certain advantages. These hybrid techniques are explained below,

##### Hybrid FDMA/CDMA (FCDMA):

An alternative to the CDMA technique in which the available wideband spectrum is divided into a smaller number of sub spectra with smaller bandwidths. The smaller sub channels become narrow band CDMA systems with processing gain lower than the original CDMA system. In this scheme the required bandwidth need not be contiguous and different users can be allotted different sub spectrum bandwidths depending on their requirements. The capacity of this hybrid FCDMA technique is given by the sum of the capacities of a system operating in the sub spectra.

##### Hybrid Direct Sequence/Frequency Hopped Multiple Access Techniques (DS/FHMA):

A direct sequence modulated signal whose center frequency is made to hop periodically in a pseudo random fashion is used in this technique. One of the advantages using this technique is they avoid near-far effect. However, frequency hopped CDMA systems are not amenable to the soft handoff process since it is difficult to synchronize the frequency hopped base station receiver to the multiple hopped signals. Time and Code Division Multiple Access (TCDMA):

In this TCDMA method different cells are allocated different spreading codes. In each cell, only one user per cell is allotted a particular time slot. Thus at any



## Introduction to Data Communications:

In Data Communications, data generally are defined as information that is stored in digital form. Data communications is the process of transferring digital information between two or more points. Information is defined as the knowledge or intelligence. Data communications can be summarized as the transmission, reception, and processing of digital information. For data communications to occur, the communicating devices must be part of a communication system made up of a combination of hardware (physical equipment) and software (programs). The effectiveness of a data communications system depends on four fundamental characteristics: delivery, accuracy, timeliness, and jitter.

A data communications system has five components:

1. **Message:** The message is the information (data) to be communicated. Popular forms of information include text, numbers, pictures, audio, and video.
2. **Sender:** The sender is the device that sends the data message. It can be a computer, workstation, telephone handset, video camera, and so on.
3. **Receiver:** The receiver is the device that receives the message. It can be a computer, workstation, telephone handset, television, and so on.
4. **Transmission medium:** The transmission medium is the physical path by which a message travels from sender to receiver. Some examples of transmission media include twisted-pair wire, coaxial cable, fiber-optic cable, and radio waves.
5. **Protocol:** A protocol is a set of rules that govern data communications. It represents an agreement between the communicating devices.

## Standards Organizations for Data Communications

An association of organizations, governments, manufacturers and users form the standards organizations and are responsible for developing, coordinating and maintaining the standards. The intent is that all data communications equipment manufacturers and users comply with these standards. The primary standards organizations for data communication are:

### 1. International Standard Organization (ISO)

ISO is the international organization for standardization on a wide range of subjects. It is comprised mainly of members from the standards committee of various governments throughout the world. It is even responsible for developing models which provides high level of system compatibility, quality enhancement, improved productivity and reduced costs. The ISO is also responsible for endorsing and coordinating the work of the other standards organizations.

2

### International Telecommunications Union-Telecommunication Sector (ITU-T)

ITU-T is one of the four permanent parts of the International Telecommunications Union based in Geneva, Switzerland. It has developed three sets of specifications: the V series for modem interfacing and data transmission over telephone lines, the X series for data transmission over public digital networks, email and directory services; the I and Q series



for Integrated Services Digital Network (ISDN) and its extension Broadband ISDN. ITU-T membership consists of government authorities and representatives from many countries and it is the present standards organization for the United Nations.

### 3. **Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**

IEEE is an international professional organization founded in United States and is comprised of electronics, computer and communications engineers. It is currently the world's largest professional society with over 200,000 members. It develops communication and information processing standards with the underlying goal of advancing theory, creativity, and product quality in any field related to electrical engineering.

### 4. **American National Standards Institute (ANSI)**

ANSI is the official standards agency for the United States and is the U.S voting representative for the ISO. ANSI is a completely private, non-profit organization comprised of equipment manufacturers and users of data processing equipment and services. ANSI membership is comprised of people from professional societies, industry associations, governmental and regulatory bodies, and consumer goods.

### 5. **Electronics Industry Association (EIA)**

EIA is a non-profit U.S. trade association that establishes and recommends industrial standards. EIA activities include standards development, increasing public awareness, and lobbying and it is responsible for developing the RS (recommended standard) series of standards for data and communications.

### 6. **Telecommunications Industry Association (TIA)**

TIA is the leading trade association in the communications and information technology industry. It facilitates business development opportunities through market development, trade promotion, trade shows, and standards development. It represents manufacturers of communications and information technology products and also facilitates the convergence of new communications networks.

### 7. **Internet Architecture Board (IAB)**

IAB earlier known as Internet Activities Board is a committee created by ARPA (Advanced Research Projects Agency) so as to analyze the activities of ARPANET whose purpose is to accelerate the advancement of technologies useful for U.S military. IAB is a technical advisory group of the Internet Society and its responsibilities are:

- I. Oversees the architecture protocols and procedures used by the Internet.
- II. Manages the processes used to create Internet Standards and also serves as an appeal board for complaints regarding improper execution of standardization process.
- III. Responsible for administration of the various Internet assigned numbers
- IV. Acts as a representative for Internet Society interest in liaison relationships with other organizations.
- V. Acts as a source of advice and guidance to the board of trustees and officers of Internet Society concerning various aspects of internet and its technologies.



### 8. Internet Engineering Task Force (IETF)

The IETF is a large international community of network designers, operators, vendors and researchers concerned with the evolution of the Internet architecture and smooth operation of the Internet.

### 9. Internet Research Task Force (IRTF)

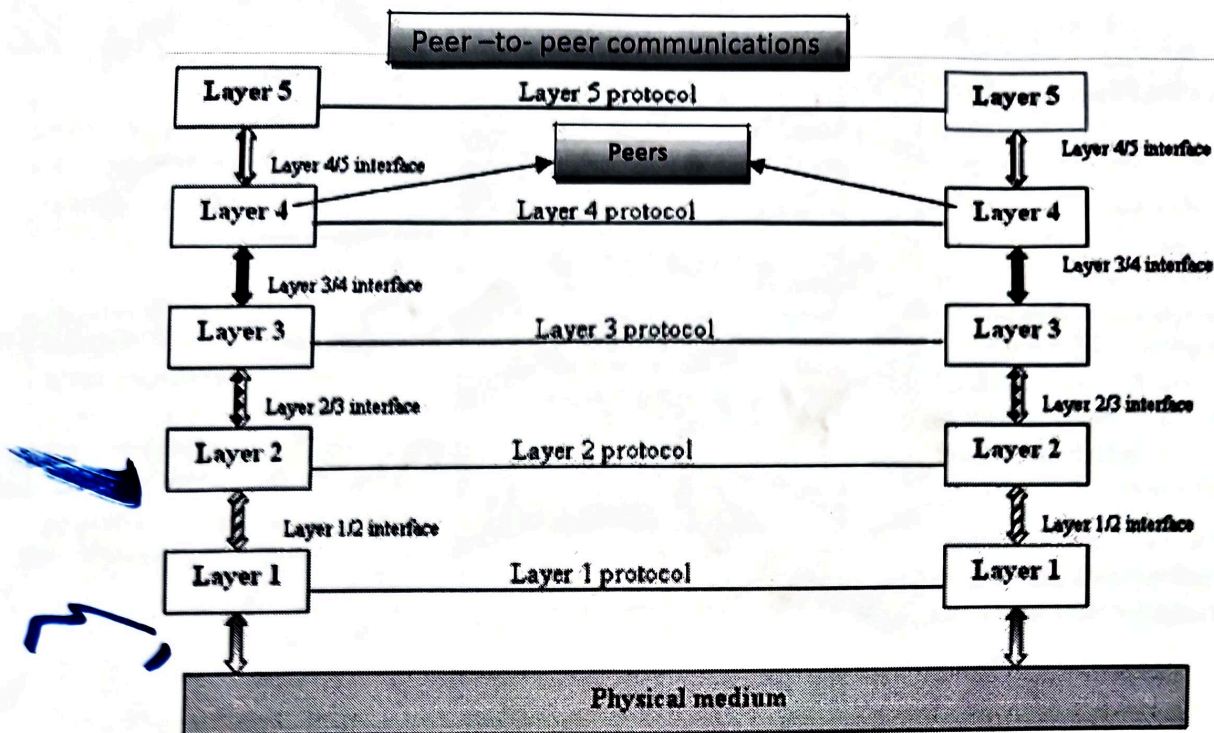
The IRTF promotes research of importance to the evolution of the future Internet by creating focused, long-term and small research groups working on topics related to Internet protocols, applications, architecture and technology.

## Layered Network Architecture

To reduce the design complexity, most of the networks are organized as a series of **layers** or **levels**, each one build upon one below it. The basic idea of a layered architecture is *to divide the design into small pieces*. Each layer adds to the services provided by the lower layers in such a manner that the highest layer is provided a full set of services to manage communications and run the applications. The benefits of the layered models are **modularity** and **clear interfaces**, i.e. open architecture and comparability between the different providers' components. A basic principle is to ensure independence of layers by **defining services** provided by each layer to the next higher layer without defining how the services are to be performed. This permits changes in a layer without affecting other layers. The basic elements of a layered model are services, protocols and interfaces. A **service** is a set of actions that a layer offers to another (higher) layer. **Protocol** is a set of rules that a layer uses to exchange information with a peer entity. These rules concern both the contents and the order of the messages used. Between the layers service interfaces are defined. The messages from one layer to another are sent through those interfaces.

In a *n-layer* architecture, layer *n* on one machine carries on conversation with the layer *n* on other machine. The rules and conventions used in this conversation are collectively known as the *layer-n protocol*. Basically, a protocol is an agreement between the communicating parties on how communication is to proceed. Five-layer architecture is shown below; the entities comprising the corresponding layers on different machines are called **peers**. In other words, it is the peers that communicate using protocols. In reality, no data is transferred from layer *n* on one machine to layer *n* of another machine. Instead, each layer passes data and control information to the layer immediately below it, until the lowest layer is reached. Below layer-1 is the physical layer through which actual communication occurs.



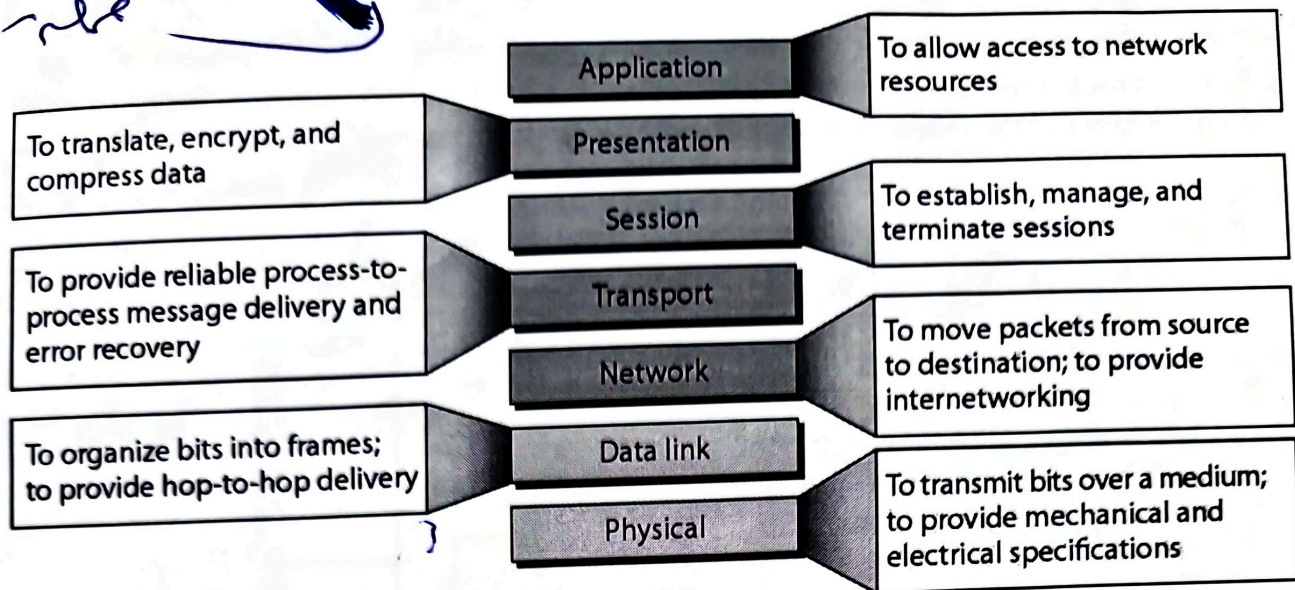


With layered architectures, communications between two corresponding layers requires a unit of data called a **protocol data unit (PDU)**. A PDU can be a header added at the beginning of a message or a trailer appended to the end of a message. Data flows downward through the layers in the source system and upwards at the destination address. As data passes from one layer into another, headers and trailers are added and removed from the PDU. This process of adding or removing PDU information is called **encapsulation/decapsulation**. Between each pair of adjacent layers there is an **interface**. The **interface** defines which primitives operations and services the lower layer offers to the upper layer adjacent to it. A set of layers and protocols is known as **network architecture**. A list of protocols used by a certain system, one protocol per layer, is called **protocol stack**.

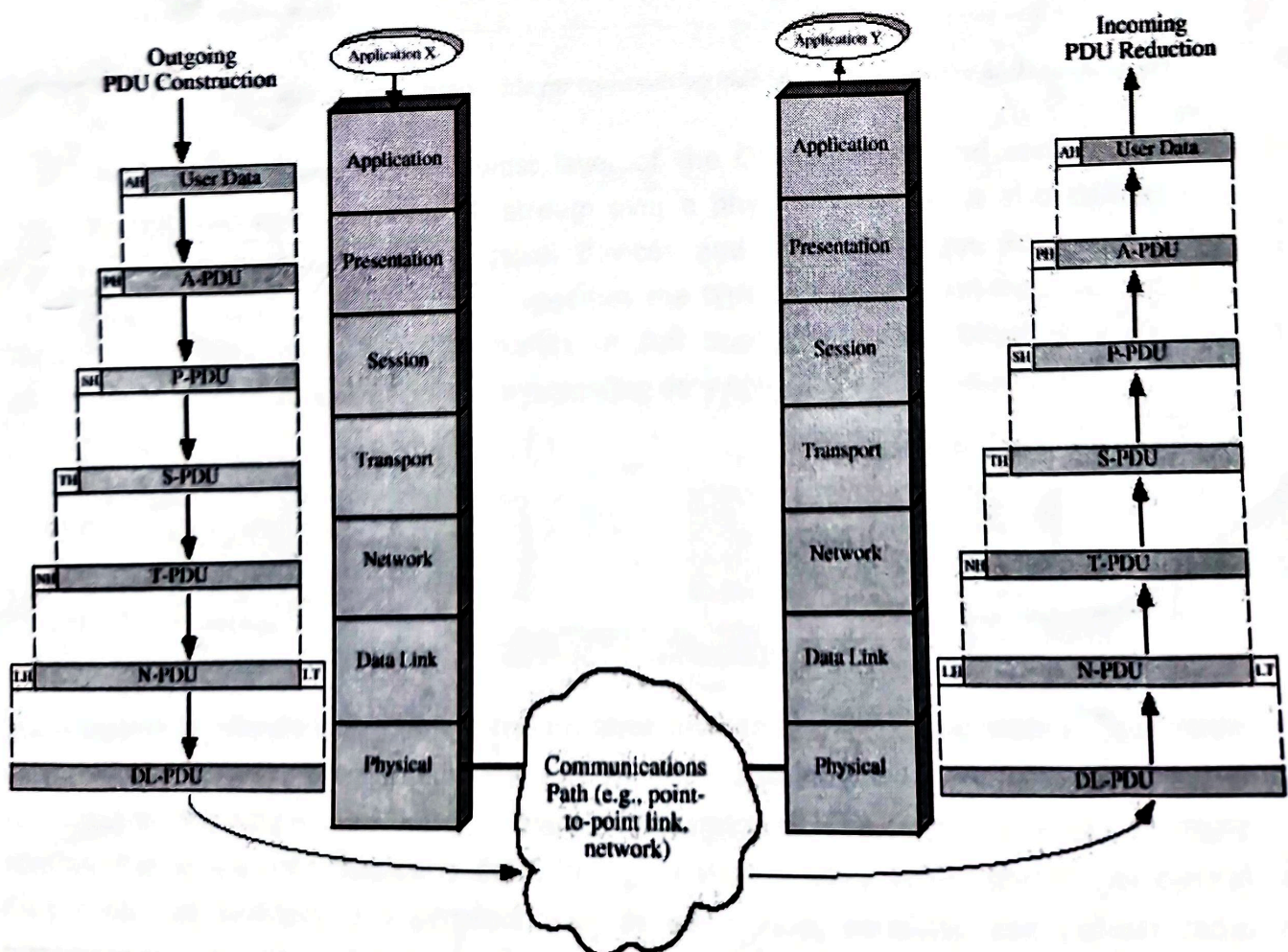
## نظام الربط المتعدد Open Systems Interconnection (OSI)

