UNIT- 3 Notes "Cellular Networks"

GSM PRINCIPLES AND ARCHITECTURE:-

GSM & ITS HISTORY

Global System for Mobile (GSM) is a second generation cellular standard developed to cater voice services and data delivery using digital modulation. It is a digital cellular technology used for transmitting mobile voice and data services. GSM is the most widely accepted standard in telecommunications and it is implemented globally. GSM makes use of narrowband Time Division Multiple Access (TDMA) technique for transmitting signals. GSM provides basic to advanced voice and data services including roaming service. Roaming is the ability to use your GSM phone number in another GSM network. GSM was developed using digital technology. It has an ability to carry 64 kbps to 120 Mbps of data rates. GSM digitizes and compresses data, then sends it down through a channel with two other streams of user data, each in its own timeslot.

- The concept of GSM emerged from a cell-based mobile radio system at Bell Laboratories in the early 1970s.
- Conference of European Posts and Telegraph (CEPT) establishes a GSM group to widen the standards for a pan-European cellular mobile telephone system in 1982. GSM is named as "Global System for Mobile communication" in 1989. In year 2000, General Packet Radio Service (GPRS) came into existence.
- GSM owns a market share of more than 70 percent of the world's digital cellular subscribers. Presently GSM supports more than one billion mobile subscribers in more than 210 countries Through out the world.

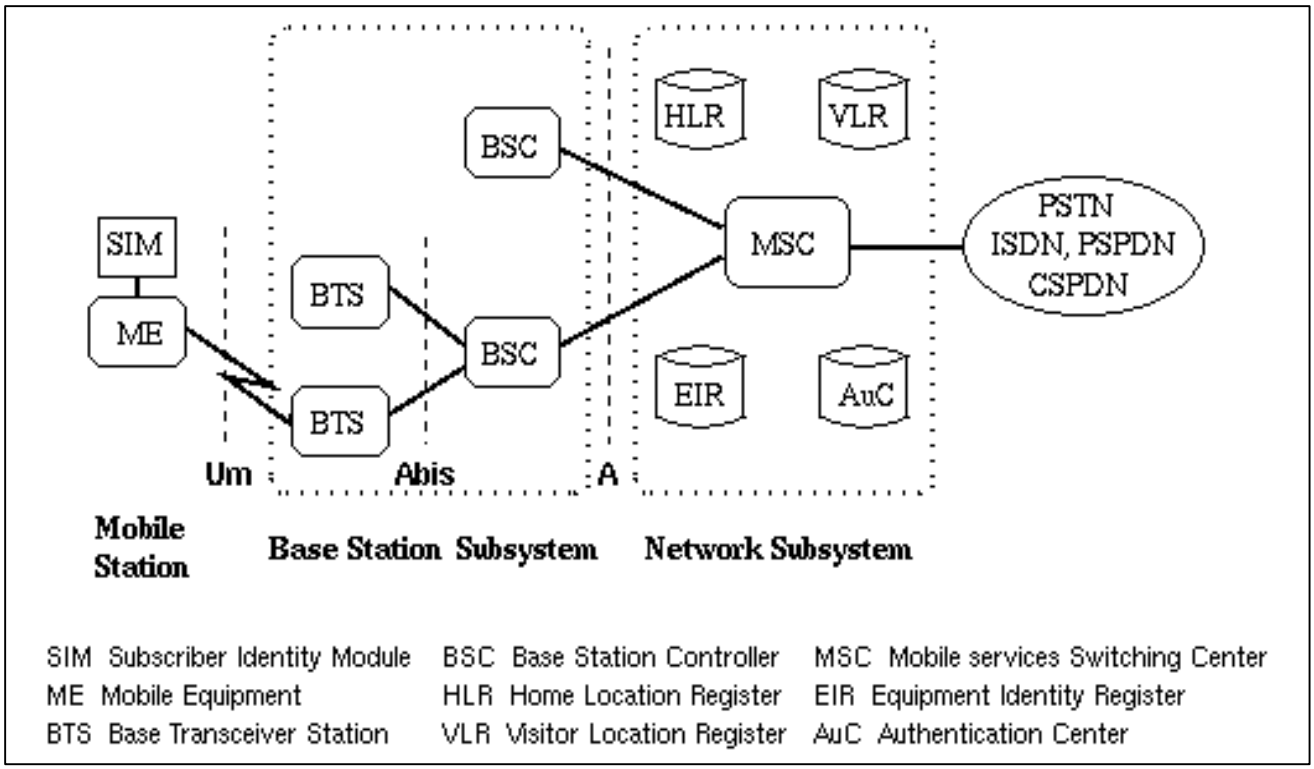
GSM SERVICES

- Tele-services:- Telecommunication services that enable voice communication via mobile phones. Offered services like Mobile telephony & Emergency calling.
- Bearer or Data Services:- Include various data services for information transfer between GSM and other networks like PSTN, ISDN etc . Short Message Service (SMS) up to 160 character alphanumeric data transmission to/from the mobile terminal & Voice mailbox.
- Supplementary services:-
    - Call Waiting- Notification of an incoming call while on the handset
    - Call Hold- Put a caller on hold to take another call
    - Call Barring- All calls, outgoing calls, or incoming calls
    - Call Forwarding- Calls can be sent to various numbers defined by the user
    - Multi Party Call Conferencing - Link multiple calls together

Listed below are the features of GSM that account for its popularity and wide acceptance.

- Improved spectrum efficiency with High-quality speech & International roaming
- Low-cost mobile sets and base stations (BSs)
- Compatibility with Integrated Services Digital Network (ISDN) and other telephone company services. Support for new services.

GSM SYSTEM ARCHITECTURE



The GSM network architecture consists of three major subsystems:-

Mobile Station (MS)

- Mobile Equipment (ME)
- Subscriber Identity Module (SIM)

Base Station Subsystem (BSS)

- Base Transceiver Station (BTS)
- Base Station Controller (BSC)

Network Switching Sub system(NSS)

- Mobile Switching Center (MSC)
- Home Location Register (HLR)
- Visitor Location Register (VLR)
- Authentication Center (AUC)
- Equipment Identity Register (EIR)

In a GSM network, the following areas are defined:

- Cell : Cell is the basic service area; one BTS covers one cell. Each cell is given a Cell Global Identity (CGI), a number that uniquely identifies the cell.
- Location Area : A group of cells form a Location Area (LA). This is the area that is paged when a subscriber gets an incoming call. Each LA is assigned a Location Area Identity (LAI). Each LA is served by one or more BSCs.
- MSC/VLR Service Area : The area covered by one MSC is called the MSC/VLR service area.
- PLMN : The area covered by one network operator is called the Public Land Mobile Network (PLMN). A PLMN can contain one or more MSCs.

The wireless link interface between the MS and the Base Transceiver Station (BTS), which is a part of BSS. Many BTSs are controlled by a Base Station Controller (BSC). BSC is connected to the Mobile Switching Center (MSC), which is a part of NSS. Above Figure shows the key functional elements in the GSM network architecture.

1. Mobile Station (MS):

A mobile station communicates across the air interface with a base station transceiver in the same cell in which the mobile subscriber unit is located. The MS communicates the information with the user and modifies it to the transmission protocols if the air-interface to communicate with the BSS. The user's voice information is interfaced with the MS through a microphone and speaker for the speech, keypad, and display for short messaging, and the cable connection for other data terminals. The MS has two elements. The Mobile Equipment (ME) refers to the physical device, which comprises of transceiver, digital signal processors, and the antenna. The second element of the MS is the GSM is the Subscriber Identity Module (SIM). The SIM card is unique to the GSM system. It has a memory of 32 KB.

2. Base Station Subsystem (BSS):

A base station subsystem consists of a base station controller and one or more base transceiver station. Each Base Transceiver Station defines a single cell. A cell can have a radius of between 100m to 35km, depending on the environment. A Base Station Controller may be connected with a BTS. It may control multiple BTS
units and hence multiple cells. There are two main architectural elements in the BSS – the Base Transceiver Subsystem (BTS) and the Base Station Controller (BSC). The interface that connects a BTS to a BSC is called the A-bis interface. The interface between the BSC and the MSC is called the A interface, which is standardised within GSM.

3. Network and switching subsystem (NSS):

The NSS is responsible for the network operation. It provides the link between the cellular network and the Public switched telecommunicates Networks (PSTN or ISDN or Data Networks). The NSS controls handoffs between cells in different BSSs, authenticates user and validates their accounts, and includes functions for enabling worldwide roaming of mobile subscribers. The MSC basically performs the switching function of the system by controlling calls to and from other telephone and data systems. It includes functions such as network interfacing and common channel signalling. The NSS has one hardware, Mobile switching center and four software database element: Home location register (HLR), Visitor location Register (VLR), Authentications center (Auc) and Equipment Identity Register (EIR). In particular the switching subsystem consists of:

- Mobile switch center (MSC)
- Home location register (HLR)
- Visitor location Register (VLR)
- Authentications center (Auc)
- Equipment Identity Register (EIR)
- Interworking Functions (IWF)

HLR: The HLR is database software that handles the management of the mobile subscriber account. It stores the subscriber address, service type, current locations, forwarding address, authentication/ciphering keys, and billings information. In addition to the ISDN telephone number for the terminal, the SIM card is identified with an International Mobile Subscribes Identity (IMSI) number that is totally different from the ISDN telephone number. The HLR is the reference database that permanently stores data related to subscribers, including subscriber's service profile, location information, and activity status.

VLR: The VLR is temporary database software similar to the HLR identifying the mobile subscribers visiting inside the coverage area of an MSC. The VLR assigns a Temporary mobile subscriber Identity (TMSI) that is used to avoid using IMSI on the air. The visitor location register maintains information about mobile subscriber that is currently physically in the range covered by the switching center. When a mobile subscriber roams from one LA (Local Area) to another, current location is automatically updated in the VLR. When a mobile station roams into a new MSC area, if the old and new LA's are under the control of two different VLRs, the VLR connected to the MSC will request data about the mobile stations from the HLR.
The entry on the old VLR is deleted and an entry is created in the new VLR by copying the database from the HLR.

AuC: The AuC database holds different algorithms that are used for authentication and encryptions of the mobile subscribers that verify the mobile user's identity and ensure the confidentiality of each call. The AuC holds the authentication and encryption keys for all the subscribers in both the home and visitor location register.

EIR: The EIR is another database that keeps the information about the identity of mobile equipment such the International mobile Equipment Identity (IMEI) that reveals the details about the manufacturer, country of production, and device type. This information is used to prevent calls from being misused, to prevent unauthorised or defective MSs, to report stolen mobile phones or check if the mobile phone is operating according to the specification of its type.

