Mobile

Communication Systems

نظم الجوال
اتصالات

الإبداع هو النظر

إلى الأشياء بعكس ما ينظر إليها الآخرون

جمع و ترتيب

م/ محمد عبد القادر محمد عمر

ميت غريطة / السنبلاوين / دقهلية

جمهورية مصر العربية

Email : EngMK83@Yahoo.com

Tel : +2 / 050 / 6771551 & Mobile : +2 / 0109833045

المحتويات

Mobile communication systems

Chapter 1 : *Introduction To Communication Systems*

Chapter 2 : *Cellular Network Structure*

Chapter 3 : *Modern Wireless Communication Systems*

Chapter 1

Introduction To Communication Systems

المحتويات

1. مقدمة Introduction

2. تاريخ الإتصالات المنتقلة History of Mobile Communications

3. تطور أنظمة الموبايل Evolution of Mobile Radio Communication

3.1 مبدأ الخلية Cellular Principle

3.2 أنظمة الموبايل فى أمريكا Mobile Radio-telephony in U.S

3.3 أنظمة الموبايل حول العالم Mobile Radio System Around The World

4. التصنيف العام لنظم الإرسال الراديوية

4.1 نظم إرسال بسيطة (Simplex Communication Systems)

4.2 نظم إرسال نصف مزدوجة (Half Duplex Communication System)

4.3 نظم إرسال مزدوجة (Full Duplex Communication System)

5. Comparison of Common Wireless Communication Systems

مُقَدِّمَة

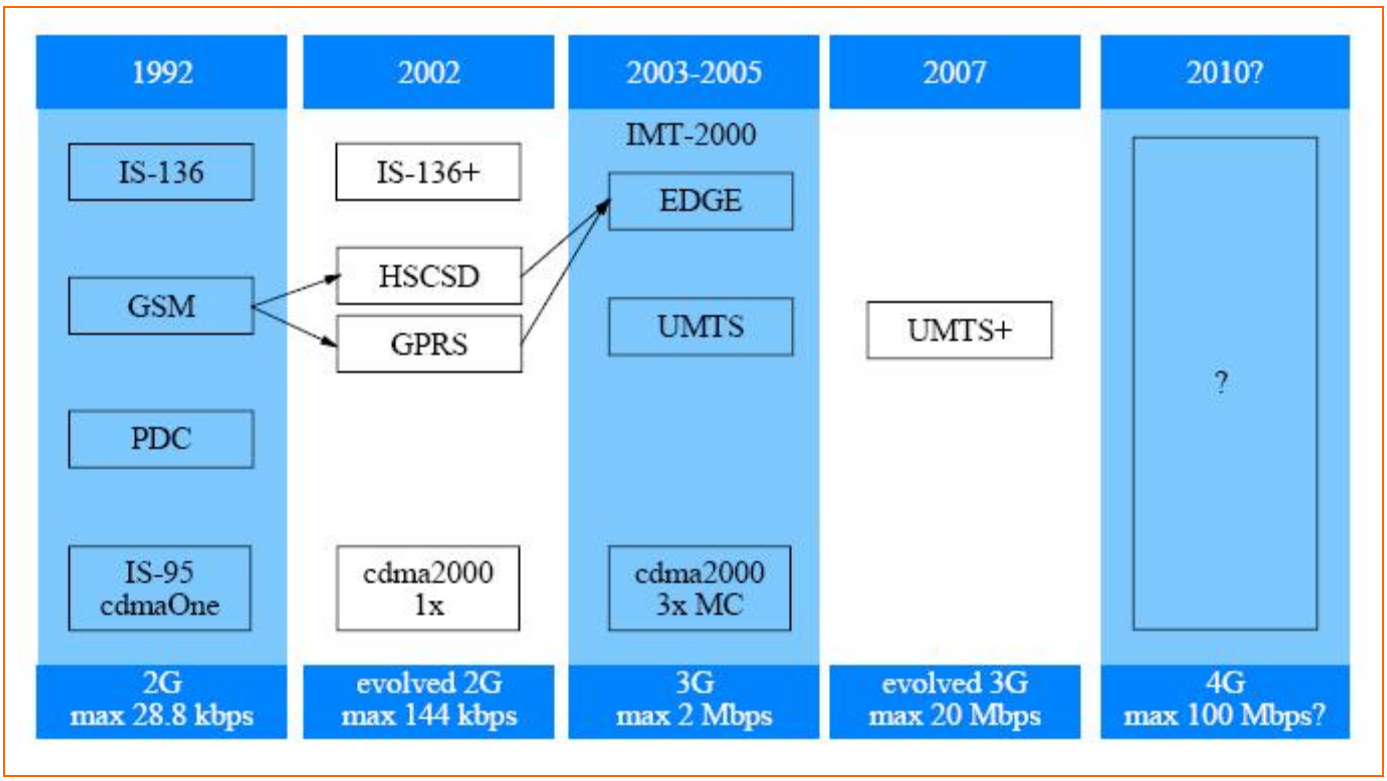
الهاتف النقّال أو الهاتف الخلوي أو الهاتف المحمول أو الهاتف الجوال هو أحد أشكال أدوات الإتصال والذي يعتمد على الإتصال اللاسلكي عن طريق شبكة من أبراج البث الموزعة ضمن مساحة معينة. مع تطور أجهزة الهاتف النقال أصبحت الأجهزة أكثر من مجرد وسيلة اتصال صوتي بحيث أصبحت تستخدم كأجهزة كمبيوتر كفي للمواعيد و استقبال البريد الصوتي وتصفح الانترنت و الأجهزة الجديدة يمكنها التصوير بنفس نقاء و وضوح الكاميرات الرقمية. كما أصبحت الهواتف النقالة أحد وسائل الإعلان كذلك وبسبب التنافس الشديد بين مشغلي أجهزة الهاتف النقال أصبحت تكلفة المكالمات و تبادل المعطيات في متناول جميع فئات المجتمع. لذا فأن عدد مستخدمي هذه الأجهزة فى العالم والعالم العربي يتزايد بشكل يومي ليحل محل أجهزة الاتصال الثابتة.

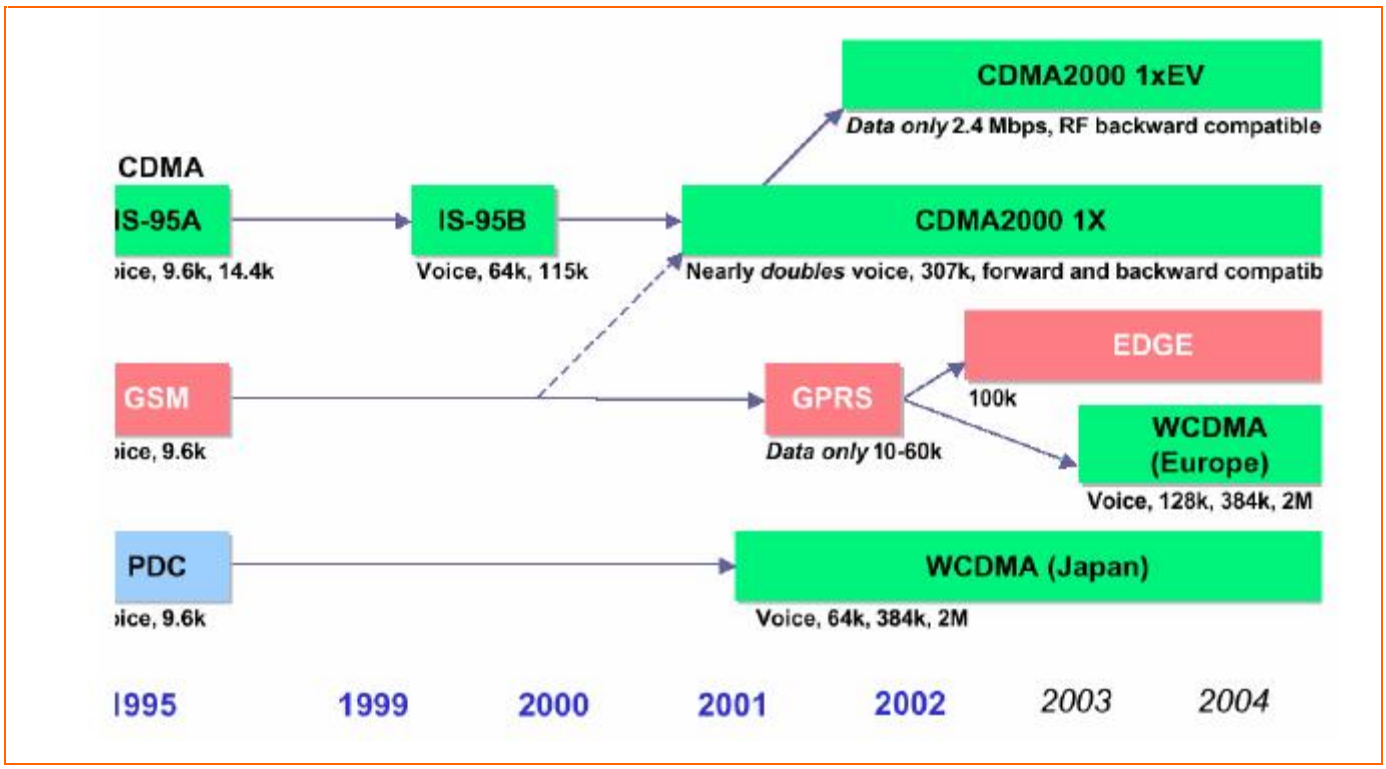
ويعود تاريخه إلي عام 1947 عندما بدأت شركة لوست تكنولوجيز التجارب في معملها بنيوجزسي و لكنها لم تكن صاحبة أول تليفون محمول بل كان صاحب هذا الإنجاز هو الأمريكي مارتن كوبر الباحث في شركة موتورولا للاتصالات في شيكاغو حيث أجري أول مكالمة به في 3 أبريل عام 1973 .

(الهاتف المحمول)- الموبايل أو الجوال - وهو عبارة عن دائرة استقبال وإرسال عن طريق إشارات ذبذبه عبر محطات إرسال أرضية ومنها فضائية تماما مثل إشارات الراديو لكن الموبايل و شبكاته الأرضية يختلف عنهم و اشاراتة ذبذبية مثل إشارات رسم القلب تصاعدي وتنازلي وهى قوية جدا تصل الى MHZ20 إرسالا واستقبالا فى الثانية الواحدة أما عن طريقة الاتصال فتكون عن طريق دائرة متكاملة تكمن فى المحمول الشخصي والسويتش الرئيسى الخاص بالشركة والخط (SIM CARD) ...
و السيم كارت: عبارة عن بطاقة صغيرة بها وحدة تخزين صغيرة جدا ودقيقة ووحدة معالجة تخزن بها بيانات المستخدم والريد الذى يقوم باستخدامه للاتصال بالآخرين إما عن خواص المحمول فيتكون من دائرة استقبال وإرسال ووحدة معالجة مركزية وفرعية ورامة وفلاش لتخزين المعلومات ويمكن كتابة الرسائل القصيرة والاستمتاع بخواص المحمول وهى:

1- الاتصال بالآخرين وروئيتهم عن طريق الجيل الجديد من الأجهزة dct4 المزودة بكاميرات دقيقة .
2- يمكن إرسال الرسائل القصيرة لاى مكان فى العالم.
3- التسلية بالألعاب وكذا العاب الجافا الحديثة .
4- الاستمتاع الى الام بى ثرى والاغانى بامتدادت مختلفة mp3 . wav وكذا الاستمتاع الى الراديو ومسجل الصوتيات وغيرها من الألعاب المشتركة بين الأجهزة وعبر خطوط الانترنت .

2. تاريخ الإتصالات المتنقلة History of Mobile Communications





من المدهش أن تعرف أن جهاز الجوال هو جهاز يشبه في عمله جهاز الراديو، ولكن راديو بدرجة عالية من الدقة والتعقيد ... أخترع التلفون العادي بواسطة العالم الكسندر جراهام بل في 1876 ، والاتصالات اللاسلكية تطورت نتيجة لاختراع وتطور أجهزة الراديو الذي اخترع بواسطة العالم نيكولاي تسلا في 1894... ومن الجدير بالذكر أنه من الطبيعي أن تتحد وتندمج فكرة الهاتف والراديو معا.

