

Wireless Communication

Introduction :-

Marconi first demonstrated radio's ability to provide contact with ships sailing the English channels. (1897)

Evolution of Mobile Radio Communication :- Bell Laboratories developed the cellular concept in

the 1960s & 1970s,

* By 1934, 134 municipal police radio system & 58 state police stations had adopted AM mobile comm. system for public safety in U.S. It was estimated that 5,000 radios were installed in mobile, vehicle ignition noise was a major problem.

* In 1935, Edwin Armstrong demonstrated FM for the first time

Examples of wireless communication systems :- Garage door openers, remote controllers,

Cordless telephones, hand set walkie-talkies, pagers and cellular telephones are e.g. of w. commu. systems.

"Cellular telephone" is used to describe a radio terminal that

is attached to a high speed mobile platform

"portable" describes a radio terminal that can be hand held and used by someone at walkie talkie (inside a home)

"Subscriber" is user

Mobile Radio transmission systems can be classified :-

1) Simplex systems $\Rightarrow$ communication is possible in only one direction. Paging systems, in which messages are received but not acknowledged.

2) Half duplex $\Rightarrow$ Allow two way communication, but use the same radio channel for both transmission & reception. At a time, user can only transmit or receive. Constraints like "push to talk" and "release to listen" are fundamental features.

3) Full duplex :- Allow simultaneous transmission and reception b/w subscriber & a base station.

Two separate channels (freq. division duplex FDD) or TDD] used

FDD :- At base station, separate transmit & Rx antennas used to accommodate the two separate channels. At the subscriber unit, however, a single antenna is used for both transmission to and reception from the base station and a device called a duplexer is used inside the subscriber unit to enable the same antenna to be used for simultaneous tx & Rx.

TDD :- It is possible to share a single radio channel in time, so a portion of the time is used to transmit from B.S. to mobile & remaining time from mobile to B.S.

If data transmission rate $>$ End user's data rate in channel
TDD is only possible with digital transmission format & digital modulation and is very sensitive to timing. That's why TDD is used only for indoor or small area applications.

* Base Station :- A fixed station used for radio communication with mobile station. Base stations are located at the centre or on the edge of a coverage region and consist of radio channels & tx & Rx antennas mounted on a tower.

* Control Channel :- Radio channels used for transmission of call setup, call request, call initiation & control purposes.

* Forward Channel :- Radio channels used for transmission of information from B.S to mobile.

* Hand off :- Process of transferring a mobile station from one channel or base station (B.S) to another.

* Mobile Station :- Hand held personal and portable unit.

* Mobile Switching Center :- Switching centre which coordinates the routing of calls in a large service area. MSC connects the B.S. & the mobiles to the PSTN (Public Switched Telephone N/W).

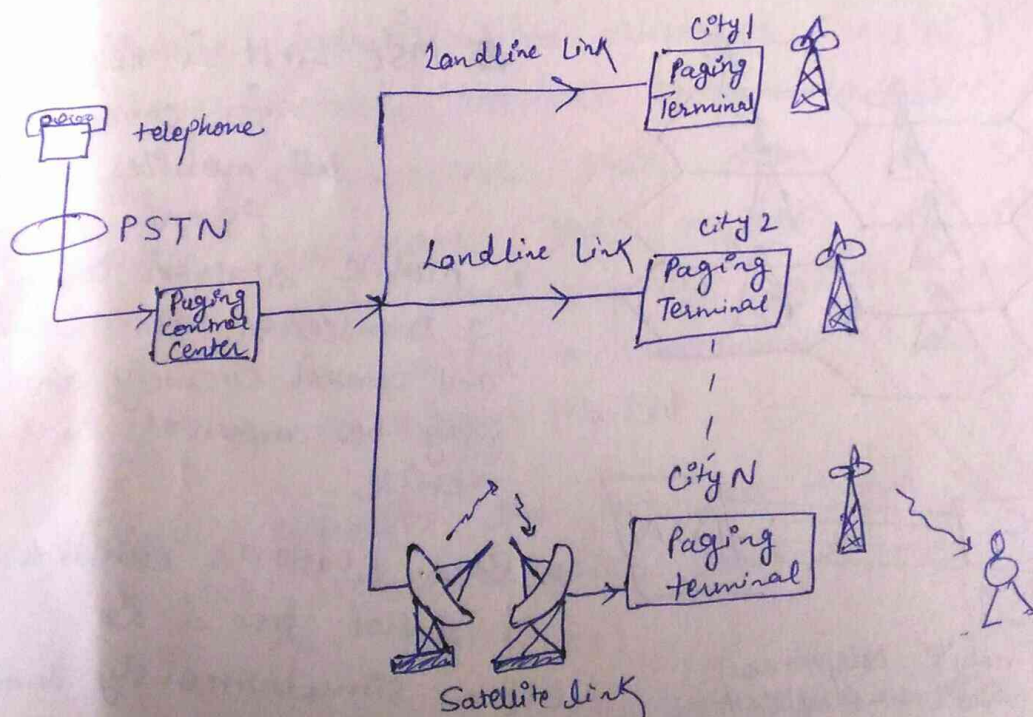
* Page :- A brief message which is broadcast over the entire service area, usually in a simulcast fashion by many B.S. at the same time.

Reverse Channel :- Radio Channel used for ~~tx~~ information from the mobile to B.S.

Roaming :- when Mobile Station operates in unsubscribed service area.

Paging System :- In modern paging systems, news headlines, stock quotations & faxes may be sent.

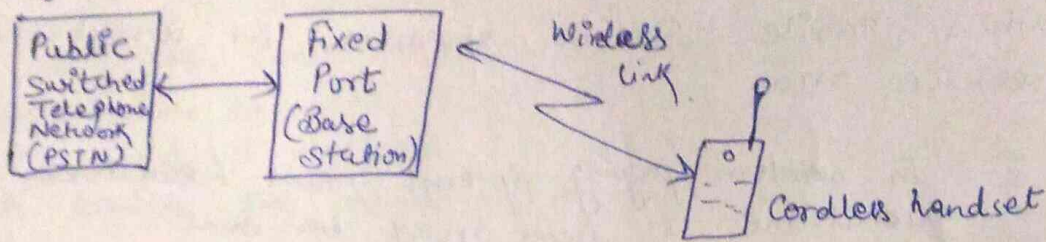
- * A message (page) is sent to a paging subscriber via the paging system access number (a toll free telephone no) with a telephone keypad or modem.
- * The paging system then transmits the page throughout the service area using base stations which broadcast the page on a radio carrier.
- * It covers range of 2 to 5 Km.
- * The necessitates large transmitter power (KW) & low data rates (1000 bits/sec) for maximum coverage from each base station.



Cordless Telephone System :- It is a full duplex commu. system that uses radio to connect a portable handset to a dedicated base station, which is then connected to a dedicated telephone line with a specified telephone number on PSTN.

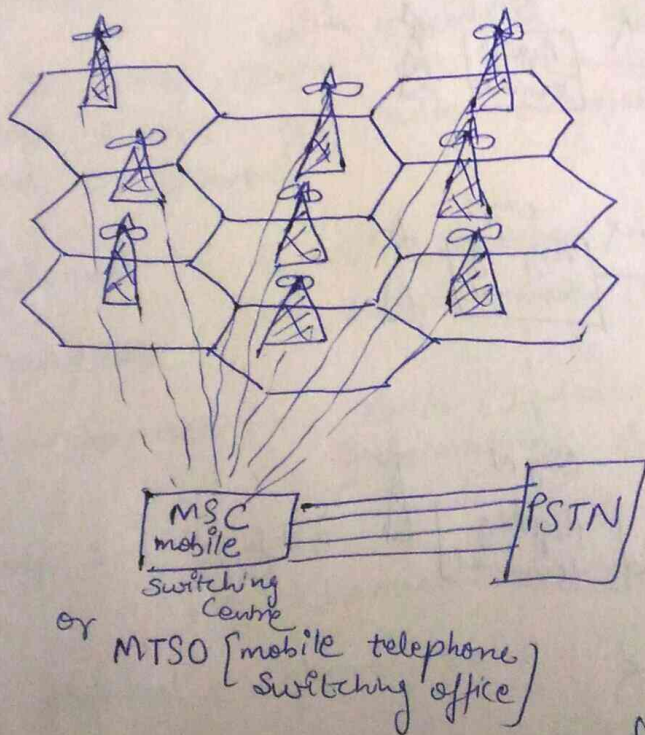
- * Cordless telephone systems provide the user with limited range of ~~other base stations~~ and mobility as it is usually not possible to maintain a call if the user travels outside

the range of the base station



Cellular Telephone Systems :-

- A cellular telephone provides a wireless connection to the PSTN for any user location within the radio range of the system.
- * Cellular system accommodate a large number of users over a large geographic area, within a limited freq. spectrum.
- * High capacity is achieved by limiting the coverage of each base station transmitter to a small geographic area called a cell so that the same radio channels may be reused by another base station located some distance away.



* MSC → It is responsible for connecting all mobiles to the PSTN

* mobile station contains a transceiver, an antenna and control circuitry and may be mounted in a vehicle

* Base stations consist of several Tx & Rx which simultaneously handle full duplex communications

* MSC coordinates the activities of all of the base stations. [Typically handles 100,000 cellular subscribers and 5000 simultaneous conversations at time]

TN :- It consists of telephone lines, fibers, optical cables, microwave transmission links.

PSTN is basically the inter connected telephone system over which telephone calls are made.

- * Whenever a mobile phone is switched on, it first scans the group of forward control channels to determine the strongest one.
- * Then it keeps on monitoring the same channel until the signal level drops below a minimum level after which it again starts to scan.
- * When a mobile phone user dials a number to make a call, first of all a call initiation request is sent on the reverse control channel (mobile to B.S).
- * Along with this request, mobile phone also sends its Mobile Identification Number (MIN) which is user's phone number, electronic serial number (ESN) & telephone no. of called party.
- * The B.S. receives this data & sends to MSC.
- * MSC validates the request by checking the MIN with the records on its database.
- * If it is valid a connection to the called party is made through PSTN.
- * MSC requests the B.S. to move the mobile phone to an unused voice channel so that the conversation can begin.
- * Once a call is in progress, the MSC adjusts the power transmitted by mobile phone as it moves in & out of the coverage area of each base station.

Modern Wireless Communication System

The Cellular Concept was first developed in the 1960's & 1970's.

