شبكات الإتصالات الخليوية

مستوى رابع شبكات

2011-2012م

د. عبدالكريم حسين الموجاني

بسم الله الرحمن الرحيم

المحتويات

المحتويات III
فهرس الأشكال X
فهرس الجداول XIII
مصطلحات XIV

الباب الأول : مفاهيم أساسية

1–1 مقدمة في الاتصالات المتنقلة 1
2–1 المعمارية العامة للاتصالات المتنقلة 2
1-2-1 المحطة المتنقلة (MS) 2
2-2-1 المحطة القاعدية (BSS 2
3-2-1 مركز التبديل للمتنقلات (MSC 3
4-2-1 سجل الموقع الحالي(HLR) 3
5-2-1 سجل الموقع الزائر (VLR) 3
6-2-1 مركز بوابة التبديل للجوال (GMSC) 3
7-2-1 مركز التوثيق (AUC) 3
8-2-1 سجل تطابق التجهيزات (EIR) 3
3–1 مفاهيم أساسية في أنظمة الخلايا 4
1-3-1 الخلية (Cell) 4
1-1-3-1 الشكل الهندسي للخلية 4
2-1-3-1 العنقود (Cluster) 5
3-1-3-1 أنواع الخلايا 6
2-3-1 عملية التسليم (Handoff) 7
3-3-1 خاصية التجوال (Roaming) 8
4-3-1 إعادة استخدام التردد (Frequency reuse) 9
5-3-1 التغطية 10
4–1 تقنيات الوصول المتعدد (Multiple Access techniques) 10
1-4-1 تقنية (FDMA) 10
2-4-1 تقنية (TDMA) 11
3-4-1 تقنية (CDMA) 11
4-4-1 تقنية (OFDMA) 12
5–1 طرق التعديل (Modulation) 12

1-5-1 تعديل الإزاحة الاتساعي (ASK) 13
1-5-2 تعديل الإزاحة الترددي (FSK) 13
1-5-3 تعديل الإزاحة الزاوي (PSK) 14
1-5-4 تعديل الإزاحة الدنيا (MSK) 14

الباب الثاني : الجيل الأول

2-1 مقدمة 16
2-2 الاتصالات المتنقلة التماثلية 17
2-2-1 الولايات المتحدة 17
2-2-2 أوروبا 18
2-2-3 اليابان 18
2-3 Advanced Mobile Phone System (AMPS) 19
2-3-1 تخصيص تردد نظام (AMPS) 19
2-3-2 قنوات (AMPS) 19
2-3-2-1 (SAT) 20
2-3-2-2 (ST) 20
2-3-3 مهام الشبكة 21
2-3-3-1 بدء تشغيل الهاتف النقال 22
2-3-3-2 إعدادات إجراء الاتصال من الهاتف النقال 22
2-3-3-3 إعدادات الاتصال إلى الجهاز 23
2-3-3-4 التسليم في الخلايا 23
2-4 Nordic Mobile Telephony (NMT) 24
2-4-1 معمارية نظام (NMT) 25
2-4-2 إعدادات الاتصال بالهاتف النقال 25
2-4-3 تخصيص الترددات لنظام (NMT) 25
2-4-4 قنوات (NMT) 26
2-4-4-1 قناة الاتصال 26
2-4-4-2 قناة العبور 26
2-4-4-3 قنوات المرور والاتصال المشترك 27
2-4-4-4 قناة البيانات 27
2-4-5 مهام الشبكة 27
2-4-5-1 التصفح 27

2-5-4-2 التسليم 27
2-4-6 التسليم داخل الخلايا 28
2-4-7 طابور التسليم 28
2-4-8 تحديث بيانات الموقع 29
2-4-9 تحديث عملية التجوال 29
2-4-10 منطقة الخدمة 29
2-4-11 عمليات الشبكة 29
2-4-12 البحث عن قناة الاتصال 29
2-4-13 جودة الإرسال 30
2-4-14 إغلاق القنوات المتأثرة بالضوضاء 30
2-4-15 الاستقبال المتقطع 31
2-4-16 أمنية (NMT) 31
2-4-17 مراقبة هوية الهاتف النقال 31
2-4-18 أمنية هوية المشتركين (SIS) 31
2-4-19 منع نداء تابع لموقع آخر 32
2-4-20 رمز (PIN) 32

الباب الثالث : الجيل الثاني

3–1 مقدمة 33
3–2 أشهر شبكات الجيل الثاني 33
3–3 أهداف يسعى لتحقيقها الجيل الثاني 34
3–4 النظام الشامل للاتصالات المتنقلة (GSM) 34
3-4-1 مواصفات نظام (GSM) 35
3-4-2 مكونات نظام (GSM) 35
3-2-4-1 الهاتف النقال (MS) 35
3-2-4-2 المحطة القاعدية (BS) 36
3-2-4-3 مركز التبديل للمتنقلات (MSC) 37
3-2-4-4 مسجل الموقع المحلي (HLR) 37
3-2-4-5 مسجل الموقع الزائر (VLR) 38
3-2-4-6 مسجل هوية المعدات (EIR) 39
3-2-4-7 مركز التوثيق (AUC) 39
3-2-4-8 مركز التشغيل و الصيانة (OMC) 39

3-4-2-9 القنوات المنطقية(Logical Channel) 40
3-4-2-9-1 قنوات التحكم(Control Channels) 40
3-4-2-9-2 قنوات النقل أو المرور (TCH) 43
3-4-3 خطوات الإرسال في نظام (GSM) 45
3-4-4 حلول لمشاكل الإرسال في نظام (GSM) 46
3-4-3-1 تشفير القناة 46
3-4-3-2 مباعدة الهوائيات 47
3-4-3-3 القفز الترددي 48
3-4-5 تحويل الإشارة التماثلية إلى رقمية في نظام (GSM) 49
3-4-6 إرسال مقاطع منفصلة 49
3-4-7 شكل الإطار في نظام (GSM) 50
3-4-8 التعديل و الإرسال 51
3-4-9 الخفوت (Fading) 51
3-4-10 الأمنية في نظام (GSM) 52
3-5 نظام (CDMA One)- "IS-95 ") 53
3-5-1 مراحل تطور النظام 54
3-5-2 التضمين ومعدل نقل البيانات 55
3-5-3 سعة النظام 55
3-5-4 الوضوح 56
3-5-5 الكلفة 56
3-5-6 مكونات نظام (CDMA One) 56
3-5-7 قنوات نظام (CDMA) 57
3-5-7-1 قنوات الخط الأمامي (Forward Link) 57
3-5-7-2 قنوات الخط العكسي (The Reverse Link Channel) 59
3-6 مقدمة الجيل الثاني و النصف من الاتصالات المتنقلة (2.5G) 60
3-6-1 كيف تعمل شبكة (GPRS) 61
3-6-2 مفهوم (Packet Switching) 61
3-6-3 ميزات نظام (GPRS) 62
3-6-4 الأجهزة الجديدة المطلوبة في شبكة (GPRS) 62
3-6-4-1 أجهزة المستخدم (Subscriber Terminal) 63
3-6-4-2 أجهزة المحطة القاعدية(GPRS Base Station Subsystem) 63
3-6-4-3 النقاط الداعمة (GPRS Support Nodes) 64

الباب الرابع : الجيل الثالث

4-1 مقدمة 66
4-2 أشهر شبكات الجيل الثالث 66
4-3 أهداف يسعى لتحقيقها الجيل الثالث 67
4-4 نظام (UMTS) النظام العالمي للاتصالات الهاتفية المتنقلة 68
4-4-1 مواصفات نظام (UMTS) 68
4-4-2 معمارية النظام(System Architecture) 69
4-4-2-1 تجهيزات المستخدم (UE) 70
4-4-2-2 معمارية شبكة الولوج الراديوي 71
4-4-3 الخفوت في نظام (UMTS) 72
4-4-4 الأمن والسرية في نظام (UMTS) 73
4-4-4-1 مجموعة المواصفات التي تمتلكها (UMTS) للأمن 74
4-4-4-2 مواصفات نظام (UMTS) لكي تمتلك هوية المستخدم مزايا الثقة الأمنية 75
4-5 نظام CDMA2000 75
4-5-1 التقنيات المستخدمة في (CDMA2000) 75
4-5-1-1 (CDMA2000 1XRTT) 76
4-5-1-2 (CDMA2000 1XEV-DO) 76
4-5-1-3 (CDMA2000 1XEV-DV) 76
4-5-1-4 (CDMA 2000 3X RTT) 76
4-5-2 مميزات النظام 77
4-5-3 معمارية النظام 78
4-5-4 قنوات نظام CDMA2000 78
4-5-4-1 قنوات الخط الأمامي (Forward Link) 78
4-5-4-1-1 قناة الدليل (Pilot Channel) 79
4-5-4-1-2 قناة التزامن (Sync Channel) 79
4-5-4-1-3 قناة الخادم (Paging Channel) 80
4-5-4-1-4 قناة النقل (Traffic Channel) 80
4-5-4-2 قنوات الخط العكسي (The Reverse Link Channel) 82
4-5-5 طرق تحسين السعة 83
4-5-5-1 زيادة عدد القطاعات (Sectorization) 83

4-5-5-2 اكتشاف الصوت النشط (VAD) 83
4-5-5-3 استخدام تقنية (TDM) لفصل القنوات الأمامية 83
4-5-5-4 الهوائي الذكي (Smart Antenna) 84
4-6 مقارنة بين UMTS & CDMA2000: 85

الباب الخامس : الجيل الرابع

5-1مقدمة 86
5-2أشهر شبكات الجيل الرابع 86
5-3 أهداف يسعى الى تحقيقها الجيل الرابع 87
5-4 نظام تطور المدى البعيد (LTE) 87
5-4-1 مواصفات LTE 89
5-4-2 معمارية النظام 90
5-4-2-1 الشبكة المركزية 90
5-4-3 قنوات نظام (LTE) 91
5-4-3-1 القنوات الفيزيائية 92
5-4-3-2 قنوات النقل 94
5-4-3-3 القنوات المنطقية 96
5-4-4 مبدأ عمل LTE والتقنيات الرقمية التي يعتمد عليها 97
5-4-5 التقنيات المستخدمة في LTE 98
5-4-5-1 OFDM 98
5-4-5-1-1 مميزات تقنية OFDM 100
5-4-5-1-2 مشاكل OFDM 102
5-4-5-2 SC-FDMA 103
5-6 تقنية الواي ماكس WIMAX 104
5-6-1 مواصفات WIMAX 105
5-6-2 طريقة نقل البيانات في WIMAX 107
5-6-3 تطبيقات WIMAX 108
5-6-4 مميزات WIMAX 108
5-6-4-1 الأمان في WIMAX 108
5-6-4-2 قلة التكلفة وسهولة الترخيص 108
5-6-4-3 نقل البث التلفازي لاسلكيا 109
5-6-5 الطيف الترددي 109

5 –6–6 أنشطة اداراتها تتسم بالعالمية 110
5 –7 أهم الفروق بين تقنية الواي ماكس WiMAX و الواي فاي WiFi 111
5 –8 مقارنة بين WiMAX , LTE 112
5–9 نظام تطور المدى البعيد المتقدم (LTE-Advanced) 112
5–9–1 مقارنة بين LTE و LTE– Advanced 113
5–10 نظام (WiMAX-2) 114

الباب السادس : مقارنة بين الأجيال الأربعة

6–1 مقدمة 117
6–2 الجيل الأول 117
6–3 الجيل الثاني 121
6–4 الجيل الثالث 128
6–5 الجيل الرابع 133
6–6 خلاصة المقارنة في جدول 138

فهرس الأشكال

الباب الأول : مفاهيم أساسية

شكل (1-1) الشريحة 2
شكل (1-2) النظام الخلوي 4
شكل (1-3) خلايا ذات شكل دائري 5
شكل (1-4) أشكال متعددة للخلايا 5
شكل (1-5) العلاقة بين مسافة إعادة التردد ونصف قطر الخلية 9
شكل (1-6) مفهوم إعادة استخدام التردد في خلايا غير متجاورة 9
شكل (1-7) التغطية في أنظمة الاتصالات 10
شكل (1-8) الوصول المتعدد بتقسيم التردد 10
شكل (1-9) الوصول المتعدد بتقسيم الزمن 11
شكل (1-10) الوصول المتعدد بتقسيم الشفرة 11
شكل (1-11) تقنية OFDM 12
شكل (1-12) مثال لطريقة ASK 13
شكل (1-13) مثال لطريقة FSK 13
شكل (1-14) مثال لطريقة PSK 14
شكل (1-15) مثال لطريقة MSK 15

الباب الثاني : الجيل الأول

شكل (2-1) تركيبة (ESN) 21

الباب الثالث : الجيل الثاني

شكل (3-1) ترددات النظامين GSM و DCS 35
شكل (3-2) شكل الخلايا الراديوية 36
شكل (3-3) وظائف MSC 37
شكل (3-4) محتويات HLR 38
شكل (3-5) طريقة نقل البيانات إلى VLR 38
شكل (3-6) محتويات EIR 39
شكل (3-7) قنوات نظام GSM 44
شكل (3-8) خطوات الإرسال والاستقبال في نظام GSM 45
شكل (3-9) خطوات تشفير القناة المتبعة في نظام GSM 47

شكل (3–10) مثال على استخدام التباعد المكاني للهوائيات 48
شكل (3–11) مثال على نوعية القفز الترددية 49
شكل (3–12) التحزيم التداخلي في نظام GSM 50
شكل (3–13) الإطار في نظام GSM 50
شكل (3–14) Rice Fading 51
شكل (3–15) Raleigh Fading 52
شكل (3–16) تقنية CDMA 53
شكل (3–17) تقنية FHSS 54
شكل (3–18) تقنية DSSS 54
شكل (3–19) نظام QPSK 55
شكل (3–20) قنوات شبكة CDMA One 57
شكل (3–21) قنوات الخط الأمامي 57
شكل (3–22) شبكة مبسطة لنظام GPRS قائمة على شبكة GSM 60
شكل (3–23) موقع PCU داخل BSS 64

الباب الرابع : الجيل الثالث
شكل (4–1) المعمارية العامة لنظام UMTS 70
شكل (4–2) متحكم الشبكة الراديوية RNC 71
شكل (4–3) معمارية UTRAN 72
شكل (4–4) مراحل تطوير نظام CDMA 77
شكل (4–5) قنوات الخط الأمامي 79
شكل (4–6) قناتي الخط العكسي 82

الباب الخامس : الجيل الرابع
شكل (5 – 1) معمارية LTE 91
شكل (5 – 2) قنوات نظام LTE 97
شكل (5 – 3) تقنية OFDM 99
شكل (5 – 4) التضمين في OFDM 100
شكل (5 – 5) اشارة مشوشة 101
شكل (5 – 6) ظاهرة ISI 102
شكل (5 – 7) المخطط الصندوقي لـ SC–FDMA 104
شكل (5 – 8) طريقة عمل الواي ماكس 106

شكل (5 – 9) تغطية الواي ماكس 106
شكل (5 – 10) المراقبة عن طريق كاميرات المراقبة 108
شكل (5–11) مميزات الواي ماكس 110
شكل (5 – 12) الفرق بين WiMAX، WiFi 111
شكل (5 – 13) الخط الزمني للـ WiMAX و LTE 116

الباب السادس : الخلاصة والمقارنة
شكل (6–1) تقنية FDMA 118
شكل (6–2) تقنية TDMA 122
شكل (6–3) معمارية نظام GSM 124
شكل (6–4) تقنية CDMA 128
شكل (6–5) خدمات UMTS 133
شكل (6–6) تقنية OFDM 133
شكل (6 – 7) معمارية LTE 137

فهرس الجداول

الباب الرابع : الجيل الثالث

جدول (4–1) مقارنة بين UMTS & CDMA2000 **85**

الباب الخامس : الجيل الرابع

جدول (5–1) الحزم الترددية FDD–LTE في بعض الدول **88**

جدول (5 – 2) الحزم الترددية TDD–LTE في بعض الدول **89**

جدول (5 – 3) مقارنة بين WIMAX , LTE **112**

جدول (5 – 4) مقارنة بين LTE و LTE– Advanced **113**

جدول (5 – 5) مقارنة بين WiMAX–2 , WiMAX **115**

الاختصار	المصطلـــــــــــــــح
1XEV-DO	Evolution - Data Only
1XEV-DV	Evolution (Data – Voice)
AAA	Authentication, Authorization, and Accounting
AGCH	Access Grant Channel
AMPS	Advanced Mobile Phone System
AR	Authentication Register
ASK	Amplitude shift keying
AUC	Authentication Center
BCCH	Broadcast Control Channel
BCH	Broadcast Channels
BFSK	Binary Frequency Shift Keying
BSC	Base Station Controller
BSIC	BS Identity Code
BSS	Base Station System
BTS	Base Transceiver Station
CC	Calling Channel
CCCH	Common Control Channels
CCH	Control Channel
CDMA	Code Division Multiple Access
CS	Circuit Switched
DAMPS	Digital AMPS
DC	Data Channel
DCCH	Dedicated Control Channels
DCS	Digital Cellarer System
DFT	Discrete Fourier Transform
DSL	Digital Subscriber Line
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
DTCH	Dedicated Traffic Channel
EIR	Equipment Identity Register

EDGE	Enhance Data Rates For Global Evolution
ETSI	European Telecommunications Standard Institute
FACCH	Fast Associated Control Channel
FCCH	Frequency Correction Channel
FDM	Frequency Division Multiplexing
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FHSS	Frequency-Hopping Spread Spectrum
FM	Frequency Modulation
FSK	Frequency shift keying
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway Mobil Switching Center
GMSK	Minimum Shift Keying Gaussian
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HA	Home Agent
HLR	Home Location Register
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High-Speed Uplink Packet Access
HSS	Home Subscriber Server
IP	Internet Protocol
ISI	Inter-system Interference
ISDN	Integrated Services Digital Network
LOS	Line of sight
LTE	Long Term Evolution
MBMS	Multimedia Broadcast/Multicast Service
MCH	Multicast Channel
MME	Mobility Management Entity
MFR	Manufacturers code
MIN	The Mobile Identification Number
MTCH	Multicast Traffic Channel
MIMO	Multiple-Input-Multiple-Output

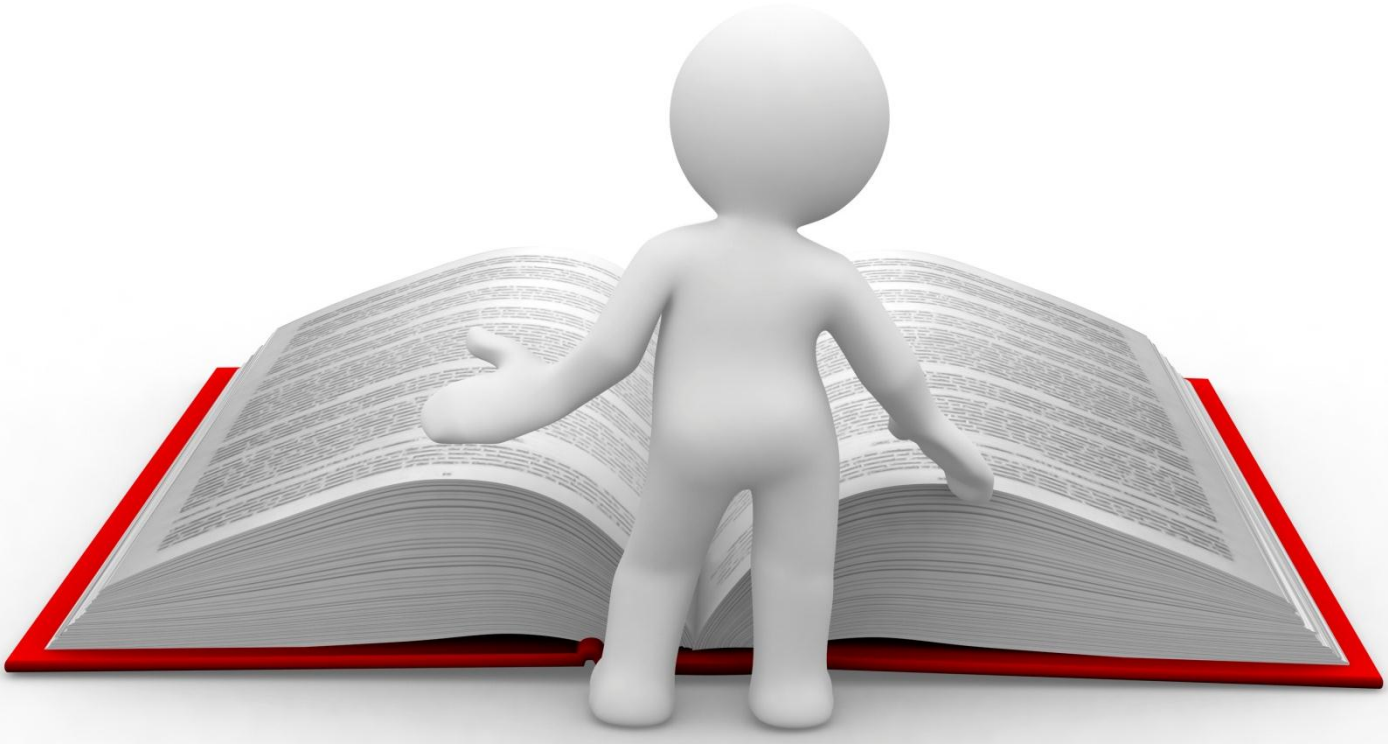
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
MSK	Minimum shift keying
MTS	Mobile Telephone System
NMT	Nordic Mobile Telephone
NLOS	Non Line of sight
NTT	Nippon Telephone and Telegraph
OMC	Operation and Maintenance Center
OFDM	Orthogonal frequency-division multiplexing
PBCH	Physical Broadcast Channel
PCH	Paging Channel
PCCH	Paging Control Channel
PCFICH	Physical Control Format Indicator Channel
PCU	Packet control unit
PCRF	Policy Control and charging Rules Function
P-GW	PDN Gate Way
PDA	Personal Digital Assistant
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel
PDU	Protocol Data Unit
PHICH	Physical Hybrid ARQ Indicator Channel
PMCH	Physical Multicast Channel
PIN	Personal Identification Number
PRACH	Physical Random Access Channel
PS	Packet Switched
PSK	Phase shift keying
PSTN	Public Telephone Switched Network
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel
PUCCH	Physical Uplink Control Channel
QPSK	Quarter Phase shift keying
QAM	quadrature amplitude modulation

RACH	Random Access Channel
RNC	Radio Network Control
RNS	Radio Network Sub-system
RTMS	Radio Telephone Mobile System
PRACH	Physical Random Access Channel
SAK	A Secret Authentication Key
SACCH	Slow Associated Control Channel
SAT	The Supervisory Audio Tone
SDCCH	Stand-alone Dedicated Control Channel
SGSN	Serving GPRS Support Node
SCH	Synchronization Channel
SC-FDMA	Single Carrier frequency Domain Multiple Access
SID	The System Identification Numbers
SIM	Subscriber Identity Module
SIS	Subscriber Identity Security
SNR	Signal Noise Ratio
ST	The Signaling Tone
S-GW	Serving Gate Way
TACS	Total Access Communications System
TCH	Traffic Channel
TCH / H	Half Rate TCH
TCH / HS	Half Rate Speech Channel
TCH / F	Full Rate TCH
TCH / FS	Full Rate Speech Channel
TDMA	Time Division Multiple Access
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USIM Card	UMTS Subscriber Identity Module Card
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
VAD	Voice Active Detection

VLR	Visitor Location Register
WCDMA	Wideband - Code Division Multiple Access
WMAN	Wireless Metropolitan Area Networks
WIMAX	Access Worldwide Interoperability for Microwave
Wi-Fi	Wireless Fidelity

الباب الأول

مفاهيم أساسية



١-١ مقدمة في الاتصالات المتنقلة:

كان هدف مهندسي الاتصالات اللاسلكية منذ بداية استخدام الاتصالات الراديوية هو توفير خدمة هاتفية لكل شخص على حدة وذلك باستخدام هاتف شخصي له رقم يخص الشخص الذي يحمله وهذه الأجهزة تتصل بمراكز تنظيم ثابتة يتم ربطها بمراكز الهواتف داخل الدولة وبالتالي بشبكة الهواتف العالمية .

وقبل السبعينيات لم يكن الهاتف النقال يمكن تحقيقه لسببين أولاً هو عدم إتاحة جزء من المدى الترددي يسمح بحيز ترددي لكل مشترك وثانياً هو أنه حتى لو سمح بمثل هذا الحيز الترددي فإن الأجهزة الالكترونية في ذلك الوقت كانت ثقيلة الوزن وباهظة الثمن .

وفي بداية السبعينيات طور المهندسون أجهزة اتصال صغيرة الحجم وخفيفة الوزن وكانت ذات ثمن معقول ،هذه الأجهزة تمكنت من استخدام عدد من القنوات اللاسلكية تعمل بمبدأ تعدد الوصولية بتقسيم التردد ومعنى تعدد الوصولية هو أنه بالرغم من تواجد عدد كبير من المشتركين إلا أن عدداً صغيراً منهم يتكلم في اللحظة نفسها ولكن كان لابد من استخدام محطات إرسال ذات قدرات عالية لتمكين كل قناة من القنوات من تغطية المدينة بأكملها وعندما تكون قناة معينة تحت الاستخدام أي يستخدمها أحد المشتركين تصبح القناة غير متاحة لأي مشترك آخر داخل المدينة أو في المنطقة ذاتها.

وقد وجد أنه يمكن تعديل هذا النظام وذلك بإشراك عدد من المشتركين في قناة واحدة في نفس الوقت باستخدام عدد من محطات الإرسال بدلاً من محطة واحدة مع تصغير مساحة التغطية لكل محطة إرسال إلى مساحة جغرافية صغيرة يطلق عليها اسم خلية وبحيث لا تتداخل هذه المساحات، وبناء عليه يمكن إعادة استخدام المدى الترددي للخلية ذاتها على قنوات كثيرة يقع كل منها في خلية منفصلة عن الخلية الأخرى، وينتج عن هذا الترتيب ما يسمى بنظام الهاتف النقال .

١-٢ المعمارية العامة للاتصالات المتنقلة :

١-٢-١ المحطة المتنقلة(MS) :

(الهاتف النقال) وهو جهاز يستعمل من قبل المشترك ليتمكن من الدخول إلى النظام بعد إدخال الشريحة .

- **الشريحة:** أو البطاقة التي توضع في الجهاز النقال تعرف ببطاقة التعريف للمشترك(SIM) ، وتحتوي على معالج Microprocessor وذاكرة تمكن المشترك من تعريف نفسه في الشبكة، وهي تبرمج من قبل الشركة المزودة للخدمة .

شكل (١-١): الشريحة

١-٢-٢ المحطة القاعدية (BSS) :

وهي المركز الرئيسي للخلية، حيث يتم تغطية المساحات الجغرافية بالخلايا Cells.

- **مهام المحطة القاعدية :**

١. تخصيص القناة .
٢. جودة التوصيل .
٣. رقابة التكلفة الكهربائية .
٤. السيطرة على البث والعبور الإذاعي .
٥. القفز بين الترددات .
٦. بدء التسليم .

١-٢-٣ مركز التبديل للمتنقلات (MSC) :

يتضمن عدة وظائف منها :

١. معالجة المكالمة مع مراعاة الطبيعة المتنقلة للمشتركين .

٢. إدارة قناة الاتصال أثناء المكالمة .

٣. معالجة تسجيل الموقع الحالي للجهاز النقال .

٤. التحكم في التسليم بين المحطات القاعدية .

٥. تبادل المعلومات مع الأنظمة الأخرى .

١-٢-٤ سجل الموقع الحالي(HLR) :

وهو عبارة عن قاعدة بيانات في الشبكة المتنقلة يتعقب جميع المواقع الحالية للمشتركين.

١-٢-٥ سجل الموقع الزائر(VLR):

وهو عبارة عن قاعدة بيانات في الشبكة الخليوية يقوم بعملية تخزين مؤقتة لمعلومات المستخدم الزائر.

١-٢-٦ مركز بوابة التبديل للجوال (GMSC) :

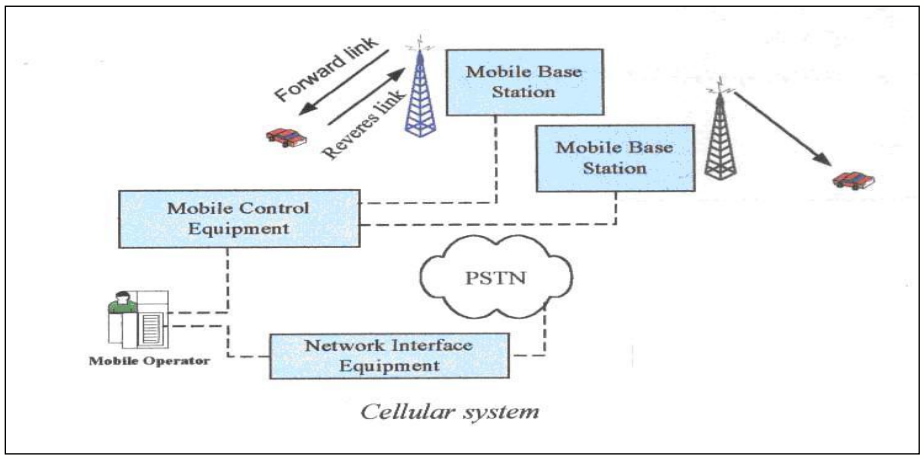
وهو المسئول عن أخذ الاتصالات من جميع مراكز (MSC) وتوجيهها إلى وجهتها النهائية ، مثلا من نظام هاتف عادي إلى نظام خلوي آخر .

١-٢-٧ مركز التوثيق (AUC) :

يقوم هذا المركز بتزويد جميع مراكز التبديل (MSC) بالمعايير الضرورية لإجراء عملية التوثيق.

١-٢-٨ سجل تطابق التجهيزات (EIR) :

وهو عبارة عن قاعدة بيانات يحتوي على معلومات المطابقة لجهاز الجوال فهو يحمي الاتصال الهاتفي من الأشخاص الغير مخولين.



شكل (١-٢): النظام الخلوي

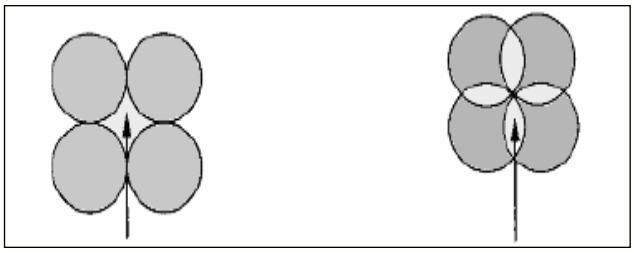
١-٣ مفاهيم أساسية في أنظمة الخلايا:

١-٣-١ الخلية (Cell) :

- هي الوحدة الأساسية للنظام النقال .
- هي المساحة التي تغطى إذاعيا لمحطة قاعدية واحدة .
- كل خلية مخصص لها رقم محدد .

١-٣-١-١ الشكل الهندسي للخلية :

يعتبر الشكل الدائري أبسط أنواع الخلية إلا أنه لا يستخدم لتصميم الخلية حيث أن هذا الشكل ينتج إما مناطق ميتة أو مناطق تداخل .



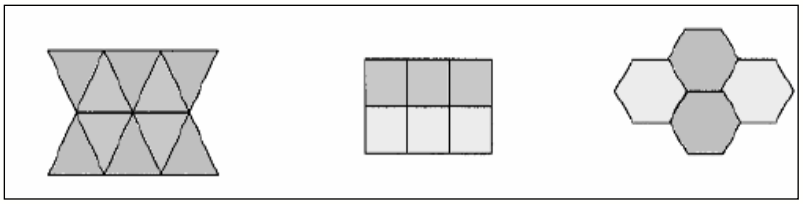
شكل (١-٣): خلايا ذات شكل دائري

ولحل هذه المشكلة يمكن استخدام الأشكال التالية :

١- المثلث متساوي الأضلاع .

٢- المربع .

٣- السداسي المنتظم .



شكل (١-٤) أشكال متعددة للخلايا

ثم اعتمد استخدام السداسي المنتظم لأسباب اقتصادية وعملية حيث يمكنه استقبال الأشعة الكهرومغناطيسية من أي مكان .

١-٣-١-٢ العنقود (Cluster) :

وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا المتلاصقة مع بعضها البعض تتوزع فيها قنوات الاتصال ويتم إعادة استخدام التردد في العناقيد الأخرى ، وتتكون العناقيد إما من 4 , 7 , 12 , 21 خلية

وأفضل حالة أن يكون العنقود مكون من 4 خلايا وذلك لأنه كلما كان عدد الخلايا أصغر كلما زاد عدد القنوات المستخدمة في العنقود وكذلك لأن القدرة تكون أقل مما لو زاد عدد الخلايا في العنقود الواحد .

١-٣-١-٣ أنواع الخلايا :

يمكن تقسيم واستخدام الخلايا إلى أنواع حسب الكثافة السكانية وهي :

١- خلايا ماكرو (Macro cells) :

تستخدم هذه الخلايا في الأماكن التي تكون فيها الكثافة السكانية منخفضة حيث لا يكون هناك طلب كبير على الشبكة وتكون هذه الخلايا كبيرة حيث يتراوح نصف قطر الخلية مابين (3–35 Km) .

٢- خلايا مايكرو (Micro cells) :

تستخدم في الأماكن التي تكون فيها كثافة سكانية عالية ويكون فيها حجم الخلايا أصغر حيث يتراوح نصف قطر الخلية مابين (0.1 –1 Km) ويتم تخفيض قدرة الإرسال لكي لا يحدث تداخل مع الخلايا المجاورة .

٣-خلايا بيكو (Pico cells) :

تستخدم في مدى ونطاق لا يتجاوز 100 m ، يتراوح نصف قطر الخلية مابين (0.01– 0.1 Km) .

٤- الخلايا الانتقائية (Selective cells) :

نتيجة لطبيعة بعض المناطق ، قد لا تحتاج الخلية غالباً إلى تغطية كاملة 360 درجة. وفي مثل هذه الحالات يتم تركيب (BTS) بشكل مناسب كي تعطي المساحة المطلوبة للتغطية. مثال: في حالة الدخول في أنفاق أو الخروج منها يكون المطلوب تغطية اتجاه واحد.

٥- الخلايا المظلية (Umbrella Cells) :

هذا النوع من الخلايا يتكون من خلايا أخرى بداخله فعند تحرك الجوال على قطار أو طريق سيارات مـثلاً فقـد تتغير الخلية المستخدمة بواسطة الجوال لخلق حالات عديدة من التسليم (Handoff) من خلية إلى الخليـة التـي تليها. ولتقليل عمليات التسليم عند عملية التحرك بين الخلايا يتم عملية التسليم إلى الخلية المظلية ، والتـي تتميـز بطاقة متنقلة عالية . وبعمل ذلك يتم تخفيض النفقات العامة المطلوبة لعملية الاتصال وبشكل جوهري.

١-٣-٢ عملية التسليم (Handoff) :

عندما يتم إجراء اتصال معين في خلية ما فإن (MSC) يراقب باستمرار مستوى طاقة الإشارة المسـتقبلة مـن (MS) مع مستوى طاقة الاتصال في (BS) وعندما يلاحظ (MSC) أن مسـتوى طاقـة الإشـارة فـي (MS) مرتفعة، ومستوى الطاقة في برج الاستقبال قي (BS) منخفض ، يعلم (MSC) أن الهاتف النقال قد وصل إلـى حافة الخلية التي بها ،عند ذلك يقوم (MSC) بالبحث عن (BS) التي تستقبل إشارة قوية من هذا الهـاتف النقـال ويأمرها بأن تستلم هذا الهاتف ضمن نطاقها حتى يضمن عدم حصول انقطاع في عملية الاتصال المنشـأ وهـذه العملية تعرف بـ (Handoff) .

- **أنواع التسليم :**

أولا: التسليم المرن (Soft Handoffs):

وهذا يعني أن الجوال يقوم بمساعدة الشبكة بعمل اتصال جديد قبل أن يتوقف الاتصال القديم فيتم الانتقال من خلية إلى أخرى قبل قطع المكالمة .

مزايا التسليم المرن :-

١. يقلل عملية التداخل .

٢. يزيد السعة للخطوط .

٣. لا يحدث فشل (Drop) للمكالمات .

٤. يؤدي إلى تحسين الصوت .

ثانيا : التسليم الصعب (Hard Handoffs) :

وهذا يعني أن الجوال يجب أن يقوم بعملية قطع الاتصال أو التوقف من الاتصال الذي هو فيه قبل الاتصال بالخلية الجديدة .