قبل اختراع الجوالات كان الأشخاص الذين احتاجوا إلى الاتصال اللاسلكي بأجهزة متنقلة نتيجة لطبيعة عملهم كسائقي السيارات مثلاً استخدموا تلفونات الراديو Radio Telephones ... في هذه الأنظمة من التليفونات لم يكن يوجد سوى محطة إرسال واحدة مركزية فى المدينة (Antenna) و25 قناة اتصال فقط متاحة للاستخدام ، مما أوجب أن تحتوى تلك الأجهزة على جهاز إرسال قوى ليغطى مسافة 70 – 100 كيلومتر ، وهذا يعنى أن عدد محدود من الأشخاص 25 يمكنهم استخدام تلفونات الراديو ، حيث ان عدد القنوات المتوفرة للاستخدام غير كافية.

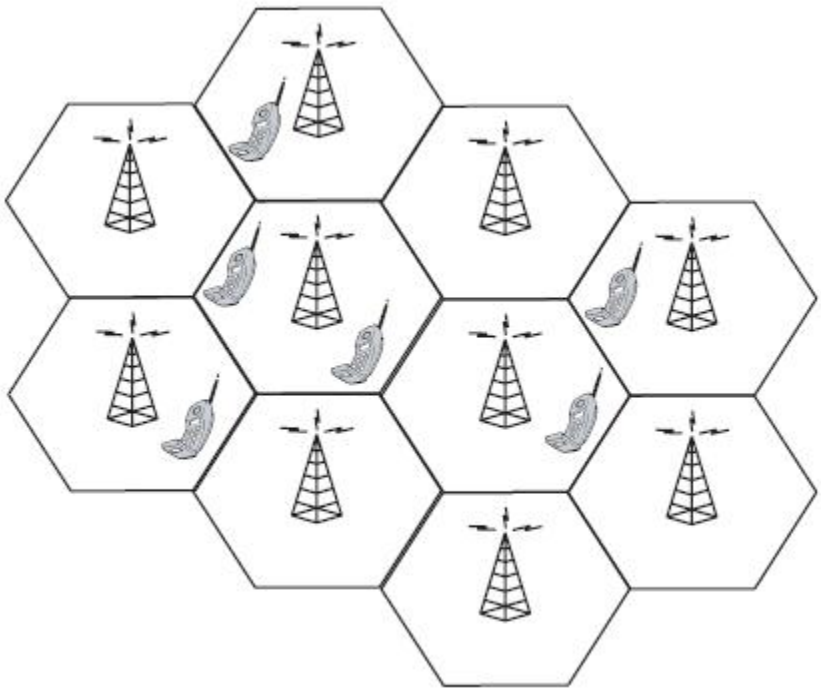
هذا بالنسبة لتلفونات الراديو، أما في نظام تلفون الجوال فإن المدينة تقسم إلى خلايا صغيرة cells وفي كل خلية يوجد محطة إرسال (Antenna)، وبهذه الطريقة يمكن إعادة استخدام نفس التردد على كل المدينة وبالتالي فإن الملايين من الأفراد يمكنهم استخدام الجوال في نفس الوقت،

3. نطور أنظمة الموبايل Evolution of Mobile Radio Communication

ظهرت الأنظمة اللاسلكية فى عام 1934 وكانت تستخدم AM ولكن يعيب هذا التعديل الضوضاء العالية ... فظهر بعد ذلك FM فى عام 1935 ثم بعد ذلك استخدم Digital Modulation فى عام 1940 ثم بعد ذلك ظهرت فكرة النظام الخلوي .

3.1 مبدأ الخلية Cellular Principle

يتم تقسيم مناطق التغطية (Coverage Area) إلى خلايا صغيرة يتم فى هذه الخلايا إعادة استخدام نفس الترددات لأن القنوات (Channels) المتاحة محدودة ... ومن فوائد ذلك زيادة سعة الشبكة أى زيادة عدد المشتركين فى الشبكة ... ولكن يعيبه زيادة احتمالية التداخل وتعقيد النظام .



Cellular System

تقسيم المدينة إلى خلايا Cells أدى إلى تسمية الجوالات بالانجليزية Cell Phone أي الجوال الخلوي وهذا هو الأساس في التسمية، أما كلمة المحمول والجوال فهي دلالات على قابلية التحدث من أي مكان في العالم.

3.2 أنظمة الموبايل فى أمريكا Mobile Radio-telephony in U.S

Cellular system	Year	Transmission type	Multiple access type	Channel Bandwidth	Gener-ation
Advanced Mobile Phone system AMPS	1983	Analog	FDMA	800MHz	1st
Narrow band AMPS	1992	Analog	FDMA	800MHz	1st
US Digital Cellular Digital AMPS IS-54 / IS-136	1991	Digital	TDMA	800MHz/ 1900MHz	2nd
US Narrowband Spread Spectrum IS-95, CDMAone	1993	Digital	CDMA	800MHz/ 1900MHz	2nd
CDMA-2000	2001	Digital	CDMA	1900MHz	3rd

North America Generations

3.3 أنظمة الموبايل حول العالم Mobile Radio System Around The World

Cellular System	Year	Transmission type	Multiple Access technique	Channel	Generation
Total Access CommunicationsE -TACS	1985	Analog	FDMA	900MHz	1st
Nordic Mobile Telephone NMT-900	1986	Analog	FDMA	450/ 900MHz	1st
Global system for Mobile GSM	1990	Digital	TDMA	900/ 1800MHz	2nd
Universal Mobile Telecom System UMTS WCDMA	2001	Digital	CDMA	2000Mhz	3rd

European Generations

Cellular System	Year	Transmission type	Multiple Access technique	Channel Bandwidth	Generation
J-TACS	1985	Analog	FDMA	900MHz	1st
PDC	1986	Digital	TDMA	900MHz	2nd
CDMAone (KDDI)	2000	Digital	CDMA	900MHz	2nd
UMTS WCDMA (NTT Docomo)	2001	Digital	CDMA	2000MHz	3rd

Japan Generations

4. التصنيف العام لنظم الإرسال الراديوية

يمكن تصنيف نظم الإرسال الراديوية كما يلي :

4.1 نظم إرسال بسيطة (Simplex Communication Systems)

تردد واحد للإرسال و الاستقبال .. و لذلك لا يمكن الارسال و الاستقبال معاً .. تكون شبكة الاتصال عبارة عن مجموعة من الأشخاص كل منهم يحمل جهازاً . و تكون جميع الأجهزة مؤلفة على تردد واحد للإرسال و الاستقبال ، يكون جميع الأعضاء يعملون بوضعية استماع .. عندما يرغب أحد بالتحدث يقوم بضغط مفتاح الإرسال و يتحدث .. بينما الجميع يستمعون لما يقول .. هذه الشبكة بسيطة و هي فعالة في تطبيقات كثيرة مثل قافلة سيارات الشحن حيث أن هناك قائد يعطي أوامره عادة بالمسير و التوقف و ما إلى ذلك .. فيستمع له الجميع كما أن أياً من السائقين يمكنه توجيه رسالة إلى القائد و الآخرين ليعلمهم مثلاً عن مشكلة لديه .. طبعاً من عيوبها أن لا سرية على الإطلاق في هذه الشبكة كما أنه لا يمكن أن يتحدث عدة أشخاص في آن واحد . و لكن على الرغم من ذلك فهي ما زالت واسعة الاستخدام بسبب بساطتها من ناحية كما أن هناك الكثير من التطبيقات يكون فيها المطلوب أن يستمع الجميع للنداء و أن يكونوا دائماً على تواصل .. مثل شبكة المطافئ و الإسعاف و الشرطة .

4.2 نظم إرسال نصف مزدوجة (Half Duplex Communication System)

يمكن هنا أن يرسل الشخص و يستقبل بآن واحد (مثل الهاتف العادي) على نفس القناة (Channel)ولكن ليس فى نفس الوقت ... و لا ضرورة لمفتاح يبدل بين وضع إرسال و استقبال .

وحيث أن هذه الأنظمة تستخدم قناة واحدة للإرسال والاستقبال فهذا يعنى انه فى اى وقت يستطيع المشترك إما ان يرسل او يستقبل المعلومة فالقيود مثل الدفع للكلام (Push to Talk) ... و مثال ذلك طرفيات البوليس .

4.3 نظم إرسال مزدوجة (Full Duplex Communication System)

ترددان واحد يستخدم للإرسال و الآخر للاستقبال ... يمكن هنا أن يرسل الشخص و يستقبل بآن واحد على نفس القناة (Channel) و فى نفس الوقت .. و لكن هنا لا يمكن أن تتكون هذه الشبكة إلا من جهازين فقط يستطيعان تبادل الاتصال فيما بينهما ! .. حيث أن تردد الإرسال للجهاز 1 هو نفس تردد الاستقبال للجهاز 2 و تردد الإرسال للجهاز 2 هو نفس تردد الاستقبال للجهاز 1 من أهم عيوب هذه الأجهزة أنها عرضة للتصنت – الغير مقصود– حيث أنها تتداخل مع الأجهزة المشابهة المتواجدة عند الجيران بنفس المنطقة .. و بالتالي فإن زيادة مدى هذه الأجهزة يزيد من احتمال التداخل مع الأجهزة المماثلة .. كما أن زيادة المدى يتطلب هوائيات عالية و قوة إرسال كبيرة و بالتالي بطاريات متعددة و هذا طبعاً غير عملي لجهاز محمول ... يفترض أن يكون شخصياً و صغيرا .

5. Comparison of Common Wireless Communication Systems

CB Radio

ولفهم دقيق لفكرة عمل الجوال سوف نقوم بمقارنة الجوال مع بعض الأجهزة اللاسلكية مثل جهاز CB radio ووهو اختصار لما يعرف باسم جهاز راديو موجة المدينة (City Band Radio) وللتعرف أكثر على هذا الجهاز اطلع على الموقع التالي على الانترنت http://en.wikipedia.org/wiki/Cb_radio

Walkie-Talkie

كما سوف نقارن الجوال بجهاز أخر معروف أكثر لنا وهو أو جهاز walkie-talkie وهو جهاز يعمل بنظام راديو ارسال واستقبال. وستجد المزيد عن هذا الجهاز على الموقع التالي على شبكة الإنترنت http://en.wikipedia.org/wiki/Walkie-talkie

عناصر المقارنة بين جهازي CB radios و Walkie-Talkie وجهاز الجوال هي:

1. طريقة الاتصال Duplex
2. القنوات Channels
3. المدى Range

أولاً طريقة الاتصال Duplex

كلاً من جهازي CB radios وWalkie-Talkie يعتبران أجهزة ذات half-duplex، حيث أن في أجهزة CB Radio يتم الاتصال بين شخصين باستخدام نفس التردد، لذا فإن شخص واحد فقط يستطيع التحدث والأخر يستمع. أما الجوال فيعمل بنظام full-duplex وهذا يعني أن هناك تردد مخصص للحديث وتردد آخر مختلف للاستماع مما يعني أن كلاً الشخصين يمكنهما التحدث في نفس الوقت.

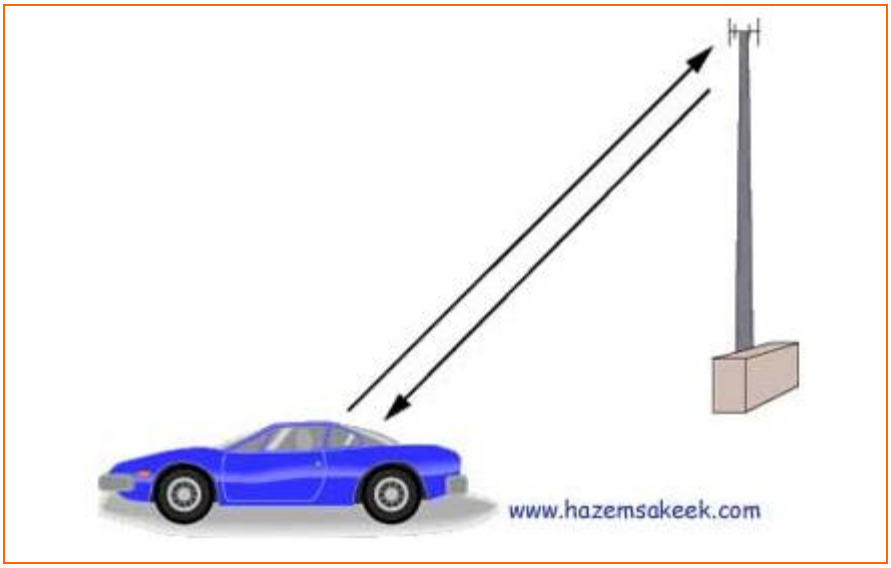
ثانياً القناوات Channels

يوجد في أجهزة walkie-talkie قناة واحدة للاتصال بينما في أجهزة CB radio يوجد 40 قناة للاتصال. ولكن في أجهزة الجوال يتعامل مع أكثر من 1664 قناة .

