بسم الله الرحمن الرحيم

مشروع تخرج

لنيل درجه الدبلوم العالي في هندسه الاتصالات

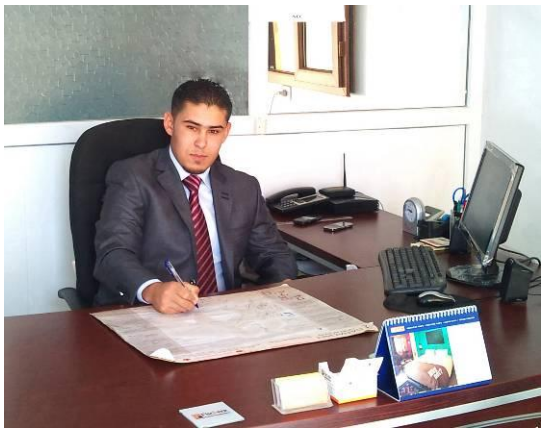
بعنوان :-

النظام العالمي للاتصالات المحمولة

اعداد:-

المهندس محمد ابوحولي

Aboholi2010@hotmail.com



السيرة الذاتية للكاتب

البيانات الشخصية

الاسم : محمد نصر علي ابوحولي
الجنسية : ليبي
مكان وتاريخ الميلاد : 1989 ,طرابلس
الحالة الاجتماعية : أعزب (حاليا)
هاتف رقم : 218926072758+
البريد الإلكتروني : Aboholi2010@hotmail.com

المؤهلات العلمية

1- حاصل علي درجه الدبلوم العالي في الهندسة الكهربائية والالكترونية قسم (الاتصالات)

2- حاصل علي الرخصة الدولية لقياده الحاسوب(icdL)

خبره في لغات البرمجه التاليه :

Visual Basic , java(J2ME) , Assembly , HTML

معرفة اللغات

-العربية : اللغة الأم
الإنجليزية:
قراءة - متوسط
كتابة - متوسط
محادثة – جيد

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وما توفيقي الا بالله عليه توكلت وإليه أنيب﴾

صدق الله العظيم

الايه (88) من سوره هود

إهداء

إلي هادي البشرية,,,إلي من حثنا علي طلب العلم وجعله واجب علي كل مسلم ومسلمه إلي حبيب القلب ومهجه الروح

إلي رسول الله (صلي الله عليه وسلم)

إلي المدرسة الأولي إلي من كان رضاؤها زادا لي ,,, إلي من حاكت سعادتي بخيوط مسحوبة من نسيج قلبها ,,, إلي من كانت دعواتها لي دافعا إلي الأمام

إلي أمي الغـالية

إلي الجبل الأشم والجسر المتين,,, إلي من كان عرقه مددا لقلمي لأكتب أول حرف من حروف الهجاء ,,, إلي من صنع أول خطوه وسار بجانبي حتى هذه الخطوة

إلي أبي الغالي

إلي من شاركوني بسمه الحياة وإحزانها,,,الذين اسأل الله أن يحفظهم من كل شر,,,إلي من انتظروا هذه اللحظة بفارغ الصبر ,,,إلي من وفرو لي جميع سبل الراحة لأصل لهذا المستوي

إلي إخواني وإخوتي الأعزاء

إلي من سطرت معهم علي جدار الزمن أجمل الذكريات,,,إلي من كانوا لي نبراسا يضئ لي دربي,,,إلي من كانوا لي العون

إلي الأصدقاء الأعزاء

بكل الود والاحترام نهدي مشروعنا إلي كل من

حمل العلم سلاحا,,,واتخذ العلم وشاحا

وصنع من الفشل نجاحا,,,ورأي الإخلاص صلاحا

شكر وتقدير

الحمد لله الذي انعم علينا بنعم لا تحصي ولا تعد

والصلاة والسلام علي رسولنا الكريم المبعوث هدي ورحمه للعالمين

أما بعد

قبل تقديم ثمره هذا الجهد المتواضع لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان

إلي أعضاء هيئه التدريس بالمركز العالي للتقنية الصناعية

ونخص بالشكر

المهندسة : عاليه العتري

التي أشرفت علي هذا المشروع وتابعته وأعطتنا النصائح في إعداده

كما يسرنا أن نتوجه بالشكر لكل من ساهم معنا في هذا العمل ولو بكلمه

طيبه

والله أولا وأخيرا علي ما أعطانا من قدرات علي المثابرة والإيمان

والله ولي التوفيق

الملخص

إن الهاتف الخلوي هو واحد من أهم التطورات العلمية

التي ظهرت في نهاية القرن العشرين

والاتصالات الخلوية تمثل بعدا واسعا ومتصاعدا بشكل هندسي

لعدد المشتركين في أنحاء العالم

حيث وصل عدد المشتركين في نظام الهاتف الخلوي

عام 2010ف إلى 900 مليون مشترك

في العالم كله.

الهدف

يهدف هذا المشروع

إلي دراسة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة

ومعرفه تركيبته وطريقه عمله

والتطرق إلي أجزاء هذا النظام الذي يعتبر من الانظمه المتطورة في عالم الاتصالات

والتعرف علي الخلايا المستخدمة في هذا النظام

وطريقه توزيعها وكذلك مشاكل الإرسال والاستقبال

في هذا النظام.

الفصل الاول

1

1.1 مقدمـــــة Introduction

منذ بدء استخدام الاتصالات الراديوية والمتخصصون في الاتصالات اللاسلكية يهدفون لتوفير خدمة هاتفية لكل مشترك على حده ، وذلك باستخدام جهاز هاتف شخصي له رقم يخص المشترك الذي يحمله ، وهذه الأجهزة تتصل بمراكز تنظيم ثابتة يتم ربطها بمراكز الهواتف داخل البلد وبالتالي بشبكة الهواتف العالمية وهذا ما يطلق عليه الاتصالات الشخصية، ويمثل الهاتف الخلوي الحلقة الأولى في طريق تحقيق الهدف.

قبل سبعينات القرن الماضي لم يكن الهاتف الخليوي ممكن التحقيق لسببين، أولهما عدم إتاحة جزء من المدى الطيفي الترددي بحيث يسمح لكل مشترك، والثاني أن الأجهزة الإلكترونية التي كان يجب أن يستخدمها المشترك لتحقيق نظام الهاتف اللاسلكي كانت ثقيلة الوزن وباهظة التكاليف.

مع بداية سبعينات القرن الماضي والتطور المذهل في تقنية وهندسة دوائر أشباه الموصلات المتكاملة تمكنت الصناعة من إنتاج أجهزة لاسلكية صغيرة الحجم والوزن وذات أداء فائق بالإضافة إلى معقولية سعرها وتمكنت هذه الأجهزة من استخدام عدد من القنوات اللاسلكية التي تعمل بنظام تعدد الوصولية بتقسيم التردد (**Frequency Division Multiple Access FDMA**) ومعنى تعدد الوصولية هو أنه يتواجد عدد كبير من المشتركين إلا أن عددا صغيرا منهم هو الذي يستطيع الكلام في اللحظة ذاتها، وبالتالي النظام لا ينشغل بهم إلا إذا طلب أحدهم المكالمة وعندئذ يعمل نظام FDMA في البحث عن قناة غير مستخدمة أو خالية ليعطيها له ويتم هذا البحث عن طريق معالج بيانات دقيقة (Microprocessor) يستخدم بروتوكول رياضي محدد لتنظيم هذه العملية.

في نظام الهاتف اللاسلكي يتم استخدام محطات إرسال ذات قدرات عالية لتمكين كل قناة من القنوات من تغطية المدينة أو المقاطعة بأكملها، وعند استخدام قناة معينة من قبل أحد المشتركين تصبح هذه القناة غير متاحة للمشتركين الآخرين داخل المدينة أو المقاطعة نفسها. ولمعالجة هذه المشكلة فقد تم تعديل هذا النظام وذلك بإشراك عدد من المشتركين في قناة واحدة في نفس الوقت باستخدام عدد من محطات الإرسال بدلا من محطة واحدة مع تصغير المساحة التي تغطيها كل محطة ويطلق على كل مساحة اسم خلية (cell) بحيث لا تتداخل هذه المساحات، وبالتالي يمكن إعادة استخدام المدى الطيفي الترددي للخلية ذاتها على قنوات كثيرة يقع كل منها في خلية منفصلة عن الخلايا الأخرى وهو ما يسمى بنظام الهاتف الخلوي (cellule telephone system).

الفصل الثاني

2

تاريخ تطوير التظام العالم للإتصالات المتنقلة

Global System for Mobile Communication

2.1 مقدمـــــة

هذه الوحدة تتناول بدراسة أنظم ة الهواتف المتنقلة وفيها سوف نستعرض نبذة تاريخية عن الاتصالات المتنقلة والمقاييس المستخدمة (standards) فيها ثم ندرس النظام الشامل للاتصالات المتنقلة GSM، والتركيبة الجغرافية لشبكةGSM، والمجالات الترددية المستخدمة في نظامGSM.