International standard organization (ISO) established a committee in 1977 to develop architecture for computer communication and the OSI model is the result of this effort. In 1984, the Open Systems Interconnection (OSI) reference model was approved as an international standard for communications architecture. The term "**open**" denotes the ability to connect any two systems which conform to the reference model and associated standards. The OSI model describes how information or data makes its way from application programmes (such as spreadsheets) through a network medium (such as wire) to another application programme located on another network. The OSI reference model divides the problem of moving information between computers over a network medium into **SEVEN** smaller and more manageable problems. The seven layers are:



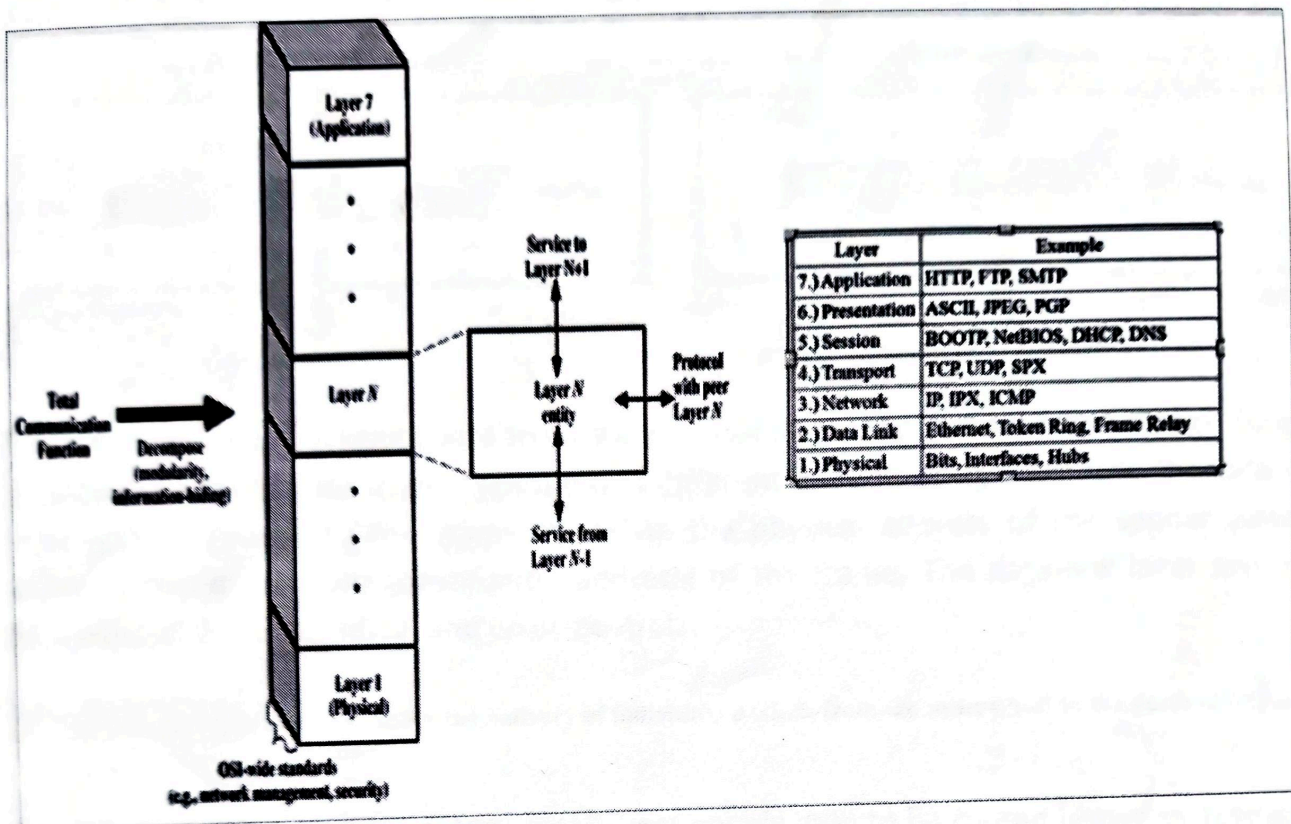


The lower 4 layers (transport, network, data link and physical —Layers 4, 3, 2, and 1) are concerned with the flow of data from end to end through the network. The upper four layers of the OSI model (application, presentation and session—Layers 7, 6 and 5) are orientated more toward services to the applications. Data is Encapsulated with the necessary protocol information as it moves down the layers before network transit.



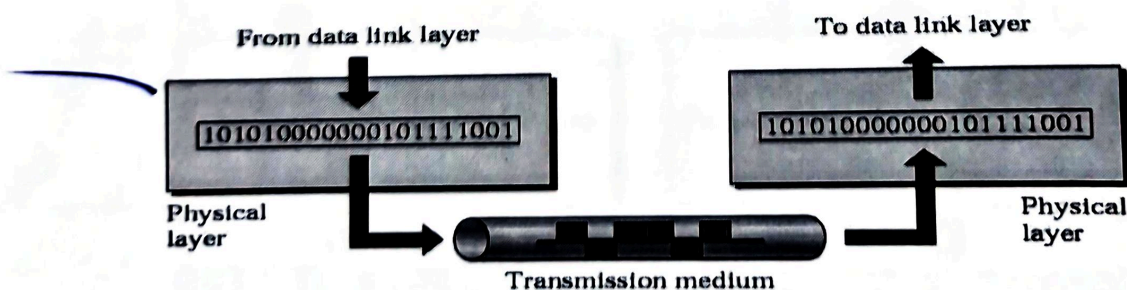


As with any layered architecture, overhead information is added to a PDU in the form of headers and trailers. Each layer provides a service to the layer above it in the protocol specification. Each layer communicates with the same layer's software or hardware on other computers.



**Physical Layer** {the physical layer is responsible for transmitting individual bits from one node to the next}

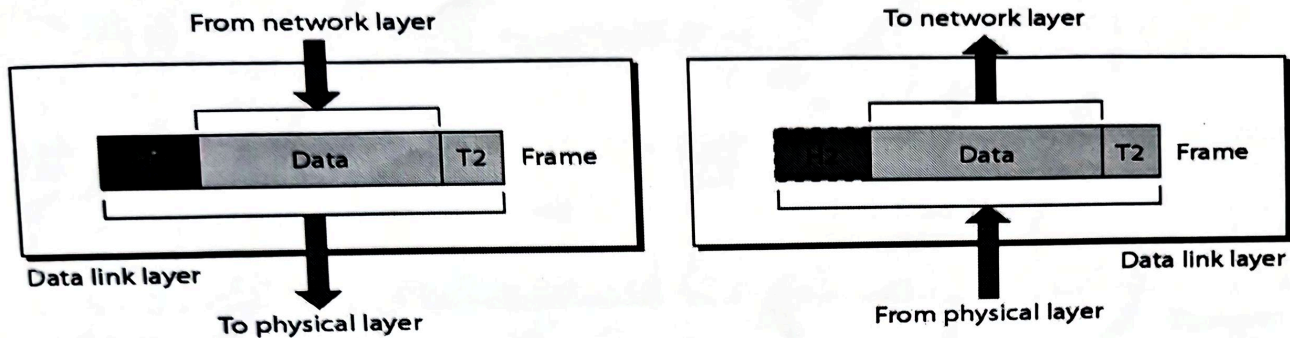
The physical layer is the lowest layer of the OSI hierarchy and coordinates the functions required to transmit a bit stream over a physical medium. It also defines the procedures and functions that physical devices and interfaces have to perform for transmission occur. The physical layer specifies the type of transmission medium and the transmission mode (simplex, half duplex or full duplex) and the physical, electrical, functional and procedural standards for accessing data communication networks.



Transmission media defined by the physical layer include metallic cable, optical fiber cable or wireless radio-wave propagation. The physical layer also includes the *carrier system* used to propagate the data signals between points in the network. The carrier systems are simply communication systems that carry data through a system using either metallic or optical fiber cables or wireless arrangements such as microwave, satellites and cellular radio systems.

**Data-link Layer** {the data link layer is responsible for transmitting frames from one node to the next}

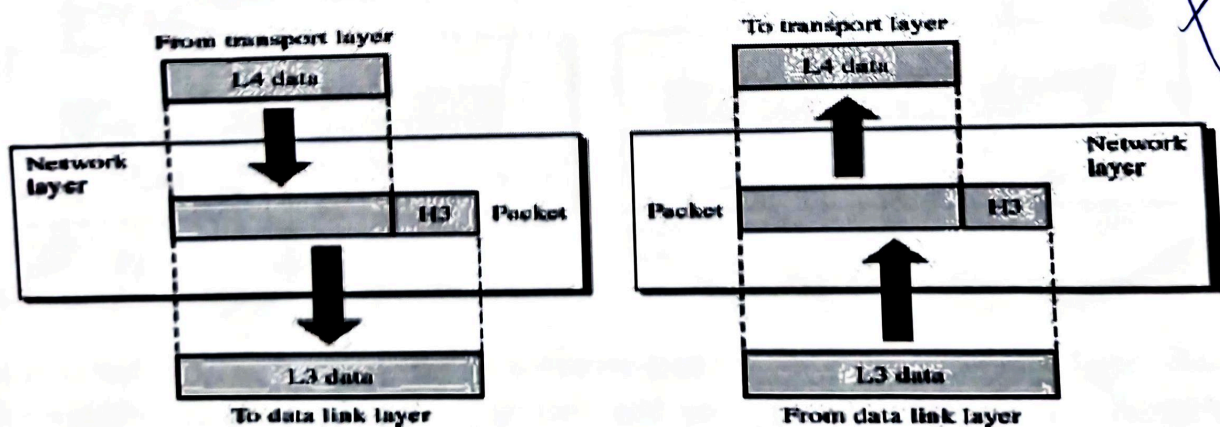
The data link layer transforms the physical layer, a raw transmission facility, to a reliable link and is responsible for node-to-node delivery. It makes the physical layer appear error free to the upper layer (network layer).



The data link layer packages data from the physical layer into groups called blocks, frames or packets. If frames are to be distributed to different systems on the network, the data link layer adds a header to the frame to define the physical address of the sender (source address) and/or receiver (destination address) of the frame. The data-link layer provides flow-control, access-control, and error-control.

**Network Layer** {is responsible for the delivery of individual packets from the source host to the destination host}

The network layer provides details that enable data to be routed between devices in an environment using multiple networks, subnetworks or both. This is responsible for addressing messages and data so they are sent to the correct destination, and for translating logical addresses and names (like a machine name FLAME) into physical addresses. This layer is also responsible for finding a path through the network to the destination computer.

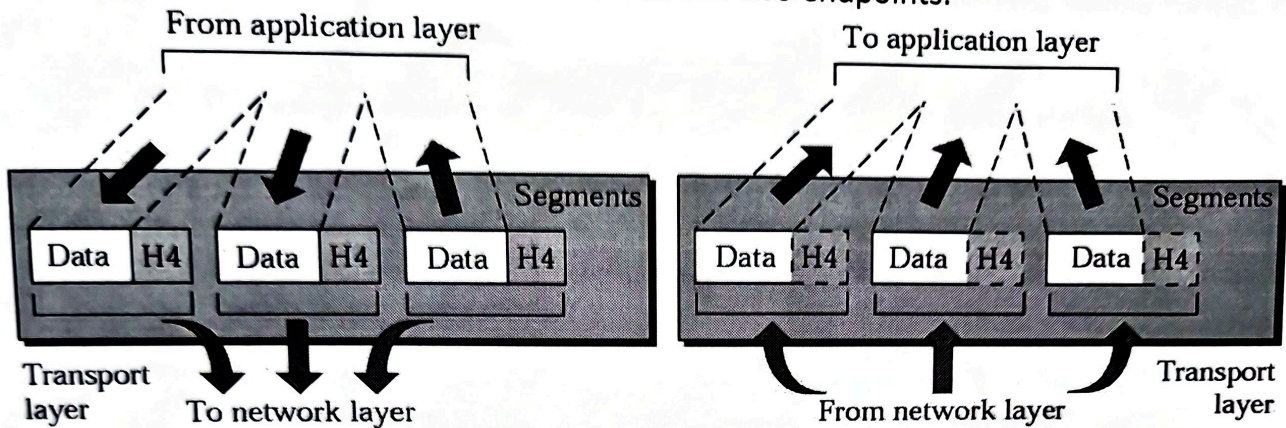


The network layer provides the upper layers of the hierarchy with independence from the data transmission and switching technologies used to interconnect systems. Networking components that operate at the network layer include routers and their software.



**Transport Layer** {is responsible for delivery of a message from one process to another}

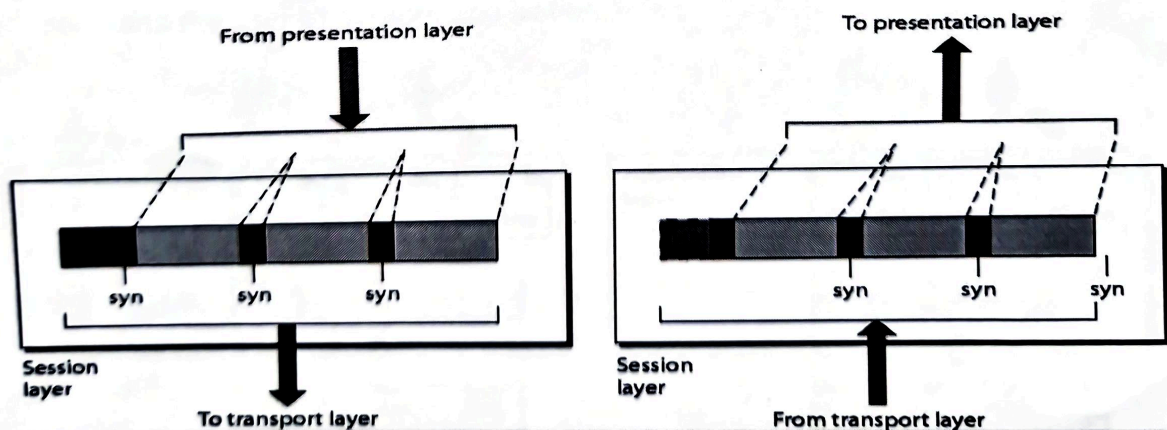
The transport layer controls and ensures the end-to-end integrity of the data message propagated through the network between two devices, providing the reliable, transparent transfer of data between two endpoints.



Transport layer responsibilities include message routing, segmenting, error recovery and two types of basic services to an upper-layer protocol: connection oriented and connectionless. The transport layer is the highest layer in the OSI hierarchy in terms of communications and may provide data tracking, connection flow control, sequencing of data, error checking, and application addressing and identification.

**Session Layer** {responsible for dialog control and synchronization}

Session layer, sometimes called the dialog controller, provides a mechanism for controlling the dialogue between the two end systems. It defines how to start, control and end conversations (called sessions) between applications.

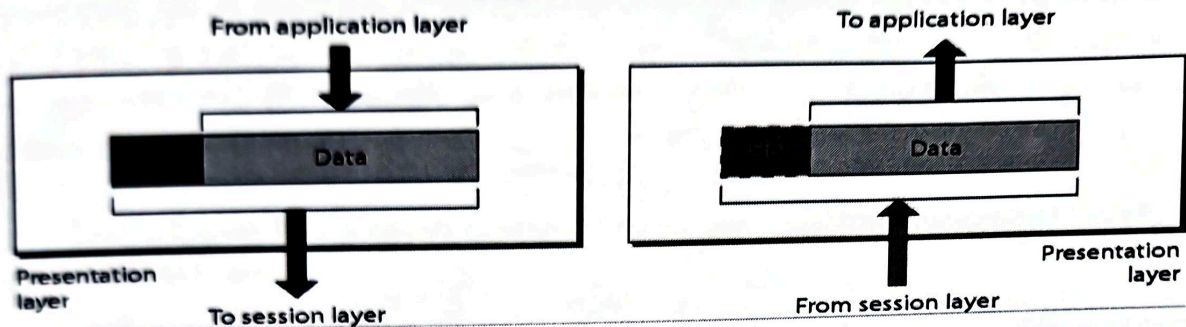


Session layer protocols provide the logical connection entities at the application layer. These applications include file transfer protocols and sending email. Session responsibilities include network log-on and log-off procedures and user authentication. Session layer characteristics include virtual connections between applications, entities, synchronization of data flow for recovery purposes, creation of dialogue units and activity units, connection parameter negotiation, and partitioning services into functional groups.