White list: This list contains the IMEI of the phones who are allowed to enter in the network.

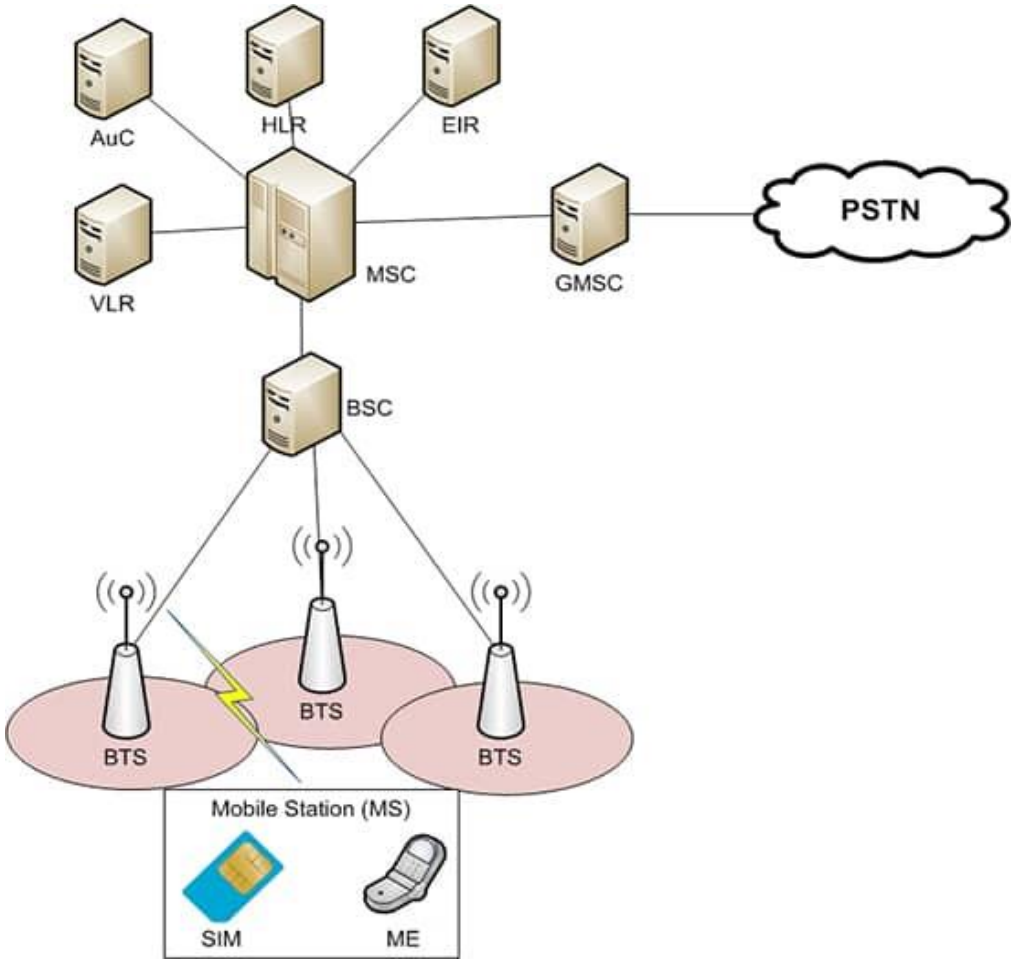
Black list: This list on the contrary contains the IMEI of the phones who are not allowed to enter in the network, for example because they are stolen.

Grey list: This list contains the IMEI of the phones momentarily not allowed to enter in the network, for example because the software version is too old or because they are in repair.

IWF- It is a system in the PLMN that allows for non speech communication between the GSM and the other networks. The tasks of an IWF are particularly to adapt transmission parameters and protocol conversions. The physical manifestations of an IWF may be through a modem which is activated by the MSC dependent on the bearer service and the destination network. The OSS (Operational Support Systems) supports operation and maintenance of the system and allows engineers to monitor, diagnose, and troubleshoot every aspect of the GSM network.

GSM ARCHITECTURE:-

GSM एक मोबाइल कम्युनिकेशन मॉडेल है; इसका मतलब ग्लोबल सिस्टम फॉर कम्युनिकेशन है। GSM का विचार 1970 में बेल लेबोरेटरीज में विकसित किया गया था। यह दुनिया में व्यापक रूप से मोबाइल कम्युनिकेशन सिस्टम का उपयोग करता है। GSM एक ओपन और डिजिटल सेलुलर टेक्नोलॉजी है जिसका उपयोग मोबाइल आवाज और डेटा सर्विसेस को चलाने के लिए 850MHz, 900MHz, 1800MHz और 1900MHz फ्रीक्वेंसी बैंड पर होता है। यूरोप और एशिया में, GSM 900 से 1800 MHz फ्रीक्वेंसी रेंज में ऑपरेट होता है, जबकि संयुक्त राज्य अमेरिका और अन्य अमेरिकी देशों में, यह 850 से 1900 MHz फ्रीक्वेंसी रेंज में ऑपरेट होता है। यह डिजिटल एयर इंटरफेस का उपयोग करता है जिसमें एनालॉग सिग्नल ट्रांसमिशन से पहले डिजिटल सिग्नल में कन्वर्ट हो जाते हैं। ट्रांसमिशन स्पीड 270 kbps है। GSM सिस्टम को एक डिजिटल सिस्टम के रूप में विकसित किया गया था जो कम्युनिकेशन उद्देश्य के लिए टाइम डिवीजन मल्टीपल एक्सेस (TDMA) तकनीक का उपयोग कर रहा था। GSM डेटा को डिजिटाइज़ और कम करता है, फिर इसे क्लाइंट डेटा की दो अलग-अलग स्ट्रीम्स के साथ एक चैनल के माध्यम से नीचे भेजता है, प्रत्येक अपने विशेष समय स्लॉट में। डिजिटल सिस्टम में 64 kbps से 120 mbps डेटा रेट्स को ले जाने की क्षमता है। 1989 में, GSM प्रोजेक्ट की जिम्मेदारी CEPT से European Telecommunications Standards Institute (ETSI) को हस्तांतरित की गई। GSM पर आधारित मोबाइल सर्विसेस को पहली बार 1991 में फिनलैंड में लॉन्च किया गया था। इसके फीचर्स हैं अंतर्राष्ट्रीय रोमिंग सपोर्ट, हाई स्पिच क्वालिटी , हैंडहेल्ड डिवाइस के लिए सपोर्ट, कम सर्विसेस लागत, नई सर्विसेस के लिए सपोर्ट और Integrated Services Digital Network (ISDN) क्षमता । Global System for Mobile Communications (GSM) टाइम डिवीजन मल्टीपल एक्सेस (TDMA) और फ्रीक्वेंसी डिवीजन मल्टीपल एक्सेस (FDMA) के कॉम्बिनेशन का उपयोग करता है।



GSM आर्किटेक्चर को रेडियो सबसिस्टम, नेटवर्क और स्विचिंग सबसिस्टम और ऑपरेशन सबसिस्टम में विभाजित किया गया है। रेडियो सब सिस्टम में मोबाइल स्टेशन और बेस स्टेशन सबसिस्टम होते हैं। मोबाइल स्टेशन आम तौर पर मोबाइल फोन होता है जिसमें एक ट्रांसीवर, डिस्प्ले और एक प्रोसेसर होता है। प्रत्येक हैंडहेल्ड में या पोर्टेबल मोबाइल स्टेशन में एक विशिष्ट पहचान होती है जिसे सिम (सब्सक्राइबर आइडेंटिटी चिप) के रूप में जाना जाता है। यह एक छोटा माइक्रोचिप होता है जिसे मोबाइल फोन में डाला जाता है और इसमें मोबाइल स्टेशन के बारे में डेटाबेस होता है।

GSM ARCHITECTURE में निम्नलिखित भाग होते है:-

1:- MOBILE STATION (MS)

- Mobile Equipment (ME)
- Subscriber Identity Module (SIM)

2:- BASE STATION SUBSYSTEM (BSS)

- Base Transceiver Controller (BTC)
- Base Station Controller (BSC)

3:- NETWORK SWITCHING SUBSYSTEM (NSS)

- Mobile Switching Centre (MSC)
- Home Location Register (HLR)
- Visitor Location Register (VLR)
- Authentication Centre (AUC)
- Equipment Identity Register (EIR)

MOBILE STATION (मोबाइल स्टेशन)

मोबाइल स्टेशन दो components से मिलकर बना होता है जो निम्न है:-

- **MOBILE EQUIPMENT (मोबाइल उपकरण)** मतलब की कोई मोबाइल जिससे जिससे कि कम्युनिकेशन किया जा सकता हो.
- **SIM (Subscriber Identity Module)** जो है वह प्रत्येक सब्सक्राइबर को identify करने के लिए प्रयोग किया जाता है. तथा यह मोबाइल उपकरण में लगाया जाता है. SIM कार्ड जो है वह सब्सक्राइबर का डेटा जैसे कि फ़ोन नंबर, लोकेशन, तथा टेक्स्ट मैसेज को स्टोर करता है.बिना सिम के मोबाइल उपकरण से कम्युनिकेशन नहीं हो सकता है.

BSS (BASE STATION SUBSYSTEM)

Base Station Subsystem के दो भाग होते है:-

- **BTS (Base Transceiver Station):-** BTS जो है वह antenna में स्थित होता है. यह सिग्नल को recieve तथा send दोनों कार्य करता है. अर्थात् किसी नेटवर्क तथा मोबाइल के मध्य कम्युनिकेशन के लिए सही जिम्मेदार होता है. BTS रेडियो सिग्नलों को इनकोड, encrypt, मल्टीप्लेक्स, मोड्यूलेट (मोड्यूलेशन/ डिमोड्यूलेशन) करता है.
- **BSC (Base Station Controller):-** BSC एक या एक से अधिक BTS को नियंत्रित तथा मैनेज करता है. तथा यह MSC तथा BTS से कनेक्टेड रहता है. इसके एरिया में जितने भी मोबाइल स्टेशन होते है उनको यह फ्रीक्वेंसी तथा टाइम स्लॉट्स (slots) assign करता है. BSC जो है वह MSC के कनेक्शनों को कम करता है तथा उसे उच्च क्षमता के कनेक्शन provide कराता है. BSC रेडियो चैनल एलोकेशन, फ्रीक्वेंसी होपिंग, MS के लिए हैंडओवर, रेडियो पावर आदि कार्यों को हैंडल करता है.

