Arun Computer & IT

📖 PDF Study Material

For PGDCA & DCA Examination

🖥️ IT Trends 🖥️

Unit-3

📚 विषय सूची:

- Wireless communication
- Mobile Technology, 2g, 3g, 4g, 5g
- Cellular system cell,GIS, ISP

हमारी वेबसाइट से डाउनलोड करें

Latest version available only at: www.hamararewa.in

Prepared & Updated by Arun Computer © 2026 All Rights

Syllabus- unit-3- Wireless communication, Blue tooth, WiFi, WiMax, Lifi, Mobile technology, 2G, 3G, 4G, 5G, services, IMEI, SIM, IP Telephony, soft phone, Voice mail, Ad-hoc & sensor networks, GIS, ISP, Mobile Computing, Cellular System Cell, Mobile Switching office, Hands off Base Station.

वायरलेस संचार (Wireless Communication)

वायरलेस संचार एक ऐसी तकनीक है जिसमें बिना किसी भौतिक केबल या तार के, विद्युत चुम्बकीय तरंगों (रेडियो तरंगों, माइक्रोवेव, इन्फ्रारेड) के माध्यम से डेटा ट्रांसफर किया जाता है। इसका सबसे बड़ा लाभ गतिशीलता (mobility) है – आप एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाते हुए भी कनेक्टेड रह सकते हैं। वायरलेस तकनीकों में ब्लूटूथ, वाई-फाई, वाईमैक्स और ली-फाई प्रमुख हैं। ये तकनीकें मोबाइल फोन, लैपटॉप, IoT डिवाइस और स्मार्ट होम में उपयोग की जाती हैं।

कार्यप्रणाली

वायरलेस संचार में ट्रांसमीटर (जैसे मोबाइल टॉवर, वाई-फाई राउटर) विद्युत संकेतों को विद्युत चुम्बकीय तरंगों में बदलकर एंटीना के माध्यम से हवा में भेजता है। ये तरंगें प्रकाश की गति (3×10^8 m/s) से यात्रा करती हैं और रिसीवर (जैसे मोबाइल फोन, लैपटॉप) का एंटीना उन्हें पकड़कर वापस मूल संकेतों में बदल देता है। इस प्रक्रिया को मॉड्यूलेशन और डी-मॉड्यूलेशन कहते हैं।

मुख्य विशेषताएँ (Key Features)

वायरलेस संचार की सबसे बड़ी विशेषता गतिशीलता (Mobility) है – आप एक स्थान से दूसरे स्थान पर घूमते हुए भी कनेक्टेड रह सकते हैं। यह तारों की जटिलता को हटाता है, जिससे इंस्टॉलेशन आसान और लागत कम होती है। यह पहुँच (Accessibility) को बढ़ाता है – पहाड़, जंगल, समुद्र जैसे दुर्गम स्थानों पर भी संचार संभव है। हालाँकि, वायरलेस माध्यम बाधाओं (दीवार, बारिश, विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप) से प्रभावित होता है, जिससे सिग्नल की गुणवत्ता घट सकती है।

वायरलेस संचार के प्रकार (Types)

वायरलेस संचार को दूरी और उपयोग के आधार पर वर्गीकृत किया गया है:

- WPAN (Personal Area Network): बहुत छोटी दूरी (10 मीटर तक) – ब्लूटूथ, इन्फ्रारेड
- WLAN (Local Area Network): मध्यम दूरी (30-100 मीटर) – वाई-फाई (Wi-Fi)
- WMAN (Metropolitan Area Network): शहर स्तर (10-50 किमी) – वाईमैक्स (WiMAX)

- WWAN (Wide Area Network): बहुत लंबी दूरी (देश/अंतरराष्ट्रीय) – 2G, 3G, 4G, 5G मोबाइल नेटवर्क

लाभ और सीमाएँ (Advantages & Limitations)

लाभ:

गतिशीलता (चलते-फिरते कनेक्टिविटी), आसान विस्तार (नए डिवाइस जोड़ना सरल), कम इंफ्रास्ट्रक्चर लागत (तारों की जरूरत नहीं), दुर्गम स्थानों तक पहुँच।
सीमाएँ:

सुरक्षा जोखिम (हैकिंग, ईव्सड्रॉपिंग की संभावना), हस्तक्षेप (interference) से प्रभावित, वायर्ड की तुलना में कम स्पीड और विश्वसनीयता, बैटरी की सीमा (मोबाइल डिवाइसों में), और मानव स्वास्थ्य पर संभावित प्रभाव (विवादास्पद)