مزايا التسليم الصعب :-

١. استمرار المكالمة إلى ما بعد الشبكة الحالية .

٢. تقليل فشل (Drop) المكالمات.

١-٣-٣ خاصية التجوال (Roaming):

يستطيع المستخدم أن يحصل على الاتصال وعلى الخدمات التي تقدمها الشبكة المتنقلة طالما أنه ضمن نطاق التغطية الخاص بهذه الشبكة، ولكن إذا وجدت شبكة أخرى مجاورة (محلية أو دولية)، تمنح خدمات أخرى فيمكن أن يتم عقد اتفاقية معينة بين الشبكتين حتى يستفيد المستخدمين من خدمات كل شبكة وهذه العملية تعرف بـ (Roaming) .

١-٣-٤ إعادة استخدام التردد (Frequency reuse) :

يمكن تلخيص هذه العملية من خلال النقاط التالية :

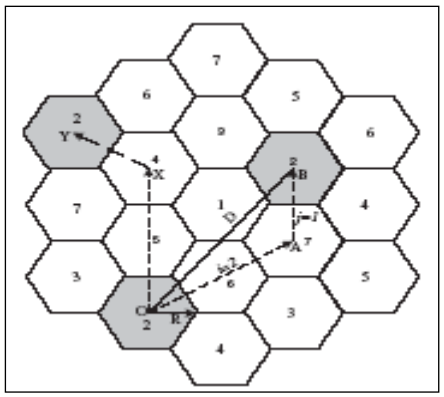
١- تنظم وترتب الخلايا على شكل عنقودي .

٢- كل مجموعة عنقودية يخصص لها نطاق من التردد يقسم بين خلاياها .

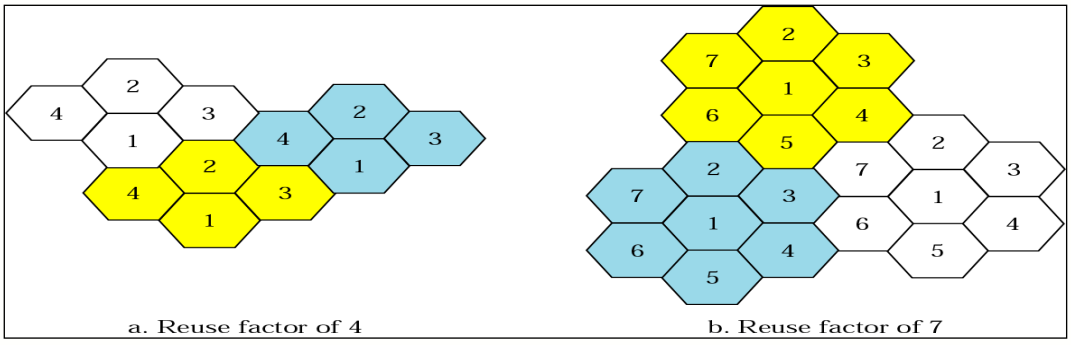
٣- كل خلية تغطي مجموعة من القنوات .

٤- الخليتان اللتان تستخدمان نفس القناة تسمى خلايا القناة المشتركة .

٥- المسافة بين مركزي خليتين مشتركتين بنفس القناة تسمى مسافة إعادة استعمل التردد.



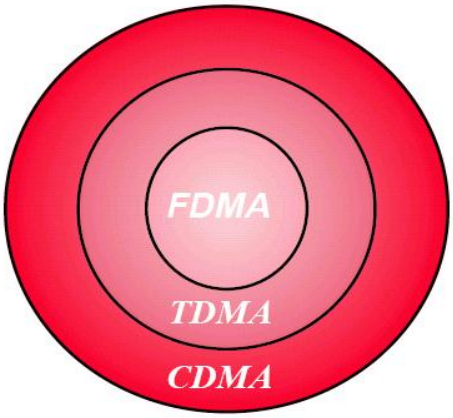
شكل (١ – ٥): العلاقة بين مسافة إعادة التردد ونصف قطر الخلية



شكل (١-٦): مفهوم إعادة استخدام التردد في خلايا غير متجاورة

١-٣-٥ التغطية :

تعرف على أنها أكبر مسافة يستطيع فيها المستخدم أن يرسل إشارة ذات مستوى مناسب إلى المحطة القاعدية .

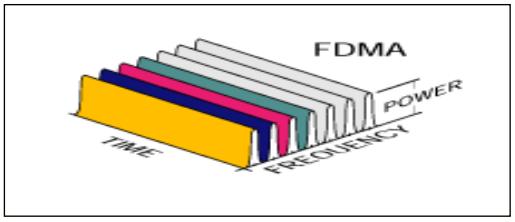


شكل (١-٧) التغطية في أنظمة الاتصالات

١-٤ تقنيات الوصول المتعدد (Multiple Access techniques) :

١-٤-١ تقنية (FDMA):

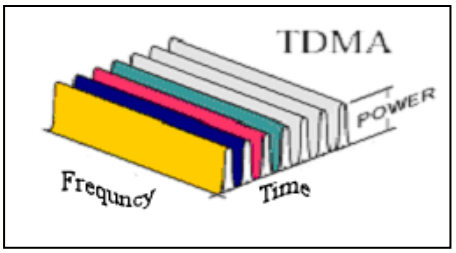
وتعني الوصول المتعدد بتقسيم التردد ، تتعامل مع الإشارات التماثلية حيث يـقـتسم المستخدمون النطاق الترددي بأن يخصص جزء من هذا النطاق لكل مستخدم طوال مدة مكالمته الهاتفية ، وهـي لا تسـتخدم كـل الحزمـة (BAND) ولكنها تتميز بعدم وجود انقطاع أي أنها تستخدم كامل الحزمة الترددية المخصصة لها طـوال الفتـرة الزمنية .



شكل (١-٨): الوصول المتعدد بتقسيم التردد

١-٤-٢ تقنية (TDMA) :

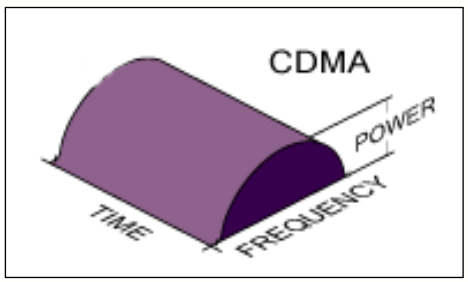
وتعني الوصول المتعدد بتقسيم الزمن ، وهي تقنية تسمح لعدة مستخدمين باستخدام القناة نفسها في آن واحد بحيث تخصص فترة زمنية (Time-Slot) لكل مستخدم ، يستخدم خلالها كل نطاق التردد المخصص للتقنية وذلك طوال مدة الفترة الزمنية ، وميزتها أنها تستخدم كل الحزمة (BAND) ولكن في فترات زمنية متقطعة .



شكل(١-٩): الوصول المتعدد بتقسيم الزمن

١-٤-٣ تقنية (CDMA) :

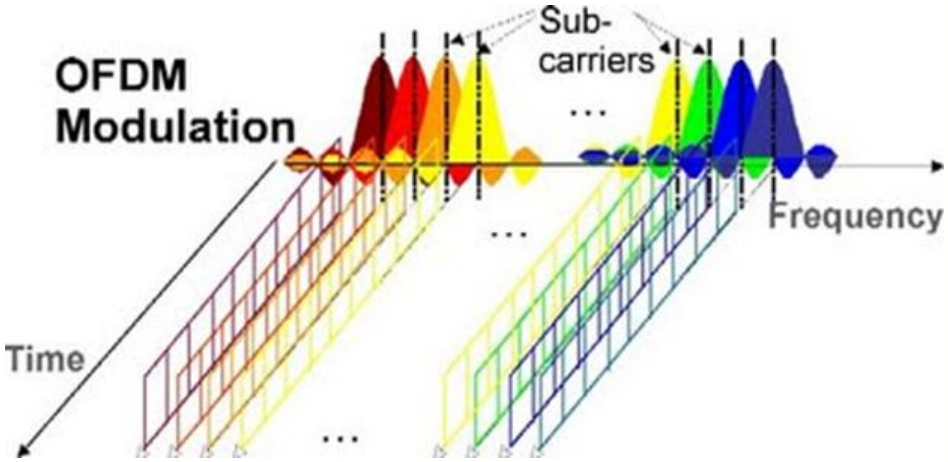
وتعني الوصول المتعدد بتقسيم الشفرة وهي تقنية مبنية على تقسيم الشفرة ، بحيث أنه يخصص لكل مستخدم شفرة خاصة ويستخدم كل النطاق الترددي والزمني طوال مكالمته الهاتفية ، و تكون الشفرات المخصصة للمستخدمين مختلفة حتى يمكن فصل إشارة كل مستخدم بواسطة شفرته الخاصة في النهاية ، وبأقل تداخل من المستخدمين الآخرين .



شكل (١-١٠) :الوصول المتعدد بتقسيم الشفرة

١-٤-٤ تقنية (OFDMA) :

بعد عدة أبحاث توصل العلماء والمهندسين أنه إذا تعامدت إشارتين فإنهما سيكونان أبعد ما يمكن عن بعضهما البعض ولذلك تم السماح بتقاطع وليس تداخل الإشارتين sub-carriers وبالتالي سيكوننا متعامدين اذا كان حاصل ضرب تكاملهما مساويا للصفر .



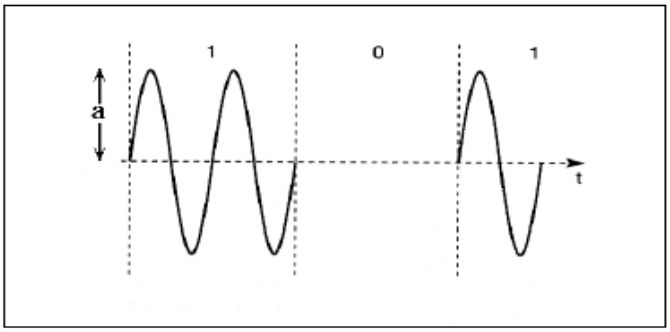
شكل (١-١١): تقنية OFDM

١-٥ طرق التعديل (Modulation) :

تتم عملية التعديل للإشارة بتعديل واحد من هذه القيم وهي الاتساع (Amplitude) والتردد(Frequency) وفرق الطور (Phase) وفي الأنظمة الرقمية يتم تحويل البيانات الرقمية إلى بيانات تماثلية ليتم إرسالها كما يحدث عند إرسال البيانات من جهاز الحاسب عبر الهاتف عن طريق المودم وفي الشبكات الرقمية لا يمكن إرسال البيانات الرقمية مباشرة بل يتم تحويلها إلى إشارات تماثلية.

١-٥-١ معدل الإزاحة الاتساعي (ASK) :

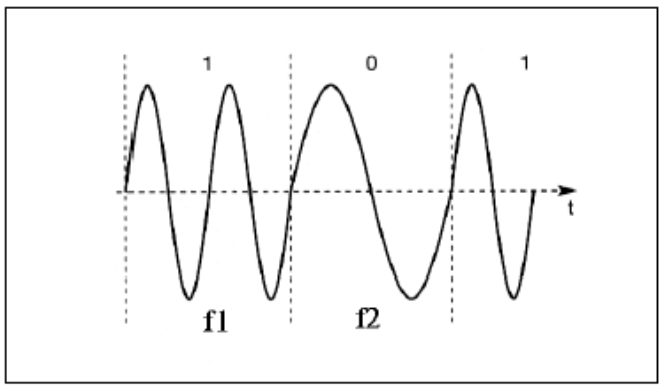
تعتبر هذه الطريقة من أسهل طرق التعديل حيث يتم تمثيل البيانات الرقمية 0 و 1 بسعتين مختلفتين فيمثل الصفر بسعة تساوي صفر والواحد بسعة مقدارها a ولهذا النوع بعض العيوب كالتداخل (Interference) والضوضاء (Noise) وتشتت الإشارة لذا فإن مثل هذه الطريقة لا تصلح للإرسال اللاسلكي .



شكل (١- ١٢): مثال لطريقة ASK

١-٥-٢ معدل الإزاحة الترددي (FSK) :

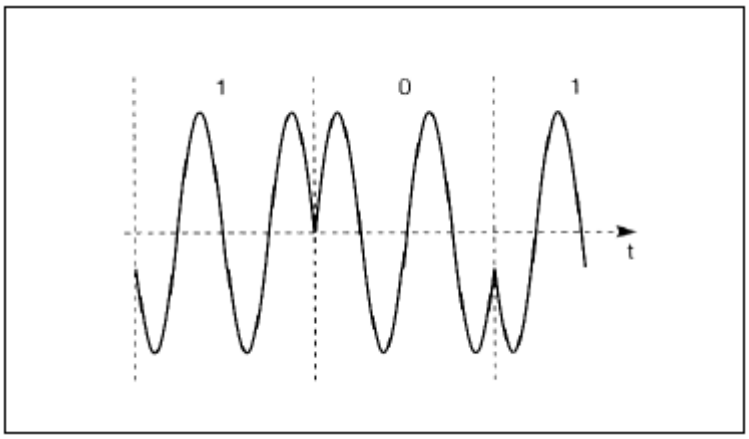
تعتبر هذه الطريقة من الطرق المستخدمة بكثرة لعملية التعديل حيث يتم تمثيل البيانات الرقمية 0 و1 بإشارة ثابتة السعة ويتم تغيير التردد لكل حالة وهذا النوع أقل حساسية للأخطاء من النوع السابق .



شكل (١-١٣) :مثال لطريقة FSK

١-٥-٣ معدل الإزاحة الزاوي (PSK) :

في هذا النوع من التعديل يحدث تغيير في زاوية الطور بمقدار 180 درجة عند كل تغيير للمعلومة الرقمية من 0 إلى 1 والعكس مع ثبات السعة والتردد وهذا النوع أقل حساسية لأخطاء الإرسال مقارنة بالنوعين السابقين .



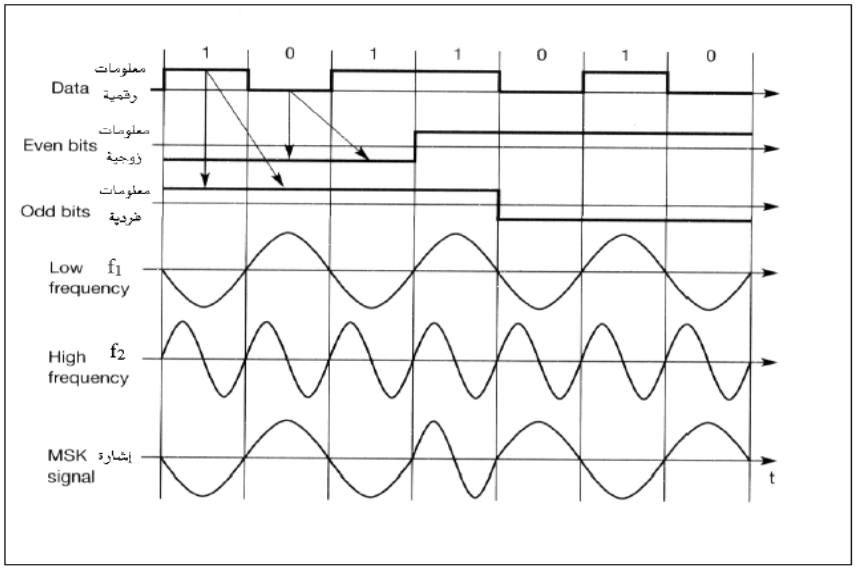
شكل (١-١٤) :مثال لطريقة PSK

١-٥-٣ معدل الإزاحة الدنيا (MSK) :

وهي طريقة مطورة عن طريقة (FSK) مع التقليل من التغير المفاجئ للتردد ويستخدم فيها قيمتان ترددیتان وهو التردد المنخفض f1 والتردد العالي f2 حيث f2= 2 f1 ويتم اختيار أحد الترددين حسب ما يلي :

- إذا كانت كل من المعلومة الفردية الزوجية في حالة ٠ يتم استخدام التردد f2 مع تغيير في زاوية الطور بمقدار 180 درجة .
- إذا كانت المعلومة الزوجية في حالة ١ والمعلومة الفردية في حالة ٠ يتم استخدام التردد f1 مع تغيير في زاوية الطور بمقدار 180 درجة .
- إذا كانت المعلومة الزوجية في حالة ٠ والمعلومة الفردية في حالة ١ يتم استخدام التردد f1 دون تغيير في زاوية الطور .

- إذا كانت كل من المعلومة الزوجية والفردية في حالة 1 يتم استخدام التردد f2 دون تغيير في زاوية الطور.



شكل (١-١٥): مثال لطريقة MSK

وبإضافة مرشح جاوسي إلى (MSK) نحصل على ما يسمى بمعدل الإزاحة الدنيا الجاوسي (GMSK) الذي يستخدم في أنظمة الاتصالات المتنقلة الأوروبية مثل (GSM) .

الباب الثاني

الجيل الأول

AMPS

NTT

٢-١ مقدمة:

كان أول ظهور للهاتف النقال في عام 1964 م وعرف في حينها بـــ (MTS) و قد اعتبر ظهوره ثورة تقنية كبيرة في ذلك الوقت وبالرغم من ذلك إلا أنه عانى من الكثير من العيوب أهمها :

١. ضخامة أجهزة الإرسال والاستقبال لدرجة أنها لا تحمل إلا على العربات.

٢. طريقة غير فعالة في استخدام الأطياف الترددية.

٣. تحويل يدوي للمكالمات.

كانت هذه هي بداية فكرة الجيل الأول للاتصالات المتنقلة ، والفرق الرئيسي بين الجيل الأول و (MTS) هو استخدام مفهوم الخلايا في الجيل الأول والذي فاجأ كثيرا من الناس حيث زاد بصورة كبيرة من استخدم الطيف الترددي.

ونظرا لاعتماد الجيل الأول على الإشارات التماثلية فقد أدى ذلك إلى ظهور عدد من المشاكل:

١. عدم احتوائه على نظام تشفير مما يجعل عملية التحكم بالازدحام صعبة.

٢. ضعف الأمنية وبالتالي سهولة الاستخدام بطرق غير شرعية.

٣. دقة متدنية للمكالمات نتيجة لسهولة حدوث عملية التداخل حيث لا يوجد تشفير ولا تصحيح أخطاء على النقيض من النظام الرقمي.

٤. عدم الكفاءة في استخدام الترددات مقارنة بالأجيال الأخرى حيث يخصص لكل مستخدم تردد سواءً كان نشطاً أو خاملاً.

٢-٢ الاتصالات المتنقلة التماثلية:

انتشر هذا النظام في عدد من الدول حول العالم وهي:

٢-٢-١ الولايات المتحدة:

ظهر أول نظام تماثلي في عام 1982 م ، وعرف بـــ (AMPS) و الذي كان يقدم خدمات صوتية فقط و قد لاقت هذه التقنية نجاحا كبيرا حيث بلغ عدد المشتركين فيها بالملايين ثم بدأت هذه التقنية بالانتشار في كندا و أمريكا الوسطى و الجنوبية و استراليا.

وتعتمد هذه التقنية على تقسيم طيف الترددات إلى عدة قنوات لكل منها 30 kHz بواسطة تقنية (FDMA).

تنقسم هذه القنوات إلى نوعين قنوات صوتية تستخدم تضمين ترددي (FM) و قنوات تحكم تستخدم تقنية (BFSK) بمعدل نقل بيانات 10 kbps .

ولكي يقاوم تداخل الإشارات يستعمل:

١- إعادة استخدام التردد بحيث يكون كل 12 مجموعة من الترددات عنقود cluster يتحكم بها بواسطة omni directional antenna .

٢- تقسيم الخلية إلى ثلاث قطاعات بحيث كل قطاع يضم سبعة عناقيد ويكون توزيع الترددات بالشكل الآتي:

824 – 849 MHz تستخدم للإرسال

869 – 894 MHz تستخدم للاستقبال

بحيث يصبح عرض الحزمة الترددية 50 MHz .

٢-٢-٢ أوروبا:

في البلدان الأوروبية ظهرت العديد من تقنيات الجيل الأول المشابهة لتقنية (AMPS) ومن أشهرها:

١- تقنية (TACS) في كل من المملكة المتحدة وايطاليا واسبانيا والنمسا وايرلندا.

٢- تقنية (NMT) في عدة دول من أوروبا الوسطى.

٣- تقنية (C-450) في ألمانيا والبرتغال.

٤- تقنية (Radiocom2000) في فرنسا.

٥- تقنية (RTMS) في إيطاليا.

وأشهر هذه التقنيات (TACS & NMT) والتي كانت تمثل 50% من الاتصالات التماثلية في عام 1995 م .

وعلى غرار تقنية (AMPS) تستخدم هذه التقنيات التضمين الترددي (FM) للقنوات الصوتية وتقنية (FSK) لقنوات التحكم حيث البعد بين كل قناة وقناة كالتالي:

25 kHz لكل من (RTMS & NMT & TACS).

10 kHz لتقنية (C-450).

12.5 kHz لكل من (NMT -900 & Radiocom2000)

٢-٢-٣ اليابان :

كان أول نظام تماثلي استخدم في اليابان يعرف بنظام (NTT) و الذي ظهر في عام 1979م ، حيث كان يستخدم هذا النظام 600 قناة بين كل قناتين 25 kHz

و كان معدل نقل البيانات 300 bps و في عام 1988م زاد معدل نقل البيانات إلى 2.4 kbps مما أدى إلى زيادة عدد القنوات إلى 2400 قناة .

٢-٣ نظام Advanced Mobile Phone System (AMPS) :

هو نظام الاتصالات التابع للجيل الأول و الذي تم تطويره في معامل بيل في أواخر السبعينيات و أوائل الثمانينيات وقد صمم لتمرير المكالمات الصوتية عن طريق عدد من القنوات بحيث يكون عرض الحزمة الترددية لكل قناة 30 kHz بين كل محطة قاعدية (BS) و هاتف نقال (MS) .

٢-٣-١ تخصيص تردد نظام (AMPS):

تم تخصيص الحزمة الترددية لهذا النظام ابتداءً من 800 MHz لعدة أسباب أهمها:

١. الترددات الواطئة كانت محدودة و محجوزة من قبل أنظمة (FM) مثل التلفزيون و الراديو.

٢. أن استعمال مدى أكبر من 800 MHz يسبب توهين للإشارة وكثرة الأخطاء حيث أن تقنيات تصحيح الخطأ للنظام التماثلي في ذلك الوقت كانت في مهدها.

٣. أن هذا المدى لم يكن مستخدم في كثير من الأنظمة.

٢-٣-٢ قنوات (AMPS):

١. عرض الحزمة لنظام (AMPS) 50 MHz تقع ضمن حزمتين:

(824–849 MHz) and (869–894 MHz)

٢. تستخدم هذه الحزمتين للإرسال و الاستقبال في المنطقة الجغرافية الواحدة بحيث الحزمة الترددية لكل منهما 25 MHz .

٣. يفصل بين قنوات الإرسال و الاستقبال لكل محطة قاعدية 45 MHz .

٤. كل قناة تحتوي على إشارات صوتية تماثلية و إشارات تحكم .

٥. تتألف هذه الحزمتين من 667 قناة ابتداءً من (1–333) و من (334–666) بحيث تكون القنوات من{(313–333) ومن (334–354)} قنوات تحكم و بالتالي توجد 312 قناة صوتية و 21 قناة تحكم في كل حزمة.

٦. ترتبط كل 16 قناة صوتية بقناة تحكم مختلفة.

يستعمل نظام (AMPS) نوعان من إشارات التحكم:

٢-٣-٢-١ إشارة (SAT):

ترسل هذه الإشارة على القنوات الصوتية كل (250 ms) لضمان استمرارية الاتصال وجودته على الرابط المحجوز ، و لهذه الإشارة ثلاثة ترددات هي :

(5.97 kHz , 6 kHz and 6.03 kHz.)

٢-٣-٢-٢ إشارة (ST) :

هناك أربع إشارات من هذا النوع :

١. إشارة السماح بالإرسال: تستخدم هذه الإشارة للسماح للمستخدم بإدخال بيانات من لوحة المفاتيح أثناء المكالمة .

٢. إشارة التيقظ: ترسل هذه الإشارة للمتصل إلى حين الاستجابة من المتصل عليه.

٣. إشارة الانقطاع: ترسل هذه الإشارة لإعلام المتصل بانتهاء الاتصال.

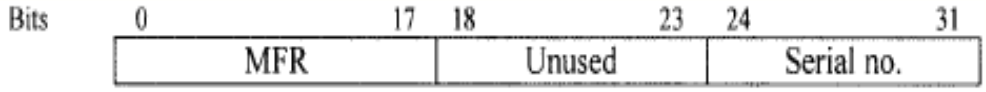
٤. إشارة تأكيد التسليم: ترسل هذه الإشارة من المتصل للشبكة عند طلب الانتقال من خلية إلى أخرى .

٢-٣-٣ مهام الشبكة:

قبل ذكر بعض مهام الشبكة نذكر أرقام التعريف التي تستعمل في أجهزة نظام (AMPS):

١. رقم التسلسل الإلكتروني (ESN) :

يتكون من 32 ثنائية (32-bit) يتم وضعه من قبل المصنع بحيث يحفظ في ذاكرة للقراءة فقط (ROM) بحيث يتعذر تغيير هذا الرقم.



شكل (٢-١): تركيبة (ESN)

كما يوضح الشكل هناك ثلاث أجزاء للرقم:

١. الجزء الأول (Serial no.) : ويشمل الثنائيات من 24 إلى 31 حيث يخزن بها رقم خاص بكل مصنع وعند نفاذ الأرقام يخصص للمصنع رقم آخر .

٢. الجزء الثاني (Unused): ويشمل الثنائيات من 18 إلى 23 تكون غير مستخدمة .

٣. الجزء الثالث (MFR): ويشمل الثنائيات من 0 إلى 17 تخصص لكل جهاز .

٢. الرقم المعرف للنظام (SID):

رقم يتكون من 15 ثنائية (15-bit) يشير إلى كل مشغلات نظام (AMPS)، وتستعمل في الإرسال من المحطة إلى الجهاز لإعلام الجهاز بالمشغل الذي يتبعه في حال وجود أكثر من مشغل للخدمة.

٣ . الرقم المعرف للهاتف النقال (MIN):

رقم يتكون من 34 ثنائية (34-bit) بحيث يكون رقم الهاتف النقال محتوي على عشرة أرقام وهو الرقم الذي يطلب عند الاتصال.

٢-٣-٣-١ بدء تشغيل الهاتف النقال:

بمجرد تشغيل الهاتف النقال تبدأ سلسلة من الأحداث تتلخص كما يلي:

الحادثة الأولى : يستلم الهاتف النقال الإعدادات الخاصة بمزود الخدمة التي يتبعها الهاتف النقال .

الحادثة الثانية: يجري الهاتف النقال عملية مسح لقنوات التحكم وعددها 21 للمشغل المختار ليحصل على رسائل السيطرة ويختار الرسالة المناسبة له.

الحادثة الثالثة: يستلم الهاتف النقال إشارة تحكم تحوي كل مكونات النظام اللازمة.

الحادثة الرابعة: الإشارة المستلمة من الحادثة السابقة تزود الهاتف النقال بالمعلومات التي يحتاجها لتحديث البيانات التي كانت في التشغيل السابق للهاتف النقال.

الحادثة الخامسة: يرسل الهاتف النقال أرقام المعرفات التي ذكرناها (MIN - ESN – SIDS).

الحادثة السادسة: يتم اختبار الأرقام السابقة للتأكد من أن الهاتف النقال تحت التغطية.

الحادثة السابعة: ترسل المحطة رسالة تحكم تؤكد معومات بدء التشغيل للهاتف النقال .

الحادثة الثامنة: يدخل الهاتف النقال إلى الحالة المثالية ويكون في حالة انتظار للمكالمات مع مراعاة أمرين:

أ- التزامن مع المحطة .

ب- معرفة موقع الجهاز للشبكة .

٢-٣-٣-٢ إعدادات إجراء الاتصال من الهاتف النقال:

إجراء الاتصال يوصف بعدة أحداث تتلخص فيما يلي:

الحادثة الأولى: يرسل الهاتف النقال إشارة إلى المحطة القاعدية تحتوي على (MIN - ESN – الرقم المراد الاتصال به).

الحادثة الثانية: المحطة القاعدية تمرر الرسالة إلى الشبكة لمعالجتها.

الحادثة الثالثة: المحطة القاعدية تشير للجهاز برقم القناة التي سيستخدمها لإجراء المكالمة الصوتية.

الحادثة الرابعة: المحطة القاعدية والهاتف النقال ينتقلان إلى القناة الصوتية.

الحادثة الخامسة: المحطة القاعدية ترسل إشارة تحكم بواسطة إشارة (SAT).

الحادثة السادسة: تم تأسيس الاتصال.

٢-٣-٣-٣ إعدادات الاتصال إلى الجهاز:

إجراء الاتصال يوصف بعدة أحداث تتلخص فيما يلي:

الحادثة الأولى: تمرر التعريفات الخاصة بالهاتف النقال إلى المحطة القاعدية.

الحادثة الثانية: معلومات التحكم تشمل عدد القنوات المستخدمة.

الحادثة الثالثة: يرد جهاز الهاتف النقال بإرسال رسالة تتعلق بتعريفاته الخاصة وبمعلومات تحكم أخرى.

الحادثة الرابعة: المعلومات المتعلقة بتردد إشارة (SAT) المستخدمة ترسل إلى الهاتف النقال.

الحادثة الخامسة: المحطة القاعدية والهاتف النقال ينتقلان إلى القناة الصوتية.

الحادثة السادسة: المحطة القاعدية ترسل إشارة تحكم بواسطة إشارة (SAT).

الحادثة السابعة: تم تأسيس الاتصال.

٢-٣-٣-٤ التسليم في الخلايا:

يمكن أن نصف التسليم في (AMPS) بعدد من الحوادث نلخصها كالتالي:

الحادثة الأولى: المحطة القاعدية تلبي طلبات الهاتف النقال عند نقصان قدرة الإرسال.

الحادثة الثانية: المحطة القاعدية ترسل طلب تسليم إلى مركز التحويل الرئيسي (MSC) التابع له.

الحادثة الثالثة: يأمر (MSC) المحطات القاعدية المجاورة للمحطة التي أرسلت طلب التسليم لقياس قـوة الإشـارة للهاتف النقال.

الحادثة الرابعة: تقوم المحطات المجاورة بإرسال المقاييس للإشارة إلى (MSC) و الذي بـــدوره يقـــوم باختيـــار المحطة القاعدية المناسبة للتسليم.

الحادثة الخامسة: يخصص (MSC) قناة عبور للتسليم.

الحادثة السادسة: توافق المحطة القاعدية على قناة العبور المختارة.

الحادثة السابعة: يرسل (MSC) رسالة تسليم إلى المحطة القاعدية.

الحادثة الثامنة: ترسل المحطة القاعدية رسالة تسليم إلى الهاتف النقال تحتوي على قناة العبور و مســـتوى القـــدرة للمحطة القاعدية التي ستنتقل إليها.

الحادثة التاسعة : يؤكد الهاتف النقال رسالة المحطة القاعدية و ينتقل إلى قناة العبور.

الحادثة العاشرة: يبدأ الهاتف النقال بالفحص و في النهاية يستقبل من المحطة القاعدية إشارة (SAT) الجديدة.

الحادثة الحادية عشر: يؤكد الهاتف النقال اتصاله بالقناة عن طريق إرسال إشارة (SAT).

الحادثة الثانية عشر : تؤكد المحطة القاعدية الجديدة التسليم لمركز التحويل الرئيسي(MSC).

٤-٢ تقنية (NMT) :

انتشرت هذه التقنية في عدة بلدان أوروبية و له إصدارين :

الإصدار الأول ينتشر في مدى 450 MHz و يسمى NMT-450

الإصدار الثاني ينتشر في مدى 900MHz و يسمى NMT-900

٢-٤-١ معمارية نظام (NMT):

نظام (NMT) يتكون من أربعة أجزاء أساسية:

١. السنترال (MTX).

٢. السجل الأساسي (HLR).

٣. المحطة القاعدية (BS).

٤. الهاتف النقال (MS).

تتحكم (MTX) و(HLR) في النظام و تمثل حلقة الوصل مع شبكة الهاتف الثابتة(PSTN).

المحطة القاعدية تكون على اتصال دائم مع (MTX) و يمكن أن يستفاد منها في معالجة الاتصال الإذاعي وتشرف على جودة الوصلة الإذاعية.

يمكن تقسيم (MTX) الواحدة إلى مجموعة مناطق تسمى (مناطق العبور) حيث يمكن الاستفادة من مجموعة المحطات القاعدية في عملية التقسيم بحيث تضم المنطقة الواحدة مجموعة من المحطات القاعدية . الحد الأعلى من المحطات القاعدية المكونة لمنطقة العبور لا تتجاوز 256 و يمكن أن يكون الهاتف النقال ثابت أو متحرك.

٢-٤-٢ إعدادات الاتصال بالهاتف النقال:

لإجراء الاتصال يجب أن ترسل إشارة التصفح بالتوازي من كل محطة قاعدية موجودة داخل منطقة العبور التي فيها الهاتف النقال، الهدف من هذه الفكرة هو توفير الوقت و الحمل على النظام.

٢-٤-٣ تخصيص الترددات لنظام (NMT):

الربط بين المحطة القاعدية و الهاتف النقال يكون عبر قنوات مزدوجة (Full duplex) التي تسمح لتبادل المعلومات بشكل آني في كلتا الاتجاهات، القنوات المزدوجة تستخدم بواسطة زوجين من قنوات الإرسال والاستقبال ، في (NMT 450) توجد 180 قناة تفصل بينها 25 kHz ويوجد لدينا حزمة إضافية من الترددات

يمكنها توفير 20 قناة في كل من الإرسال والاستقبال . بهذا يكون مجموع القنوات المستخدمة 359 قناة وبإضافة القنوات الإضافية تصبح 399 قناة .

٢-٤-٤ قنوات (NMT):

هناك أربعة قنوات مستخدمة في نظام (NMT) وهي:

١. قناة الاتصال (CC).
٢. قناة المرور (TC).
٣. قنوات المرور والاتصال المشترك (CC / TC).
٤. قناة البيانات (DC).

٢-٤-٤-١ قناة الاتصال:

- في كل محطة قاعدية لنظام (NMT) يستخدم قناة اتصال واحدة، و هي تستخدم لنقل الإشارة المستمرة للمحطة القاعدية المرسلة ويجب أن تكون المحطة القاعدية معرفة عند الهاتف النقال.
- الهاتف النقال يكون ضمن خلية المحطة القاعدية التي تنتمي إلى مجموعة محطات قاعدية في قناة اتصال واحدة.

٢-٤-٤-٢ قناة العبور:

- الغرض منها هو تمرير الصوت.
- يمكن أن تكون قناة العبور على ثلاث حالات:

١. حالة (Free Marking) و هي الحالة التي تستعمل فيها قناة المرور بشكل رئيسي للاتصال بالهاتف النقال.

٢. حالة (Busy) و هي الحالة التي تكون فيها قناة المرور محتلة من قبل مكالمة صوتية أخرى.

٣. حالة (Idle) و هي الحالة التي لم تحتل فيها قناة المرور.

٢-٤-٤-٣ قنوات المرور والاتصال المشترك:

يمكن استخدام القناة (CC) كقناة عبور وكقناة اتصال ونستفيد من هذه الخاصية عند انشغال قنوات العبور وقد يؤدي هذا أحيانا إلى فقد المكالمات.

٢-٤-٤-٤ قناة البيانات:

تستعمل هذه القناة لنقل بيانات الطاقة إلى (MTX) ويستفاد من هذه المعلومات في عملية التسليم .

٢-٤-٥ مهام الشبكة:

٢-٤-٥-١ التصفح:

يستعمل في تحديد موقع النقال ويغطي جميع قنوات الاتصال وفي حال عدم التعرف على موقع الجهاز النقال تقوم هذه العملية بالبحث مرة أخرى في كل مناطق (MTX).

تكرر العملية إلى أن يجد الجهاز المطلوب.

٢-٤-٥-٢ التسليم:

قبل أن يتم التسليم يتم اختبار جودة الاتصال فإن كانت ضعيفة يتم البحث عن محطة قاعدية أخرى وإن وجدت هذه المحطة الأقوى يتم التسليم وتقوم (MTX) بتنبيه الهاتف النقال بتغيير التردد المستعمل إلى التردد الجديد ، بعد نجاح عملية التسليم يتم تحرير القناة القديمة.