2.2 تاريخ الاتصالات المتنقلة History of Mobile Communications

يوجد عدد من أنظمة الاتصالات الراديوية المتنقلة المستعملة في الحياة اليومية العادية والأمثلة على ذلك كثيرة ومتعددة منها أجهزة التحكم عن بعد (remote controllers) لأجهزة الترفيه المنزلية (remote controllers for home entertainment equipment)، والهواتف اللاسلكية (cordless telephones)، والهواتف الخلوية (cellular telephones)، وعلى أية حال الكلفة والتعقيد والأداء وأنواع الخدمات المعروضة بكل هذه الأنظمة المتنقلة مختلفة جدا.

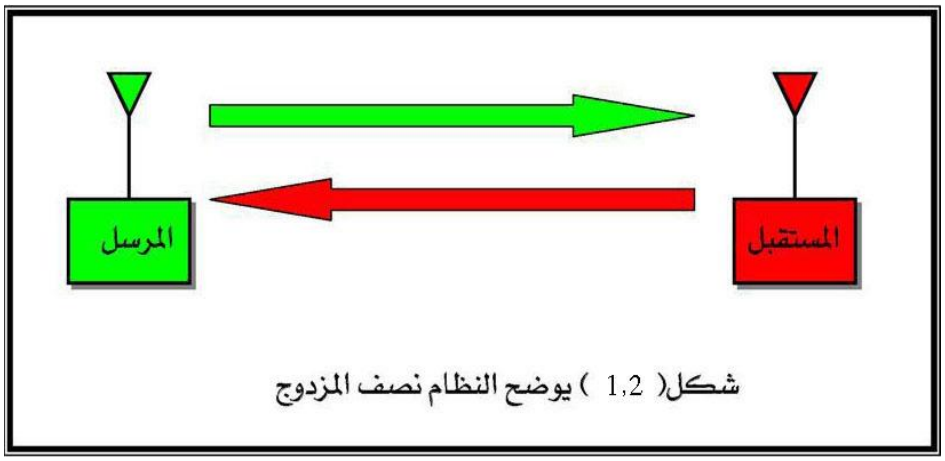
التعبير متنقل (mobile) من الناحية التاريخية يستعمل لتصفيف أي محطة طرفية أداعية يمكن أن تحرك أثناء التشغيل، وأكثر من ذلك فمؤخرا يستعمل هذا التعبير لوصف المحطة الإذاعية التي ترتبط بمنصة متحركة عالية السرعة مثال الهاتف الخلوي في سيارة سريعة بينما المصطلح محمول (portable) يصف المحطة الإذاعية التي يمكن أن تكون م حمولة باليد ومستعملة من قبل شخص ما يمشي بسرعة.

أما التعبير مشترك (subscriber) فيستعمل في أغلب الأحيان لوصف المشترك المتحرك أو المحمول لأنه في أكثر أنظمة الاتصال المتنقلة كل مشترك لاستعمال النظام وكل أداة اتصال للمشترك تسمى وحدة مشتركة (subscriber unit)، وعموما المجموعة الجماعية للمشتركين في النظام اللاسلكي تسمى المشتركين أو المتحركين بالرغم من أن العديد من المشتركين في الحقيقة يستعملون محطات طرفية محمولة حيث تتصل الهواتف المتنقلة بالقواعد الثابتة التي توصل إلى المصدر الكهربائي التجاري والشبكة الأساسية الثابتة.

يمكن تصنيف نظم الإرسال الراديوية المتنقلة كما يلي:

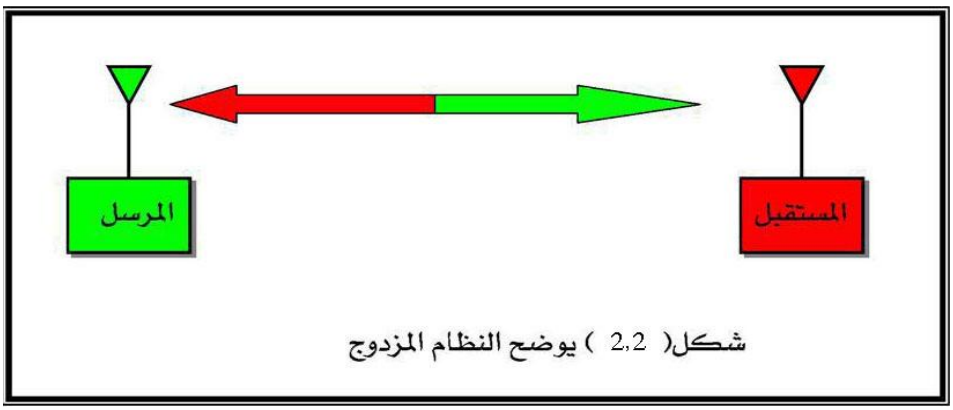
1 - نظم إرسال بسيطة (Simplex) وفيها يتم الاتصال في اتجاه واحد ونظم البيجر خير مثال على ذلك حيث تستقبل الرسائل ولكن لا يتم الرد عليها.

2 - نظم إرسال نصف مزدوجة (Half-duplex) وفيها يتم الاتصال في اتجاهين وحيث أن هذه الأنظمة تستخدم قناة راديوية واحدة للإرسال والاستقبال فهذا يعني أن في أي وقت يستطيع المشترك إما أن يرسل أو يستقبل معلومة ومثال ذلك طرفيات البوليس (Police terminals) وشكل (1.2) يوضح هذا النظام.



شكل(1,2) يوضح النظام نصف المزدوج

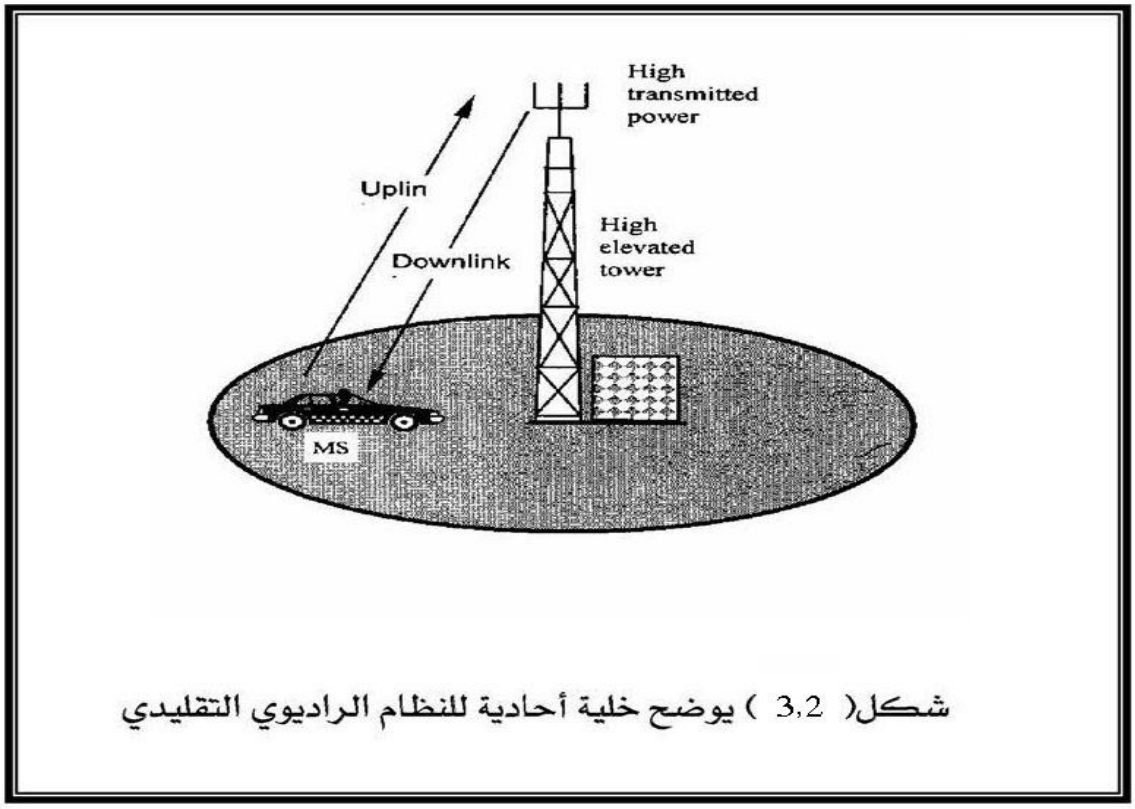
3 - نظم إرسال مزدوجة (Full-duplex) وفيها يتم الاتصال المتزامن بين المشترك والقاعدة الثابتة حيث يتم الإرسال والاستقبال في نفس الوقت باستخدام قناتين منفصلتين ولكن بينهما تزامن من وإلى المشترك ومثال ذلك نظام الاتصال المتحرك GSM .