ब्लूटूथ (Bluetooth)छोटी दूरी की डिवाइस कनेक्टिविटी

ब्लूटूथ एक शॉर्ट-रेंज वायरलेस तकनीक है, जिसका उपयोग दो डिवाइसों (जैसे मोबाइल-हेडफोन, लैपटॉप-माउस) के बीच डेटा ट्रांसफर करने के लिए किया जाता है। इसकी रेंज आमतौर पर 10 मीटर तक होती है और यह 2.4 GHz आवृत्ति बैंड पर काम करती है।

ब्लूटूथ कम ऊर्जा (Bluetooth Low Energy - BLE) का उपयोग करती है, जिससे यह बैटरी बचाता है। इसका उपयोग वायरलेस ईयरबड्स, स्मार्टवॉच, कीबोर्ड, और फाइल ट्रांसफर (जैसे ShareIt) में होता है।

वाई-फाई (Wi-Fi - Wireless Fidelity)स्थानीय नेटवर्क के लिए हाई-स्पीड वायरलेस

वाई-फाई एक वायरलेस नेटवर्किंग तकनीक है, जो IEEE 802.11 मानकों पर आधारित है और इसका उपयोग इंटरनेट एक्सेस व लोकल एरिया नेटवर्क (LAN) बनाने के लिए किया जाता है। यह 2.4 GHz और 5 GHz फ्रीक्वेंसी बैंड पर काम करता है और इसकी रेंज आमतौर पर 30-100 मीटर (राउटर की क्षमता पर निर्भर) होती है।

वाई-फाई ब्लूटूथ से अधिक तेज़ होता है (सैकड़ों Mbps तक) और एक साथ कई डिवाइसों को कनेक्ट कर सकता है। आधुनिक वाई-फाई मानकों में Wi-Fi 5 (802.11ac) और Wi-Fi 6 (802.11ax) तेज़ गति व कम लेटेंसी प्रदान करते हैं।

वाईमैक्स (WiMAX - Worldwide Interoperability for Microwave Access)

WiMAX एक लंबी दूरी की वायरलेस ब्रॉडबैंड तकनीक है। यह IEEE 802.16 मानक पर आधारित है और कई किलोमीटर (10-50 किमी तक) की रेंज प्रदान करती है। यह मेट्रोपॉलिटन एरिया नेटवर्क (MAN) और ग्रामीण क्षेत्रों में ब्रॉडबैंड इंटरनेट देने के लिए डिज़ाइन की गई थी।

WiMAX दो मोड में काम करती है – फिक्स्ड (घर/ऑफिस में एंटीना लगाकर) और मोबाइल (चलते वाहन में, 10 Mbps तक स्पीड)। हालाँकि 4G LTE के आने के बाद WiMAX का उपयोग कम हो गया है, फिर भी यह बैकहॉल कनेक्टिविटी में उपयोगी है।

ली-फाई (Li-Fi - Light Fidelity)– रोशनी से इंटरनेट (VLC तकनीक)

Li-Fi एक उभरती हुई वायरलेस तकनीक है, जो रेडियो तरंगों के बजाय दृश्य प्रकाश (Visible Light Communication - VLC) का उपयोग करके डेटा ट्रांसफर करती है। इसमें LED बल्ब बहुत तेज़ गति से ऑन-ऑफ होते हैं (जो मानव आँख को दिखाई नहीं देता) और एक फोटोडिटेक्टर उस सिग्नल को डिकोड कर लेता है।

Li-Fi की स्पीड Wi-Fi से 100 गुना अधिक (224 Gbps तक सैद्धांतिक) हो सकती है और यह अधिक सुरक्षित है क्योंकि प्रकाश दीवारों से पार नहीं होता। इसकी सीमा यह है कि प्रकाश की आवश्यकता होती है – अंधेरे में या सूरज की रोशनी में हस्तक्षेप के कारण यह काम नहीं करता।

ब्लूटूथ, वाई-फाई, वाईमैक्स, ली-फाई में अंतर

तकनीक	रेंज	स्पीड	आवृत्ति	मुख्य उपयोग
ब्लूटूथ	~10 मीटर	1-50 Mbps	2.4 GHz	डिवाइस पेयरिंग, ऑडियो
वाई-फाई	30-100 मीटर	100 Mbps-10 Gbps	2.4/5/6 GHz	होम/ऑफिस इंटरनेट
वाईमैक्स	10-50 किमी	10-100 Mbps	2-66 GHz	ग्रामीण ब्रॉडबैंड, MAN
ली-फाई	10 मीटर (दृश्य रेखा)	224 Gbps तक (सैद्धांतिक)	दृश्य प्रकाश	उच्च-सुरक्षा स्थान, अस्पताल