- * next generation cellular n/w are being designed to facilitate high speed data communications traffic in addition to voice calls.
- * WANS & Bluetooth use low power levels & generally do not require a license for spectrum use.
- Since Ad-hoc high data rate n/w are being deployed by individuals within buildings without a license

Second Generation (2G) Cellular N/W →

- * Ist Generation cellular systems that relied exclusively on FDMA/FDD and analog FM.
- * IInd Generation standards use digital modulation formats and TDMA/FDD and CDMA/FDD multiple access techniques.
- * IInd Gen. include three TDMA standards & one CDMA
 - (i) GSM [Global System Mobile] - which supports 8 time slotted users for each 200 KHz
 - (ii) Interim Standard 136 (IS-136) - which supports 3 time slotted users for each 30 KHz radio channels
 - (iii) Pacific digital cellular - with more than 50 million users
 - (iv) 2G CDMA standard Interim standard 95 Code division multiple Access (IS-95) - supports up to 64 users that are orthogonally coded & simultaneously transmitted on each 1.25 MHz Channel.
- (v) 2G technologies use circuit-switched data modems that limit data users to a single circuit switched voice channel. Data transmission in 2G are thus generally limited to data throughput rate of an individual user, 10 Kbits/sec
- (vi) Even small user data rate 2G standards are able to support limited Internet browsing
- (vii) SMS (short messaging service) is popular feature of GSM

Evolution of 2.5G Mobile Radio N/W

The new standards 2.5G technology which allow existing 2G equipment to be modified and supplemented with new base station add on and subscriber unit software upgrades to support higher data rate transmissions for web browsing, email etc.

- * 2.5G technologies also support a popular new web browsing format language called "Wireless Application protocol" (WAP).
- * WAP - allows standard web pages to be viewed in compressed format specifically designed for small, portable hand held wireless devices.

* Three different upgrade paths have been developed for GSM carriers. The 3 TDMA upgrade options include

- ① High speed circuit switched (HSCSD)
- ① General Packet Radio service (GPRS)
- (iii) Enhanced Data Rate for GSM Evolution (EDGE)

* HSCSD :- It allows a single mobile subscriber to use consecutive user time slot in

the GSM standard ..

Instead of limiting each user to only one specific time slot in GSM TDMA, HSCSD allows individual data user to commandeer consecutive time slot in order to obtain high speed data access.

speed 14,400 bps which was 9600 bps in GSM

- * GPRS :- It is well suited for non-real time Internet usage, including the retrieval of email, faxes user downloads much more data than it uploads
- * GPRS supports multi-user n/w sharing of individual radio-channels and time slot.

* GPRS subscriber units are automatically instructed to tune to dedicated GPRS radio channels and particular time slots for "always on" access to the n/w.
achieved speed 171.2 Kbps. [2 time slot of GSM $2 \times 21.4 = 171.2 \text{ kbps}$]

* EDGE - It requires addition of new hardware and software at existing base stations.

EDGE introduces a new digital modulation format, 8-PSK (octal phase shift keying)

EDGE uses the higher order 8-PSK modulation and a family of MCS (Modulation & Coding Schemes) for each GSM radio channel time slot.

IS-95B for 2.5G CDMA:- CDMA (often called cdmaOne) has a single upgrade path for

eventual 3G operation.
IS-95B provides high speed packet and circuit switched data access on a common CDMA radio channel by dedicating multiple orthogonal user channels for specific users and specific purpose.

* CDMA radio channel supports up to 64 different user channels. current data rate 14,400 bps

* Third Generation (3G) wireless N/w
- Multimega bit Internet access, communications using Voice over Internet Protocol, voice activated calls unparalleled n/w capacity and always-on access are the advantages of 3G development.

* International Telecom Union (ITU) formulated a plan to implement a global freq. band in the 2000 MHz range that would support a single, "always on" wireless communication standard for all countries throughout the world. This plan, called International mobile Telephone 2000 (IMT-2000).

3G telecommunication networks supports services that provide an information transfer rate of at least 200 K bit/s.

3G n/w were introduced in 1998. The spectrum between 400 MHz and 3 GHz was dictated technically suitable for 3G.

* It facilitates five radio interfaces based on 3 technologies namely FDMA, TDMA & CDMA.

Difference b/w 2G & 3G N/w

1) 2G technologies used TDMA (in which signal divides into different time slots) or CDMA (which allocates a special code to each user so as to communicate over a multiplex physical channel).

where as 3G technology enables use of various services like GPS [Global Positioning System], video conferencing. 3G technology is much more flexible as it can support 5 major radio technologies that operate under CDMA, TDMA & FDMA.

* This technology is also comfortable to work with 2G.

2) Speed of data transmission in 2G network is less than 50,000 bps while in 3G it can be more than 4 million bps.

3) In 2G technology transmission of information via voice signal while in 3G data transmission via video conferencing, MMS etc.

4) 2G uses channel bandwidth of 200 KHz for voice transmission and 3G uses 1.25 MHz channel.

spread Spectrum Modulation Techniques:-

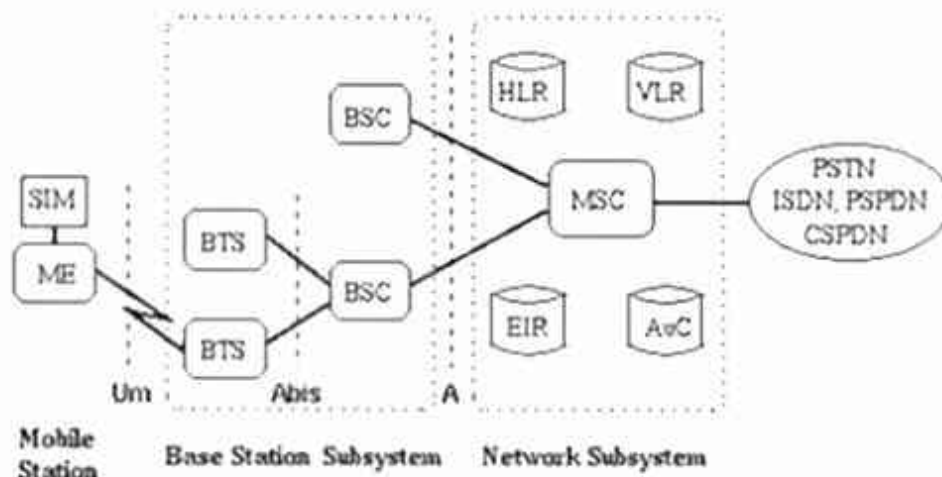
For further to minimize the required transmission BW. Spread spectrum techniques, is very BW inefficient for a single user, the advantage of spread spectrum is that many users can simultaneously use the same BW without significantly interfering with one another.

spread spectrum are pseudorandom and have noise like properties when compared with the digital information data.

The spreading waveform is controlled by a PN sequence which is a binary sequence that appears random but can be reproduced in a deterministic manner by intended receiver.

Spread spectrum signals are demodulated at the receiver through cross-correlation with locally generated version of the PN carrier.

Explain GSM architecture with a neat block diagram, highlighting all the interfaces



SIM	Subscriber Identity Module	BSC	Base Station Controller	MSC	Mobile service switching center
ME	Mobile Equipment	HLR	Home Location Register	EIR	Equipment Identity Register
BTS	Base Transceiver station	VLR	Visitor Location Register	AuC	Authentication Center

- The GSM network architecture consists of three major subsystems:
- Mobile Station (MS)
- Base Station Subsystem (BSS)
- Network and Switching Subsystem (NSS)
- 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. 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 telecommunications 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. 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)

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). 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.

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 Subscriber 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-

Interworking Function: 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.

Fig below shows GSM architecture. The network mainly consist of User Equipment (UE), Base transceiver station (BTS), Mobile switching center (MSC). The GSM contains most of the necessary capabilities to support packet transmission over GSM. The critical part in the GPRS network is the mobile to GSN (MS-SGSN) link which includes the MS-BTS, BTS-BSC, BSC-SGSN, and the SGSN-GGSN link the following Fig. shows block diagram of GSM architecture.

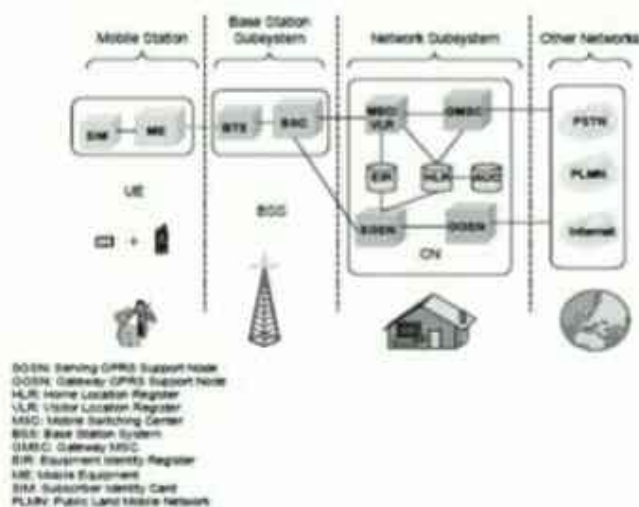


Figure architecture in GSM.

User Equipment (UE)—These are the users. Number of users are controlled by one BTS.

1. The mobile stations (MS) communicate with the base station subsystem over the radio interface.
2. The BSS called as radio the subsystem, provides and manages the radio transmission path between the mobile stations and the Mobile Switching Centre(MSC).It also manages radio interface between the mobile stations and other subsystems of GSM.
3. Each BSS comprises many Base Station Controllers(BSC) that connect the mobile station to the network and switching subsystem (NSS) through the mobile switching center.
4. The NSS controls the switching functions of the GSM system.It allows the mobile switching center to communicate with networks like PSTN, ISDN, CSPDN, PSPDN and other data networks.
5. The operation support system (OSS) allows the operation and maintenance of the GSM system. It allows the system engineers to diagnose, troubleshoot and observe the parameters of the GSM systems. The OSS subsystem interacts with the other subsystems and is provided for the GSM operating company staff that provides service facilities for the network.

Base station(BSS)-- The following stations subsystem comprises of two parts:

1. Base Transceiver Station (BTS),
2. Base Station Controller(BSC).

The BSS consists many BSC that connect to a single MSC. Each BSC controls upto several hundred BTS.

Base Transceiver Station(BTS)-BTS

It has radio transceiver that define a cell and are capable of handling radio link protocols with MS.

Functions of BTS are

1. Handling radio link protocols
2. Providing FD communication to MS.
3. Interliving and de- interliving.

Base station controller(BSC) IT manages radio resources for one or more BTS.It controls several hundred BTS al are connected to single MSC.

Functions of BSC are

- To control BTS.
- Radio resource management
- Handoff management and control
- Radio channel setup and frequency hopping

Network subsystem(NSS)

- 1.It handles the switching of GSM calls between external networks and indoor BSC
- 2.It includes three different data bases for mobility management as

- A .HLR (Home Location Register)
- B .VLR (Visitor Location Register)
- C. AUC (Authentication center)

Mobile switching center (MSC)--

It connects fix networks like ISDN ,PSTN etc.