في حال عدم توفر المحطة ذات الجودة الأعلى فإن الاتصال يبقى مستمراً في نفس المحطة إلـــى أن يـــتم إيجـــاد المحطة الأجود ، تكرر هذه العملية من 20 إلى 30 مرة وفي حال عدم الحصول على محطة جديدة بعد هذا كأن يكون المتصل يتجه بعيدا فإن الاتصال يقطع .

فعملية التسليم تتضمن:

١- البحث عن قناة أفضل للاتصال.

٢- الإشراف على القناة الجديدة.

٣- نقل الاتصال إلى هذه القناة الجديدة.

٢-٤-٦ التسليم داخل الخلايا:

عندما يتعرض الهاتف النقال لعملية تداخل تقوم المحطة القاعدية بتسليم المكالمة من قناة العبور الحالية إلـــى قنـــاة عبور أخرى ويؤدي هذا إلى تحسين دقة الاتصال.

٢-٤-٧ طابور التسليم:

عند ازدحام القناة نتيجة لزيادة الحمل عليها تصعب عملية التسليم . طابور التسليم حاول حل هذه المشكلة بحيـــث يقوم (MTX) بقياس قوة الإشارة ثم يقوم باختيار أول وثاني محطة قاعدية على التوالي كأفضل بدائل للمحطـــة القاعدية الحالية وعند عملية التسليم يتم اختيار القناة الثانية إذا كانت القناة الأولى مشغولة فـــإذا كانـــت المحطـــة القاعدية الثانية لا تمتلك قناة مرور فسيتأخر التسليم وستحاول مع محطة قاعدية أفضل بفترة من الوقت تتـــراوح بين 0 و 10 ثوان فإذا لم يكن هناك قنوات عبور متوفرة أثناء فترة الانتظار فإن عملية التسليم تنتهي والاتصـــال يستمر على القنوات القديمة في المحطة القاعدية السابقة.

٢-٤-٨ تحديث بيانات الموقع:

تستخدم هذه الوظيفة لتتبع الهاتف النقال في الشبكة وتشمل جزأين :

١. تحديث آلي للموقع من الهاتف النقال.

٢. تحديث بيانات الموقع في (MTX).

٢-٤-٩ تحديث عملية التجوال:

كل مشترك بهاتف نقال مسجل بشكل دائم في سجل (HLR) بحيث تكون المعلومات المتعلقة بالمشترك مخزونة في السجل وحينما يتجول المشترك في منطقة خدمة (MTX) أخرى يتم تحديث المعلومات المتبادلة بين (MTX) وبين (HLR) .

٢-٤-١٠ منطقة الخدمة:

هذا الإجراء يتضمن تعريف حدود المنطقة الجغرافية داخل أي نقال وذلك لتقييد حركة المشتركين.

٢-٤-١١ عمليات الشبكة:

يستطيع مشتركو نظام (NMT) إجراء واستقبال المكالمات لمشتركين في نفس النظام أو نظام آخر.

٢-٤-١٢ البحث عن قناة الاتصال:

يبدأ اختيار القناة عشوائياً و منها يبدأ البحث عن قنوات أخرى و يقوم بتجربتها ،عند إجراء أول عملية بحث يعمل الهاتف النقال عند حساسية منخفضة و ذلك حتى لا يلتقط الإشارات الضعيفة و إنما الإشارات القوية منها فإذا لم

يجد إشارات أثناء البحث يقوم بإعادة البحث بحساسية أعلى فإذا لم يجد يقوم بالبحث للمرة الثالثة بحساسية كاملة وعندما يجد قناة الاتصال

يقوم بعمل مقارنة مع المعلومات التي خزنت في الذاكرة ، فإذا كانت الذاكرة فارغة أو تحتوي معلومات أخرى فإنها تقوم بتجديد الاتصال إلى (MTX) عبر قناة العبور .

على أية حال، فإن الهاتف النقال يجب أن يدقق في كل الترددات الموجودة في حزمة قناة الاتصال لكي يجد دقة عالية في قناة الاتصال عند عدم توفر قناة اتصال فإن النقال يبحث عن قناة اتصال في مناطق أخرى.

٢-٤-١٣ جودة الإرسال:

تهدف هذه الوظيفة لضمان أفضل دقة إرسال محتملة خلال عملية الاتصال بصرف النظر عن حركة المشترك ضمن منطقة الخدمة . ويتم ذلك باختيار محطة القاعدة الأكثر ملائمة لخدمة الهاتف النقال، هذا الاختيار مستند على قوة الإشارة الحالية وعلى كل (BSs) مجاور.

جودة الإرسال تعتمد على:

١. قوة الإشارة الحاملة للهاتف النقال.

٢. قياس إشارة الضوضاء (SNR) المرسلة من قبل المحطة القاعدية.

٢-٤-١٤ إغلاق القنوات المتأثرة بالضوضاء:

عند دخول الضوضاء على أي قناة عبور فإنه يتم إغلاق القناة ولا تستخدم للتسليم و العبور (Block).

٢-٤-١٥ الاستقبال المتقطع:

غرض هذه الخدمة هو توفير الطاقة عندما لا يكون هناك اتصال ويتم ذلك عن طريق إغلاق كافة مهام النقال ماعدا الساعة.

٢-٤-١٦ أمنية (NMT):

الأمنية هي مطلب رئيسي في كل الشبكات ويوفر نظام (NMT) الأمنية من خلال الوظائف التالية:

٢-٤-١٦-١ مراقبة هوية الهاتف النقال:

يسمح للهاتف النقال المخول له بالاستخدام و يمنع الهاتف النقال الغير مخول له عن طريق كلمة سر تعبر عن هوية الهاتف النقال التي تكون مخزونة في (HLR)، جزء من كلمة السر يعبر عن هوية الهاتف النقال و هو عبارة عن

3 أرقام وأيضاً تكون معرفة لرموز الأمنية،

تفحص كلمة السر من خلال المكالمات من و إلى الهواتف النقالة وأيضاً من خلال الرسائل، عندما تكتشف أن كلمة السر خاطئة لا تتم عملية الاتصال و أيضاً لا تتم عملية التجوال.

٢-٤-١٦-٢ أمنية هوية المشتركين (SIS):

- تحسن أمنية هوية المشتركين عن طريق 3 أرقام من كلمة السر كما ذكرنا سابقاً.

حيث تحميهم من الاستعمال الغير شرعي لأجهزتهم من خلال آلية معينة تدعى نظرية (Challenge - Response) تكون بين الهاتف النقال و (MTX).

٢-٤-١٦-٣ منع نداء تابع لموقع آخر:

فكرة هذه الطريقة أن تهمل موقع (MSs) طالما أنه في منطقة الخدمة (MTX) أو منطقة العبور، يمكن وضع قيود على الاتصال الخارجي و على التجوال و هذا يستفاد منه تجارياً.

٢-٤-١٦-٤ رمز (PIN):

يضيف نظام (NMT) طريقة أمنية جديدة من خلال استعمال رمز سري في الهاتف النقال يعرف برقم الهوية الشخصية (PIN) و يمكن أن يستعمل في السيطرة على نظام التجوال ويمكن أيضاً أن يستعمل للسيطرة على منع الاتصال الخارجي أو المحلي ومن خلاله يمكن أن يسيطر المشترك نفسه على نوع المنع الذي يرغبه و ذلك بتضمين بعض الشفرات الخاصة مع شفرة (PIN).

الباب الثالث

الجيل الثاني

GSM

٣-١ مقدمة:

مع تطور التقنية الرقمية والطلب المتزايد على الهاتف الجوال تم بناء الجيل الثاني من الاتصالات المتنقلة في أواخر الثمانينيات وبداية التسعينيات من القرن الماضي ، حيث يمتاز هذا الجيل بتقديم خدمات عالية الجودة بتكلفة منخفضة كما إن سعة هذا النظام تعادل أضعاف سعة النظام التماثلي.

٣-٢ أشهر شبكات الجيل الثاني:

١. (GSM):

بدأ هذا النظام بالعمل في عام 1991 م بتردد 900 MHz في أوربا و اعتمد على تقنية (TDMA).

٢. (IS-54):

بدأ هذا النظام بالعمل في آخر سنة 1991 م في الولايات المتحدة ثم أعيد تسمية هذا النظام إلى (DAMPS) Digital AMPS وهو عبارة عن امتداد للنظام التماثلي حيث يسمح لثلاث مستخدمين باستبدال القناة التماثلية المستخدمة من شخص واحد بحيث تدعم ثلاث مستخدمين وذلك باستخدام تقنية (TDMA) إضافة إلى تقنية (FDMA).

٣- (IS-95):

ظهر هذا النظام في الولايات المتحدة وقد اعتمد على تقنية (CDMA).

٣-٣ أهداف يسعى لتحقيقها الجيل الثاني:

١. التجوال الدولي.

٢. السعة الضخمة.

٣. تقنيات التشفير الرقمية.

٤. مقاومة الضوضاء والتداخل.

٥. خدمات محسنة.

٦. الاستهلاك المنخفض للكهرباء.

٧. محطات طرفية ذات وزن خفيف، متينة ، بحجم الجيب.

٨. إرسال رقمي متعدد الوصول بتقسيم الزمن.

٣-٤ النظام الشامل للاتصالات المتنقلة (GSM):

- تم تدشين أول شبكة من هذا النوع في عام 1991 م وكانت كلمة (GSM) تشير إلى Group Special Mobile ثم في عام 1992 م تم تسمية النظام لأسباب تسويقية إلى الاسم الحالي Global System for Mobile Communications .
- بدأت هذه التقنية بالانتشار حول العالم بشكل كبير حتى بلغ عدد المشتركين في هذه الخدمة أكثر من ثلاثمائة مليون مشترك في كافة أنحاء العالم.
- تم وضع هذا النظام من قبل (ETSI) منظمة المواصفات القياسية الأوروبية للاتصالات.
- تطور هذا النظام في عام 1996م إلى النظام (DCS) الذي لا يختلف عن نظامنا كثيرا إلا في التردد حيث أن تردده 1800 MHz.

٣-٤-١ مواصفات نظام (GSM):

١- التردد المستخدم هو 900 MHz أو 1800 MHz

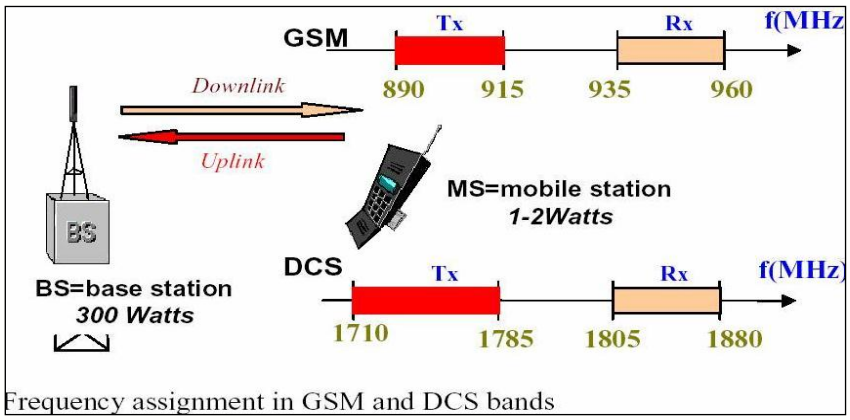
٢- تصل سرعة الإرسال فيه إلى 160 Kbps .

٣- قطر الخلية يصل مداه إلى 8 كيلومتر للنظام(1800 MHz) ويصل مداه إلى 30 كيلومتر لنظام (900 MHz).

٤- تتوزع الترددات فيه بالشكل الآتي:

الترددات من 890 MHz إلى 915 MHz (Uplink)

الترددات من 935 MHz إلى 960 MHz (Downlink)



شكل (٣-١): ترددات النظامين GSM و DCS

٣-٤-٢ مكونات نظام (GSM):

٣-٤-٢-١ الهاتف النقال (MS):

يستعمل من قبل المشترك ليتمكن من الدخول إلى نظام (GSM) ويعرف كل جهاز برقم هوية يخزن بشكل دائم .

كما يوجد هناك رقم هوية لكل مشترك لتعريف المشترك ، يوجه النظام المكالمات وينجز الفاتورة مستنداً على

هوية المشترك المخزنة في شريحة الهاتف وبمجرد إدخال المشترك الشريحة في الجهاز يكتشف الموقع الجديد ويسمح بتوجيه المكالمات له .

٣-٤-٢-٢ المحطة القاعدية (BS):

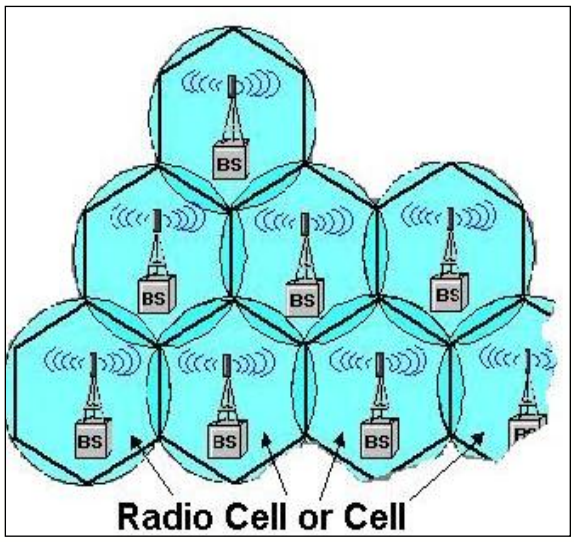
وتنقسم المحطة القاعدية إلى:

١. محطة الإرسال القاعدية (BTS):

تستخدم لنقل التغطية الإذاعية لخدمة خلية واحدة ولها رمز هوية يعرفها بين 64 خلية مجاورة وتوجد عدة محطات إرسال في نفس الموقع.

٢. وحدة التحكم في محطات القاعدة (BSC):

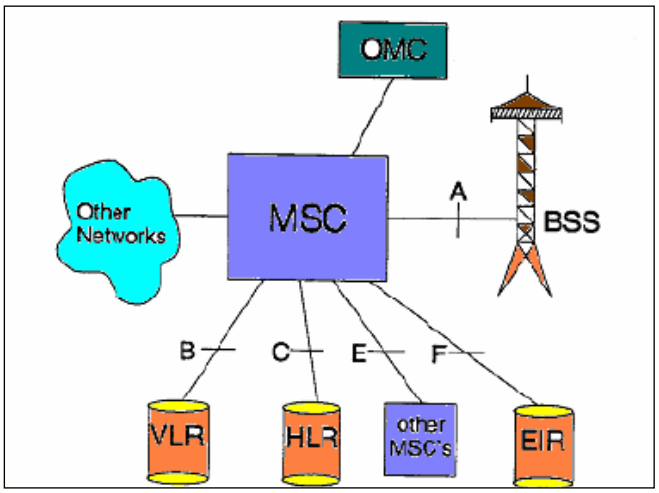
تتحكم في وحدة محطة إرسال أو أكثر عادة ما تكون بين 20 و 30 وحدة من (BTS) ويربط بينهم بما يسمى بوصلة A-bit وهي الوصلة الرئيسية التي يمكن من خلالها التأكد من التوصيل بين (BSC) و (MSC).



شكل (٣ – ٢) : شكل الخلايا الراديوية

٣-٤-٢-٣ مركز التبديل للمتنقلات (MSC) :

وهو المسئول عن وظائف التحويلات التلفونية للشبكة كما ذكرنا سابقا.



شكل (٣-٣): وظائف (MSC)

٣-٤-٢-٤ مسجل الموقع المحلي (HLR):

يحتوي على بيانات المستخدمين وخدمات المشتركين، ويتم تعبئته من قبل الشركة المزودة للخدمة و يحتوي على:

١. هوية المشترك.

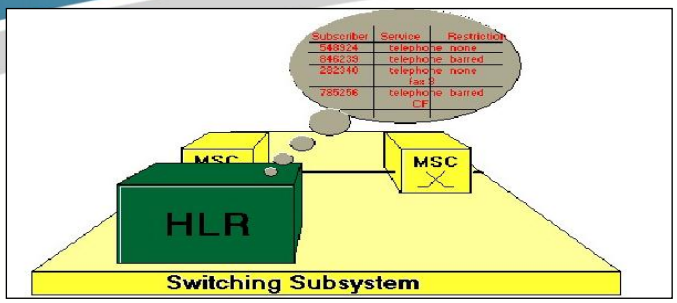
٢. دليل أرقام متنقلات الشبكة الرقمية.

٣. معلومات الاشتراك في الخدمات.

٤. قيود الخدمات.

٥. الخدمات الإضافية.

٦. معلومات الموقع لتوجيه المكالمة .

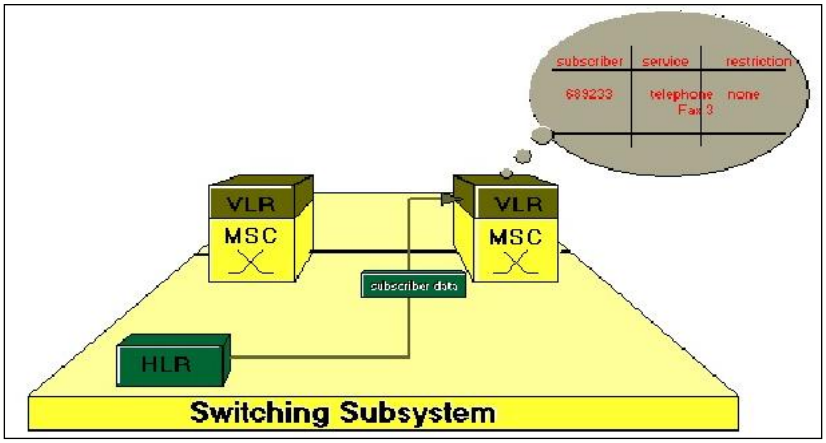


شكل (٣-٤) : محتويات (HLR)

٣-٤-٢-٥ مسجل الموقع الزائر (VLR):

ويحتوي على ذاكرة تقوم بتخزين البيانات من (HLR) مؤقتاً طالما أن المستخدم داخل نطاق (MSC) ويحتــوي هذا المسجل على:

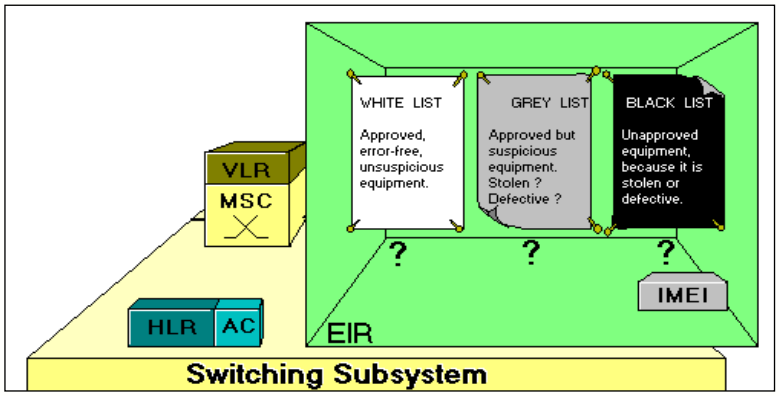
- هوية المشترك المؤقتة.
- رقم لتوجيه المكالمات أثناء التجوال.
- معلومات عن الموقع الذي به الهاتف النقال.
- نسخة من بيانات المشتركين من مسجل الموقع المحلي.



شكل (٣-٥) : طريقة نقل البيانات إلى (VLR)

٣-٤-٢-٦ مسجل هوية المعدات (EIR):

يحتوي على قائمة هويات الأجهزة المتنقلة وقائمة الأجهزة التي هي تحت الملاحظة أو المشبوهة وعندما يقوم المستخدم بالإبلاغ عن سرقة جهازه يوضع رقم الجهاز في القائمة السوداء أما إذا كان الجهاز تحت المراقبة فيوضع تحت القائمة الرصاصية وباقي المستخدمين العاديين في القائمة البيضاء وكل هذه البيانات تحفظ داخل (EIR) لاستخدامها عند الحاجة.



الشكل (٣-٦) :محتويات (EIR)

٣-٤-٢-٧ مركز التوثيق (AUC):

يرتبط عمله مع كل من مسجل الموقع المحلي(HLR) و مركز التشغيل و الصيانة (OMC) ويحتوي على بيانات توثيق المشترك.

٣-٤-٢-٨ مركز التشغيل و الصيانة (OMC):

وهو أهم عناصر السيطرة و المراقبة على عناصر الشبكة الأخرى ويقوم المهندسون المختصون بالإشراف على الشبكة وسير المكالمات وبالتالي عند حدوث أي خطأ تتم عملية الإصلاح لديهم إذا كان العطل بسيط ولا يستوجب إرسال مهندس إلى مركز العطل ، كما أن من وظائفهم الأعداد لمحطات جديدة وتحديد الترددات التي ستعمل عليها في الإرسال والاستقبال.

ينقسم مركز التشغيل و الصيانة إلى منطقتين وظيفيتين رئيسيتين هما:

١. جزء التحويل (OMC-S) / يقوم بإدارة وظائف التحويل أو التبديل في الشبكة.

٢. جزء الراديوي(OMC-R) / يقوم بإدارة وظائف المحطات القاعدية للشبكة.

٣-٤-٢-٩ القنوات المنطقية :

يتكون نظام (GSM)من نوعين من القنوات النوع الأول قنوات النقل (Traffic Channel) و يرمز لها (TCH) وهذه القنوات تحمل مكالمة المشترك و بياناته مشفرة والنوع الثاني قنوات التحكم (Control Channel) و يرمز لها (CCH) وهذه القنوات تحمل أوامر التأشير و التزامن بين المحطة القاعدية و المحطة المتنقلة.

٣-٤-٢-٩-١ قنوات التحكم:

يوجد في نظام (GSM) ثلاث قنوات تحكم رئيسة تضم كل واحدة منها عدة قنوات منطقية فرعية لتوفير التحكم المطلوب في نظام (GSM) وهي كالتالي:

١. قنوات البث (BCH):

تستخدم هذه القنوات كدليل لكل جوال موجود في جوار المحطة القاعدية حتى يتعرف عليها ثم يرتبط بها إن كانت هي الأقرب ، كما توفر التزامن لجميع المحطات المتنقلة داخل الخلية و تقوم المحطات المتنقلة في الخلايا المجاورة باستكشافها بصفة دورية و استقبال مستوى طاقتها الذي على أساسه يقرر التسليم من خلية إلى أخرى.

وتتكون قناة (BCH) من ثلاث قنوات متفرقة هي كالتالي:

- **قناة تصحيح التردد (FCCH):**

ترسل هذه القناة الإشارة على شكل موجة جيبيه (sin wave) لتمكن جهاز المشترك من توحيد تردده مع تردد المحطة القاعدية للخلية.

- **قنوات الموائمة أو التزامن (SCH):**

تستعمل هذه القناة لضمان أن المحطة القاعدية التي تم اختيارها هي محطة قاعدية لنظام (GSM). تحتوي (SCH) على معلومات عن هوية المحطة القاعدية (BSIC) التي تخص المحطة القاعدية التي تم اختيارها، ولا يمكن لهذه الهوية أن تفك الشفرة إلا إذا كانت المحطة القاعدية تنتمي إلى شبكة (GSM).

- **قناة ضبط البث (BCCH):**

وهي قناة تستخدم لإذاعة معلومات تخص تعريف الخلية و الشبكة و خصائص عمل الخلية مثل هيكلة قناة التحكم الحالية و تهيئة القنوات و الازدحام داخل الخلية، كما تذيع قائمة بالقنوات التي تستعمل داخل الخلية.

٢. قنوات التحكم المشتركة (CCCH):

هي قنوات التحكم ذات الاستعمال الأكثر شيوعاً و تستخدم لنداء مشتركين محددين و تمد مشتركين آخرين بقنوات التأشير و تستقبل طلبات الخدمة من المحطات المتنقلة.

تشمل قنوات (CCCH) ثلاثة أنواع من القنوات المختلفة يمكن أن نفصل فيها كالتالي:

- **قناة النداء (PCH) :**

وهي قناة توصل إشارات النداء من المحطة القاعدية إلى كل المحطات المتنقلة في الخلية و تنبه محطة متنقلة محددة بقدوم مكالمة من شبكة الهاتف ، فقناة (PCH) تنقل (IMSI) للمشترك المطلوب كما تنقل بالتوازي أيضاً طلب للمحطة المتنقلة المطلوبة بإرجاع الإفادة بالقبول عن طريق قناة (RACH).

- **قناة المسلك العشوائي (RACH) :**

وهي قناة تستعمل من قبل المحطة المتنقلة لنقل تعريفها للنداء الخاص بها الذي بثته قناة (PCH) و تستخدم أيضاً لبدء المحادثة، و على كل محطة متنقلة أن تطلب مسلكاً للدخول للشبكة أو تجيب على تنبيه قناة (PCH) ، و لإرساء الخدمة للمحطة المتنقلة فإن المحطة القاعدية يجب أن تجيب إرسال (RACH) برصد قناة حركة للمحطة

المتنقلة وإلحاق في نفس الوقت ما يسمى بقناة تحكم مكرّسة قائمة لذاتها (SDCCH) و ذلك لاستعمالها للتأشير أثناء المحادثة وهذا الربط يؤكد من طرف المحطة القاعدية عن طريق قناة (AGCH).

- **قناة منح الدخول (AGCH) :**

و هي تستعمل من قبل المحطة القاعدية لتهيئة الربط مع المحطة المتنقلة كما أنها تحمل بيانات للمحطة المتنقلة للعمل على قناة فيزيائية معينة متحدة مع قناة تحكم مخصصة.

(AGCH) هي آخر رسالة من نوع (CCCH) ترسلها المحطة القاعدية قبل أن ينتقل المشترك من قناة التحكم إلى قناة الحركة.

٣. قنوات التحكم المخصصة (DCCH):

يمكن تقسيم قنوات التحكم المخصصة إلى الثلاثة أنواع التالية:

- **قنوات تحكم مخصصة قائمة بذاتها (SDCCH):**

وهي قنوات تحمل بيانات التأشير مباشرة بعد الربط بين المحطة المتنقلة و المحطة القاعدية و قبل أن تصدر المحطة القاعدية قناة حركة (TCH) خاصة للمحطة المتنقلة.

- **قناة التحكم المرتبطة البطيئة (SACCH):**

و هي قنوات غالباً ما تكون مصاحبة إما لقنوات (TCH) أو قنوات (SDCCH) و تشكل على نفس القناة الفيزيائية وتستخدم هذه القناة في نقل بيانات المراقبة بين المحطة المتنقلة والمحطة القاعدية.

- **قناة التحكم المرتبطة السريعة (FACCH):**

هذه القناة تحمل الرسائل العاجلة وتحوي في الأساس على نفس نوع المعلومات التي تحملها القناة البطيئة (SDCCH) وتتحدد قنوات (FACCH) عندما لا يكون هناك تحديد سابق لقناة (SDCCH) لمستخدم معين وتكون هناك معلومة ملحة كطلب التسليم.

٣-٤-٢-٩-٢ قنوات النقل أو المرور (TCH):

تستعمل هذه القنوات لنقل الصوت و البيانات الرقمية إما بمعدل نقل كامل أو معدل نقل نصفي و يمكن أن نفصلها بالشكل التالي:

١. قنوات الحركة ذات معدل النقل الكامل (TCH / F):

- **قناة المحادثة ذات معدل نقل كامل (TCH / FS):**

وهي قناة لنقل الصوت الذي تم تحويله إلى إشارة رقمية بمعدل نقل 13 kbps و بإضافة تشفير القناة الخاص بنظام (GSM) يصبح المعدل الكلي لنقل القناة 22.8 kbps .

- **قناة البيانات ذات معدل نقل كامل بمقدار 9600 bps (TCH / F9.6):**

وهي قناة لنقل البيانات بمعدل نقل 9600 kbps و بإضافة تشفير تصحيح الخطأ حسب مواصفات نظام (GSM) يصبح المعدل الكلي لنقل القناة 22.8 kbps .

- **قناة البيانات ذات معدل نقل كامل بمقدار 4800 bps (TCH / F4.8):**

وهي قناة لنقل البيانات بمعدل نقل 4800 kbps و مع إضافة تشفير تصحيح الخطأ حسب مواصفات نظام (GSM) يصبح المعدل الكلي لنقل القناة 22.8 kbps .

- **قناة البيانات ذات معدل نقل كامل بمقدار 2400 bps (TCH / F2.4):**

وهي قناة لنقل البيانات بمعدل نقل 2400 kbps و مع إضافة تشفير تصحيح الخطأ حسب مواصفات نظام (GSM) يصبح المعدل الكلي لنقل القناة 22.8 kbps .

٢. قنوات الحركة ذات معدل النقل النصفي (TCH / H):

قناة المحادثة ذات معدل نقل نصفي (TCH / HS):

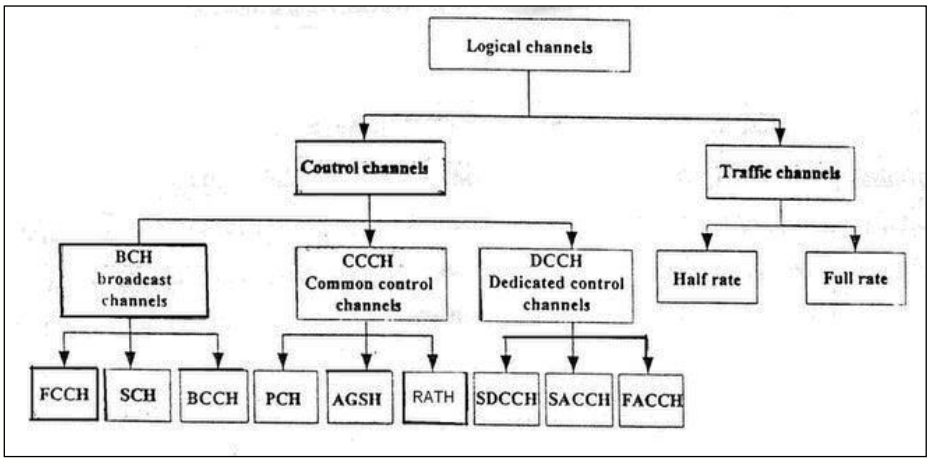
وهي قناة لنقل الصوت الذي تم تحويله إلى إشارة رقمية بمعدل نقل قناة (TCH / F) أي 7 kbps تقريباً و مع إضافة تشفير القناة الخاص بنظام (GSM) يصبح المعدل الكلي لنقل القناة 11.4 kbps

- **قناة البيانات ذات معدل نقل نصفي بمقدار 4800 bps (TCH / H4.8):**

وهي قناة لنقل البيانات بمعدل نقل 4800 kbps و مع إضافة تشفير تصحيح الخطأ حسب مواصفات نظام (GSM) يصبح المعدل الكلي لنقل القناة 11.4 kbps .

- **قناة البيانات ذات معدل نقل نصفي بمقدار 2400 bps (TCH / H2.4) :**

وهي قناة لنقل البيانات بمعدل نقل 2400 kbps و مع إضافة تشفير تصحيح الخطأ حسب مواصفات نظام (GSM) يصبح المعدل الكلي لنقل القناة 11.4 kbps .

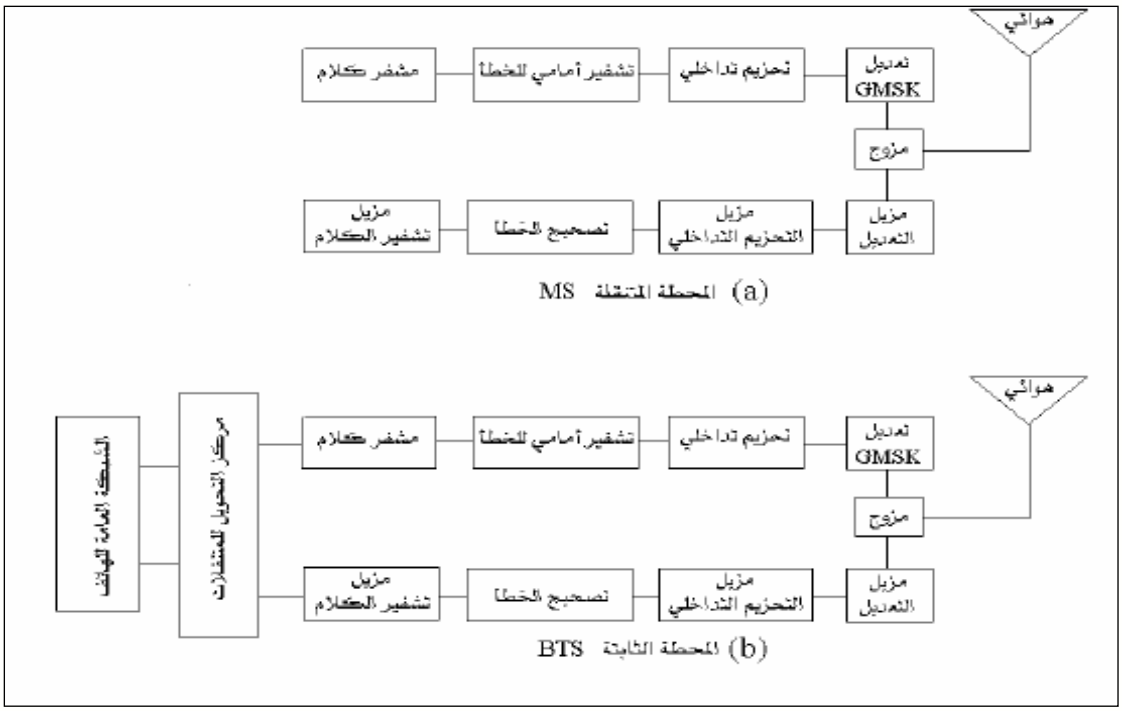


شكل (٣-٧) قنوات نظام (GSM)

٣-٤-٣ خطوات الإرسال في نظام (GSM):

الشكل التالي يوضح خطوات الإرسال و الاستقبال ففي الهاتف النقال تتم عملية الإرسال كما هو موضح في الجزء الأول من الشكل بتحويل الصوت إلى معلومات خلال مشفر الصوت ثم يشفر جزء منها في مشفر القناة ثم تتم عملية التحزيم الداخلي ثم عملية التعديل بعد ذلك تكون الإشارة جاهزة للإرسال حيث تمرر عبر المزوج الذي يفصل بين إشارتي الإرسال و الاستقبال و يتم إرسالها عبر الهوائي ، و في الاستقبال تتم عمليات معاكسة لما تم في الإرسال.

و في المحطة القاعدية تتم نفس عمليات الإرسال و الاستقبال كما في الهاتف النقال إلا أن الدخل في حالة الإرسال و الخرج في حالة الاستقبال يكون عبر مركز التحويل للمتنقلات و المتصل بالشبكة العامة للهاتف.



شكل (٣– ٨): خطوات الإرسال و الاستقبال في نظام (GSM)

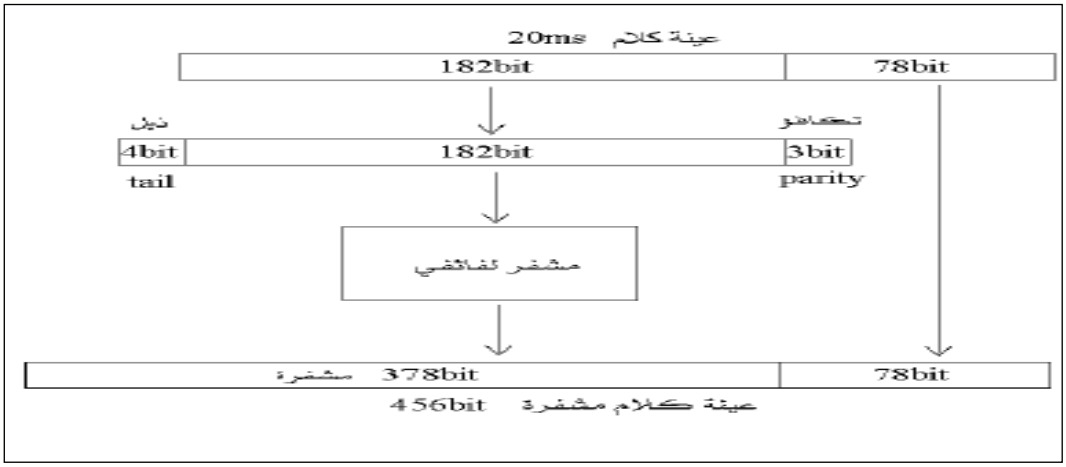
٣-٤-٤ حلول لمشاكل الإرسال في نظام (GSM):

بما أن أغلب المشاكل التي تقف أمام الاتصال اللاسلكي هي ظواهر طبيعية لا يمكن إزالتها كان لابد علينا أن نوجد حلول بحيث نستطيع من خلالها أن نتكيف و نتعامل معها و ذلك بوضع حلول في أنظمة الاتصالات اللاسلكية تساعد على القضاء أو التقليل قدر الإمكان من الأخطاء الناتجة عن هذه المشاكل و التي قد تؤثر على جودة الاتصال.