मोबाइल टेक्नोलॉजी (Introduction to Mobile Technology)

मोबाइल टेक्नोलॉजी वायरलेस संचार की वह प्रणाली है, जो सेलुलर नेटवर्क के माध्यम से मोबाइल फोन या अन्य डिवाइसों पर आवाज, डेटा और मल्टीमीडिया सेवाएँ प्रदान करती है। यह तकनीक पीढ़ी (Generation) के रूप में विकसित हुई है – 2G से लेकर 5G तक। प्रत्येक नई पीढ़ी पिछली की तुलना में अधिक स्पीड, कम विलंबता (latency), और बेहतर कनेक्टिविटी प्रदान करती है। भारत में अब 4G और 5G सेवाएँ प्रमुख हैं, जबकि 2G/3G चरणबद्ध तरीके से बंद किए जा रहे हैं।

2G सेवाएँ (2G - Second Generation) डिजिटल आवाज और एसएमएस की शुरुआत

2G तकनीक ने एनालॉग (1G) से डिजिटल संचार में बदलाव किया, जिससे कॉल की गुणवत्ता बेहतर हुई और एसएमएस (Short Message Service) की सुविधा शुरू हुई। यह GSM (Global System for Mobile) और CDMA (Code Division Multiple Access) मानकों पर आधारित थी, जिसमें डेटा स्पीड 40-50 Kbps (GPRS) से लेकर 200 Kbps (EDGE) तक थी। इसने वॉयस कॉल, टेक्स्ट मैसेजिंग और बहुत धीमी मोबाइल इंटरनेट की नींव रखी। भारत में 2G अभी भी बेसिक फोन (feature phones) और IoT डिवाइसों के लिए उपयोग होता है, लेकिन इसे बंद किया जा रहा है।

3G सेवाएँ (3G - Third Generation) – मोबाइल इंटरनेट और वीडियो कॉलिंग का आगमन

3G तकनीक ने मोबाइल इंटरनेट को गति दी, जिसमें डाउनलोड स्पीड 384 Kbps से लेकर कई Mbps (HSDPA के माध्यम से 42 Mbps तक) हुई। इसने वीडियो कॉलिंग, मोबाइल टीवी, और वेब ब्राउज़िंग को संभव बनाया, जिससे स्मार्टफोन क्रांति की शुरुआत हुई। 3G UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) मानक पर आधारित थी और इसने सर्किट-स्विच्ड (voice) के साथ पैकेट-स्विच्ड (data) नेटवर्क को अपनाया। भारत में 3G सेवाएँ अब अधिकांश ऑपरेटरों द्वारा बंद कर दी गई हैं या 4G/5G में रूपांतरित हो चुकी हैं।

4G सेवाएँ (4G - Fourth Generation) 4G – हाई-स्पीड ब्रॉडबैंड (LTE)

4G तकनीक (LTE - Long Term Evolution और LTE-Advanced) पूरी तरह से IP (Internet Protocol) आधारित नेटवर्क है, जिसमें केवल पैकेट-स्विचिंग होती है। इसकी डाउनलोड स्पीड 100 Mbps (चलते वाहन में) से 1 Gbps (स्थिर स्थिति में) तक होती है, जिससे HD वीडियो स्ट्रीमिंग, ऑनलाइन गेमिंग, और वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग सहज हो गई। 4G ने वॉयस कॉल को भी VoLTE (Voice over LTE) के माध्यम से डेटा नेटवर्क पर सक्षम किया, जिससे कॉल क्वालिटी बेहतर हुई। भारत में 4G वर्तमान में सबसे व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली मोबाइल तकनीक है, जिसे Jio, Airtel, Vi जैसे ऑपरेटर प्रदान करते हैं।

5G सेवाएँ (5G - Fifth Generation) अल्ट्रा-फास्ट, कम विलंबता और IoT

5G पाँचवीं पीढ़ी की मोबाइल तकनीक है, जो 10 Gbps तक की पीक डाउनलोड स्पीड और 1 मिलीसेकंड से भी कम की विलंबता (latency) प्रदान करती है। यह तीन मुख्य उपयोग परिदृश्यों पर केंद्रित है: eMBB (बेहतर मोबाइल ब्रॉडबैंड – हाई-स्पीड), URLLC (अति-विश्वसनीय कम विलंबता – ऑटोनॉमस कार, सर्जरी), और mMTC (बड़े पैमाने पर IoT – लाखों डिवाइसों को जोड़ना)। 5G उच्च आवृत्ति बैंड (mmWave - 24 GHz से ऊपर), मिड-बैंड (3.3-3.8 GHz), और लो-बैंड (sub-1 GHz) पर काम करता है। भारत में 5G सेवाएँ अक्टूबर 2022 से शुरू हो चुकी हैं और धीरे-धीरे देशभर में विस्तारित हो रही हैं।