شكل(2,2) يوضح النظام المزدوج

2.2.1 المرحلة قبل السائدة The Pre – Prevailing Stage

ظهرت النظم المتنقلة لأول مرة بعد الحرب العالمية الثانية وتمتد هذه المرحلة من الخمسينات إلى الستينات من القرن الماضي، وكانت التطبيقات الرئيسة الأولى للاتصالات الراديوية المتنقلة مقتصرة على الجيش وشركات الطيران وشركات صيد السمك والشحن، الشرطة، الدفاع المدني (المطافئ)، سيارات الإسعاف، سيارات الأجرة ومختلف المشاريع التجارية وتتضمن التطبيقات الأخرى مثل راديو ملاحة السفن والطائرات بالإضافة إلى الهاتف الراديوي المحمول لساحة المعركة، ففي هذه المرحلة المبكرة كانت أجهزة الإرسال والاستقبال ضخمة وغالية .



شكل(3,2) يوضح خلية أحادية للنظام الراديوي التقليدي

عيوب النظام الراديو التقليدي

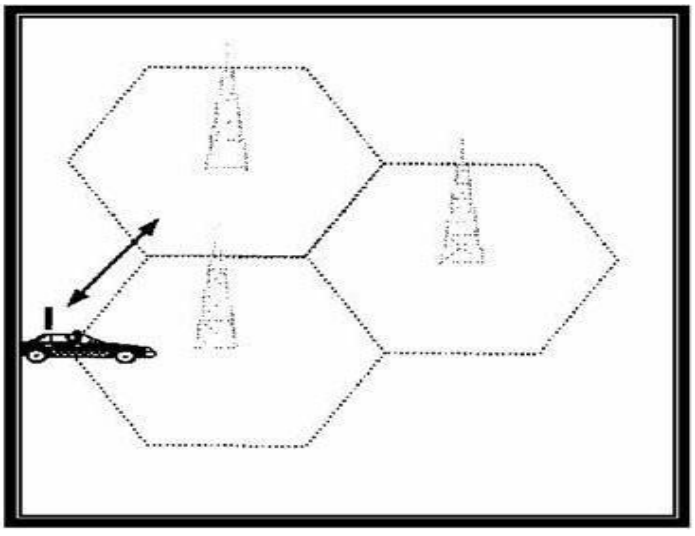
- خدمة هاتف السيارة الواحدة only car telephone service
- الأجهزة غالية وضخمة وثقيلة Heavy, bulky and expensive equipment
- لا يوجد قابلية للمناوبة أو التسليم No handover capability
- درجة الخدمة سيئة Poor grade of service
- جودة الكلام أو التخاطب منخفضة Low speech quality
- القدرة أو السعة منخفضة Low capacity

- سوق عالي الإشباع High market saturation
- لا يوجد إعادة استخدام للتردد No frequency reuse
- مستوى القدرة ليس آمنا Power level is not safe (very high)
- إرسال واستقبال جائع للقدرة Power hungry transceivers

2.3 الجيل الأول للنظم المتنقلة The First Generation Mobile Systems

تزايد المطلب العام للخدمات الراديوية المتنقلة بينما ظل طيف التردد المخصص لها محدودا ونتيجة لهذا ظهرت تقنية جديدة لضبط هذا الوضع وهي النظم الراديوية الخلوية المتنقلة التي يمكن أن تستوعب العديد من المشتركين عندما يتم تركيب اتصال راديوي خليوي مفروض علي منطقة جغرافية حيث اعتمدت هذه النظم على التقنية التماثلية.

بدأت النظم الراديوية الخليوية المتنقلة ترتج نهاية السبعينات والثمانينات ألف وتسعمائة 1970's-1980's وازداد الطلب عليها بصورة كبيرة وسريعة وانخفض سعرها بسرعة أيضا.



شكل(4,2) يبين النظام الخليوي

النظام The system

تبنى النظام الخليوي (Cellular system) التقنيات التالية:

- عادة استخدام التردد Frequency reuse
- ضبط التحكم في القدرة Adaptive power control
- مقطع الخلية (Cell sectorization)
- تقسيم أو انشطار الخليةCell splitting
- التسليم أو المناولة Handover

المقياس standard

يمكن تلخيص ما تم في هذا الجيل من النظم المتنقلة في النقاط التالية:

- الاعتماد على التقنية التماثليةDepending on analogy technology.
- نطاقات مختلفة من تردد التشغيل Different operating frequency ranges
- نظم غير متوافقة Incompatible system
- معاناة من تشبع السعة أو القدرة Suffer from capacity saturation.
- محدد بالخدمة الصوتية Limited to voice service .
- جودة الإرسال غير كافية Insufficient transmission quality .
- لا تشفير No encryption .
- استخدام التعديل الترددي (FM) Frequency modulation .
- تعدد الوصول بتقسيم التردد في تقنية الإرسالFDMA transmission technology .

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 (2. 1)

2.4 الجيل الثاني للنظم المتنقلة The second Generation Mobile Systems

مع تطور التقنية الرقمية والطلب المتزايد على خدمة الهاتف الجوال تم إنتاج تقنيات رقمية لإرسال البيانات بسرعات عالية مع جودة عالية للخدمة وتحكم مرن جدا في النظام.

تم بناء الجيل الثاني للنظم المتنقلة مع التقنية الرقمية في أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات ألف وتسعمائة، ويمتاز هذا الجيل بسعة أو قدرة للنظام تعادل عدة مرات أعلى من النظام التماثلي كما أنه يقدم ميزات خدمية أكثر بنوعية خدمة عالية الجودة وتكلفة خدمة منخفضة كما تم إنتاج الأنظمة اللاسلكية لأنماط قابلية الحركة المختلفة.

المقياس The standard

1 -المعيار الخليوي الرقمي الأوربي **The Pan-European digital cellular standard (GSM):GSM**

بدأ هذا النظام العمل في كل أوربا سنة 1991م بعرض نطاق ترددي جديد هو 900 ميجاهرتز لخدمة الهاتف الخليوي، فمعيار GSM (Group Special Mobile) يكسب القبول العالمي على أنه النظام الرقمي الخليوي العالمي الأول بميزات الشبكة الحديثة التي تمتد إلى كل مستخدم للهاتف الجوال.

2 -المعيار الخليوي الأمريكي IS-54 Electronic association interim standard (IS-54)

في آخر سنة 1991م، وفي الناحية الأخرى، تم تركيب أجهزة نظام رقمي خليوي باستبدال بعض القنوات التماثلية ذات المستعمل الوحيد بالقنوات الرقمية التي تدعم ثلاثة مستعملين في نفس عرض النطاق الترددي30 كيلوهيرتز، وتمت إعادة تسمية النظام بالرقمي AMPS أو DAMPS مع استخدام تعدد الوصول بتقسيم الزمن TDMA مكان التقنية التماثلية تعدد الوصول بتقسيم التردد FDMA.

3 -المعيار الخليوي الأمريكي Interim Standard IS-95

تم تطوير نظام رقمي خليوي يعتمد على تقنية تعدد الوصول بالتقسيم الشفري CDMA من قبل شركة كوالكوم والذي اعتمد من Telecommunication Industry Association TIA كمعيار مرحلي أو مؤقت وسمي IS-95.

4 -هناك أيضا النظام الياباني الرقمي الخليوي JDC وكذلك نظام الهاتف اليدوي الشخصي personal handy phone system (PHS).

5 -الخدمة اللاسلكية في أوربا DECT و CT-2

الأهداف الجيل الثاني Objectives

يمكن تلخيص أهداف الجيل الثاني من النظم المتنقلة كما يلي:

- المقياس الموحد Common standard
- التجول الدولي International roaming
- القدرة الضخمة Huge capacity
- تقنيات التشفير الرقمية Digital encryption techniques
- قوى الضوضاء والتداخل Noise and interference robust
- المدى المحسن للخدمات Enhanced range of services
- أجهزة بتكلفة منخفضة Low cost equipment
- الاستهلاك الكهربائي المنخفض Low power consumption
- محطات طرفية ذات وزن خفيف ، متينة، بحجم الجيب, Lightweight , compact pocket size terminals
- إرسال رقمي متعدد الوصول بتقسيم الزمن TDMA digital transmission
- توافق الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات Integrated services digital network compatibility

2.5 الجيل الثالث للنظم المتنقلة The Third Generation Mobil System

يعتبر الجيل الثالث لنظم الاتصالات المتنقلة هاما في تزويد المستخدمين بالخدمات التي تقدمها شبكة الاتصالات اللاسلكية الآن مثل الشبكة العامة لتحويلات الهاتف وشبكة الخدمات الرقمية المتكاملة. وتشمل هذه الخدمات نقل الصوت والبيانات الرقمية والصور الثابتة والمتحركة والبريد الإلكتروني .