ومعظم هذه الحلول تتضمن اتخاذ بعض الإجراءات في كل من الإرسال و الاستقبال منها ما هو خاص بتوزيع الوقت و إدخال بعض الأساليب لحماية المعلومات و تشفير الصوت و تشفير الوقت و التغيير المستمر للقنوات المستخدمة و توزيعها على الخلايا بطريقة تضمن عدم تكرار نفس التردد في الخلايا المتقاربة لمنع التداخل بينها ومنها ما هو خاص بترتيب أوضاع الهوائيات و توزيعها بطرق تمنع التداخل و تمنع توهين الإشارة.

٣-٤-٤-١ تشفير القناة:

يتم تشفير القناة لضمان الحماية و الخصوصية ففي نظام (GSM) مثلا تدخل معلومات الصوت إلى مشفر القناة و هي مكونة من أجزاء تمثل عينات مشفرة للصوت لفترة 20ms لكل عينة و كل جزء يمثل بواسطة 260 bit حيث يقسم كل جزء إلى جزأين: الجزء الأول يحتوي على 182 bit و هو الأهم و الثاني 78 bit و يتم تشفير الأول بإضافة 4 bit كذيل و 3 bit للتكافؤ ثم يشفر الناتج و هو 189 bit بطريقة التشفير اللفائفي بمعدل 1/2 و بذلك يكون الناتج 387 bit تضاف مرة أخرى للجزء الثاني 78 bit الذي لم يشفر و بذلك يكون الناتج النهائي 456 bit تمثل عينة صوتية مدتها 20 ms .



شكل (٣-٩) خطوات تشفير القناة المتبعة في نظام (GSM)

٣-٤-٤-٢ مباعدة الهوائيات:

تستخدم هذه الطريقة في نظم الاتصالات اللاسلكية لتحسين قدرة الإشارة المستقبلة من غير الحاجة إلى زيادة قدرة الإرسال أو زيادة عرض الحزمة الترددية. تعتمد فكرة هذه الطريقة على استقبال و تركيب أكثر من عينة للإشارة بطريقة تحسن قدرة و أداء جهاز الاستقبال و له عدة طرق :

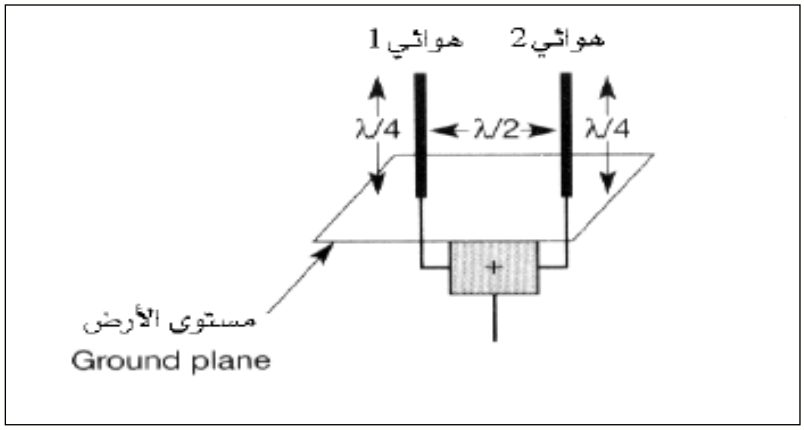
١. التباعد الزمني .

٢. التباعد الإتجاهي .

٣. التباعد الترددي

٤. التباعد المكاني

وأهمها و أكثرها استخداما هو التباعد المكاني و طريقته هي استخدام هوائي استقبال مكون من وحدتين متماثلتين كل منهما ثنائي قطب يفصل بينهما مسافة أكبر من نصف طول الموجة وحيث أن طول الموجة لا يزيد عن متر واحد في نطاق الترددات المستخدمة للاتصالات اللاسلكية المتنقلة فإنه يمكن استخدام التباعد المكاني لأن المسافة ستكون في حدود 10cm .



شكل (٣–١٠) مثال على استخدام التباعد المكاني للهوائيات

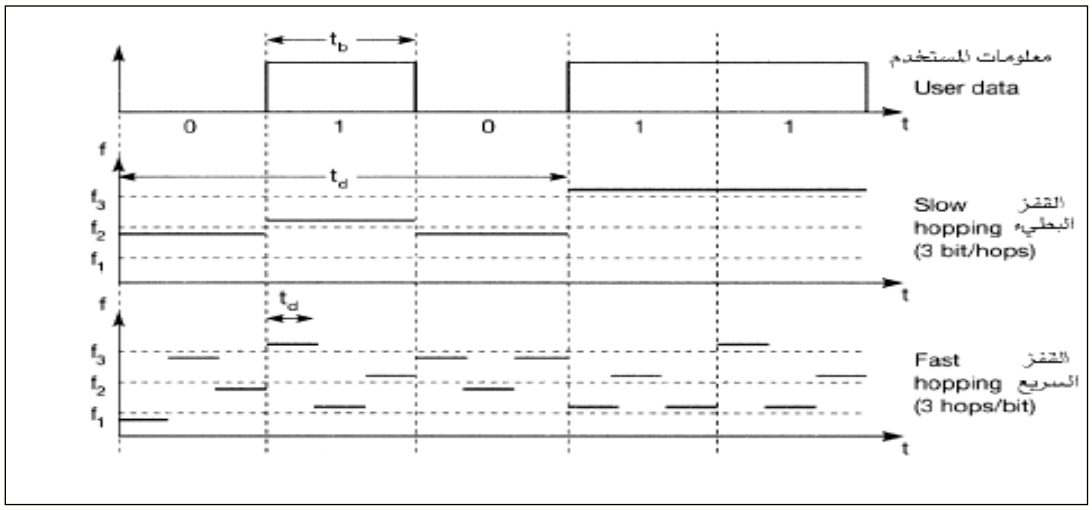
٣–٤–٤–٣ القفز الترددي:

هو طريقة اختيارية في الاتصالات اللاسلكية ليحد من تأثير التداخل بين المستخدمين لنفس القناة الترددية و كذلك تقليل الأخطاء الناتجة عن تعدد المسارات ، نجد أن نظام (GSM) يستخدم أنواع من التقسيم هي (FDMA) و (TDMA) و بذلك فإن عدد المستخدمين لنفس القناة الترددية يصل إلى 8 مستخدمين في نفس الوقت و يوزع الوقت بين المستخدمين بحيث يعطى كل منهم 577 s و باستخدام القفز الترددي فإن التردد المخصص لمستخدم معين يتغير باستمرار وبذلك ينتقل المستخدم خلال المكالمة الواحدة إلى قنوات مختلفة يصل عددها 124 قناة، و يتم الانتقال من قناة إلى قناة بمعدل زمني ثابت متفق عليه بين المرسل و المستقبل و يكون الفرق الترددي بين uplink و downlink ثابت دائما وهو 45 MHz.

و هناك نوعين من القفز الترددي هما:

١. القفز الترددي البطيء/ و فيه تتغير القناة الترددية بعد عدة تغيرات للمعلومة الرقمية .

٢. القفز الترددي السريع / و فيه تتغير القناة عدة مرات خلال المعلومة الرقمية الواحدة.



شكل (٣-١١): مثال على نوعية القفز الترددية

٣-٤-٥ تحويل الإشارة التماثلية إلى رقمية في نظام (GSM):

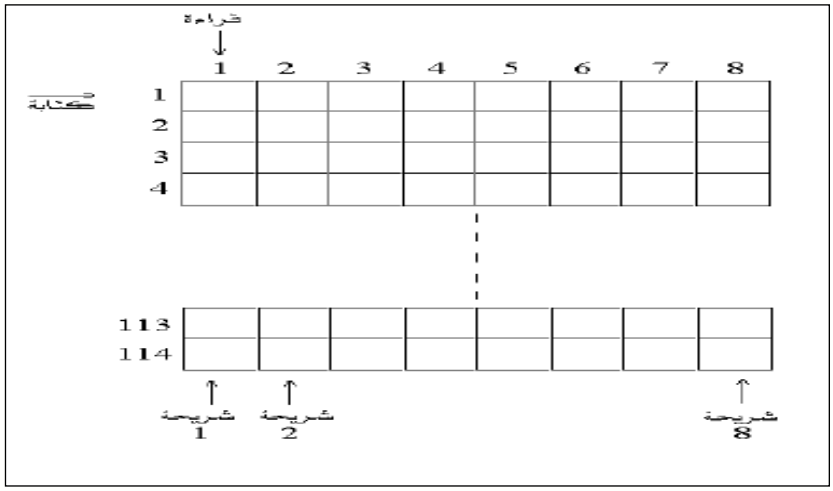
في عملية الإرسال يتم تحويل الكلام إلى إشارة رقمية عن طريق مشفر الكلام الذي يأخذ عينات من الكلام زمن كل منها 20ms و يحولها إلى 260bit من المعلومات الرقمية الثنائية و بذلك يصبح معدل الحديث الرقمي 13kb/s ثم يشفر جزء منها في مشفر القناة بمعدل 456 bit لكل 20ms من الكلام .

٣-٤-٦ إرسال مقاطع منفصلة:

في نظام (GSM) يتم تقسيم الكلام المرسل إلى مقاطع منفصلة كل منها يعتبر عينة من الكلام ثم يتم تشفيرها و إجراء بعض العمليات عليها بحيث تحتوي على معلومات رقمية ثنائية مكونة من 114 bit و تمثل جزء من 8 أجزاء من 912 bit و هذه هي عينة من الكلام تعادل 40ms تكونت من عينتين من الكلام كل منها 20ms.

في هذه العملية يتم إعادة ترتيب المعلومات الرقمية الناتجة من عملية التشفير، ففي الطرف المرسل يؤخذ ما يعادل عينتين من الكلام بعرض 40ms تحتوي 912 bit من المعلومات الرقمية و يتم تخزينها في الذاكرة على شكل

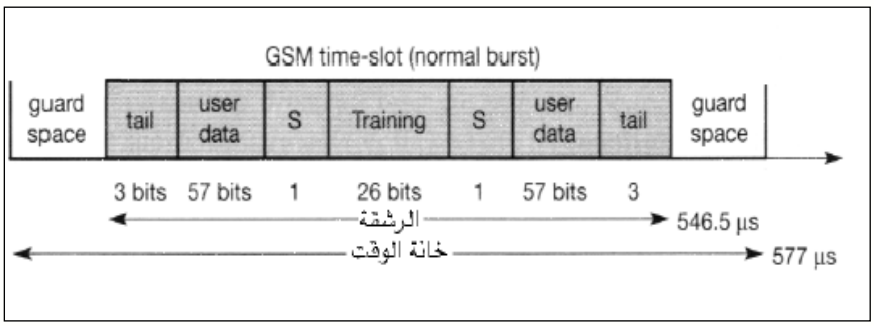
صفوف عددها 114 صف كل صف يحتوي على 8 bits ثم تقرأ عمودياً و في الطـــرف المســـتقبل تـــتم إزالـــة التحزيم الداخلي بخطوات معاكسة لما تم في جهة الإرسال ثم يتم تصحح الأخطاء.



شكل (٣-١٢): التحزيم التداخلي في نظام (GSM)

٣-٤-٧ شكل الإطار في نظام (GSM):

في نظام (GSM) يتكون الإطار من 148 bit بفترة زمنية مقدارها 545.5 micro sec و تتم تهيئتها كما هـــو موضح في الشكل:



شكل (٣ – ١٣) شكل الإطار في نظام (GSM)

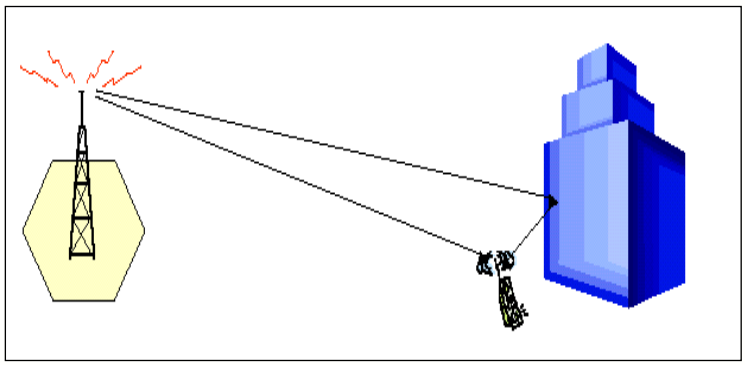
٣-٤-٨ التعديل و الإرسال:

يدخل الإطار بعد تهيئته إلى المعدل حيث يحول إلى إشارة تماثلية يمكن إرسالها لا سلكيا و التعديل المستخدم في نظام (GSM) هو (GMSK) مما يقلل التداخل بين القنوات المتقاربة في المكان و التردد و معدل نقله للمعلومات 270.8 kbps في نطاق ترددي 200 kHz مما يعطي كفاءة طيفية قدرها 1.35 bit/sec/Hz ثم تخرج الإشارة التماثلية إلى وصلة الازدواج الذي يفصل الإشارة المرسلة عن الإشارة المستقبلة ثم إلى الهوائي لإرسالها.

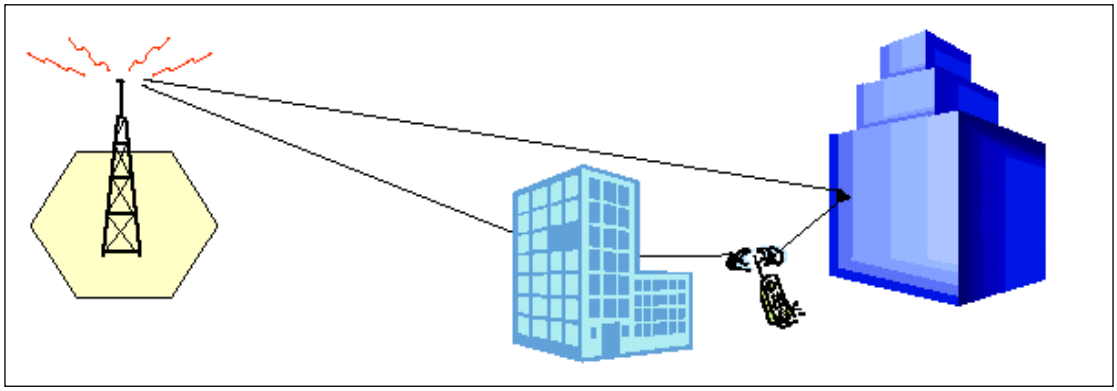
و في جهة الاستقبال تكون عكس العمليات فبعد أن تمر الإشارة من الهوائي إلى وصلة الازدواج تتم عملية إزالة التعديل ثم فك الشفرة ثم تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة تماثلية ثم إلى كلام مرة أخرى.

٣-٤-٩ الخفوت (Fading):

الخفوت هو ظاهرة تحدث في الإرسال الراديوي في شبكات (GSM) وغيرها ، وتحدث بدرجات مختلفة ونتيجةً لأسباب مختلفة ، فقد تحدث نتيجة لوجود مسار مباشر (على مستوى البصر) ومسار آخر غير مباشر للإشارة نحو الجهاز ويسمى(Rice Fading)، وقد تحدث نتيجة لعدم وجود مسار مباشر بحيث تكون هناك إشارات غير مباشرة ويسمى هذا النوع (Raleigh Fading) ، يمكن مكافحة الخفوت عن طريق استخدام الإرسال متنوع الأشكال (إرسال أكثر من موجة بترددين مختلفين أو من هوائيين مختلفين وتحملان نفس المعلومة).



شكل (٣-١٤): Rice Fading



شكل (٣ –١٥): (Raleigh Fading)

٣–٣–١٠ الأمنية في نظام (GSM):

تطورت أنظمة الجيل الثاني عما كانت عليه في الجيل الأول من ناحية الأمنية ومن العناصر الأساسية لنظام الأمنية في (GSM):

- **سرية هوية المشترك:**

وذلك للحفاظ على معلومات المشترك من العبث والتغيير ويمكن أن تقسم هوية المشتركين إلى نوعين هما:

١. هوية مشترك الجوال الدولي (IMSI):

هناك رقم وحيد يخص المشترك. ويحفظ في بطاقة الهاتف SIM ويتكون من ثلاثة أجزاء:

- رقم شفرة الجوال في البلد (MCC): وهي مكونة من 3 أرقام (وتختلف عن رقم شفرة البلد المستخدم في شبكة الهواتف العادية PSTN وبطول موجي متغير).
- شفرة شبكة الجوال (MNC): وتتكون من رقمين وليس لها معنى جغرافي باستثناء تعريف الشبكة.
- رقم تعريف محطة الجوال (MSIN): ويتكون من 10 أرقام، والتي تعرف مشترك الجوال داخل الشبكة.

٢ . هوية مشترك الجوال المؤقتة(TMSI) :

وهي لحماية هوية المشترك، فالشبكة سوف تعطي محطة الجوال(MS)عنوان مؤقت لذلك لا ترسل (IMSI) الخاص بها على الهواء حتى تحصل على الأمان.

- **توثيق المشتركين:**

وذلك لضمان عدم ضياع المعلومات في حل تلفها.

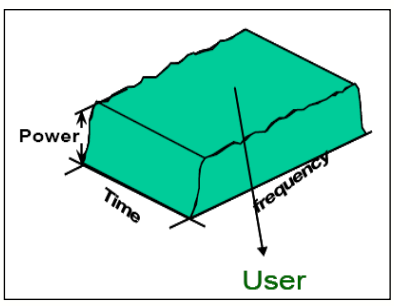
- **(SIM) تكون قابلة للفصل بأجهزة خاصة .**

- **تشفير الاتصال الراديوي:**

حيث أن النظام يعتمد على الإشارات الرقمية فإن الإشارة يتم تشفيرها بعكس أنظمة الجيل الأول التي اعتمدت على الإشارة التماثلية.

٣-٥ نظام (CDMA One-" IS-95 "):

وهو أول نظام يعتمد على تقنية الوصول المتعدد بالتقسيم الشفري وأول ما استخدم في الصين وكوريا حيث ظهر في وقت مبكر في عام 1980 م و كان يستخدم في الجوانب العسكرية و الأمنية و من ثم تم استخدامه في نظام الاتصالات بالأقمار الصناعية لإرسال البيانات بسرعة عالية، ولم يكن يستخدم آنذاك في نظم الاتصالات المتنقلة فالذي كان يستخدم لشبكات الهاتف الخلوي هو النظامين (FDMA) و (TDMA).

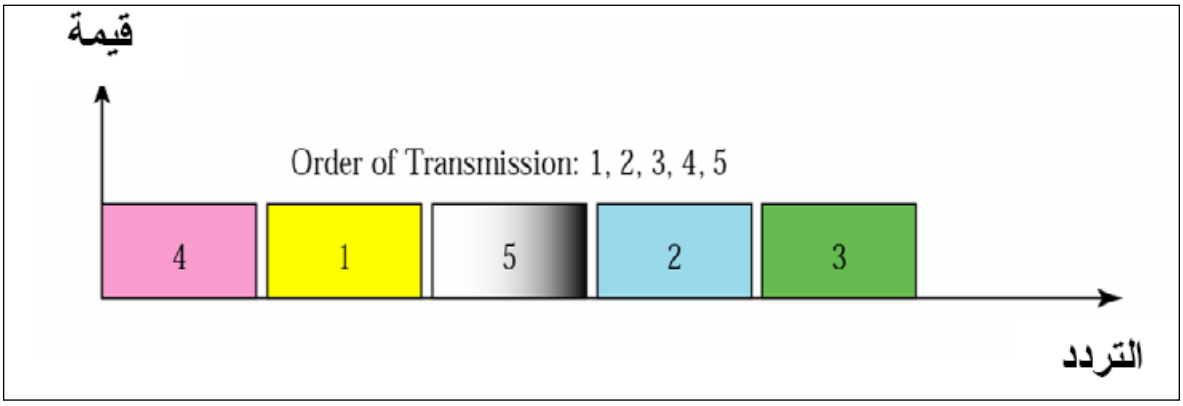


شكل (٣-١٦): تقنية CDMA

٣-٥-١ مراحل تطور النظام:

بداية يجب أن نعلم كيف كانت بدايته و فيما استخدم و على ماذا يعتمد وكيف تطور وما هي أنواعه. يوجد هنـــاك فرعين من نظام (CDMA):

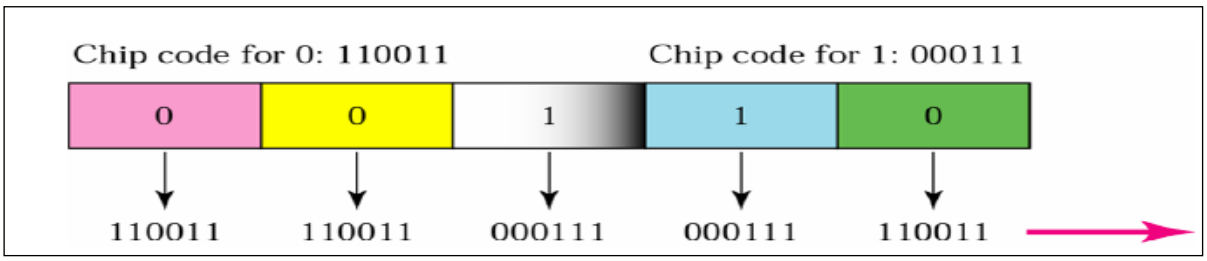
- الفرع الأول : يستخدم (FHSS) وهي تقنية القفز بين الترددات وهو نوع قديم لا يستخدم حاليا وقد استخدم سابقا في المجالات العسكرية ، وتقوم فكرة هذا النوع على إعطاء كل مستخدم تردد معين في فتـــرة زمنيـــة



معينة ثم ينتقل إلى تردد آخر في فترة زمنية أخرى وهكذا طوال فترة المكالمة.

شكل (٣-١٧): تقنية (FHSS)

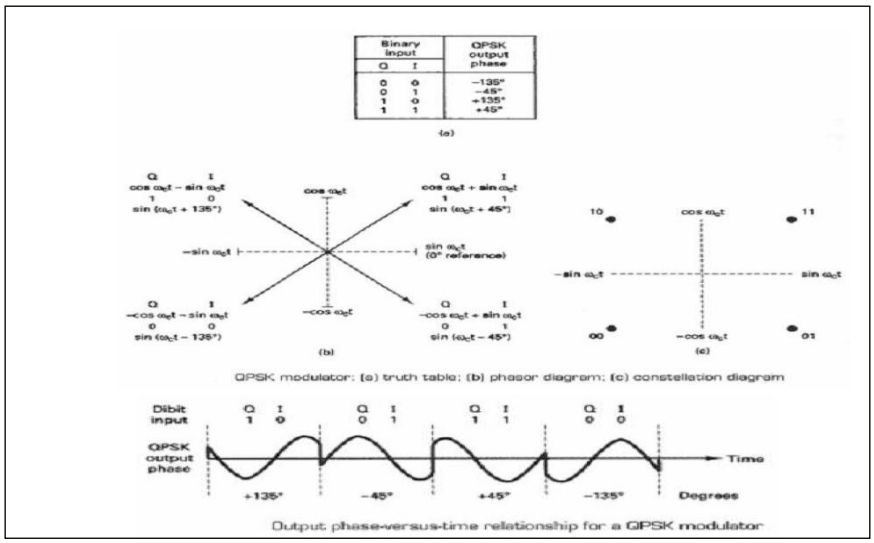
- الفرع الثاني: يستخدم (DSSS) وفي هذا النوع يعطى كل مستخدم شفرة خاصة به وبالتالي يستغل الطيـــف الترددي كاملا ولا يحدث تداخل.



شكل (٣-١٨): تقنية (DSSS)

٣-٥-٢ التضمين ومعدل نقل البيانات:

•نوع التضمين المستخدم في هذا النظام هو (QPSK) والذي يوجد به أربع زوايا طور كما يوضح الشكل الآتي.



شكل (٣-١٩): نظام (QPSK)

•معدل نقل البيانات في نظام (IS-95) 9.6 kbps و 14.4 kbps و كان ذلك في عـــام 1995 م ، و فـــي عـــام 1998 م تم تطويره إلى (IS-95B) بمعدل نقل بيانات 114kbps.

٣-٥-٣ سعة النظام:

سعة نظام (CDMA One) هي 22 مستخدم لكل قطاع ففي ثلاثة قطاعات يوجد 66 مستخدم نستطيع و ضعها في مدى ترددي مقداره 1.25MHz بينما في أنظمة (FDMA) فإنه بنفس المواصفات السابقة تكون السعة كما ذكرنا سابقاً هي 6 مستخدمين و أما في نظام (GSM) بنفس المواصفات السابقة تكون السعة 18 مستخدم.

نظام (CDMA) هي التقنية الأولى التي استغلت ظاهرة اكتشاف الصوت النشط (VAD) لزيادة السعة و هذه الظاهرة تقوم على فكرة استغلال فترة توقف الإنسان عن الحديث لمستخدمين آخرين و ذلك عن طريق إنقاص قدرة الإرسال وهذه الطريقة تقلص من مقدار التداخل بنسبة 55%، و تزيد السعة بمعدل 3 أضعاف.

٣-٥-٤ الوضوح:

ساهمت عدة عوامل في وضوح الصوت في نظام (CDMA):

- نوعية المستقبل في النظام ساهمت في جمع عدة مسارات لاستقبال الإشارة الواحدة وأدى ذلك إلى تقليل الأخطاء والقدرة المطلوبة .
- تغيير معدل النقل وينتج عنه تغير في البيانات المرسلة لكل مستخدم مما ساهم في الإقلال من التداخل .
- التسليم المرن والذي يقلل من التداخل ويقلل من الأخطاء التي تحصل .
- عملية التشفير القوية التي تتم في المحطات القاعدية كذلك تؤدي إلى منع التداخل .

٣-٥-٥ الكلفة:

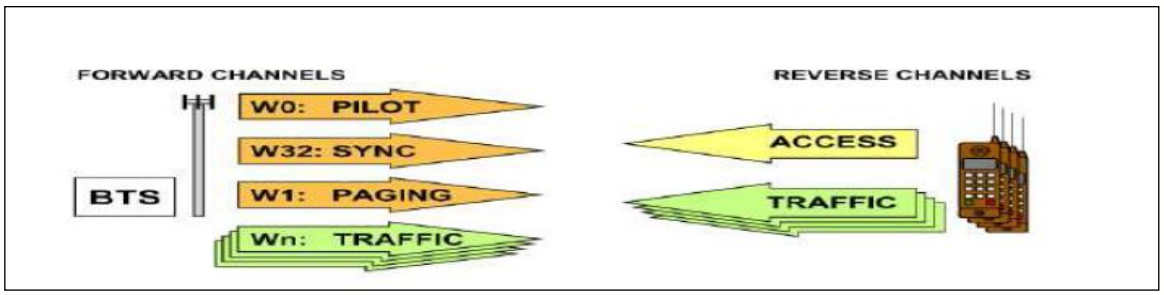
بسبب أن التغطية زادت للخلية الواحدة فإن عدد الخلايا المطلوبة لتغطية مساحة معينة يكون قليل ، كذلك الزيادة في عدد المستخدمين أدى إلى انتشار أوسع للخدمة وتقليل للكلفة .

٣-٥-٦ مكونات نظام (CDMA One):

معماريته تشبه معمارية نظام(GSM) ويتكون من نفس المكونات و تختلف عنها في القنوات فقط.

٣-٥-٧ قنوات نظام (CDMA):

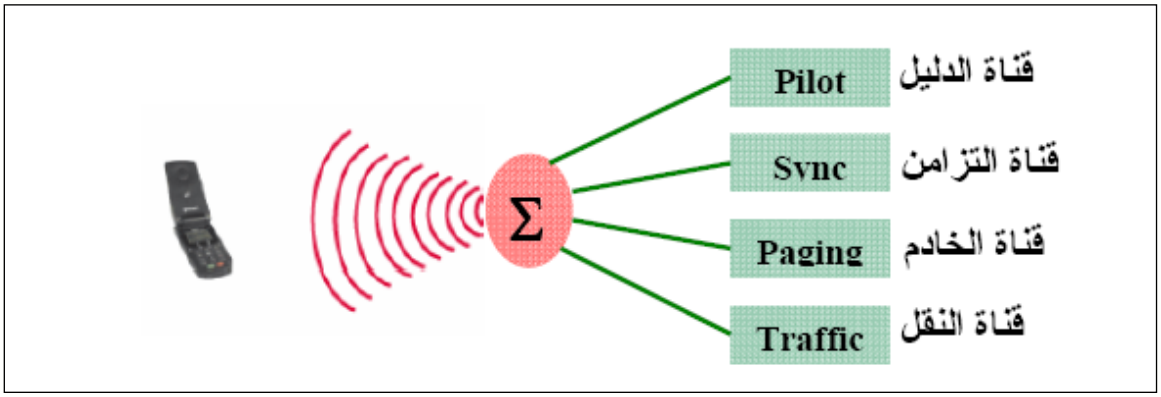
هناك نوعين من القنوات تندرج تحتهما أقسام عدة لكل قسم وظيفة معينة تختص لبيانات معينـــة و هـــي كالتالي:



شكل (٣-٢٠): قنوات شبكة (CDMA One) بصورة عامة

٣-٥-٧-١ قنوات الخط الأمامي (Forward Link):

هي القنوات التي يتم إرسالها من الشبكة و بالأخص من (BTS) إلى (MS):



شكل (٣-٢١): قنوات الخط الأمامي

و قد خصصت لكل قناة شفرة خاصة لها مختلفة عن القنوات الأخرى و يكون التشفير فيهـــا بطريقـــة (Walsh code).

وتحتوي على /

- قناة الدليل(Pilot Channel): هي قناة ترسل باستمرار و ذلك بسبب أن كل خلية يجب أن ترسل هذه الإشارة، ويستفاد من هذه القناة في عملية التسليم(Handoff).

- قناة التزامن(Sync Channel): هي قناة ترسل باستمرار لتقوم بتزويد الجهاز النقال بالمعلومات ، و الرسائل من هذه القناة تحتوي على المعلومات التالية (توقيت النظام ، هوية النظام ، هوية الشبكة).
- قناة الخادم(Paging Channel): هي القناة التي تكون عليها المعلومات التي يتم إرسالها إلى الجهاز النقال، ورسائل هذه القناة تحتوي على (خصائص النظام ، رسالة تحتوي على إشارات تحكم عامة أخرى).
- قناة النقل (Traffic Channel): عرفت على إنها عبارة عن قناة أساسية و أخرى مساعدة لها، لهما نفس البنية و لكن تختلفان في كيفية الاستخدام و هاتين القناتين موجودتين في نظام CDMA2000 أما في نظام CDMA One فيوجد فيه القناة الأساسية فقط، وهناك فئات للنقل /
- النقل الرئيسي (Primary Traffic) وهو لصوت المستخدم.
- النقل الثانوي (Secondary Traffic) وهو لبيانات المستخدم غير الصوت.
- التحكم (Signaling) وهي رسائل التحكم بالاتصال.

مع ملاحظة أن قنوات النقل الأمامية تستخدم لإرسال بيانات المستخدم و إشارات التحكم، و تفصل عن بعضها باستخدام (Walsh Code) فعندما نخصص لمشترك معين في قطاع معلوم بشفرة معينة لا تعطى هذه الشفرة لمستخدم آخر في نفس القطاع طوال فترة المكالمة.

٣-٥-٧-٢ قنوات الخط العكسي (The Reverse Link Channel):

هناك نوعين من القنوات التي يستخدمها الجهاز النقال للإرسال إلى المحطة القاعدية وهي:

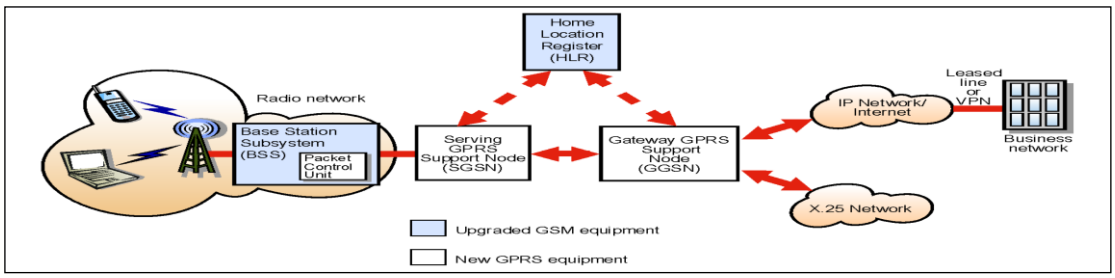
- قناة الوصول (Access Channel): وهي قناة يستخدمها الجهاز النقال عندما لا يتحصل على قناة نقل و يستخدمها أيضاً للتسجيل على الشبكة و بدئ الطلب و الاستجابة للقناة و الأوامر التي تأتي إليه من المحطة الأساسية و إرسال الرسائل عليها إلى المحطة الأساسية.
- قناة النقل (Traffic Channel): هي قناة تستخدم عند وجود الطلب لها فالبيانات و الصوت و التحكم بالمعلومات عادة ترسل على قناة الوصول التي تقوم بدورها بإرسالها إلى قناة التحكم الأساسية.

الجيل الثاني و النصف من الاتصالات المتنقلة (2.5G):

٣-٦ مقدمة:

هدف هذا النظام تحقيق شبكات ذات سرعات نقل عالية تمكن المستخدم من استخدام الصوت والصورة الحية أثناء القيام بالاتصال بالهاتف الخلوي، بالإضافة لتوفير خدمات إضافية أخرى كثيرة تفيد المستخدمين وتتطلب سرعة في نقل البيانات، حيث يتميز بسرعة نقل بيانات عبر نظام (GSM) حيث يعمل في المدى من (9.6 kbps) إلى (171 kbps) ، هذه الميزة الجديدة في هذا النظام مكنت المستخدم من إرسال البيانات حتى أثناء قيامه بالاتصال(call) في نفس الوقت، من الفوائد الأساسية من استخدام هذه التقنية هو مقدرتها على استقبال البيانات المرسلة عبر الموجات الراديوية بالإضافة إلى تقليل الاعتماد على الشبكات التي تعمل على تقنية (Circuit Switching) كونها تستخدم (Packet Switching) في تراسل البيانات.

إن نظام (GPRS) لا يُصنف ضمن أنظمة الجيل الثالث، وذلك لأنه يعتمد في عمله على شبكة (GSM) من الجيل الثاني ولذلك أسموه (2.5G) أي المرحلة الوسيطة في الانتقال من الجيل الثاني إلى الجيل الثالث، وهذا النظام مطبق في حوالي 100 دولة بما فيها دول أوروبا جميعها.



شكل(٣-٢٢): شبكة مبسطة لنظام (GPRS) قائمة على شبكة (GSM).

٣-٦-١ كيفية عمل شبكة (GPRS):

عندما يقوم المستخدم بتشغيل جهازه الذي يدعم (GPRS)، يتم البحث أوتوماتيكيا على أقرب قناة محلية من قنوات شبكة (GPRS)، فإذا وجدت هذه القناة يطلب جهاز المستخدم من الشبكة أن يرتبط بهذه القناة، تستقبل (SGSN) هذا الطلب، وتقوم بالبحث عن ملف هذا المستخدم ضمن ملفات المستخدمين الموجودة في (HLR) فإذا وجد هذا الملف فإنه يمكن المستخدم من الارتباط بهذه القناة و عندما يقوم المستخدم بغلق جهازه أو يسير في منطقة خارج منطقة التغطية، تقوم الشبكة بفصل الخدمة عن هذا الجهاز، إلى أن يفتح جهازه أو يعود مرة أخرى ويطلب من جديد الارتباط بقناة.

٣-٦-٢ مفهوم (Packet Switching):

هو عبارة عن بروتوكول يقوم بتقسيم الرسالة التي يراد إرسالها إلى مجموعات صغيرة تسمى الحزم (packets)، ويتم إرسال كل حزمة على حدة خلال الشبكة، ويمكن لأي حزمة أن تسلك أي طريق (route) لتصل إلى الوجهة المطلوبة، ولكل حزمة يكون لها ما يسمى (header information) وهو بمثابة جزء صغير يُحجز من الحزمة ويخزن فيه معلومات عن المرسل والمستقبل ورقم الحزمة، أما في المستقبل يتم تجميع هذه الحزم وتحول مرة أخرى إلى الرسالة الأصلية كما كانت قبل تقسيمها لمجموعة من الحزم قبل الإرسال.