आईएमईआई (IMEI - International Mobile Equipment Identity)

IMEI एक 15 अंकों का अद्वितीय (unique) नंबर होता है, जो प्रत्येक मोबाइल फोन (या LTE/5G डिवाइस) को दिया जाता है। यह डिवाइस की पहचान करता है, SIM की नहीं, और फोन के डिब्बे, बैटरी के नीचे (पुराने फोन) या डायलर पर *#06# डायल करके देखा जा सकता है। IMEI का उपयोग चोरी हुए फोन को ब्लॉक करने, नेटवर्क पर ट्रैक करने, और नकली डिवाइसों की पहचान के लिए किया जाता है। यदि फोन चोरी हो जाए, तो CEIR (Central Equipment Identity Register) पोर्टल पर IMEI रिपोर्ट करने पर वह फोन सभी नेटवर्क पर ब्लॉक कर दिया जाता है।

सिम (SIM - Subscriber Identity Module)

SIM एक छोटी चिप (IC कार्ड) होती है, जो मोबाइल नेटवर्क में उपभोक्ता की पहचान (authentication) और सेवा (voice, data, SMS) को सक्षम बनाती है। यह एक यूनिक IMSI (International Mobile Subscriber Identity) और Ki (प्रमाणीकरण कुंजी) संग्रहीत करता है, जिससे नेटवर्क ऑपरेटर यह पहचानता है कि आप कौन हैं और आपका प्लान क्या है। आधुनिक SIM कार्ड eSIM (embedded SIM) के रूप में भी होते हैं, जो फिजिकल कार्ड के बिना डिवाइस में अंतर्निहित होता है और ओवर-द-एयर (OTA) प्रोग्राम किया जा सकता है। 5G सेवाओं के लिए भी SIM की आवश्यकता होती है, हालाँकि पुराने 4G SIM भी 5G पर काम कर सकते हैं यदि ऑपरेटर अनुमति दे।

2G, 3G, 4G, 5G की तुलना (Comparison Summary)

Generation	पीक स्पीड	विलंबता (Latency)	प्रमुख विशेषताएँ
2G	50-200 Kbps	~500 ms	डिजिटल वॉयस, SMS, GPRS/EDGE
3G	2-42 Mbps	~100 ms	मोबाइल इंटरनेट, वीडियो कॉल
4G (LTE)	100 Mbps - 1 Gbps	~30-50 ms	HD स्ट्रीमिंग, VoLTE, ऑनलाइन गेमिंग
5G	10 Gbps तक (सैद्धांतिक)	1 ms से कम	IoT, ऑटोनॉमस वाहन, AR/VR, रिमोट सर्जरी

आईपी टेलीफोनी (IP Telephony) इंटरनेट पर वॉयस कॉलिंग

IP Telephony एक ऐसी तकनीक है जिसमें इंटरनेट प्रोटोकॉल (IP) के माध्यम से वॉयस कॉल, फैक्स और वीडियो कॉल की जाती है, बिना पारंपरिक PSTN (Public Switched Telephone Network) तारों के। यह एनालॉग वॉयस सिग्नल को डिजिटल डेटा पैकेट्स में बदलकर इंटरनेट पर भेजती है और दूसरे छोर पर वापस वॉयस में बदल देती है। इस तकनीक के उदाहरण हैं: VoIP (Voice over IP), Skype, WhatsApp Call, Google Meet, Zoom। IP Telephony का सबसे बड़ा लाभ यह है कि अंतरराष्ट्रीय कॉल भी इंटरनेट डेटा के दाम पर होती हैं, जिससे लागत बहुत कम हो जाती है।

सॉफ्ट फोन (Softphone)

Softphone एक सॉफ्टवेयर एप्लिकेशन है, जो कंप्यूटर, लैपटॉप, टैबलेट या स्मार्टफोन पर चलता है और पारंपरिक फोन (हार्डवेयर फोन) की तरह कॉल करने/लेने की सुविधा देता है। यह माइक्रोफोन, स्पीकर या हेडफोन के साथ काम करता है और इसमें एक डिजिटल कीपैड, कॉलर आईडी, कॉल होल्ड, कॉल रिकॉर्डिंग जैसी सुविधाएँ होती हैं। Softphone का उपयोग SIP (Session Initiation Protocol) प्रोटोकॉल के माध्यम से IP Telephony नेटवर्क से जुड़ने के लिए किया जाता है। उदाहरण: Skype, Zoom, Microsoft Teams, Zoiper, Linphone। कॉल सेंटर और दूरस्थ कार्य (work from home) में Softphone का व्यापक उपयोग है।