NSS (NETWORK SWITCHING SUBSYSTEM)

NSS जो है वह GSM architecture का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है इसके निम्नलिखित भाग होते है:-

- **MSC (Mobile Switching Center):-** यह बहुत सारें BSCs को नियंत्रित करता है. MSC जो है वह GSM architecture के दिल के सामान है. क्योंकि यह GSM architecture का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा है. यह GSM तथा अन्य networks के मध्य कम्युनिकेशन को मैनेज करता है. कॉल सेटअप, बेसिक switching तथा कॉल routing आदि कार्य यह करता है. तथा यह यूजर रजिस्ट्रेशन तथा authentication के कार्य को भी करता है.

- **HLR (Home Location Registers):-** HLR जितने भी रजिस्टर किये हुए सब्सक्राइबर होते है उनकी जानकारी रखता है जैसे:- कस्टमर id, कस्टमर नंबर, बिलिंग की जानकारी, तथा अंतिम किये हुए रिचार्ज की जानकारी आदि. तथा उसके साथ साथ यह सब्सक्राइबर की लोकेशन की जानकारी को भी रखता है.
- **VLR (Visitor Location Registers):-** VLR जो है वह सब्सक्राइबर के बारें में temporary जानकारी रखता है तथा इस जानकारी का प्रयोग MSC के द्वारा किया जाता है. जब एक सब्सक्राइबर एक लोकेशन से दूसरे लोकेशन में जाता है तो उसकी सूचना VLR में अपडेट होती है. VLR रोमिंग के कार्य को भी हैंडल करता है कस्टमर अगर अपने HLR एरिया से बाहर चले जाये तो उसके लिए रोमिंग की सुविधा इसी के द्वारा की जाती है. VLR जो है वह HLR की तरह सामान जानकारी रखता है परन्तु इसकी जानकारी temporary होती है जबकि HLR की permanent.
- **EIR (Equipment Identity Register):-** EIR यह निर्णय लेता है कि कोई मोबाइल किसी नेटवर्क में एक्सेस करेगा या नहीं. प्रत्येक मोबाइल में एक यूनिक नंबर होता है जिसे हम international mobile equipment identity (IMEI) कहते है. जब मोबाइल किसी नेटवर्क में रजिस्टर होता है तब नेटवर्क इस नंबर को check करता है. अगर IMEI नंबर सही होगा तो मोबाइल नेटवर्क में एक्सेस कर पायेगा नहीं तो नहीं कर पायेगा.
- **AUC (Authentication Center):-** AUC एक डेटाबेस होता है जो कि प्रत्येक सब्सक्राइबर के SIM कार्ड में एक secret key स्टोर करता है जिसका प्रयोग authentication तथा encryption के लिए किया जाता है. AUC मोबाइल में होने वाले धोखाधडी, फेक कॉल आदि सब से सब्सक्राइबर को बचाता है.

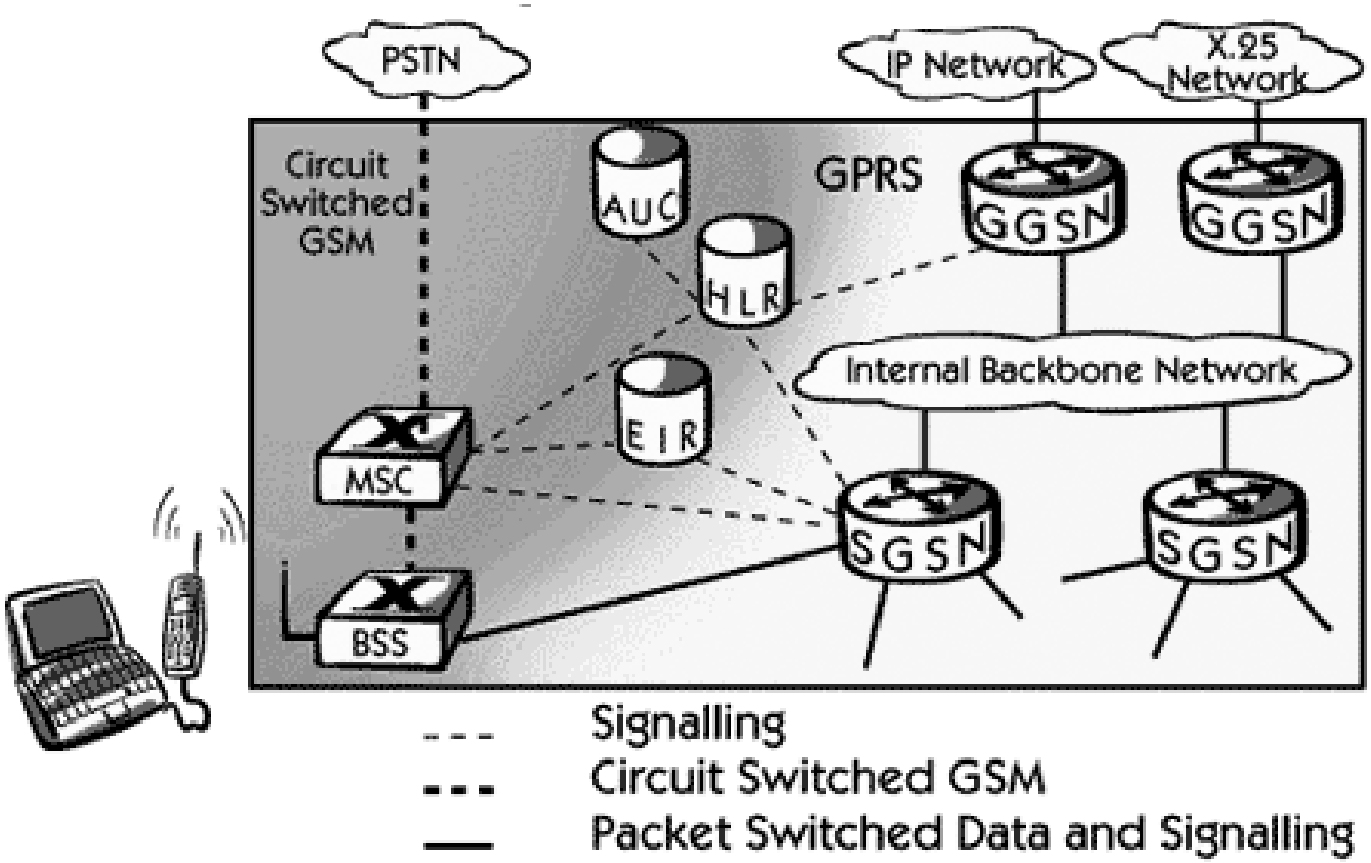
GSM Generations

- **2nd Generation**
    - GSM -9.6 Kbps (data transfer rate)

- **2.5 Generation**
    - HSCSD (High Speed Circuit Switched data)
        - Data rate : 76.8 Kbps (9.6 x 8 kbps)
    - GPRS (General Packet Radio service)
        - Data rate: 14.4 - 115.2 Kbps
    - EDGE (Enhanced data rate for GSM Evolution)
        - Data rate: 547.2 Kbps (max)
- **3 Generation**
    - WCDMA(Wide band CDMA)/UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)
        - Data transfer rate : 0.348 – 3.1 Mbps
- **3.5 Generation**
    - HSPA(High-Speed Packet Access)/ HSPA+
        - Data transfer rate : 1– 3.1 Mbps
- **4 Generation**
    - LTE/WiMax(Long Term Evolution)
        - Data transfer rate : Upto 100 Mbps

GPRS ARCHITECTURE:-

GPRS architecture works on the same procedure like GSM network, but, has additional entities that allow packet data transmission. General packet Radio Service (GPRS) is a enhancement of GPS, which is packet oriented mobile data service on the 2G and 3G cellular communication system. It provide connection to the external packet data network through the GSM infrastructure with short access time to the network for independent short packets. It uses exactly uses the same physical radio channel as GSM and only new logical GPRS Radio Channel are defined. GPRS was originally standardized by European Telecommunications Standards Institute (ETSI) in response to the earlier CDPD & i-mode packet-switched cellular technologies.



GPRS Network Architecture: GPRS is usually attempts to reuse the existing GSM network elements as much as possible. There are new entities called GPRS that supports nodes (GSN) which are responsible for delivery and routing of data packets between mobile stations and external packets networks. There are two types of GSNs,

- Serving GPRS Support Node (SGNS)
- Gateway GPRS Support Node (GGNS)

GPRS attempts to reuse the existing GSM network elements as much as possible, but to effectively build a packet-based mobile cellular network, some new network elements, interfaces, and protocols for handling packet traffic are required.

GPRS Mobile Stations

New Mobile Stations (MS) are required to use GPRS services because existing GSM phones do not handle the enhanced air interface or packet data. These mobile stations are backward compatible for making voice calls using GSM.

GPRS Base Station Subsystem

Each BSC requires the installation of one or more Packet Control Units (PCUs) and a software upgrade. The PCU provides a physical and logical data interface to the Base Station Subsystem (BSS) for packet data traffic. The BTS can also require a software upgrade but typically does not require hardware enhancements.

When either voice or data traffic is originated at the subscriber mobile, it is transported over the air interface to the BTS, and from the BTS to the BSC in the same way as a standard GSM call. However, at the output of the BSC, the traffic is separated; voice is sent to the Mobile Switching Center (MSC) per standard GSM, and data is sent to a new device called the SGSN via the PCU over a Frame Relay interface.

GPRS Support Nodes

Following two new components, called Gateway GPRS Support Nodes (GSNs) and, Serving GPRS Support Node (SGSN) are added:

Gateway GPRS Support Node (GGSN)

The Gateway GPRS Support Node acts as an interface and a router to external networks. It contains routing information for GPRS mobiles, which is used to tunnel packets through the IP based internal backbone to the correct Serving GPRS Support Node. The GGSN also collects charging information connected to the use of the external data networks and can act as a packet filter for incoming traffic.

Serving GPRS Support Node (SGSN)

The Serving GPRS Support Node is responsible for authentication of GPRS mobiles, registration of mobiles in the network, mobility management, and collecting information on charging for the use of the air interface.

Routing Area

GPRS introduces the concept of a Routing Area. This concept is similar to Location Area in GSM, except that it generally contains fewer cells. Because routing areas are smaller than location areas, less radio resources are used While broadcasting a page message.