تختلف تقنية (packet switching) عن التقنية الأقدم منها في تناقل البيانات وهي (circuit switching) والمستخدمة في نظام (GSM) في أن خط الاتصال بين المرسل والمستقبل لا يكون مخصص دوماً لتناقل البيانات بين مستخدمين اثنين فقط في الوقت الحقيقي وإنما يمكن أن يُرسل على نفس الخط أكثر من حزمة وبذلك لا يكون هناك وقت ضائع في الانتظار لوصول الرسالة كاملة من المرسل إلى المستقبل كما في تقنية (circuit switching) خاصة وأن لكل حزمة (header) خاص بها يحمل كل المعلومات المطلوبة عن عنوان المستقبل

ورقم الحزمة حيث يمكن الرجوع إليه في حال فقدان الحزمة على خط الاتصال، لذلك فإن تقنية (circuit switching) تكون مطلوبة عندما نريد البيانات أن تصل بسرعة، وأن تصل كذلك بنسق معين ,وكل ذلك خلال معدل وصول ثابت، لذلك فهي تعتبر مناسبة لنقل الصوت والفيديو.

أما تقنية (Packet Switching) فهي مناسبة أكثر للتطبيقات التي يكون فيها تزاحم في البيانات و لا يكون هناك مشكلة إن حدث تأخير في الإرسال مثل رسائل البريد الإلكتروني وصفحات الانترنت وخدمات (GPRS) كما سنرى لاحقا .

٣-٦-٣ ميزات نظام (GPRS):

١. سرعة نقل البيانات.
٢. الاتصال الدائم مع الشبكة (Always - on) .
٣. الاتصال بالشبكة قوي وغير قابل للانقطاع.
٤. تدعم نطاق واسع من التطبيقات.
٥. درجة عالية من الأمان.

٣-٦-٤ الأجهزة الجديدة المطلوبة في شبكة (GPRS):

شبكة (GPRS) تحاول جاهدة أن تستغل مكونات (GSM) قدر المستطاع، وذلك تخفيضا لكلفة الانتقال من (GSM) إلى (GPRS)، إلا أنه لابد من إضافة بعض المكونات المادية والبرمجية للحصول على شبكة (GPRS) فعالة تؤدي كل وظائفها بشكل ممتاز وهي:

٣-٦-٤-١ أجهزة المستخدم (Subscriber Terminal):

يحتاج المستخدم لأجهزة جديدة تدعم نظام (GPRS)، وذلك لأن أجهزة (GSM) لا تدعم تناقل البيانات على شكل حزم (Packets)، وهذا أساسي في شبكة (GPRS).

وعموماً هناك ثلاث تصنيفات أساسية لهذه الأجهزة هي: (Class A , Class B , Class C).

- Class A terminals:

أجهزة هذا الصنف تدعم شبكتي (GSM & GPRS) معاً، فهي تستطيع إجراء المكالمات وقادرة على إرسال واستلام البيانات في نفس الوقت(simultaneously).

- Class B terminals:

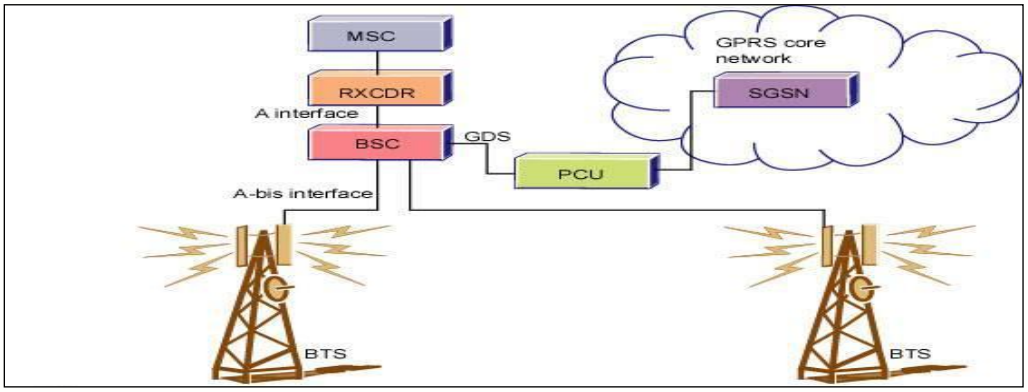
أجهزة هذا الصنف تدعم كذلك الشبكتين (GSM & GPRS)، ولكن في الوقت الواحد لا تتعامل إلا مع خدمات إحداهما، فمثلاً مستخدمي هذا الصنف لا يستطيعون إجراء المكالمات طالما أنهم يستقبلون البريد الإلكتروني.

- Class C terminals:

أجهزة هذا الصنف تدعم إحدى الشبكتين فقط، بمعنى أنه يجب على المستخدم اختيار الخدمات التي يريدها وعليه يُحدد نوع الشبكة التي سيرتبط بها، فإذا اختار مثلاً خدمات الاتصال بالإنترنت فلا يستطيع إجراء المكالمات والعكس صحيح.

٣-٦-٤-٢ أجهزة المحطة القاعدية(GPRS Base Station Subsystem):

إن كل (BSS) تحتاج لواحدة أو أكثر من (PCU) بالإضافة إلى تطوير برمجة (BSS)، وقد تحتاج (BTS) إلى تطوير برمجي، إلا أنها لا تحتاج إلى أجهزة جديدة.



شكل (٣-٢٣): موقع (PCU) داخل (BSS)

٣-٦-٤-٣ النقاط الداعمة (GPRS Support Nodes):

في شبكة (GSM) الداخلية تعتمد (MSC) في عملها على تقنية (circuit-switched central office)، وذلك لأن(MSC) لا يستطيع التعامل مع زحمة حزم البيانات (data traffic)، ولحل هذه المشكلة، تم إضافة مكونين جديدين يُدعيان بالنُقط الداعمة هما:

١. (SGSN):

تقوم هذه الوحدة بإيصال الحزم إلى (MS) طالما هو موجود ضمن منطقة التغطية، حيث ترسل (SGSN) إشارة استفهام إلى (HLR) تطلب منه الحصول على ملف المستخدم ، وعندما تحصل عليه تُحدد (MS) جديد ضمن منطقة التغطية، وتقوم بتسجيل هذا (MS) وتحفظ بيانات موقعه في المنطقة، بعد ذلك تعطيه حزم البيانات المطلوبة.

تقوم (SGSN) بوظائف إدارة الحركة (mobility management) مثل عملية (hand off) بين خليتين.

٢. (GGSN):

تستخدم هذه الوحدة كواجهة (interface) مع شبكات البيانات الخارجية مثل شبكة الإنترنت العمومية، أو شـــبكات (MSs) الأخرى أو شبكات الإنترانت (intranet).

الوظيفة الأساسية لهذه الوحدة هي المساعدة في توجيه المعلومات الضرورية إلـــى(Protocol Data Unit(PDU ومن ثم إلى (SGSN).

الباب الرابع

الجيل الثالث

٤-١ مقدمة:

تهدف التطويرات التي تحملها هواتف الجيل الثالث إلى تحقيق استعمال أسهل وكفاءة أكبر واستغلال أفضل لإمكانيات شبكات الهواتف النقالة من أجل أداء أمثل ، تشمل التحسينات المفترضة تطبيقات أفضل للهاتف النقال وسرعة نقل معلومات أعلى وإمكانيات أفضل في نقل الصوت وظهور شبكات التراسل للبيانات عبر اتصال يعمل بطريقة (packet switching) كتطور للشبكات التي تعمل وتعتمد على الاتصال بطريقة (circuit switching) الموجودة في الأجيال السابقة .

٤-٢ أشهر شبكات الجيل الثالث:

١- نظام (UMTS):

وهو اسم معيار أوروبي لخدمات الهاتف النقال والذي وضعه المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات اللاسلكية، ويستخدم تقنية (WCDMA) التي تعني الوصول المتعدد بتقسيم الشفرة عريض الحزمة وهي تقنية تسمح بتلبية متطلبات الاتصالات السريعة من أجل تطبيقات كتصفح الويب وتطبيقات الوسائط المتعددة (كمؤتمرات الفيديو) وغيرها من التطبيقات ذات المتطلبات العالية.

٢- نظام (CDMA 2000):

وهي تقنية تم أطلاقها في العام 1995 م ، ثم أصبحت سريعا واحدة من أشهر تقنيات الاتصال اللاسلكية نموا وفي عام 1999 م ،اختار إتحاد الاتصالات اللاسلكية الدولية تقنية (CDMA) لتكون معيار صناعي للأنظمة اللاسلكية من الجيل الثالث وتستخدم تقنية (CDMA2000 1XRTT) و اليوم يستخدم نحو 100 مليون مشترك حول العالم تقنية (CDMA 2000) من أجل خدمات صوتية ومعلوماتية أكثر نقاء وثقة ، وقد تم تطوير نظام (CDMA 2000) بحيث يستخدم تقنية (1XEV-DO) التي قد يهتم بها من يحتاجون إلى خدمات اتصال أكبر وأكثر كفاءة وأوسع إمكانيات، حيث توفر اتصالات قد تتجاوز سرعتها 2Mbps

(ووسطيا 700Kbps) وما يفترض أن يكون أفضل من خدمة (DSL) السلكية ،وتفوق هذه السرعة إمكانيات تشغيل تطبيقات عالية المتطلبات كتشغيل ملفات الوسائط المتعددة عبر الإنترنت وتحميل ملفات كبيرة الحجم ، ومن أهم النقاط أيضا التكلفة المنخفضة لمثل هذه الاتصالات حيث تنخفض التكلفة لتكون أرخص أنواع الاتصالات المعتمدة على حجم البيانات المنقولة.

وتمتاز الأجهزة المزودة بتقنية (EV-DO1) بأنها تدعم الاتصال الآلي(Instant connection) الذي يجعل المستخدم على الخط باستمرار، بمعنى أنه يمكنه الولوج إلى الإنترنت في أي وقت وبشكل فوري.

٣- نظام (EDGE):

وهي التقنية التي تعطي أجهزة الهاتف المتوافقة مع نظام (GSM) إمكانية تشغيل الخدمات المرتبطة بالجيل الثالث من تقنيات الهواتف النقالة. تسمح تقنية (EDGE) بالحصول على سرعة عالية لنقل كميات كبيرة من البيانات بحدود (384 Kbps) والمهم أنها تعمل على شبكات(GSM) الحالية أي تستخدم بنية نظام الاتصال (TMDA) ذاته مثل (الإطارات- القنوات – وعرض الحزمة 200KHz) ، وهذا يعني أنه لا حاجة لتغيرات جذرية على صعيد البنية التحتية للشبكة.

٣-٤ أهداف يسعى لتحقيقها الجيل الثالث:

- **الفيديو:** يمكنك تنزيل مقاطع الفيديو وحفظها وعرضها أينما شئت،كما يمكنك أن تسمع أصدقاءك وتراهم في الوقت ذاته إذا كان لدى كل منكم هاتف من الجيل الثالث ،وهذه الخدمة تعرف بالهاتف المرئي ،وهي تسمح بعقد مؤتمرات الفيديو المصورة متعددة الأطراف بين أصقاع شتى في العالم.
- **الصور:** يمكنك التقاط الصور وإرسالها إلى العائلة والأصدقاء بسرعة لم تعرفها من قبل، لأن الهواتف النقالة من الجيل الثالث أسرع بثلاثين مرة من هواتف (GPRS).

- **الألعاب:** تصبح الألعاب أكثر سرعة ومتعة مع الهواتف من الجيل الثالث وخاصة الألعاب متعددة الأطراف.
- **الخدمات المتعلقة بالموقع:** يمكنك الاستفادة من الخدمات المتعلقة بالموقع الحالي والتي تعرض لك معلومات عن المكان الذي تسير فيه الآن ، وتقدم العون لترشدك إلى أقرب مكان يمكنك أن تجد فيه ما تحتاج .
- **برامج التلفاز على الهاتف النقال:** يمكنك مشاهدة قنوات التلفزيون على هاتفك .

٤-٤ نظام (UMTS) النظام العالمي للاتصالات الهاتفية المتنقلة:

يشكل نظام (UMTS) نظاما هاتفيا مؤهلاً تماماً لشمول عدد من الخدمات و تقنيات تبادل المعلومات بسرعات مختلفة للتكيف مع شبكات الاتصالات في العالم. وهو يصنف ضمن ما يعرف بالجيل الثالث(3G) لوسائل الاتصالات المتنقلة و الرقمية والتي تدمج الاتصالات الصوتية والصورية المتحركة والإنترنت بسرعات تصل إلى (2 Mbps) في الظروف الثابتة أو(384 Kbps) في جسم متنقل كالسيارة أو القطار. وهذا النظام سوف يخلف تدريجيا نظام (GSM) الرقمي المتداول حاليا والمصنف بالجيل الثاني.

٤-٤-١ مواصفات نظام (UMTS):

١- الترددات التي يعمل عليها نظام (UMTS):

- (uplink) 1885 MHz-----2025 MHz
- (downlink) 2110 MHz------2200 MHz

٢- عرض حزمة القناة (5MHz).

٣- التضمين فيها بتقنية (QPSK).

٤- نوع التسليم Soft handoff.

٥- طول الإطار 10 ms.

٤-٤-٢ معمارية النظام (System Architecture):

يمكن تقسيم مكونات شبكة نظام (UMTS) إلى ثلاثة أجزاء:

- **تجهيزات المستخدم (UE):**

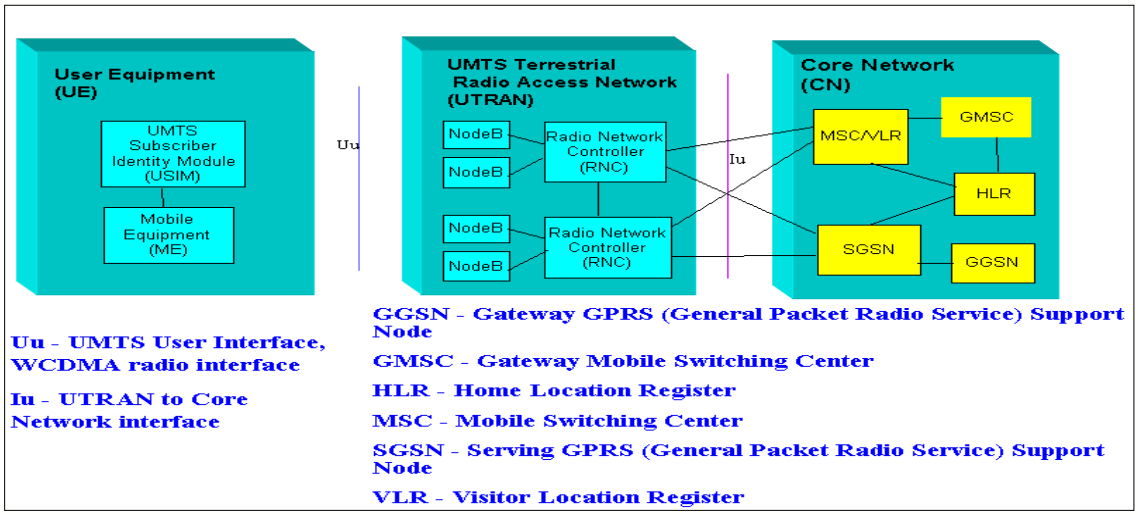
ترتبط تجهيزات المستخدم مع الشبكة الراديوية عن طريق إشارة لاسلكية راديوية إلى خلية أو عدة خلايا.

- **الشبكة الراديوية الأرضية (UTRAN):**

تتكون الشبكة الراديوية الأرضية من عقد تسمى (Node B) والتي كانت تسمى في نظام (GSM) بمسمى (محطات الإرسال القاعدية) هذه العقد تتصل بمتحكمات الشبكة الراديوية (RNC) والتي كانت تسمى في نظام (GSM) بمسمى (محطات التحكم القاعدية). هذه المتحكمات متصلة مع بعضها البعض كما أنها متصلة في نفس الوقت مع الشبكة المركزية (Core Network) .

- **الشبكة المركزية (Core Network):**

ترتبط الشبكة المركزية بالشبكات الأخرى مثل شبكة الهاتف العمومية (PTSN) وشبكة الإنترنت والشبكات الأخرى الخلوية وغيرها، وتكون الشبكة المركزية مسئولة عن عمليات التجوال وعمليات التوثيق وعمليات تحديد المسار وغيره.



شكل (٤-١): المعمارية العامة لنظام (UMTS)

تقسم الشبكة المركزية إلى حقلين أساسيين، الحقل الأول خاص بدالات الدوائر (CS) والحقل الآخر مسئول عن بدالات الحزم (PS).

٤-٤-٢-١ تجهيزات المستخدم (UE):

قد تكون تجهيزات المستخدم عبارة عن (جهاز نقال) أو المساعد الرقمي الشخصي (PDA) أو الحاسب الشخصي المتنقل، وترتبط هذه المكونات مع الشبكة الراديوية برابط بيني يسمى (Uu) يعتمد على تقنية (WCDMA).

تقسم هذه التجهيزات إلى قسمين:

- **مكونات النقال (Mobile Equipment) :**

وهي المكونات العتادية التي لا يمكنها بمفردها أن ترتبط بالشبكة.

- **بطاقة التعريف (USIM Card) :**

وهي البطاقة التي تحوي كل المعلومات الضرورية للتوثيق ومنح الصلاحية للدخول في شبكة (UMTS) والاستفادة من خدمات هذا النظام. وهي شبيه ببطاقة (SIM) الموجودة في نظام (GSM) ولكنها قادرة على

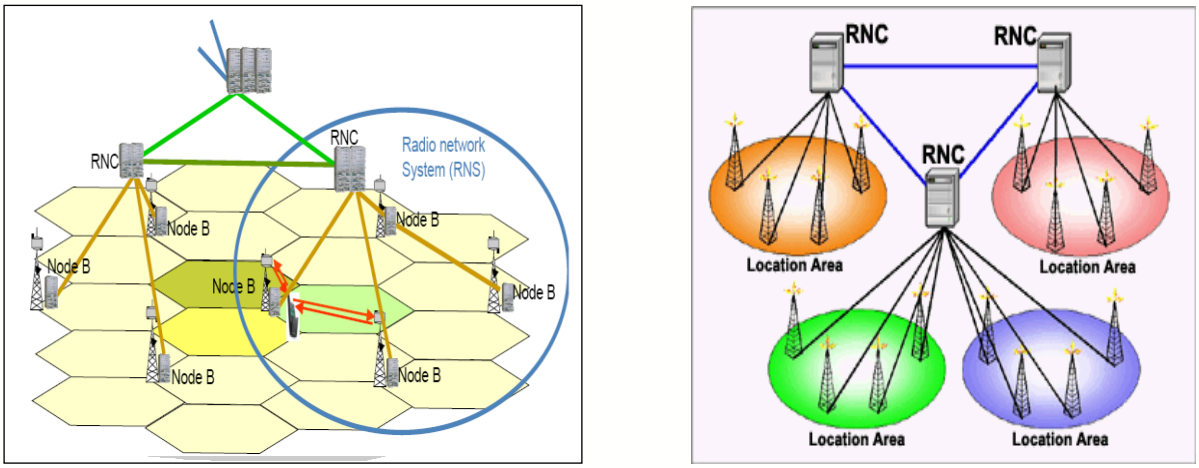
خزن معلومات شخصية قد تصل سعتها إلى 1MB، بعكس تلك الموجودة في نظام (GSM) والتي تتسع لـــذاكرة من (8KB) إلى(32KB) فقط.

٤-٤-٢-٢ معمارية شبكة الولوج الراديوي(UTRAN):

تعتبر شبكة الولوج الراديوي أهم جزء في نظام UMTS و تحتوي على معظم أجزاء الشبكة.

تتألف (UTRAN) من عنصرين بارزين:

- **العقدة B (Node B) :** تشبه في عملهـــا المحطـــة القاعديـــة (BTS) فـــي نظـــام (GSM) والوظيفة الرئيسية للعقدة (Node B) هي القيام بالربط البيني عبـــر الهـــواء (تشـــفير القنـــاة ، الانتشار .....)، كذلك تقوم ببعض العمليات الأساسية لإدارة المصادر الراديويـــة مثـــل الـــتحكم بالطاقة.
- **متحكم الشبكة الراديوية (RNC) :** يقوم بربط مجموعة من (Node B) مع بعضها. و هو عنصر الشبكة المسئول عن التحكم بالموارد الراديوية (UTRAN) ، وهي متصلة مع (CN) وهي منطقيا تقابل (BSC) في نظام (GSM).

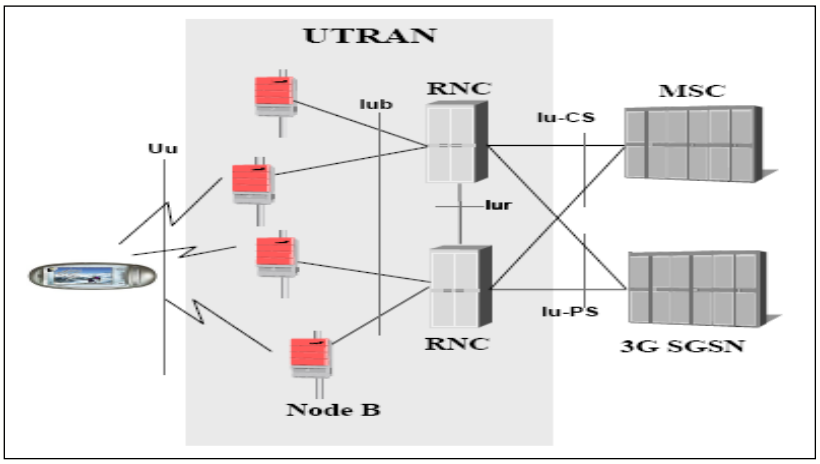


شكل (٤-٢) متحكم الشبكة الراديوية (RNC)

وهناك أنواع للربط البيني بين عناصر الشبكات المنطقية تم تحديدها و تعريفها كما يلي:

- الربط البيني (Cu) هو ربط بيني كهربائي بين البطاقة الذكية (USIM) و (ME).
- الربط البيني (Uu) هو ربط بيني راديوي لنظام (WCDMA) ، وهذا الربط هو الأكثر أهمية في الربط البيني المفتوح في نظام (UMTS).
- الربط البيني (Iu) هذا الربط يربط بين (UTRAN) مع (CN).
- الربط البيني (Iur) هذا الربط المفتوح يسمح بعملية Soft Handover بين عدة RNC .
- الربط البيني (Iub) هذا الربط يربط بين (Node B) و (RNC)

تتألف (UTRAN) من واحد أو أكثر من نظام فرعي للشبكة الراديوية (RNS) ، (RNS) تحتوي على (RNC) واحدة ، و واحدة أو أكثر من (Node B).



شكل(٤-٣). معمارية (UTRAN)

٤-٤-٣ الخفوت في نظام (UMTS) :

قد يحدث عند بث القنوات الراديوية للمحمول انعكاسات متعددة وإخماد أو تضعيف لطاقه الإشارة، وهذا يحدث بسبب العوائق الطبيعية مثل المباني والمرتفعات وغيره، مما ينتج عنه ما يدعى بتقديم أو تعدد المسار وسوف نقوم بشرح جزأين مهمين من تعدد المسار.

١. إشارة الطاقة تصل إلى المستقبل عبر وقت محدد وتصل هذه الطاقة من مسارات متعددة، وقد يمتد التأخير من 1µs إلى 2µs في المناطق النائية وفي بعض الحالات قد يصل التأخير إلى 20µs أو أكثر مع المناطق المرتفعة نسبياً. وعليه فإن (WCDMA) يمكنه فصل المسارات المتعددة وتجميعها للحصول على نظام متعدد المسارات، لذا فإنه من السهل أن يوفر نظام (WCDMA) ذو التردد 5 MHz نظام تعدد المسارات في حال الخلايا الصغيرة.

٢. أيضا بالنسبة للوقت المحدد غالبا ما يكون هناك الكثير من المسارات التي تساوي في أطوالها الموجية وترددها إشارات الراديو، وكنتيجة لذلك فإن إلغاء الإشارات والذي يدعى الضعف الدوري في الإرسال يفعل بمجرد أن يتحرك المستقبل ضمن محيط الكثافة الخاص بموجات الراديو.

الإجراءات المضادة ضد الضعف الدوري للإرسال في (WCDMA) تنحصر فيما يلي:

١- التحكم بسرعة الطاقة والاستقبال التسلسلي.

٢- التشفير المحكم وبروتوكولات إعادة الإرسال التي تستخدم فواصل الوقت للإشارة.

٤-٤-٤ الأمن والسرية في نظام (UMTS) :

وظائف الأمان في نظام (UMTS) مستندة على ما قد طبق في نظام (GSM) ، مع إضافة وتحسين بعض الوظائف ، خوارزمية التشفير تكون أقوى ومتضمنة في (Node B) إلى (RNC) وتطبيق خوارزمية التوثيق أكثر حماية وصرامة وأشد ثقة للمستخدم .

ومن العناصر الأساسية لنظام الحماية في (GSM) :

- توثيق المشتركين .
- هوية المشترك تكون سراً .
- (SIM) تكون قابلة للفصل بأجهزة خاصة .

- تشفير الاتصال الراديوي .

إضافة إلى هذه العناصر في نظام (UMTS) هي:

- الأمن ضد استعمال محطات قاعدية بطريقة خاطئة.
- الاتصال يكون مشفر عبر الهواء فقط من المحطة القاعدية (Node B) إلى ارتباط أو اتصال إلى (RNC).
- البيانات السرية في الشبكة محمية في مخزن البيانات وبينها مفاتيح التشفير المرسلة وبيانات التوثيق في النظام .
- آلية الترقية(Upgrading) لميزات الأمن مستقبلاً.

٤-٤-٤-١ مجموعة المواصفات التي تمتلكها (UMTS) للأمن:

١.أمن الوصول للمشتركين:

وهي مجموعة من الميزات الأمنية لتمنح المستخدم للوصول بأمان لخدمة الجيل الثالث(3G) والذي يحمي الوصلة الراديوية من الهجمات .

٢.أمن مجال الشبكات:

مجموعة من الميزات التي تمكن(Node B) من تبادل المعلومات بشكل آمن وتحميها ضد الهجمات على شبكة الأسلاك.

٣.أمن مجال التطبيقات:

وهي تمكين التطبيقات للمستخدم والمزود للخدمة للتبادل السري للمعلومات.

٤.أمن مجال المستخدم:

مجموعة من ميزات الحماية لضمان الحماية للوصول إلى محطة الجوال.

٤-٤-٢ مواصفات نظام (UMTS) لكي تمتلك هوية المستخدم مزايا الثقة الأمنية:

- **وثوقية أمن المستخدم :**

إن هوية المستخدم الدائمة تحدد المستخدم الطالب للخدمة ولا يمكن التنصت عليه عبر الوصلة الراديوية.

- **وثوقية موقع المستخدم :**

عند بقاء المستخدم أو المغادرة لمنطقة معينة ليس بمقدور أحد أن يتنصت ليعرف المكان المتواجد فيه المستخدم.

- **حماية معلومات المستخدم:**

لا يستطيع الدخيل أن يستنتج شيء حتى لو كانت الخدمة مختلفة ومسلمة إلى نفس المستخدم.

٤-٥ نظام CDMA2000:

نشأت تكنولوجيا الوصول المتعدد بتقسيم الشفرات (CDMA) كخيار بديل لخلوي (GSM) التقليدي ، وبالنسبة لـ(CDMA) فهو شبيه بنظام (GSM)، مر بتطورات ونمو كبير في السعة خلال هذه المرحلة، و حالياً تعمل الشبكتين على الانتقال إلى الجيل الثالث (3G) من النظام حول العالم، والذي يوفر سعة أكبر وخدمة بيانات.

٤-٥-١التقنيات المستخدمة في (CDMA2000):

٤-٥-١-١ (CDMA2000 1XRTT):

- كفاءته عالية حيث أن أعلى معدل نقل بيانات يصل إلى (307Kbps) على حامل واحد 1x ذا مدى ترددي (1.25MHZ) .

- متوافق أو متوائم مع (IS-95A & IS-95B).
- هو أحد تقنيات الجيل الثالث المستخدمة اليوم.
- ضاعف سعة الصوت لشبكات وناقلات (CDMA ONE).
- يقدم خدمات دخول الانترنت.
- يقدم 50% أوقات إضافية أكبر.

٤-١-٥-٢ (CDMA2000 1XEV-DO):

- الكفاءة عالية حيث أن أعلى معدل نقل البيانات يصل إلى(2.4 Mbps) على حامل واحد ذا مدى ترددي يصل إلى (1.25 MHZ) .
- ينقل بيانات فقط.
- هو حل لدخول إنترنت بكلفة رائعة وأداء عالي .
- تقنية قابلة للازدياد .

٤-١-٥-٣ (CDMA2000 1XEV-DV):

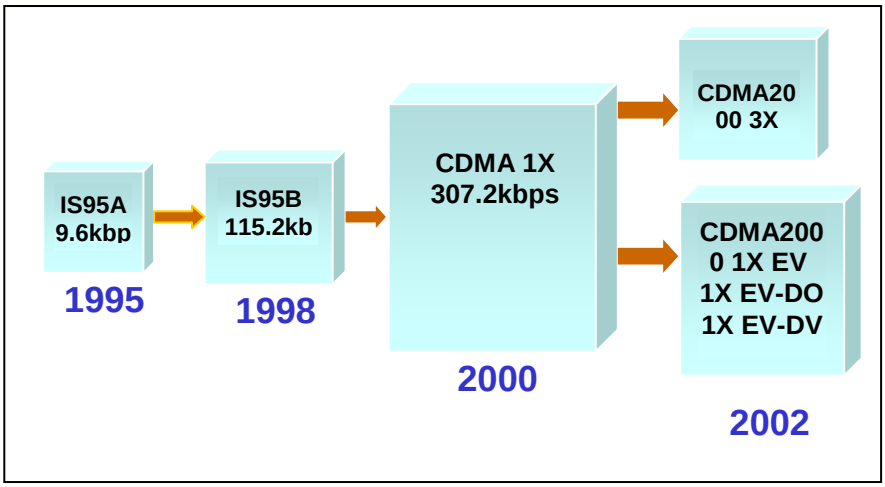
- وهو يدمج بين الصوت والبيانات ذات الحزمة العالية في وقت واحد.

مثل الفيديو ونقل المؤتمرات وخدمات أخرى عند سرعات تصل إلى حدود(3.09 Mbps) .

- ينقل البيانات والصوت.

٤-١-٥-٤ (CDMA 2000 3X RTT):

- يستخدم 3 حاملات.
- معدل نقل البيانات يصل إلى (1 Mbps).



الشكل (٤-٤): هو توضيح لمراحل تطوير نظام (CDMA)

٤-٥-٢ مميزات النظام:

- **جودة الصوت (Voice Quality):**

أجمعت الأسواق الخلوية على أن وضوح الصوت في نظام (CDMA) هو العامل الأول لجلب الزبائن.

- **العمر الافتراضي للبطارية(Battery Life):**

بسبب مقدار القدرة القليلة المتطلبة في نظام (CDMA) فإن فترة حياة البطارية الموجودة في الهاتف ستدوم أطول وكذلك تعطينا وقتا كبيرا لعمليات الاتصال قبل إعادة شحنها

- **لا يوجد تداخل صوتي (No Cross-Talk):**

بسبب عملية التشفير الموجودة في نظام (CDMA) فلا يحدث تداخل صوتي بين المستخدمين.

- **الخصوصية (Privacy):**

عملية التشفير الهائلة في نظام (CDMA) قللت من احتمالية الحصول على بيانات أحد المستخدمين عبر الهواء.

٤-٥-٣ معمارية النظام :

١. المحطة المتنقلة (MS).

٢. المحطة القاعدية (BS).

٣. سجل الموقع الحالي (HLR).

٤. سجل الموقع الزائر (VLR).

تقوم هذه الأجزاء الأربعة السابقة بنفس الوظائف التي ذكرناها سابقاً.

٥. (AAA): يستخدم للتوثيق وتفويض المستخدمين للولوج للشبكة ولتخزين إحصائيات استعمالات المشترك للمحاسبة وتنظيم الفوترة.

٦. (HA): يقوم بدعم البيانات الغير متشابهة في التنقل إلى الشبكات الأخرى والتي تدعم (1XRTT)، وتحافظ على تسجيل المستخدمين.

٤-٥-٤ قنوات نظام (CDMA٢٠٠٠):

يتكون من مجموعة من القنوات كل قناة لها عدة وظائف وهي كالتالي:

٤-٥-٤-١ قنوات الخط الأمامي (Forward Link):

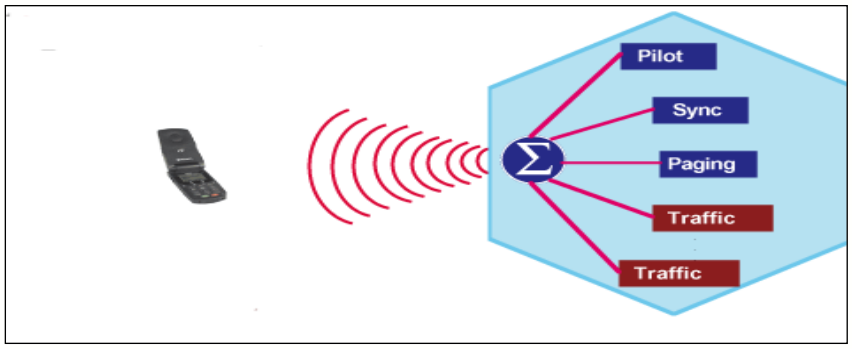
و تحتوي على:

١. قناة الدليل (أو الإرشاد أو القناة الموجهة) (PILOT Channel).

٢. قناة التزامن (SYNC Channel).

٣. قناة الخادم (PAGING Channel).

٤. قناة النقل (TRAFFIC Channel).



شكل (٤-٥): قنوات الخط الأمامي

٤-٥-٤-١-١ قناة الدليل (Pilot Channel):

- هي قناة ترسل باستمرار وذلك بسبب أن كل خلية يجب أن ترسل هذه الإشارة .
- هذه القناة تستخدم كتضمين (Modulation) لقنوات النقل في المستقبل .
- يستخدمها الجوال كمقارنة بين القطاعات أيهما أفضل من ناحية الاتصال وذلك بالمقارنة بين قدراتهم وهذا يستفاد منه في (تقنية التسليم) .
- يجب أن توجد في كل قطاع ولا تحمل معلومات وتكون بدون أي إضافات .
- يجب أن يتم التحكم بمقدار قدرة (Amplitude) ونطاق تغطية هذه القناة بحذر شديد لأن قيمة قــدرتها هي الأساس في عملية التسليم (Handoff) .

٤-٥-٤-١-٢ قناة التزامن (Sync Channel):

وهي تستخدم من قبل الهاتف النقال للحصول على التزامن والمعلومات الخاصة بالقطاع .

- وهي قناة ترسل باستمرار لتقوم بتزويد الهاتف النقال بالمعلومات.
- الهواتف النقالة تقوم بفك شفرات المعلومات المرسلة له من قناة التزامن من خلال القدرة العالية له.
- معدل نقل البيانات الموجودة بها 1200bps .

والرسائل من هذه القناة تحتوي على المعلومات التالية:

١. الإزاحة الموجودة في قناة (Pilot).

٢. توقيت النظام.

٣. معدل نقل قناة (Paging).

٤. هوية النظام.

٥. هوية الشبكة.

٤-٥-٤-١-٣ قناة الخادم (Paging Channel):

نظام (CDMA) يستخدم قناة الخادم لإرسال رسائل (Overhead) ورسائل الجوال المباشرة.

- هي القناة التي تكون عليها المعلومات التي يتم إرسالها إلى الهاتف النقال.
- عندما يتكون الطلب يتم تسليم الأوامر وقناة الحمل إليها لكي تقوم بإرسالها.

ورسائل هذه القناة تحتوي على:

١. رسالة تحتوي على خصائص النظام.

٢. رسالة تحتوي على قائمة من الإزاحات للقطاعات المجاورة.

٣. رسالة تحتوي على خصائص الولوج.

٤. رسالة تحتوي على قائمة من خصائص قناة (CDMA).

٥. رسالة تحتوي على إشارات تحكم عامة أخرى.

٤-٥-٤-١-٤ قناة النقل (Traffic Channel):

توجد عدة فئات لقنوات النقل(Categories Of Traffic) كالتالي:

١. (Primary Traffic) النقل الرئيسي وهو لصوت المستخدم.

٢. (Secondary Traffic) النقل الثانوي وهو لبيانات المستخدم غير الصوت.

٣. (Signaling) التحكم وهي رسائل التحكم بالاتصال.