Following are the functions of MSC

1. Call setup, supervision and relies

2. COLLECTION OF BILLING INFORMATION

- 3. Call handling / routing
- 4. Management of signalling protocol
- 5. Record of VLR and HLR

HLR (Home Location Register) - Call roaming and call routing capabilities of GSM are handled. It stores all the administrative information of subscriber registered in the networks. It maintains unique international mobile subscriber identity (IMSI).

VLR (Visitor Location Register) - It is a temporary data base. It stores the IMSI number and customer information for each roaming customer visiting specific MSC.

Authentication center - It is a protected database. It maintains authentication keys and algorithms. It contains a register called as Equipment Identity Register.

Operation subsystem (OSS) - It manages all mobile equipment in the system. 1) management for charging and billing procedure 2) To maintain all hardware and network operations

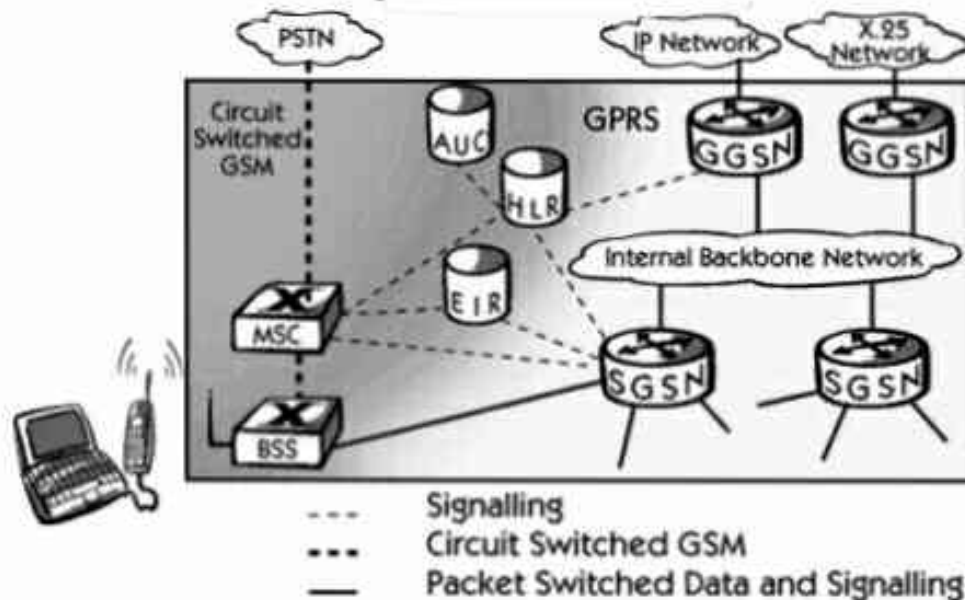
GPRS - ARCHITECTURE

http://www.tutorialspoint.com/gprs/gprs_architecture.htm

Copyright © tutorialspoint.com

GPRS architecture works on the same procedure like GSM network, but, has additional entities that allow packet data transmission. This data network overlaps a second-generation GSM network providing packet data transport at the rates from 9.6 to 171 kbps. Along with the packet data transport the GSM network accommodates multiple users to share the same air interface resources concurrently.

Following is the GPRS Architecture diagram:



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.

Therefore, GPRS requires modifications to numerous GSM network elements as summarized below:

GSM Network Element	Modification or Upgrade Required for GPRS.
Mobile Station <i>MS</i>	New Mobile Station is required to access GPRS services. These new terminals will be backward compatible with GSM for voice calls.
BTS	A software upgrade is required in the existing Base Transceiver Station <i>BTS</i> .
BSC	The Base Station Controller <i>BSC</i> requires a software upgrade and the installation of new hardware called the packet control unit <i>PCU</i> . The PCU directs the data traffic to the GPRS network and can be a separate hardware element associated with the BSC.
GPRS Support Nodes <i>GSNs</i>	The deployment of GPRS requires the installation of new core network elements called the serving GPRS support node <i>SGSN</i> and gateway GPRS support node <i>GGSN</i> .
Databases <i>HLR, VLR, etc.</i>	All the databases involved in the network will require software upgrades to handle the new call models and functions introduced by GPRS.

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. A variety of *MS* can exist, including a high-speed version of current phones to support high-speed data access, a new PDA device with an embedded GSM phone, and PC cards for laptop computers. 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.

Internal Backbone

The internal backbone is an IP based network used to carry packets between different GSNs. Tunneling is used between SGSNs and GGSNs, so the internal backbone does not need any information about domains outside the GPRS network. Signalling from a GSN to a MSC, HLR or EIR is done using SS7.

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

मोबाइल कम्युनिकेशन प्रणालियाँ

(Mobile Communication Systems)

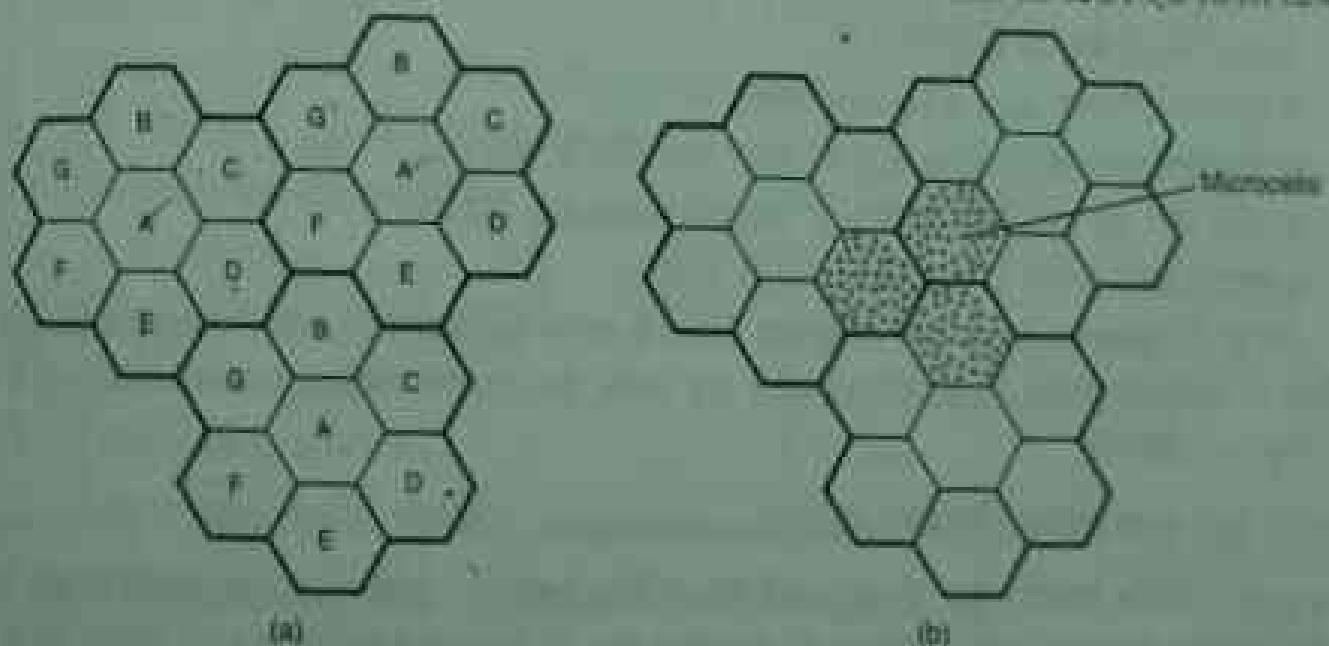
5.1. एडवांस्ड मोबाइल फोन सिस्टम-AMPS (Advanced Mobile Phone System)

मोबाइल फोन की AMPS प्रणाली बेल (Bell) प्रणाली द्वारा विकसित की गयी तथा संयुक्त राज्य में 1982 में इसे अमेरिका में प्रारम्भ किया गया। इसी तरह में इसे TACS तथा जापान में MCS-LI चला गया। AMPS एक एकेसीए प्रणाली है।

सभी मोबाइल प्रणालियों में एक भौगोलिक क्षेत्र (geographic region) को सैलों (cells) में विभाजित किया जाता है, इसे कारण से ये युक्तिपूर्ण सैल फोन (cell phones) भी कहलाते हैं। AMPS में सैल की लम्बाई लगभग 10 से 20 km (approx.) होती है, डिजिटल प्रणालियों में सैल कुछ छोटे होते हैं। प्रत्येक सैल, कम्युनिकेशन के लिए फ्रीक्वेंसी का कोई सेट प्रदान करता है जिसे उसका पड़ोसी सैल (neighbouring cell) प्रयुक्त नहीं करता। परन्तु इसे आसानी से कोई अन्य सैल, जो उसके समीपवर्ती सैल (adjacent cell) नहीं है, इसे पुनः प्रयोग (reuse) कर सकता है। इसी कारण से सैलुलर प्रणाली को कृत्रिम रूप से छोटा है। सैल का साइज जितना छोटा होता है, प्रणाली की क्षमता भी उतनी ही अधिक होती है तथा फोन की भी कम आवश्यकता होती है जिससे ट्रांसमीटर तथा हैंड सेट का मुख्य काम होता है।

चित्र 5.1 (a) में फ्रीक्वेंसी के पुनः प्रयोग (reuse) का उदाहरण दिया गया है। सैल लगभग वृत्ताकार (circular) होते हैं तब षट्भुज (hexagon) के रूप में उन्हें समझना सरल है। सैल 7 की संख्या में पुनः किए जाते हैं। प्रत्येक वर्ण (A, B, C, ... आदि) फ्रीक्वेंसी का एक पुनः प्रदर्शित करता है। चित्र से स्पष्ट है कि प्रत्येक फ्रीक्वेंसी, पुनः दो सैलों का अन्तर छोड़कर प्रयुक्त की गयी है।

यदि प्रणाली में युक्तियों की संख्या इतनी अधिक हो जाती है कि प्रणाली ओवरलोड हो जाए तब फोन कम कर दो जाती है तथा ओवरलोड हुए सैल छोटे माइक्रोसैलों (smaller microcells) में विभाजित (split) कर दिए जाते हैं (चित्र 5.1 (b)) तथा फ्रीक्वेंसी का अधिक पुनः प्रयोग (more frequency reuse) किया जा सकता है। प्रत्येक सैल के मध्य में एक बेस स्टेशन होता है जिस पर सैल के सभी फोन्स ट्रांसमिट कर सकते हैं। बेस स्टेशन में एक कंप्यूटर तथा एक ट्रांसमीटर (transmitter/receiver) होता है जो एंटीना से कनेक्ट रहता है। छोटी प्रणालियों में ये सभी बेस स्टेशन एक सिंगल डिवाइस



चित्र 5.1-(a) समीपवर्ती (adjacent) सैलों में फ्रीक्वेंसी का reuse नहीं किया जाता।
(b) युक्तियों की संख्या अधिक होने पर छोटे साइज के सैल (microcells) प्रयुक्त किये जाते हैं।