GPRS का पूरा नाम जनरल पैकेट रेडियो सर्विस (general packet radio service) है। यह एक वायरलेस कम्युनिकेशन नेटवर्क है। किसी मोबाइल नेटवर्क में, GPRS के द्वारा हम data या information को एक स्थान से दूसरे स्थान में sent या receive कर सकते है। GPRS एक 2.5G network है क्योंकि यह 2nd generation और 3rd generation के मध्य का नेटवर्क है। GPRS में data rates 56 kb/s से लेकर 114 kb/s तक होती है लेकिनअगर reality में देखें तो GPRS की speed(गति) बहुत कम है। इसका प्रयोग मोबाइल phones से इंटरनेट access करने के लिए किया जाता है तथा इससे video conferencing तथा multimedia websites को भी access किया जा सकता है। जीपीआरएस प्रोटोकॉल एक पैकेट-स्विच प्रोटोकॉल है; जीएसएम नेटवर्क पर इंटरनेट को जीपीआरएस नेटवर्क के रूप में मानकीकृत किया गया है। जीपीआरएस में डिजिटल संरचना है और यह संरचना टाइम डिवीजन मल्टीपल एक्सेस (टीडीएमए) तकनीक पर आधारित है। एक टीडीएमए फ्रेम में 8 टाइम स्लॉट (टीएस) हैं।

EDGE (ENHANCED DATA RATES FOR GSM EVOLUTION):-

Enhanced Data-rates for GSM Evolution (EDGE) is an improved version of GSM providing higher data transmission rate than GSM, while being compatible with the older systems. EDGE is an update to GPRS. EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) or EGPRS provides data transfer rates significantly faster than GPRS or HSCSD. EDGE increases the speed of each timeslot to 48 kbps and allows the use of up to 8 timeslots, giving a maximum data transfer rate of 384 kbps. In places where an EDGE network is not available, GPRS will automatically be used instead. EDGE offers the best that can be achieved with a 2.5G network, and will eventually be replaced by 3G.

- It is a digital mobile phone technology that allows improved data transmission rates and reliability.
- EDGE is considered as pre-3G radio technology and was deployed on GSM networks beginning in 2003 – initially by Cingular (now AT&T) in the United States.
- EDGE can function on any network with GPRS deployed on it, provided the carrier implements the necessary upgrades.
- It is a technology that gives GSM the capacity to handle services for the third generation of mobile network.
- It enables services like multimedia file transfer, web browsing and video conferencing to be easily accessible from wireless terminals.
- Using EDGE, operators can handle triple subscribers than GPRS, triple their data rate and add extra capacity to their voice communications.
- EDGE provides an evolutionary migration path from GPRS to UMTS.
- Broadband-like speed is achievable on the current 200 kHz GSM radio carrier.
- Economic forces - less costly than upgrading to third generation technology

EDGE का पूरा नाम enhanced data rates for GSM architecture है. इसे Enhanced GPRS (EGPRS) या IMT single carrier (IMT-SC) भी कहते हैं. यह एक high speed वायरलेस डेटा सर्विस है जो कि सभी GSM channels में 384 kbps तक speed प्रदान करती है. इस speed से mobile phones या कंप्यूटर users मल्टीमीडिया तथा अन्य broadband applications को चला सकते हैं. एवम् send तथा recieve कर सकते है. जैसे:- हम इसके द्वारा audio, video, को stream कर सकते हैं. आदि. इसे 2001 में विकसित किया गया था और सबसे पहले united states में implement किया गया था. EDGE पहले प्रयोग किये जाने वाले GPRS से तीन गुना ज्यादा speed देता है. इसे pre-3G technology भी कहा जाता है क्योंकि यह 3G की जरूरतों को पूरा करता है परन्तु इसे 2.75G में classify किया गया है, EDGE जो है वह GSM standards पर बना हुआ है इमसें भी GSM की तरह समान time-division multiple access (TDMA) फ्रेम स्ट्रक्चर तथा cell arrangements का प्रयोग किया गया है. एवं इसमें किसी भी प्रकार के hardware तथा software को बदलने की जरूरत नही पङती है I EDGE transceiver यूनिटों को bare station में install किया जाता है जिससे कि उस station के coverage area को access मिल सके, GSM में GSMK modulation का प्रयोग किया जाता है परन्तु यह ज्यादा speed नही दे पाता इसलिए EDGE में 8PSK modulation का प्रयोग किया जाता है. 8PSK से उच्च data rates को प्राप्त किया जा सकता है I

इसके लाभ निम्नलिखित है:-

1:- speed (गति) – इसका जो मुख्य लाभ है वह इसकी speed है क्योंकि यह 384 kbps तक की speed को support करता है. यह GPRS से तीन गुना ज्यादा स्पीड देता है. जिससे हम mobile phones तथा computer में applications को चला सकते है. इससे हम internet surfing, video surfing, तथा downloading कर सकते हैं.EDGE में हम 40 kb की text file को 2 second में transfer कर सकते है जबकि GPRS में हम 40 kb की text फाइल को 6 second में ट्रान्सफर कर सकते है.

2:- इसकी service सस्ती होती है.

2G Cellular Network:-

2G का Full Form है Second Generation. **2G telephone technology** में नए features जैसे की call और text encryption, जिसमें data services जैसे की SMS, picture messages, और MMS को सम्मिलित किया गया. माना की 2G ने 1G को replace कर दिया, जैसे की सभी नयी technology के साथ होता आया है. लेकिन 3G के आने के बाद भी अभी भी बहुत से देशों में 2G का इस्तमाल होता है. जहाँ 1G में केवल Voice ही होता था वहीँ 2G में Voice के साथ data service भी प्रदान किया जाता है. 1G और 2G में जो मुख्य अंतर है वो ये की जहाँ 1G में इस्तमाल हो रहे radio signal analog होती हैं वहीँ 2G network के signals digital होती हैं. इससे लोगों को अपने Cell phones को पूरी तरह से सही उपयोग करने का मौका मिला. साथ में उन्हें text encryption, data service जैसे की SMS, picture message और MMS भी साथ में मिलीं. 2G या second generation communication में phone conversation पूरी तरह से digitally encrypted हुआ करता है. इससे communication की security 1G के मुकाबले काफी बढ़ जाती है. 2G technology ने लोगों को अपने cell phone में बातचित के साथ साथ internet का भी इस्तमाल करना सिखा दिया. इससे लोग अपने cell phones को केवल calling device कहना छोड़ दिए और इस एक utility device कहने लगे. Cell phones को सबसे पहली major upgrade तब मिली जब इसमें इस्तमाल हुआ technology 1G से 2G में upgrade हुआ. यह technology का सबसे पहले इस्तमाल Finland में सन 1991 में हुआ GSM networks में. इससे phones का analogue communication से digital communication में एक बहुत बड़ा परिवर्तन हुआ.

वहीँ 2G की maximum speed होती है General Packet Radio Service (GPRS) में 50 Kbps. वहीँ **Enhanced Data Rates GSM Evolution** (EDGE) में 1Mbps होती है. इस generation का मुख्य उद्देश्य है secure और reliable communication channel प्रदान करना. इसमें दोनों concept CDMA और GSM का implementation हुआ है. 2G capabilities को achieve करने के लिए multiple users को एक single channel allow किया जाता है multiplexing के द्वारा. 2G से 3G wireless network में जाने से पहले उस gap को बहुत ही कम जानी पहचानी technology **2.5G और 2.75G** के द्वारा पूर्ण किया जाता है.

- Second generation communications में phone conversations को digitally encrypt किया जाता है. इससे इसकी security काफी बढ़ जाती है.
- 2G GSM Technology बहुत सारे अलग अलग frequency bands 900/1800 में काम करता है.
- इसमें Digital Modulation को सबसे पहली बार introduce किया गया था.
- इसकी data rate up to 9.6 Kbps होती है.
- इसमें Voice calls, noise-free होती है digital modulation के कारण.
- 900 uplink में जो की है mobile से BTS की frequency range 890-915 MHz होती है और downlink में जो की BTS से mobile की frequency range 935-960 MHz होती है.
- 2G में दो प्रकार के multiple Access का इस्तमाल होता है TDMA Based GSM technology और CDMA based IS 95 technology.
- GSM में अलग अलग प्रकार के carriers of frequency 200 KHz का इस्तमाल होता है, जहाँ 900 frequency band में 124 carriers का इस्तमाल होता है वहीँ 1800 frequency band में 373 carriers का इस्तमाल होता है.
- सबसे पहले Data service की शुरुवात SMS के form में हुई और बाद में GPRS को introduce किया गया.
- CDMA technology में Up to 61 users बड़े ही आराम से simultaneously communicate कर सकते हैं.
- CDMA की भी 20 MHz की bandwidth होती है 800 bands और 1900 band में.
- यह technology Multimedia services को support नहीं करता है.
- इसके उदहारण हैं GSM और CDMA.

2G में इस्तमाल हुए Technologies

2G में ऐसे कुछ advancements हुई इसकी spectrum में जो की इसे बहुत ही लोकप्रिय बनायीं. उसमें GSM, GPRS और EDGE प्रमुख हैं.

1. **GSM**: इसका full form होता है Global Systems for Mobile Communication. इसमें data transfer भी enabled होता है voice communication के साथ. इसकी speed 30-35 kbps होती है. यह mobile technology के evolution में एक बहुत ही critical role अदा किया है.
2. **GPRS**: इसका full form होता है General Packet Radio Service. यह भी similar 2G technology जैसे की GSM के तरह ही काम करता है लेकिन इसमें कुछ refinements के होने से इसकी data speeds (110 kbps) बढ़ जाती है.
3. **EDGE**: इसका full form होता है Enhanced Data rates for GSM Evolution. इसे 2003 में introduce किया गया और इसे 2.9G या 3G में इस्तमाल किया गया. यह दोनों GPRS और GSM से काफी उन्नत technology है. साथ ही ये high speeds जो की 135 kbps तक प्रदान करता है और बहुत सारे देशों में अभी तक भी mobile networks में इस्तमाल होता.

अगर में 2G की limitation की बात करूँ तब ये इसके next technology 3G की तुलना में थोडा कम उपयोगी है.

- 2G को ठीक तरीके से operate होने के लिए strong digital signals की जरुरत होती है. और अगर network coverage ठीक नहीं होगी तब 2G का इस्तमाल करना संभव नहीं होता है.
- इसमें dedicated channel को ongoing voice call में alloted किया जाता है.
- Network के कम होने से इसमें **call drop** जैसे असुविधाएं उत्पन्न होती है.
- ये network complex data जैसे की videos को handle करने में असमर्थ होता है.
- इसके signals आसानी से interfere हो जाते हैं कुछ electronics gadgets से जैसे की audio amplifier.
- 2G आजकल के smartphones functions से ज्यादा compatible नहीं होता है.
- 2G network की upload और download speed बहुत ही कम होती है 3G network के मुकाबले.
- ये Data और Vidoe communication को handle नहीं कर सकता है.