वॉइस मेल (Voice Mail)

Voice Mail एक दूरसंचार सेवा है, जो कॉल करने वाले को ऑडियो संदेश (आवाज रिकॉर्डिंग) छोड़ने की सुविधा देती है जब प्राप्तकर्ता कॉल का उत्तर देने के लिए अनुपलब्ध होता है (फोन बंद, व्यस्त, या नेटवर्क से बाहर)। यह संदेश सेवा प्रदाता के सर्वर पर स्टोर होता है, और प्राप्तकर्ता बाद में अपने फोन से डायल करके या ऐप के माध्यम से सुन सकता है। Voice Mail को ग्रीटिंग (नमस्ते, अभी व्यस्त हूँ, संदेश छोड़ें) के साथ अनुकूलित (customize) किया जा सकता है। यह सेवा पारंपरिक टेलीफोनी और मोबाइल नेटवर्क के साथ-साथ IP Telephony (जैसे Google Voice) में भी उपलब्ध है।

ड-हॉक नेटवर्क (Ad-hoc Network)

Ad-hoc नेटवर्क एक अस्थायी (temporary), विकेंद्रीकृत (decentralized) वायरलेस नेटवर्क होता है, जिसमें डिवाइस आपस में सीधे संचार करते हैं बिना किसी राउटर, एक्सेस प्वाइंट या सेंट्रल सर्वर के। प्रत्येक डिवाइस (नोड) स्वयं एक राउटर की तरह काम करता है और अन्य डिवाइसों के लिए डेटा फॉरवर्ड कर सकता है। इसका सबसे सामान्य प्रकार MANET (Mobile Ad-hoc Network) है, जहाँ डिवाइस मोबाइल होती हैं (जैसे दो लैपटॉप के बीच Wi-Fi Direct से फाइल ट्रांसफर)। Ad-hoc नेटवर्क का उपयोग आपदा राहत (जब टावर ठप हों), सैन्य अभियानों, संगोष्ठियों में अस्थायी नेटवर्क, और वाहन-से-वाहन (V2V) संचार में होता है।

सेंसर नेटवर्क (Sensor Network / WSN)

सेंसर नेटवर्क (Wireless Sensor Network - WSN) छोटे, कम ऊर्जा वाले, वायरलेस सेंसर नोड्स का एक समूह होता है, जो तापमान, दबाव, नमी, गति, ध्वनि, प्रदूषण, भूकंप कंपन जैसी भौतिक या पर्यावरणीय स्थितियों को मापते (sense) हैं और एकत्रित डेटा को बेस स्टेशन तक भेजते हैं। प्रत्येक सेंसर नोड में एक माइक्रोकंट्रोलर, सेंसर, रेडियो ट्रांसीवर और बैटरी होती है। WSN का उपयोग स्मार्ट एग्रीकल्चर (मिट्टी की नमी), स्वास्थ्य (शरीर पर लगे सेंसर), पर्यावरण निगरानी (वन अग्नि), औद्योगिक ऑटोमेशन, और होम ऑटोमेशन (स्मार्ट होम) में किया जाता है। ये नेटवर्क सामान्यतः एड-हॉक तरीके से काम करते हैं और बैटरी लाइफ को बढ़ाने के लिए ऊर्जा-कुशल प्रोटोकॉल (जैसे ZigBee, LoRaWAN) का उपयोग करते हैं।

तुलना एवं उपयोग (Comparison & Use Cases)

तकनीक	मुख्य विशेषता	सामान्य उपयोग
IP Telephony	इंटरनेट पर वॉयस/वीडियो कॉल	Zoom, WhatsApp Call, VoIP
Softphone	सॉफ्टवेयर आधारित फोन	कॉल सेंटर, WFH, Skype
Voice Mail	अनुपलब्ध होने पर संदेश	मोबाइल, ऑफिस PBX
Ad-hoc Network	बिना सेंट्रल डिवाइस के अस्थायी नेटवर्क	आपदा, सैन्य, V2V, Wi-Fi Direct
Sensor Network	पर्यावरणीय डेटा संग्रह	स्मार्ट खेती, IoT, स्वास्थ्य, होम ऑटोमेशन

GIS (Geographic Information System)