- **قنوات النقل الأمامية (Forward Traffic):**

قنوات النقل الأمامية تستخدم لإرسال بيانات المستخدم وإشارات التحكم ، وتفصل عن بعضها البعض باستخدام (Walsh Code) ، فعندما نخصص لمشترك معين في قطاع معلوم بشفرة معينة لا تعطى هذه الشفرة لمستخدم آخر في نفس القطاع طوال فترة المكالمة ،عرّفت قناة النقل على أنها عبارة عن قناة أساسية وأخرى مساعدة لها بنفس البنية ولكن يختلفان في كيفية الاستخدام .

- **القناة الأساسية (Fundamental Channel):**

القناة الأساسية الأمامية ترسل بيانات المشترك وإشارات تحكم وكذلك إشارة تحكم في مقدار القدرة لقناة معينة.

- **قناة الشفرة المساعدة (The Supplement Code Channel):**

هذه القنوات نستخدمها لإعطاء المستخدم نقل بيانات بسرعات عالية.

١. معدل النقل في القناة الأساسية محدود.

٢. القناة الأساسية ربما تجذب معها عدد من القنوات المساعدة للحصول على معدل نقل بيانات مرتفع.

٣. كل قناة مساعدة لها (Walsh Code) خاصة بها ويكون معدل نقل البيانات فيها أعلى مستوى تستطيع النقل به.

٤. لا تحمل أي إشارات تحكم ولا حتى تنظيم القدرة.

٥. هذا النوع من الإشارات غير مستخدم في (IS – 95A).

٤-٥-٤-٢ قنوات الخط العكسي (The Reverse Link Channel):

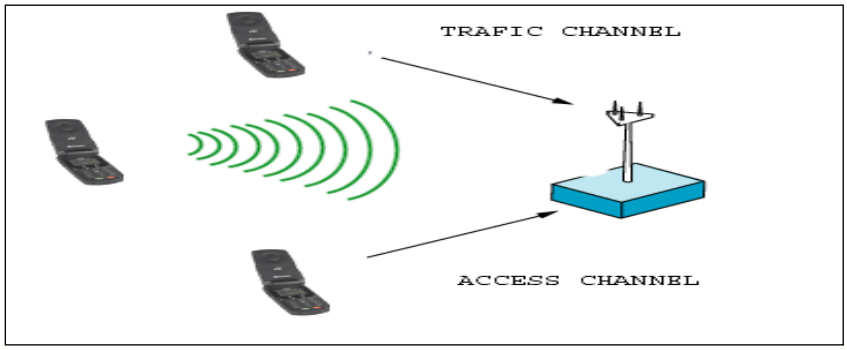
خط (CDMA) العكسي يختلف تماما عن الخط الأمامي ، والاختلاف يكون في أن قنوات الخط الأمامي تحتاج إلى التحكم بالقدرة وكذلك طبيعتها الغير مرتبطة مع قنوات الخط العكسي. ويوجد نوعين من القنوات التي يستخدمها الهاتف النقال للإرسال إلى المحطة القاعدية:

- **قناة السماحية أو الولوج (Access Channel):**

و هي قناة يستخدمها الهاتف النقال عندما لا يتحصل على قناة نقل، ويستخدمها أيضا للتسجيل على الشبكة، وبدئ الطلب، والاستجابة لقناة النقل والأوامر التي تأتي إليه من المحطة الأساسية، وإرسال الرسائل عليها إلى المحطة الأساسية.

- **قناة النقل (Traffic Channel):**

وهي قناة تستخدم عند وجود الطلب لها ، فالبيانات والصوت والتحكم بالمعلومات عادة ترسل على قناة السماحية التي تقوم بدورها بإرسالها إلى قناة التحكم الأساسية.



شكل (٤-٦): يبين قناتي الخط العكسي

٤-٥-٥ طرق تحسين السعة :

٤-٥-٥-١ زيادة عدد القطاعات (Sectorization):

هذه التقنية تستخدم الهوائيات الموجهه ، عند استخدامنا (3) منها في خلية معينة فإن التداخل يقل إلى الثلث عما هو موجود في الهوائي الذي يشع في جميع الاتجاهات (Omni – Direction Antenna).

٤-٥-٥-٢ اكتشاف الصوت النشط (VAD):

الزمن الفعّال في صوت الإنسان لا يمثل إلاّ (35 %) من الزمن الكلي عند التخاطب، فمثلاً عند توقف الإنسان عن الحديث فإن (VAD) سوف تستغل هذه الفترة لمستخدمين آخرين وذلك عن طريق إنقاص قدرة الإرسال، وهذه الطريقة تقلص من مقدار التداخل بنسبة (55%)، نظام (CDMA) هو التقنية الوحيدة التي تستغل هذه الظاهرة (VAD) والتي تزيد من مقدار السعة بمعدل (3) أضعاف، فباستخدام الطريقة (1) و (2) نستطيع زيادة مقدار السعة إلى (8) مرات.

٤-٥-٥-٣ استخدام تقنية (TDM) لفصل القنوات الأمامية:

في هذه الطريقة – المستخدمة في (CDMA2000)– يتم الفصل بين القنوات الأربع الأمامية باستخدام تقنية (TDM) وتبقى بكامل قدرتها لفترة معينة بعكس عما كان موجود في نظام (CDMA One) حيث كانت القنوات الأمامية تبث طوال الوقت وبقدرات مختلفة.

الفائدة التي نحصل عليها باستخدام هذه الطريقة:

١. نقصان التداخل.

٢. زيادة مقدار التغطية.

٣. زيادة معدل نقل البيانات.

٤-٥-٥-٤ الهوائي الذكي (Smart Antenna):

إن زيادة عدد الهوائيات لغرض زيادة السعة هي طريقة غير اقتصادية فبدلا عن ذلك نقوم بتعيين خواص الهوائيات، فالهوائيات الذكية تقدم لنا فوائد من حيث زيادة السعة وكفاءة النظام عن الهوائيات الاعتيادية.

- كيفية عمل الهوائيات الذكية:

١. إنقاص مقدار القدرة المرسلة عند جودة صوت ثابتة.

٢. السيطرة على خواص الهوائي وذلك بما يلي:

أ. زيادة الكسب للقطاع.

ب. نقصان كسب التداخل في القطاع.

٣. الحفاظ على معدل نقل عالي وتغطية كبيرة.

٤. نقصان التداخل يسمح لمتحكم القدرة بتقليل القدرة المرسلة.

- **عند استخدامنا للهوائيات الذكية نحصل على الفوائد التالية:**

١.الجودة (Quality)

- التقليل بمقدار (60 %) من المكالمات المنقطعة (dropped)

٢. السعة (Capacity Gain).

- زيادة السعة بمعدل (50 %) عند استخدامنا (3) قطاعات.
- زيادة السعة بمعدل (90 %) عند استخدامنا (6) قطاعات.

(٤ – ٦) مقارنة بين UMTS & CDMA2000 :

CDMA2000	UMTS	
1.25 MHz (1x) 3.75 MHz (3x)	5 MHz	عرض الحزمة الترددية (BW)
1.2288 Mcps	3.84 Mcps	الانتشار (Spreading)
4-128 bits (1x) 4-256 bits (3x)	4-256 bits	تشفير القناة (Channelization codes)
اتجاه أمامي (QPSK) اتجاه عكسي (BPSK)	في الاتجاهين (QPSK)	التضمين (Modulation)
20,40 and 80ms - PL	10 ms – PL 10,20,40 and 80ms - TL	حجم الاطار (Frame size)
FDD	FDD & TDD	النمط (mode)
614 kbps	2 Mbps	معدل نقل البيانات (Peak Data Rate)

جدول (٤-١)

الباب الخامس

الجيل الرابع

٥-١مقدمة:

يهدف الجيل الرابع إلى توفير مجموعة من الحلول تدعم عمل الشبكات من الجيل الثاني والثالث وما بعده لتضمن الحفاظ علي البنية الأساسية للشبكات. والفكرة وراء هذه التكنولوجيا هي توفير الحلول من خلال أنظمة تعمل علي استخدام نفس الشبكة الموجودة علي نفس الأجهزة والبرمجيات بحيث يمكن استخدام خدمات الجيل الثالث للمحمول علي نفس البنية الأساسية للجيل الثاني دون الحاجة إلي تعديلات كبيرة في البنية الأساسية التي تؤدي إلي تكلفة استثمارية ضخمة. وهو ما يعني ثورة كبيرة في مجال الاتصالات ستوفر الكثير علي شركات الاتصالات التي تنفق المليارات بصورة مستمرة لكي تبقي شبكاتها محدثة وقادرة علي تلبية كافة الاحتياجات والتطبيقات. وأفضل ما سيتميز به هذا الجيل هو النفاذ اللاسلكي إلى الشبكات الواسعة النطاق وإمكانية التنقل بين الأنظمة المختلفة بجهاز واحد (مثلاً من شبكة الجوال إلى شبكة الأقمار الصناعية إلى الشبكات اللاسلكية المحلية). إضافة إلى ذلك فإن هذه الأنظمة ستتيح للمستخدمين الاتصال بالإنترنت مع بعضهم البعض من خلال أجهزة مختلفة في أي وقت أو مكان وعلى أي نطاق.

٥-٢أشهر شبكات الجيل الرابع:

١. نظام LTE:

تقنية LTE وهي اختصار (Long Term Evolution) وتعني تطور المدى البعيد وهي معيار جديد لشبكات الجيل الرابع 4G في الاتصالات اللاسلكية للنطاق عريض الحزمة توفر سرعات عالية جداً لنقل البيانات بالمقارنة مع تقنيات ومعايير الجيل الثالث 3G.

٢. نظام (WIMAX):

وتشبه فكرة عمل (WiFi) والتي غالبا ما تستخدم في المنازل والفنادق والمقاهي إلا أن (WiFi) مصمم لتغطية شبكة لاسلكية داخلية قصيرة وترددات مختلفة (2.4GHz) وغير مرخص لها ، ولكن تقنية (WiMAX) تعمل

على مسافات أكبر وبسرعات أعلى وتوفر خدمة الانترنت لعدد كبير من المستخدمين حتى لو لم تكن لديهم خدمات هاتفية أو خدمة الاتصال بالإنترنت بواسطة الكوابل .

٥-٣ أهداف يسعى الى تحقيقها الجيل الرابع:

١. زيادة معدل نقل البيانات.

٢. رفع كفاءة الاتصال في الأجسام المتحركة كالسيارات.

٣. انخفاض تكاليف التشغيل.

٤. تحسين استخدامات المستخدمين.

٥. استخدام الانترنت و الصيرفة الالكترونية (الدفع النقدي عبر النقال).

٦. دمج الفيديو والتلفاز عبر شبكة الانترنت والوسائل الترفيهية والتواصل الاجتماعية والاتصال بالشبكة دون انقطاع .

٧. المساهمة في تقليل التأخير (latency).

٨. رفع الجودة في الألعاب الجماعية والمحادثات وغيرها من التطبيقات.

٩. تصل سرعات الجيل الرابع في مراحله الأولى إلى (173mbps) وفي مرحلة مستقبلية سيتم زياد هذه السرعة لتصل إلى (326mbps) وفي مرحلة متقدمة جدا ستصل إلى (1 Gbps).

٥-٤ نظام تطور المدى البعيد (LTE)

يعتبر الـــ LTE من الناحية النظرية من الجيل الثالث حيث يمثل 3.9 من الجيل الثالث UMTS ويعتبر تطوير في امكانيات هذا الجيل من حيث السرعة ومعدل نقل البيانات وادخال تقنيات حديثة في نظم الاتصالات والمساعدة

على التخلص من المشاكل الموجودة حاليا في انظمة الاتصالات المختلفة .ولا يعتبر الـــ LTE كنظام مستقل بذاته او كجيل جديد مثل UMTS ولكنه يعتبر تحسين للجيل الثالث ومدخل الى الجيل الرابع والذى تم اعتماده فعليا وهو LTE - Advanced حيث سيصل معدل نقل البيانات فيه الى(1 Gbps).

ويعتبر LTE تجارياً بالجيل الرابع من الشبكات الخلوية . ويتوقع أن يصل عدد المستخدمين للجيل الرابع LTE الى 305 مليون مستخدم بحلول عام 2016 على مستوى العالم تبعاً للتقرير الصادر عن شركة Maravedis حيث ذكر التقرير أن 86 % من عدد المشتركين سيكونون على تقنية FDD-LTE والباقي (14%) سيكونون على تقنية TDD-LTE .

LTE Frequency Bands - FDD

Band	Uplink (UL)	Downlink (DL)	Regions
1	1920 -1980 MHz	2110 - 2170 MHz	Europe, Asia
2	1850 -1910 MHz	1930 - 1990 MHz	Americas, Asia
3	1710 -1785 MHz	1805 -1880 MHz	Europe, Asia, Americas
4	1710 -1755 MHz	2110 - 2155 MHz	Americas
5	824-849 MHz	869 - 894 MHz	Americas
6	830 - 840 MHz	875 - 885 MHz	Japan
7	2500 - 2570 MHz	2620 - 2690 MHz	Europe, Asia
8	880 - 915 MHz	925 - 960 MHz	Europe, Asia
9	1749.9 - 1784.9 MHz	1844.9 - 1879.9 MHz	Japan
10	1710 -1770 MHz	2110 - 2170 MHz	Americas
11	1427.9 - 1452.9 MHz	1475.9 - 1500.9 MHz	Japan
12	698 - 716 MHz	728 - 746 MHz	Americas
13	777 - 787 MHz	746 - 756 MHz	Americas
14	788 - 798 MHz	758 - 768 MHz	Americas
17	704 - 716 MHz	734 - 746 MHz	

جدول (٥ – ١) الحزم الترددية FDD-LTE في بعض الدول

LTE Frequency Bands - TDD

Band	UL and DL	Regions
33	1900 - 1920 MHz	Europe, Asia (not Japan)
34	2010 - 2025 MHz	Europe, Asia
35	1850 - 1910 MHz	
36	1930 - 1990 MHz	
37	1910 - 1930 MHz	
38	2570 - 2620 MHz	Europe
39	1880 - 1920 MHz	China
40	2300 – 2400 MHz	Europe, Asia

جدول (٥ – ٢) الحزم الترددية TDD-LTE في بعض الدول

٥-٤-١ مواصفات LTE:

١. معدل نقل البيانات(100Mbps DL – 50 Mbps UL).

٢. الباندوث (1.4,3,5,10,15,20MHZ).

٣. التأخير في الاشارة أقل عن (5ms).

٤. التقنية المستخدمة :

Downlink: OFMA

Uplink: SC-OFDMA

٥. التضمين (QPSK,16QAM,64QAM).

٦. نوع التسليم soft handoff.

٧. طول الإطار 10msec.

٥-٤-٢ معمارية النظام:

٥-٤-٢-١ الشبكة المركزية وتتكون من :

١. بوابة الخدمة (S-GW).

جميع حِزمات مستخدم الـــ IP تُنقَل عبر بوابة الخدمة ، والتي تخدِم كالمرساة المحلي المتنقل لناقلات البيانات حينما يتنقل الـــمستخدم (UE) بين الـــ eNodeBs . و تحتفظ أيضا بمعلومات الناقلات في الوقت الذي لا يعمل فيه المستخدم (UE)، وتعرف بـــ "EPS Connection Management - IDLE" [ECM-IDLE]) وأيضا تخزن مؤقتا البيانات القادمة من القمر الصناعي ، في حين تبدء MME استدعاء الـــ UE لإعادة تأسيس الناقلات. وزيادة لهذا فإن بوابة الخدمة S-GW تؤدي وظائف إدارية في الشبكات التي تم زيارتها مثل جمع البيانات لاستبدالها (على سبيل المثال، جمع حجم البيانات التي تم ارسالها أو المستقبلة من المستخدم) وحصر المصرحة.

- وظيفة تحكم السياسة وتغيير القواعد (PCRF) :

وظيفة تحكم السياسة وتغيير القواعد للأنظمة المسؤولة عن اتخاذ قرار سياسة التحكم ، بالإضافة إلى التحكم بوظائف تدفق حزمة العمليات و المعلومات في (PCEF) والتي تُدرِج تحت P-GW . ويقوم PCRF بتفويض الـــ QoS والذي تقرر كيفية معالجة البيانات في PCEF وتتأكد بأنها متوافقة مع متطلبات المستخدم.

٢. بوابة شبكة البيانات العامة (P-GW) .

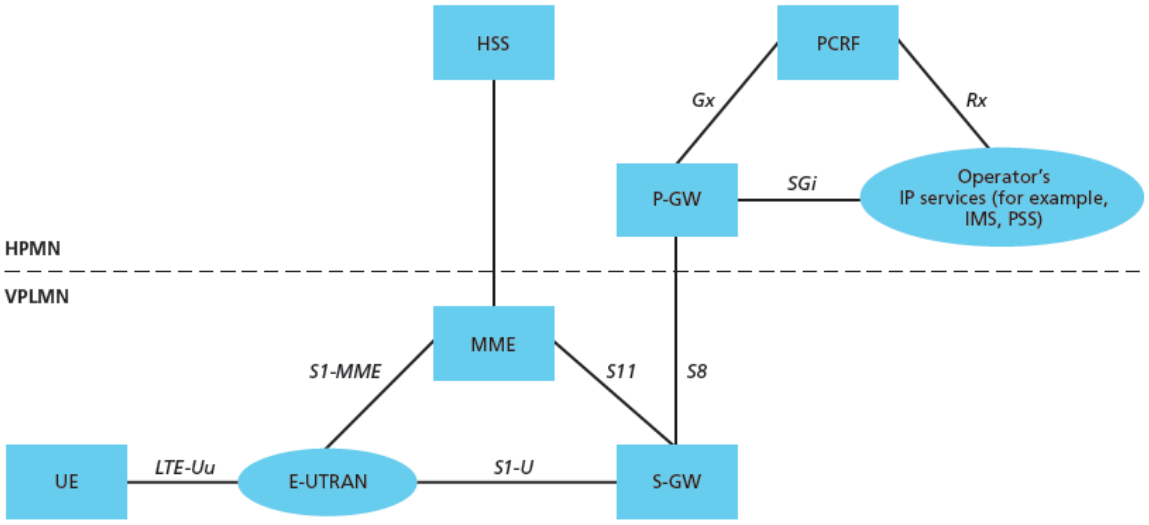
بوابة PDN مسؤولة عن توزيع الـــ IP للمستخدم، بالإضافة إلى تقوية QoS وحزمة البيانات حسب قوانين الـــ PCRF. ومسؤولة أيضا عن تصفية حزمة الـــ IP في الناقلات المختلفة. تنفذ هذه العملية بناء على (TFTs) . وتقوم بوابة P-GW بفرض الـــ QoS لناقلات (GBR). و تقوم أيضا بالعمل كمرساة متنقلة للشبكات التي لا تستخدم تقنية 3GPP مثل شبكات CDMA2000 و WiMAX .

٣. Mobility Management Entity (MME)

MME– هي نقطة التحكم والتي تعالج الإشارات بين المستخدم والـــ CN . البروتوكولات التي تجري بين المستخدم UE و الـــ CN تعرف ببروتوكول NAS .

الخادم المشترك الرئيسي (HSS)

الخادم المشترك الرئيسي يحتوي على اشتراك المستخدمين SAE للبيانات مثال الــ (EPS-subscribed QoS) وقيود التجوال. وتحتفظ بمعلومات الــ PDNs التي تمكن المستخدم من الاتصال. قد يكون هذا في شكل اسم نقطة الوصول APN وتكون تسميته وفقا للــ DNS (تشير إلى عنوان الــ IP المشترك) ويسمي المحادثات وتصف نقطة الوصل إلى PDN أو عنوان PDN . بالإضافة إلى أن HSS تحتوي معلومات جوهرية مثل هوية MME التي يكون المستخدم مسجل بها. كما أن HSS قد أيضا يدمج مركز المصادقات (AUC) الذي يولد قوة مواجهة تجعله أكثر موثوقية أمان.



شكل (٥ – ١) معمارية LTE

٥-٤-٣ قنوات نظام (LTE):

وتقسم قنوات النظام إلى ثلاثة أقسام :

- **القنوات الفيزيائية (Physical channels):** وهذه هي قنوات بث تحمل بيانات المستخدم ورسائل التحكم .
- **قنوات النقل (Transport channels) :** تقديم خدمة نقل المعلومات إلى تحكم متوسط الوصول (MAC) و طبقات أعلى.

- **قنوات منطقية (Logical channels):** توفير الخدمات التحكم للطبقة المتوسطة الوصول (MAC) داخل هيكل البروتوكولLTE .

٥-٤-٣-١ القنوات الفيزيائية :

القنوات الفيزيائية في LTE تختلف بين الــ Uplink و الــ Downlink وحيث أن كل قناة لديها متطلبات مختلفة ، وتعمل بطريقة مختلفة.

Downlink

١. قناة الارسال الفيزيائية (PBCH) :

- قالب قنوات الــ BCH المرقمة مقسمة إلى أربعة إطارات فرعية ضمن فاصل زمني 40ms . التوقيت 40ms الزمني تم تحديده عشوائيا، أي ليس هناك إشارات زمنية واضحة تشير إلى 40ms .
- كل إطار فرعي يفترض أن يكون قابل لإعادة تشفيره على حدة، أي أن BCH يمكنها فك الشفرة من استقبال واحد، على افتراض أن ظروف القناة جيدة و وكافية .
- التضمين (QPSK) .

٢. قناة مؤشر شكل التحكم الفيزيائية (PCFICH)

- قناة التحكم الفيزيائية (PDCCH)
- تبلغّ المستخدم UE عن الوسيلة المخصصة له من PCH و DL-SCH، ومولد المعلومات ARQ يتصل بــ DL-SCH.
- تحمل الجدولة المسموحة للــ Uplink.
- التضمين (QPSK) .

٣. قناة مؤشر ARQ الفيزيائية المولدة (PHICH) :

- تحمل مولد ARQ ACK/NAKs استجابة لمراسلات الـــ Uplink.
- التضمين (QPSK) .

٤. قناة مشاركة فيزيائية (PDSCH)

- تحمل الـــ DL-SCH والـــ PCH.
- التضمين (QPSK, 16-QAM, and 64-QAM) .

٥. قناة متعددة فيزيائية (PMCH)

- تحمل الـــ MCH .
- التضمين (QPSK, 16-QAM, and 64-QAM) .

- **Uplink**

١. قناة تحكم فيزيائية (PUCCH)

- تحمل مولد ARQ ACK/NAKs استجابة لمراسلات الـــ Downlink .
- تحمل الطلبات المجدولة .
- تحمل تقارير CQI .
- التضمين (BPSK and QPSK)

٢. قناة مشاركة فيزيائية (PUSCH)

- تحمل الـــ UL-SCH .
- التضمين (QPSK, 16-QAM, and 64-QAM) .

٣. قناة وصول عشوائي فيزيائية (PRACH)

- تحمل تعريف عشوائي للوصلة .
- يتم إنشاء تعريف عشوائي للوصلة من تسلسل Zadoff-Chu مع ارتباط منطقة الصفر المنشئة من إحدى جذور تسلسل Zadoff-Chu .

٥-٤-٣-٢ قنوات النقل:

قنوات النقل في الـــ LTE تختلف بين الـــ Uplink و الـــ Downlink وحيث أن كل قناة لديها متطلبات مختلفة، وتعمل بطريقة مختلفة. طبقة قنوات النقل الفيزيائية تعمل على تقديم خدمة نقل المعلومات إلـــى تحكـــم متوســـط الوصول (MAC) و طبقات أعلى .

- **Downlink**

١. قناة الارسال (BCH)

- إصلاح حجم النقل لك معرّف .
- بث على كافة مناطق التغطية للخلية .

٢. قناة مشاركة (DL-SCH)

- تدعم توليد ARQ.
- تدعم جوهر تكيّف الارتباط من خلال تغيير التضمين والترميز وقدرة النقل.
- تدعم اختياريا البث في الخلية بأكملها .
- تدعم اختياريا صيغة حزمة الأشعة .
- تدعم كلا من المورد الديناميكي والشبه ثابت المخصص .
- تدعم استقبال الـــمستخدم (UE) المتقطع (DRX) لتوفير طاقة المستخدم (UE).
- تدعم ارسال الـــ MBMS.

٣. قناة التصفح (PCH)

- تدعم استقبال الــمستخدم (UE) المتقطع (DRX) لتوفير طاقة المستخدم (UE).
- تبث في كافة منطقة التغطية للخلية.
- صمم لموارد فيزيائية والتي يمكن استخدامها ديناميكيا أيضا في المرور و قنوات التحكم الأخرى.

٤. قناة متعددة (MCH)

- تبث في كافة منطقة التغطية للخلية.
- تدعم MBSFN توحيد ارسال MBMS على خلايا متعددة.
- تدعم وسائل تخصيص شبه ثابتة لفترة متقدمة.

- **Uplink**

١. قناة مشاركة (UL-SCH)

- دعم اختياري لتكوين صيغة الشعاع.
- تدعم جوهر تكيف الارتباط من خلال تغيير قدرة الارسال والتضمين والترميز .
- تدعم توليد ARQ .
- تدعم تخصيص وسائل ديناميكية وشبه ثابتة .

٢. قناة وصول عشوائي (RACH)

- القناة تحمل أقل المعلومات.
- البث في القناة قد يضيع بناءً على التصادم.

٥-٤-٣-٣ القنوات المنطقية:

- **قنوات التحكم**

١. قناة تحكم الإرسال (BCCH)

- قناة downlink لإرسال نظام تحكم المعلومات.

٢. قناة تحكم التصفح (PCCH)

- قناة downlink التي تحول معلومات الصفحة ومعلومات النظام لتغير التبليغات.
- هذه القناة تستخدم للتصفح حينما لا تعلم الشبكة مكان خلية الــمستخدم UE .

٣. قناة تحكم عام (CCCH)

- قناة لإرسال معلومات التحكم بين الشبكة والــمستخدم UE.
- تستخدم هذه القناة للــمستخدمين(UEs) الذين لا يملكون رابط RRC مع الشبكة.

٤. قناة تحكم متعددة (MCCH)

- قناة downlink من نقطة إلى عدة نقاط تستخدم لإرسال معلومات تحكم MBMS من الشبكة إلى المستخدم UE لإحدى أو عدة MTCHs.
- هذه القناة تستخدم فقط من المستخدمين UEs الذين يتلقون MBMS .

٥. قناة تحكم المصمم (DCCH)

- قناة ثنائية الاتجاه من نقطة إلى نقطة والتي تبث معلومات تحكم مخصصة بين الــمستخدم UE والشبكة.
- تستخدم من قبل المستخدم UE الذين لديه اتصال الــ RRC.

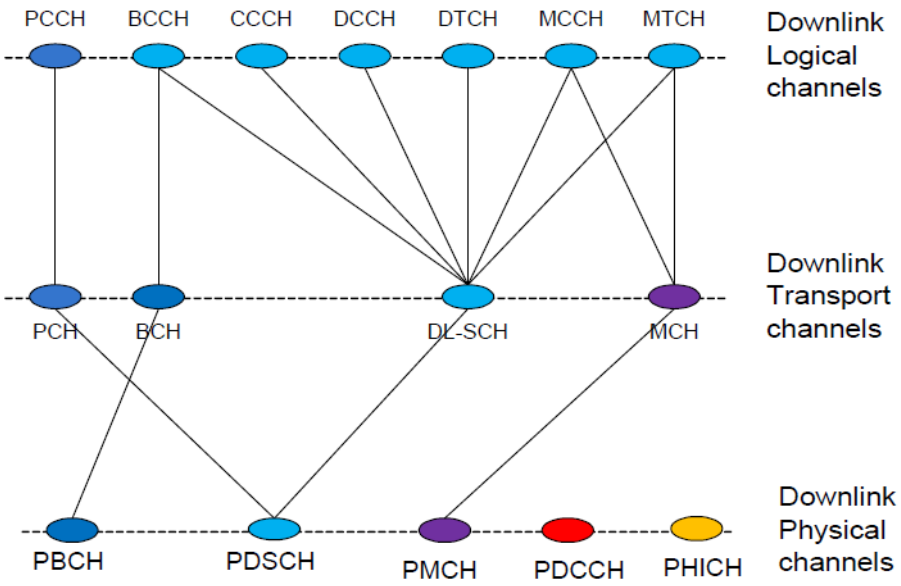
- قنوات المرور

١. قناة مرور المصمم (DTCH)

- قناة من نقطة إلى نقطة مخصصة لــمستخدم واحد UE ، لنقل بيانات المستخدم.
- الــ DTCH تستطيع ان تتواجد في كل من الــ uplink والــ downlink.

٢. قناة مرور متعددة (MTCH)

- قناة Downlink من نقطة إلى عدة نقاط لإرسال البيانات من الشبكة إلى الــمستخدم UE .
- هذه القناة تستخدم فقط للــمستخدمين UEs الذين يتلقون MBMS



شكل (٥ – ٢) قنوات نظام LTE

٥– ٤–٤ مبدأ عمل LTE والتقنيات الرقمية التي يعتمد عليها في الشتغيل والعمل:

يعمل LTE في نقل البيانات صوت وصورة في خلية دائرية نصف قطرها يصل إلى 100km بحيث تحتوي على محطة قاعدة, BS ويستخدم تقنية و ترميز OFDM لإصدار الإرسال في الوصلات الهابطة والصاعدة لنقل البيانات حيث تعزز مرونة الطيف وفعالية التكاليف. علاوة على ذلك فإن شبكات LTE تتوافق مع التقنيات السابقة

مثل GSM و UMTS التي تفيد في انخفاض تكاليف التشغيل وتغطية أوسع و تعمل دون انقطاع حيث تؤمن عملية نقل من محطة الى اخرى "سوفت هاند اوف" بشكل سلس ومرن بدون اي انقطاع او مشاكل.

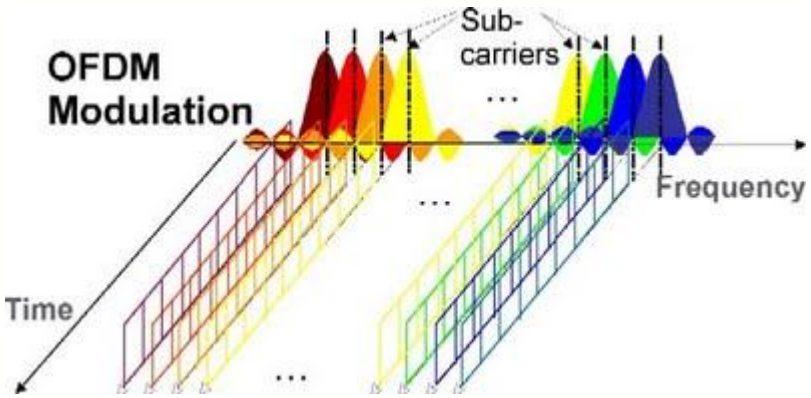
٥ -٤-٥ التقنيات المستخدمة في LTE:

٥-٤-٥-١ OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing) :

هي إحدى التقنيات المستخدمة في أنظمة الاتصالات وهى تقنية تم استخدامها منذ عام 1970 ولكنها لم تستخدم على نطاق واسع بسبب أن هذه التقنية كانت تحتاج إلى إمكانيات باهظة الثمن كما انه كان هناك صعوبة حينذاك في استخدامها على نطاق واسع .

هناك عدة تقنيات مستخدمة في أنظمة الاتصالات سواء لتقسيم الباندويدث bandwidth او لتقسيم القنوات Channels وذكرنا سابقا ماذا يفعل كل نوع وكيفية استخدامه مع أنظمة الاتصالات المختلفة بداية من الجيل الثاني GSM .

ولكن بسبب المشاكل التي كانت تقابل الاشارة مع التقنيات السابقة وأيضا بسبب زيادة عدد المستخدمين كان لابد من ايجاد طريقة لمحاولة التغلب او التقليل من هذه المشاكل كما أن هناك احتياج شديد لزيادة معدل نقل البيانات في ظل هذا التطور الرهيب في عالم الاتصالات وبداية الاعتماد عليه لنقل القنوات الفضائية والانترنت ، و بعد عدة أبحاث توصل العلماء والمهندسين أنه إذا تعامدت إشارتين فإنهما سيكونان أبعد ما يمكن عن بعضهما البعض ولذلك تم السماح بتقاطع وليس تداخل الإشارتين sub-carriers وبالتالي سيكوننا متعامدين اذا كان حاصل ضرب تكاملهما مساويا للصفر .



شكل (٥ – ٣) تقنية OFDM

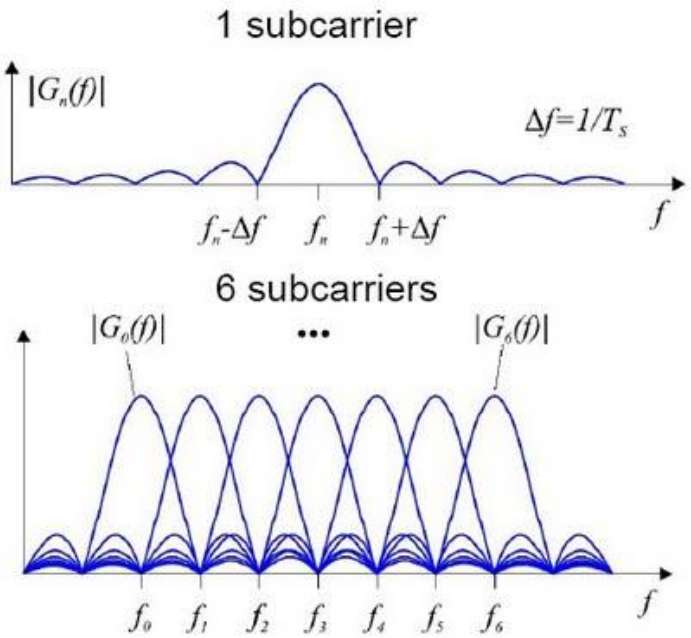
لقد استخدمت تقنية OFDM في السابق في نقل المعلومات على قنوات FM ، وفي البث الإذاعي الرقمي (AB) ، والبث التلفزيوني الرقمي المحلي (DVB-T) وأيضاً على خطوط ADSL . أما الآن فهي تستخدم على نطاق واسع خاصة في انظمة الاتصالات الخلوية واللاسلكية خاصة الجيل الرابع منهما مثل LTE+ & WiMAX+ .

و حيث أن الإشارات المستخدمة في هذه التقنية هي اشارات رقمية فإنه كان لابد من استخدام تقنيات التضمين الرقمي قبل أن يتم التعامل مع الإشارة بهذه التقنية و قد تم استخدام تقنيات تضمين

BPSK phase-shift keying ، QPSK quadrature phase-shift keying ، quadrature amplitude modulation QAM .

بالنسبة للمستخدمين Subcarriers فانه يتم توزيعهم عن طريق استخدام

Fast Fourier Transform (IFFT Inverse) وايضا باستخدام DFT ولذلك يتم تضمين جميع المستخدمين على قناة واحدة مما يضمن وصول الاشارة في وقت واحد ودون حدوث أي تداخل واذا شعر المستقبل بأنه يوجد فقد في الاشارة فانه سيستطيع تحديدها بسهولة ومحاولة طلبها مرة أخرى .



شكل (٥ – ٤) التضمين في OFDM

كما أن هناك أنواع مختلفة تم تطويرها من هذه التقنية مثل OFDMA وايضا هناك تقنية جديدة تستخدم في Up-Link في الجيل الرابع من الاتصالات الخلوية LTE و LTE+ و تسمى SC-FDMA .

٥-٤-٥-١-١ مميزات تقنية OFDM :

١. تكون الكفاءة عالية جدا حيث أنها تستخدم كل band .

٢. تعمل في الحزمة الترددية الراديوية 5.2 GHz التي تملك تداخل أقل مع الأجهزة الأخرى وبالتالي نحصل على سرعة كبيرة جدا لنقل البيانات تصل لأكثر من 54 Mbps.

٣. يقلل من ما يسمى بالخبو (fading) في الترددات العليا .

٤. تستخدم تشفير (channel coding) بحيث نكون قادرين على استرداد الرمز المفقود .

٥. عملية التصحيح (equalization) تكون أسهل .

٦. تمنع حدوث ISI وهو عملية حدوث تداخل في نفسه .

٧. يعطي مناعة قوية حتى لا يتم تداخل (interfering) .

٨. لا تتأثر بزمن التقطيع (sample time) أي ليس لها حساسية للوقت (time) عكس للإشارة الحاملة single carrier .