### **Presentation Layer** {responsible for translation, compression, and encryption}

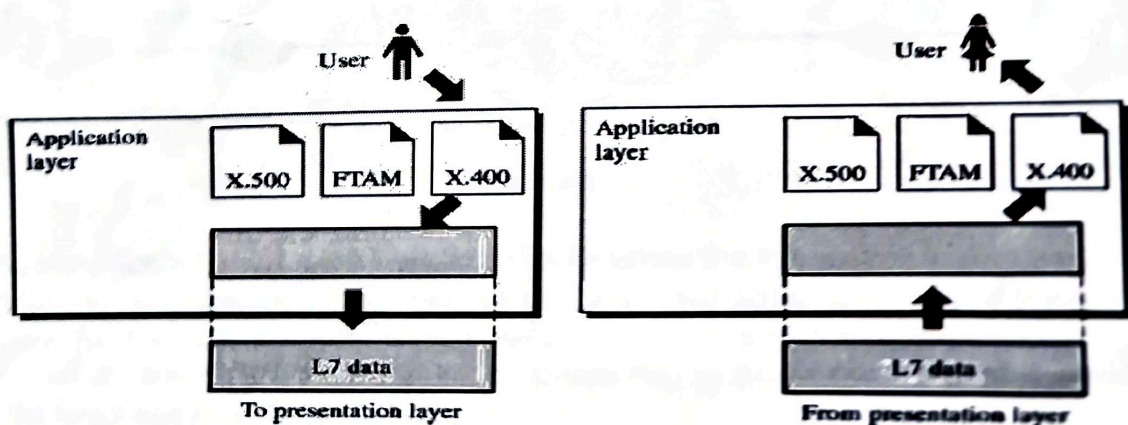
The presentation layer provides independence to the application processes by addressing any code or syntax conversion necessary to present the data to the network in a common communications format. It specifies how end-user applications should format the data.



The presentation layer translated between different data formats and protocols. Presentation functions include data file formatting, encoding, encryption and decryption of data messages, dialogue procedures, data compression algorithms, synchronization, interruption, and termination.

### **Application Layer** {responsible for providing services to the user}

The application layer is the highest layer in the hierarchy and is analogous to the general manager of the network by providing access to the OSI environment. The applications layer provides distributed information services and controls the sequence of activities within and application and also the sequence of events between the computer application and the user of another application.



The application layer communicates directly with the user's application program. User application processes require application layer service elements to access the networking environment. The service elements are of two types: CASEs (*common application service elements*) satisfying particular needs of application processes like association control, concurrence and recovery. The second type is SASE (*specific application service elements*) which include TCP/IP stack, FTP, SNMP, Telnet and SMTP.

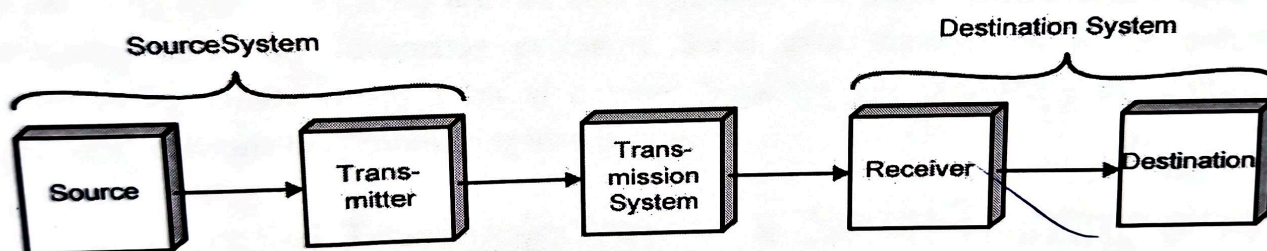


# Data Communication Circuits

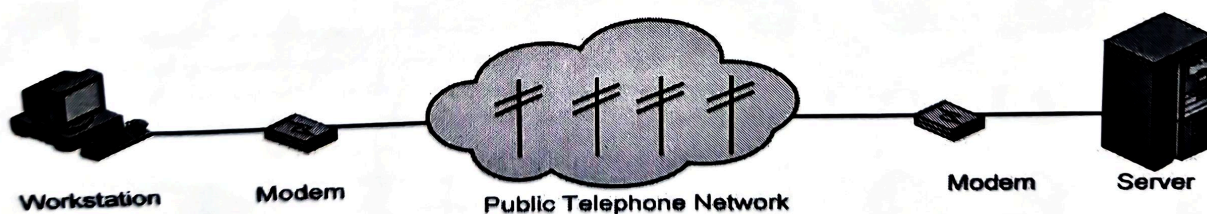
The underlying purpose of a digital communications circuit is to provide a transmission path between locations and to transfer digital information from one station (node, where computers or other digital equipment are located) to another using electronic circuits. Data communications circuits utilize electronic communications equipment and facilities to interconnect digital computer equipment. Communication facilities are physical means of interconnecting stations and are provided to data communications users through public telephone networks (PTN), public data networks (PDN), and a multitude of private data communications systems.

The following figure shows a simple two-station data communications circuit. The main components are:

**Source:** - This device generates the data to be transmitted; examples are mainframe computer, personal computer, workstation etc. The source equipment provides a means for humans to enter data into system.



(a) General block diagram



(b) Example

**Transmitter:** - A transmitter transforms and encodes the information in such a way as to produce electromagnetic signals that can be transmitted across some sort of transmission system. For example, a modem takes a digital bit stream from an attached device such as a personal computer and transforms that bit stream into an analog signal that can be handled by the telephone network.

**Transmission medium:** - The transmission medium carries the encoded signals from the transmitter to the receiver. Different types of transmission media include free-space radio transmission (i.e. all forms of wireless transmission) and physical facilities such as metallic and optical fiber cables.

**Receiver:** - The receiver accepts the signal from the transmission medium and converts it into a form that can be handled by the destination device. For example, a modem will

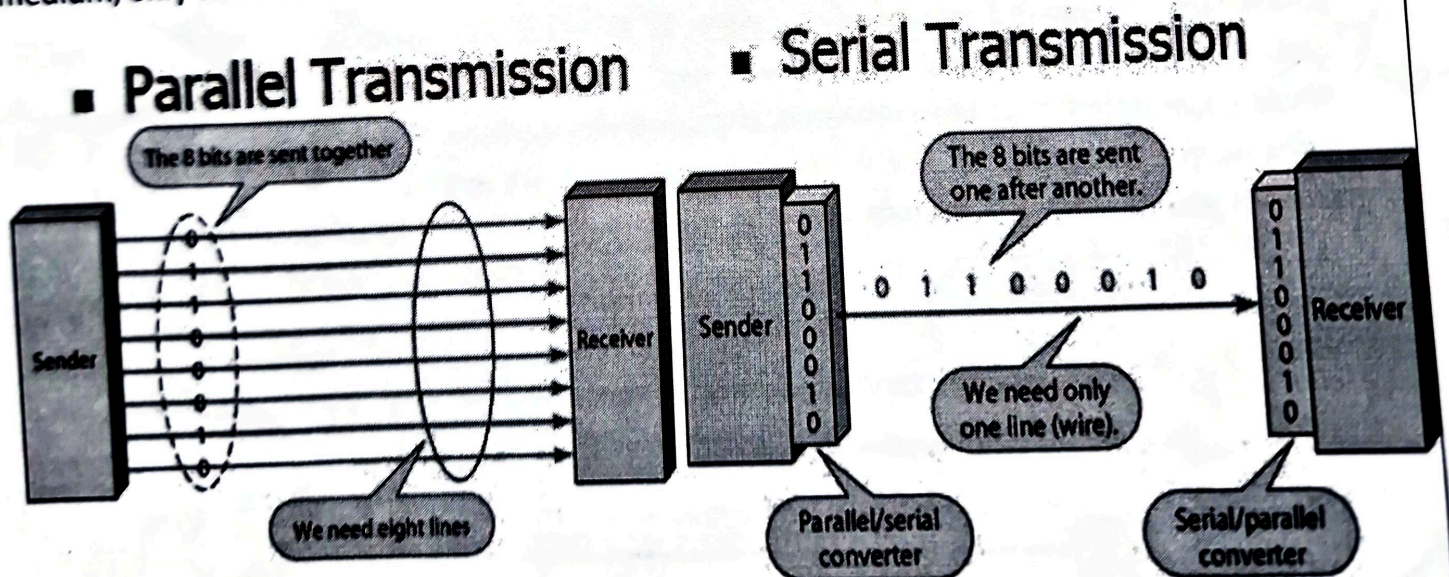


accept an analog signal coming from a network or transmission line and convert it into a digital bit stream.

**Destination:** - Takes the incoming data from the receiver and can be any kind of digital equipment like the source.

## Serial and Parallel Data Transmission

There are two methods of transmitting digital data namely parallel and serial transmissions. In parallel data transmission, all bits of the binary data are transmitted simultaneously. For example, to transmit an 8-bit binary number in parallel from one unit to another, eight transmission lines are required. Each bit requires its own separate data path. All bits of a word are transmitted at the same time. This method of transmission can move a significant amount of data in a given period of time. Its disadvantage is the large number of interconnecting cables between the two units. For large binary words, cabling becomes complex and expensive. This is particularly true if the distance between the two units is great. Long multiwire cables are not only expensive, but also require special interfacing to minimize noise and distortion problems. Serial data transmission is the process of transmitting binary words a bit at a time. Since the bits time-share the transmission medium, only one interconnecting lead is required.



While serial data transmission is much simpler and less expensive because of the use of a single interconnecting line, it is a very slow method of data transmission. Serial data transmission is useful in systems where high speed is not a requirement. Parallel communication is used for short-distance data communications and within a computer, and serial transmission is used for long-distance data communications.

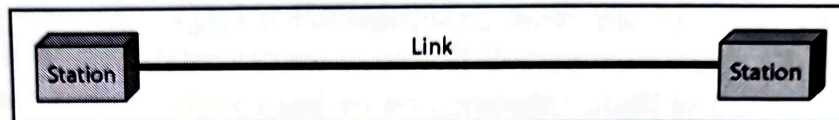


# Data Communication Circuit Arrangements

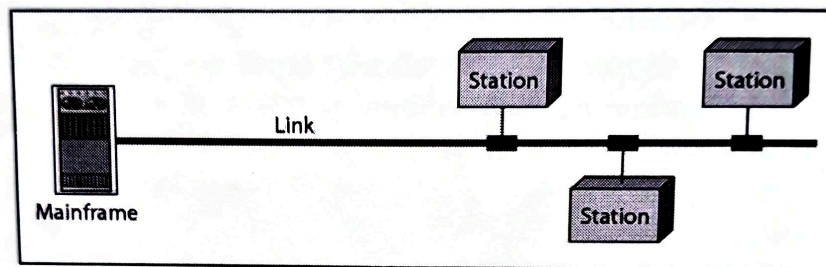
A data communications circuit can be described in terms of circuit configuration and transmission mode.

## Circuit Configurations

Data communications networks can be generally categorized as either two point or multipoint. A two-point configuration involves only two locations or stations, whereas a multipoint configuration involves three or more stations.



a. Point-to-point

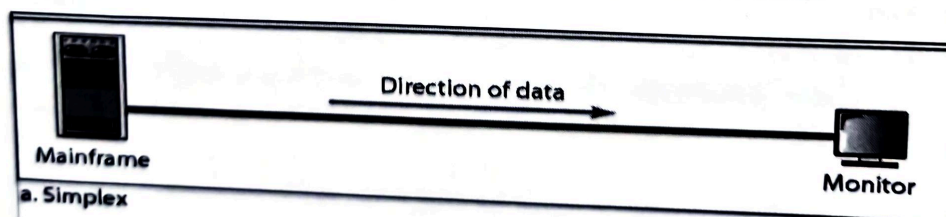


b. Multipoint

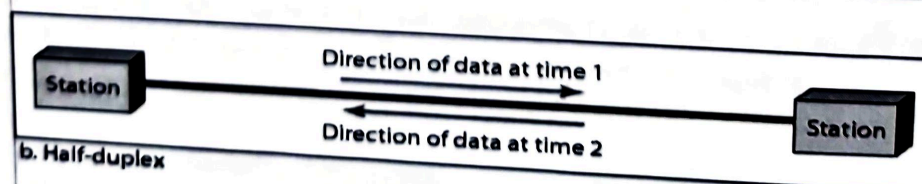
A two-point circuit involves the transfer of digital information between a mainframe computer and a personal computer, two mainframe computers or two data communications networks. A multi-point network is generally used to interconnect a single mainframe computer (host) to many personal computers or to interconnect many personal computers and capacity of the channel is either *Spatially shared*: Devices can use the link simultaneously or *Timeshare*: Users take turns

## Transmission Modes

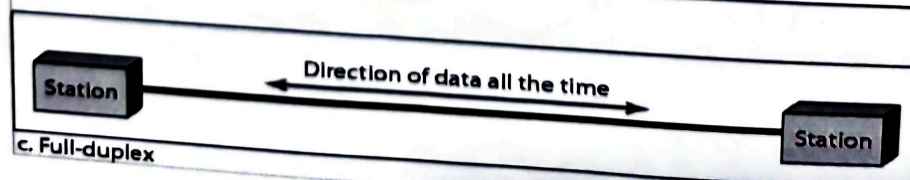
There are four modes of transmission for data communications circuits:



a. Simplex



b. Half-duplex



c. Full-duplex



In **simplex mode(SX)**, the communication is unidirectional, as on a one-way street. Only one of the two devices on a link can transmit; the other can only receive. Commercial radio broadcasting is an example. Simplex lines are also called receive-only, transmit-only or one-way-only lines.

In **half-duplex(HDX)** mode, each station can both transmit and receive, but not at the same time. When one device is sending, the other can only receive, and vice versa. The half-duplex mode is used in cases where there is no need for communication in both directions at the same time; the entire capacity of the channel can be utilized for each direction. Citizens band (CB) radio is an example where push to talk (PTT) is to be pressed or depressed while sending and transmitting.

In **full-duplex mode(FDX)** (called duplex), both stations can transmit and receive simultaneously. One common example of full-duplex communication is the telephone network. The full-duplex mode is used when communication in both directions is required all the time. The capacity of the channel must be divided between the two directions.

In **full/full duplex (F/FDX)** mode, transmission is possible in both directions at the same time but not between the same two stations (i.e. station 1 transmitting to station 2, while receiving from station 3). F/FDX is possible only on multipoint circuits. Postal system can be given as a person can be sending a letter to one address and receive a letter from another address at the same time.

## **Data Communications Networks**

Any group of computers connected together can be called a *data communications network*, and the process of sharing resources between computers over a data communications network is called *networking*. The most important considerations of a data communications network are performance, transmission rate, reliability and security.

### **Network Components, Functions, and Features**

The major components of a network are end stations, applications and a network that will support traffic between the end stations. Computer networks all share common devices, functions, and features, including servers, clients, transmission media, shared data, shared printers and other peripherals, hardware and software resources, network interface card (NIC), local operating system (LOS) and the network operating system (NOS).

**Servers:** Servers are computers that hold shared files, programs and the network operating system. Servers provide access to network resources to all the users of the network and different kinds of servers are present. Examples include file servers, print servers, mail servers, communication servers etc.

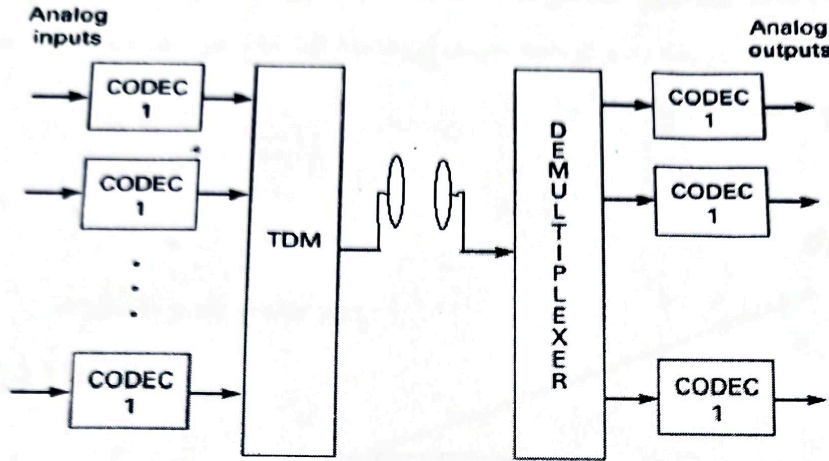
**Clients:** Clients are computers that access and use the network and shared network resources. Client computers are basically the customers (users) of the network, as they request and receive service from the servers.

**Shared Data:** Shared data are data that file servers provide to clients, such as data files, printer access programs, and e-mail.

# Microwave Links

مقدمة :

إن تطور الاتصالات الحديثة وكثرة المستعملين لموارد الاتصالات أدى إلى البحث عن وسائل نقل في تغذية الاتصالات ذات سعة نطاق واسعة لتحميل العدد الكبير المتزايد لمستعملي شبكات الاتصالات وهذا استوجب استعمال الموجات ذات الترددات العالية جداً في مجال الميكروويف للربط بين محطات شبكات الاتصالات .



شكل ٥ - ١ : ربط ميكروويف بين مقسمين

استعمال الميكروويف في شبكة الهاتف مثال للربط عن طريق الميكروويف عن بين مقاسم المدن لنقل آلاف المكالمات (الشكل ٥ - ١).