GIS एक कंप्यूटर आधारित प्रणाली है जो भौगोलिक डेटा (मानचित्र, उपग्रह चित्र) को कैप्चर, स्टोर, विश्लेषण और प्रदर्शित करती है। यह स्थानिक डेटा (लोकेशन) और गुणात्मक डेटा (जनसंख्या, भूमि उपयोग) को एक साथ जोड़ती है, जिससे विभिन्न परतों (layers) में जानकारी देखी जा सकती है। GIS का उपयोग शहरी नियोजन, आपदा प्रबंधन, यातायात विश्लेषण, पर्यावरण अध्ययन, और मोबाइल मैपिंग ऐप्स (जैसे Google Maps) में होता है। उदाहरण: किसी शहर में पुलिस स्टेशनों का स्थान और अपराध दर का मानचित्र पर विश्लेषण।

ISP (Internet Service Provider)

ISP वह कंपनी या संगठन है जो उपयोगकर्ताओं को इंटरनेट कनेक्टिविटी प्रदान करती है, जिसके लिए वे मासिक या वार्षिक शुल्क लेते हैं। ISP डायल-अप, DSL, केबल, फाइबर ऑप्टिक, वायरलेस (4G/5G), सैटेलाइट जैसी तकनीकों का उपयोग करके इंटरनेट सेवा पहुँचाते हैं। भारत के प्रमुख ISP में Jio, Airtel, BSNL, Vi (Vodafone Idea), ACT Fibernet, और MTNL शामिल हैं। ISP का कार्य उपयोगकर्ता को IP एड्रेस देना, डेटा ट्रांसफर करना, DNS सर्वर संचालित करना, और कभी-कभी ईमेल एवं वेब होस्टिंग सेवाएँ भी प्रदान करना है।

मोबाइल कंप्यूटिंग (Mobile Computing)

मोबाइल कंप्यूटिंग एक ऐसी तकनीक है जिसमें उपयोगकर्ता बिना किसी भौतिक कनेक्शन (तार) के, कहीं भी, कभी भी डेटा, वॉयस और वीडियो का उपयोग कर सकता है। इसके तीन मुख्य घटक हैं: मोबाइल हार्डवेयर (स्मार्टफोन, लैपटॉप, टैबलेट), मोबाइल सॉफ्टवेयर (ऐप्स, OS), और वायरलेस संचार इंफ्रास्ट्रक्चर (Wi-Fi, 4G, 5G, ब्लूटूथ)। मोबाइल कंप्यूटिंग की विशेषताएँ हैं: पोर्टेबिलिटी (ले जाने योग्य), कनेक्टिविटी (हर समय ऑनलाइन), और संदर्भ जागरूकता (लोकेशन-आधारित सेवाएँ)। उदाहरण: चलती ट्रेन में वीडियो कॉल, पार्क में लैपटॉप से काम करना।

सेलुलर सिस्टम सेल (Cellular System Cell)

सेलुलर सिस्टम एक वायरलेस संचार प्रणाली है, जिसमें एक बड़े भौगोलिक क्षेत्र को छोटे-छोटे हिस्सों (जिन्हें "सेल" कहते हैं) में बाँट दिया जाता है। प्रत्येक सेल के केंद्र में एक बेस स्टेशन (मोबाइल टॉवर) होता है, जो उस सेल के अंदर के मोबाइल फोन को सेवा प्रदान करता है। सेलुलर सिस्टम का मुख्य लाभ फ्रीक्वेंसी रीयूज (frequency reuse) है – एक ही फ्रीक्वेंसी का उपयोग दूर-दूर के सेलों में किया जा सकता है, जिससे अधिक उपयोगकर्ता एक साथ सेवा ले सकते हैं। 2G, 3G, 4G, 5G सभी सेलुलर सिस्टम पर आधारित हैं। जब आप चलते हैं, तो आपका फोन एक सेल से दूसरे सेल में हैंडऑफ (handoff) के माध्यम से बिना कॉल ड्रॉप हुए स्विच होता है।

सेल (Cell)

सेल, सेलुलर सिस्टम में वह भौगोलिक क्षेत्र है, जो एक बेस स्टेशन (मोबाइल टॉवर) द्वारा कवर किया जाता है। प्रत्येक सेल का आकार निश्चित नहीं होता – शहरों में यह 100 मीटर से 1 किमी (घनी आबादी के लिए छोटे सेल) और ग्रामीण क्षेत्रों में 10-30 किमी (बड़े सेल) तक हो सकता है। सेल एक दूसरे से सटे हुए होते हैं, सामान्यतः षट्कोणीय (hexagonal) आकार में मॉडल किए जाते हैं, जिससे बिना अंतराल के पूरा क्षेत्र कवर हो जाता है। प्रत्येक सेल को एक अलग सेट फ्रीक्वेंसी दी जाती है, और पड़ोसी सेल भिन्न फ्रीक्वेंसी का उपयोग करते हैं ताकि हस्तक्षेप (interference) न हो। सेल का आकार बदलने की क्षमता (cell splitting) अधिक उपयोगकर्ताओं को सेवा देने में मदद करती है।