2.5G और 2.75G TECHNOLOGY:-

2G से 3G में जाने से पहले उस gap को पूर्ण करने के लिए बहुत ही कम जानी पहचानी technology 2.5G और 2.75G जैसे interim standards का इस्तमाल हुआ जो की data transmission के इस gap को पूर्ण कर सके. 2.5G में एक नयी packet-switching technique को introduce किया गया जो की 2G technology के मुकाबले ज्यादा efficient था. वहीँ उसके कुछ सालों बाद 2.75G को लाया गया, जो की एक theoretical threefold speed increase प्रदान करी. **AT&T** वो पहला GSM network रहा जिसने की **2.75G** को EDGE के साथ approve किया U.S में.

2.5G और 2.75G को formally wireless standards के हिसाब से माना नहीं जाता है. वो mostly एक marketing tools के हिसाब से promote किया गया नए cell phone के features में public के सामने जिससे आम जनता इससे ज्यादा आकर्षित हो. जैसे की हम सभी जानते हैं की प्रत्येक 10 वर्षों में एक बार नयी mobile technology का जन्म होता है जो की इससे पहले वाले technology का upgraded version हुआ करता है. ऐसे में **2G के 10 वर्षों बाद 3G का जन्म हुआ**

Mobile Generations का अगर सही माईने में अर्थ समझा जाये तब हम इसे ऐसे generations की series कह सकते हैं जो की प्रति 10 वर्षों में upgrade होता रहता है. जहाँ इसकी शुरुवात 1G (first generation) से हुई थी वहीँ समय के साथ साथ इसमें ऐसे बहुत से बदलाव आये और हमने 2G, 2.5G, 3G जैसे बहुत से पीडियां आयीं लेकिन सभी में upgradation हुईं और वो दुसरे में परिवर्तित होने लगीं. अभी हम 4G technology का इस्तमाल करते हैं. technology की शुरुवात 1G से हुई थी और समय के साथ साथ ये बढती भी चली गयी, **2G, 3G, 4G** इसके सब बाद के technologies हैं.

अभी ज्यादातर wireless carriers currently दोनों 4G और 3G technology को support कर रहे हैं, जो की काफी handy है इसलिए की जहाँ पर 4G की coverage नहीं होती है वहां पर 3G speed से काम चल सकता है. अगर हम थोड़ी दृष्टी भूतकाल में डालें तब **1G** को सबसे पहले सन **1979** में introduced किया गया, उसके बाद से प्रत्येक 10 वर्षों में एक नयी Mobile generation को release किया जाता आ रहा है. ये सभी technology को mobile carrier और device में इस्तमाल किया जाता है. Generation के हिसाब से उनमें अलग अलग speeds और features होते हैं जो की generation wise बढ़ते ही जाते हैं. आने वाले समय में 5G को launch किया जायेगा.
प्रत्येक Generation में कुछ अलग ही telephone network standards होते हैं, जो की किसी particular mobile phone system में इस्तमाल हुए technological implementation को दर्शाता है. जैसे जैसे speed increase होता है वैसे वैसे उस speed को हासिल करने के लिए उस technology को भी बदलना पड़ता है.

उदहारण के लिए 1G offer करता है 2.4 kbps, 2G offer करता है 64 Kbps GSM Technology में, 3G offer करता है 144 kbps से 2 mbps वहीँ 4G offer करता है 100 Mbps से 1 Gbps और जो की LTE technology पर based होता है. साथ में जैसे जैसे technology में advancement होती है वैसे वैसे नए generation में बहुत सारे नए features भी देखने को मिलते हैं क्यूंकि आखिर में wireless communication का मुख्य उद्देश्य ही है की कैसे वो high quality, reliable communication प्रदान कर सकें.

Wireless Technology (बेतार तरंग) की खोज Guglielmo Marconi और Karl Ferdinand Braun ने 1894 में की थी. वहीँ उन्हें **1909** में Physics में Nobel prize से सम्मानित किया गया Wireless Telegraphy के field में योगदान देने के लिए.

Mobile Generation के प्रकार:-

1G: Voice Only
इसे First Generation Wirless Technologies भी कहा जाता है. साथ में ये केवल Voice Calls को ही केवल support करता है. इसे सबसे पहली बार सन 1979 में introduced किया गया था. 1G analog technology होती है, और जिन phones में इसे इस्तमाल किया जाता है उसमें बहुत ही poor battery life और voice quality होती है. इसके अलावा भी ये ज्यादा secure नहीं होता है और बार बार call drop जैसे असुविधाएं इसमें आती रहती हैं.

- 1G technology FDMA का इस्तमाल करती है अलग अलग Subscribers के लिए एक single user के द्वारा एक single channel में.
- 1G Technology की maximum speed 2.4 Kbps होती है.
- Voice quality बहुत low होती है और इसे noise से काफी effect पड़ती है.
- ये केवल voice call ही support करता है, Data नहीं.
- Mobile handset की battery बहुत ही कम backup प्रदान करती हैं.
- इस System में Voice को higher frequency up to 150 MHz या उससे ज्यादा तक modulate किया जाता है.
- ये थोडा ज्यादा Costly होता है क्यूंकि इसमें 1 subscriber per carrier ही support करता है, जिसके लिए एक tower में बहुत ही कम call support करता है.

2G: SMS और MMS

Cell phones को तब नया और पहला major upgrade मिला जब उनकी technology 1G से upgrade होकर 2G में पहुँच गयी. यह बदलाव सबसे पहली बार Finland में सन **1991** में हुआ वो भी GSM networks में और इसके बाद cell phones की **technology analog से digital communications** में बदल गयी. इस नयी 2G telephone technology में call और text encryption, साथ में data services जैसे की SMS, picture messages, और MMS को भी शामिल किया गया. वैसे तो 2G ने पूरी तरह से 1G को replace कर लिया और साथ में इसे भी बाकि के technologies ने supersed भी कर लिया, लेकिन आज भी बहुत ही जगहों में इस technologies का इस्तमाल अभी भी किया जाता है.

- 2G में digital signals का इस्तमाल होता है. इसमें Data speed upto 64Kbps तक जा सकता है.
- इसमें कई services जैसे की SMS, Picture message और MMS enabled होती हैं.
- 1G के comparison में ये बेहतर quality और quantity प्रदान करती है.
- 2G को ठीक ढंग से काम करने के लिए strong digital signals की जरुरत होती है नहीं तो ये ठीक से काम नहीं कर सकती है. ये system Videos जैसे complex data को handle नहीं कर सकती है.

2.5G: Data

2G के बाद और 3G के आने से पहले एक नयी technology आई जिसे की 2.5G का नाम दिया गया. यह एक ऐसी technology है जो की 2G और 3G technology के भीतर आता है. कभी कभी 2.5G को 2G Cellular technology जिसे की GPRS के साथ combine किया गया है भी कहा जाता है. 2.5G में एक नए **packet-switching technique** का introduction किया गया था जो की 2G technology की तुलना में ज्यादा efficient था. उसके बाद 2.75G आया, जो की एक theoretical threefold speed increase प्रदान किया. AT&T वो पहला GSM network था जिसने की 2.75G EDGE के साथ support किया U.S में.

- इसमें Call की सुविधा होती है.इसमें आप E-mail messages को send और receive कर सकते हैं.
- इसमें Web Browsing कर सकते हैं. इसकी Speed 64-144 Kbps होती है.

3G: More Data, Video Calling, और Mobile Internet

3G यानि की Third Generation Mobile technology की शुरुवात सन 1998 में हुई थी. इसके आने से data-transmission speeds में काफी बढ़ोतरी हुई. लोगों ने इसका इस्तमाल ज्यादा data-demanding चीज़ों में जैसे की video calling और mobile internet access में करने लगे. ये term “mobile broadband” को सबसे पहली बार 3G cellular technology के लिए किया गया. 2G के तरह ही, 3G को भी evolve किया गया 3.5G और 3.75G में जिसमें और ज्यादा features को introduce किया गया. इसकी maximum speed है around 2 Mbps **non-moving devices** के लिए और 384 Kbps **moving vehicles** के लिए. Technological Advancement के नज़रिए से ये एक बहुत बड़ा revolution है network और data transmission के लिए. 3G की speed capabilities 2 mbps तक होती है. इसके मदद से smartphones पर आप faster communication, send/receive large emails और texts, fast web browsing, video streaming इत्यादि आसानी से कर सकते हैं.

- ज्यादा बेहतर Faster Communication प्रदान करता है.
- आसानी से बड़े बड़े Email Messages को send और receive कर सकते हैं.
- ये high speed web प्रदान करती है. 2G के मुकाबले ये ज्यादा security प्रदान करता है.
- इसमें आप Video conferencing और 3D Games आसानी से खेल सकते हैं.
- TV Streaming/ Mobile TV/ Call आदि की सुविधा प्राप्त कर सकते हैं.
- इसमें बड़ी capacities और Broadband capabilities भी होती हैं.
- इसकी download speed बहुत ही बेहतर होती है 2G के मुकाबले.

4G: अभी की Standard

4G का मतलब है fourth generation mobile networking. इसे **2000** में ही develop किया जा चूका था लेकिन इसका इस्तमाल 2008 से ही किया गया. ये mobile web access को support करता है जैसे की 3G करता है और साथ में ये *gaming services,*

HD mobile TV, video conferencing, 3D TV, और ऐसे बहुत सारे features को भी support करता है जिनमें की high speeds की जरुरत होती है. Maximum Speed जो की 4G network support करती है वो होती है 100 Mbps. वहीँ 1 Gbps तक की speed low-mobility communication में पाया जा सकता है जब caller stationary हो. प्राय सभी current cell phone models में दोनों 4G और 3G technologies को support करती है.

- इसे Mobile Broadband भी कहा जाता है.
- एक ऐसा term है जो की इसे बेहतर describe करता है वो है 'MAGIC'. जहाँ पर M का अर्थ होता है Mobile Multimedia, A का अर्थ होता है Anytime Anywhere, G का अर्थ होता है Global Mobility Support, I का अर्थ होता है Integrated Wireless Solution, C का अर्थ होता है Customized Personal Services.
- इसमें High data rates और expanded multimedia services होती है.
- इसमें Speed 100Mbps से 1Gbps तक हो सकती है. इसमें ज्यादा Speed, ज्यादा capacity और ज्यादा security भी होती है.

5G: आने वाला है

5G का अर्थ होता है Fifth Generation. यह एक ऐसी wireless technology है जिसे की अभी तक implement नहीं किया गया है और इसे 4G से ज्यादा improve किया गया है. इसकी शुरुवात सन 2020 से होने की संभावनाएं हैं. 5G में हमें ज्यादा faster data rates, higher connection density, जिसमें कम latency हो, और energy savings, जैसे कई major improvements देखने को मिल सकते हैं. Speed की बात करूँ तो इसमें करीब 20 Gbps तक की speed हासिल किया जा सकता है.