'मोबाइल स्विचिंग सेंटर' (Mobile Switching Centre-MSC) में जुड़े (connected) होते हैं। बड़ी प्रणालियों में MSC की संख्या अधिक होती है जो दूसरे स्तर (second level) के MSC से जुड़े रहते हैं..... अर्थात् MSC के बेस स्टेशन से, प्रत्येक एक-दूसरे से तथा PSTN से पैकेट स्विचिंग (packet switching) नेटवर्क प्रणाली का सम्बन्धित करते हैं।

किसी समय जबकि मोबाइल फोन किसी एक सेल में होता है तथा उस सेल के बेस स्टेशन द्वारा कंट्रोल होता है। जब मोबाइल फोन किसी सेल को (physically) छोड़ता है तथा इसका बेस स्टेशन टेलीफोन सिग्नल को दुर्बल (fade) होते हुए देखता है तथा अपने चारों ओर (surrounding) के बेस स्टेशन में प्रसारित करता है कि वे सेल में किसी स्थितिगत चरण (average) सिग्नल प्राप्त करता है अर्थात् उस सेल में जिसमें अब फोन स्थित है। इस (दूसरे) सेल में फोन किसी नए चैनल पर स्थित हो जाता है (क्योंकि पहला चैनल समीपस्थ सेल) में पुनः प्रयोग (reuse) नहीं किया जाता। यह क्रिया हैन्ड-ओफ (hand off) कहलाती है तथा इसमें लगभग 300 msec लगते हैं। नए चैनल का निर्धारण MSC करता है।

हैन्ड ऑफ दो प्रकार से किया जा सकता है—(i) Soft hand off तथा (ii) hard hand off।

Soft hand off में नया बेस स्टेशन फोन को पहले स्टेशन द्वारा छोड़ने (abandon off) से पहले ही अपने कंट्रोल (acquire) में ले लेता है। इसमें सततता (continuity) बनी रहती है। इसमें कभी यह है कि टेलीफोन को एक ही समय में दो अर्थात् (the old one and new one) या दृष्ट होना पड़ता है। यह क्रिया मोबाइल मोडम को पहली अवस्था दूसरी अवस्था की ओर

Hard hand off में पहला (old) बेस स्टेशन, नए बेस स्टेशन द्वारा कंट्रोल प्राप्त करने से पहले फोन को छोड़ कर देता है। यदि नया बेस स्टेशन फोन इसे कंट्रोल (acquire) नहीं कर सकता तथा कॉल (call) अकस्मात् समाप्त (disconnect) हो जाती है। पूर्व में जो इसका आशय होता है परन्तु नए दिग्दर्शकों में यह गड़बड़-कड़वा हो जाता है।

AMPS में चैनल

AMPS सिस्टम में 832 पूर्ण द्वायलैक्स (full duplex) चैनल हैं। प्रत्येक चैनल में सिम्पलैक्स चैनलों का एक पैर है। इसमें 834 से 849 MHz तक 832 सिम्पलैक्स ट्रांसमिशन चैनल तथा 869 से 894 MHz तक 832 सिम्पलैक्स रिसेप्ट चैनल हैं। प्रत्येक सिम्पलैक्स चैनल की चौड़ाई (width) 30 kHz है। इस प्रकार AMPS में चैनलों को अलग (separate) करने के लिए फ्रीक्वेंसी डिविजन मल्टीप्लेक्सिंग (FDM) विधि का उपयोग किया जाता है।

ये 832 चैनल चार चरणों में विभाजित हैं—

1. सिस्टम ऑपरेशन (base to mobile) कंट्रोल के लिए
2. मोबाइल यूजर को (base to mobile) पेशा कर कॉल को सूचना देने के लिए
3. काल सैट-अप तथा चैनल निर्धारण के लिए (bi-directional) ऑपरेशन
4. रॉयस, पैकम अथवा डेटा (bi-directional) के लिए

इसमें से 21 चैनल कंट्रोल के लिए रिजर्व होते हैं तथा ये प्रत्येक सेल में एक PROM में स्टोर रहते हैं। चूंकि एक सेल, लगभग 45 होते हैं।

AMPS में फोन तथा कॉल मैनेजमेंट (Call Management in AMPS)

AMPS के प्रत्येक मोबाइल फोन को PROM में एक न्यूमेरिक एम्बेडेड मैड्यूल (NAM) होता है। NAM में फोन का 32 बिट मोबाइल नम्बर तथा एक 10-डिजिट का फोन नम्बर होता है। टेलीफोन नम्बर 10 बिट में 3-डिजिट एरिया कोड तथा 24 बिट्स में 7-डिजिट सबक्राइबर नम्बर द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। जब कोई फोन स्थिर-ऑन किया जाता है तब यह सबसे अधिक शक्तिशाली सिग्नल होने के लिए 21 कंट्रोल चैनलों को प्रोग्राम्ड लिस्ट स्कैन करता है।

इसके पचास फोन अपना 32-बिट सीक्रेट नम्बर तथा 34-बिट रिलीज्ड नम्बर प्रदर्शित करता है। क्लियर चैनल का यह पैकेट डिजिटल फॉर्म "clear-channeling code" के नाम से जाना जाता है।

यह स्टेशन इस चैनल को प्राप्त कर MTSC (or MSC) को बताता है। MSC अपने वह चैनल को उपस्थिति रिपोर्ट करता है तथा चैनल के नाम MSC को उसकी वर्तमान लोकेशन को सूचना देता है।

काल करने के लिए मोबाइल यूजर फोन को रिजव-ऑन कर कुंजी पैड (key pad) द्वारा कॉल (called) नम्बर को दर्शाता है। उसके पचास फोन, चैनल पर कॉल नम्बर तथा अपनी अडिस्ट्रिक्ट को दर्शाता है। उस चैनल स्टेशन (request) प्राप्त करता है तथा वह MSC को सूचित करता है। यदि यूजर (caller) MSC को सम्पर्क का ही है तो वह कॉल के लिए एक खाली (idle) चैनल इंगित करता है तथा इस चैनल नम्बर को पोपरा कंट्रोल चैनल पर देता है। मोबाइल फोन स्वयं (automatically) सलेक्ट किए गए पोपरा चैनल पर स्थित हो जाता है तथा कॉल पार्टी द्वारा फोन करने की प्रतीति करता है।

इनकमिंग कॉल (incoming calls) की प्रोसेसिंग एक जटिल विधि से होती है। कॉल (idle) फोन उसकी ओर आने वाले (directed) चैनल को डिस्ट्रिक्ट करने के लिए लगातार इंगित चैनल रिमोव करते रहते हैं। जब किसी मोबाइल फोन के लिए कोई कॉल (by fixed or by mobile phone) चैनल को जाता है तो कॉल (called) फोन के MSC को एक पैकेट प्रेषित होता है जो उसे लोकित करता है। उसके बाद उसके वर्तमान चैनल के चैनल स्टेशन को एक पैकेट भेजा जाता है। चैनल स्टेशन चैनल चैनल पर एक "are you there?" टोन का प्रदर्शित करता है। कॉल फोन इसे प्राप्त कर अपनी चैनल "yes" द्वारा जवाब (response) देता है। चैनल स्टेशन कुछ इस प्रकार कहता है: "are you there, call for you on channel 4"। इस स्थिति में कॉल फोन चैनल 4 को स्थित करता है तथा लिविंग साउण्ड (live music) शुरू कर देता है।

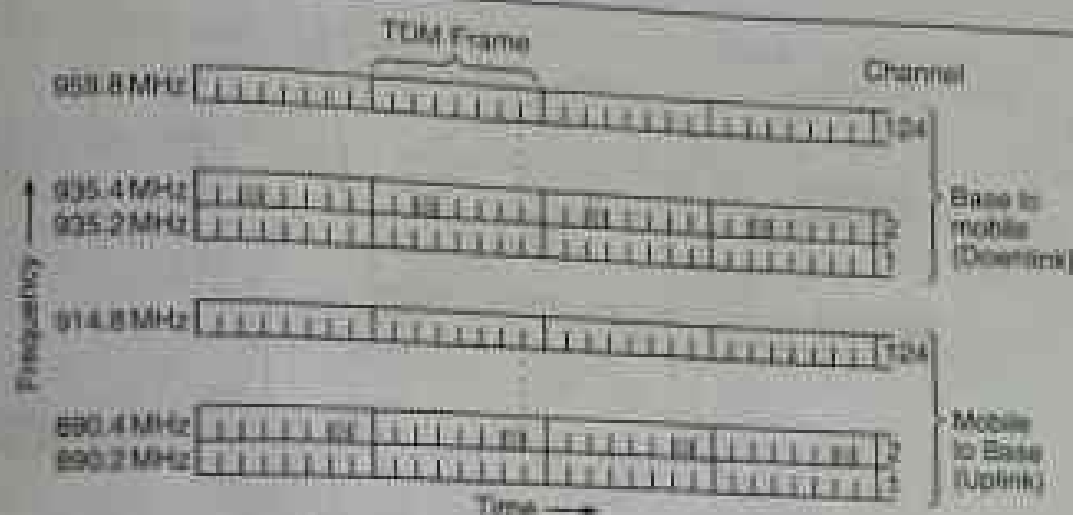
जोखो 5.1 में AMPS के पैरामीटर दिये गये हैं।

Table 5.1 – MPS के पैरामीटर (AMPS Parameters)

S.No.	Parameter	Description
1.	Base station transmission band	869 to 894 MHz
2.	Mobile unit transmission band	824 to 849 MHz
3.	Spacing between forward and reverse channels	45 MHz
4.	Channel bandwidth	30 kHz
5.	Number of full-duplex voice channels	790
6.	Number of full-duplex control channels	42
7.	Mobile unit maximum power	3 Watts
8.	Cell size, radius	3 to 20 km
9.	Modulation, voice channel	FDM, 12 kHz peak deviation
10.	Modulation Control Channel	FSK, 6 kHz peak deviation
11.	Data transmission rate	10 kbps
12.	Error control coding	BCH (48, 36, 5) and (48, 28, 5)

5.2. GSM (Global Service for Mobile Communication)

GSM एक जटिल महत्वपूर्ण डिजिटल इंटरफेस है। यह समस्त वैश्विक ऑपरेटरों के नेटवर्क के समान (compatible) है जिसके कारण इसे ग्लोबल (global) को सुविधा प्रदान करता है। GSM को विश्व से केवलचरित्र से एक स्पष्ट जाल (large number) बोल को भी कहते हैं। GSM में इंटरफेस का काम को तकनीकी का उपयोग किया गया है।



चित्र 5.4—GSM में 200 kHz बिंदु के 124 चैनल होते हैं।
प्रत्येक चैनल TDM बिंदु द्वारा 8 टाइम-स्लॉट्स में विभाजित है।