तुलना एवं उपयोग

टॉपिक	मुख्य कार्य	उदाहरण / उपयोग
GIS	भौगोलिक डेटा का विश्लेषण और मानचित्रण	Google Maps, शहरी नियोजन, आपदा प्रबंधन
ISP	इंटरनेट कनेक्टिविटी प्रदान करना	Jio, Airtel, BSNL, ACT Fibernet
मोबाइल कंप्यूटिंग	चलते-फिरते कंप्यूटिंग और डेटा एक्सेस	स्मार्टफोन, लैपटॉप, टैबलेट
सेलुलर सिस्टम	क्षेत्र को सेलों में बाँटकर वायरलेस सेवा	2G/3G/4G/5G नेटवर्क
सेल	एक बेस स्टेशन का कवरेज क्षेत्र	मोबाइल टॉवर का 1-30 किमी का दायरा

बेस स्टेशन (Base Station)

बेस स्टेशन (BS) सेलुलर नेटवर्क का एक स्थिर संचार उपकरण है, जो एक निश्चित भौगोलिक क्षेत्र (सेल) में स्थित मोबाइल फोनों से वायरलेस तरीके से जुड़ता है। इसमें एक ट्रांसीवर (ट्रांसमीटर+रिसीवर) और एंटीना होता है, जो मोबाइल डिवाइसों से सिग्नल प्राप्त करता है और उन्हें नेटवर्क तक पहुँचाता है। बेस स्टेशन को आमतौर पर "मोबाइल टॉवर" भी कहा जाता है, हालाँकि टॉवर केवल भौतिक ढाँचा है। यह मोबाइल फोन की कॉल को स्थापित करने, बनाए रखने और समाप्त करने का कार्य करता है।

बेस स्टेशन के मुख्य भाग

बेस स्टेशन दो मुख्य भागों से मिलकर बनता है: BTS (Base Transceiver Station) और BSC (Base Station Controller)। BTS में वास्तविक एंटीना और रेडियो उपकरण होते हैं जो सीधे मोबाइल फोन से संपर्क करते हैं। BSC एक या अधिक BTS को नियंत्रित करता है, यह रेडियो संसाधनों का आवंटन और हैंडऑफ प्रबंधन करता है। BSC आगे MSO (Mobile Switching Office) से जुड़ा होता है। सरल शब्दों में, BTS "रेडियो" भाग है और BSC "नियंत्रण" भाग है।

इल स्विचिंग ऑफिस (MSO)

मोबाइल स्विचिंग ऑफिस (MSO) सेलुलर नेटवर्क का केंद्रीय स्विच (एक्सचेंज) होता है, जो PSTN (साधारण टेलीफोन नेटवर्क) और अन्य मोबाइल नेटवर्क से कॉल को जोड़ने का कार्य करता है। यह

सभी बेस स्टेशन कंट्रोलर (BSC) से जुड़ा होता है और ग्राहकों की लोकेशन, बिलिंग, प्रमाणीकरण और रोमिंग का प्रबंधन करता है। MSO ही यह तय करता है कि किसी मोबाइल नंबर पर कॉल को किस बेस स्टेशन के माध्यम से रूट किया जाए। इसे "MSC" (Mobile Switching Center) भी कहा जाता है।

हैंडऑफ (Handoff / Handover)

हैंडऑफ एक ऐसी प्रक्रिया है, जिसमें एक सक्रिय कॉल (या डेटा सत्र) को चलते हुए मोबाइल उपयोगकर्ता के लिए एक सेल (बेस स्टेशन) से दूसरे सेल में स्वचालित रूप से ट्रांसफर किया जाता है, बिना कॉल ड्रॉप हुए। जब आप गाड़ी में बात करते हुए एक टॉवर के पास से दूसरे टॉवर के पास जाते हैं, तो आपका फोन और नेटवर्क मिलकर हैंडऑफ करते हैं। हैंडऑफ दो प्रकार के होते हैं: हार्ड हैंडऑफ (पहले कनेक्शन तोड़ो, फिर नया जोड़ो) और सॉफ्ट हैंडऑफ (पहले नया जोड़ो, फिर पुराना तोड़ो – CDMA/3G में)।