- इसमें हमें High Speed और High Capacity मिलेगी. इसमें ज्यादा broadcasting of data भी मिलेगी.
- Multi Media को हम High Definitions में देख सकते हैं.
- पहले के generations की तुलना में इसमें faster data transmission देखने को मिलेंगे.
- बड़ी Phone memory, dialling speed और audio/video की clarity में इजाफा दिखाई पड़ेगा.
- ये बहुत सारे features जैसे की interactive multimedia, voice, streaming video और internet इत्यादि देखने को मिलेंगे.

	1G	2G	3G	4G	5G
कब Introduce हुआ	1980's	1990's	2000's	2010's	2020's
Basic feature	Basic Analogue Voice No IP	Digital Voice No IP	Digital Voice WWW Multimedia	Voice Over IP HD Video	Voice Over IP VR V2X IoT
Speed	2.4Kbps	14Kbps	2Mbps	300Mbps	1Gbps
Carrier	One network for voice	One network for voice	One network for voice other networks for IP	One network for IP	One network for IP
Technology	NMT AMPS TACS	GSM IS-95 2.5G (GPRS EDGE)	UMTS CDMA 2000 3.5G (HSDPA HSUPA HSPA+ LTE)	LTE Advanced 4.5G (LTE Advanced PRO)	LTE Advanced PRO NR

DIFFERENT MOBILE GENERATIONS:-

- 2G: Second Generation. This is what your old flip-phone used to download games like Bejeweled. It was the original way of transferring data over digital cellular networks. Its speed isn't easily measurable because of the way it sends and receives data, but believe me, it's not very fast.
- 2.5G: Improved hardware and infrastructure led to better data speeds; though no one actually ever referred to these as "2.5G," they're essentially that, since they're slower than 3G. There are two major varieties of 2.5G connections:
  –GPRS: General Packet Radio Service. At around 30-40Kbps, it's barely suitable for retrieving a text email. You'll see a little "G" by your bars.

  –EDGE: Enhanced Data for GSM Evolution. About three times faster than GPRS, using similar technology, so ~100-120Kbps. Occasionally called 2.75G to distinguish from GPRS. Signified by an "E".

- 3G: Third Generation. Networks were upgraded for the most part between 2004 and 2007 to allow for much more data traffic. Your 3G data may be traveling under CDMA, WCDMA, GSM, UMTS, or a number of other terms and frequencies, but all you need to know is that your carrier either has or does not have 3G coverage in the area you're going to be living or working. The technical details you can look up for yourself, but "vanilla" 3G basically provides data rates at up to or around 2Mbps (that's 2000Kbps).
- 3.5G: Although some new networks should properly fall under this heading, everyone is opting for "4G" branding instead, mostly because it's sexier.
- 4G: Fourth Generation. This term is (like the others) essentially a marketing term when emplyed by carriers. As the different carriers and telecoms roll out faster data networks, some thought they would own the "4G" term by applying it to their network, though the name has little to do with the actual capabilities. While the actual term "4G" has been standardized to mean something none of them offer yet, what you'll likely be sold on is one of the following:

  –HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA+: High Speed Download/Upload Packet Access (+ designates the "Evolved" newer spec). This is a major upgrade to existing 3G networks that allows for (but does not currently actually show) speeds up to 21Mbps at the moment.

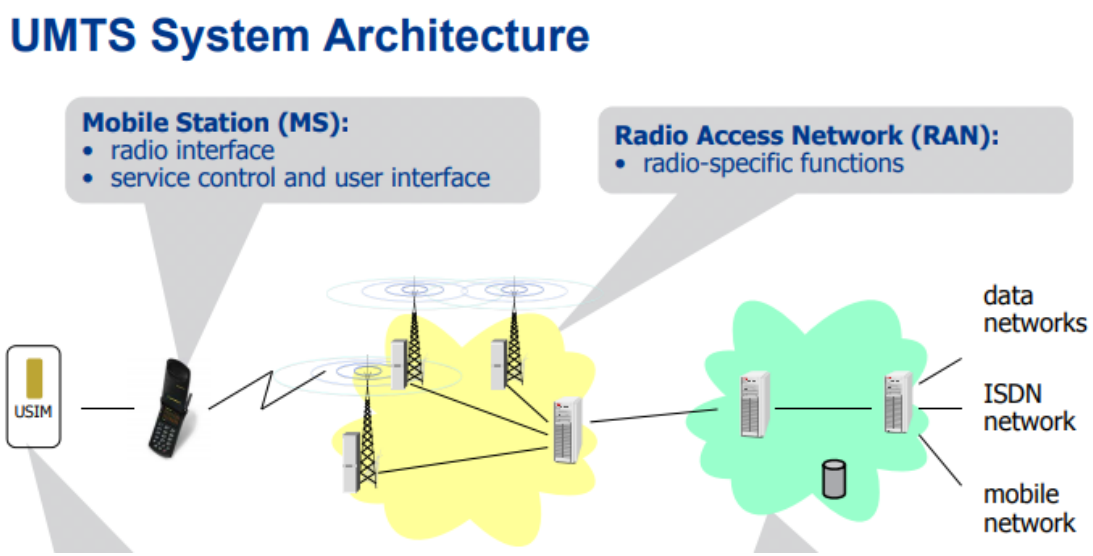
  –LTE: Long-Term Evolution. This is intended to replace 3G networks altogether, and provides a major speed boost and improvements on the way different types of data are transmitted. Verizon's LTE-based test networks are currently showing 10-15Mbps, though the technology theoretically supports more than ten times that amount of bandwidth. AT&T is planning an LTE network as well, which they're planning on launching in 2011, but at the moment they've activated HSPA+ at a good number of sites around the country.

  –WiMax: Originally rolled out as a wireless home broadband service (i.e. Clearwire), but now being improved to allow for access by mobile phones. The current revision allows for up to 40Mbps, and future revisions promise 1Gbps.

HSCSD:-

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) enables data to be transferred more rapidly than the standard GSM (Circuit Switched Data) system by using multiple channels. The maximum number of timeslots that can be used is four, giving a maximum data transfer rate of 57.6 kbps (or 38.4 kbps on a GSM 900 network). HSCSD is more expensive to use than GPRS, because all four slots are used simultaneously - it does not transmit data in packets. Because of this, HSCSD is not as popular as GPRS and is being replaced by EDGE. High-Speed Circuit-Switched Data (HSCSD) is circuit-switched wireless data transmission for mobile users at data rates up to 38.4 Kbps, four times faster than the standard data rates of the Global System for Mobile (GSM) communication standard in 1999. HSCSD is comparable to the speed of many computer modems that communicate with today's fixed telephone networks. HSCSD is an evolutionary technology on the way to Universal Mobile Telecommunications Service (UMTS). HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data) is essentially a new high speed implementation of GSM (Global System for Mobile Communication) data transfer. Four times faster than GSM, with a transfer rate of up to 57.6Kbps, it achieves this speed by allocating up to eight time slots to an individual user. This speed makes it comparable to many fixed-line telecommunications networks and will allow users to access the Internet and other datacom services via a GSM network.

UMTS:-



- UMTS का पूरा नाम universal mobile telecommunication system (यूनिवर्सल मोबाइल दूरसंचार प्रणाली) है. यह नेटवर्क के लिए GSM standard पर आधारित एक 3rd generation (3G) mobile cellular सिस्टम है. इसमें text, digital voice, video, तथा multimedia का ट्रांसमिशन 2 megabits per second (Mbps) की speed से होता है.
- UMTS को 3GPP (3rd generation partnership project) विकसित किया है और maintain भी इसी के द्वारा किया जाता है.
- UMTS जो है वह wideband code division multiple access (W-CDMA) रेडियो तकनीक का प्रयोग करती है. W-CDMA से mobile network operators को बहुत ही अच्छी spectral efficiency तथा bandwidth प्राप्त होती है.
- यह एक complete नेटवर्क सिस्टम है जिसमें radio access network, core network तथा users को authenticate करने के लिए SIM cards सम्मिलित होती है.
- UMTS फोन तथा कंप्यूटर users को पूरे विश्व में services प्रदान करती है. users विश्व में कहीं भी इस service का प्रयोग कर सकते है. एवं roaming में भी इसका इस्तेमाल किया जा सकता है क्योंकि इसमें wireless तथा satelite transmission होता है.

- UMTS की जो technology है उसे कभी कभी freedom of mobile multimedia access (FOMA) या 3GSM भी कहते है.
- UMTS में नए base station तथा नयी frequencies allocation की जरुरत पड़ती है जबकि EDGE और CDMA 2000 में नहीं पड़ती. अगर UMTS नेटवर्क को पूरे विश्व में upgrade कर दिया जाए तो यह HSDPA protocol के द्वारा 14 mbps की downloading speed प्रदान करता है. UMTS phones की एक capability यह होती है कि आप इसको GSM mode में switch कर सकते है. अगर आप किसी ऐसी जगह में चले जाएँ जहाँ UMTS नेटवर्क नहीं है परन्तु GSM नेटवर्क है तो आप GSM में switch कर सकते हैं. UMTS phones में एक upgraded SIM होती है जिसे USIM (universal SIM) कहते है.

UMTS features:-

1;- इसकी स्पीड 2g तथा EDGE से अधिक होती है. यह 2Mps data rates को support करता है.
2:- इसमें virtual home environment (VHE) होता है जिससे users को बाहर भी same services उपलब्ध होती है जैसा कि उसे home network में उपलब्ध होती है.
3:- इसमें network security तथा location पर आधारित services बेहतर हुई है.
4:- इसकी carrier spacing 1230 KHz तक होती है.
5:- यह CDMA (code division multiple access) का प्रयोग करता है.
6:- इसमें frame duration 10ms होता है. इसमें channel rate 1228.8 kbps तक होता है.