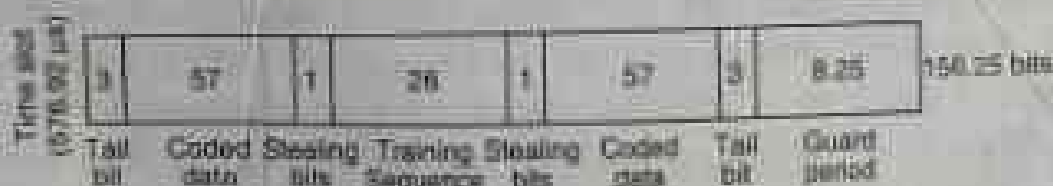
संभावित है, चार एक दिशा में तथा चार दूसरी दिशा में। ट्रांसमिटिंग तथा रिसीविंग एक ही टाइम स्लॉट में नहीं दोनों क्योंकि GSM रेडियो एक ही समय में ट्रांसमिट तथा रिसीव नहीं कर सकता तथा एक से दूसरे पर प्रतिक्रिया करने में समर्थ होता है। यदि किसी मोबाइल स्टेशन को 890/935.4 MHz आवृत्ति तथा टाइम स्लॉट 2 निर्धारित है एवं वह बेस स्टेशन को ट्रांसमिट करना चाहता है वह वह नीचे वाले (lower) चार रेडियो स्लॉट्स का उपयोग करेगा। प्रत्येक स्लॉट में वह कुछ डेटा ट्रांसमिट करेगा जब तक कि समस्त डेटा ट्रांसमिट न हो जाए।

GSM फ्रेम स्ट्रक्चर

प्रत्येक फ्रेम इसे निर्धारित टाइम स्लॉट में डेटा, पुनः कोड के रूप में (data burst) ट्रांसमिट करता है। GSM में मुख्य रूप से दो प्रकार के चैनल होते हैं—ट्रैफिक चैनल (TCH) तथा कंट्रोल चैनल (CCH)। ट्रैफिक चैनल, फ्रेम का डिजिटली कोडित डेटा/संकेत ले जाते हैं तथा कंट्रोल चैनल बेस स्टेशन (BS) तथा मोबाइल स्टेशन (MS) के मध्य सिग्नलिंग एवं सिंक्रनाइजिंग डेटा ले जाते हैं।

चित्र 5.5 में GSM के एक सामान्य डेटा फ्रेम (time slot) का डेटा स्ट्रक्चर दिया गया है। इसमें 148 बिट्स हैं जो 170.8 kbps की रेट पर ट्रांसमिट किए जाते हैं (प्रत्येक बर्स्ट के पचास 8.25 बिट्स का गार्ड टाइम दिया जाता है। इसका उपयोग नहीं होता)। प्रत्येक टाइम स्लॉट के 148 बिट्स में से 114 बिट्स डेटा/संकेत बिट्स होते हैं। 57 बिट्स को दो संकेतों में बर्स्ट के शुरुआत तथा अंत के समीप ट्रांसमिट किए जाते हैं। ट्रेनिंग सीक्वेंस में 26 बिट्स होते हैं जिनके द्वारा फ्रेम का डेटा डिक्कोड करने से पहले मोबाइल अथवा बेस स्टेशन, रिसीवर रेडियो चैनल के अधिलक्षण का निरीक्षण करते हैं।

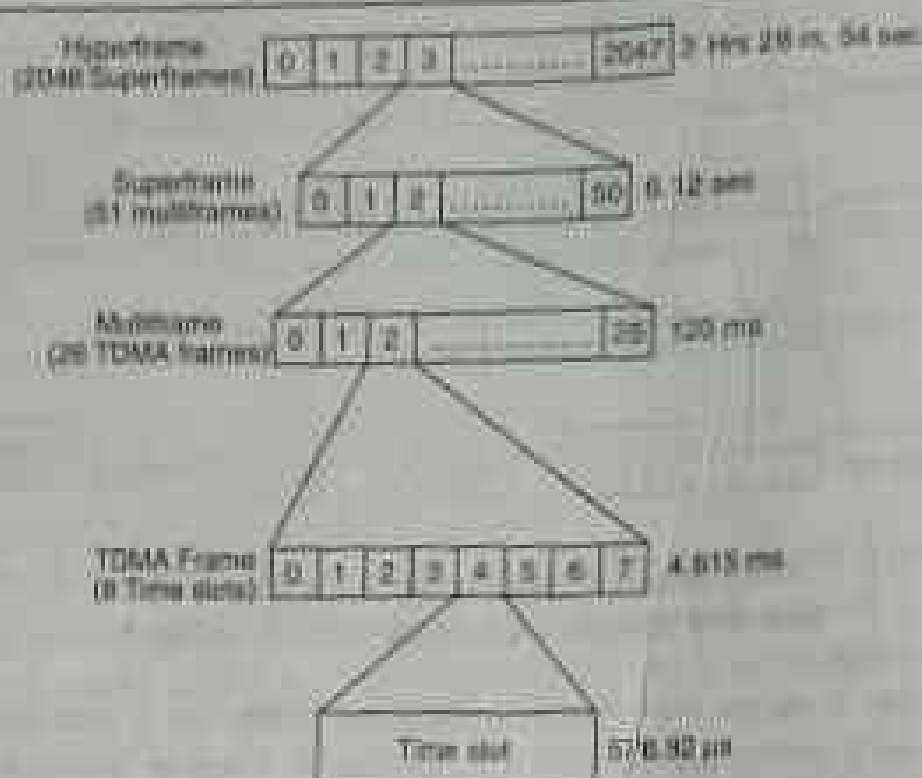
ट्रेनिंग सीक्वेंस के दोनों ओर कंट्रोल बिट्स होते हैं। इन्हें स्ट्रीमिंग फ्लैग्स कहते हैं। ये फ्लैग्स यह जात करते हैं कि टाइम स्लॉट में वॉयस है अथवा कंट्रोल डेटा है। ये दोनों एक ही चैनल को शेयर करते हैं।



चित्र 5.5—GSM डेटा फ्रेम

GSM के एक TDMA फ्रेम में 1 टाइम स्लॉट ट्रांसमिट के लिए तथा एक रिसीव के लिए होता है। फ्रेम में 6 अतिरिक्त टाइम स्लॉट होते हैं जो समीप के 5 तथा आगे के बेस स्टेशन के सिग्नल की शक्ति (strength) का मापन करते हैं।

इस प्रकार एक TDMA फ्रेम में 8 टाइम स्लॉट होते हैं तथा फ्रेम पीरियड 4.615 ms होता है।



चित्र 5.6—GSM फ्रेम स्ट्रक्चर: हाइपर फ्रेम, TDMA फ्रेम, मल्टीफ्रेम, सुपरफ्रेम तथा मल्टीफ्रेम।

चित्र 5.6 में GSM का सम्पूर्ण फ्रेम स्ट्रक्चर दिया गया है। सामान्य मोबाइल के ब्लॉक फ्रेम बड़े स्ट्रक्चर्स में गुंथ किए जाते हैं जिन्हें मल्टीफ्रेम कहते हैं। मल्टीफ्रेम गुंथ, सुपरफ्रेम तथा हाइपरफ्रेम में गुंथ लिए जाते हैं। एक मल्टीफ्रेम में 26 TDMA फ्रेम होते हैं जिसका पीरियड 120 ms ($= 26 \times 4.615$) मी. है। सुपरफ्रेम में 51 मल्टीफ्रेम तथा हाइपरफ्रेम में 2048 सुपरफ्रेम होते हैं। एक सम्पूर्ण हाइपरफ्रेम लगभग 3 घंटे, 28 मि.से, 54 सेकण्ड में टर्मिनल होता है।

GSM में कंट्रोल चैनल

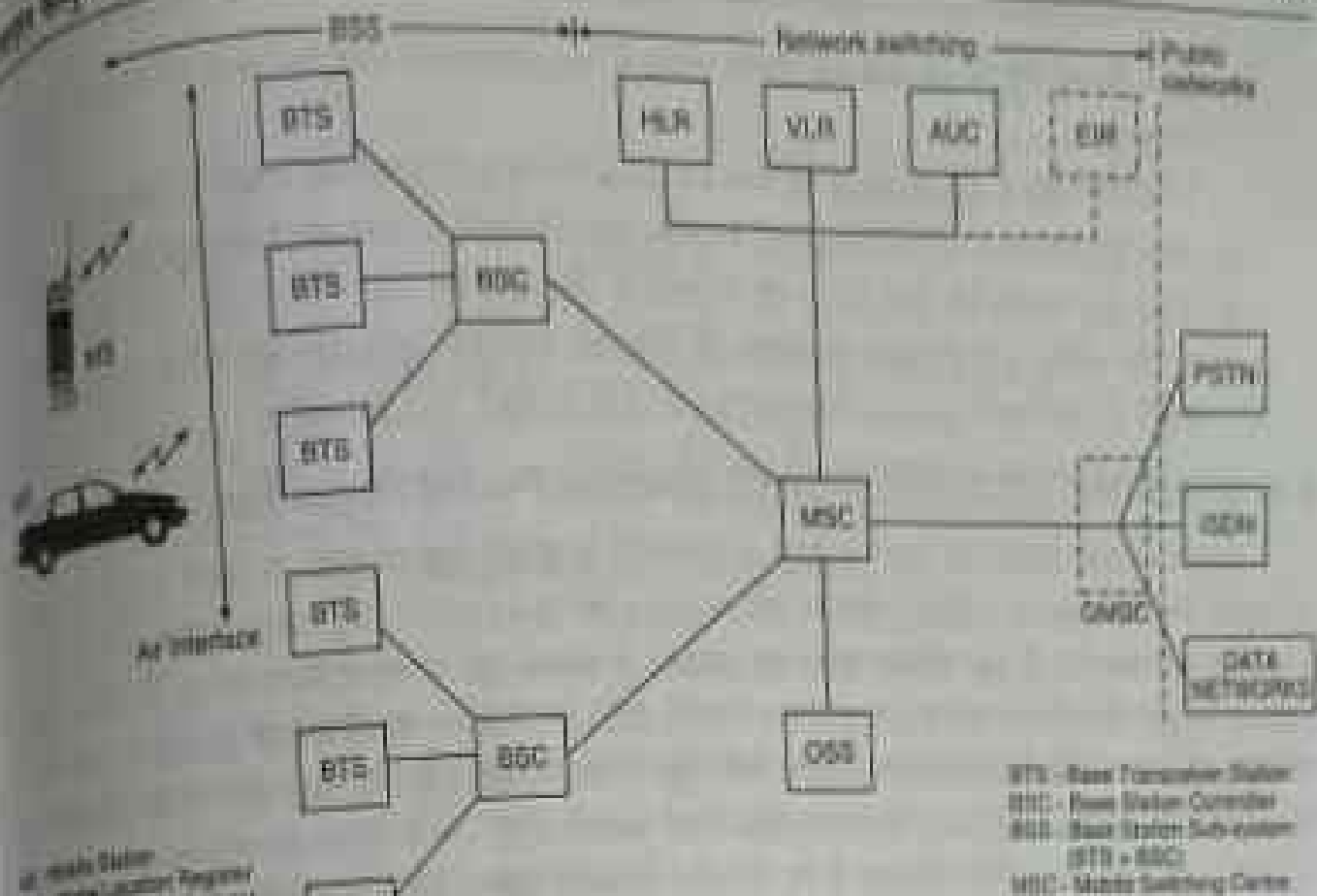
GSM में तीन प्रकार के कंट्रोल चैनल होते हैं जिनका स्तर निम्न प्रकार है—