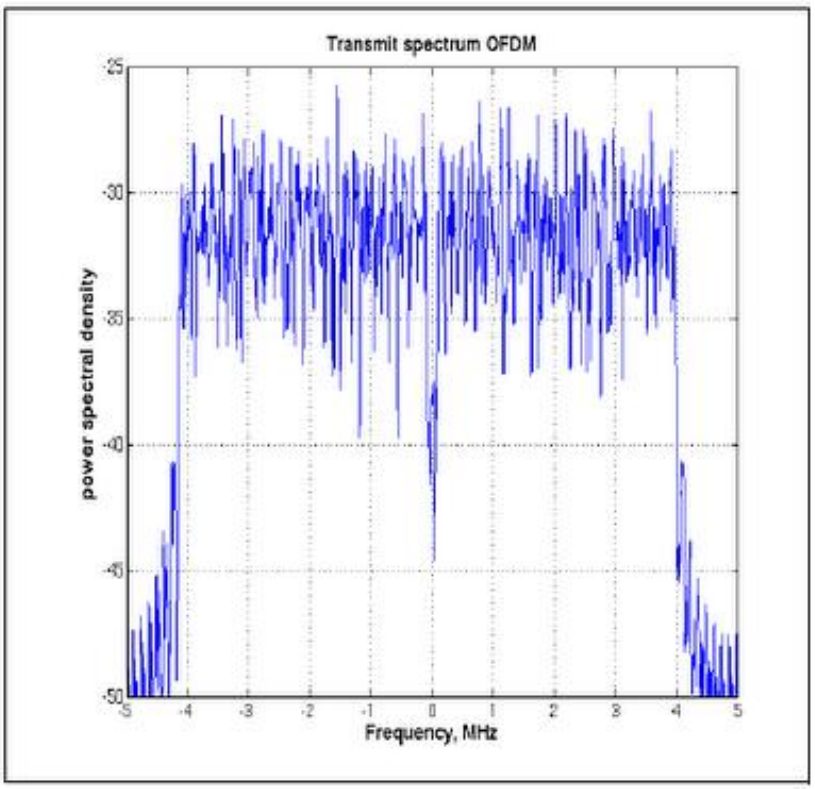
٩. لا يحدث تشتت (dispersion) لـــلرمز (symbol) .

١٠. تعطي مناعة قوية ضد الضوضاء (noise) .

١١. القضاء على التأخير (delay) .

١٢. إن وصلات NLOS معرضة لتشتيت قنوات الاتصال بسبب المسارات المختلفة التي قد تتخذها الإشارة خلال محاولتها تجاوز العقبات. فالإشارات غير المتزامنة قد تشوش على بعضها على البعض.

أما تقنية OFDM الذكية فهي تبيح إجراء عمليات فورية لفك تعديل الإشارة، الأمر الذي يسمح بالتالي بالتقاط الإشارات حتى في أصعب الظروف الجوية والبيئية.



شكل (٥ – ٥) اشارة مشوشة

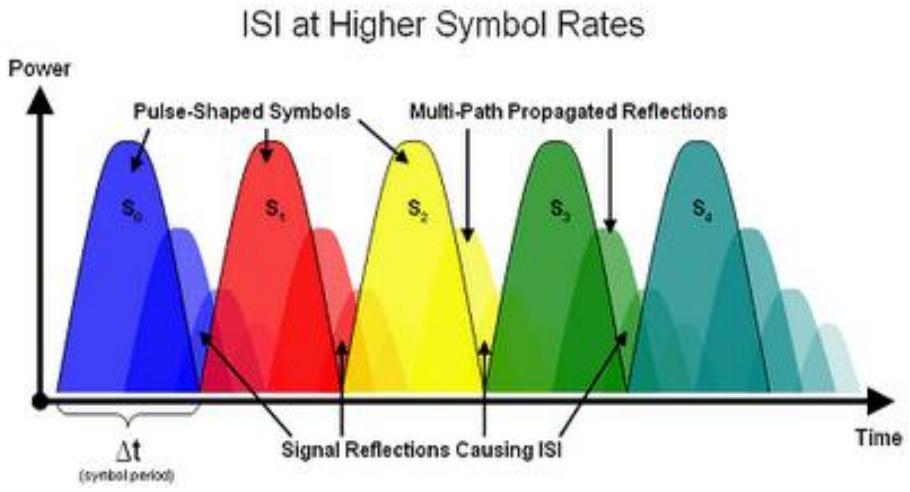
٥-٤-٥-١-٢ مشاكل OFDM:-

١. حساسة جدا للتردد المفاجئ (offset frequency) لذلك يجب أن نكون دقيقين باختيار تردد الحمل (carrier frequency offset) .

٢. لها تشويش (noise) لذلك نحتاج إلى مكبر (amplifier) له قدرة (Power) عالية جدا .

٣. التوهين (Attenuation) أي ضعف للإشارة المستقبلة .

٤. ظاهرة تداخل الرموز و التي يرمز لها (ISI) وهي ظاهرة تحدث نتيجة تفلطح طرفين الرمز (symbol) حيث يؤدي إلى زيادة في الـــحزمة (band) المخصص لهذا الرمز وتسمى عملية التفلطح بالتشتت (dispersion) وهي تؤدي إلى فقد خاصية التعامد (orthogonal) في OFDM وتحدث هذه الظاهرة عند السرعات العالية لمعدل نقلا البيانات .

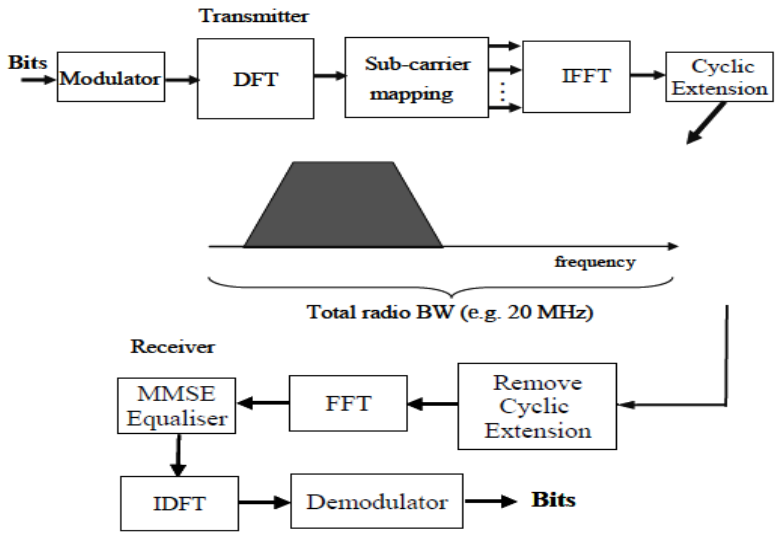


شكل (٥ – ٦) ظاهرة ISI

ولكي نتغلب على هذه الظاهرة نترك فترة زمنية بين كل إطار (frame) مرسل أي نفترض أنّا ارسلنا الإطار (frame) الاول من الصوت و الصورة فإننا ننتظر جزء من الوقت حتى نبعث الإطار (frame) الثاني لنفترض 0.5 ميكرو ثانية مثلا وهذا يسمى دليل الوقت (guide time) او حزمة زمنية (time band) فهذا يعني أننا لم نترك أي جزء من حزمة (band) التردد لكن انتظرنا جزء من الوقت حتى نبعث المعلومات أي أنه عند حدوث تفلطح لطرفين الرمز فسوف يكون هناك فترة زمنية بين كل رمز لذللك لن يحدث التداخل و يكون الوقت المتروك اكبر من التفلطح المتوقع حدوثه .

٢-٥-٤-٥ SC-FDMA (Single Carrier frequency Domain Multiple Access):

- يتم استخدام SC-FDMA فى الــ Up-Link ولا يتم استخدام OFDMA لأن الاول يتميز بصغر قيمة PAPR مما يميزه بالتغلب على مشاكل كثيرة.
- يتم فيه تخفيف تعدد الوصول multipath mitigation مثل الــ OFDMA ولكنه افضل الى حتقد ما بسبب صغر قيمة PAPR .
- يتم إضافة إصدار دوري (cyclic prefix) إلى الإشارة بنفس الطريقة المتبعة في الــ OFDMA وتسمى هذه الطريقة بصفة بمعادلة نقل البيانات (carrier based equalization) .
- يتم استخدام فوريير DFT في المرسل (transmitter) لوضع إرسال الإشارة (transmission) في الوضع الصحيح بالنسبة إلى طيف التردد (transmit spectrum) في حالة إن كانت سعة الإرسال (bandwidth) متغيرة حتى لا يتسبب في تداخل او تشوه الاشارة .
- يستخدم الــ LTE موجات حاملة فرعية (localized mapped subcarriers) لتحديد وتعيين قيمة ربح التردد الانتقائي (frequency selective gain) .



شكل (٥ – ٧) المخطط الصندوقي لـــ SC-FDMA

٥-٦ تقنية الواي ماكس WIMAX :

يرجع اختصار هذه التقنية إلى (Access Worldwide Interoperability for Microwave) نشأ هذا النوع من الشبكات بالاعتماد على الشبكات اللاسلكية المدنيّة أو ما يسمى بـــ (WMAN)

Wireless Metropolitan Area Networks نظر لسعة مساحة التغطية التي تقدمها حيث تغطي ما يقارب 50 –70 km وهو ما يعادل مدينة كاملة . وفكرتها مشابهة لفكرة DSL في توصيل الشبكة العالمية إلى أكبر عدد ممكن من المشتركين الذي لا يستطيعون الحصول على وصول إليها ، ولما تركزت الفكرة في عقول المصنعين والداعمين لها بهذا الاتجاه اتفقوا على المعيار 802.16 ويظهر التقرير الصادر عن شركة Maravedis أن عدد مشتركي (WiMAX) اكبر بكثير من عدد مشتركي (LTE) وفقا لبحث شامل أعد نهاية شهر مارس لعام 2011 م حيث وصل عدد مشتركي (WiMAX) إلى 17.25 مليون مشترك بينما وصل عدد

مشتركي (LTE) إلى 320 الف مشترك . و يتوقع التقرير زيادة عدد مشتركي (WiMAX) 5 مليون مشترك جديد بنهاية هذا العام إن شاء الله .

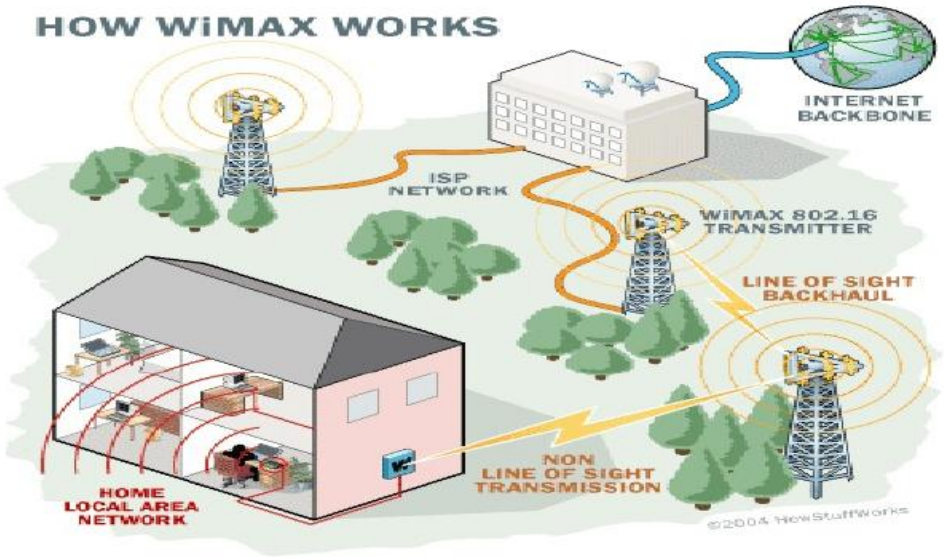
٥ -٦-١ مواصفات WIMAX :

١. الميزة الأساسية سعة التغطية التي ذكرنا أنها تصل إلى حدود 50 km –70 في الاتجاهات الأربع ، في حين تغطي شبكات الواي فاي (WiFi) 50 m في أحسن الأحوال .

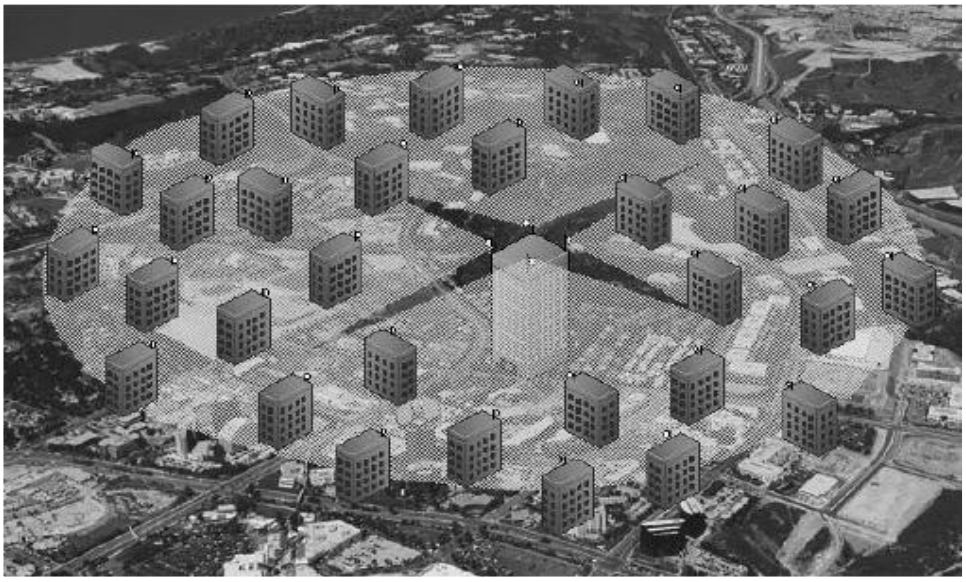
٢. السرعة التي تتعدى سرعات الشبكات التي تصل حدود تغطيتها إلى هذا المستوى ، بحيث تصل سرعتها النظرية إلى 70 Mbs ، وه بالطبع أفضل من سرعة شبكة واي فاي (WiFi) المبنية على معيار g أو b .

٣. تعتبر تكنلوجيا الـــ WiMAX من الشبكات الاقليمية اللاسلكية Wireless Metropolitan Area Networks وتهدف إلى استبدال الخطوط الرقمية DSL ، ISDN ، وخطوط الكابل الأرضية بحيث تصبح لاسلكية كما تهدف إلى إمداد المواقع المستخدمة للـــ WiFi بالإنترنت لاسلكيا .

٤. السرعات العالية التي تمد مكاتب الاعمال والشركات بخطوط لاسلكية شبيهة بخطوط T1/E1 و DSL ولكن لاسلكياً ، وتمتد إلى مسافات تصل إلى 50 km وتعمل في الحيز الترددي ما بين 10 و 66 GHz ، وقد نزلت مواصفة أخرى حديثا لتوصيف العمل في الحيز الترددي ما بين 2 و 11 GHz.



شكل (٥ – ٨) طريقة عمل الواي ماكس



شكل (٥ – ٩) تغطية الواي ماكس

٥ -٦-٢ طريقة نقل البيانات في WIMAX :

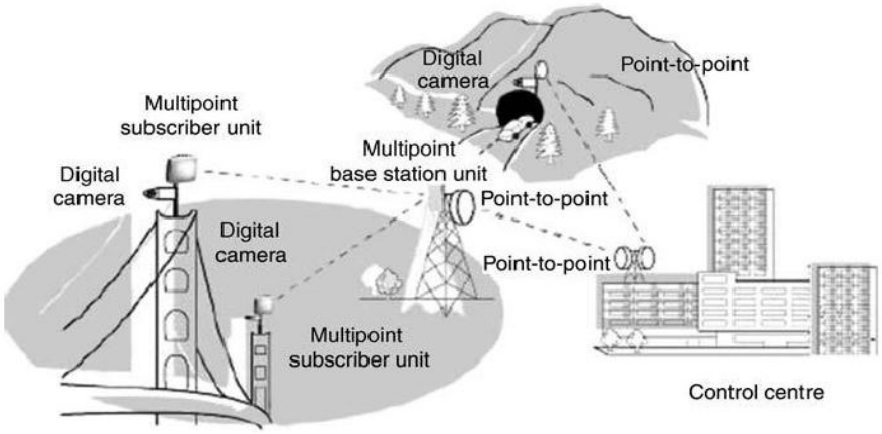
تقوم بنقل البيانات والمعلومات عن الطريق الاتصالات اللاسلكية ذات النطاق العريض والتي تتبع لمعايير جمعية مهندسين الكهرباء والالكترونيات برمز IEEE 802.16 المعتمدة في عام 2004 م وتعمل على نطاق ترددات عالية بحيث تبدأ من 2.5 GHz إلى 66 GHz ولكن غالبا ما يستخدم المشغلين في معظم الدول الـ 2.5 GHz والـ 3.5 GHZ، كما شهدت هذه التقنية المعتمدة على شبكة IP Internet Protocol تطورا ملحوظا في الآونة الأخيرة بحيث تم في عام 2005 م اعتماد وطرح الواي ماكس المتحرك IEEE 802.16 e أما من ناحية سرعة نقل البيانات إذ تتوفر سرعات نظرية و معملية تصل إلى 10 و 20 Mbs ولكن واقعيا غالبا ما يحصل المستخدم على سرعة تصل إلى 2 و 4 Mbs لتحكم عدة عوامل في ذلك أبرزها عدد المستخدمين في نطاق البرج والمسافة بين المستخدم والبرج إضافة إلى العوامل المناخية والعوائق الحاجزة المؤثرة على وصول وقوة الإشارة .

كما يوجد هناك طريقتين مستخدمتان عند الاتصال بين المستخدم والمحطة القاعدية أو البرج :

- الطريقة الأولى : هي الاتصال المرئي (LOS (line-of-sight والتي تتطلب الرؤية المباشرة بين نقطتين الارسال والاستقبال وعدم وجود أي عوائق بينهما كالمباني والأشجار وغيرها وتستلزم هذه الطريقة تركيب جهاز استقبال خارجي Out door CPE وهذا يزيد من حجم التغطية بحيث قد تتصل إلى 50 km كنصف قطر .
- الطريقة الثانية : هي الاتصال غير المرئي (NLOS (Non-Line-of-sight والتي لا تتطلب الرؤية المباشرة بين النقطتين بحيث تمكن هذه الطريقة العديد من الناس إمكانية الاستفادة من الخدمة وتعمل على فكرة ارتداد الاشارة من المباني والحواجز مدعومة بتقنيات مساعدة لهذا الغرض ، وتم تطوير الواي ماكس إلى مايعرف بالـ Wave 2 معتمد على طريقة (MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output ولكن لايزال هناك بعض المشاكل الفنية التي تواجه المصنعين والمشغلين في الواي ماكس المتحرك والتنقل داخل وخارج نطاق كل برج ، كما يعمل المصنعون على تطوير الواي ماكس الجيل الرابع وهو مايعرف بـ IEEE 802.16m والعمل على الوصول لسرعات عالية تصل إلى 100 Mbs للمتحرك والتجوال الحر من شبكة المستخدم إلى شبكات أخرى .

٥ -٦-٣ تطبيقات WIMAX :

المراقبة عن طريق كاميرات المراقبة :



شكل (٥ – ١٠) المراقبة عن طريق كاميرات المراقبة

٥ -٦-٤ مميزات WIMAX :

٥ -٦-٤-١ الأمان في WIMAX :

يستخدم نظام WiMAX تقنيات تشفير تمر بعدة مراحل من دورة الاتصال ، فعند بدء الاتصال يتم استخدام نظام التشفير **X.509** وعندما يحصل الاتصال يستخدم نظام **56BIT-DES** لحماية الإرسال.

وهذان النظامان كفيلان بتوفير الحماية اللازمة من عبث أي عابث وتوفير الخصوصية في الاتصال اللاسلكي.

٥ -٦-٤-٢ قلة التكلفة وسهولة الترخيص:

في حال استخدام نظام WiMAX كبديل للاتصال السلكي التقليدي من المتوقع أن توفر الكثير من الفوائد وذلك لطبيعة التقنية حيث لا تتطلب أي نفقات أو تراخيص في وضع كوابل الاتصالات في أملاك الغير، وكل

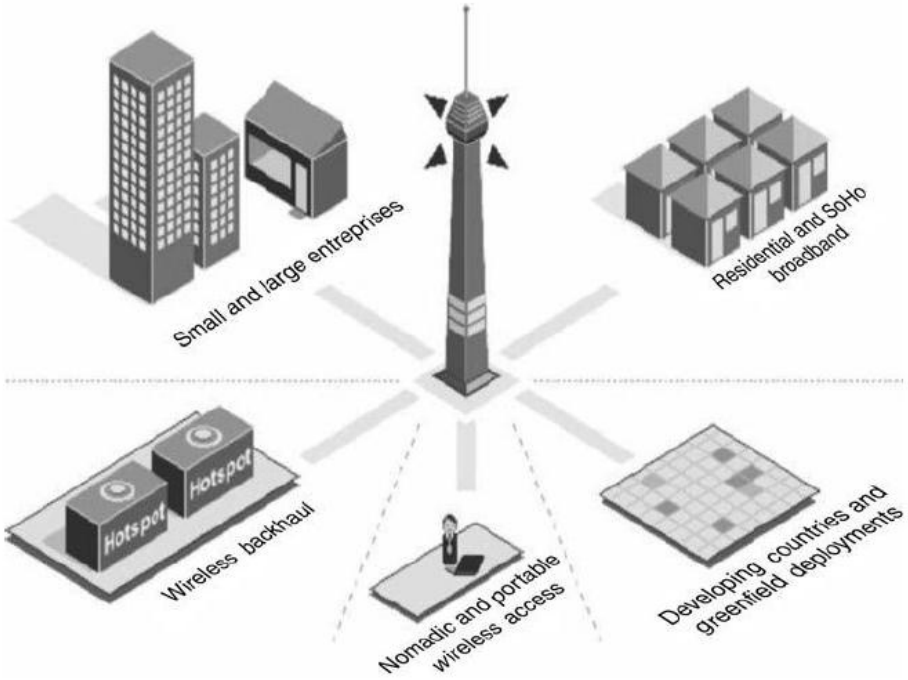
ما هو مطلوب هو الحصول فقط على تراخيص من قبل هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات لاستخدام الطيف الترددي.

٥ -٦-٤-٣ نقل البث التلفازي لاسلكيا:

يقدم نظام الصوت عبر بروتكول الأنترنت VOIP الذي سيجعل امكانية نقل الصوت أي مكالمات الهاتف وخدمة التلفاز عبر بروتكول الانترنت TVOIP مما يعني امكانية نقل البث التلفزيوني لاسلكيا.

٥ -٦-٥ الطيف الترددي:

يبدأ تردد الطيف الترددي من 9 km هيرتز إلى الحد الأعلى الذي يمتد إلى 3000 GHz ، ويمكن أن تستفيد الكثير من الجهات من هذا الطيف لإجراء عمليات الاتصال اللاسلكي على سبيل المثال أنظمة الهاتف النقال العامة وانظمة اللاسلكي المتنقلة المختلفة التي تستخدمها الشرطة وإدارة مكافحة الحريق والإسعاف وشركات سيارات الأجرة ووكالات الأمن الاستراتيجي حيث تمثل هذه الأنظمة المختلفة تطبيقات متنوعة للخدمة اللاسلكية المتنقلة.



شكل (٥-١١) مميزات الواي ماكس

٥ -٦-٦ أنشطة اداراتها تتسم بالعالمية:

تضع كل دولة مجموعة من الاجراءات الفنية والادارية لضمان الأداء المنظم والفعال للخدمات اللاسلكية والتأكد من عدم حدوث تداخلات تخل بعملية الاتصال وتودي الى تردي الأداء والإضرار بمصالح المستخدمين وكما هو معلوم أن الترددات اللاسلكية لا تحدها الحدود الجغرافية ، لذا فان أنشطة ادارتها تتسم بالعالمية وتتم وفقا لأنظمة الراديو الدولية الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات وهو احدى الوكالات المتخصصة للأمم المتحدة ويختص بشتى أمور الاتصالات على المستوى العالمي.

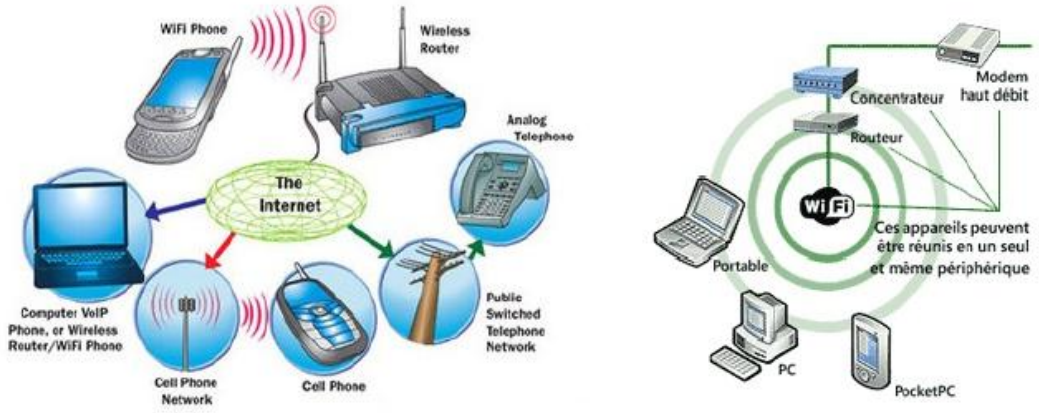
٥ -٧ أهم الفروق بين تقنية الواي ماكس WiMAX و الواي فاي WiFi :

١- تعمل تقنية الواي ماكس بسرعة أكبر بكثير ، وتغطي مساحات ومسافات أكبر وأطول ، حيث أن الهوائي الواحد يغطي مساحة 8000 km² ، وتسمح لعدد أكبر من المستخدمين باستعمالها وبهذا ستنعدم مشكلة توصيل الخدمات في المناطق الريفية أو النائية.

٢- إن أسرع خدمة واي فاي يمكنها نقل البيانات بسرعة تصل الى 54 Mbs بينما تقنية الواي ماكس يمكنها نقل البيانات بسرعة 70 Mbs .

٣- المساحة التي تغطيها تقنية الواي فاي العادية يصل قطرها الى 60 m بينما يبلغ قطر المساحة التي تغطيها تقنية الواي ماكس 100 km والفرق هنا إلى الترددات المستعملة وقوة أجهزة الإرسال ، وبالطبع تعمل المسافة وطبيعة المكان والمباني الضخمة والطقس كعوائق أمام تغطية المساحات المذكورة بالكامل.

٤- تعمل تقنية الواي ماكس بترددات تتراوح ما بين 2-11GHz وما بين 10-66 GHz بينما تعمل تقنية الوايف اي بين ترددات تتراوح ما بين 2.4-5 GHz.



شكل (٥ – ١٢) الفرق بين WiMAX، WiFi

٥ – ٨ مقارنة بين LTE , WiMAX :

WiMAX	LTE	
OFDMA		التنزيل (Downlink)
OFDMA	SC-FDMA	الرفع (Uplink)
All – IP		المعمارية (Architecture)
FDD (802.16m) TDD	FDD and TDD	الطيف (Spectrum)
سعة الإرسال ثابتة (Fixed bandwidth)	سعة الإرسال مرنة (Flexible bandwidth)	مرونة الطيف (Spectrum flexibility)
IMS		الخدمة (Services/Apps)
IETF	3GPP	المعايير (Standards)

جدول (٥ – ٣) مقارنة بين LTE , WIMAX

٥–٩ نظام تطور المدى البعيد المتقدم (LTE-Advanced) :

١. معدلات نقل بيانات عالية downlink : 1 Gbps ، uplink : 500 Mbps .

٢. كفاءة الطيف: ثلاث أضعاف LTE .

٣. كفاءة الطيف بالغة الذروة downlink : 30 bps/Hz ، uplink : 15 bps/Hz .

٤. استخدام الطيف :الإمكانية لدعم سعة الإرسال (BW) وجمع الأطياف الغير مجاورة والمحتاجة للاستخدام.

٥. الكامن: التحول من خامل إلى متصل في أقل من 5 ms لاتجاه واحد لإرسال بيانات فرد.

٦. الطاقة الانتاجية للخلية تكون ضعفين الـــ LTE .

٧. الطقة الإنتاجية للمستخدم تكون ثلاث أضعاف الـــ LTE .

٨. التنقل في LTE-Advanced يكون بنفس طريقة الـــ LTE.

٩. التوافق: LTE-Advanced تستطيع التعامل مع LTE واسطورة نظام 3GPP .

٥-٩-١ مقارنة بين LTE و LTE- Advanced :

LTE	LTE- Advanced		
100M	1G		معدل النقل downlink
50 M	500 M		معدل النقل uplink
~10 ms	less than 5 ms		زمن التحول من عاطل إلى متصل
Rel 8	Rel 10		الإصدار (3GPP releases)
OFDMA	OFDMA	DL	تقنيات الوصول
SC-FDMA	SC-FDMA	UL	

دعم قابلية التحرك	Up to 500 km/hr		Up to 350 km/hr
كفاءة الطيف [bps/Hz]	30	DL	15
	15	UL	3.75

جدول (٥ – ٤) مقارنة بين LTE و LTE- Advanced

٥-١٠ نظام (WiMAX-2) :

١. يطلق على هذا الإصدار IEEE 802.16m

٢. لهذا الإصدار معدلات نقل بيانات عالية تصل لـــ 1 G.

٣. زمن التحول من عاطل إلى متصل هو 10 ms.

٤. تقنية الوصول المستخدمة هي OFDMA .

٥. كفاءة الطيف: ضعف WiMax .

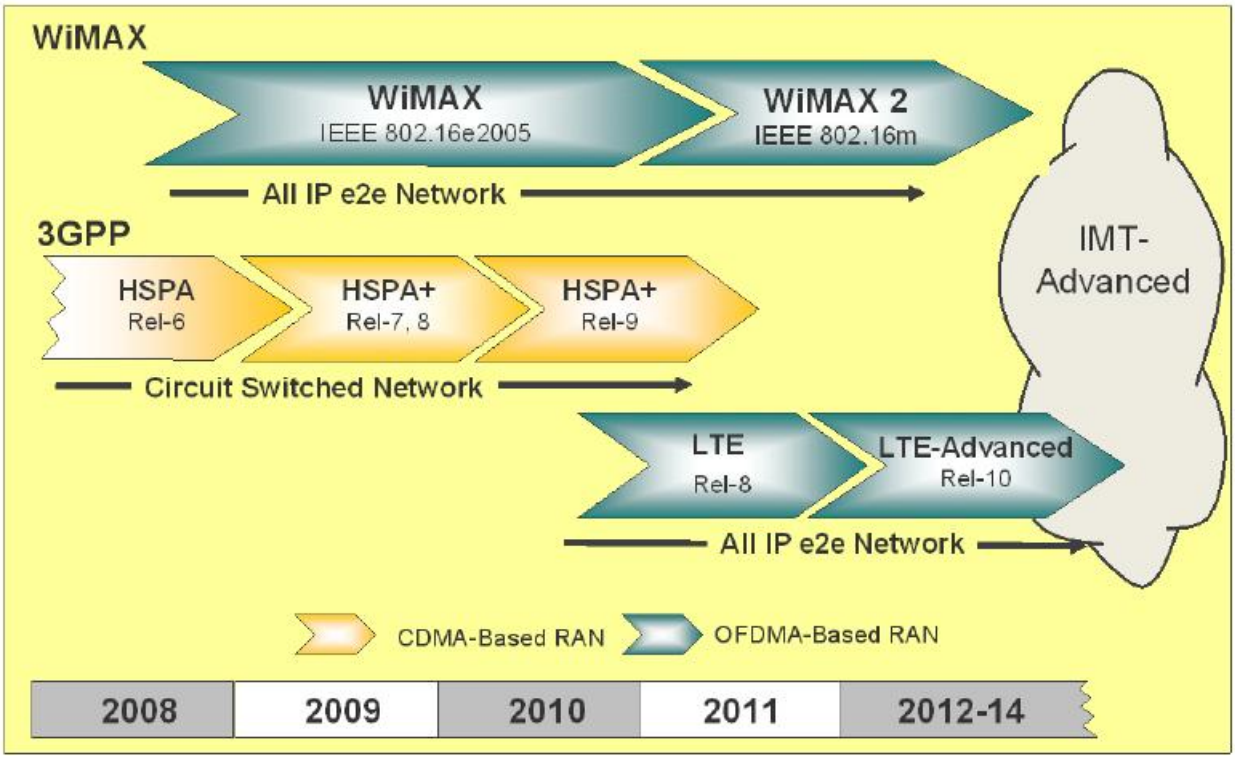
٦. تستخدم المدى الترددي 3800 MHz .

٧. سعة قناة الإرسال 5, 7, 8.75, 10, 20, and 40 MHz .

٨. تدعم قابلية التحرك فوق 500 km/hr.

WIMAX	WIMAX- 2		
70 M	1G		معدل نقل البيانات
25 ms	10 ms UL or DL		زمن التحول من عاطل إلى متصل
IEEE 802.16e	IEEE 802.16m		الإصدار (IETF releases)
OFDMA	OFDMA		تقنيات الوصول UL or DL
8	15	DL	كفاءة الطيف [bps/Hz]
2.8	6.75	UL	
2500 MHz	3800 MHz		المدى الترددي Frequency Bands
TDD, FDD	TDD, FDD, and H-FDD		الطيف (Spectrum)
Up to 20 MHz	5, 7, 8.75, 10, 20, and 40 MHz		سعة قناة الإرسال (BW)
DL:2x2,2x4, 4x2, 4x4 UL:1x2, 1x4,2x2, 2x4	DL: 2x2, 2x4, 4x2, 4x4, 8x8 UL: 1x2, 1x4, 2x4, 4x4		أنظمة الهوائي المتقدمة
Up to 120 km/hr	Up to 500 km/hr		دعم قابلية التحرك

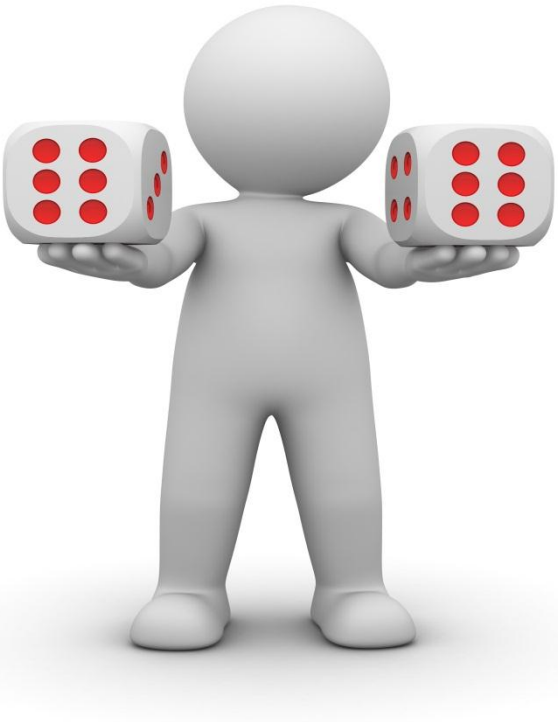
جدول (٥ – ٥) مقارنة بين WiMAX , WiMAX-2



شكل (٥ – ١٣) الخط الزمني للـــ **WiMAX** و **LTE**

الباب السادس

الخلاصة والمقارنة



1G

2G

3G

4G

٦-١ مقدمة:

يتمحور هذا الباب حول خلاصة الفوارق الجوهرية التي توصلنا إليها من خلال البحث في خصائص الأجيال الأربعة

للاتصالات المتنقلة ، يمكن توضيح هذه الفوارق من ناحية الإشارة المستخدمة وتقنية الوصول المتعدد وطريقة التسليم بين الخلايا وعدد القنوات والمدى الترددي وأخرى سيأتي الحديث عنها في هذا الفصل.

٦-٢ الجيل الأول:

- اعتمدت أنظمة الجيل الأول على الإشارة التماثلية (Analog Signal) وذلك لعدم إمكانية استخدام الإشارة الرقمية (Digital Signal) في ذلك الوقت وأهم عيب في الإشارات التماثلية هو عدم وجود تشفير للإشارة مما أدى إلى ظهور عدد من المشاكل منها:

  ١. صعوبة التحكم بعملية الازدحام.