## ٥ - ١ انتشار موجات الميكروويف Microwave Propagation

إن انتشار موجات الميكروويف يتم عادة على خط البصر (LOS) أي أن إشارات الميكروويف تنتشر على الخط الرابط بين نقطة الإرسال ونقطة الاستقبال . وذلك نتيجة لخصائص الهوائيات المستعملة في ربط الميكروويف.

### ٥ - ١ - ١ خصائص هوائيات الميكروويف

تعتبر هوائيات ذات الفتحة هي الأكثر استعمالاً في الربط عن طريق الميكروويف ومن بينها البرابول لما تتميز به هذه الهوائيات المستعملة في ربط الميكروويف بعلو قيمة كسبها وذلك حسب العلاقة



(1 - ٥)

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

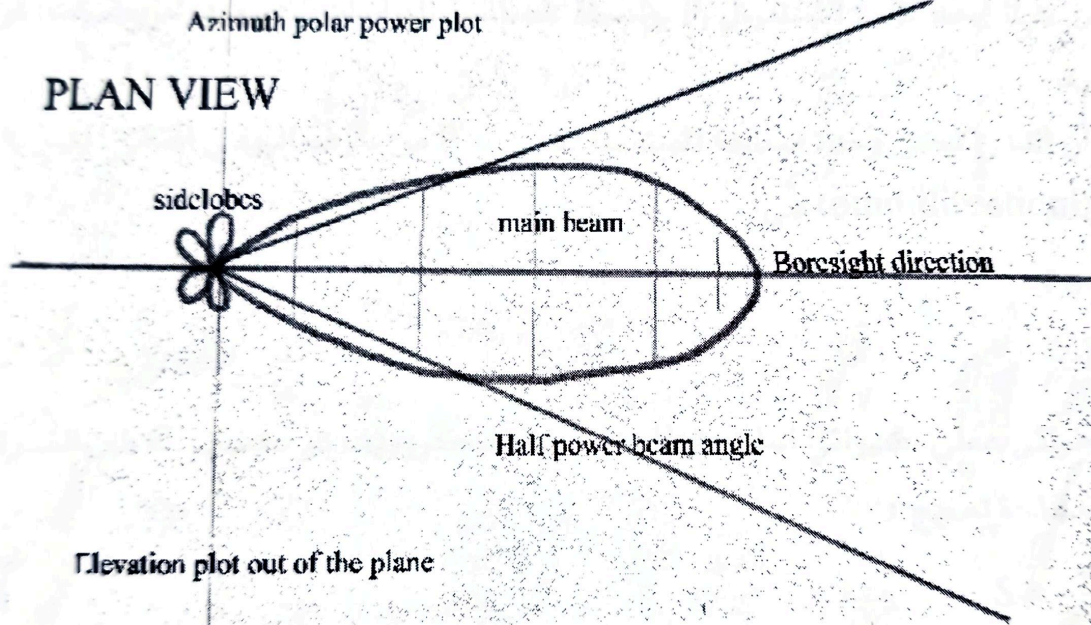
حيث  $A_e$  - الفتحة الفعالة للهوائي.

$\lambda$  - طول الموجة.

وحيث إننا في مجال الموجات المتناهية القصر فإن الكسب يكون متناسباً عكسياً مع طول الموجة. كما يمتاز الهوائي في الميكروويف بعلو توجهه حيث إن فتحة الشعاع عن نصف القوة تكون صغيرة ومتناسبة مع طول الموجة حسب العبارة الآتية:

(٢ - ٥)

$$\theta_{3db} = \frac{70\lambda}{D}$$

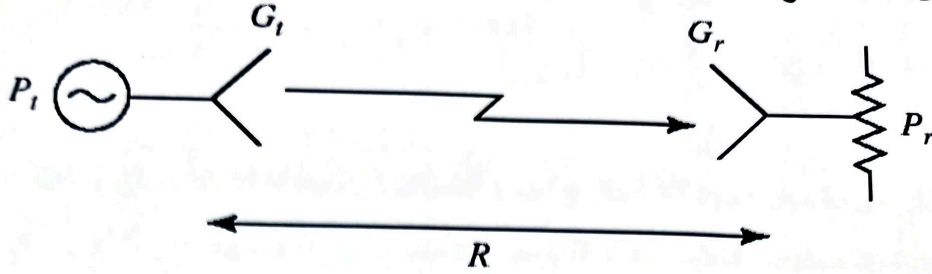


شكل ٥ - ٢: فتحة الشعاع عند نصف القدرة

هذه الميزات صالحة عند استعمال الهوائي في الإرسال أو في الاستقبال على حد سواء نتيجة لما يعرف في الهوائيات بخاصية مبدأ التعاكسية (Reciprocity Principle) ولذلك عند استعمال هذه الهوائيات في ربط الميكروويف وخاصة نتيجة لعلو التوجيه وانحصار الموجة في فتحة إشعاع صغيرة جداً فإنه يستوجب علينا أن نضع هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال بحيث جميع النقاط على هوائي الاستقبال ترى جميع

النقاط على هوائي الإرسال و لا يوجد جبل أو مبنى عال بينهما يحجب الرؤية ومنها أتت عبارة خط البصر (Line of Sight).

٥ - ١ - ٢ معادلة الانتشار :



شكل ٥ - ٣: حساب معادلة الانتشار بين محطتين بينهما مسافة R

إذا اعتبرنا ربط الميكروويف بين محطتين تبعد عن بعضهما بمسافة R وقدرة جهاز الإرسال (Tx) هي  $P_t$  ، فإنه يتعين علينا إيجاد قدرة الاستقبال  $P_r$  بواسطة خصائص الهوائيات المستعملة للربط عند تردد  $f$  ثابت للإشارة.

من المعلوم أن القدرة لكل وحدة مساحة المستعملة على بعد R من طرف الهوائي المثالي المشع في جميع الاتجاهات (omnidirectional) هي:

(٥ - ٣)

$$S = \frac{P_T}{4\pi R^2}$$

إما في حالة هوائي عملي كهوائي البارابول المستعمل في الميكروويف ذو كسب  $G_t$  فإن القدرة المشعة لكل وحدة مساحة تصبح :

(٥ - ٤)

$$S = \frac{P_T}{4\pi R^2} G_T$$

إذا اعتبرنا أن هوائي الاستقبال موجود في مجال هذه القدرة المشعة فإن القدرة التي يمكن أن يستقبلها  $P_r$  تحدد بقيمة فتحته الفعالة  $A_e$  حسب العلاقة التالية:

$$P_r = S \cdot A_e$$

ويمكن التعبير عن المساحة الفعالة عن طريق كسب هوائي الاستقبال  $G_r$  انظر إلى المعادلة (٥ - ١) فتصبح  $P_r$  تساوي:



$$P_r = \frac{SG_r \lambda^2}{4\pi}$$

العبرة التالية يمكن كتابتها على النحو التالي:

$$P_r [W] = \frac{P_T G_T G_r}{\left( \frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2}$$

وتسمى المعادلة التي تربط بين قدرة الإرسال و قدرة الاستقبال معادلة الانتشار أو معادلة FRIIS ويمثل الحد التحتي في معادلة الانتشار FRIIS فقد الانتشار في الفضاء الحر .

Free Space Loss Propagation (FSLP)

$$L = \left( \frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2$$

مثال ٥ - ١

مسار موجات ميكروويف طوله R=2 km ويعمل على تردد f=5.8 GHz .  
احسب فقد الانتشار لهذا المسار LdB.

الحل

ويمكن كتابة معادلة فريز بتحويل W إلى dbw والأرقام بدون وحدة إلى dB بعد أخذ 10 Log للقدرة المستقبلية .

$$P_r [dBw] = P_t [dBW] + G_t [dB] + G_r [dB] - L [dB]$$

كما يمكن كتابة فقد الانتشار في الفضاء الحر

$$L [db] = 92,4 + 20 \log f [GHz] + 20 \log R [km]$$

حسب العلاقة أعلاه ينتج

$$L = 92,4 + 20 \log 5.8 + 20 \log 2 = 113.6 \text{ dB}$$

مثال ٥ - ٢



مسار انتشار موجات الميكروويف فيه قدرة الإرسال تبلغ 12 dBm ويبعد برجاً المسار عن بعضهما بمسافة  $R = 40 \text{ km}$  ويحملان هوائيات بكسب يساوي  $G = 40 \text{ dB}$  لكل واحد من الهوائيات ويثبت جهاز الإرسال على تردد  $f = 12 \text{ GHz}$ . احسب القدرة المستقبلية عند برج الاستقبال.

الحل:

ملحوظة: إذا أخذنا كمرجع القدرة  $P = 1 \text{ mw}$  عند التحويل إلى اللوغرثيم يكون ب dBm. وتصبح القدرة المستقبلية ب  $Pr [\text{dbm}]$

$$Pr [\text{dbm}] = 10 \log(Pr [\text{mw}] / 1 \text{mW})$$

؟

$$Pr [\text{dbm}] = Pt [\text{dbm}] + G[\text{db}] + Gr [\text{db}] - L [\text{db}]$$

يجب علينا أن نجد الفقد في الفضاء الحر

$$L[\text{dB}] = 92.4 + 20 \log 12 + 20 \log 40 \\ = 146 \text{ db}$$

$$Pr = 12 + 40 + 40 - 146 = - 54 \text{ dbm}$$

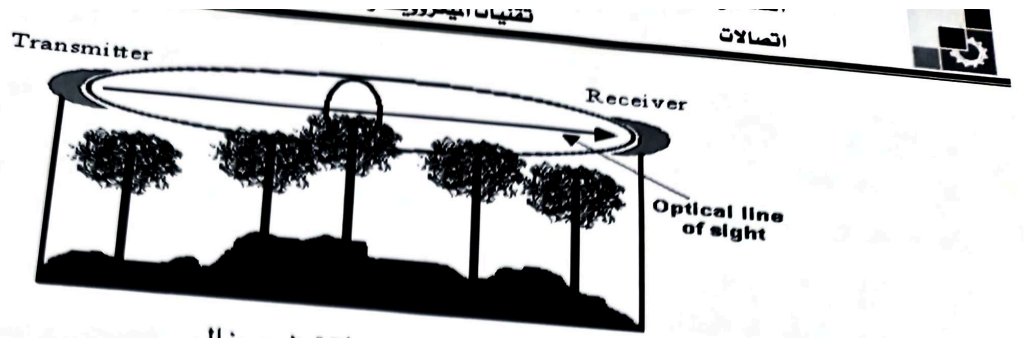
هام جداً:

معادلة انتشار الموجات Friis لا تعطي ضماناً أن مسار موجات الميكروويف جيد أي إن قدرة الاستقبال قد تكون أقل بكثير مما تنتجه علاقة Friis في المسار الحقيقي نظراً لعدم أخذ الفقد والاضمحلال والتداخلات وعدة عوامل أخرى تؤثر على الانتشار كالانعكاس متعدد الطرق (Multipath Reflection) بالاعتبار.

علاقة Friis تصلح لغايات إثبات تصميم المسار مبدئياً لأنها تفترض أن مجال الانتشار هو مجال حر ومثالي.

## ٥- ٢ منطقة فريسنال Fresnel:

يجب أن تكون منطقة فريسنال بين الإرسال والاستقبال في مسار الميكروويف خالية من جميع العقبات المؤثرة على انتشار الموجة. ومنطقة فريسنال (Fresnel Zone) هي خط البصر اللاسلكي (Radio Line of Sight) وهو مفاير لخط البصر الضوئي (Optical Line of Sight) حيث تنظر نقطة الاستقبال إلى نقطة الإرسال، بما أن موجات الميكروويف لها تردد أدنى من موجات الضوء لذلك فإنها تتأثر بشكل مختلف عن الضوء نتيجة وسط الانتشار.



شكل ٥ - ٤ : منطقة فريسنال

فقد يكون خط البصر الضوئي بين نقطة الاستقبال ونقطة الإرسال خالياً من العوائق ورغم ذلك يكون مسار موجات الميكروويف microwave Link غير مجرٍ لوجود عوائق في خط البصر اللاسلكي كما هو مبين في الصورة أعلاه. وهذا ناتج لأن الموجة الكهرومغناطيسية لا تنتشر على خط مستقيم وإنما تتوسع في حزم عند انتشارها حسب طول الموجة وهو ما يولد ما يسمى بمنطقة فريسنال Fresnel Zone بين الإرسال والاستقبال.

#### ٥ - ٢ عامل الضوضاء Noise Figure :

كما هو معلوم في جميع أنظمة الاتصالات فإن الإشارة المفيدة تكون عرضة للتشويش ووجود إشارات فوضوية مجتمعة معاً وهو ما يسمى بالتشويش وهي عبارة على إشارات فوضوية ذات سعة وتردد متغيرين وتتأثر إشارات التشويش من مصادر مختلفة وخاصة أنظمة الاتصالات والميكروويف وفي جميع الحالات فإن مستوى التشويش في نظام الميكروويف يحدد الحد الأدنى لقوة الإشارة التي يمكن استقبالها مع وجود التشويش ولذلك في كثير من الحالات يتوجب العمل على تخفيض مستوى الإشارة في أجهزة الاستقبال في مسارات الميكروويف وكذلك الرادار حيث يكون مستوى الإشارة ضعيفاً أساساً.

#### ٥ - ٣ - ١ المجال الديناميكي للأجهزة و مصادر الضوضاء

بما أن القدرة المستقبلية في أجهزة مسارات الميكروويف تكون صغيرة فإن قيم الإشارة التي يمكن الاستفادة منها هي التي تكون فوق مستوى الضوضاء وأدنى من مستوى الإشباع لعناصر جهاز الاستقبال وهو المجال الديناميكي لجهاز الاستقبال .

أما مصادر الضوضاء أو الفقد أو خفوت في الإشارة في مسار الميكروويف فهي تتأتى من جهات مختلفة أهمها:

أ. جهاز الاستقبال.



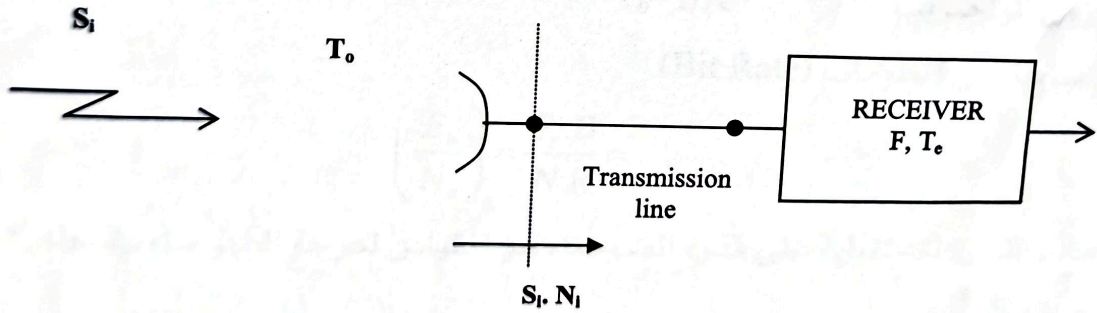
ب. الهوائي.

ت. وسط الانتشار.

ث. الوصلات أو كوابل التوصيل بين الهوائيات و أجهزة الإرسال أو الاستقبال.

أما الضوضاء أو الفقد أو الخفوت fading في الإشارة بالنسبة لوسط الانتشار فهي تأتي من العوامل الخارجية المؤثرة الطبيعية (وميض برقي والمطر والبخار المائي الجوي أو الضباب و نسبة بخار الماء و الاوكسجين في الجو) وغير الطبيعية (محركات و أجهزة إرسال) على خصائص الوسط. الفقد نتيجة هطول المطر يعتمد على كثافة المطر و نصف قطر قطرات الماء و الترددات المستخدمة. يتم استنتاج الفقد نتيجة هطول الأمطار من منحنيات خاصة بذلك. مضافا لذلك يوجد فقد نتيجة اذا كانت مسارات الميكروويف فوق مناطق زراعية هذا الفقد يسمى Vegetation attenuation و يعتمد على عمق أو سمك الزراعة بالمتر و الترددات المستخدمة ويوجد معادلات لحساب هذا النوع من الفقد. أما بالنسبة للهوائي فيتأثر عامل الضوضاء حسب اتجاه الهوائي بالنسبة للشمس وهو عادة من النوع البرابل في نظام الميكروويف.

أما جهاز الاستقبال فالجزء الكبير من الضوضاء تأتي منه حيث يحتوي على عناصر إلكترونية فعالة و مقويات أو محولات الإشارات حيث تعمل الحرارة على زيادة الشحنات الإلكترونية وبالتالي زيادة الضوضاء.