ثالثاً: المدى Range

يمكن لأجهزة walkie-talkie أن تغطى مدى يصل إلى 2 كيلومتر باستخدام قدرة 0.25 وات ... وأجهزة CB radio تعمل على قدرة أكبر تصل إلى 5 وات فإن مداها يصل إلى 8 كيلومتر ... وأجهزة الجوال تعمل ضمن الخلايا التي قسمت لها المدينة ويمكن أن تتحول من خلية إلى أخرى كلما تحركت من مكان لأخر أثناء الاستخدام ، وهذا يعنى أن المدى الذي يعمل فيه جهاز الجوال كبير جداً ويمكنك بالطبع التحدث مع أي شخص وأنت مسافر مئات الكيلومترات دون أن ينقطع الاتصال .

اتصال بين سائقي شاحنتين يستخدما نظام راديو يعمل على تردد واحد (half-duplex) حيث يتحدث أحدهما والأخر يستمع.



في أجهزة الراديو التي تعمل بنظام full-duplex فإن الشخصين المتحدثين يستخدما ترددات مختلفة مما يسمح لهما التحدث في نفس الوقت

ملاحظة: أنظمة الهواتف الخلوية التي تعمل بالنظام التناظري analog تسمى بتكنولوجيا جوال الجيل الأول first-generation mobile technology ويرمز لها بالرمز 1G. ونظام الهواتف الخلوية التي عملت بالنظام الرقمي تسمى تكنولويجا الجيل الثاني 2G حيث ازدادت عدد القنوات المتوفرة للاستخدام بحوالي ثلاثة اضعاف أي أصبح 168 قناة متوفرة للاتصال في نفس الوقت للخلية الواحدة. وسوف نشرح تطور تكنولوجيا الجوال وأجياله المعروفة بالاختصارات TDMA, CDMA, GSM لاحقاً.

مزايا اتصالات الجوال عن الأنظمة القديمة للاتصالات اللاسلكية

يستخدم الجوال قدرة منخفضة تصل ما بين 0.6 إلى 3 وات فقط وهذا أقل بما هو مستخدم في CB radio حيث كانت القدرة 4 وات. كما أن محطات الإرسال تعمل بطاقة منخفضة أيضا، مما يعني أن منطقة التغطية للترددات بين محطة الإرسال والجوال لن تزيد عن مساحة الخلية السداسية الشكل وهذا يجعل إعادة استخدام نفس الترددات في خلايا أخرى ممكن. أي 56 شخص لكل خلية يمكنهم التحدث مع بعضهم البعض في نفس الوقت باستخدام نفس الترددات.

Chapter 2

Cellular Network Structure

المُحتَوَيات

1. البناء الهيكلي للنظام الخلوي Cellular Network Structure

1.1 المحطــة المتحــركة Mobile Station (MS)

1.1.1 The Mobile Equipment or Terminal

1.1.2 الشريحة The The Subscriber Identity Module (SIM)

1.2 النظام الفرعي للمحطة الأساسية : The Base Station Subsystem (BSS)

1.2.1 مراقب المحطات الفرعية: The Base Station Controller (BSC)

1.3 محطة النظام الفرعي للشبكة: The Network and Switching Subsystem (NSS)

1.3.1 مركز تبديل (تحويل) مكالمات الموبايل Mobile Switching Center (MSC)

1.3.2 The Gateway Mobile services Switching Center (GMSC)

1.3.3 سجل المقــر الرئيسي (الموطن): Home Location Register (HLR)

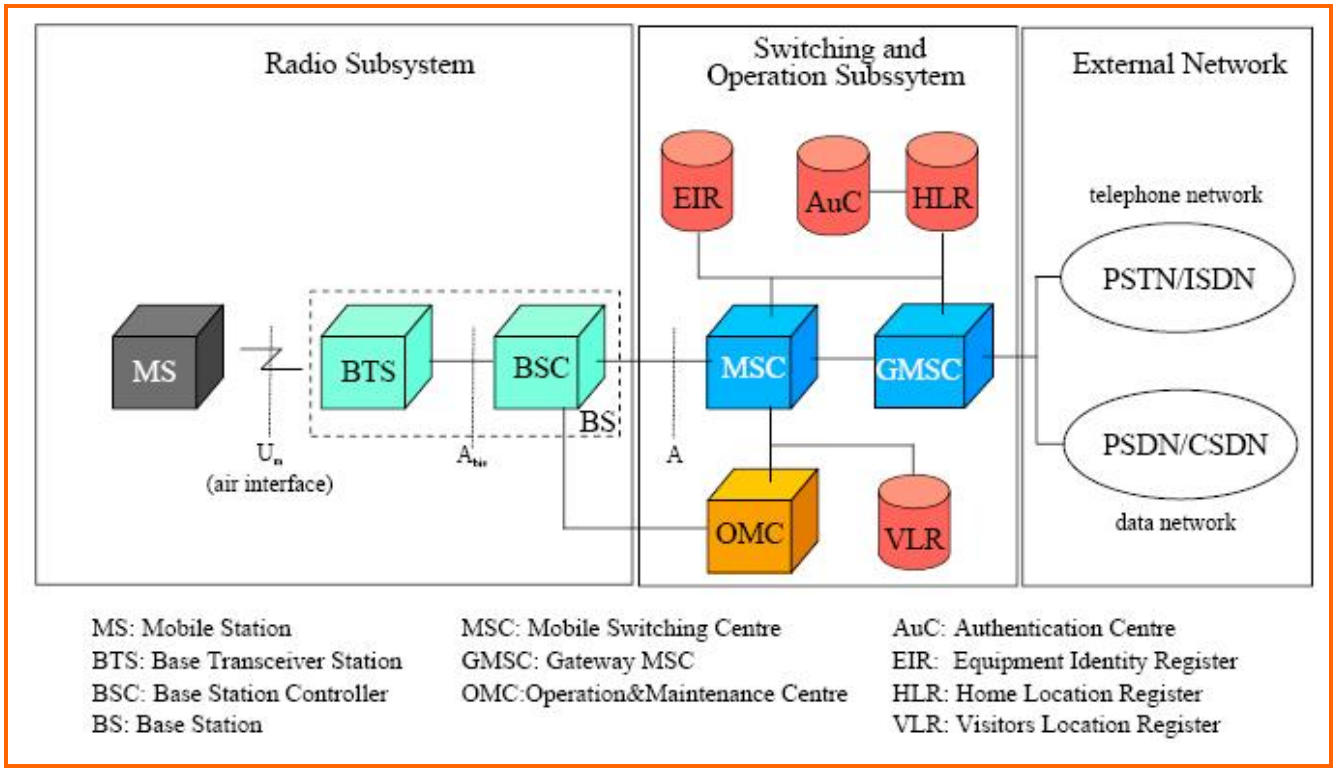
1.3.4 سجل مقــر الزوار: Visitor Location Register (VLR)

1.3.5 مركز التوثيق: The Authentication Center (AUC)

1.3.6 سجل تعريف الأجهزة: The Equipment Identity Register (EIR)

1.4 Mobile Telephone Switching Office(MTSO)

1. البناء الهيكلي للنظام الخلوي Cellular Network Structure



يمكن تقسيم شبكة الموبايل إلى أربع أجزاء رئيسية :

The GSM network can be divided into four main parts:

- **The Mobile Station (MS).**
- **The Base Station Subsystem (BSS).**
- **The Network and Switching Subsystem (NSS).**
- **The Operation and Support Subsystem (OSS).**

وكل قسم منها هو عبارة عن نظام فرعى من النظام الأساسي للشبكة ويحوى كل منها عدد من الأنظمة الوظيفية الفرعية الأخرى ...

1.1 المحطة المتحركة Mobile Station (MS)

وهو جهاز المحمول (الجوال) الذي يحمل فى اليد .. ويحتوى على جهاز إرسال واستقبال.

A Mobile Station consists of two main elements:

- ✓ **The Mobile Equipment or Terminal.** الهاتف المتحرك (الجوال)
- ✓ **The Subscriber Identity Module (SIM).** البطاقة الذكية (الشريحه)

وحدة التعريف بهوية المشترك

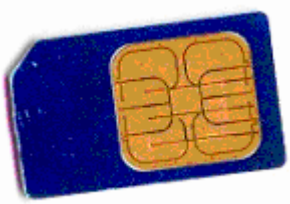
1.1.1 The Mobile Equipment or Terminal

There are different types of terminals distinguished principally by their power and application:

TYPE	Maximum output power	USAGE
FI XED	20 watt	Installed in vehicles
PORTABLE	8 watt	In military comm.
HANDSET	2 watt	Handheld

Table 2- Types of M T in GSM

1.1.2 The The Subscriber Identity Module (SIM) : الشريحة



The Subscriber Identity Module (SIM)

اى وحدة تعريف بهوية المشترك ، وهى عبارة عن ذاكرة كمبيوتر يتم تثبيتها فى الجوال ويتم تخزين كل البيانات اللازمة للاتصال ... وأرقام التعريف اللازمة للسماح بالدخول لخدمات الجوال (مثل IMSI) المقدمة من الشركة التي حصلت منها على شريحة SIM .

The SIM is a smart card that identifies the terminal. By inserting the SIM card into the terminal, the user can have access to all the subscribed services. Without the SIM card, the terminal is not operational. The SIM card is protected by a four-digit Personal Identification Number (PIN). In order to identify the subscriber to the system, the SIM card contains some parameters of the user such as its International Mobile Subscriber Identity (IMSI). Another advantage of the SIM card is the mobility of the users. In fact, the only element that personalizes a terminal is the SIM card. Therefore, the user can have access to its subscribed services in any terminal using its SIM card.

Data Stored on a SIM

Parameter	**Remarks**
Administrative data	
PIN/PIN2 (m/v)	Personal identification number; requested at every powerup (PIN or PIN2)
PUK/PUK2 (m/f)	PIN unblocking key; required to unlock a SIM
SIM service table (m/f)	List of the optional functionality of the SIM
Last dialed number) (o/v)	Redial
Charging meter (o/v)	Charges and time increments can be set
Language (m/v)	Determines the language for prompts by the mobile station
Security related data	
Algorithm A3 and A8 (m/f)	Required for authentication and to determine Kc
Key Ki (m/f)	Individual value; known only on SIM and the HLR
Key Kc (m/v)	Result of A8, Ki, and random number (RAND)
CKSN (m/v)	Ciphering key sequence number
Subscriber data	
IMSI (m/f)	International mobile subscriber identity
MSISDN (o/f)	Mobile subscriber ISDN; directory number of a subscriber
Access control class(es) (m/f)	For control of network access

Roaming data	
TMSI (m/v)	Temporary mobile subscriber identity
Value of T3212 (m/v)	For location updating
Location updating status	Is a location update required?
LAI (m/v)	Location area information
Network color codes (NCCs) of restricted PLMNs (m/v)	Maximum of 4 PLMNs can be entered on a SIM after unsuccessful location update; cause "PLMN not allowed." Oldest entry deleted when more than 4 restricted PLMNs are found.
NCCs of preferred PLMNs (o/v)	What PLMN should the MS select, if there is more than one to choose from and the home PLMN is not available?
PLMN data	
NCC, mobile country code (MCC), and mobile network code (MNC) of the home PLMN (m/f)	Network identifier
Absolute radio frequency channel numbers (ARFCNs) of home PLMN (m/f)	Frequencies for which the home PLMN is licensed.