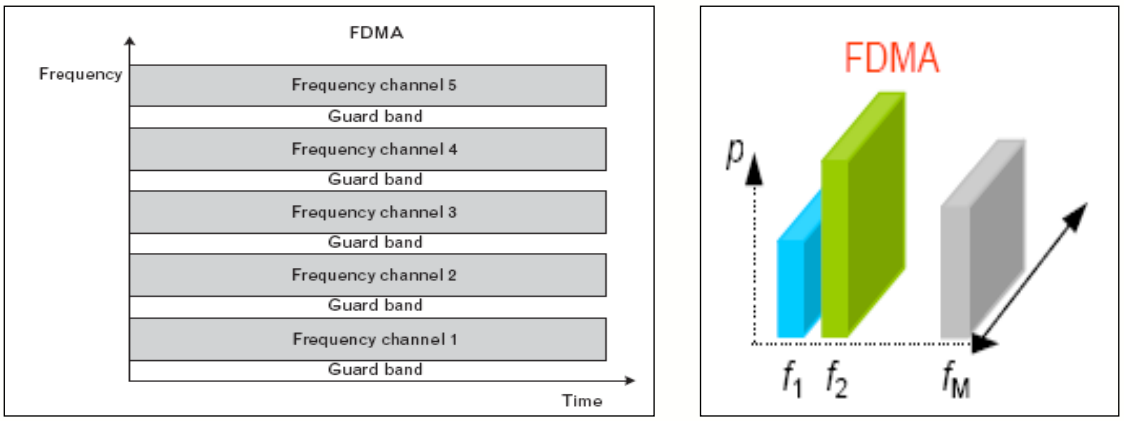
  ٢. سهولة استخدامه بطرق غير شرعية (ضعف الأمنية).

  ٣. سهولة حدوث عملية التداخل.

  وغيرها من الأسباب التي تم ذكرها في الفصل الثاني.

- لم يكن هناك عند ظهور الاتصالات اللاسلكية حزمة ترددية مخصصة لها حيث كانت الحزمة الترددية محجوزة من قبل تطبيقات أخرى مثل التلفاز مما حدا بهم إلى اقتطاع جزء من الترددات التلفزيونية للاتصالات اللاسلكية ونظرا لمحدودية الحزمة الترددية المخصصة للاتصالات اللاسلكية وزيادة عدد المشتركين كان لابد من وجود تقنيات لاستغلال الحزمة المحددة فظهرت تقنيات الوصول المتعدد وكانت أنظمة الجيل الأول تعتمد على تقنية (FDMA) الشكل (٥-١) والتي تعني تعدد الوصولية بتقسيم التردد حيث يقتسم المستخدمون النطاق الترددي بأن يخصص جزء من هذا النطاق لكل مستخدم طوال مدة مكالمته

الهاتفية ، وهو لا يستخدم كل الحزمة ولكن ميزته أنه ليس به انقطاع أي أنه يستخدم كامل الحزمة الترددية المخصصة له طوال الفترة الزمنية.



شكل (٦-١) تقنية FDMA

- تنقسم القنوات في الجيل الأول إلى نوعين قنوات صوتية تستخدم تضمين ترددي (FM) و قنوات تحكم تستخدم تقنية (BFSK).

- عند انتقال المستخدم من خلية إلى أخرى تحدث عملية التسليم بين الخلايا واشتهرت أنظمة الجيل الأول بعملية التسليم الصعب (Hard Handoffs) وهذا يعني أن الجوال يجب أن يقوم بعملية قطع الاتصال مع الخلية الحالية قبل الاتصال بالخلية الجديدة وكانت مزايا هذا النوع من التسليم أنه قلل من فشل المكالمات (dropped)

٦-٢-١ أشهر الأنظمة في الجيل الأول:

- شبكة (AMPS): ظهرت هذه الشبكة في عام 1982م في الولايات المتحدة الأمريكية.
- شبكة (TACS): ظهرت هذه الشبكة في عام 1985م في كل من المملكة المتحدة وايطاليا واسبانيا والنمسا وايرلندا.
- شبكة (NMT): ظهرت في عام 1981–1985 م في عدة دول من أوروبا الوسطى.
- شبكة (C-450): ظهرت في عام 1985 م في ألمانيا والبرتغال.
- شبكة (Radiocom2000): ظهرت في عام 1985 م في فرنسا.
- شبكة (RTMS): ظهرت في عام 1985 م في إيطاليا.

سنة التشغيل Operational year	مدى التردد(ميجا هيرتز) Frequency range (MHz)	الدولة Country	اسم النظام System
1979	800	اليابان Japan	Nippon Telephone and Telegraphy (NTT-MTS)
1979	800	الولايات المتحدة US	Advanced Mobile Phone Service (AMPS)
1981-85	450 900	اسكندنافيا Scandinavia	Nordic Mobile Telephone (NMT)
1985	900	المملكة المتحدة UK	Total Access Communi. System (TACS)
1985	450	المانيا Germany	C450
1985 1989	450 900	فرنسا France	Radiocom 2000 (NMT)
1985 1990	450 900	ايطاليا Italy	RTMS TACS

جدول (٦-١) أشهر الشبكات في الجيل الأول

٦-٢-٢ تخصيص النطاق الترددي:

٦-٢-٢-١ نظام (AMPS):

خصص لهذا النظام الحزمة الترددية ابتداء من 800 MHz وذلك لعدة أسباب و هي:

١. أن الترددات الواطئة كانت محجوزة من قبل أنظمة أخرى.

٢. أن استعمال مدى أكبر بكثير من 800MHz يسبب توهين للإشارة وكثرة الأخطاء.

٣. أن هذا المدى لم يكن مستخدم في كثير من الأنظمة.

تقع ضمن حزمتين هي: 50 MHz وكان عرض الحزمة الترددية لقناة هذا النظام (824–849 MHz) and (869–894 MHz) و يفصل بين قنوات الإرسال و الاستقبال لكل محطة قاعدية MHz 45 وتتألف هذه الحزمتين من 667 قناة تحتوي على 312 قناة صوتية و 21 قناة تحكم في كل حزمة.

٦-٢-٢-٢ نظام (NMT):

في نظام (NMT) خصص له الحزمة الترددية450 MHz و 900 MHz وتوجد فيه 359 قناة تفصل بينها 25 kHz وبإضافة القنوات الإضافية تصبح 399 قناة.

٦-٢-٣ معمارية الجيل الأول:

كما ذكرنا أن معمارية الجيل الأول تتكون من :

١. السنترال MTX.

٢. السجل الأساسي HLR.

٣. المحطة القاعدية BS.

٤. الهاتف النقال MS.

كما أنها تحتوي على عدد من القنوات وهي:

١. قناة الاتصال (CC).

٢. قناة المرور (TC).

٣. قنوات المرور والاتصال المشترك (CC / TC).

٤. قناة البيانات (DC).

- معدل نقل البيانات : 10kbps لقنوات التحكم فقط.
- كانت أنظمة الجيل الأول تقدم خدمات صوتية فقط ولم يكن هناك خدمات نقل بيانات وذلك لاعتمادها على الإشارات التماثلية والتي لا تستطيع توفير هذه الخدمة كما أن أنظمة هذا الجيل تعاني من بطء النظام والتكلفة العالية، و لا يقدم هذا النظام الخدمات المتقدمة مثل تصفح الانترنت والرسائل النصية ، وإظهار الرقم ، وقد وجد من دراسة حسابية أن 50% من المكالمات التي يطلبها المشتركين في ساعة الذروة لا يمكن تلبيتها.
- كانت الأمنية في أنظمة الجيل الأول متواضعة وذلك لعدم وجود تشفير البيانات وكانت الأمنية في الجيل الأول تنحصر في الوظائف التالية:

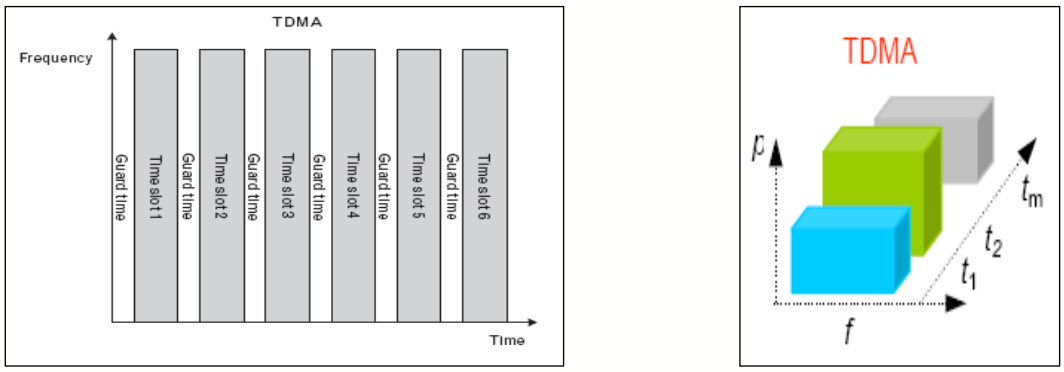
مراقبة هوية الهاتف النقال – أمنية هوية المشتركين – منع نداء تابع لموقع آخر – رمز PIN

وقد تم توضيح هذه الوظائف سابقا في الفصل الثاني من هذا البحث.

٦-٣ الجيل الثاني:

- مع مرور الزمن أصبح بالإمكان استخدام الإشارات الرقمية في أنظمة الاتصالات المتنقلة والتي أثبتت كفاءتها وظهرت من خلال استخدامها ميزات جديدة ، فاعتمدت أنظمة الجيل الثاني على الإشارات الرقمية ، وأصبح بالإمكان الحد أو التقليل من المشاكل التي ظهرت في أنظمة الجيل الأول.
- مع الإقبال الهائل على الاتصالات المتنقلة لم تعد تقنية (FDMA) تفي بالغرض فتم اعتماد تقنية جديدة

من تقنيات الوصول المتعدد وهي (TDMA) الشكل (٥-٢) والتي تعني تعدد الوصولية بتقسيم الزمن حيث يسمح لعدة مستخدمين باستخدام القناة نفسها في آن واحد و تخصص فترة زمنية (Time-Slot) لكل مستخدم ، يستخدم خلالها المشترك كل نطاق التردد المخصص وذلك طوال مدة الفترة الزمنية المخصصة له، وميزتها أنه يستخدم كل الحزمة ولكن في فترات زمنية متقطعة.



شكل (٦-٢) تقنية TDMA

- نوع التضمين المستخدم هو (GMSK) في نظام (GSM) بينما في نظام (CDMA One) نوع التضمين هو (QPSK).
- تتم عملية التسليم في أنظمة الجيل الثاني بالتسليم المرن (Soft Handoffs) ويعني التسليم المرن أن الجوال يقوم بمساعدة الشبكة بعمل اتصال جديد قبل أن يتوقف الاتصال القديم فيتم الانتقال من خلية إلى أخرى قبل قطع المكالمة لكن قد تلجأ الأنظمة في هذا الجيل إلى عملية التسليم الصعب (Hard Handoffs) ويعد هذا من عيوب الجيل الثاني حيث أنه لم يقضي على هذا النوع من التسليم.

مزايا التسليم المرن:

١. يقلل عملية التداخل.

٢. يزيد السعة للخطوط.

٣. لا يحدث فشل (Drop) للمكالمات.

٤. يؤدي إلى تحسين الصوت.

٦-٣-١ أشهر الأنظمة في الجيل الثاني:

نظام (GSM): ظهر في عام 1991 م في أوروبا.

نظام (IS-54): ويعرف بنظام (DAMPS) بدأ هذا النظام بالعمل في آخر سنة 1991 م في الولايات المتحدة الأمريكية.

نظام (IS-95): ويعرف بنظام (CDMA One) و أول ما استخدم في الصين وكوريا في عام 1980 م حيث كان يستخدم في الجوانب العسكرية وظهر بعد ذلك في الولايات المتحدة.

٦-٣-٢ تخصيص النطاق الترددي:

٦-٣-٢-١ نظام (GSM):

التردد المستخدم 900 MHz أو 1800 MHz حيث تتوزع الترددات فيه بالشكل الآتي:

الترددات من 890MHz إلى 915MHz (Uplink)

الترددات من 935MHz إلى 960MHz (Downlink)

٦-٣-٢-٢ نظام (CDMA One):

التردد المستخدم 800MHz وعرض الحزمة له 1.2288 MHz حيث تتوزع الترددات فيه بالشكل الآتي:

الترددات من MHz إلى 835MHz825 (Uplink)

الترددات من870MHz إلى 880 MHz (Downlink)

٦-٣-٣ معمارية الجيل الثاني:

٦-٣-٣-١ نظام (GSM):

١. الهاتف النقال (MS).

٢. المحطة القاعدية (BS).

٣. مركز التبديل للمتنقلات (MSC).

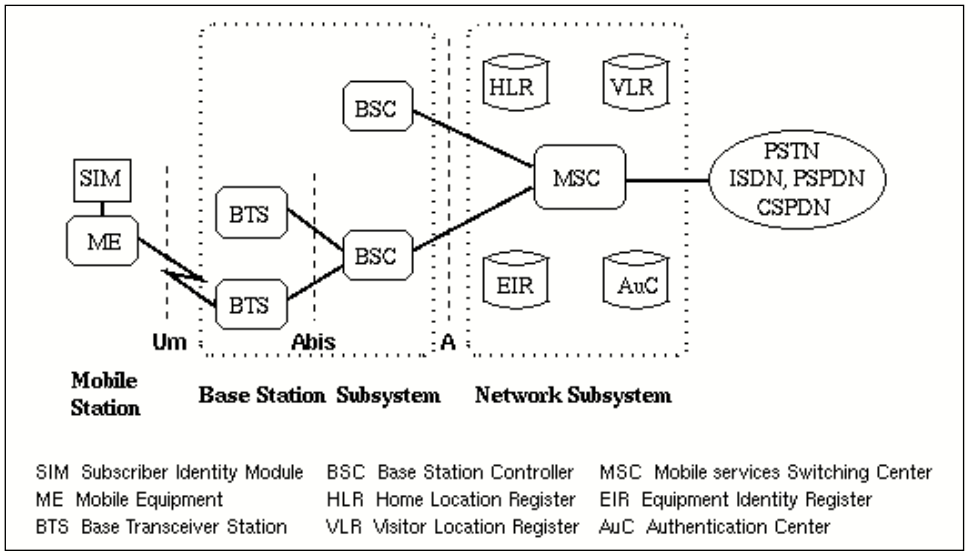
٤. مسجل الموقع المحلي (HLR).

٥. مسجل الموقع الزائر (VLR).

٦. مسجل هوية المعدات (EIR).

٧. مركز التوثيق (AUC).

٨. مركز التشغيل و الصيانة (OMC).



شكل (٦-٣) معمارية نظام GSM

- قنوات النظام:

و تتكون من قسمين هما:

- **قنوات التحكم:**

و تضم ثلاث أنواع من القنوات هي:

- **قنوات البث (BCH):**

١. قناة تصحيح التردد (FCCH).

٢. قناة الموائمة أو التزامن (SCH).

٣. قناة ضبط البث (BCCH).

٤. قنوات التحكم المشتركة (CCCH):

١. قناة النداء(PCH) .

٢. قناة المسلك العشوائي (RACH) .

٣. قناة منح الدخول (AGCH) .

٥. قنوات التحكم المخصصة (DCCH):

١. قنوات تحكم مخصصة قائمة بذاتها (SDCCH).

٢. قناة التحكم المرتبطة البطيئة (SACCH).

٣. قناة التحكم المرتبطة السريعة (FACCH).

٦. قنوات النقل أو المرور:

و تضم نوعين من القنوات هي:

١. قنوات الحركة ذات معدل النقل الكامل (TCH / F).

٢. قنوات الحركة ذات معدل النقل النصفي (TCH / H).

٦-٣-٣-٢ نظام (CDMA one):

تحتوي على نفس مكونات (GSM) و تختلف عنها في القنوات فقط.

قنوات النظام:

و تتكون من قسمين هما:

- **قنوات الخط الأمامي:**

١. قناة الدليل(Pilot Channel).

٢. قناة التزامن(Sync Channel).

٣. قناة الخادم(Paging Channel).

٤. قناة النقل (Traffic Channel).

- **قنوات الخط العكسي:**

١. قناة الوصول (Access Channel).

٢. قناة النقل (Traffic Channel).

- معدل نقل البيانات في نظام (GSM) 10 kbps أما في نظام (CDMA One) فمعدل نقل البيانات ٩,٦kbps .
- ظهرت في هذا الجيل تقنيات لاتصالات البيانات بحيث يمكن عن طريقها تصفح الانترنت وإرسال واستقبال البيانات الغير صوتية ومن أشهر التقنيات:

تقنية (GPRS):

سمي الجيل الثاني بعد ظهور هذه التقنية بالجيل الثاني والنصف لاعتماد هذه التقنية على نظام (GSM) وأصبحت أنظمة الجيل الثاني تضم نطاق كبير من التطبيقات وأصبح بالإمكان الاتصال بالانترنت بسرعة 30kbps إلى 40kbps .

تقنية (1XRTT):

هي تقنية اتصالات البيانات التي استخدمت في نظام (CDMA one) وبلغت سرعة الاتصال عن طريق هذه التقنية من 50kbps إلى 75kbps .

- تطورت أنظمة الجيل الثاني عما كانت عليه في الجيل الأول من ناحية الأمنية حيث سمحت عملية تشفير الإشارة الرقمية بزيادة مستوى الأمنية ومن عناصر الأمنية:
- سرية هوية المشترك عن طريق:
  - **هوية مشترك الجوال الدولي (IMSI).**

١. شفرة شبكة الجوال (MNC).

٢. رقم تعريف محطة الجوال(MSIN).

  - **هوية مشترك الجوال المؤقتة (TMSI).**

١.توثيق المشتركين.

٢.(SIM) تكون قابلة للفصل بأجهزة خاصة.

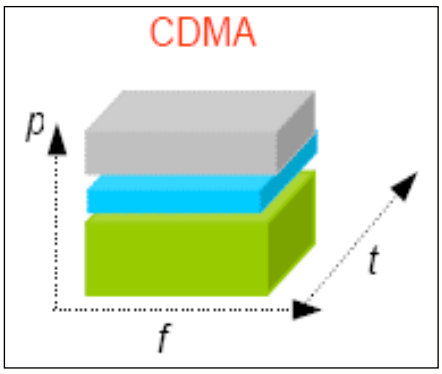
٣.تشفير الاتصال الراديوي.

- تميز الجيل الثاني بظهور ميزات جديدة إضافة إلى الاتصال الصوتي ، ومنها تصفح الانترنت وإرسال البيانات بسرعات عالية ، كما تطورت الهواتف النقالة المستخدمة في هذا الجيل وظهرت فيها إمكانيات

جديدة مثل مشاهدة الفيديو وتسجيل الصوت وإمكانية تبادل هذه البيانات ، وظهرت تقنية البلوتوث التي لاقت رواجا واسعا بين مستخدمي هذا الجيل ، كما تطورت الخدمات المقدمة من الشبكة كالانتظار وتحويل المكالمات وغيرها من الخدمات وأصبح الاتصال أقوى مع الشبكة والتغطية أفضل وعدد المستخدمين أكبر من الجيل الأول.

٦-٤ الجيل الثالث:

- تطور استخدام الإشارة الرقمية حيث ظهرت ميزات جديدة و سرعات عالية و أصبحت أنظمة الجيل الثالث أكثر كفاءة في استخدام للحزمة الترددية.
- مع ظهور هذه الميزات و السرعات العالية و ازدياد الطلب على الهواتف النقالة عما كان عليه في الأجيال السابقة ظهرت تقنية (CDMA) الشكل (٥-٤) لتغطي هذه الاحتياجات حيث يخصص لكل مستخدم شفرة خاصة ويستخدم كل النطاق الترددي والزمني طوال مكالمته الهاتفية ، و تكون الشفرات المخصصة للمستخدمين مختلفة حتى يمكن فصل إشارة كل مستخدم بواسطة شفرته الخاصة في النهاية ، وبأقل تداخل من المستخدمين الآخرين .



شكل (٦-٤) تقنية CDMA

- التضمين في نظام (UMTS) من نوع (QPSK) في كلا الاتجاهين الأمـــامي (Forward) و العكســـي (Reverse) ، و في نظام (CDMA2000) التضمين مـــن نـــوع (QPSK) فـــي الاتجـــاه الأمـــامي (Forward) ، ومن نوع (BPSK) في الاتجاه العكسي(Reverse).

- أهم ميزة لأنظمة الجيل الثالث هي أن طريقة التسليم فيها (Soft Handoff) و هذا يعني أن الاتصال لا يقطع عند الانتقال من خلية لأخرى.

٦-٤-١ أشهر الأنظمة في الجيل الثالث:

٦-٤-١-١ نظام (UMTS):

وهو اسم معيار أروبي للجيل الثالث من خدمات الهاتف النقال والذي وضعة المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات اللاسلكية ، ويستخدم تقنية (WCDMA).

٦-٤-١-٢ نظام (CDMA):

وهي تقنية تم أطلاقها في العام 1995 ،ثم أصبحت سريعا واحدة من أشهر تقنيات الاتصال اللاسلكية نموا، وفـــي عام 1999 اختار إتحاد الاتصالات اللاسلكية الدولية تقنية (CDMA) لتكون معيار صناعي الأنظمة اللاسلكية من الجيل الثالث.

٦-٤-١-٣ نظام (EDGE):

وهي التقنية التي تعطي أجهزة الهاتف المتوافقة مع نظام (GSM) إمكانية تشغيل الخدمات المرتبطة بالجيل الثالث من تقنيات الهواتف النقالة أي أنها تعمل على شبكات (GSM) الحالية أي تستخدم بنية نظام الاتصـــال (TMDA) ذاته وهذا يعني أنه لا حاجة لتغيرات جذرية على صعيد البنية التحتية للشبكة.

٦-٤-٢ تخصيص النطاق الترددي:

٦-٤-٢-١ نظام (CDMA2000):

خصص لهذا النظام التردد 1900 MHz و تم توزيع الترددات التي يعمل عليها النظام بالشكل التالي :

(uplink) 1850 - 1910 MHz

(downlink) 1930 - 1990 MHz

٦-٤-٢-٢ نظام (UMTS):

خصص لهذا النظام التردد 1900MHz وتم توزيع الترددات التي يعمل عليها النظام بالشكل التالي :

٦-٤-٢-٣ نمط (FDD):

(uplink) 1920 - 1980 MHz

(downlink) 2110 - 2170 MHz

٦-٤-٢-٤ نمط (TDD):

(uplink) 1900 - 1920 MHz

(downlink) 2010 - 2025 MHz

٦-٤-٣ معمارية الجيل الثالث:

١. نظام (UMTS):

- **تجهيزات المستخدم (UE):**

١. مكونات النقال (Mobile Equipment).

٢. بطاقة التعريف (USIM Card).

- **الشبكة الراديوية الأرضية (UTRAN):**

١. العقدة B (Node B).

٢. متحكم الشبكة الراديوية (RNC).

٢. نظام (CDMA2000):

١. المحطة المتنقلة (MS).

٢. المحطة القاعدية (BS).

٣. سجل الموقع الحالي (HLR).

٤. سجل الموقع الزائر (VLR) .

٥. (التوثيق، التفويض، المحاسبة) AAA .

٦. HA.

- معدل نقل البيانات في نظام (CDMA2000):

144 kbps, 348kbps , 2048kbps

- معدل نقل البيانات في نظام (UMTS):

نمط (FDD) : 348kbps

نمط (TDD) : 2 kbps

- أصبحت الأمنية أحد أهم المطالب التي يسعى لها المشتركين لذلك كما هو حال أغلب الخدمات فقد تطورت الأمنية في الجيل الثالث ، فإضافة إلى العناصر التي طبقت في أمنية الجيل الثاني فقد أضيفت عناصر جديدة في أمنية الجيل الثالث منها:
- الأمن ضد استعمال محطات قاعدية بطريقة خاطئة.

- الاتصال يكون مشفر عبر الهواء فقط من المحطة القاعدية (Node B) إلى ارتباط أو اتصال إلى (RNC).
- البيانات السرية في الشبكة محمية في مخزن البيانات وبينها مفاتيح التشفير المرسلة وبيانات التوثيق في النظام .
- آلية الترقية (Upgrading) لميزات الأمن مستقبلاً.
- تطورت خدمات اتصالات البيانات في هذا الجيل بحيث أصبح بسرعات عالية جدا وخدمات جديدة وكان هذا أحد أهم الأسباب التي زادت من الإقبال على الجيل الثالث بحيث أصبح الهاتف النقال يقوم بوظائف الحاسب الآلي ، وقد ظهرت سرعات جديدة وتقنيات جديدة هي كالتالي:

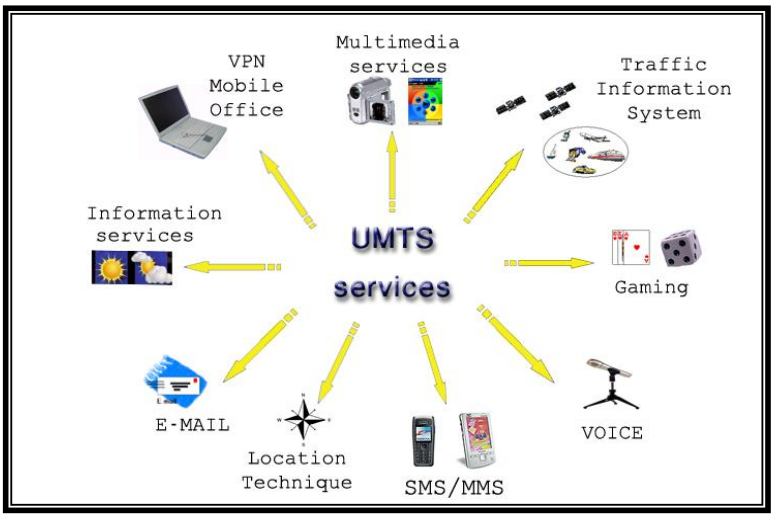
- **تقنية (GPRS):**

تطورت سرعة هذه التقنية في هذا الجيل بحيث أصبحت بسرعة 300kbps .

- **تقنية (1XEV-DO):**

وظهرت هذه التقنية في نظام (CDMA 2000) سرعة هذه التقنية تصل إلى 700 kbps كما ظهرت تقنيات مطورة من هذه التقنية مثل (1XEV-DV).

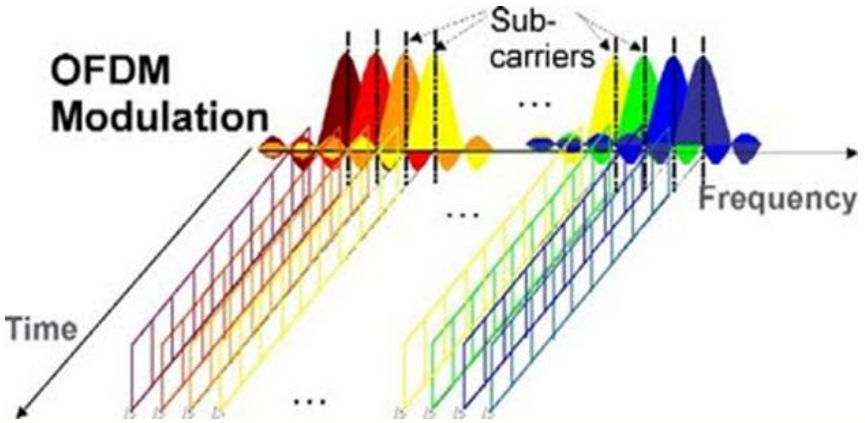
- يتميز الجيل الثالث بميزات كثيرة جدا تلبي معظم الاحتياجات المطلوبة للمشتركين ومنها جودة صوت عالية وتغطية جيدة والعمر الافتراضي للبطارية طويل والأمنية العالية وإمكانية إجراء مكالمات فيديو والتصفح والتحميل السريع من الانترنت والألعاب تصبح أكثر سرعة وإثارة ومتعة وإمكانية مشاهدة التلفاز على النقال إلى غير ذلك من الميزات الكثيرة.



شكل (٦-٥) خدمات UMTS

٦-٥ الجيل الرابع :

- هذا الجيل بأنه عبارة عن (شبكة مكونة من عدة شبكات تقدم خدمات اتصالات مختلفة)
- تميز بخاصية النفاذ اللاسلكي إلى الشبكات الواسعة النطاق وإمكانية التنقل بين الأنظمة المختلفة بجهاز واحد . إضافة إلى ذلك فإن هذه الأنظمة ستتيح للمستخدمين الاتصال بالإنترنت مع بعضهم البعض من خلال أجهزة مختلفة في أي وقت أو مكان وعلى أي نطاق.
- ويستخدم هذا الجيل تقنية و ترميز OFDM شكل (٦ – ٦) لإصدار الإرسال في الوصلات الهابطة والصاعدة لنقل البيانات حيث تعزز مرونة الطيف وفعالية التكاليف.



شكل (٦ – ٦) تقنية OFDM

- التضمين في تقنية الــ LTE و WiMAX من نوع QPSK , 16-QAM and 64-QAM .

٦-٥-١ أشهر شبكات الجيل الرابع:

٦-٥-١-١ نظام LTE:

تقنية LTE وهي اختصار (Long Term Evolution) وتعتبر معيار جديد لشبكات الجيل الرابع 4G في الاتصالات اللاسلكية للنطاق عريض الحزمة توفر سرعات عالية جداً لنقل البيانات بالمقارنة مع تقنيات ومعايير الجيل الثالث 3G.

٦-٥-١-٢ نظام (WIMAX):

وتشبه فكرة عمل (WiFi) والتي غالباً ما تستخدم في المنازل والفنادق والمقاهي إلا أن (WiFi) مصمم لتغطية شبكة لاسلكية داخلية قصيرة ذات ترددات مختلفة 2.4GHz وغير مرخص لها ، ولكن تقنية (WIMAX) تعمل على مسافات أكبر وبسرعات أعلى وتوفر خدمة الانترنت لعدد كبير من المستخدمين حتى لو لم تكن لديهم خدمات هاتفية أو خدمة الاتصال بالإنترنت بواسطة الكوابل .

٦-٥-٢ تخصيص النطاق الترددي:

٦-٥-٢-١ نظام (LTE):

خصص لهذا النظام التردد **2000 MHz** الذي يملك تداخل أقل مع الأجهزة الأخرى .

٦-٥-٢-٢ نظام (WIMAX):

خصص لهذا النظام التردد **2500 MHz** .

٦-٥-٣ معمارية الجيل الرابع:

- **شبكة (LTE):**

الشبكة المركزية وتتكون من :

- بوابة الخدمة (S-GW).
- بوابة شبكة البيانات العامة (P-GW) .
- Mobility Management Entity (MME)

الخادم المشترك الرئيسي (HSS)

- الشبكة الراديوية الأرضية المتطورة (E-UTRAN)

العقدة B (e-Node B).

وترتبط بتجهيزات المستخدم (UE):

١. مكونات النقال (Mobile Equipment).

٢. بطاقة التعريف (USIM Card).

وتقسم قنوات النظام إلى ثلاثة أقسام :

١.القنوات المنطقية :

قنوات التحكم

١. قناة تحكم الإرسال (BCCH)
٢. قناة تحكم التصفح (PCCH)
٣. قناة تحكم عام (CCCH)
٤. قناة تحكم متعددة (MCCH)
٥. قناة تحكم المصمم (DCCH)

قنوات المرور

١. قناة مرور المصمم (DTCH)

٢. قناة مرور متعددة (MTCH)

- **قنوات النقل**

Downlink:

١. قناة الارسال (BCH)

٢. قناة مشاركة (DL-SCH)

٣. قناة التصفح (PCH)

٤. قناة متعددة (MCH)

Uplink:

١. قناة مشاركة (UL-SCH)

٢. قناة وصول عشوائي (RACH)

- **القنوات الفيزيائية**

Downlink:

١. قناة الارسال الفيزيائية (PBCH)

٢. قناة مؤشر شكل التحكم الفيزيائية (PCFICH)

٣. قناة التحكم الفيزيائية (PDCCH)

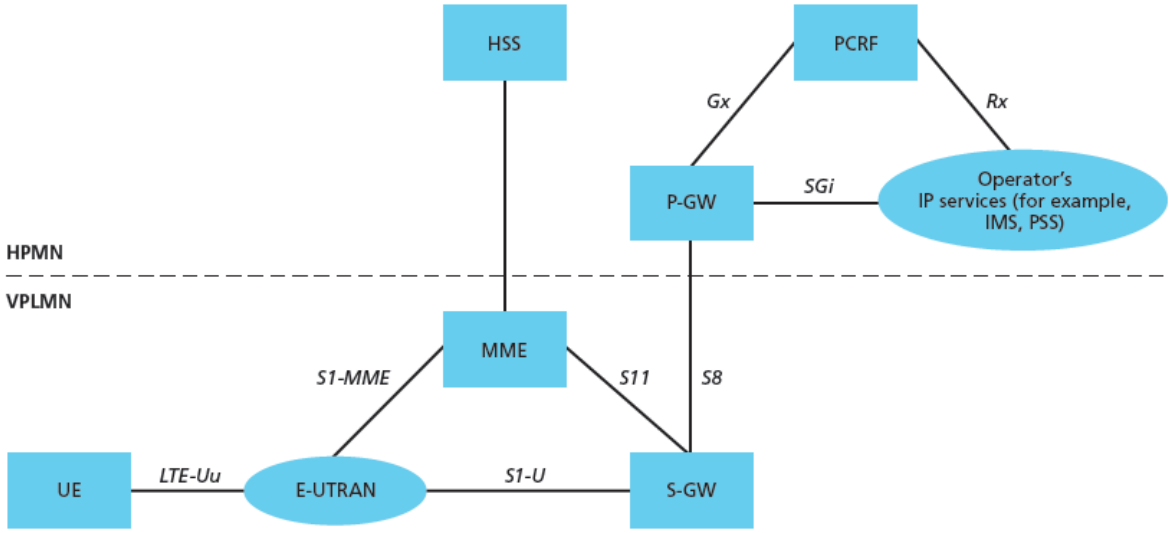
٤. قناة مؤشر ARQ الفيزيائية المهجنة (PHICH)

٥. قناة مشاركة فيزيائية (PDSCH)

٦. قناة متعددة فيزيائية (PMCH)

Uplink:

- قناة تحكم فيزيائية (PUCCH)
- قناة مشاركة فيزيائية (PUSCH)
- قناة وصول عشوائي فيزيائية (PRACH)



شكل (٦ – ٧) معمارية LTE

٦-٦ خلاصة المقارنة في جدول :

نوع تقنية الوصول			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
FDMA	TDMA	CDMA	DL: OFDMA UL: SC-FDMA
الإشارة المستخدمة			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
تماثلية	رقمية	رقمية	رقمية
المدى الترددي			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
ابتداء من 800 MHz	التردد المستخدم 900 MHz أو1800 MHz	خصص لهذا النظام التردد 1900 MHz	WiMAX: 2500 MHz LTE: 2000 MHZ
الأمنية			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
كانت متواضعة و محصورة في مراقبة هوية المشتركين و رمز PIN	بما أنها تستخدم الإشارة الرقمية فقد تطورت عملية الأمنية باستخدام التشفير.	تطورت الأمنية أكثر من الجيل الثاني و أضيفت عناصر للأمنية عما هي في الجيل الثاني.	عالية جدا

نوع التضمين			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
القنوات الصوتية تستخدم تضمين(FM) وقنوات التحكم تستخدم تضمين(BFSK)	(GMSK) في نظام (GSM) (QPSK) في نظام (CDMA One)	(QPSK) في نظام (UMTS) و في نظام (CDMA 2000) (QPSK) في الاتجاه الأمامي (BPSK) في الاتجاه العكسي	التضمين في تقنية الـــ LTE و WiMAX من نوع QPSK , 16-QAM and 64-QAM
سرعة النقل			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
10Kbps لقنوات التحكم فقط	(GSM) 10 kbps أما في نظام (CDMA One) فمعدل نقل البيانات 9.6kbps	في نظام (CDMA2000) 348kbps و في نظام 384kbps(UMTS) لنمط (FDD) و 2kbps لنمط (TDD)	في نظام (LTE) 100 MHz في نظام(WiMAX) 70 MHz في نظام (WiMAX2 , 1GHz (LTE+
نوع التسليم			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
Hard Handoff	Soft Handoff و قد يلجأ أحيانا إلى Hard Handoff	Soft Handoff	Soft Handoff

التطبيقات			
الجيل الأول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
نقل الصوت فقط	نقل الصوت و البيانات غير الصوت و تصفح الانترنت	إمكانية إجراء مكالمات فيديو و التصفح و التحميل السريع من الانترنت	دمج الفيديو والتلفاز عبر شبكة الانترنت والوسائل الترفيهية والتواصل الاجتماعية والاتصال بالشبكة دون انقطاع ، ورفع الجودة في الألعاب الجماعية والمحادثات وغيرها من التطبيقات.

جدول (٦-٢) مقارنة بين الأجيال الأربعة