شكل ٥ - ٥ : ضوضاء جهاز الاستقبال

يتم حساب قدرة الضوضاء حسب القانون الآتي بالنسبة للشكل أعلاه

$$N = k (T_e + T_0) B$$

$k$  - ثابت بولتسمان ( Boltzman Const )  $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ W/Hz/K}$

$T_e$  - الحرارة المكافئة من جهة جهاز الاستقبال.

B - سعة النطاق [Hz] .

$T_0$  - الحرارة من جهة هوائي الاستقبال

فالحرارة المكافئة تستخلص من درجة الحرارة المعتدلة (  $T_0 = 300^\circ K$  ) ومعامل الضوضاء

Noise Figure (F) حيث إن

$$T_e = T_0 \cdot (F - 1)$$

وقانون حساب قدرة الضوضاء يصبح

$$N = k \cdot (T_0 \cdot (F - 1) + T_0) B$$

$$= k \cdot (T_0 \cdot F - T_0 + T_0) B$$

$$N = k \cdot T_0 \cdot F \cdot B$$

أما نسبة قدرة الإشارة على قدرة الضوضاء فهي كالآتي :

$$\left( \frac{S}{N} \right) = \frac{P_r}{N} = \frac{P}{kT_e \cdot B} = \frac{P_r}{kT_0 F \cdot B}$$

فعادة في التقنيات الرقمية يستعمل مقام الطاقة بالنسبة للواحد بت على كثافة قدرة الضوضاء على النحو

التالي:

$$\left( \frac{E_b}{N_0} \right) = \frac{P_r T_b}{N} = \frac{P_r T_b \cdot B}{N \cdot B}$$

$T_b = 1/R$  - زمن الواحد بت

R - سرعة نقل المعلومات (Bit Rate)

$$\left( \frac{E_b}{N_0} \right) = \frac{P_r \cdot B}{N \cdot R} =$$

ويعتبر مقام القدرة المستقبلية على قدرة الضوضاء هو المقياس لدرجة الضوضاء في نظام استقبال الميكروويف .

من العلاقة أعلاه يستفاد التالي:

أ. كلما ارتفعت درجة حرارة جهاز الاستقبال كلما زادت قدرة الضوضاء.

ب. كلما كانت سعة النطاق كبيرة كلما ازدادت قدرة الضوضاء.

ج. كلما انخفض عامل الضوضاء F في الانبعاثية كلما انخفضت قدرة الضوضاء.

لذلك عند اختيار الأجهزة التي تدخل في تركيب مسار الميكروويف يجب اختيار عامل ضوضاء مناسب حتى يكون استقبال الإشارة بشكل متيسر.

مثال ٥ - ٣

مسار ميكروويف ذو تردد  $f = 12\text{GHz}$  ' مواصفاته كالتالي:

١. فقد الانتشار في الهواء الحر  $L = 80\text{ dB}$ .
٢. الفقد الناتج عن تغذية جهازي الاستقبال والإرسال  $\alpha = 3\text{ dB}$ .
٣.  $G_T = G_R = 20\text{ dB}$ .
٤. عامل الضوضاء  $F = 5\text{ dB}$ .
٥. القدرة المشعة الفعلية  $P_t = 1\text{ W}$ .
٦. سرعة نقل المعلومات  $R = 1\text{ Mbps}$ .
٧. سعة النطاق  $B = 500\text{ kHz}$ .

حدد القدرة المستقبلية من طرف جهاز الاستقبال و مقام الطاقة لواحد بت بالنسبة لكثافة الضوضاء.

الحل

$$P_r = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r}{\alpha L} = \frac{1 \cdot 100 \cdot 100}{10^8 \cdot 10^{0.3}} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ W}$$

$$N = K \cdot T_o \cdot F \cdot B = 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^{0.5} \cdot 500 \cdot 10^3 = 1.3 \cdot 10^{-17} \text{ W}$$

$$\left( \frac{E_b}{N_o} \right) = \frac{P_r \cdot B}{N \cdot R} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 10^3}{1.3 \cdot 10^{-17} \cdot 10^6} = 1.9 \cdot 10^{11}$$

$$\left( \frac{E_b}{N_o} \right)_{\text{dB}} = 112.8 \text{ dB}$$



## **Lecture 7**

### **Antennas**

An antenna is a metal device that is used to transmit and receive a radio signal, meaning that the antenna is the interface between space and communication devices.

### **Antenna Working Principle**

The basic principle in the work of the antenna is that it converts electric currents into electromagnetic waves of a known frequency in the case of broadcasting, and in the case of reception, the antenna works to return those electromagnetic waves into electric currents.

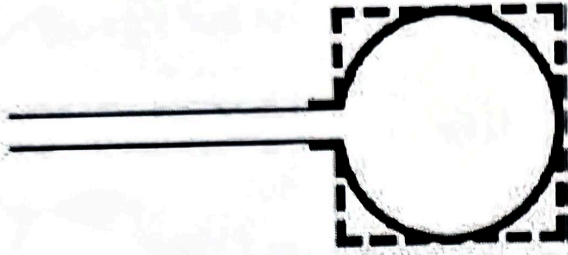
### **Types Of Antennas**

- 1) Wire Antennas
- 2) Aperture Antennas
- 3) Micro Strip Antennas
- 4) Array Antennas
- 5) Reflector Antennas
- 6) Lens Antennas

#### **1) Wire Antennas**

It is a class of antennas consisting of wires of random lengths, in which the orientation of wired antennas with respect to the ground can be horizontal, vertical, or irregular and can also be fed either along the center or end or between lengths. These are the familiar antennas that we see everywhere, such as antennas on buildings.

**a) Annular wire antenna**



**b) Dipole wire antenna**

Figure 1 annular antenna

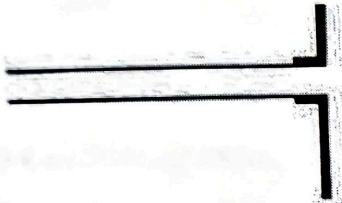


Figure 2 dipole antenna

**c) Solenoid wire antenna**

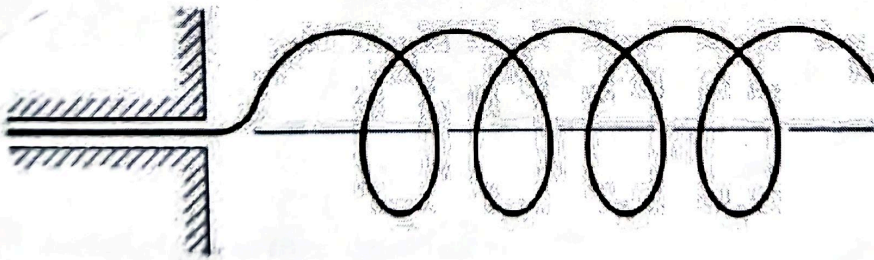


Figure 2 Solenoid antenna

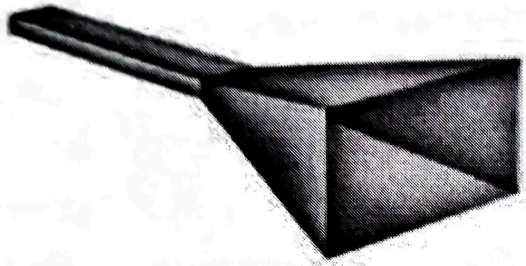
**2) Aperture Antennas**

The hole on the surface of the antenna allows electromagnetic energy to be emitted through it or to receive the transmitted energy and transfer it to the load. The antenna hole is the area whose direction is normal to the direction

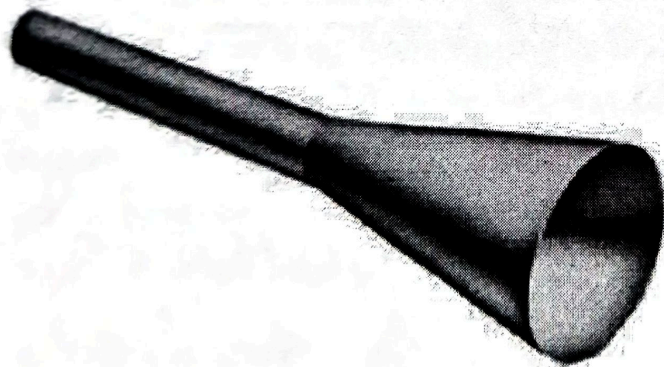


from which the electromagnetic wave is coming. These antennas are especially useful its types

**A) Hierarchical Aperture Antenna**



**B) Conical Aperture Antenna**



**C) Rectangle Aperture Antenna**



### 3) Micro Strip Antennas

مُتَنَوِّة

The most notable benefit of micro strip antennas is their versatility. Firstly, they are small and lightweight, as well as easily conformable to planar and non planar surfaces. Additionally, they can be mechanically robust when mounted onto rigid surfaces. Thus, they can be used in various applications, including aircraft, spacecraft, satellite, missile, mobile radio, and wireless communications. common in mobile phones .

مُصَوِّفَة

### 4) Array Antennas

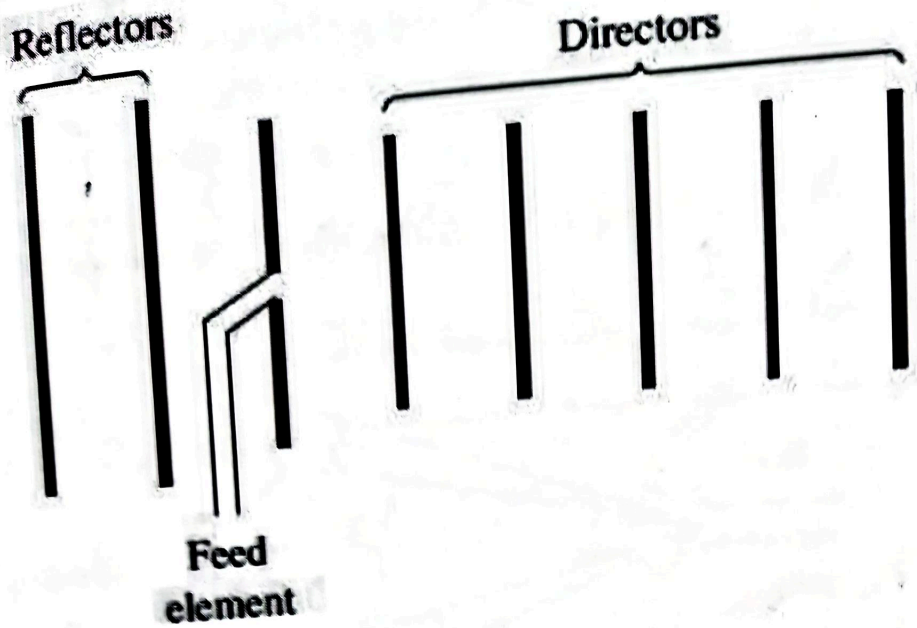
A group of antennas linked together and act as a single antenna for transmitting and receiving radio waves. Each antenna in the array is an element of the array and is connected to the receiver or transmitter by a feed line with a specific phase angle

تَمَيُّز

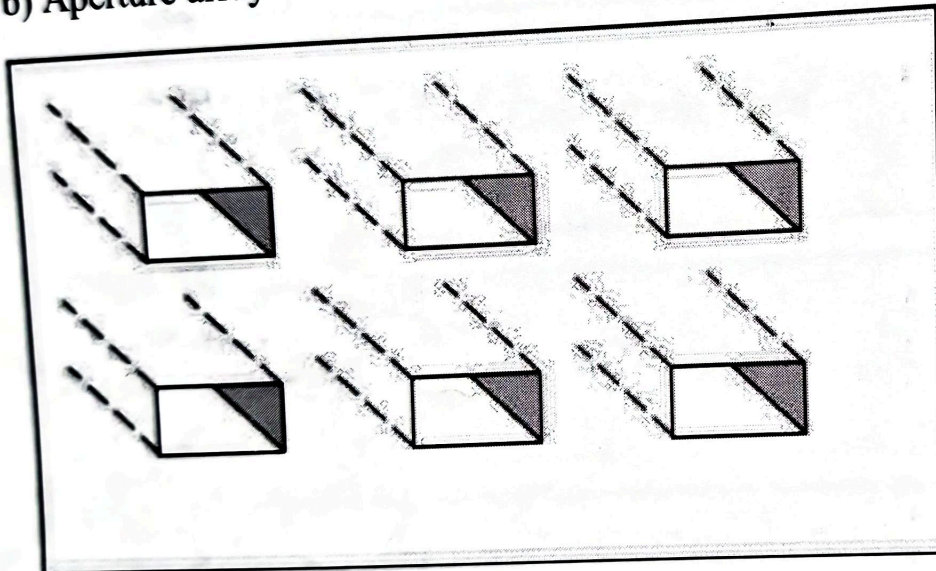
The antenna array achieves high directivity in broadcasting (broadcasting in a specific direction) by transmitting in narrow bands of radio waves, which is sometimes difficult to achieve when using a single antenna in the broadcasting process. The more antennas in the array, the more narrow beams of radio waves can be produced, as some antenna arrays consist of thousands of antennas, such as some radars used in military applications

a) Yagi-uda array





b) Aperture array



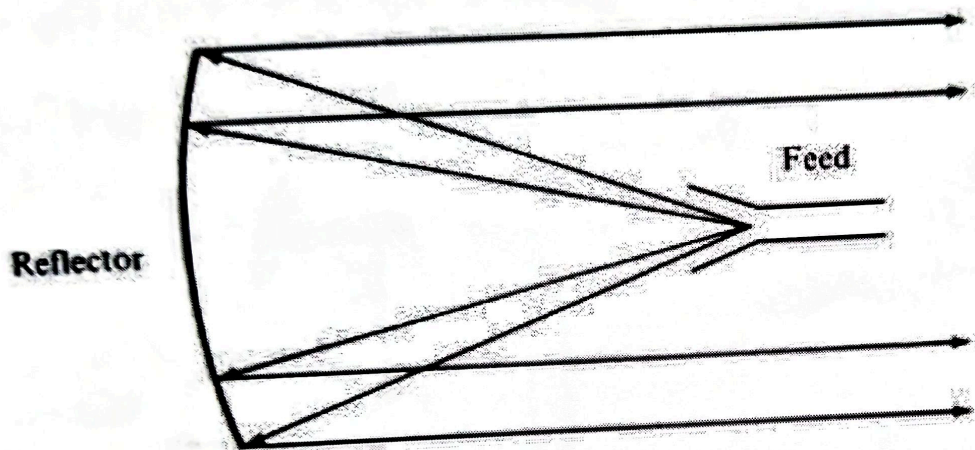
### 5) Reflector Antennas

Are antennas designed to reflect electromagnetic waves that originate from a separate source, as it is designed to operate at a high microwave frequency. These antennas also belong to the category that provides high directivity during radiation, These antennas are a major part of communication systems, radar,

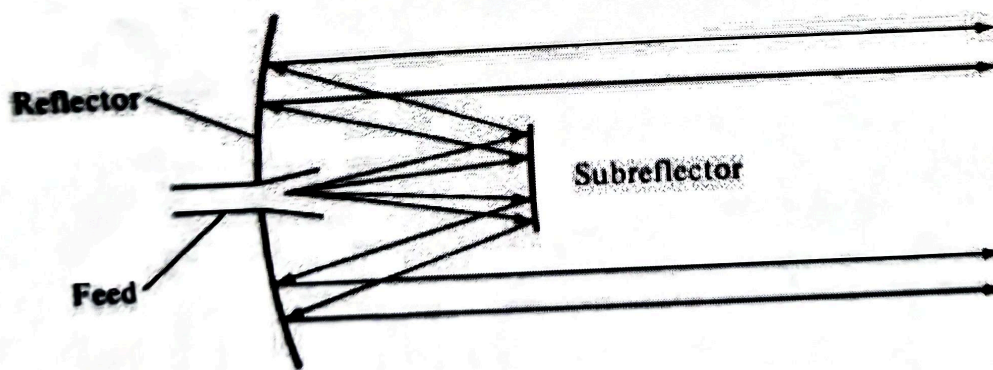
and point-to-point communication. These antennas are also widely used in broadcasting television signals to satellite communications. Besides, other applications of reflective antennas include weather radar and radio astronomy as well as in spacecraft systems

منعكس

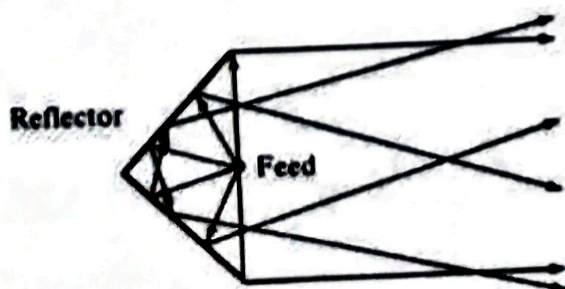
#### a) Parabolic Reflector With Front Feed