والتوجه الآن هو التحرك نحو دمج كل تطبيقات اللاسلكي المتنقل مثل النظم الرقمية الخليوية والهواتف الممتدة لاسلكيا ونظم النداء ونظم الأقمار الصناعية للمتنقلات في نظام عالمي موحد .

وتقوم الهيئات العالمية حاليا بوضع المواصفات القياسية الخاصة بتعريف الجيل الثالث حيث بدأ تطوير الجيل الثالث عندما قام الاتحاد الدولي للاتصالات بعيدة المدى فرع الاتصالات الراديوية المجموعة المهمة 8 / 1 بوضع تعريف لمتطلبات الجيل الثالث للنظم الراديوية المتنقلة .

النظام The System

يطلق على هذا الجيل مسمى (Future Public Land Mobile Telecom- FPLMTS unction System) حيث أدى هذا إلى تحديد نطاقات الطيف الترددي الأساسي حول العالم وهي النطاق الأول من 1885 إلى 2025 ميجاهرتز والنطاق الثاني من 2110 إلى 2200 ميجاهرتز وبالتوازي مع هذا يعمل المعهد الأوروبي للمواصفات القياسية للاتصالات على تعريف النظام العالمي لاتصالات المتنقلات UMTS (Universal Mobil Telecommunication system) ويتوقع أن يكون النظامان

متوائمين أو متطابقين وأخيرا تمت تسمية هذا الجيل IMT200 (International Mobile Telecommunication system in year 2000) بواسطة الإتحاد العالمي للاتصالات ITU.

الأهداف Objectives

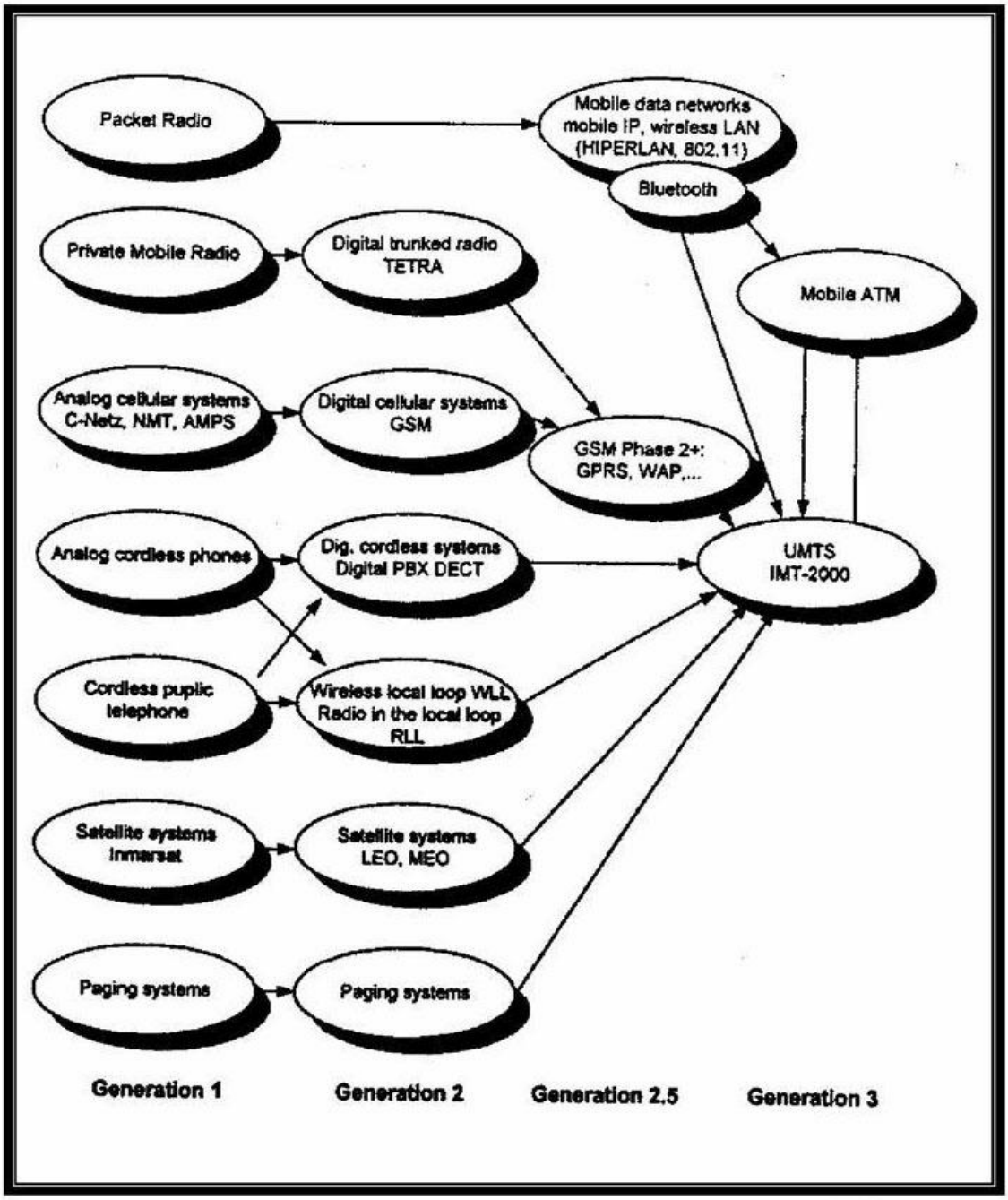
يمكن تلخيص أهداف الجيل الثالث للاتصالات المتنقلة في النقاط التالية :

- المقياس أو المعيار الموحد Global standard.
- التجوال الموحد Global roaming.
- خدمات الوسائط المتعددة Multimedia services
- المجموعة اليدوية العالمية الموحدة Unique universal handset
- البيئة المتعددة Multiple environment (indoor. Outdoor. And vehicular scenarios)
- نمط تحويل حزم البيانات ودائرة الخدمات Circuit and packet switching mode of services

المقياس The standard

يمكن تلخيص المقياس المستخدم مع هذا الجيل من الاتصالات المتنقلة في النقاط التالية :

- نمط التسلسل المباشر الذي يستند على تعدد الوصول العريض النطاق بالتقسيم الشفري Direct sequence mode based on wide – band code division multiple access (WCDMA)
- نمط متعدد النقل أو الحمل يستند على تعدد الوصول بالتقسيم الشفري2000 Multi-carrier mode based on CDMA2000
- نمط تقسيم الزمن المزدوج يعتمد على تقسيم الزمن وتعدد الوصول بالتقسيم الشفري Time division duplex (TDD) mode based on TD-CDMA
- المجموعة اليدوية العالمية الموحدة Unique universal handset
- البيئة المتعددة Multiple environment



شكل(5,2) يوضح مراحل تطور شبكة الاتصالات اللاسلكية الموحدة

2.6 النظام الشامل للاتصالات المتنقلة GSM

الجدول التالي يعطي نبذة تاريخية ويبين المعالم الرئيسة لمراحل تطور نظامGSM:

السنة Year	الحدث Event
1982	أوصت هيئة الاتصالات والبريد الأوروبية ب2x25MHz في 900 ميجاهرتز **Committee of European Post & Telecoms (CEPT) recommended 2x25MHz in 900 MHz**
1982	نظام المجموعة الخاصة بالهاتف التنقل(GSM) تأسس من قبل CTEP **Group special mobile (GSM) was established by the CPET**
1987	تم تحديد العناصر الضرورية للإرسال اللاسلكي **Essential element of wireless transmission are specified**
1989	أخذ معهد معايير الاتصال الأوروبي مسئولية مواصفات نظام جي إس إم **European Telecommunication standard Institute took over the responsibility for GSM specification**
1990	المرحلة 1 تم تثبيت مواصفات جي إس إم900 **The phase 1 GSM900 specification are frozen** بدأ التكيف إلى دي سي إس 1800 **Adaptation to DCS 1800 commences**
1991	تدشين أول شبكات جي إس إم **First GSM network lunched**
1992	تم تغيير جي إس إم إلى النظام الموحد للاتصالات المتحركة لأسباب تسويقية **GSM has changed its name to the global system for mobile communications for marketing reasons** معظم شبكات جي إس إم الأوروبية أصبحت تجارية **Most European GSM networks turn commercial** أكثر من 13 شبكة في 7 دول أصبحت مستعدة نهاية العام **Some 13 networks in 7 countries are " on air " by the end of the year**
1993	**First roaming agreements in effect** إنجاز اتفاقيات التجول الأولي بنهاية عام1993 . شبكات في 18 دولة أصبحت جاهزة للتشغيل **By the end 1993 , networks in 18 countries are operational**
1994	**Data transmission capabilities launched** انطلقت نقل البيانات بكفاءة ارتفع عدد الشبكات إلى 69 في 43 دولة مختلفة مع نهاية العام1994 م **The number of networks rises to 69 in 43 different countries by the end of 1994**
1995	تدشين أول شبكة بي سي إس1900 في الولايات المتحدة الأمريكية **The first BCS 1900 is lunched in The USA** بداية التجوال لكل من SMSوالبيانات والفاكس ملي **Facsimile , data and SMS roaming starts** تم نقل إشارة الصورة عن طريق GSM لأغراض العرض