हैंडऑफ के प्रकार और प्रक्रिया

जब आप चलते हैं, तो आपका मोबाइल फोन लगातार आस-पास के बेस स्टेशनों की सिग्नल ताकत (signal strength) मापता रहता है। जब वर्तमान बेस स्टेशन का सिग्नल कमजोर हो जाता है और किसी पड़ोसी बेस स्टेशन का सिग्नल मजबूत हो जाता है, तो नेटवर्क हैंडऑफ शुरू करता है। यह प्रक्रिया MSO (MSC) के नियंत्रण में होती है, जो BSC के माध्यम से नए BTS को संसाधन आवंटित करता है। हैंडऑफ को सफल बनाने के लिए यह आवश्यक है कि सेल थोड़ा-थोड़ा ओवरलैप (अतिव्यापी) हों ताकि डेड जोन न बने।

नेटवर्क में इन तीनों का आपसी संबंध

मोबाइल फोन → बेस स्टेशन (BTS) → बेस स्टेशन कंट्रोलर (BSC) → मोबाइल स्विचिंग ऑफिस (MSO) → अन्य नेटवर्क (PSTN/Internet) के क्रम में संचार होता है। जब हैंडऑफ की आवश्यकता होती है, तो BSC और MSO मिलकर निर्णय लेते हैं कि कॉल को किस नए BTS पर स्थानांतरित किया जाए। MSO के पास VLR (Visitor Location Register) और HLR (Home Location Register) नामक डेटाबेस होते हैं जो यह जानकारी रखते हैं कि कोई मोबाइल उपयोगकर्ता किस सेल में वर्तमान में स्थित है। इसी जानकारी के आधार पर आने वाली कॉल सही बेस स्टेशन तक पहुँचती है।

तुलना (Comparison Summary)

अवधारणा	कार्य	स्थान / प्रकार
बेस स्टेशन (BS)	मोबाइल फोन से सीधा रेडियो संपर्क	सेल के केंद्र में (टॉवर)
BTS	रेडियो ट्रांसमीटर/रिसीवर (एंटीना)	बेस स्टेशन का हिस्सा
BSC	एकाधिक BTS को नियंत्रित करना	बेस स्टेशन का हिस्सा
MSO (MSC)	कॉल स्विचिंग, रूटिंग, बिलिंग	सेंट्रल ऑफिस (दूर)
हैंडऑफ	सेल बदलते समय कॉल जारी रखना	BSC + MSO द्वारा नियंत्रित

MCU University Exam Questions-

UNIT-III (Wireless Communication & Mobile Computing)

Wireless & Cellular Communication (वायरलेस संचार):

1-वायरलेस लैन क्या है? (D.C.A. - June 2023)

2- वायरलैस कम्यूनिकेशन सिस्टम से क्या तात्पर्य है? विस्तार से वर्णन कीजिए। (D.C.A. - June 2023)

3-रेडियो फ्रीक्वेंसी कम्युनिकेशन को चित्र सहित समझाइए। (D.C.A. - Jan 2019)

4-रेडियो फ्रीक्वेंसी संचार और सेल्युलर सिस्टम सेल की व्याख्या कीजिए। (D.C.A. - Feb 2019)

5-रेडियो फ्रीक्वेंसी कम्युनिकेशन क्या है? वायरलेस सर्विसेस को उदाहरण सहित समझाइए। (D.C.A. - Feb 2019)

6-ब्लूटूथ एक वायरलेस तकनीक है जिसके लिए नेटवर्क और किस स्पेक्ट्रम का उपयोग किया जाता है। (D.C.A. - Feb 2019 / May/June 2019)

7- क्या सिम कार्ड बदलने से आईपी एड्रेस बदल जाता है? (PGDCA - May/June 2019)

8-टिप्पणी लिखिए: (क) फ्रीक्वेंसी रियूज और क्लस्टर (ख) वायरलेस सर्विस (D.C.A. - Jan 2019)

9-निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर लघु टिप्पणी लिखिए: (i) मोबाइल कंप्यूटिंग (ii) वायरलेस सर्विसेज (iii) मोबाइल स्विचिंग ऑफिस (D.C.A. - Feb 2019)

Mobile Computing & Network Generations (मोबाइल कंप्यूटिंग):

10-विभिन्न प्रकार की जनरेशन ऑफ मोबाइल टेक्नोलॉजी को समझाइए। (D.C.A. - June 2023)

11- 2जी, 3जी, 4जी और 5जी की ताकत का वर्णन कीजिए। (PGDCA - May/June 2019)

12-मोबाइल कंप्यूटिंग को समझाइए, एवं इसके उपयोग भी लिखिए। (D.C.A. - Feb 2019)

13-GIS, ISP एवं मोबाइल कम्प्यूटिंग का विस्तार से वर्णन कीजिए। (D.C.A. - June 2023)

14-ISP मोबाइल कंप्यूटिंग की व्याख्या कीजिए। (D.C.A. - Feb 2019 / May/June 2019)