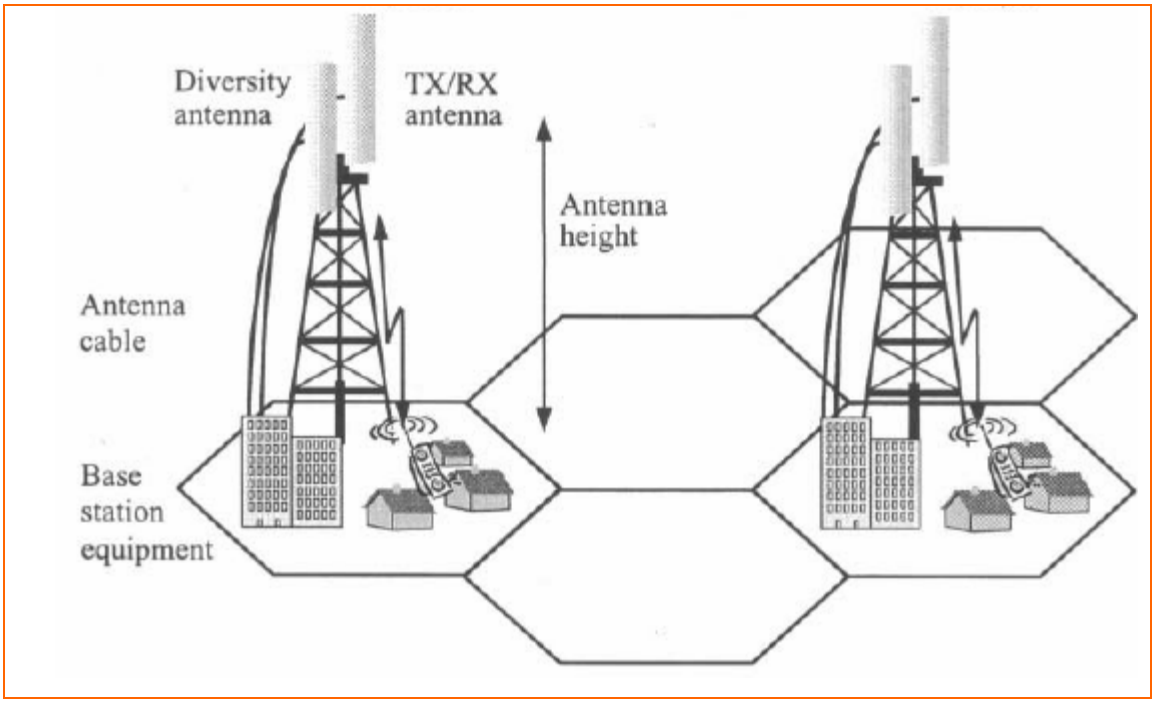
Legend: m = mandatory; o = optional; f = fixed, unchangeable value; v = changeable

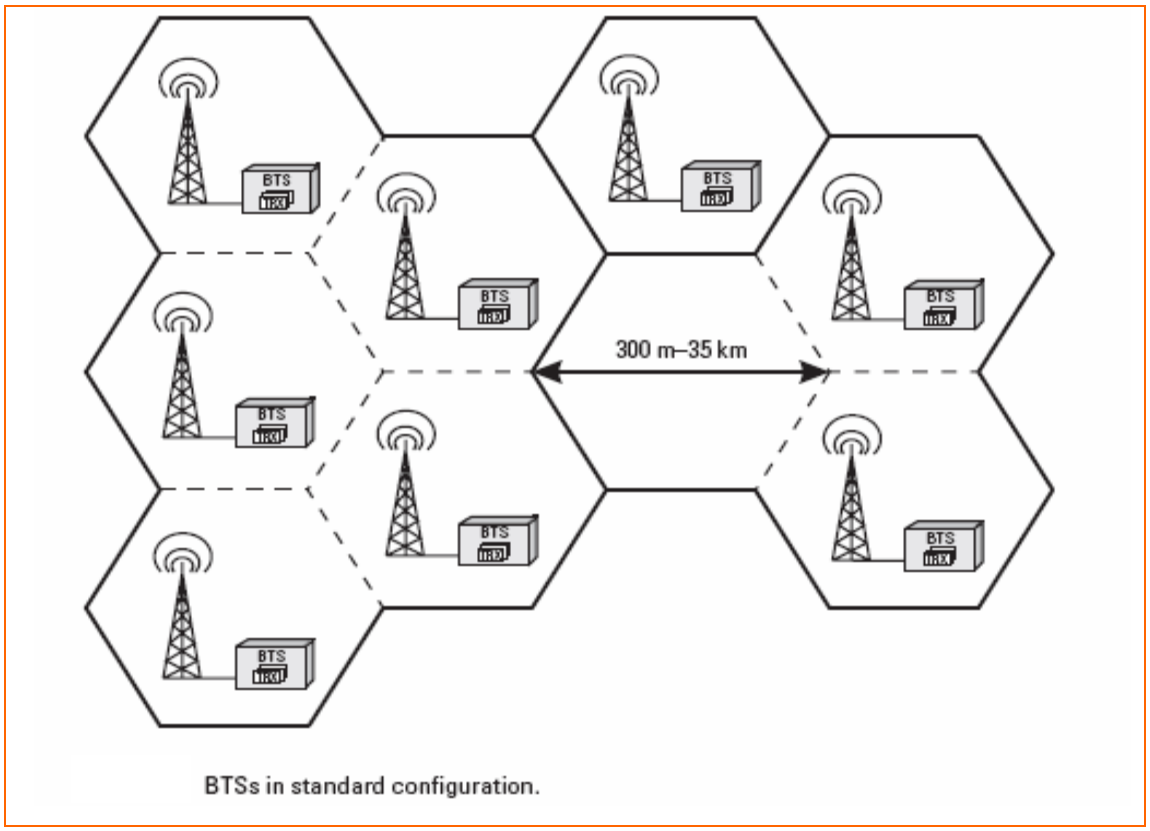
1.2 النظام الفرعي للمحطة الأساسية : The Base Station Subsystem (BSS)

عبارة عن برج هوائيات (وهو ما يسمى بـ BTS) وبجانبه غرفة اتصالات (وهو ما يسمى بـ BSC) حيث يخدم كل خلية واحد أو أكثر وتحتوى غرفة الاتصالات على المعدل وهى المسئولة عن توزيع الترددات على الهوائي .

كل BTS يخدم خلية ... أى مكان على سطح الأرض يمكن أن يغطى بخليه أو عدة خلايا . إن ابعد نقطة يستطيع أن تغطيها وحدة ال BTS تقريبا 8 كم و تكون عادة في الأماكن الخارجية الغير مزدحمة مثل القرى أو ضواحي المدن .

الـ BTS النموذجي يغطي زاوية قدرها 120 درجه ، إذا نحتاج الى 3 BTS لتغطية 360 درجة.





BTSs in standard configuration.

1.2.1 مراقب المحطات الفرعية: The Base Station Controller (BSC)

الـ BCS تتحكم فى مجموعة من الـ BTS ... و هي التي تدير موارد اتصال الراديو لـ BTS واحد أو عدة BTS ... تتعامل مع إعداد قناة الراديو ، و نظام قفز (وثب) الترددات Frequency Hopping و التسليم من خليه لأخرى بمعنى إعطاء الموبايل (الجوال) تردد جديد عندما يغير خليته أو موقعه وهو ما يسمى بـ Handovers ، في أكثر الأحيان سوف تجد BSC و عدة BTS في نفس الموقع ، لنقل على سطح احدى البنايات.

The BSC controls a group of BTS and manages their radio resources. A BSC is principally in charge of handovers, frequency hopping, exchange functions and control of the radio frequency power levels of the BTSs.

1.3 محطة النظام الفرعي للشبكة: The Network and Switching Subsystem (NSS)

يعتبر NSS العقل للشبكة ، وهو الذي يصل الشبكة اللاسلكية مع الشبكة العامة ومع الشبكات اللاسلكية الأخرى ... وهو الذي ينظم عمل الشبكة مع تحركات المستخدمين داخل الشبكة أو خارجها ... و تكمن فيه أنظمة الفواتير و خدمة توجيه الاتصال إلى الشبكات المراد تحقيق الاتصال معها ... الخ

The different components of the NSS are described below.

1.3.1 مركز تبديل (تحويل) مكالمات الموبايل Mobile Switching Center (MSC)

هو عبارة عن مقسم هاتفي رقمي متطور ... وهو ينظم الاتصال مع مقاسم أخرى ويدير مجموعة من الـ BSCs التابعة له ... ويعمل كبداله اعتيادية مثل المتواجدة في نظام الهواتف السلكية بالاضافه إلى أن المركز يوفر جميع الوظائف التي يحتاجها الموبايل (الجوال) مثل :

1- هل الموبايل مسجل مع الشبكة او ما يعرف بالـ Registration

2- هل الموبايل مصرح له باستخدام الشبكة او ما يسمى بالـ , Authentication

3- أيضا يقدم وظيفة تحديث موقع الموبايل (الجوال) في الشبكة او ما يعرف بالـ Location Updating

4- ويقوم بعملية التسليم بين الـ BTS's و ما يعرف بالـ HandOvers و يقدم لنا وظيفة توجيه او تحويل الاتصال للمشتركين المتجولين Romaing subscriber .

5- الـ MSC يقدم لنا الاتصال و الربط مع الشبكات المحلية الثابتة مثل شبكة مقسم الهواتف السلكي PTSN أو الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة (ISDN).

لغة التخاطب بين هذه الخدمات في الشبكة هي النظام الاشاري رقم سبعه أو ما يعرف بالـ
(Signaling System number 7: SS7) و هي أيضا في الشبكات السلكية كمقسم الهاتف .

هذا المركز هو النظام الذي تتحدث اليه جميع الـ BSC's .

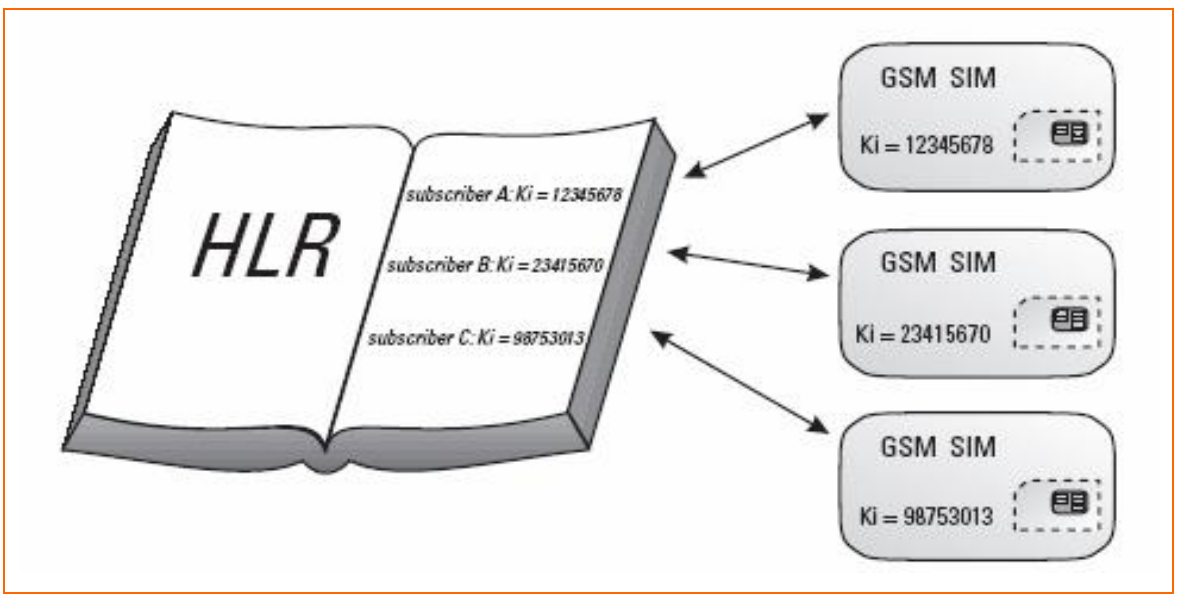
The Gateway Mobile services Switching Center (GMSC) 1.3.2

A gateway is a node interconnecting two networks. The GMSC is the interface between the mobile cellular network and the PSTN. It is in charge of routing calls from the fixed network towards a GSM user. The GMSC is often implemented in the same machines as the MSC.