	Video signals are transmitted via GSM for demonstration purposes	
	50000 محطة قاعدية جي إس إم قيد الاستعمال في جميع أنحاء العالم **50000 GSM base stations are in use all over the world**	
1996	132 شبكة في 81 دولة أصبحت جاهزة للتشغيل **132 networks in 81 countries operational**	**132 networks in 81 countries**
1997	200 شبكة GSM من 109 دولة جاهزة للتشغيل مع 44 مليون مشترك حول العالم **200 GSM networks from 109 countries operational with 44 million subscribers worldwide**	
1998	320 شبكة GSM في 118 دولة جاهزة للتشغيل مع 135 مليون مشترك حول العالم **320 GSM networks in 118 countries with 135 million subscribers worldwide**	
1999	نظام تطبيق لاسلكي **protocol**	**Wireless application**
	130 دولة، 260مليون مشترك **subscribers**	**130 countries, 260 million**
2000	عدد المشتركين 362 مليون مشترك **users**	**362 million**
	خدمات الحزمة الراديوية العامة **serves (GPRS)**	**General packet radio**

جدول (2. 2)

الفصل الثالث

3

مكونات النظام العالمي للاتصالات المحمولة

Global System for Mobile Communication

GSM

3.1 – مقدمة.

نظام GSM يسمح للمستعملين بالتجول بين البلدان حيث يطلبون ويستلمون النداءات على هاتفهم الخاصة وبأرقامهم الخاصة. نظام GSM يجعل إمكانية خلق قابلية التجول المطلوب مع شبكة خلوية رقمية وحيدة، من خلال التعاون بين المشغلين حيث إن هناك عوامل ساعدت في تطور هذا النظام منها:

- الحاجة إلى مقياس موحد.
- الحاجة إلى التجوال الدولي.
- الحاجة إلى قدرة اكبر أو سعة أكبر.
- الحاجة إلى خدمات كثيرة .
- الحاجة إلى أجهزة ومعدات منخفضة التكاليف

يشتغل على على نحو مماثل من الشبكة الإذاعية الخلوية الحالية. الاختلاف الرئيس هو أن مشتركي GSM سيحملون وحدة بطاقة هوية مشترك فريدة تحتوي على ذاكرة معالج دقيق لخزن المعلومات الشخصية مثل رقم الهاتف النقال، القفل والأرقام متكررة الدق. يتم تشغيل الهاتف النقال بإدخال بطاقة وحدة المشترك يمكن أن يجري، يستلم ويكون له حساب لمكالمته على رقمه الخاص باستعمال أي هاتف GSM صلاحية بطاقة SIM كل مرة تستعمل لمنع الكلفة الخاطئة وعند السفر ليس هناك حاجة لحمل الهواتف النقالة ولكن ما نحتاجه هو حمل البطاقة الذكية SIM .

عمارة الشبكة تعرف وظيفة للشبكة، الوصلات بين هذه العناصر وتدفق المعلومات بين تلك الوصلات. يتكون بناء النظام GSM من نظامين فرعيين وهما نظام التبديل ونظام محطات القاعدة.

3.2 نظام تبديل (SS)The switching system

يتكون نظام التبديل من:

- **مركز التبديل للمتنقلات** Mobile Switching Center (MSC)

يقوم بتحويل المكالمات بين المتنقلات وبعضها البعض أو بين المتنقلات وشبكة الهواتف العامة.

- **مسجل الموقع المحلي** Home Location register (HLR)

يحتوي على جميع البيانات لجميع مشتركي المتنقلات المحليين المسجلين في منطقته.

- **مسجل موقع الزائر** Visitor Location Register

يحتوي على جميع البيانات لجميع مشتركي المتنقلات الزائرين لمركز تبديل المتنقلات في منطقته.

- **مركز التوثيق (AUC) Authentication center**

يقوم بتخزين البيانات اللازمة لحماية المشتركين من المتطفلين مثل الشفرة الخاصة بكل منهم ويتحقق من المشترك قبل إجراء المكالمة، وهناك طريقتان لتميز المشتركين الأولى تعرف بالهوية الدولية للمشترك المتنقل ((International Mobile Subscriber Identity (IMSI) والثانية تعرف بالهوية الدولية للجهاز المتنقل ((International Mobile station Equipement(IMEI) ويستخدم لمنع استغلال الأجهزة المسروقة أو غير المرخصة ويتكون IMSI من شفرة خاصة بالبلد (Mobile Country Code(MCC)) + شفرة الشبكة المتنقلة Mobile Network Code (MNC) + رقم يميز المشترك**(Public Land Mobile Network(PLMN))**

- **مسجل هوية المعدات** (Equipment Identity register (EIR))

متصل بمركز خدمات الوحدات المتنقلة ويمنع استخدام الأجهزة المسروقة ويحتوي على جميع بيانات الأجهزة المتنقلة.

3.3- نظام محطات القاعدة ((the bass station system(BSS)

يتكون نظام محطات القاعدة من كيانين هما:

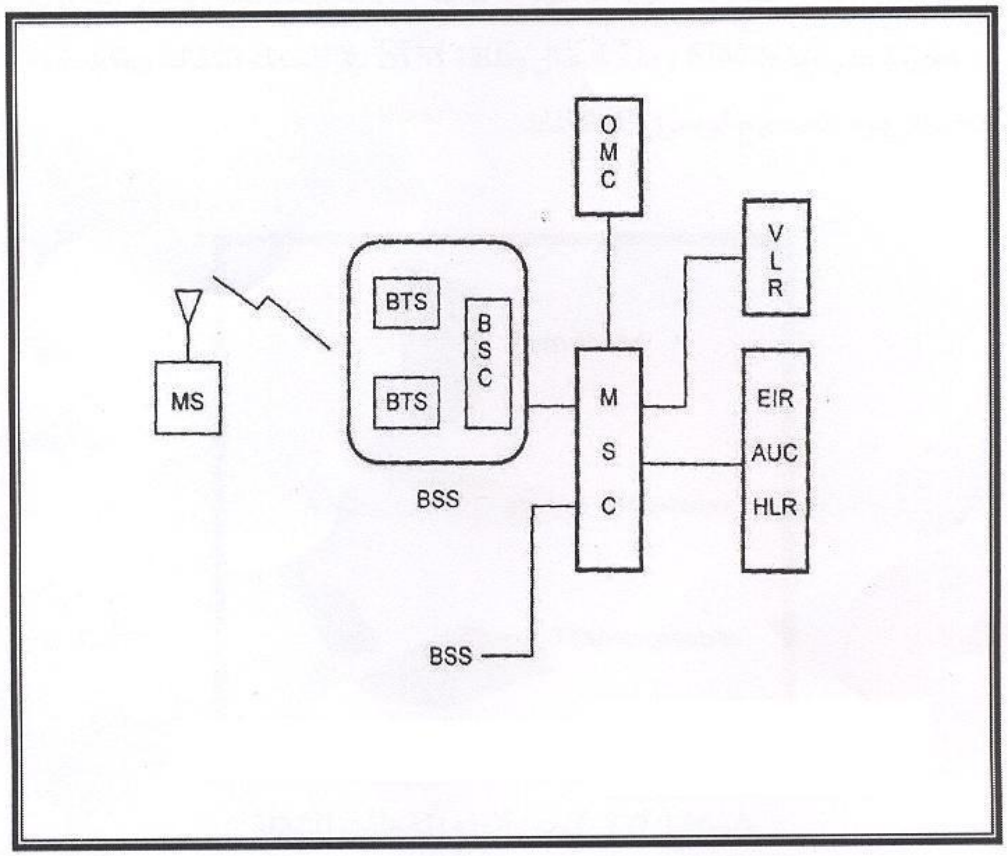
- **وحدة التحكم في محطات القاعدة** ((Base Station Controller (BSC

تتحكم في إعداد النداء وتشغيل المرسل والمستقبل لمحطات القاعدة.