#### b) Parabolic Reflector With Cass grain Feed



#### c) Corner Reflector

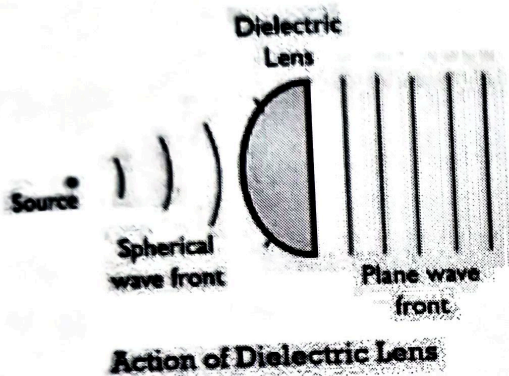




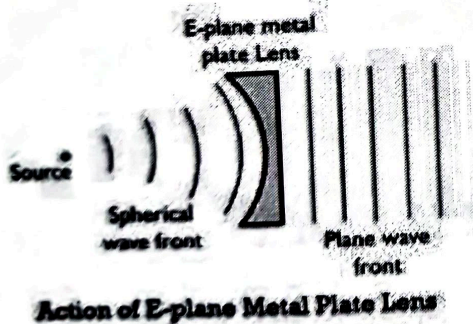
## 6) Lens Antennas

It is the antenna designed to standardize the resulting divergent energy in order to convert it into plane waves using the appropriate lens material, and it is a microwave antenna that uses the principle of refraction used by the optical lens of light in order to re-radiate the received energy in the desired direction

### a) Delayed lens antenna



### b) Rapid Lens Antenna



## The Characteristics Of The Antenna

- 1) radiation pattern
- 2) antenna gain کسب
- 3) forward-to-backward directionality ratio
- 4) sides of the antenna

- 5) Polarization
- 6) Bandwidth
- 7) Antenna impedance
- 8) Mechanical size

201

### **Disadvantages of antennas**

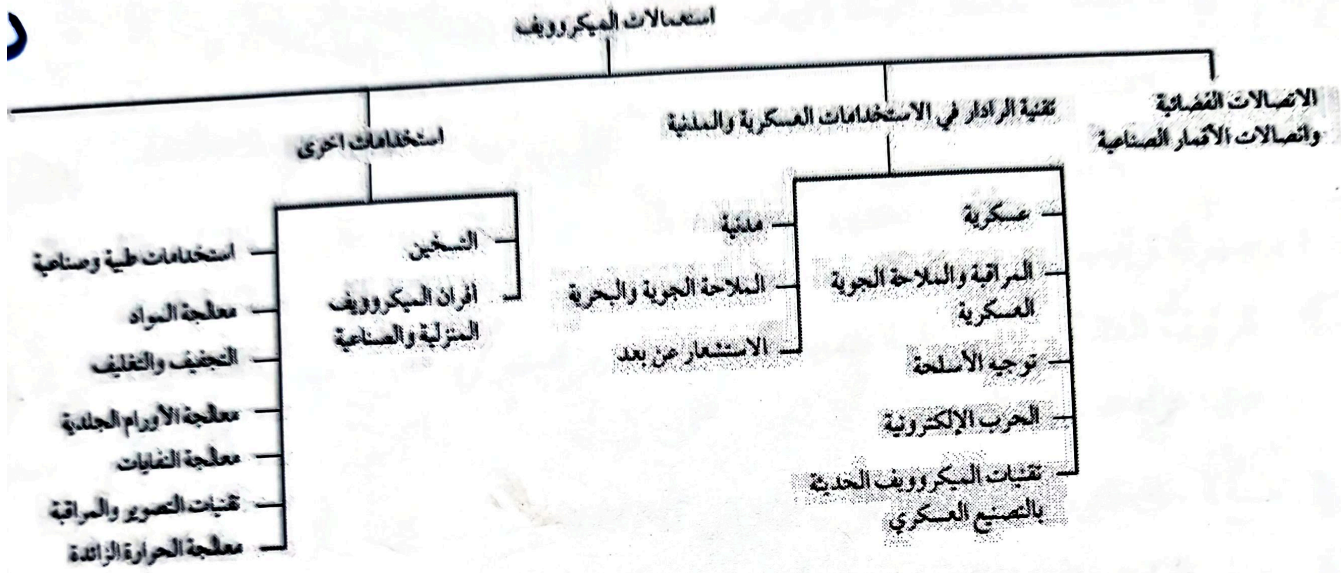
- 1).The complexity of the transceiver systems increase the cost
- 2) Managing the sending and receiving process is becoming more and more .difficult
- 3).With the movement of the receiver, the data transfer rate decreases



## أنظمة الميكروويف

يطلق على نطاق الترددات الراديوية الواقعة بين (300GHz-1GHz) بنطاق ترددات الميكروويف، وتسمى الأنظمة التي تستخدم هذه الترددات أنظمة الميكروويف.

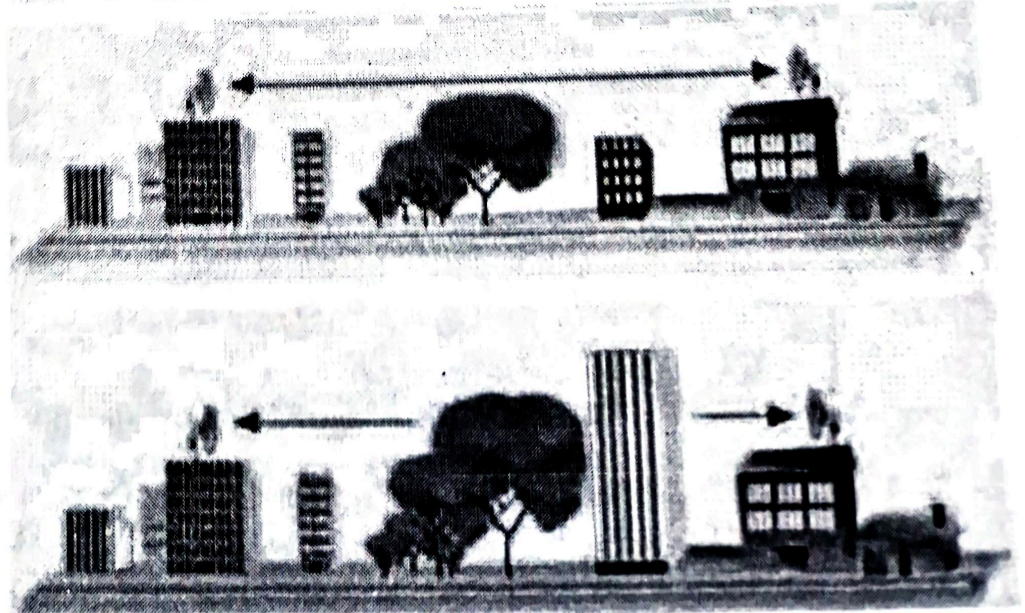
ولأنظمة الميكروويف استعمالات عديدة في مختلف المجالات المدنية والعسكرية والطبية، ويبين شكل (1) أهم هذه الاستعمالات.



شكل (1): مخطط بين أهم استعمالات الميكروويف

## نظام اتصالات الميكروويف

يعرف نظام اتصال الميكروويف بأنه نظام اتصال لاسلكي يستخدم نطاق ترددات الميكروويف، ويعتمد على وجود خط رؤية بين هوائي المحطة المرسله وهوائي المحطة المستقبلة شكل (2)، وتستخدم اتصالات الميكروويف لنقل الإشارات الهاتفية بين المقاسم المختلفة والإشارات الإذاعية والتلفازية.



شكل (2): اتصال خط الرؤية



تأثر موجات الميكروويف عند انتشارها بالعوامل الجوية (المطر، بخار الماء، الثلج، غاز الأكسجين) حيث يحدث امتصاص أو تشتت لهذه الموجات؛ مما يفقدها جزءاً من طاقتها كما أنها تتعرض إلى التداخل والتشويش من أنظمة الاتصالات الأخرى، وأحياناً من أنظمة الرادار، وقد تتعرض للتنصت، وتصل المسافة المستخدمة بين المحطات اللاسلكية من 10Km إلى 50Km في الاتجاه الواحد، في حين تكون المسافة كبيرة في الاتصالات بين الأقمار الصناعية في الفضاء.

### مزايا وعيوب أنظمة اتصال الميكروويف

توجد عدة مزايا لاستخدام أنظمة الميكروويف، من أهمها:

١. تكلفة قليلة مقارنة مع الأنظمة الأخرى.
٢. سهولة تركيب النظام.
٣. الوثوقية العالية لوجود أنظمة حماية تعمل على تأمين استمرارية الخدمة عند تعطل أحد الأجهزة، أو عند إجراء عمليات الصيانة.
٤. سعة النطاق الترددي الذي يمتد من 1GHz إلى 300GHz.
٥. صغر دارات أنظمة الميكروويف نظراً لقصر طول الموجة أصبح بالإمكان تصميم دارات إرسال وتكبير على لوحة مطبوعة متكاملة.
٦. إمكانية تصميم هوائيات ذات كسب عالٍ.

ومن عيوب أنظمة الميكروويف، ما يأتي:

١. الحاجة لوجود خط رؤية بين المرسل والمستقبل.
٢. الحاجة إلى مواقع خاصة ومحددة لمحطات التقوية.
٣. مشكلة توفير الطاقة الكهربائية العالية اللازمة لتشغيل محطات التقوية.
٤. التأثر بتقلب الظروف الجوية.

### مكونات نظام الميكروويف

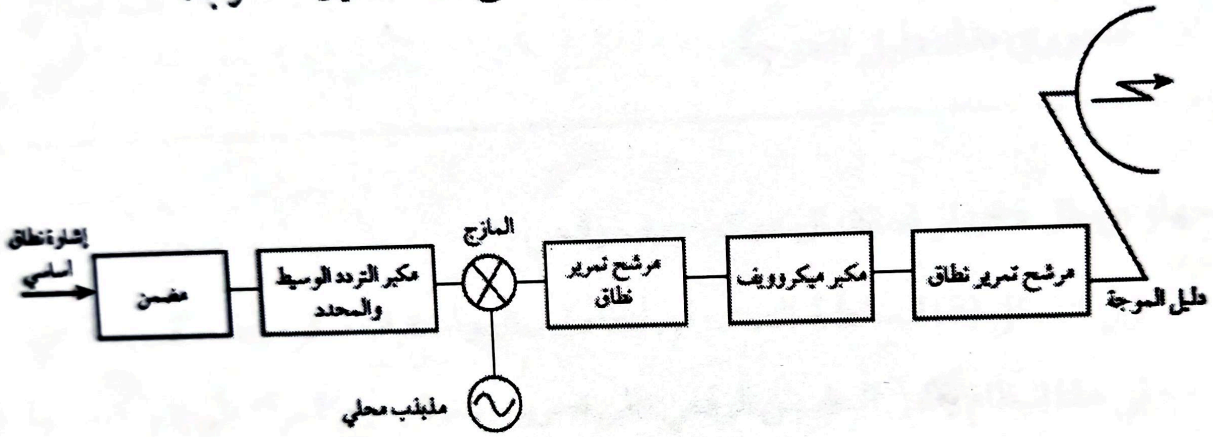
يتكون نظام الميكروويف من محطة إرسال ومحطة استقبال بينهما خط رؤية مباشر، وفي حالة عدم توفر خط رؤية مباشر، تستخدم محطة تقوية معيدة، وتوضح الأشكال الآتية المخططات الصندوقية لكل من محطة الإرسال ومحطة الاستقبال لنظام الميكروويف.



## جهاز إرسال ميكروويف (تمائلي)

يوضح شكل (3) المخطط الصندوقي لجهاز إرسال ميكروويف تماثلي والذي يتكون من الأجزاء الآتية:

١. المضمن : يقوم بتضمين إشارة النطاق الأساسي على التردد الوسيط 70MHz.
٢. مكبر التردد الوسيط والمحدد : يعمل على إزالة التغيرات الحاصلة على اتساع الإشارة التي تم تضمينها، كما يعمل على تكبير الإشارة إلى مستوى يناسب مدخل المازج.
٣. المازج : يقوم بمزج إشارة المذبذب المحلي مع الإشارة الخارجة من مكبر التردد الوسيط (إشارة التردد الوسيط) للحصول على إشارة ميكروويف.
٤. مرشح تمرير نطاق : يقوم بتمرير النطاق الترددي المطلوب.
٥. مكبر ميكروويف : يقوم بتكبير إشارة مخرج المرشح إلى المستوى المطلوب.

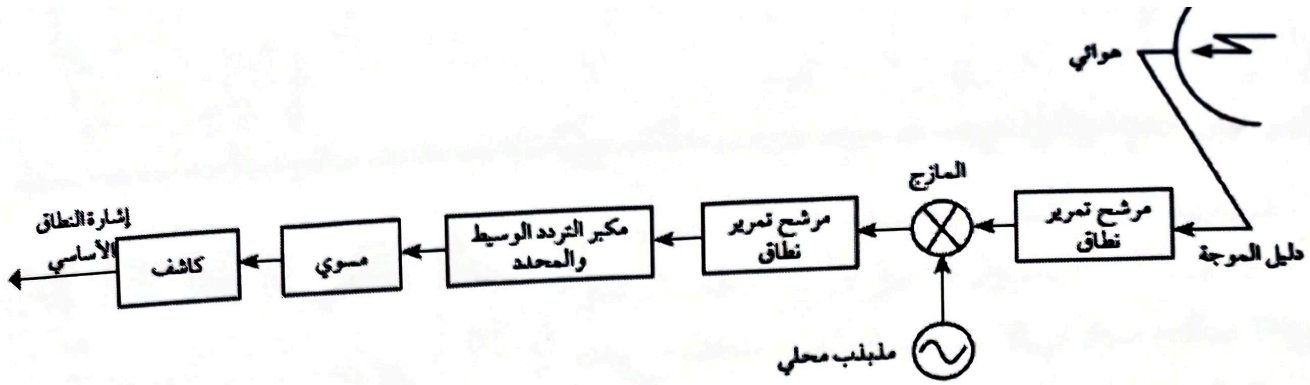


شكل (٣): مخطط جهاز إرسال ميكروويف تماثلي

## جهاز استقبال ميكروويف تماثلي

الشكل (4) يبين المخطط الصندوقي لجهاز استقبال ميكروويف تماثلي والذي يتكون من الأجزاء الآتية:

١. هوائي الاستقبال : يعمل على تجميع موجات الميكروويف وتمريرها إلى دليل الموجه.
٢. مرشح تمرير نطاق : يقوم بتمرير نطاق الترددات المطلوب وتقليل التشويش.
٣. المازج : يقوم بمزج إشارة المذبذب المحلي مع الإشارة الخارجة من المرشح للحصول على إشارة التردد الوسيط.
٤. مكبر التردد الوسيط والمحدد : يعمل على إزالة التغيرات الحاصلة على اتساع إشارة التردد الوسيط للحصول على مستوى ثابت، كما يعمل على تكبير الإشارة إلى مستوى يناسب مدخل المسوي.
٥. المسوي : يعمل المسوي على إزالة التشويه الحاصل على إشارة التردد الوسيط نتيجة مرورها في المرشحات والدارات السابقة.
٦. الكاشف : يعمل على كشف إشارة التردد الوسيط وتحويلها إلى إشارة النطاق الأساسي.



شكل (٤): مخطط جهاز استقبال ميكروويف تماثلي

نشاط (١):

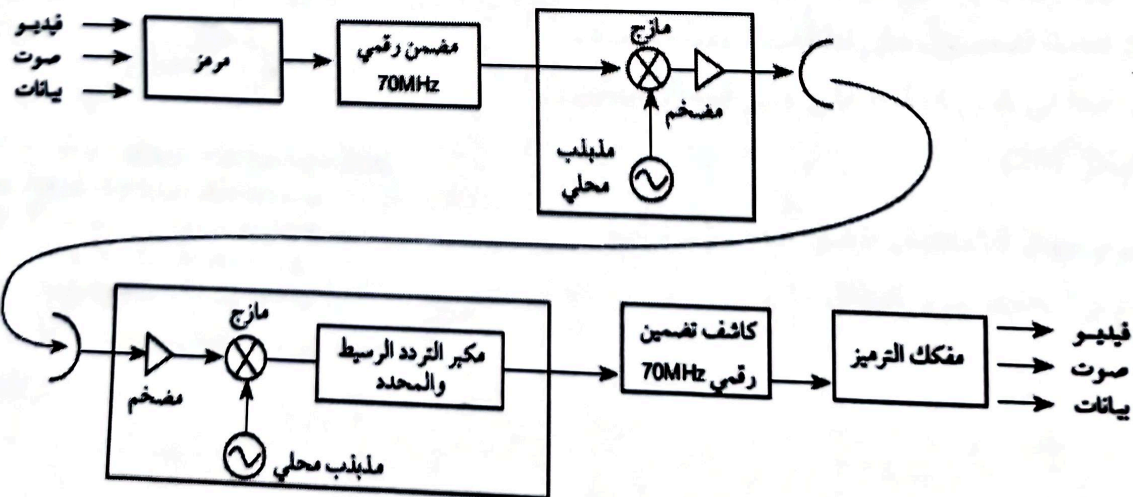
ارسم المخطط الصندوقي لجهاز إرسال وجهاز استقبال ميكروويف تماثلي عند استخدام كابل محوري بدل دليل الموجة.