CDMA:-

CDMA का full form है Code Division Multiple Access. ये एक digital cellular technology है जो की spread spectrum technique का इस्तमाल करता है. दुसरे technology कैसे GSM जो की TDMA का इस्तमाल करता है, उनके विपरीत CDMA में कोई भी एक specific frequency user को assign नहीं होती. बल्कि सभी channel full available spectrum का इस्तमाल करते हैं.
CDMA एक military technology है जिसे सबसे पहली बार दुसरे विस्व युद्ध के दोरान अंग्रेजों के द्वारा Germans के विरुद्ध इस्तमाल में लाया गया था. इसका इस्तमाल transmission को जाम करने के लिए होता था जिससे की वो सठिक signal नहीं भेज सकते. Qualcomm नाम की एक company ने CDMA technology के लिए communication chip design की थी. CDMA इतिहास को सीधे 1940 के दशक से जोड़ा जा सकता है, जब ट्रांसमिशन के इस रूप की परिकल्पना की गई थी। जैसे-जैसे इलेक्ट्रॉनिक्स टेक्नोलॉजी में सुधार हुआ, इसका इस्तेमाल गुप्त सैन्य प्रसारण के लिए किया जाने लगा, इस तथ्य के मद्देनजर कि प्रसारण शोर की तरह दिखते हैं, सही कोड के ज्ञान के बिना इसे समझना मुश्किल है, और इसके अलावा जाम करना मुश्किल है।

1980 के दशक में हुई सेलुलर टेलीकम्युनिकेशन में क्रांति के साथ, DSSS ट्रांसमीशन पर काम करने वाली क्वालकॉम नाम की एक छोटी सी कंपनी को एक सेलुलर टेलीकम्युनिकेशन मल्टीपल एक्सेस स्कीम – CDMA – कोड डिवीजन मल्टीपल एक्सेस के आधार के रूप में देखना शुरू किया। Cellular Telecommunications Industry Association (CTIA) और Telecommunications Industry Association (TIA) के समर्थन से एक स्टैंडर्ड ग्रुप स्थापित किया गया था। इस समूह ने तब IS-95 के रूप में पहली CDMA सिस्टम के लिए स्टैंडर्ड प्रकाशित किया, पहली CDMA सिस्टम सितंबर 1995 में हचिसन टेलिफोन कंपनी लिमिटेड द्वारा कोरिया में और एसके टेलीकॉम द्वारा संयुक्त राज्य अमेरिका में नेटवर्क के साथ जल्द ही शुरू की गई थी। यह केवल एक सेलुलर टेलीकम्युनिकेशन सिस्टम थी। इसका विकास स्टैंडर्ड के CDMA2000 श्रृंखला पर होता है। CDMA2000 के साथ CDMA का उपयोग बंद नहीं हुआ क्योंकि यह GSM स्टैंडर्ड को विकसित करने के लिए आवश्यक हो गया है ताकि यह डेटा ले जा सके और स्पेक्ट्रम उपयोग दक्षता के संदर्भ में महत्वपूर्ण सुधार प्रदान कर सके। तदनुसार, CDMA, वाइडबैंड CDMA (WCDMA) के रूप में इस स्टैंडर्ड के लिए अपनाया गया था।

CDMA Technology के Features

- CDMA एक ऐसी प्रकार की multiplexing है जो enable करती है बहुत से signals को एक single transmission को occupy करने के लिए. ये मेह्जुदा bandwidth को संपूर्ण रूप से इस्तमाल करने की क्ष्यमता बढाता है.
- ये एक ऐसी प्रकार की technique है जिसे spread spectrum technique भी कहा जाता है जो की बहुत सारे users को एक साथ समान time और frequency में एक fixed space, band में occupy करने के लिए allow करती है.
- ये technology का इस्तमाल Ultra-high-frequency(UHF) cellular telephone system में होता है, जहां band की रेंज 800MHz से 1.9GHz तक होता है.
- ये technology दुसरे technology जैसे Time Division Multiple Access and Frequency Division Multiple Access से काफी अलग है. यहाँ User को पूरा Bandwidth, पुरे समय का access है.
- CDMA का basic principle है की अलग अलग CDMA Codes का इस्तमाल होता है different users को distinguish करने के लिए.

Difference Between GSM and CDMA

Technology

- CDMA Spread Spectrum technology के ऊपर आधारित है जो की मेह्जुदा bandwidth का पूरा इस्तमाल करता है. वहीँ GSM wedge spectrum के ऊपर आधारित है जिसे की Carrier भी कहते हैं. ये carrier को बहुत सारे time slots में divide किया जाता है और हर user एक different time slot दिया जाता है, और जब तक वो ongoing call ख़त्म नहीं हो जाता कोई दूसरा subscriber उसे इस्तमाल नहीं कर सकता. GSM दोनों techniques TDMA और FDMA का इस्तमाल करता है user और cell separation के लिए.

Security

- CDMA technology में ज्यादा security प्राण की जाती है GSM की तुलना में क्यूंकि encryption CDMA में inbuilt होती है.
- सभी users को unique code प्रदान की जाती है और सभी conversation को encode किया जाता है ज्यादा security level के साथ CDMA users के लिए.
- GSM की तुलना में CDMA में signal को trace करना इतना आसान नहीं है क्यूंकि वो narrow bandwidth में concentrate होकर रहती है.
- इसीलिए GSM की तुलना में CDMA phone calls बहुत ही ज्यादा secure हैं.

SIM Cards

- एक GSM के phone में एक specialized card चाहिए जिसे की SIM (Subscriber Identity Module) भी कहा जाता है. ये SIM carrier specific होते हैं और इन्हें एक phone से दुसरे में बदला जा सकता है बिना किसी data के loss हुए.
- CDMA device में SIM cards की जरुरत नहीं है बल्कि वो ESNs (Electronic Serial Numbers) पर निर्भर करते हैं.
- CDMA phone में अगर आपको phone को activate करना है तब user को अपने Carrier को call करना पड़ेगा अथवा online system का इस्तमाल करना पड़ेगा ‘ESN’ change के लिए. यहाँ SIM card के न होने के कारण device swapping बहुत ही कठिन है.

Flexibility

- GSM ज्यादा flexible हैं CDMA की तुलना में. यहाँ SIM card को आसानी से एक मोबाइल से दुसरे मोबाइल में बदला जा सकता है. वहीँ CDMA तभी काम करेगा अगर ESN database में registered हो तब.
- अगर CDMA phone बंद हो गया तब आपको नया phone खरीदना होगा, वहीँ GSM में ऐसा करने की कोई जरुरत नहीं है.

Spectrum Frequencies

- CDMA Network CDMA 850MHz और 1900MHz के frequency spectrum में काम करता है.
- GSM Network GSM 850MHz और 1900MHz के frequency spectrum में काम करता है.

Radiation Exposure

- GSM phones में ज्यादा radiation होती है क्यूंकि वो continuous wave pulses emit करते रहते हैं, जिस कारण इन radiations को कम करने की जरुरत है.
- CDMA phones ज्यादा radiation emit नहीं करती. अगर तुलना की जाये तो GSM phones 28 times ज्यादा emit करती है CDMA phones की तुलना में. इसी कारण GSM Phones ज्यादा Biological reactive होती है CDMA की तुलना में.

Global Reach

- GSM पुरे दुनिए में 80% से भी ज्यादा mobile networks में इस्तमाल की जाती हैं वहीँ CDMA कहीं गिने चुने जगहों में ही इस्तमाल में लायी जाती हैं.
- दोनों ही technologies को 3G Standard phones में इस्तमाल किया जाता है, लेकिन 3G GSM Speed ज्यादा FAST हैं 3G CDMA Speed की तुलना में.

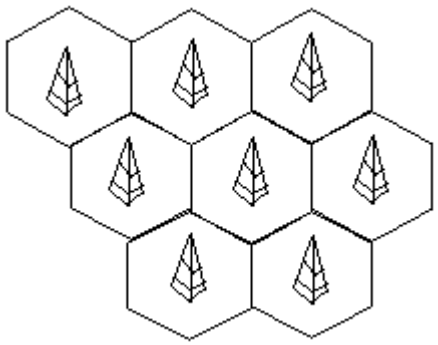
UNIT- 4 Notes
SYSTEM DESIGN FUNDAMENTALS

Cellular network is an underlying technology for mobile phones, personal communication systems, wireless networking etc. The technology is developed for mobile radio telephone to replace high power transmitter/receiver systems. Cellular networks use lower power, shorter range and more transmitters for data transmission. Cellular network is organized into multiple low power transmitters each 100w or less.

Shape of Cells

The coverage area of cellular networks are divided into cells, each cell having its own antenna for transmitting the signals. Each cell has its own frequencies. Data communication in cellular networks is served by its base station transmitter, receiver and its control unit. The shape of cells can be hexagon. A hexagon cell shape is highly recommended for its easy coverage and calculations. It offers the following advantages –

- Provides equidistant antennas
- Distance from center to vertex equals length of side



FREQUENCY REUSE:-

Frequency reusing is the concept of using the same radio frequencies within a given area, that are separated by considerable distance, with minimal interference, to establish communication. Cellular radio systems rely on an intelligent allocation and reuse of channels throughout a coverage region. Each cellular base station is allocated a group of radio channels to be used within a small geographic area called a cell. Base stations in adjacent cells are assigned channel groups which contain completely different channels than neighbouring cells. The base station antennas are designed to achieve the desired coverage within the particular cell. By limiting the coverage area to within the boundaries of a cell, the same group of channels may be used to cover different cells that are separated from one another by distances large enough to keep interference levels within tolerable limits. The design process of selecting and allocating channel groups for all of the cellular base stations within a system is called frequency reuse or frequency planning

Frequency reuse offers the following benefits –

- Allows communications within cell on a given frequency
- Limits escaping power to adjacent cells
- Allows re-use of frequencies in nearby cells
- Uses same frequency for multiple conversations
- 10 to 50 frequencies per cell

CHANNEL ASSIGNMENT STRATEGIES:-

For efficient utilization of the radio spectrum, a frequency reuse scheme that is consistent with the objectives of increasing capacity and minimizing interference is required. A variety of channel assignment strategies have been developed to achieve these objectives. The choice of channel assignment strategy impacts the performance of the system, particularly as to how calls are managed when a mobile user is handed off from one cell to another. Channel assignment strategies can be classified as:-

- Fixed Channel Assignment
- Dynamic Channel Assignment

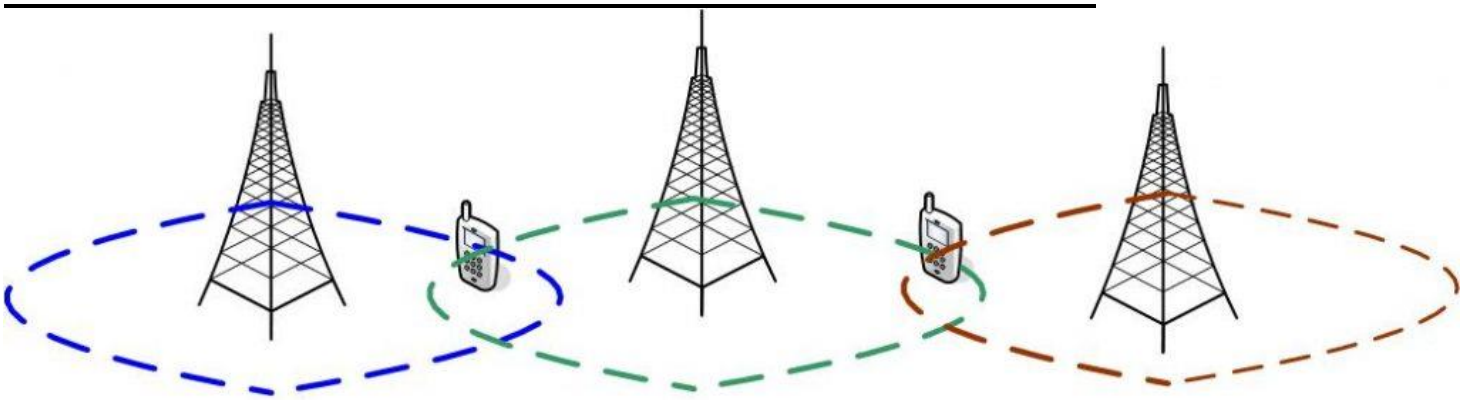
Fixed Channel Assignment

In a fixed channel assignment strategy, each cell is allocated a predetermined set of voice channels. Any call attempt within the cell can only be served by the unused channels in that particular cell. If all the channels in that cell are occupied, the call is blocked and the subscriber does not receive service.