- **نظام القاعدة للاتصال** ((Base Transceiver System (BTS يعالج الإرسال الإذاعي الفعلي من وإلى المحطة النقالة.

4 مكونات نظام GSM

شكل (3 – 1) يبين المكونات الأساسية لنظام GSM، وسوف يتناول الجزء التالي وظيفة هذه المكونات .



شكل (3-1)

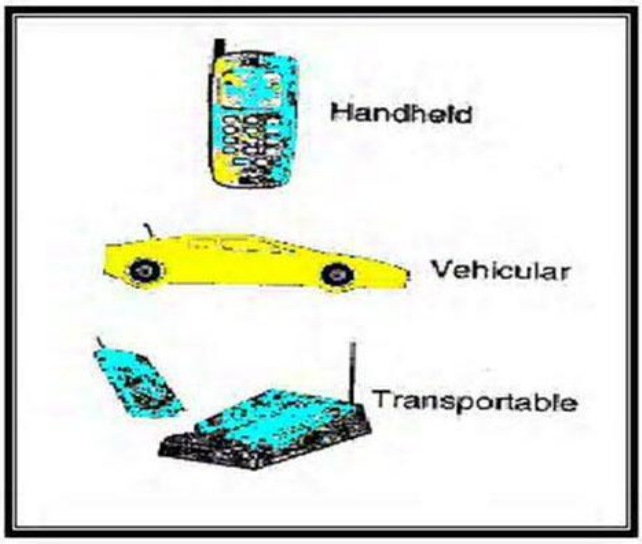
3.4.1 المحطة المتنقلة Mobile Station(MS)

يوجد ثلاثة أنواع أساسية من المحطات المتنقلة كما هو موضح في شكل (3 – 2) وهي :

1. المحطات الخاصة بالسيارات vehicular station .
2. المحطات المحولة أو النقالة portable station .
3. المحطات المحمولة باليد (الجوال) handheld station.

المحطات النقالة هي أجهزة طبيعية تستعمل من قبل المشترك ليتمكن من الدخول إلى نظام GSM وتتضمن الأجهزة الإذاعية ومواجهة الماكينة الرئيسية (main machine interface) وقد يدرج نص للبيانات بالإضافة إلى اتصالات الصوت وكل محطة نقالة تعرف بهوية الأجهزة النقالة الدولي الذي يخزن بشكل دائم وبناءا علي الطلب ترسل المحطة النقالة هذا الرقم على إشارة القناة على مركز التبديل أو التحويل للنقالات ويستخدم رقم هوية المشترك لتعريف أو تحديد المشترك النقال وليس المحطة النقالة

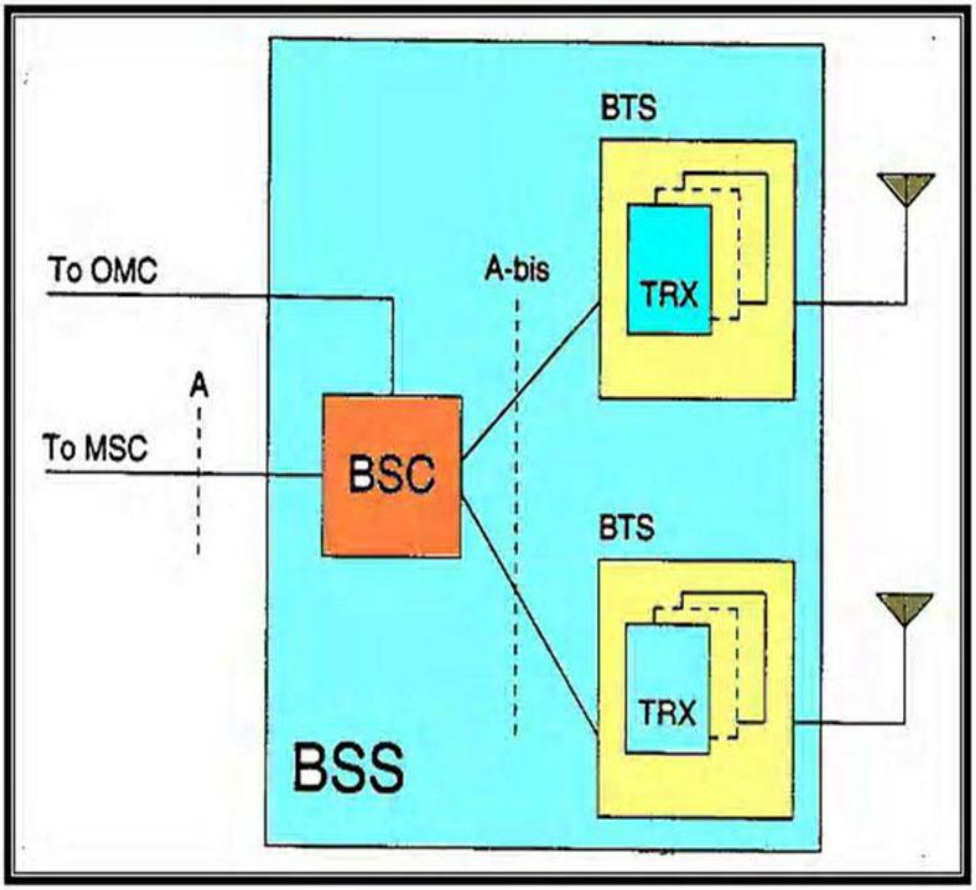
GSM ويمكن أن يخصص رقم هوية مؤقت للمشترك الذي يمكن أن يكون متغيرا بشكل دوري لتفادي أن يميز ، وبالتمييز بين هوية المشترك وهوية الأجهزة ، يوجه GSM المكالمات وينجز الفاتورة مستندا على هوية المشترك المخزنة على بطاقة SIM في المحطة النقالة يكشف موقع المشترك الجديد ويسمح بالتوجيه الصحيح لوصول المكالمات.



شكل(2.3) يبين أنواع المحطات المتنقلة

نظام المحطات القاعدية Base Station System (BSS)

نظام المحطات القاعدية عبارة عن معدات طبيعية تستخدم لتعطي تغطية إذاعية للمكالمة ووظيفيا تنقسم إلى نظام القاعدة للاتصال ووحدة التحكم في محطات القاعدة (BSC) كما هو موضح في شكل (3 – 3).



شكل(3,3) يوضح نظام محطات القاعدة

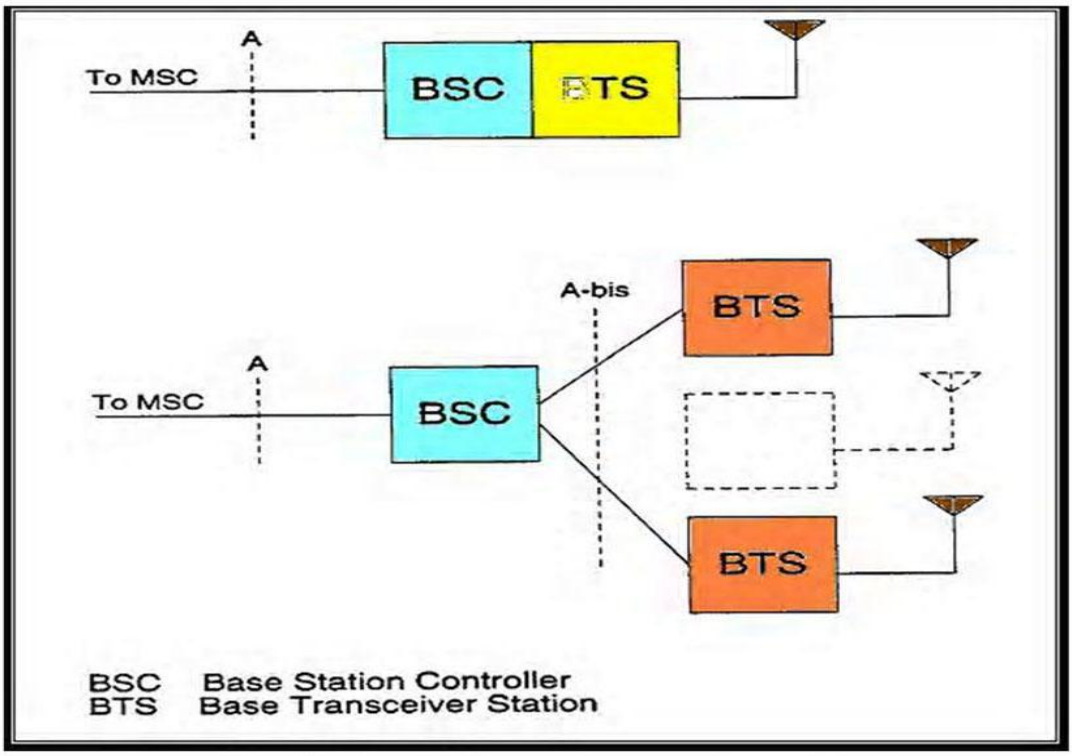
- نظام محطة القاعدة للاتصال Base transceiver station (BTS)

هو عبارة عن معدات نقل للتغطية الإذاعية لخدمة خلية واحدة من الشبكة الخليوية ويتكون من نظام اتصال أو أكثر وله رمز هوية قاعدة واحد الذي يعرف الخلية محليا بين 64 خلية مجاورة كما رأى من المحطة النقالة وله أيضا هوية خلية موحدة واحدة التي تعرف الخلية من الشبكة .