هو عبارة عن نقطة الوصل بين شبكة الموبايل اللاسلكية وشبكة التليفون الثابت (PSTN) ... وهو المسؤل عن توجيه المكالمات من التليفون الأرضي والتليفون المحمول والعكس .

1.3.3 سجل المقر الرئيسي (الموطن) :Home Location Register (HLR)

و هو عبارة عن قاعدة بيانات أو سجل دائم تحفظ فيه المعلومات الخاصة لكل مشترك لتمكين الشبكة من التحكم في الاتصال الخاص للمشترك ... فهو مستودع مركزي لجميع المعلومات المطلوبة للسماح للمستخدم باستخدام الشبكة ... كما تتضمن هذه المعلومات تفاصيل الاشتراك بما فيها الخدمات المتممة المتاحة للمشترك ... بالإضافة إلى هذه المعطيات الثابتة توجد معلومات متغيرة تصف أخر موضع معروف للمشترك كما تصف حالة الـ MS هل هو في الخدمة أم خارج الخدمة هل يجري مكالمة هل هو جاهز لاستقبال مكالمة .



عندما يجري المشترك مكالمة ترسل بعض المعلومات الموجودة في الـ SIM إلى قاعد ة المعطيات HLR والتي تتعرف على المشترك وتميزه عن مشترك آخر و تتجدد المعلومات عن مكان وجود المشترك باستمرار وتسجل الرسائل الموجهة إلى المشترك و رقم أجهزة التلفون الذي يرسل المكالمات في الـ HLR .

إن المعلومات الديناميكية مفيدة بصورة خاصة عندما تبدأ الشبكة بإجراء مكالمة مع الشبكة حيث تقوم الشبكة عند بدء المكالمة باستجواب الـ HLR لتتبين عن آخر موضع معروف للمشترك و حالة جهازه المتنقل و في ذلك الوقت و عن طريق هذه المعلومات يتم تحديد مسار المكالمة وتحديد موقع المستخدم المطلوب .

إن الـ HLR يحتوي على مفتاح التشفير السري المصاحب للمشترك مما يسمح للشبكة بالتعرف على المشترك يخزن هذا المفتاح على شكل رمز سري حيث أن مركز التوثيق هو الوحيد القادر على فك هذه الشفرة وبالعادة يوجد HLR وحيد في الشبكة ولكن إذا اقتضى الأمر يمكن وجود HLR داعم إضافي .

1.3.4 سجل مقر الزوار: *Visitor Location Register (VLR)*

هو عبارة عن مخزن للمعلومات المؤقتة المتعلقة بالمشتركين المتنقلين عبر الشبكة حيث ان هذه المراقبة ضرورية لكي تحدد الشبكة مكان وجود كل مشتر ك (في أي خلية موجود) و يتواجد الـ VLR في كل مكان يوجد فيه الـ MSCو يملك سجلات عن المستخدمين للـ MSC المحلي ... وتكون هذه السجلات مؤقتة وبغض النظر فيما اذا كان هذا المستخدم تابع لنفس الـ MSC المحلي أو لـ MSC آخر ... و تحدث هذه المعلومات في الـ VLR تباعا كل يوم وتحتاج الشبكة لهذه المعلومات المتواجدة في الـ VLR لتتمكن من توجيه المكالمة أو لتنشئ مكالمة طلبها احد المستخدمين .

The Most Important Data in the HLR and the VLR

Parameter	HLR/AuC	VLR
Subscriber specific:		
IMSI	●	●
K_i	●	
TMSI		●
Service restrictions	●	
Supplementary services	●	●
MSISDN (basic)	●	●
MSISDN (other)	●	
Authentication and ciphering:		
A3	●	
A5/X (in BSS)		
A8	●	
RAND up to five triplets	●	●
SRES up to five triplets	●	●
K_c up to five triplets	●	●
CKSN		●
Subscriber location/call forwarding:		
HLR number		●
VLR number	●	
MSC number	●	●
LAI		●
IMSI detach		●
MSRN		●
LMSI	●	●
Handover number		●

1.3.5 مركز التوثيق: The Authentication Center (AUC)

هذا هو مركز الأمن للشبكة الذي يعطي الأوامر بالتحويل للموبايل باستخدام الشبكة ... فهو يخزن معلومات سرية عن المشتركين مما يتيح لصاحب هذه المعلومات فقط بالعبور الى الشبكة الخلوية وبذلك تتم حماية المشتركين من الاستخدام الاحتيالي لحسباهم ... كما يقوم الـ AUC بدور هام في عمليات التوثيق و التشفير و ذلك من خلال معلومات مخزنة في قاعدة بيانات خاصة به وأخرى مخزنة في الـ SIM .

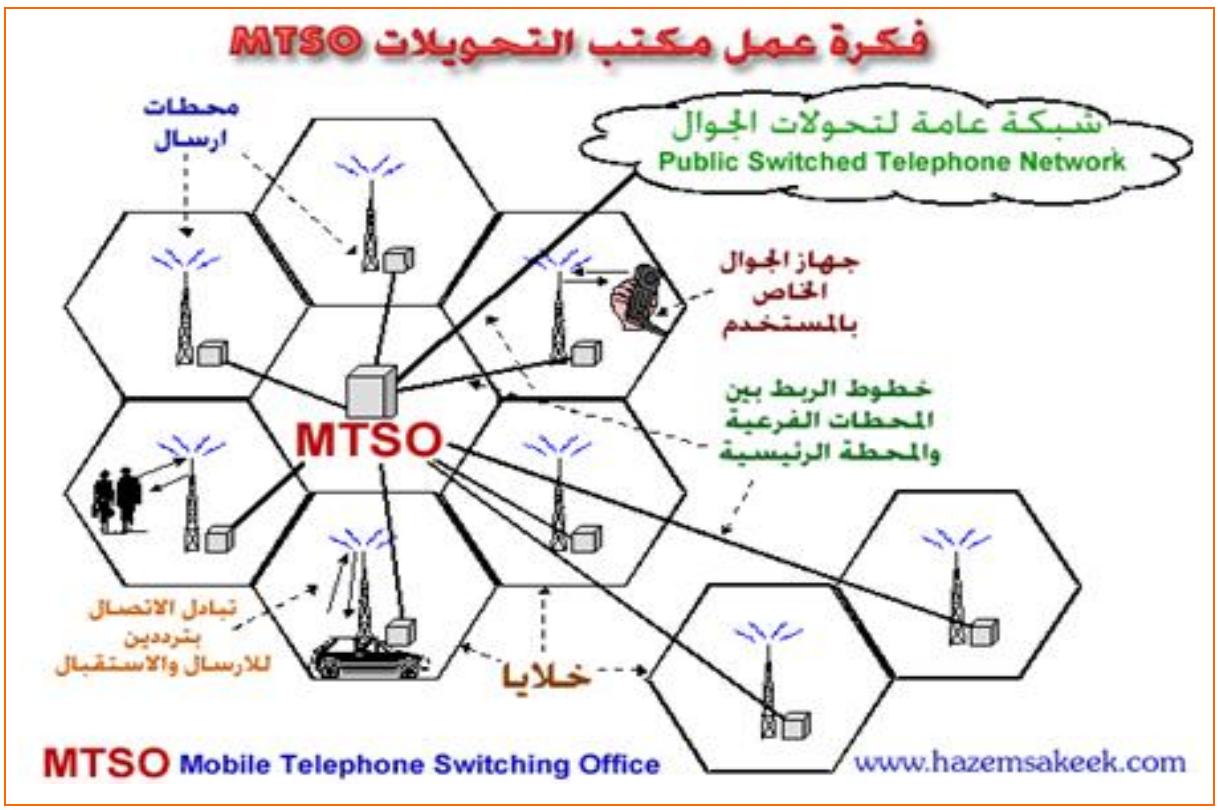
1.3.6 سجل تعريف الأجهزة: The Equipment Identity Register (EIR)

و هو يشارك في الوظيفة الأمنية ويكون دوره التأكد من شرعية أجهزة الموبايل هل هي مسروقة أو غير مسجلة في الشبكة وذلك عن طريق IMEI ... هو عبارة عن قاعدة معلومات لكل أرقام التعريف لجهاز الموبايل ، و هو عبارة عن رقم يوضع داخل الجهاز من قبل الشركة المصنعة له و كل جهاز في العالم له رقم خاص به و هو ما يسمى بـ IMEIتعريف جهاز المتحرك العالمي International Mobile Equipment Identity وهذا السجل يحتوي على ثلاث أقسام أو قوائم:

1- القائمة البيضاء White list : وهي الأجهزة المصرحة باستخدام الشبكة .
2- القائمة السوداء Black List : وهي الأجهزة الغير مصرح لها باستخدام الشبكة مثل الأجهزة المسروقة .
3- القائمة الرمادية Gray List : وهي الأجهزة التي تكون تحت الاختبار.

Mobile Telephone Switching Office(MTSO) 1.4

في النهاية فإن عدد كبير من محطات الإرسال توجد في كل مدينة تستخدم هواتف الجوال وقد يصل عدد هذه المحطات بالمئات ويتحكم بها محطة مركزية للتحويلات تعرف باسم Mobile Telephone Switching Office (MTSO) تعمل هذه المحطة على التحكم في المحطات المنتشرة في المدينة (الخلايا) وتعمل أيضا على ربط كل الاتصالات من الهواتف الجوالة مع الهواتف الأرضية التي تعمل بنظام الاتصال التقليدي.



مكتب التحويلات Mobile Telephone Switching Office (MTSO) وهو عبارة عن كمبيوتر في محطة الإرسال الخاصة بالجوال ويتحكم في كل نظام الجوال ويتعقبه ويقيس قوة الإشارة التي تصل لجوالك ويعطي الأمر للانتقال إلى خلية أخرى عندما تضعف الإشارة ... و كما أنه يربط كل محطات التقوية الموجودة في كل الخلايا التابعة لمحطة المركزية ومن مهامه أيضا حساب قيمة الفاتورة لمكالماتك .

Chapter 3

Modern Wireless Communication Systems

المحتويات

مقدمة Introduction

1. جوالات الجيل الأول First Generation 1G

2. جوالات الجيل الثاني Second Generation 2G

2.1 الوصول المتعدد Multiple Access

2.1.1 الوصول المتعدد بالتقسيم الترددي Frequency division multiple access (FDMA)

2.1.2 الوصول المتعدد بالتقسيم الزمني Time division multiple access (TDMA)

2.1.3 الوصول المتعدد بالنظام الكودي Code division multiple access (CDMA)

2.2 التقنيات التي تعمل بها جوالات الجيل الثاني

2.2.1 النظام العالمي للاتصالات اللاسلكية Global System for Mobile Communication(GSM)