Dynamic Channel Assignment

In a dynamic channel assignment strategy, voice channels are not allocated to different cells permanently. Instead, each time a call request is made, the serving base station requests a channel from the MSC. Dynamic channel assignment strategies require the MSC to collect real-time data on channel occupancy, traffic distribution, and radio signal strength indications (RSSI) of all channels on a continuous basis. This increases the storage and computational load on the system but provides the advantage of increased channel utilization and decreased probability of a blocked call.

HANDOFF STRATEGIES IN CELLULAR NETWORKS:-



Region Divided Into Three Cells

जब एक मोबाइल यूजर एक सेल से दूसरे सेल में ट्रेवल करता है उस समय वह एक सेल को अटेंड कर रहा होता है और एक रेडियो बेस स्टेशन की रेंज से बाहर जाता है तथा दूसरे बेस स्टेशन की रेंज में इंटर करता है चूँकि सटे हुए सेल समान फ्रीक्वेंसी चैनल का प्रयोग नहीं करते है| अतः जब यूजर सटे हुए सेल की लाइन के बीच में क्रॉस करता है तब कॉल या तो ड्रॉप हो जाती हैं या एक रेडियो चैनल से दूसरे रेडियो चैनल में ट्रांस्फर हो जाती हैं| सेल को ड्राप करना इच्छित समाधान नहीं है अतः दूसरे विकल्प को चुनना उचित है दूसरे विकल्प को hand off के नाम से जाना जाता है| अतः hand off को हम संक्षिप्त रूप में इस तरह परिभाषित कर सकते है |

hand off तब इम्प्लीमेंट होता है जब काल एक रेडियो चैनल से दूसरे रेडियो चैनल में ट्रांसफर होती है| इस ट्रांसफर में मोबाइल equipment एक सेल को छोड़ता है तथा दूसरे सेल में प्रवेश करता है| जब एक मोबाइल यूजर एक सेल को छोड़ता है तो reception

कमंजोर होता है| इस बिंदु पर सेल साईट एक hand off के लिए रिक्वेस्ट करता है| मोबाइल टेलीफोन काल को एक नए सेल में स्ट्रांग फ्रीक्वेंसी चैनल में स्विच करता है| यह यूजर को अलर्ट या रूकावट के बिना होता है| यूजर को हैण्ड ऑफ़ का कोई नोटिस नहीं होता है|

हैंडऑफ़ को दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

हार्ड हैंडऑफ़:

एक सेल या बेस स्टेशन से दूसरे में स्विच करते समय कनेक्शन में एक वास्तविक ब्रेक द्वारा विशेषता। स्विच इतनी जल्दी होता है कि इसे उपयोगकर्ता द्वारा शायद ही देखा जा सकता है। क्योंकि हार्ड हैंडऑफ़ के लिए डिज़ाइन किए गए सिस्टम की सेवा के लिए केवल एक चैनल की आवश्यकता होती है, यह अधिक किफायती विकल्प है। यह उन सेवाओं के लिए भी पर्याप्त है जो मामूली देरी की अनुमति दे सकती हैं, जैसे कि मोबाइल ब्रॉडबैंड इंटरनेट।

सॉफ्ट हैंडऑफ:

दो अलग-अलग बेस स्टेशनों से सेल फोन में दो कनेक्शन जोड़ता है। यह सुनिश्चित करता है कि हैंडऑफ के दौरान कोई ब्रेक नहीं लगे। स्वाभाविक रूप से, यह एक कठिन हैंडऑफ की तुलना में अधिक महंगा है।

When a user talks on the mobile phone to other user it may happen that the mobile station moves from one cell to another. During this conversation signal may become weak. To solve this problem, the Mobile Switching Center (MSC) checks the level of the signal every few seconds. If the strength of the signal is week then the MSC searches a new cell that can provide better communication. Handoff is the process by which a mobile telephone call is transferred from one base station to another base station. There are two types of handoff.
- Hard Handoff
- Soft Handoff

Hard Handoff: In this process a mobile station only communicates with one base station. When the mobile user moves from one cell to another, communication must first be broken with the previous base station before communication can be established with the new one.

Soft Handoff: In this process a mobile station can communicate with two base stations at the same time. This means that a mobile station may continue communicate with the new base station before link is break off from the old one.

INTERFERENCE AND SYSTEM CAPACITY:-

Interference is the major limiting factor in the performance of cellular radio systems. There are two types of sources of interference:
a. Active
b. Passive

Active
Active interference sources that emits a radio signals on the same frequency.
1. another mobile in the same cell.
2. a call in progress in a neighboring cell.
3. other base stations operating in the same frequency band, or any noncellular system which inadvertently.

Passive

Passive source of wireless interference is any substance that restricts to degrade a wireless signal that attempt to pass through it. Examples of such substances are metal, concrete, paper, fabric, glass, stone wood, bricks, etc. Problems because of interference:

1. Interference on voice channels causes cross talk, where the subscriber hears interference in the background due to an undesired transmission.
2. On control channels, interference leads to missed and blocked calls due to errors in the digital signaling.

Interference is more severe in urban areas, due to the greater RF noise floor and the large number of base stations and mobiles. Interference has been recognized as a major bottleneck in increasing capacity and is often responsible for dropped calls.

Types of interference:

The two major types of system-generated cellular interference are co channel interference and adjacent channel interference.

Even though interfering signals are often generated within the cellular system, they are difficult to control in practice (due to random propagation effects). Even more difficult to control is interference due to out-of-band users. In practice, the transmitters from competing cellular carriers are often a significant source of out-of-band interference, since competitors often locate their base stations in close proximity to one another in order to provide comparable coverage to customers.

Frequency reuse implies that in a given coverage area there are several cells that use the same set of frequencies. These cells are called co-channel cells, and the interference between signals from these cells is called co-channel interference. Unlike thermal noise which can be overcome by increasing the signal-to-noise ratio (SNR), co-channel interference cannot be combated by simply increasing the carrier power of a transmitter. This is because an increase in carrier transmit power increases the interference to neighbouring co-channel cells. To reduce co-channel interference, co-channel cells must be physically separated by a minimum distance to provide sufficient isolation due to propagation.

Improving Capacity and Coverage in Cellular Systems

When a cells capacity is no longer able to provide an acceptable GOS, several methods are available to increase system capacity. Also, in areas where radio reception is poor, repeaters can be used to improve radio coverage

Capacity Improving Methods Coverage Improvement
1. Cell Splitting (Microcells) Repeaters
2. Sectoring
3. Microcell Zones

Cell Splitting (microcell)
The Cell Splitting method takes a large cell that can no longer provide acceptable service and divides it into smaller cells. These smaller cells are laid out to use the frequency reuse pattern already in the system.
Advantages: Because cells are smaller, system capacity increases. Also, less power is used by mobiles and base stations.
Drawbacks: Handoffs become more common. To prevent handoffs and dropped calls, umbrella cells are needed (p67) for high speed traffic.
Cost of Implementation: Many new base stations are needed, increasing system complexity and load of MSC.

Sectoring: The cell is divided into sectors by using directional antennas. Common sectoring methods divide cells into 3 or six sectors.
Advantages: The S/I ratio increases because interference is received from only 1 direction rather than all directions. This makes it possible for cluster size to be reduced, allowing more channels to be allocated to each cell.

Drawbacks: Decreased trunking efficiency due to fewer channels per sector.
Doesn't work well in high density urban areas due to reflections.
Cost of Implementation: Increased complexity at base station due to additional antennas

Microcell Zones
Consists of a single base station with a distributed antenna system.
Advantages: Only one base station needed. Because the system is distributed, less power is needed per antenna, and cells can be closer together without increasing SIR. The cluster size can be reduced, making it possible to allocate more channels to each cell. Handoff between microcells within the cell is handled by the base station, reducing the load on the MSC.

Drawbacks: Base stations are more complex as they must coordinate multiple antennas. Cost of Implementation: Antennas are connected to the base station via coaxial cable, fiber optics, or microwave link. Many antenna sights are needed.

Multipath Channel Parameters: To compare the different multipath channels and to quantify them, we define some parameters. They all can be determined from the power delay profile. These parameters can be broadly divided in to two types.

1. Time Dispersion Parameters: These parameters include the mean excess delay, rms delay spread and excess delay spread.
2.Frequency Dispersion Parameters: To characterize the channel in the frequency domain, we have the following parameters.

a) Coherence bandwidth: It is a statistical measure of the range of frequencies over which the channel can be considered to pass all the frequency components with almost equal gain and linear phase. When this condition is satisfied then we say the channel to be at.

b) Coherence time: This is a statistical measure of the time duration over which the channel impulse response is almost invariant. When channel behaves like this, it is said to be slow faded. Essentially it is the minimum time duration over which two received signals are affected differently.

Small-Scale Fading : Multipath delay spread leads to time dispersion and frequency selective fading. • Doppler spread leads to frequency dispersion and time selective fading. • Multipath delay spread and Doppler spread are independent of one another.

1 Flat Fading - If the channel has a constant gain and linear phase response over a bandwidth which is greater than the bandwidth of the transmitted signal, the received signal will undergo flat fading.

2 Frequency Selective Fading - If the channel possesses a constant-gain and linear phase response over a bandwidth that is smaller than the bandwidth of transmitted signal, then the channel creates frequency selective fading.

3. Fading Effects Due to Doppler Spread-Fast Fading: The channel impulse response changes rapidly within the symbol duration. – The coherent time of the channel is smaller then the symbol period of the transmitted signal.