نموذجيا ، يوجد عدة نظم قاعدة اتصال في نفس الموقع ، تنتج اثنان إلى أربعة مقاطع خلايا حول برج هوائي مشترك .

- وحدة التحكم في محطات القاعدة Base Station Controller (BSC)

تتحكم في وحدة أو أكثر من BTSكما يشير شكل (3 – 4)، وعادة تتحكم في تشغيل من 20 إلى 30 وحدة من BTS ، والوصلة من BSC إلى BTS يطلق عليها وصلة A-bis وهذه الوصلة داخلية في محطة القاعدة وتكون اختيارية لتسمح باستخدام BSCs و BTSs من مختلف المصنعين.



شكل(4,3) يوضح عمل وحدة التحكم لمحطات القاعدة

نظام المحطات القاعدية (BSS) يتكون من وحدة BSC ووحدة أو عدة وحدات من BTSويتم توصيل نظام المحطات القاعدية من خلال وصلة الشبكة A وهي الوصلة الرئيسية التي يمكن من خلالها التأكد من أنه يمكن التوصيل بين BSCs و MSCs من مختلف المصنعين ومحطة القاعدة هي المسئولة عن :

1. تخصيص القناة Channel allocation.
2. جودة التوصيل Link quality.
3. رقابة التكلفة الكهربائية Power budget control.
4. السيطرة على الحركة والتأشير الإذاعي Signaling broadcast traffic control.
5. قفز التردد Frequency hopping.
6. بدء المناولة Handover initiation.

3.4.3 مركز التبديل للمتنقلات Mobile Switching Center (MSC)

تتضمن وظائف مركز التبديل للمتنقلات شكل (3 – 5) الاتي:

1. معالجة النداء التي تتحمل الطبيعة النقالة من المشتركين

Call handling that copes with mobile nature of subscribers.

2. إدارة قناة الوصلة الإذاعية المنطقية المطلوبة أثناء النداءات

Management of required logical radio link channel during calls.

3. إدارة نظام التأشير بين نظام المحطات القاعدية(BSC) ومركز التبديل للنقالات (MSC)

Management of MSC-BSS signaling protocol

4. معالجة تسجيل الموقع والتأكد من التفاعل بينMS و VLR

Handling location registration and ensure inter working between MS and VLR.

5. يسيطر على المناولات بين BSS

Control of inter-Bss handover

6. يعمل مركز تبديل بوابة النقال لاستجواب HLR و VLR

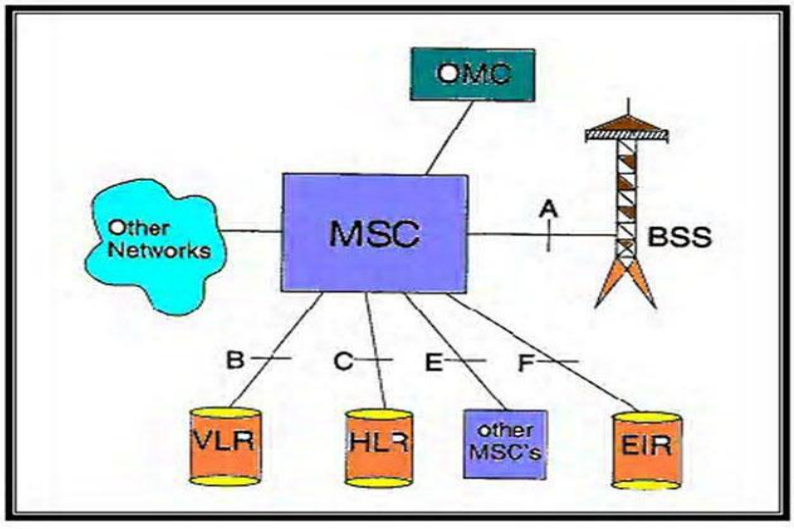
Acting as a gateway mobile switching center to interrogate the HLR and VLR.

7. تبادل إشارات المعلومات بكيانات النظم الأخرى

Exchange of signaling information with other system entities.

8. الوظائف الطبيعية الأخرى لمفتاح تبادل محلي في الشبكة الثابتة.

Other normal functions of a local exchange switch in the fixed network

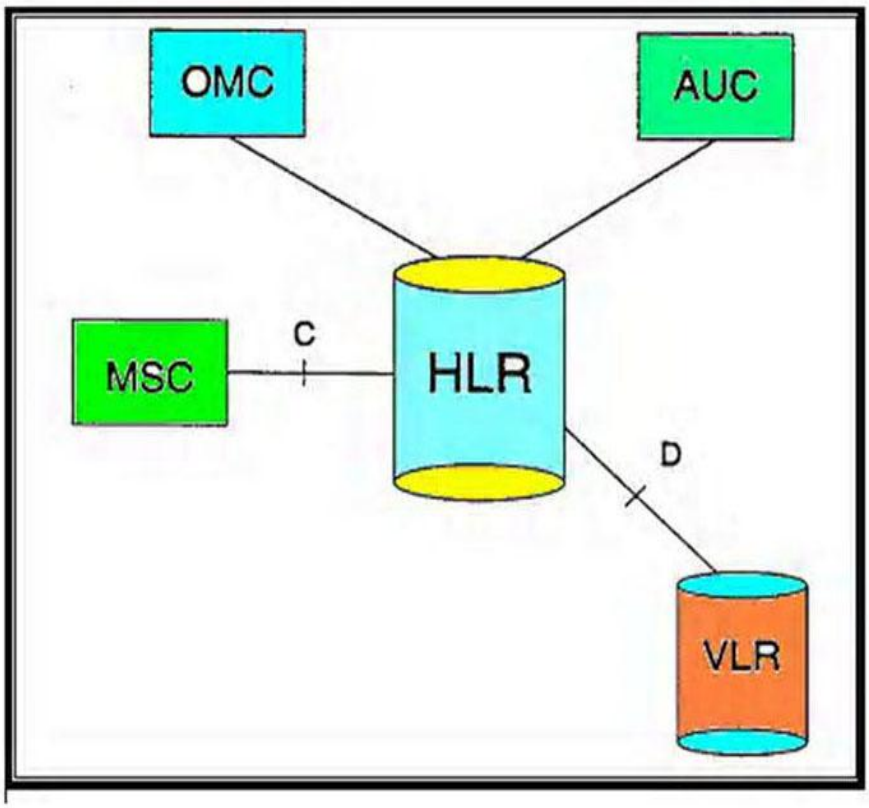


شكل(5,3) يبين مركز التبديل للمتنقلات

3.4.4 مسجل الموقع المحلي Home Location Register (HLR)

يحتوي مسجل الموقع المحلي(HLR) الموضح بالشكل (3-6) على:

1. هوية لمشترك النقال Identity to mobile subscriber.
2. دليل أرقام متنقلات الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة Integrated services digital network directory number of mobile.
3. معلومات اشتراك على الخدمات عن بعد وحامل الخدمات Subscription information on teleservices and bearer services.
4. قيود الخدمات Services restrictions.
5. الخدمات الإضافية Supplementary services.
6. معلومات الموقع لتوجيه النداء Location information for call routing.