	Channel	Function
1.	Broadcast Control Channel (BCCH)	Freq. correction, synchronisation
2.	Common Control Channel (CCCH)	For access management
3.	Dedicated Control Channel (DCCH)	Registration, authentication, handover

GSM सिस्टम स्ट्रक्चर (GSM System Structure)

चित्र 5.7 में GSM सिस्टम का स्ट्रक्चर दिया गया है। GSM प्रणाली में मोबाइल टर्मिनल को मोबाइल स्टेशन (MS) कहते हैं। बेस ट्रांसीवर स्टेशन (BTS) के कवरेज एरिया द्वारा एक सेल (cell) निर्मित होती है। BTS अपने कवरेज एरिया में स्थित MS को सर्व करता है। ज्यों-ज्यों BTS एक बेस स्टेशन कंट्रोलर (BSC) द्वारा कंट्रोल होते हैं। BTS तथा BSC मिलकर बेस स्टेशन सिस्टम (BSS) कहते हैं। मोबाइल स्टेशन का उसके सेल में टर्मिनल एक सिग्नल द्वारा कट होता है जिसे मोबाइल सिग्नल सेंटर (MSC) कहते हैं। पब्लिक टेलीफोन प्रणाली (PSTN) में सम्मिलित होने वाले जहाँ PSTN पर सम्मिलित होने वाले कॉन्स्टर एक गेटवे MSC (GMSC) द्वारा रीफरल किए जाते हैं।

कॉल कंट्रोल तथा पैरामेटर मैनेजमेंट के लिए अन्य ब्लॉक हाइपरफ्रेम प्रस्तुत किए जाते हैं। वे हाइपरफ्रेम होम लॉकेशन रजिस्टर (HLR), विजिटिंग लॉकेशन रजिस्टर (VLR), ऑथेंटिकेशन रजिस्टर (AUC) तथा ऑथेंटिकेशन माइक्रोप्रोसेसिंग रजिस्टर (AMR) हैं।



चित्र 5.2-GSM सिस्टम

HLR एक डेटा बेस है जो प्रत्येक उस यूजर को सम्बन्धित करता है जो लोकेशन से सम्बन्धित सूचना स्टोर करता है। इसी का उपयोग है जो मोबाइल स्विचिंग सेंटर (MSC) किया है। GSM के प्रत्येक सम्बन्धित को एक विशिष्ट 'International Mobile Subscriber Identity' (IMSI) दी जाती है तथा इसे तब तक से सुरक्षा की प्रदान होती है।

VLR एक डेटा बेस है जो प्रत्येक रेगिस्टर सम्बन्धित को IMSI एक प्रत्येक इन्फार्मेशन स्टोर करता है जो MSC के स्टोरेज से आता है।

VLR एक भौतिक क्षेत्र में अनेक MSC के साथ लिंकड रहता है। इसमें, क्षेत्र को विभक्त करने वाले प्रत्येक यूजर को एक एन्रॉप्ट (authentication) की प्रदान होती है।

जब एक रेगिस्टर मोबाइल किसी VLR में 'logged' हो जाता है तब MSC, इस विभक्त के HLR को सूचना करता है किने कि रेगिस्टर का HLR, PSTN द्वारा रेगिस्टर मोबाइल के साथ कॉल सेट-अप कर सके।

AUC एक पूर्णतः सुरक्षित डेटा बेस है जो HLR तथा VLR के प्रत्येक सम्बन्धित को संप्रति (authentication) का प्रमाणित करने की प्रदान करता है।

HLR, उपकरणों का डेटा स्टोर करता है तथा उससे चोरी गए उपकरणों द्वारा की गयी कॉल को रोकना या रोकती है।

IMSI (International Mobile Subscriber Identity) मोबाइल इन्फार्मेशन को एक विशिष्ट अ होता है। इसे उपकरण के निर्माण द्वारा निर्धारित (allocate) किया जाता है तथा रेगिस्टर मोबाइल द्वारा रजिस्टर किया जाता है। यह सभी HLR में स्टोर रहता है।

यह सभी HLR द्वारा प्रदान की जाती है जो यूजर के SIM (Subscriber Identity Module) आई में स्टोर रहता है। यह मोबाइल स्टेशन सभी जगह बिना या संख्या है जब तक कि (valid) SIM एक ही (valid) IMSI में लपका जाये।

सार्वजनिक टेलीफोन तथा उपकरणों से बिना होता है तथा SIM में रहता है।

GSM के उपयोग

GSM कम्युनिकेशन सिस्टम द्वारा कॉल तथा वॉन-वॉनस (voice and data transfer) दोनों प्रकार की प्रसारण प्रणाली का प्रयोग है। वॉन-वॉनस में मोबाइल टेलीफोन के यूजर सम्बंधित है। GSM को वॉन-वॉनस सम्बंधित सम्बंधित है।

1. GSM नेटवर्क PSTN के साथ एक सिंगल चैनल में 'asynchronous data' 9.6 kbps की रेट तक ट्रांसमिट कर सकता है।
2. सिंक्रोनस डेटा में यह ISPPDN के साथ 4.8 kbps रेट पर डाटा ट्रांसमिशन सपोर्ट कर सकता है।
3. GSM पूरे IS FAX की 9.6 kbps की रेट तक डाटा ट्रांसमिशन के लिए सपोर्ट कर सकता है।
4. GSM डाटा FAX की बिना मोडेम की सहायता के सीधे भेज जा सकता है।
5. उपयोग (चित्र 3 व 4) डाटा ट्रांसमिशन की सुविधाओं को प्रयुक्त कर GSM डाटा अनेक सेवाएँ प्रदान कर सकता है। उदाहरणतः E-mail, VIDEOTEXT, TELETXT, TELEX आदि।

5.3. जनरल पैकेट रेडियो सर्विस-GPRS (General Packet Radio Service)

मौजूदा मोबाइल सिस्टम की दूसरी जेनरेशन के प्रयोग होने के कारण मोबाइल दुर्गम की सहाय में बहुत अधिक दूरी हुई दूसरी जेनरेशन (2G) के सर्वोत्कृष्ट मोबाइल सिस्टम GSM तथा IS-95 (CDMA) हैं। GSM सिस्टम FDMA-TDMA टेक्नोलॉजी पर आधारित है तथा एशिया, यूरोप एवं अफ्रीका में व्यापक रूप से प्रयुक्त किया जा रहा है। IS-95 सिस्टम CDMA पर आधारित है तथा एशिया एवं अमेरिका में प्रयोग में है। इन प्रणालियों की लोकप्रियता (popularity) के साथ ही कमर्शियल पर डाटा सर्विस के लिए भी आवश्यकता प्रतीत हुई। वे सिस्टम 'मॉबिलिटी मॉबिलिटी सर्विस डाटा' के लिए डिजाइन किए गए थे तथा 'पॉकेट डाटा' (pocket data) को बहुत सीमित सपोर्ट करते हैं परन्तु आज के टैबलैट की आवश्यकताओं की पूर्ति नहीं कर सकते। परिणाम में यह अवधारणा की जाती है कि कमर्शियल प्रणालियाँ विभिन्न प्रकार की सेवाएँ, उदाहरणतः कमर्शियल पर इंटरनेट, स्टोरेज सर्विसेस एवं वीडियो, टेक्स्ट तथा मल्टीमीडिया उपलब्ध करा सकें।

वर्तमान में उपलब्ध मौजूदा प्रणालियाँ द्वारा सम्बन्धी आवश्यकताओं (data needs) की पूर्ति नहीं करती। इनकी डाटा रेट कम (slow) है, कनेक्शन सेट-अप टाइम अधिक है तथा सेवाएँ महंगी हैं। इसका कारण यह है कि ये सिस्टम मुख्य रूप से 'asynchronous data' के लिए डिजाइन किए गए हैं तथा एक चैनल, काल को समझ अवधि में एक सिंगल यूजर के लिए ही समर्पित (dedicate) हो जाता है। इससे पैकेट सिंक्रोनस डाटा के लिए चैनल की उपयोगिता घट जाती है चूंकि पैकेट सिंक्रोनस डाटा, चैनल (channel) में ट्रांसमिट होता है तथा अनेक यूजर उसी चैनल का उपयोग कर सकते हैं। यदि पैकेट चोपर (channel) सिंक्रोनस बनाने जाए, तब यूजर की आवश्यकता होने पर चैनल दिया (allocate) जा सकता है जिससे सिंक्रोनस चैनल की कमी होती है तथा चैनल उपयोगिता की दक्षता बढ़ती है।

GPRS एक 2.5 G टेक्नोलॉजी है

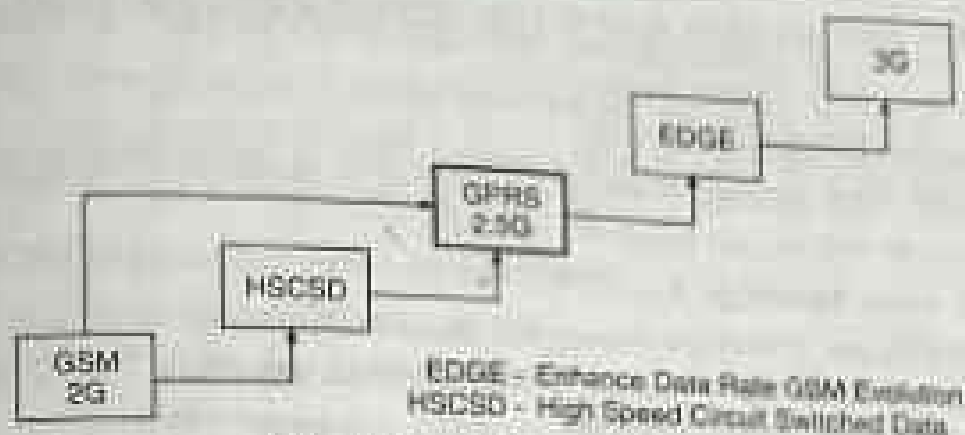
2G की तरह ही वर्तमान में इंटरनेट अनुप्रयोगों के लिए आवश्यक डाटा रेट के लिए समर्थ बनाने के लिए यह डाटा रेट सर्विसेस विकसित किये गये। ये सर्विसेस स्टैंडर्ड 2.5 G टेक्नोलॉजी प्रदर्शित करते हैं तथा वर्तमान में प्रयुक्त 2G डाटा रेट की की बराबर सहाय तथा सम्पदाहारी सुनिश्चित सर्विसेस में सहायता की अनुमति देते हैं जिससे कि वेब ब्राउज़िंग, ईमेल, टेक्स्ट, मोबाइल वीडियो तथा लोकेशन पर आधारित मोबाइल सेवाओं के लिए आवश्यक डाटा रेट ट्रांसमिशन की गारंटी किया जा सके। 2.5 G टेक्नोलॉजी कमर्शियल एप्लिकेशन प्रोटोकॉल (WAP) को भी सपोर्ट करती है।