2.2.2 HSCSD : (High Speed Circuit Switched Data)

2.2.3 GPRS : (General Packet Radio Services)

2.2.4 EDGE : (Enhanced Data for GSM Evolution)

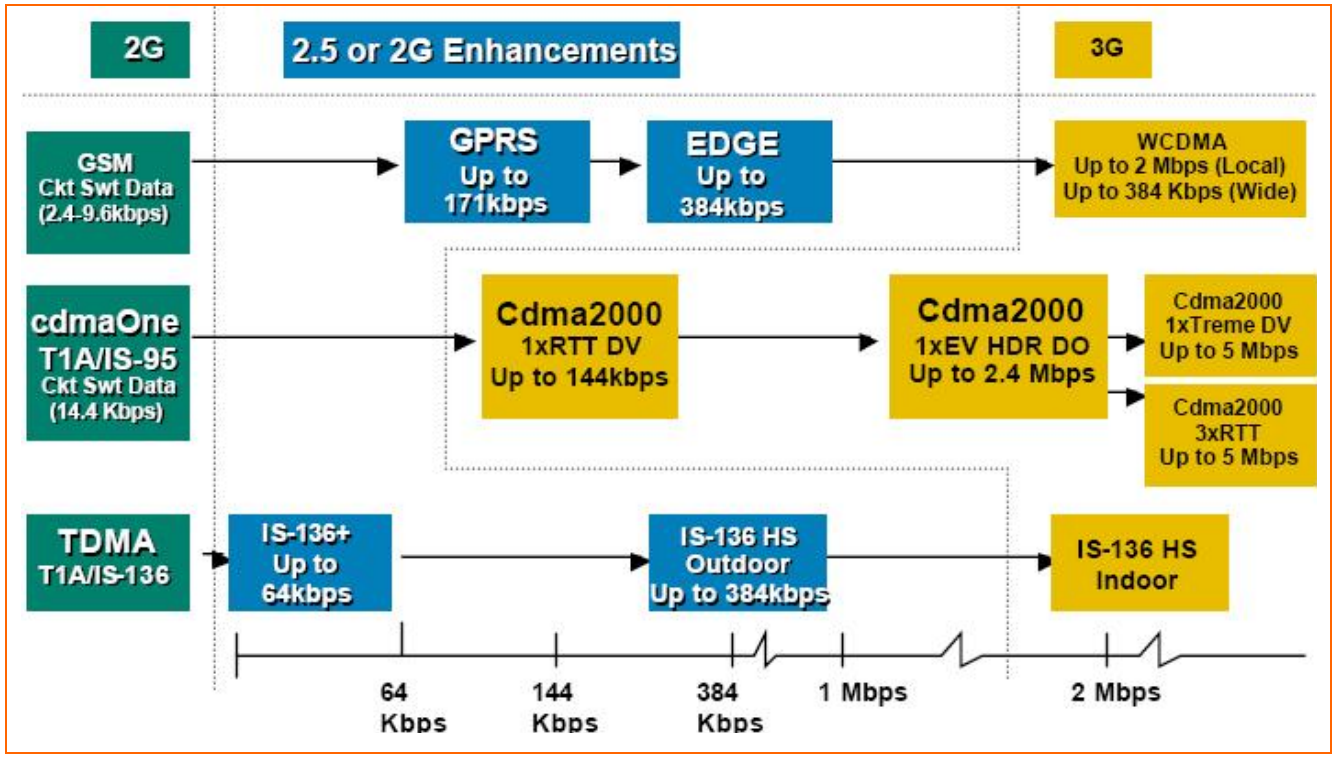
3. جوالات الجيل الثالث 3G

1.3.1 التقنيات التي تعمل بها جوالات الجيل الثالث

1.3.2 جوال النمط الثلاثي Tri-Mode

مُقَدِّمَة

عندما نحاول أن نقتنى جوال جديد فإن أول ما يلفت انتباهنا هو جيل الجوال والتقنيات التي يدعمها فى التعامل مع شبكات وأنظمة الاتصالات العديدة المعتمدة فى جميع إنحاء العالم ، فهناك جوالات من الجيل الأول والجيل الثاني والثالث ، والانتقال من جيل إلى آخر يعتمد على التقنيات التكنولوجية التي أدخلت على الجوال و الشبكة .



1. جوالات الجيل الأول First Generation 1G

في العام 1983 ظهرت التلفونات الجوالة بالنظام التناظري Analog System وسميت بـ Advanced Mobile Phone System والتي تكتب اختصاراً AMPS أي أنظمة التلفونات الجوالة المتطورة والتي حصلت على الاعتماد من مؤسسة الاتصالات الدولية FCC وأول ما استخدمت في ولاية شيكاغو الأمريكية. استخدمت جوالات AMPS مدى من الترددات بين 824 ميجاهيرتز و894 ميجاهيرتز.

وعملت الحكومة الأمريكية كل ما في وسعها لدعم شبكة هواتف لاسلكية جديدة وتنافس شبكة التلفونات السلكية من حيث التكاليف والأسعار بالنسبة للمستخدم، فخصصت لذلك مزود خدمة للشبكة اللاسلكية ووضعته في كل مكان وسمي بمزود الخدمة المحلي، ويتكون كل مزود خدمة من ناقلين سمي الاول A والثاني B.

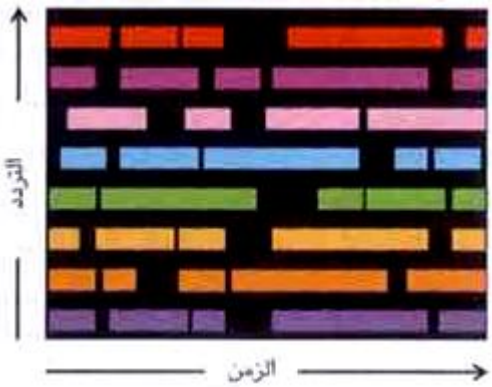
تم تخصيص 832 تردد مختلف للناقلين A و B منهم 790 تردد للصوت و42 تردد للبيانات. وتكونت كل قناة اتصال من ترددين واحد للإرسال والثاني للاستقبال. واختيرت الترددات باتساع 30 كيلوهيرتز وذلك لضمان نقل الصوت بجودة الاتصال السلكي.

AMPS Channel Allocation for A and B Side Carriers

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	
106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	
127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	
148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	
190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	20	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	A SIDE
232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	
253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	
274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	
295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	-	-	-	
313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	667	668	669	
670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	
691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	
712	713	714	715	716	-	-	-	-	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	
1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	
334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	
355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	
376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	
397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	
418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	
439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	
460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	
502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	
523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	
544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	B SIDE
565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	
586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	
607	608	609	610	611	6612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	
628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	
649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	-	-	-	
-	-	-	-	-	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	
733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	
754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	
775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	
796	797	798	799																		

فكرة عمل الجيل الأول من الجوالات

اعتمدت فكرة عمل جوالات الجيل الأول على ترددات راديوية متغيرة بطريقة مستمرة لنقل أصوات المستخدمين. حيث يتيح ذلك الاتصال المتعدد لأكثر من هاتف خلوي بمحطة الإرسال ويستخدم كل جوال تردد مختلف كما هو موضح في الشكل بالأشرطة الملونة حيث كل لون يعبر عن تردد مخصص لمكالمة واحدة، ويشير الانقطاع في تلك الأشرطة إلى أن استخدام تلك القنوات لا يكون بشكل دائم.



ويفصل الترددات المرسلة عن المستقبلة لكل قناة عن بعضها بـ 45 ميجاهرتز لتضمن عدم حدوث تداخلات بين المرسل والمستقبل ... وكل ناقل يحتوى على 395 قناة اتصال(Voice Channel) و 21 قناة تبادل للبيانات (Control Channel) تستخدم لتبادل المعلومات بين الهاتف الجوال والهاتف المنزلي .

وتطورت هذه الأنظمة من الجوالات التناظرية إلى ما يسمى NAMPS أي Narrowband Advanced Mobile Phone Service أي أنظمة التليفونات الجوالة المتطورة ذات النطاق الضيق حيث تم إدخال تقنيات رقمية لتسمح لهذه الأنظمة بزيادة قدرتها لإجراء اتصالات أكثر بثلاث مرات لكل قناة . وبالرغم من إدخال التقنيات الرقمية لجوالات NAMPS إلا أنها بقيت تعتبر تناظرية تعمل على تردد 800 ميجاهرتز ولا تدعم العديد من الخدمات المتطورة مثل البريد الالكتروني أو تصفح الانترنت .

كم عدد الأشخاص فى الخلية الواحدة الذين يمكنهم استخدام الجوال فى نفس الوقت ؟

لو افترضنا أن المدينة مقسمه إلى سبع خلايا فقط فان كل خلية سيكون لها مجموعة من الترددات الخاصة التي تستخدمها دون أن يحدث تداخل مع خلية أخرى .

1- يوجد فى كل مدينة عدد 832 من ترددات الراديو المتاحة لاستخدام الجوال.
2- كل جوال عند إجراء اتصال يستخدم ترددين واحد للإرسال (التحدث) والثاني للاستقبال (الاستماع) وهذا يعنى انه يوجد 392 قناة اتصال لكل محطة إرسال (لكل خلية فى المدينة) ويتبقى عدد 42 تردد لاستخدام قنوات التحكم.
3- وحيث ان كل خلية تحتاج فقط الى تردد واحد من السبعة المتوفرة لذا فان كل خلية يوجد بها 56 قناة متوفرة للاتصال.

بمعنى آخر 56 شخص فى الخلية الواحدة يمكنهم التحدث من خلال هواتف الجوال فى نفس الوقت.

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

2 . جوالات الجيل الثاني Second Generation 2G

تعتبر جوالات الجيل الثاني 2G هي أول جوالات تعمل بالنظام الرقمي والتي بدأ استخدامها في التسعينات من القرن الماضي، ويستخدم جوال الجيل الثاني نفس تكنولوجيا الراديو كما في التلفون الجوال التناظري (1G) ولكن تستخدم بطريقة مختلفة، ففي النظام التناظري لا تستخدم كل إمكانيات الإشارة المتبادلة بين الجوال والشبكة التابع لها. حيث انه من غير الممكن أن يتم ضغط وتشفير الإشارة التناظرية مثل الإشارة الرقمية. ولكن في الإشارة الرقمية يتم ضغط وإعادة معالجة الإشارة مما يسمح بزيادة عدد القنوات لنفس المدى الترددي المستخدم.

الجوالات الرقمية تحول الإشارة الصوتية الصادرة عن المتحدث إلى معلومات رقمية بنظام العدد الثنائي Binary والمكون من رقمين (0 و 1) فتصبح الإشارة الصوتية عبارة عن معلومات مكونة من هذين الرقمين ، ثم يتم تشفير وضغط هذه المعلومات ليسهل إرسالها بكفاءة عالية وفى فترة زمنية قصيرة ، كما أن ضغط البيانات يجعل من الممكن أن يتم عمل عدد يصل من 3 إلى 10 اتصالات مرة واحدة بالمقارنة مع مكالمة واحدة على نفس التجهيزات المستخدمة فى النظام التناظري . فيمكن استخدام قناة واحدة لأكثر من مستخدم فى نفس الوقت حيث تقسم الإشارة اللاسلكية إلى شرائح من البيانات تحمل كود بعنوان المستخدم للجوال . وأثناء انتقالها إلى المستقبل تتوزع الشرائح على نطاق الترددات ثم يعاد تجميعها عند الاستقبال . ويسمى هذا بالنظام العالمي للاتصالات اللاسلكية (GSM : Global Systems for Mobile Communication) .

2.1 الوصول المتعدد Multiple Access

سوف نقوم بشرح التقنيات المستخدمة لتشغيل الجيل الثاني من الجوالات. وهناك ثلاث تقنيات مختلفة تستخدم في جوالات الجيل الثاني لنقل المعلومات الرقمية من الجوال إلى الشبكة والعكس هي:

الوصول المتعدد بالتقسيم الترددي Frequency division multiple access (FDMA)

الوصول المتعدد بالتقسيم الزمني Time division multiple access (TDMA)

الوصول المتعدد بالنظام الكودي Code division multiple access (CDMA)

والمصطلح الإنجليزي لكل تقنية من التقنيات الثلاثة يشرح نفسه فهذه التسمية العلمية اشتقت من فكرة عملها. فمثلا لو أخذنا الكلمة الأولى من كل تقنية وهي Frequency و Time و Code فنجد أنها تشير إلى التقنية المستخدمة لطريقة الدخول إلى الشبكة في تناقل المعلومات، فالأولى يعتمد على التردد والثانية تعتمد على الزمن والثالثة تعتمد على الشفرة. أما الكلمة الثانية division فهي تشير إلى أن طريقة فصل المكالمات يعتمد على طريقة الدخول إلى الشبكة، ونستنتج من ذلك أننا من خلال فهمنا للمصطلح الانجليزي يمكننا أن نوصف كل تقنية على النحو التالي:

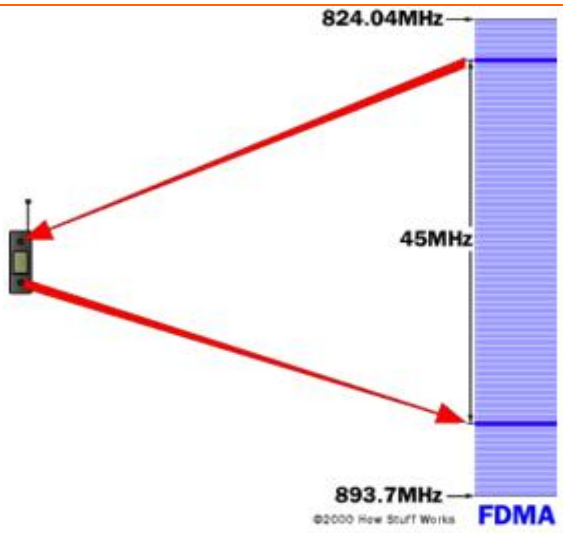
FDMA وتعنى انه يتم تخصيص تردد معين لكل مكالمة.