جهاز إرسال وجهاز استقبال ميكروويف رقمي

يبين الشكل (5) المخطط الصندوقي لنظام إرسال واستقبال ميكروويف رقمي.

في هذا النظام يعمل المضمن الرقمي على تحويل إشارة مخرج المرمز إلى إشارة راديوية مضمنة بتردد وسيط مقداره 70MHz تدخل بعدها إلى المازج للحصول على تردد الميكروويف، ومن ثم يتم تكبيرها وإرسالها إلى هوائي الميكروويف.

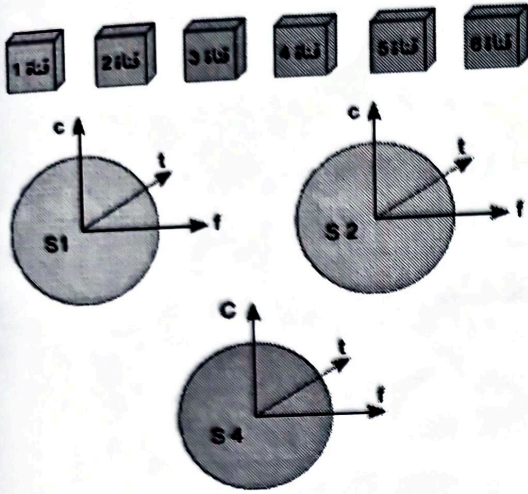
أما في جهة الاستقبال فيتم تكبير الإشارة المستقبلية قبل ادخالها إلى المازج للحصول على إشارة التردد الوسيط ومن ثم إلى كاشف تضمين رقمي وأخيراً إلى مفكك الترميز للحصول على الإشارات المرسل.



شكل (٥): نظام إرسال واستقبال ميكروويف رقمي



## الإرسال المتعدد



- الزمن (t) time
- الفضاء (si) space
- التردد (f) frequency
- الرمز (c) code

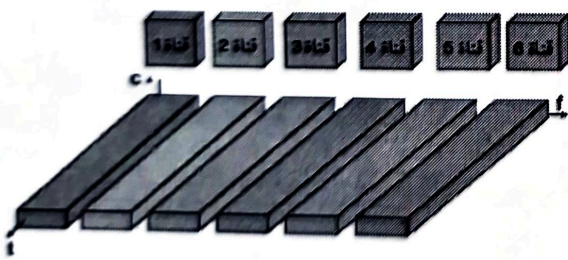
شكل (١٩) : SDM

تستخدم تقنيات التجميع لإرسال إشارات متعددة على نفس القناة، ذلك للاستغلال الكامل لعرض النطاق الترددي لقناة الاتصال، فمثلاً في الاتصالات الهاتفية تستخدم عمليات الإرسال المتعدد لإرسال عدد كبير من المكالمات الهاتفية بين المقاسم على نفس قناة الاتصال، وفي الاتصالات اللاسلكية فإن الفضاء يشكل نفس قناة الاتصال، عندها لا بد من استخدام الإرسال المتعدد لكي يمكن نقل أكثر من إشارة في الوقت نفسه، شكل (19).

وهناك خمسة أنواع من الإرسال المتعدد :

### ١. الإرسال المتعدد بالتقسيم المكاني SDM

تقسم الترددات والقنوات المتاحة على المناطق الجغرافية في الاتصالات اللاسلكية، حيث تعطى كل منطقة نطاقاً من الترددات يختلف عن المنطقة المجاورة لها لمنع حدوث التداخل، ويعد تكرار الترددات في مناطق أبعد، ويمكن استخدام الأنواع الأخرى من الإرسال المتعدد في كل منطقة.



شكل (٢٠) : FDM

### ٢. الإرسال المتعدد بالتقسيم الترددي FDM

يعتمد عمل هذا النوع على فصل ترددات الإشارات المرسله وذلك بتخصيص نطاق ترددي معين لكل جهاز إرسال، ويتم ذلك بتعديل ترددات إشارة المعلومات بإشارات حاملة للحصول على نطاقات ترددية منفصلة، وإرسالها معاً في نفس الوقت على نفس قناة الاتصال.

لاحظ شكل (20).

ويقوم جهاز الاستقبال بفصل هذه الإشارات باستخدام مرشحات تمرير النطاق.

- SDM Space Division Multiplexing
- FDM Frequency Division Multiplexing
- TDM Time Division Multiplexing
- CDM Code Division Multiplexing

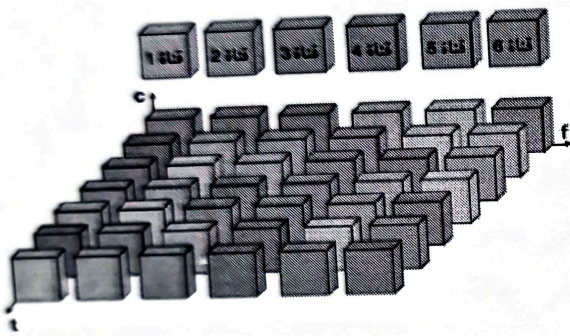


### 3 - الإرسال المتعدد بالتقسيم الزمني TDM

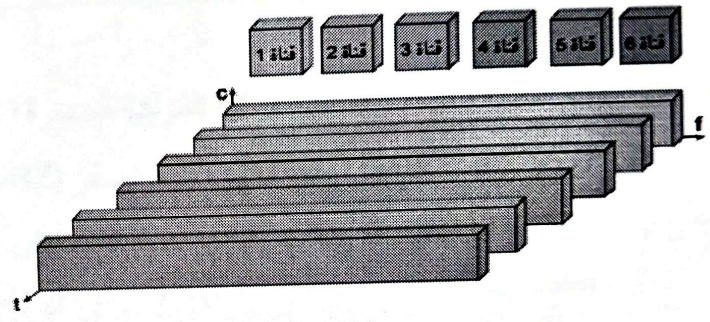
يعتمد مبدأ عمل هذا النوع على تقسيم الزمن بين أجهزة الإرسال في خط اتصال واحد، وذلك بالاستفادة من الفترات الزمنية الخالية، وهذا يؤدي إلى زيادة سعة أنظمة الاتصالات، ويتطلب هذا التقسيم المزامنة بين أجهزة الإرسال والاستقبال. لاحظ شكل (21).

### الإرسال المتعدد بالتقسيم الزمني و الترددي FDM, TDM

في هذا النوع يتم الاستفادة من ميزات التقسيم الزمني والتردد، وذلك بتخصيص أكثر من نطاق ترددي للبت وتقسيم هذه النطاقات زمنياً بين أجهزة الاستقبال والإرسال، لكن هذا النوع يحتاج إلى مزامنة وتنسيق كبير بين أجهزة الاستقبال والرسال بالإضافة إلى تعقيد هذه الأجهزة. لاحظ شكل (22).

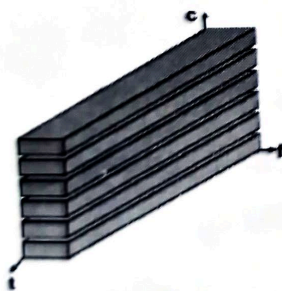


شكل (22) : TDM, FDM



شكل (21) : TDM

### 4 - الإرسال المتعدد بالتقسيم الرمزي CDMA



شكل (23) : CDMA

في هذا النوع من الإرسال المتعدد تستغل كافة القنوات المتاحة في عملية الإرسال، وذلك بإعطاء كل جهاز إرسال رمزاً خاصاً، ومن ثم استخدام كامل النطاق المتاح للإرسال. وفي جهاز الاستقبال يمكن التعرف على إشارات كل جهاز بناء على رمزه، وهذا يؤدي إلى زيادة سعة الأنظمة التي تستخدمه مقارنة بالأنظمة السابقة، كما أنه لا يحتاج إلى مزامنة بين جهاز الإرسال والاستقبال. لاحظ شكل (23).

### ترميز خط النقل

لتنظيم وترتيب الرموز الثنائية المعبرة عن المعلومات الثنائية المرسله بواسطة خط الاتصال، يستخدم ترميز بنماذج مختلفة، بهدف:

١. تقليل النطاق الترددي، لتلائم مع النطاق الترددي لخط النقل.

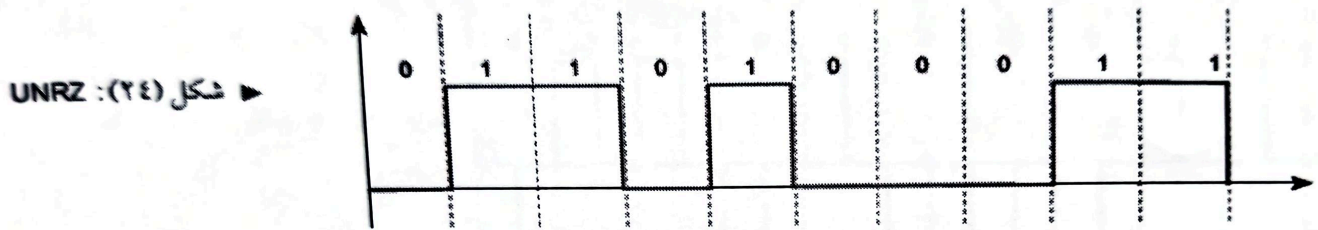


٢. تقليل مركبة الفولتية المستمرة (DC).

٣. زيادة سرعة الإرسال عبر قناة الاتصال.

ومن أهم هذه النماذج :

١. نموذج أحادي القطبية مع عدم العودة للصفر (UNRZ)، وتمثل حالة المنطق (1) بوساطة نبضة ثابتة الاتساع، في حين تمثل حالة المنطق (0) بقطع الإشارة كما هو موضح بشكل (24).

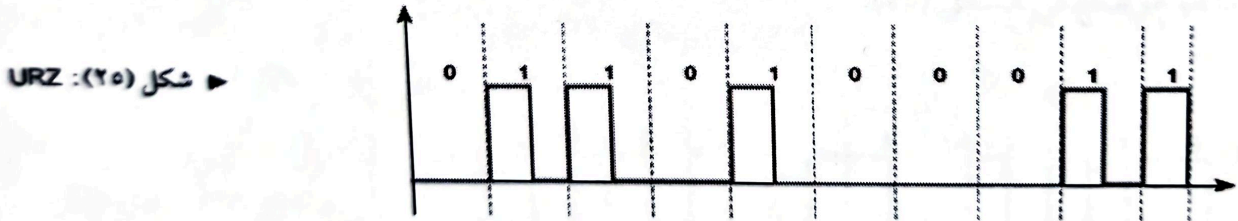


ومن عيوبه أنه يحتوي على مركبة الفولتية مستمرة (DC)، ولذلك فهو لا يستخدم إلا في المسافات القريبة.

٢. نموذج أحادي القطبية مع العودة إلى الصفر (URZ)، تمثل حالة

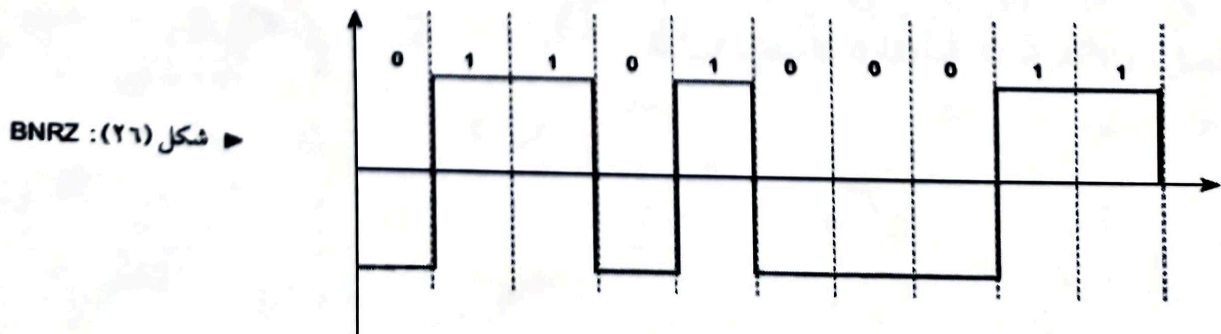
UNRZ Unipolar Non Return to Zero  
URZ Unipolar Return to Zero

المنطق (1) بوساطة نبضة ثابتة الاتساع، ولكن بعرض نطاق يعادل نصف زمن الثنائية (bit)، ولا ترسل إشارة في حالة الصفر (0) كما هو موضح بشكل (25).



بعد هذا النموذج أفضل من النموذج السابق، لأنه يقلل مركبة الفولتية المستمرة (DC)

٣. نموذج ثنائي القطبية مع عدم العودة إلى الصفر (BNRZ)، تمثل حالة المنطق (1) وحالة المنطق (0) بوساطة نبضات ثابتة الاتساع ومتعاكسة في القطبية، كما هو موضح بشكل (26).

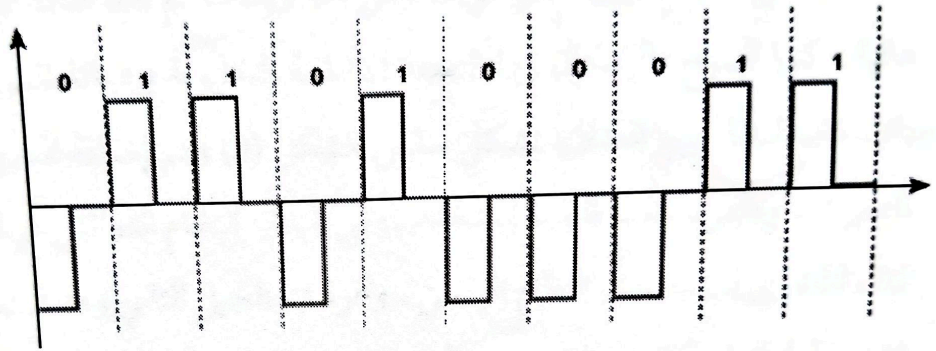


BNRZ Bipolar Non Return to Zero  
BRZ Bipolar Return to Zero

ويمتاز هذا النموذج بانخفاض مركبة الفولتية المستمرة (DC) مقارنة مع نموذج أحادي القطبية.

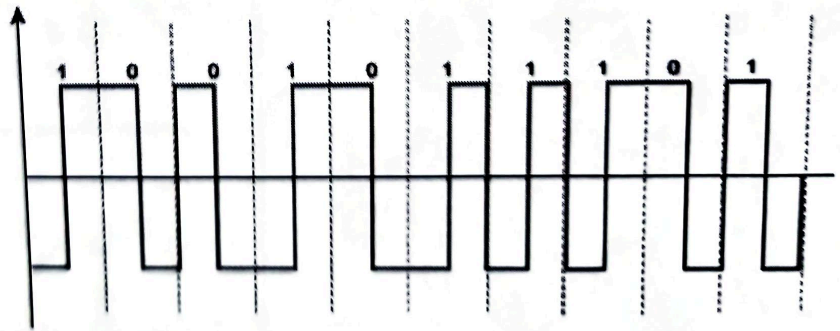
٤. نموذج ثنائي القطبية مع العودة إلى الصفر (BRZ)، تمثل حالة المنطق (1) وحالة المنطق (0) بوساطة نبضات ثابتة بالاتساع ومتعاكسة في القطبية في نصف زمن الثنائية، كما في الشكل (27).

شكل (٢٧): BRZ



وهو الأفضل في خفض مركبة الفولتية المستمرة (DC)، ويستخدم على نطاق واسع للإرسال.  
٥. نموذج مانشستر ثنائي الطور (Biphase Manchester Code)، تمثل حالة المنطق (1) بقطبية سالبة ثابتة الاتساع لنصف زمن الثنائية، ثم يتقل إلى قطبية موجبة في نصفها الآخر، ويحدث العكس في حالة المنطق 0. كما هو موضح في الشكل (28).

شكل (٢٨): نموذج مانشستر ثنائي الطور

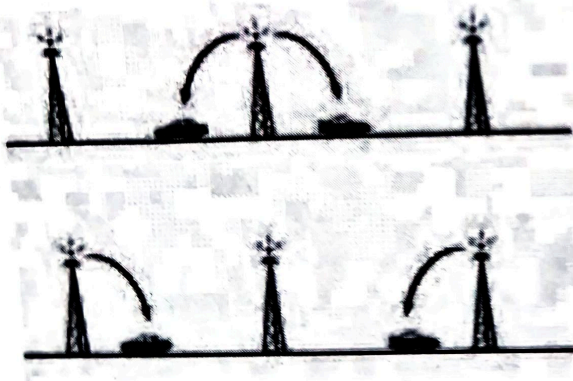


ويعدّ الأفضل، والأكثر استخداماً مقارنة بالنماذج السابقة.