चित्र 5.3.1.1 के अनुसार GSM को अपग्रेड कर 3-गने 2.5 G स्टैंडर्ड्स विकसित किये गये—

1. High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)
2. General Packet Radio Service (GPRS)
3. Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)

इन अपग्रेड में हम GPRS का अध्ययन करेंगे।

GPRS का विकास उपयोग सुविधा का विचारण करने तथा कमर्शियल डाटा पैकेट डाटा नेटवर्क की एक्सीस करने के लिए किया गया। GPRS के GSM मोबाइल स्टेशनों एवं बाह्य (external) पैकेट डाटा नेटवर्क के साथ डाटा एप्लिकेशन (आंतरिक) इंटरफेस करने के लिए 'पैकेट रेडियो सिस्टम' का उपयोग किया गया है। GPRS नेटवर्क X.25 तथा IP (इंटरनेट)



चित्र 5.8 (a) GSM से 3G तक विकास

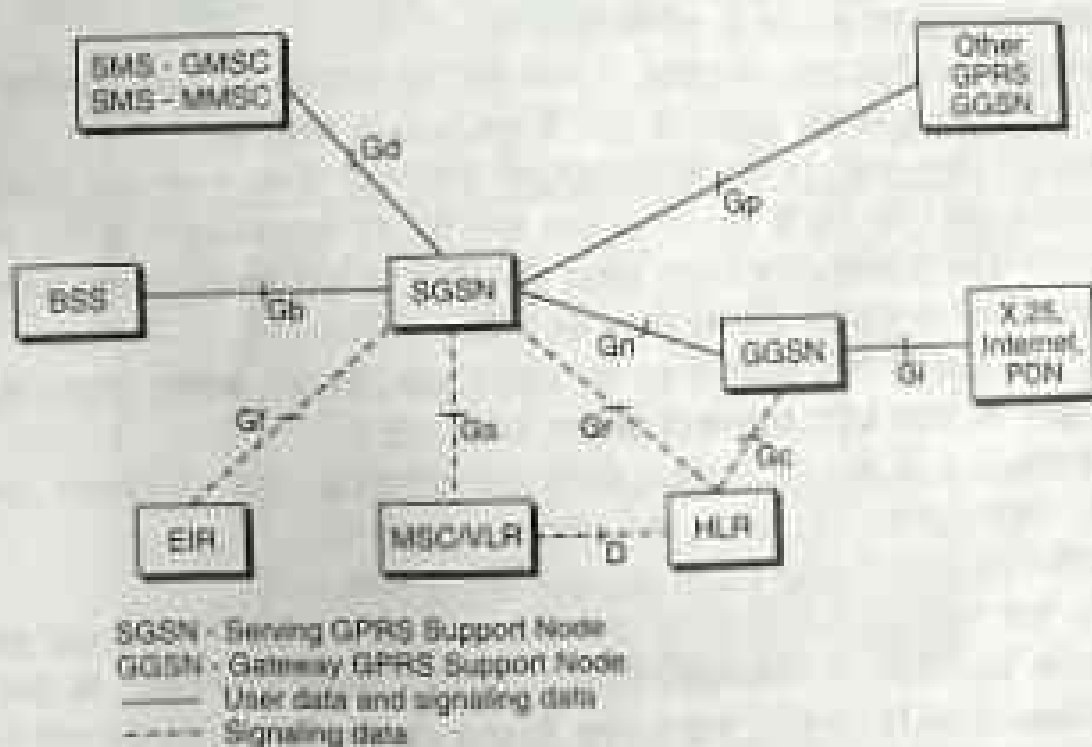
को सपोर्ट करता है। GPRS में सेशन स्थापना (session establishment) एक सेकण्ड से कम में हो जाती है तथा सेशन रेट हावी (high) है। GPRS में चार्ज का व्यव भी कम है क्योंकि बिलिंग (billing) ट्रांसमिट किए गए डाटा की मात्रा पर किया जाता है जबकि GSM में काल की सम्पूर्ण अवधि के लिए चार्ज किया जाता है। यह 'bursty' ट्रैफिक के लिए आवश्यक उपयुक्त है (जैसे web browsing) जहाँ पर यूजर 'online' काफी देर तक रह सकता है परन्तु उसकी बिलिंग (billing) ट्रांसमिट किए गए डाटा की मात्रा के आधार पर की जाती है।

GPRS की संरचना (Architecture of GPRS)

GPRS सिस्टम, GSM सिस्टम का ही प्रवर्धित (enhanced) स्वरूप है। GSM प्रणाली द्वारा पैकेट स्विच्ड सर्विस (packet switched services) उपलब्ध कराने के लिए कुछ नोड्स (nodes) प्रयुक्त किए जाते हैं। GSM तथा नोड्स को मिलाकर (combined) प्रणाली ही GPRS है।

इन नोड्स को GSNs (GPRS Node Support) कहते हैं। इनके द्वारा डाटा पैकेट्स (data packets) को मोबाइल स्टेशन (MS) एवं वाइर पैकेट डाटा नेटवर्क (PDN) के मध्य (to and from) रूट किया तथा डिलीवर किया जाता है।

चित्र 5.8 (b) में GPRS प्रणाली की संरचना (architecture) दी गयी है।



चित्र 5.8 (b) - GPRS का आर्किटेक्चर

संश्लेषिक महत्वपूर्ण नोट्स, जो वर्तमान में प्रयुक्त GSM जालों में प्रयुक्त (add) किए जाते हैं, निम्न हैं—

1. SGSN (Serving GPRS Support Node)
2. GGSN (Gateway GPRS Support Node)

सर्विंग GPRS सपोर्ट नोड्स (SGSN) का कार्य पैकेट स्विचड डाटा को मोबाइल स्टेशन (MS) एवं अपने कार्य क्षेत्र (area of responsibility) के मध्य (to and from) स्टोर करना है।

SGSN के मुख्य फंक्शन निम्नलिखित हैं—

- (i) पैकेट्स का स्विचिंग तथा ट्रांसफर (switching and transfer of packets)
- (ii) मोबाइल अटैच तथा डिटैच प्रक्रिया (mobile attach and detach procedure)
- (iii) लोकेशन मैनेजमेंट अर्थात् मोबिलिटी मैनेजमेंट (mobility management-MM)
- (iv) चैनल तथा टाइम स्लॉट का निर्धारण (assigning time slots and channels or Local L1 Management-L1M)
- (v) वैधता निर्धारण (authentication)
- (vi) कॉल चार्जिंग (charging for calls)

गेट-वे GPRS सपोर्ट नोड (GGSN), GPRS बैकबोन तथा बाह्य पैकेट डाटा नेटवर्क (PDN) के मध्य इंटरफेस का कार्य करता है। यह SGSN से आने वाले GPRS पैकेट को बाहरी डाटा नेटवर्क में भेजने से पहले उपयुक्त पैकेट का प्रोटोकॉल फॉर्मेट (PDP format) अर्थात् X.25 or IP में कन्वर्ट करता है। इस प्रकार यह बाहरी PDP एड्रेसों को दूरी (destination user) के GSM एड्रेस में कन्वर्ट करता है। इस कार्य के लिए GGSN, यूजर के वर्तमान (current) SGSN एड्रेस तथा उसके प्रोफाइल को लोकेशन रजिस्टर में स्टोर करता है। GGSN ऑथेंटिकेशन (authentication) तथा चार्जिंग फंक्शन भी करता है। इस प्रकार SGSN तथा GGSN के मध्य अनेक सम्बन्ध हो सकते हैं। सामान्यतः मूल्य की दृष्टि से एक सर्विस प्रोवाइडर के पास केवल एक तथा एक से अधिक (few) SGSNs हो सकते हैं।

GPRS इंटरफेसेज (GPRS Interfaces)

GPRS के विभिन्न नेटवर्क कम्पोनेन्ट्स, उपयुक्त इंटरफेसों द्वारा कनेक्ट रहते हैं (चित्र 5.8 b)। GPRS में GGSNs तथा SGSNs एवं अन्य नेटवर्क कम्पोनेन्ट्स के मध्य पैकेट स्विचड डाटा को सपोर्ट करने के लिए GSM में कुछ नए इंटरफेस प्रयुक्त किए जाते हैं जिनमें मुख्य निम्न हैं—

- (i) Gb इंटरफेस BSS को SGSN से कनेक्ट करता है।
- (ii) Gn इंटरफेस एक ही PLMN के GSNs के मध्य यूजर का प्रोफाइल उस समय एक्सचेंज करने के लिए प्रयुक्त किया जाता है जब यूजर एक SGSN से दूसरे में गूँथ (move) करता है।
- (iii) Gp इंटरफेस अलग-अलग PLMN के दो GSNs के मध्य, यूजर प्रोफाइल एवं अन्य सिगनलिंग डाटा इन्फॉर्मेशन (जो SGSN तथा दूसरे क्षेत्र के GGSN के मध्य होती है) को एक्सचेंज करने के लिए प्रयोग किया जाता है।
- (iv) SGSN तथा HLR के मध्य Gd इंटरफेस IMEI इन्फॉर्मेशन करने के लिए उस समय प्रयुक्त किया जाता है जब कोई MS नेटवर्क में रजिस्टर होने का प्रयास करता है।
- (v) SGSN तथा HLR के मध्य इंटरफेस Gt का उपयोग यूजर प्रोफाइल, वर्तमान SGSN एड्रेस तथा PLMN से प्रत्येक यूजर का PDP एड्रेस प्राप्त करने के लिए किया जाता है।
- (vi) GGSN तथा HLR के मध्य Gc इंटरफेस का उपयोग यूजर की लोकेशन तथा प्रोफाइल ज्ञात कर लोकेशन रजिस्टर अपडेट (update) करने के लिए किया जाता है।
- (vii) Gi इंटरफेस GGSN को PDN (X.25 or IP) से कनेक्ट करता है।
- (viii) SGSN तथा MSC/VLR के मध्य Gb इंटरफेस का उपयोग सर्किल स्विचड GSM कॉल की "combined attachment procedure" के लिए पेंजिंग प्रक्रिया (paging request) सम्पन्न करने के लिए किया जाता है।
- (ix) SMS-Gateway (SMS-GMSC) तथा SGSN के मध्य Gd इंटरफेस का उपयोग शॉर्ट मैसेज सर्विस (SMS) एक्सचेंज करने के लिए किया जाता है।