TDMA وتعنى أن هذه التقنية تعتمد على الزمن حيث يتم تخصيص جزء زمني صغير من التردد لكل مكالمة.

CDMA وفية يعطى لكل مكالمة شيفرة وحيدة تنقل على أى تردد متاح.

2.1.1 الوصول المتعدد بالتقسيم الترددي Frequency division multiple access (FDMA)

في كل محطة اتصال جوال توجد محطة إرسال راديوية ترسل الإشارة بترددات مختلفة خلال النطاق المخصص من المدى الترددي. وتعتمد تقنية FDMA على تقسيم هذا المدى الترددي إلى عدة قنوات ترددية أصغر كما في الشكل الموضح حيث تم تخصيص مدى ترددي مقداره 45 ميجاهيرتز وكل محطة إرسال تستخدم تردد مختلف لإرسال الإشارات بطريقة تناظرية للاتصال وتدعم نقل البيانات الرقمية، ولكن لا تعتبر هذه التقنية فعالة للاتصالات الرقمية.



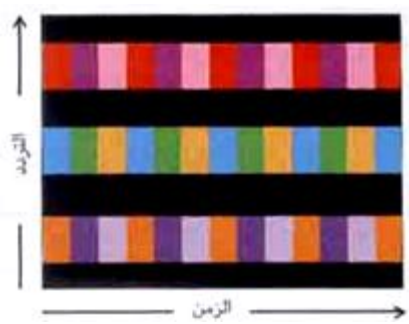
في تقنية FDMA كل جوال يستخدم تردد مختلف

2.1.2 الوصول المتعدد بالتقسيم الزمني Time division multiple access (TDMA)

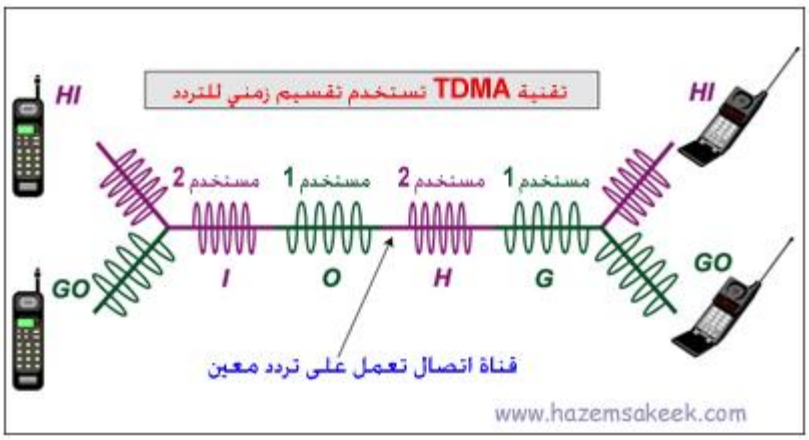
فى هذه التقنية يمكن استخدام نفس التردد لإجراء ثلاثة اتصالات لاسلكية من خلال توزيع التردد على ثلاثة فترات زمنية ، فمثلاً عند إجراء ثلاثة مكالمات فى نفس الوقت على نفس التردد تقوم هذه التقنية بتحويل الإشارة الصوتية التناظرية إلى إشارة رقمية وتضغطها ثم ترسلها كمجموعة خلال ثلث الفترة الزمنية للتردد والثلث الثاني يخصص للمكالمة الثانية والثلث الثالث للمكالمة الثالثة ثم تكرر الدورة وعلى هذا النحو ... يتم على نفس التردد إجراء ثلاثة مكالمات مختلفة.

شرح توضيحي لنظام TDMA

يخصص لكل مستخدم حيز زمني متكرر كما هو موضح في تعاقب تكرار الألوان في الشريط الأول مثلاً، ويمثل كل شريط قناة ذات تردد محدد وعلى نفس التردد تجد ثلاثة ألوان مختلفة تتكرر خلال الزمن، يمثل كل لون مكالمة مرسلة وبهذا يمكن على نفس التردد إرسال ثلاثة مكالمات في نفس الوقت.



ويوضح الشكل أدناه النطاقات الزمنية المستخدمة لكل جوال لإرسال البيانات الصوتية من خلال تخصيص فترة زمنية تقدر بـ 6.7ms وبمدى ترددي قدره 30 كيلوهيرتز ترسل على نفس قناة اتصال واحدة تعمل على تردد محدد.



يقسم التردد في تقنية TDMA إلى فترات زمنية

وللمميزات العديدة التي وفرتها تقنية TDMA لاتصالات اللاسلكية فإن أنظمة الاتصالات الجوالة التي تعمل بنظام GSM تستخدم هذه التقنية كنظام تشغيل لها ولتوضيح هذه الفكرة افترض انك حصلت على جهاز كمبيوتر من نوع بنتيوم فيمكنك أن تشغله إما بنظام الويندوز او بنظام اللينكس وهكذا الحال فى جوالات من نوع GSM فهي إما تعمل بنظام تشغيل TDMA أو نظام CDMA .

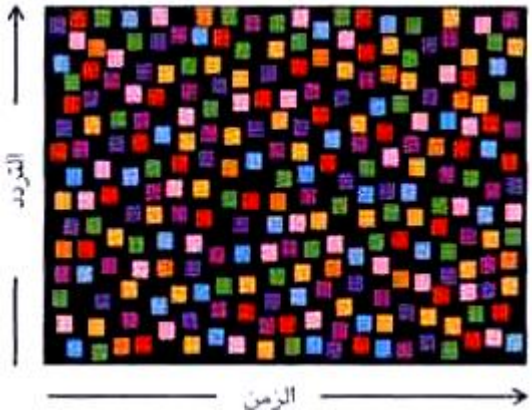
2.1.3 الوصول المتعدد بالنظام الكودي Code division multiple access (CDMA)

تستخدم تقنية CDMA وسيلة مختلفة تماما عن تقنية TDMA فهذه التقنية تقوم بعد عملية التحويل (من التناظري إلى الرقمي) بنشر البيانات الرقمية المضغوطة على ما هو متوفر في النطاق الترددي، أي ان البيانات ترسل في صورة حزم أو رزم على ترددات متفرقة متاحة للاستخدام خلال اي فترة زمنية.

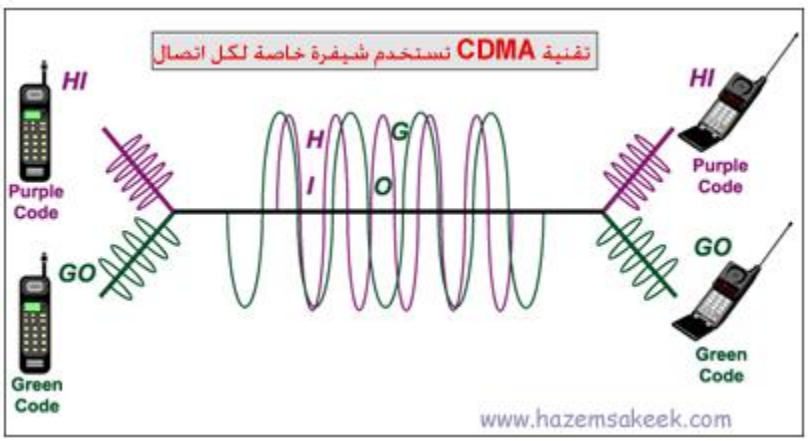
يعتمد نظام CDMA على تقنية الطيف المنتشر spread-spectrum بينما تستخدم الهواتف الخلوية الأقدم المعتمدة على TDMA والـ GSM على تقنية الطيف المنتشر من خلال تقسيم طيف الراديو إلى حزم ترددية ضيقة. ولزيادة السعة فإن هذه الشبكات تقوم بدمج عدة مكالمات هاتفية على نفس القناة الترددية... ولكن هناك حد أقصى لعدد المستخدمين لنفس القناة قبل أن تحدث تشوشات وتقطعات في الإشارة المنقولة... أما نظام الـ CDMA فهو يخصص كود(شيفرة) محددة لكل مكالمة هاتفية وبالتالي فإنه يمكن لمجموعة من الإشارات الراديوية أن تتقاسم مدى واسع من ترددات الراديو، بحيث يلتقط كل مستقبل المكالمة التي تخصه بناء على الكود الذي تحمله.

شرح توضيحي لنظام CDMA

بدلاً من إرسال البيانات على قنوات مخصصة وترددات محددة فإنه هذه التقنية تقوم بتقسيم المعلومات والبيانات إلى حزم (رزم) ثم ترسلها على أحد القنوات المتاحة. كما هو موضح بالشكل وكل لون من ألوان المربعات يعود إلى حزم صادرة من جوال محدد ترسل على نطاقات ترددية مختلفة ثم يعاد تجميعها عند الاستقبال، وبهذه الطريقة يتم اجراء عدد كبير من المكالمات على نفس النطاق الترددي في نفس اللحظة.



والشكل التالي يوضح كيف أن البيانات الصوتية الصادرة من جوالين احدهما يستخدم شيفرة مختلفة عن الشيفرة الأخرى وتحمل البيانات على نفس القناة . حيث كل مستخدم يرسل بياناته على كل النطاق الترددي للقناة على شكل رزم ترتبط مع بعضها البعض بشيفرة مميزة لكل مكالمة ، وعند الطرف المستلم فان الشيفرة المميزة تقوم بجمع هذه الرزم وفكها. ويمكن بهذه التقنية أن تجرى عدة اتصالات على نفس القناة.



في تقنية CDMA كل مكالمة تحول إلى بيانات رقمية وتقسم إلى رزم ترتبط مع بعضها البعض بشيفرة مميزة.

2.1.3.1 أنواع أنظمة CDMA

CDMA IS-95A

بداء العمل به في يوليو 1993م ويسمى أيضا TIA / EIA IS-95 ويحتوي على العديد من الميزات التي كان أهمها توفير سرعة عالية لنقل البيانات تصل إلى 14.4 كيلو بت في الثانية.

CDMA IS-95B : 2.5G

بداء العمل به في سبتمبر عام 1999م ويسمى ايضا TIA / EIA-95 ويحتوي على العديد من المميزات التي كان أهمها توفير سرعة عالية لنقل البيانات تصل إلى 64 كيلو بت في الثانية.

CDMA 2000 X1

يعتبر من أنظمة الجيل الثالث باعتباره يحتوي على ميزات عديده منها تبادل الملتيميديا، وقد أجازه الاتحاد الدولي للاتصالات I.T.U. في اكتوبر 2000 .

و يوجد نوعين من نظام CDMA2000

الاول CDMA2000 1X : وهذا النظام يقدم سرعات مضاعفة لنقل الصوت وسرعة نقل للبيانات تصل إلى 307 ميجا بايت في الثانية ... الثاني CDMA2000 1x EV-DO : يقدم سرعات عالية لحمل البيانات تتراوح بين 2.4 و 3.09كيلو بت في الثانية كما يدعم تبادل تطبيقات الملتيميديا الكبيره من نوع MP3 .

WCDMA

وهو يمثل الجيل الثالث المطور من نظام CDMA ويستخدم قنوات اتصال ذات ترددات عاليه مقدارها 5 ميجا هرتز كما ان له القدرة على نقل بيانات تصل إلى 384 كيلوبت في الثانية، وفي ظروف خاصة يمكن أن تصل إلى 2 ميجا بايت ... وقد بدأت بعض الدول تجريب هذا النظام في اغراض تبادل البيانات .