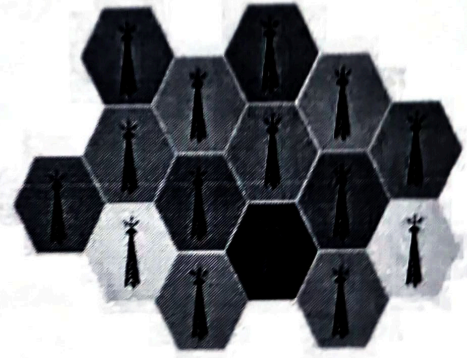


## الأنظمة الخليوية (Cellular Systems)

المبدأ الأساسي في الأنظمة الخلوية هو تقسيم منطقة الخدمة إلى مناطق تسمى خلايا، ويستخدم برج لتغطية كل خلية وذلك باستخدام طاقة إرسال منخفضة لكل برج لمنع التداخل في حال استخدام نفس الترددات في خلية أخرى، كما في الشكل (2) وبذلك لم تعد هناك حاجة لاستخدام أجهزة خلوية بطاقة عالية، كما أصبح بالإمكان زيادة سعة الأنظمة الخلوية بإضافة المزيد من الأبراج (الخلايا)، وأصبح بالإمكان التنقل بين الخلايا بشكل سلس الشكل (3) وتم إضافة العديد من الخدمات بالإضافة إلى نقل الصوت، وظهرت عدة أنظمة استخدمت في البداية النظام التماثلي عرفت بالجيل الأول، ثم تطورت إلى أنظمة أخرى استخدمت النظام الرقمي، وعرفت بالجيل الثاني ومازالت هذه الأنظمة قيد البحث والتطوير لتحسين أدائها، ولتوفير العديد من الخدمات، منها نقل الصوت والصورة، وخدمات الانترنت، وشمولية التغطية الجغرافية باستخدام الأقمار الصناعية، ويجري الآن اختبار ما يعرف بالجيل الثالث، وفيما يأتي ملخص لأبرز مميزات هذه الأجيال.



شكل (٣):



شكل (٢):

### الجيل الأول 1980 G1

كانت أنظمة هذا الجيل المثال الأول على توظيف مبدأ النظام الخلوي وذلك في أواخر السبعينيات، وبقيت في الخدمة حتى أوائل التسعينيات، وتميزت باستخدام النظام التماثلي.

التكنولوجيا: كانت تستخدم التقسيم الترددي FDMA والنظام التماثلي Analog ونظام التضمين FM.

أمثلة: AMPS في الولايات المتحدة الأمريكية، NMT-900 في السويد، HCMTS في اليابان.

## خصائص الجيل :

- ١ . غير متوافقة في النظام ، وتعتمد على ترددات مختلفة لعدم وجود معايير دولية موحدة .
- ٢ . محدودة السعة والتوسع (الضعف التكنولوجي المستخدمة) .
- ٣ . جودة منخفضة لاعتمادها على النظام التماثلي .
- ٤ . ضعف الحماية ضد التطفل لعدم اعتمادها نظام تشفير .
- ٥ . اقتصار الخدمات على نقل الصوت فقط .

## الجيل الثاني 1992 G2

امتازت أنظمة هذا الجيل باستخدام التقنية الرقمية ، بعد تطور صناعة الدارات الرقمية وتطور سرعة نقلها للبيانات ، وتميزت بسعاتها العالية مقارنة بأنظمة الجيل الأول ، وقد تم وضع معايير دولية لهذه الأنظمة ؛ مما سهل انتشارها .

التقنية المستخدمة : تستخدم تقنيات الوصول TDMA و FDMA و CDMA والتكنولوجيا الرقمية وتضمين QPSK و GSM في الإرسال والاستقبال .

أمثلة : DAMPS : الولايات المتحدة الأمريكية ، يستخدم TDMA .

GSM : أوروبا والعديد من دول العالم ، يستخدم TDMA .

IS-95 (CDMAOne) : الولايات المتحدة الأمريكية يستخدم CDMA .

## مميزات هذا الجيل :

- ١ . سعة هائلة وإمكانية توسع عاليين .
- ٢ . جودة عالية لاعتمادها على التضمين الرقمي .
- ٣ . حماية قوية ضد التطفل لاستخدامه تقنيات التشفير الرقمية .
- ٤ . توفير العديد من الخدمات ، مثل نقل النصوص SMS والفاكس وغيرها .
- ٥ . أجهزة صغيرة الحجم واستهلاك منخفض للطاقة .
- ٦ . خدمة التجوال الدولي .



## الجيل الثاني المطور 1999-2001 G2.5 (Phase2)

بعد جيل التطور والتحول نحو الجيل الثالث، حيث تم استخدام أنظمة إضافية لزيادة سرعة نقل البيانات على أنظمة الجيل الثاني السابقة التي تستخدم نظام TDMA وهذا مكن من استخدام تطبيقات الإنترنت، ونقل البيانات والوسائط المتعددة.

التقنية المستخدمة: GPRS: واستخدم لتطوير نظام GSM.

EDGE: استخدم لتطوير نظام DAMPS نظام GPRS التي تستخدم على أنظمة GSM

CDMA2000 1X: التي تستخدم لتطوير IS-95 (CDMAONE).

## الجيل الثالث 2001 G3

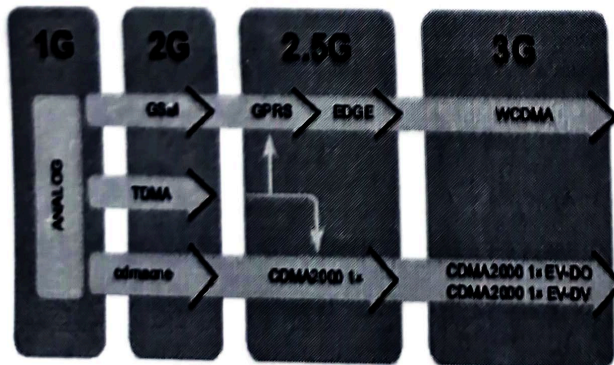
بعد النجاح الكبير الذي حققته أنظمة الجيل الثاني، وخاصة نظام GSM بدأ التوجه نحو تكامل ودمج العديد من الأنظمة في نظام واحد يشمل الأنظمة الخليوية والهواتف اللاسلكية وأنظمة المنداة ونظم الأقمار الصناعية ودمجها في نظام عالمي موحد، وبدأت المنظمات الدولية بوضع معايير موحدة لأنظمة هذا الجيل، وبدأ بعض هذه الأنظمة بالظهور في اليابان وكوريا الجنوبية، ثم لحقت بها العديد من دول العالم.

التقنية المستخدمة: تستخدم أنظمة الجيل الثالث نظام الوصول WCDMA وتضمن QPSK في الإرسال والاستقبال.

WCDMA هو نوع من CDMA، يستخدم نطاق بث عريض.

أمثلة: UMTS في أوروبا واليابان.

## مميزات هذا الجيل:



شكل (٤): أجيال الأنظمة الخليوية.

١. مقياس عالمي موحد.
٢. تجوال عالمي موحد Global Roaming (بين مختلف أنواع الأنظمة من خليوية وأقمار صناعية وغيرها).
٣. سرعة نقل بيانات عالية.
٤. نقل الوسائط المتعددة بنوعية مقبولة.
٥. الاتصال الدائم مع الإنترنت.

## الجيل الرابع 2010 G4

إن التوجه الأساسي في هذا الجيل هو الوصول إلى سرعة نقل بيانات عالية تصل إلى 100Mbps لتخدم تطبيقات الفيديو والإنترنت، وسيتم استخدام بروتوكولات الشبكات وعنوان بروتوكول الإنترنت (IP Address) لكل مستخدم، وذلك أقرب نحو مبدأ الشبكات اللاسلكية WLAN، ولهذا الغرض ستوضع خلايا محلية بين التجمعات السكانية والمكاتب والشركات، وقد لا يزيد مدى الخلايا عن 100m (Picocells)، وهذا يستدعي تركيب آلاف الخلايا داخل المدينة الواحدة.

### النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM)

طور نظام ال GSM في أوروبا حيث وضعت له المواصفات والمقاييس وأنشئت عام 1982 مجموعة تابعة للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-T)، وكان هدف هذه المجموعة وضع أسس ومقاييس لنظام خليوي أوروبي موحد، وقد بدأ بتشغيل هذا النظام منذ عام 1991، وانتشر عالمياً، وسمي (GSM).

يعدّ نظام GSM من أكثر الأنظمة انتشاراً حول العالم، فهناك أكثر من 690 مشغلاً لهذه الخدمة في 213 بلداً حول العالم تخدم ما يقارب 2 مليار مشترك، ويمثل ما نسبته أكثر من 82 % من سوق الأنظمة اللاسلكية حول العالم (إحصائيات 2006)، ويحوي العديد من التطبيقات والخدمات وبما أن الأنظمة الخليوية تشابه في الكثير من الخصائص فإن دراستنا لنظام GSM سيساعد في فهم العديد من الأنظمة الخليوية الأخرى.



## الحاجة إلى نظام GSM

بعد النجاح العملي للأنظمة الخلوية التماثلية، مثل (AMPS) ظهرت الحاجة إلى تطوير نظام رقمي يتمتع بالمواصفات الآتية:

١. نوعية نقل جيدة للصوت.
  ٢. إمكانية الوصول إلى خدمات الاتصالات الأخرى، مثل البيانات (ISDN)، فاكس، الإنترنت، البريد الإلكتروني.
  ٣. نظام أمان ووثوقية عالية يمنع التطفل والتنصت.
  ٤. سعة تماثل سعة أنظمة شبكة الاتصالات العامة (PSTN).
  ٥. تكلفة منخفضة للمشغل والمستخدم.
  ٦. امس للانتشار عالمياً.
  ٧. إمكانية التطور للأنظمة المستقبلية.
- المميزات الأساسية:**

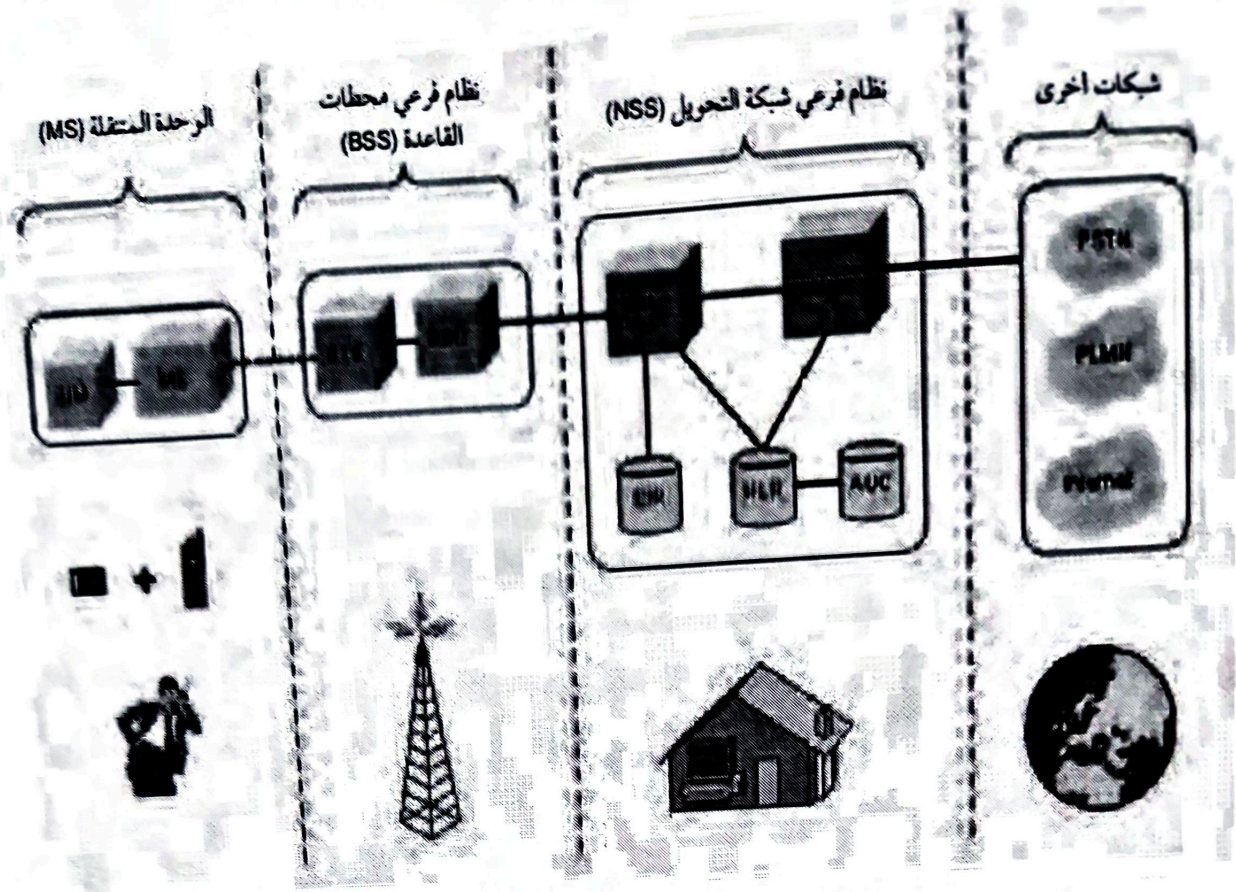
- مقياس عالمي موحد.
- استخدام التقنية الرقمية.
- استخدام فعال للنطاق الترددي عبر التوزيع الخليوي واستخدام التقسيم الزمني TDMA.
- نظام حماية وتشفير قوي لمنع التطفل.
- خدمة التجوال العالمي باستخدام رقم المشترك الشخصي.
- كرت المشترك SIM الذي يحمل معلومات خط المشترك وبالتالي إمكانية تغيير جهاز الهاتف المتنقل دون تغيير الرقم الشخصي.
- توفيره للعديد من الخدمات واتصاله مع شبكة الاتصال العامة PSTN.

## تركيب النظام

يتكون نظام GSM من الوحدات الآتية:

- الوحدة المتنقلة (الجهاز الخليوي) (MS).
- نظام فرعي محطات القاعدة (BSS).
- نظام فرعي شبكة التحويل (NSS).
- نظام فرعي التشغيل والصيانة (OMSS).





شكل (٥): تركيب نظام GSM

### الوحدة المتنقلة (MS)

تتكون من الجهاز المتنقل وبطاقة هوية المشترك.



شكل (٦): أجهزة متنقلة

الجهاز المتنقل (ME): وهو جهاز متوافق مع نظام GSM وقد يكون محمولاً باليد أو في السيارة أو ثابتاً في المكتب أو المنزل ويعرف كل جهاز برقم فريد عالمياً (IMEI) يميزه عن غيره، ويمثل الهوية الدولية للجهاز المتنقل، ويمكن للوحدات المتنقلة أن ترسل بيانات بالإضافة إلى الصوت وتتراوح الطاقة الإشعاعية لها بين 0.8W و 2W حسب بعدها عن برج الخلية. الشكل (6) يبين بعض أنواع الأجهزة المتنقلة.

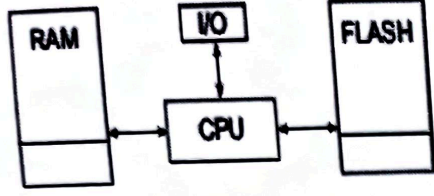
بطاقة هوية المشترك (SIM): وهي بطاقة ذكية تحتوي على رقم

لمعرفة الـ IMEI الخاص بجهازك إضغط  
(\*06\*)

يمثل الهوية الدولية للمشارك (IMSI)، وهو رقم عالمي فريد يتعرف من خلاله نظام GSM على هوية المشارك، ويتم ربطه من خلال النظام برقم الهاتف الشخصي للمشارك.

كما يمكن استخدامها على أي جهاز متنقل وتؤمن بذلك الوصول إلى مختلف خدمات الشبكة، ومن دون هذه البطاقة لا يمكن للوحدة المتنقلة أن ترسل أو تستقبل مكالمات إلا للطوارئ فقط، وتتكون بطاقة المشارك من معالج (Microcontroller) يحتوي على ذاكرة قراءة فقط (ROM) للبرامج وذاكرة قابلة للقراءة والكتابة EEPROM لتخزين البيانات. لاحظ الشكل (7).





شكل (V): التركيب الداخلي (SIM)

ويتم حماية البطاقة باستخدام رقم سري (PIN) وهو رقم مكون من أربعة خانات مخزن في بطاقة هوية المشترك SIM لمنع استخدامها في حالة الضياع أو السرقة، وإذا تم محاولة إدخال الرقم بشكل خاطئ ثلاث مرات فإن البطاقة تنغلق، وتمنع الوصول إليها إلا بإدخال رقم آخر يسمى رقم فك الإغلاق الشخصي (PUK) الذي تزوده الشركة للمشارك عند شرائه البطاقة.