ग्लोबल मोबाइल सिस्टम (GSM) को L तथा S बैंड को आवृत्तियाँ आवंटित की गयी हैं। किसी सीमा के लिए आवृत्ति आवंटित करने के लिए एक आवृत्ति (uplink) तथा एक वापसी बैंड होता है। छोटे क्षेत्रों में आवृत्ति बैंड को आवंटित करने अधिक होता है। अन्य आवृत्तियों पर निम्न आवृत्तियों की तुलना में अधिक आवृत्ति (greater frequency) तथा जो क्षेत्र आवृत्ति होता है। इसे-प्रसारण की गति धीमा करने के कारण अन्य आवृत्तियों पर आवृत्ति में कम हो रही (compensation) हो जाती है।

Table 5.2—सैटेलाइट कम्युनिकेशन के लिए आवृत्ति-बैंड्स
(Frequency Bands for Satellite Communication)

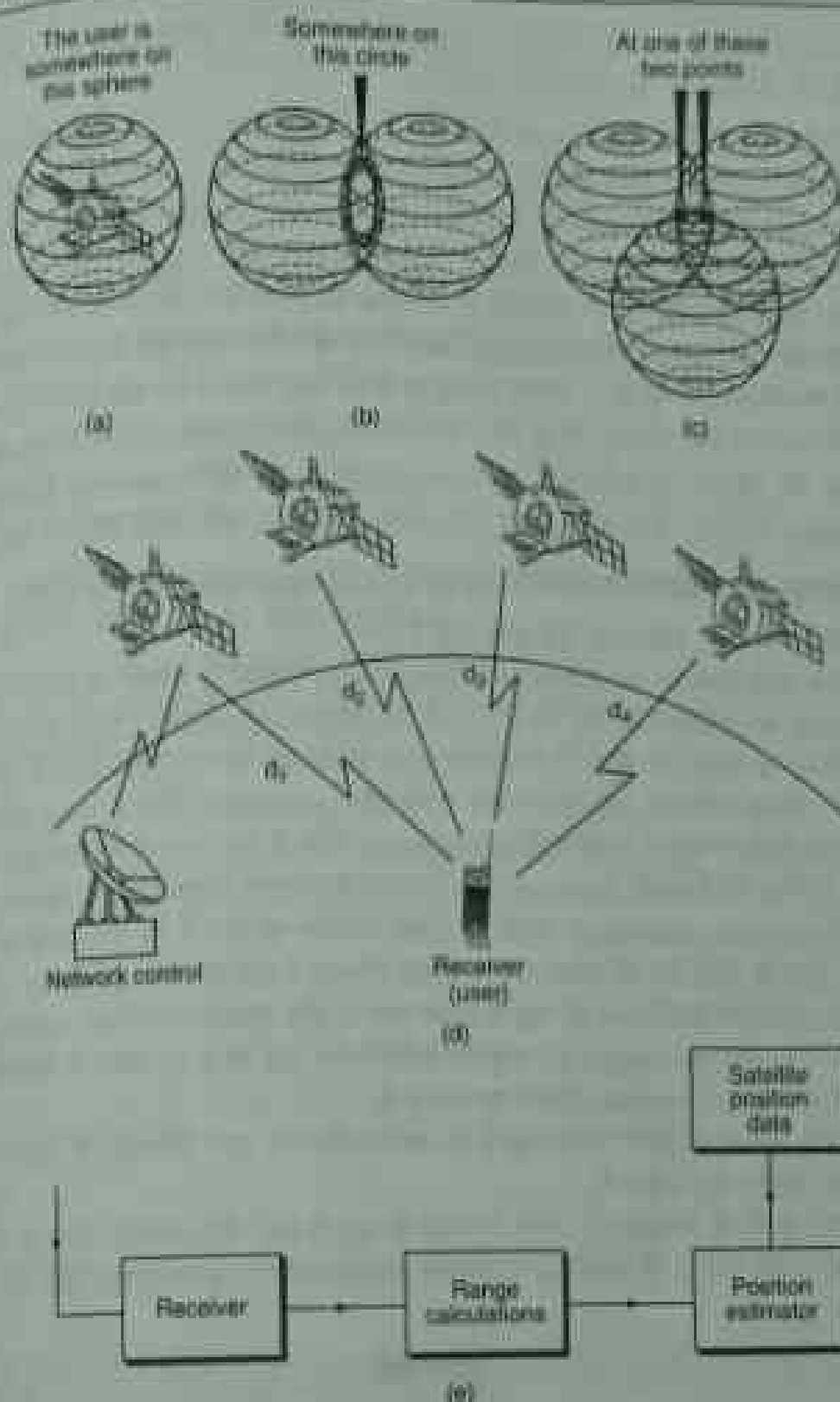
Band	Frequency	Total Bandwidth	Applications
L	1 to 2 GHz	1 GHz	Mobile Satellite Service (MSS)
S	2 to 4 GHz	2 GHz	MSS, deep space research
C	4 to 8 GHz	4 GHz	Fixed Satellite Service (FSS)
X	8 to 12.5 GHz	4.5 GHz	FSS military, terrestrial earth exploration and meteorological satellites
Ku	12.5 to 18 GHz	5.5 GHz	FSS, Broadcast Satellite Services (BSS)
K	18 to 26.5 GHz	8.5 GHz	BSS, FSS
Ka	26.5 to 40 GHz	13.5 GHz	FSS

5.4.1. ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम का उदाहरण (GPS Example)

GPS एक अति आधुनिक ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम है जिसमें सैटेलाइट टेक्नोलॉजी का उपयोग किया जाता है। GPS को मुख्य रूप से सैनिक कार्यों (military) के लिए डिज़ाइन किया गया था। वर्तमान में GPS को सामान्य जीवन (civilian life) में भी व्यापक रूप से प्रयुक्त किया जा रहा है। उदाहरणतः जहाज़ों एवं वायुयान (ship and aircraft) की स्थिति को तथा अन्य भौतिक अवधारणा, GPS प्रणाली द्वारा किसी व्यक्ति की पृथ्वी पर कहीं भी स्थिति (latitude, longitude तथा altitude) को एक-दूसरे तक की सटीकता (accuracy) से ज्ञात किया जा सकता है। मनुष्य अपने वेग को भी ज्ञात कर सकता है जिससे वह गति कर रहा है।

GPS सिस्टम का आकार तोड़कर छोटा व सरल होता जा रहा है जिसे कोई भी (जैसे नाविक आदि) अपने साथ ले जा सकते हैं। सम्भव है अतिशोध प्रत्येक मनुष्य का GPS तकनीकी से सम्पर्क हो जायेगा। इसके कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं—

डिलीवरी वाहन अपने गन्तव्य (destination) को पिन-पॉइंट कर सकेंगे। इमारतों काहन अतिशोध कार्यस्थल पर चले जायेंगे। शिपिंग (shipping) कम्पनियाँ अपने टुकों की स्थिति तथा अवस्था की जानकारी (status) लगातार प्राप्त करती हैं। जिससे उन्हें साधन की चोरी अथवा अपहरण (theft or hijacking) आदि को रोकने में सक्षम होंगे। अनेक इस्तेमाल कारणों मैनेजमेंट प्रणालियाँ अपने सामान के कन्टेनर्स (Cargo containers) में, मोटर वाहन में अडिग (powered) ट्रांसमिटर स्थापित करती हैं। उनकी स्थितियों (location) से सम्बन्धित सूचनाएँ कम्प्युनिकेशन सैटेलाइट्स द्वारा सैटेलाइट्स में निरन्तर मॉनीटर की जाती हैं। जब भी किसी कन्टेनर का दरवाज़ा (door) खोला जाता है तब सिस्टम इसकी सूचना ट्रांसमिट कर देता है जिससे कम्पनी किसी हाइजैकिंग के प्रति सावधान हो जाती है। कारों (cars) में इलेक्ट्रॉनिक चूको (tags) प्रयुक्त किए जा सकते हैं जो तुरन्त हमें अपने गन्तव्य (destinations) की दिशा का ज्ञान करा सकते हैं। अमेरिका में कुछ कम्पनियाँ (e.g., Hertz and Avis) GPS सैपयुक्त करें किराये पर देती हैं। मोटर वाहन किसी गन्तव्य में कुल्लो लगाता है तब सिस्टम डाटा बेस द्वारा उस स्थान पर जाने की विधि प्रदर्शित करता है। GPS युक्त नेविगेशन प्रणालियों वाली एम्बुलेंस



चित्र 5.15—(a) एक सैटेलाइट प्रयुक्त कर सिमीकर लोकेशन का मापन
 (b) दो सैटेलाइट प्रयुक्त कर सिमीकर लोकेशन का मापन
 (c) तीन सैटेलाइट प्रयुक्त कर सिमीकर लोकेशन का मापन
 (d) चार सैटेलाइट्स का एक ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम
 (e) एक (GPS) सिमीकर का ब्लॉक डायग्राम।

प्रकार में त्रुटि का मापन शून्य नहीं होती। इस समस्या को हल करने के लिए एक अन्य चतुर्थ (fourth) सैटेलाइट से एडिशनल मापन आवश्यक है। चूंकि अपनी स्थिति में से चार सैटेलाइट्स से मिलकर सिमीकर का निर्धारण (locate) कराया है (चित्र 5.15 (a))। इस प्रक्रिया में चार अज्ञात राशिर्षी होती हैं— चूंकि के त्रिविमीय स्पेस में निर्देशक (Coordinates in the

संचार-विज्ञान (Communication Science) एवं दूरभाष के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। (विकास) की धारा में दूरभाष के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है।

दूरभाष (Communication Science) एवं दूरभाष के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। (विकास) की धारा में दूरभाष के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है।

GPS में स्प्रेड स्पेक्ट्रम के उपयोग का कारण (Why Use Spread Spectrum in GPS)

GPS में स्प्रेड स्पेक्ट्रम के उपयोग से निम्न कारण होते हैं—

1. स्प्रेड स्पेक्ट्रम से प्राप्त सिग्नल को अनापेक्षित (unintended) उपयोग से बचाया जा सकता है।
2. स्प्रेड स्पेक्ट्रम का उपयोग कर हम यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि हमारे सिग्नल को अन्य सिग्नल से अलग रखा जा सके।

स्प्रेड स्पेक्ट्रम का उपयोग कर हम यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि हमारे सिग्नल को अन्य सिग्नल से अलग रखा जा सके।

3. स्प्रेड स्पेक्ट्रम उपयोग का तीसरा कारण यह है कि अनापेक्षित दूसरे सिग्नल को हमारे सिग्नल से अलग रखा जा सके।

अनापेक्षित दूसरे सिग्नल को अलग रखा जा सके।