2.1.3.2 المميزات العامة لنظام CDMA

- نقاوة عالية في نقل الصوت والبيانات .
- أكثر أمانا مع حماية فعاله من التسرب غير المشروع للمكالمات او البيانات.
- عدد مرات المكالمات الفاشله اقل بما يساوي 15 مره عن الموبايل التقليدي .
- أجهزة الهاتف تعمل باستخدام إشارات ترددية منخفضة جدا مما يجعل استخدامها أكثر أمانا على صحة الناس فيما يخص الاشعاعات كما انها توفر استهلاك البطارية .

- الاستخدام الفعال للموجات الترددية frequency band .
- لا يحتاج إلى تخطيط الترددات frequency planning .
- السهولة والمرونة العالية في تطوير النظام و ترقيته وتحديثه.

2.2 التقنيات التى تعمل بها جوالات الجيل الثاني

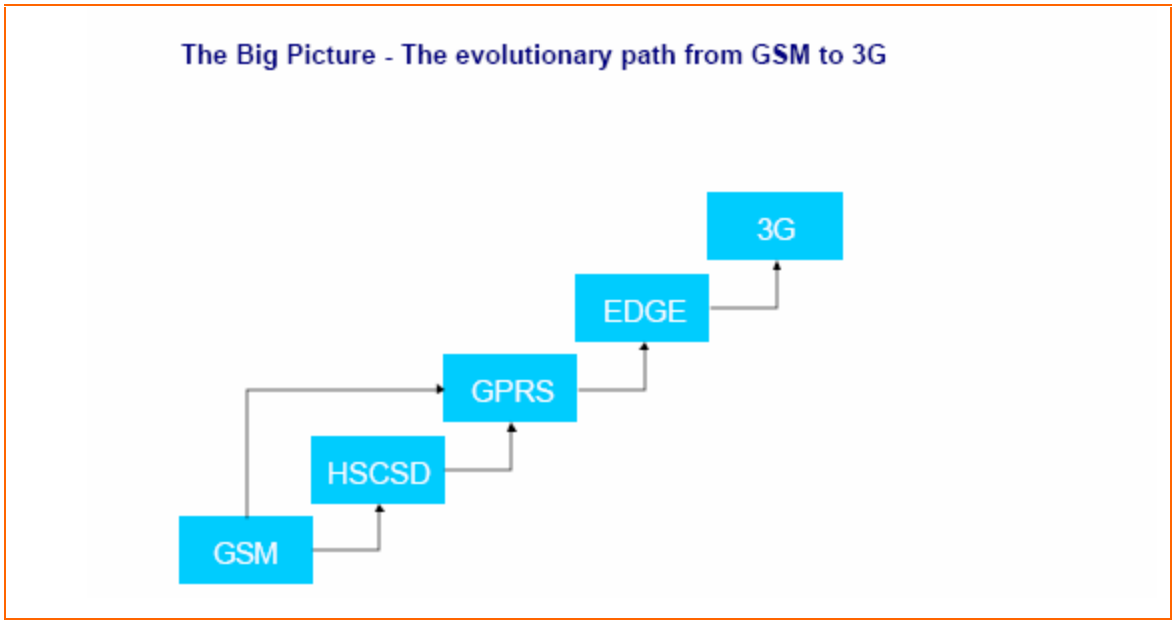
2.2.1 النظام العالمي للاتصالات اللاسلكية

Global System for Mobile Communication (GSM)

النظام العالمي للاتصالات اللاسلكية GSM هو نظام معتمد لتشغيل شبكات الاتصالات اللاسلكية ويعمل على الميكروبروسيسور الخاص بأجهزة الجوال التي تعمل على نظام GSM كما أن هناك نظام تشغيل أخر هو IS-136 ، ويمكن تشبيه أنظمة تشغيل الجوال بأنظمة تشغيل الكمبيوتر مثل الويندوز واللينكس.

يقوم نظام الـ GSM على تشفير البيانات المرسلة بواسطة الجوال لتحقيق أقصى درجة من الأمان وتعمل على ترددات من 900 ميجاهرتز الى 1800 ميجاهرتز فى كلا من اوروبا واسيا بينما تعمل على ترددات من 850 الى 1900 فى الولايات المتحدة الأمريكية وتسمى فى كلا الحالتين بموجة الـ 1.9 جيجاهرتز .

يعتبر نظام الـ GSM نظاما عالميا للاتصالات اللاسلكية حيث انه منتشر فى مختلف دول العالم بحيث يمكنك شراء جوال من اى مكان فى العالم واستخدامه فى اى دولة تعتمد هذا النظام. وللاتصال عبر مزود خدمة الجوال فى اى من تلك الدول فان مستخدمى GSM يحصل على شريحة الاتصال التي تعرف باسم SIM اى وحدة تعريف بهوية المشترك ، وهى عبارة عن ذاكرة كمبيوتر يتم تثبيتها فى الجوال ويتم تخزين كل البيانات اللازمة للاتصال وارقام التعريف اللازمة للسماح بالدخول لخدمات الجوال المقدمه من الشركة التى حصلت منها على شريحة SIM .



2.2.2 HSCSD : *(High Speed Circuit Switched Data)* – the first step towards faster data speeds on GSM circuit switched networks. HSCSD concentrates up to four GSM timeslots and allows data speeds of up to 64 kbit/s (mostly aimed at the corporate market). However, mobile terminals supporting HSCSD are not currently available. It is primarily used for notebooks with a data card. Operators will need to decide if they will offer this service or GPRS or both. HSCSD is being installed in markets that are highly competitive where differentiation is key, such as Finland, as well as where data services have been particularly successful such as Norway and Hong Kong.

2.2.3 GPRS : *(General Packet Radio Services)* – the introduction of packet switching technology to GSM, CDMA and TDMA (ANSI-I36) mobile networks, making it easier to integrate with other packet-based protocols such as IP or X.25. GPRS is the first important step on the path to 3G, hence GPRS also being known as 2.5G. The announcements of GPRS data speeds vary from up to 115 kbit/s to up to 117 kbit/s, but is likely to average at 56 kbit/s, with between 28 and 40 kbit/s initially. If GPRS usage is mainly text based, it will meet many wireless Internet service requirements from the outset. Trials of GPRS services will occur in 2000, but it is unlikely that commercial usage will be significant before 2001. GPRS is being deployed in mobile networks today to provide the core network packet data handling capabilities that 3G will need, whether delivered using WCDMA or EDGE .

2.2.4 EDGE : *(Enhanced Data for GSM Evolution)* – the second step towards 3G for GSM/GPRS networks. EDGE will increase data rates on GSM to 384 kbit/s by bundling up to eight channels or 48 kbit/s per channel. Analysts suggest that indoor EDGE speeds will drop outside of the urban areas to 115 kbit/s, but that EDGE will be able to offer outdoor rates of 450-550 kbit/s. EDGE is unlikely to emerge until 2002 and is an attractive option for operators that do not have a UMTS licence. GPRS is based on a modulation technique known as Gaussian minimum-shift keying (GMSK). EDGE is based on a new modulation scheme that allows a much higher bit rate across the air interface - this is called eight-phase-shift keying (8 PSK) modulation. Since 8 PSK will also be used for UMTS, network operators will need to incorporate it at some stage to make the transition to third generation mobile phone systems.

3 . جوالات الجيل الثالث 3G

تعتبر تكنولوجيا الجيل الثالث من الجوال احدث أنظمة الاتصالات اللاسلكية، فقد سبق وان شرحنا أن جوالات التي تعمل بالنظام التناظري analog هي جوالات الجيل الأول والجوالات التي تعمل بنظام الرقمي digital هي جوالات الجيل الثاني ... أما جوال الجيل الثالث فيعد جوال الوسائط المتعددة Multimedia Cell Phone ... وتسمى هذه الجوالات بالجوالات الذكية Smart Phones ويمتاز بقدرته على تبادل البيانات بسرعة كبيرة ليساعد المستخدم على تصفح الانترنت بسرعة كبيرة كما يمكن إرسال واستقبال الرسائل الصوتية والفيديو.

جوال من الجيل الثالث من شركة Sony Ericsson

3.1 التقنيات التي تعمل بها جوالات الجيل الثالث

انتشرت جوالات الجيل الثالث أولا فى اليابان فى منتصف العام 2002 ثم ومع مطلع العام 2003 انتشرت هذه التكنولوجيا فى أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية . إن ما يمتاز به الجيل الثالث عن الجيلين السابقين من الاتصالات اللاسلكية هو أن الجيل الثالث مصمم للتعامل مع البيانات والصوت والصورة معا وبسرعة تبلغ 2.5 كيلوبت فى الثانية وهذه تعادل ضعف سرعة الاتصال السلكي الحالي .. وجدير بالذكر أن مصطلح الجيل الثالث هو مصطلح واسع يغطى العديد من المعايير والتقنيات التي تطبق فى مختلف الدول والبلدان وقد تختلف من قارة إلى أخرى .

وتستخدم شبكات جوال الجيل الثالث عدة تقنيات أيضا لتبادل المعلومات بينها وبين الجوال وهذه التقنيات هى :

- **تقنية الوصول المتعدد بالتقسيم الكودى المطور CDMA2000 والتى تعتمد على تطوير تقنية Code Division Multiple Access المستخدمة فى الجيل الثانى .**
- **تقنية الوصول المتعدد بالتقسيم الكودى العريض النطاق WCDMA اى Wideband Code Division Multiple Access .**
- **تقنية الوصول المتعدد بالتقسيم الكودي المتزامن مع التقسيم الزمني TD-SCDMA أي Time-division Synchronous Code-division Multiple Access**

وتقنيات الجيل الثالث هذه تعمل على سرعة نقل بيانات كبيرة تصل إلى 3Mbps (بمعنى انك تحتاج إلى 15 ثانية لتحميل مقطوعة موسيقية مدتها 3 دقائق على جوالك) وبالمقارنة فإن أسرع جوالات الجيل الثاني لا يعمل بأكثر من 144Kpbs (أي أنك تحتاج إلى 8 دقائق لتحميل مقطوعة موسيقية مدتها 3 دقائق) ولهذا فإن جوالات الجيل الثالث تعتبر جوالات الوسائط المتعددة لدعمها نقل البيانات بسرعات كبيرة وتواصلها مع شبكة الانترنت وتحميل الأفلام وتبادل البريد الالكتروني والفاكس.

1.3.2 جوال النمط الثلاثي Tri-Mode

من الممكن أن تجد جوال من مواصفاته أنه جوال tri-mode أشارة إلى أن الجوال بعمل بثلاثة تقنيات متعددة وهنا من الممكن أن تكون خدعة قد يقصد بها أحياناً أن الجوال يدعم تقنيتين رقميتين CDMA وTDMA وتقنية تناظرية AMPS. وهذا ممتاز ولكن قد تعني أيضا أن الجوال يعمل بتقنية رقمية واحدة بترددين وتقنية تناظرية، وهذا في الحقيقة من ناحية تقنية جوال تقنيات متعددة ثنائي dual mode.

References

http://www.tech-faq.com

كل ما ترغب في الاستفسار عنه عن الجوال والمصطلحات وماذا تعني تجدها على هذا الموقع

http://www.cellular.co.za/in-fone.htm

معلومات عن تركيب الجوال

http://www.fcc.gov

موقع مؤسسة الاتصالات الدولية FCC

http://www.itu.int/home/index.html

موقع الاتحاد الدولي للاتصالات

http://en.wikipedia.org/wiki/Time_division_multiple_access

لمزيد من المعلومات عن CDMA و TDMA

http://en.wikipedia.org/wiki/CDMA

لمزيد من المعلومات عن CDMA و TDMA

http://www.privateline.com/PCS/GSM0.html لمزيد من المعلومات

http://en.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications

كل شيء عن الـ GSM

http://www.privateline.com/mt_cellbasics/index.html

موضوع شامل عن أساسيات الجوال

http://www.wirelessadvisor.com/glossary.cfm مصطلحات تقنية للاتصالات اللاسلكية

http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_phone كل المعلومات عن الجوال

www.gsmarena.com احدث أنواع الجوالات ومواصفاتها