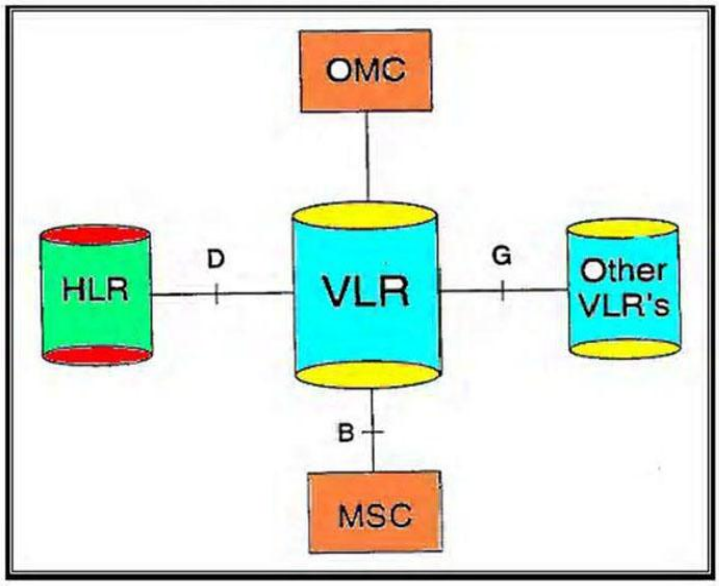


شكل(6,3) يوضح مسجل الحالة المحلي

3.4.5 مسجل موقع الزائر Visitor Location Register

يحتوي مسجل موقع الزائر (VLR) الموضح بالشكل (3-6) على:

1. هوية مشترك النقال Identity of mobile subscriber.
2. أي هوية مؤقتة لمشترك النقال Any temporary mobile subscriber identity.
3. رقم دليل الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمات للنقال ISDN directory number of mobile.
4. رقم الدليل لتوجيه النداءات إلى محطة التجوال A directory number to route calls to a roaming station.
5. منطقة الموقع حيث يتم تسجيل النقال Location area where mobile is registered.
6. نسخة من بيانات المشتركين من مسجل الموقع المحلي Copy of subscriber data from HLR.



شكل(6,3) يوضح مسجل موقع الزائر

3.4.6 مسجل هوية المعدات Equipment Identity register (EIR)

يحتوي مسجل هوية المعدات أو الأجهزة شكل (3-7) على ما يأتي:

1. القائمة الصحيحة Veiled list:

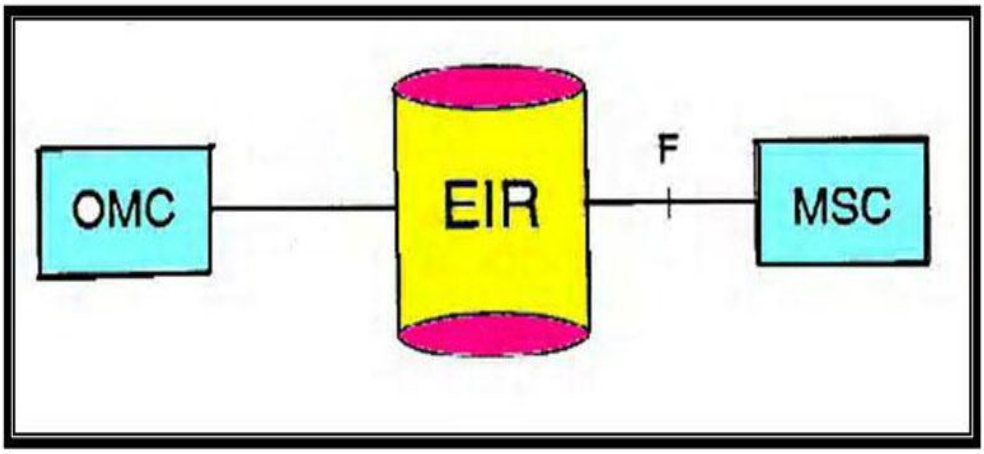
هي القائمة الصحيحة لهويات أجهزة أو معدات المحطات المتنقلة.

2. قائمة المشبوهين Suspect list:

هي قائمة الهواتف النقالة تحت الملاحظة.

3. القائمة المحتالة Fraudulent list:

قائمة الهواتف النقالة لأي خدمة مخططة.

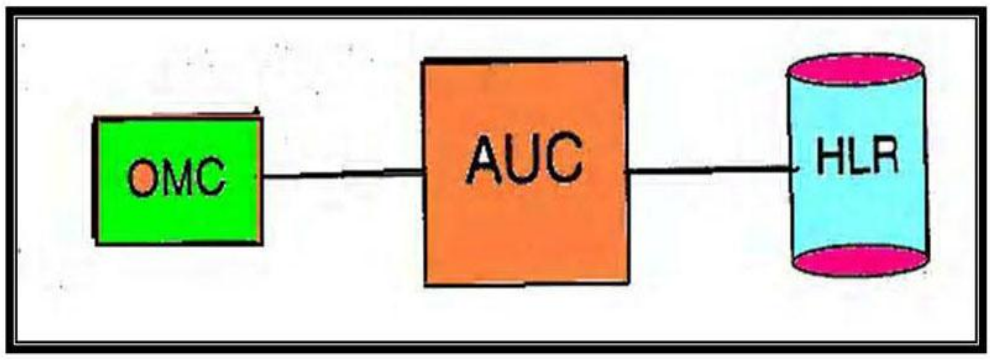


شكل(7.3) مسجل هوية المعدات

مركز التوثيق Authentication Center (AUC)

مركز التوثيق يرتبط عمله بكل من مسجل الموقع المحلي (HLR) ومركز التشغيل والصيانة (OMC) كما هو مبين في الشكل (3-8) ويمكن تلخيص عمله بما يلي:

1. يحتوي على بيانات توثيق المشترك تسمى مفاتيح التوثيق ويرمز لهاKi.
2. توليد بارامترات الأمن ذات العلاقة المطلوبة لتحويل الخدمة باستخدام مفاتيح التوثيقKi.
3. توليد شكل بيانات موحد يسمى مفتاح الشفرة المطلوب لتشفير كلام وبيانات المستعمل .



شكل(8.3) يبين مركز التوثيق

3.4.8 مركز التشغيل والصيانة Operation and maintenance center (MOC)

هو العنصر المركزي للسيطرة والمراقبة على عناصر الشبكة الأخرى ويتضمن ذلك نوعية الخدمة المقدمة بالشبكة كما هو موضح في شكل (3-9)، فكل من عناصر الشبكة الأخرى يمكن أن تتم السيطرة عليها عن بعد بواسطة مركز التشغيل والصيانة.

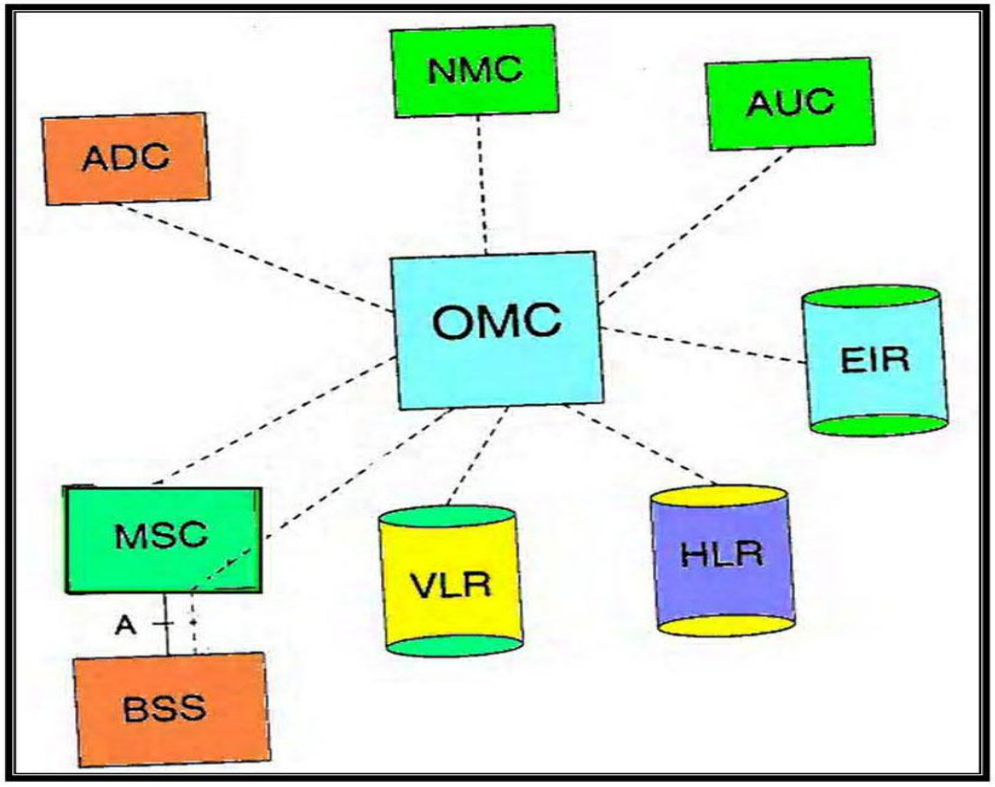
مركز الصيانة والتشغيل ينقسم إلى منطقتين وظيفيتين رئيستين هما:

1. مركز الصيانة والتشغيل جزء التحويل Operation and maintenance center switching part(OMC-S)

   يقوم بإدارة وظائف التحويل أو التبديل في الشبكة.

2. مركز الصيانة والتشغيل جزء الراديوي Operation And maintenance center radio part(OMC-R)

   يقوم بإدارة وظائف نظام المحطات القاعدية للشبكة.



شكل(9,3) يوضح مركز التشغيل والصيانة

الفصل الرابع

4

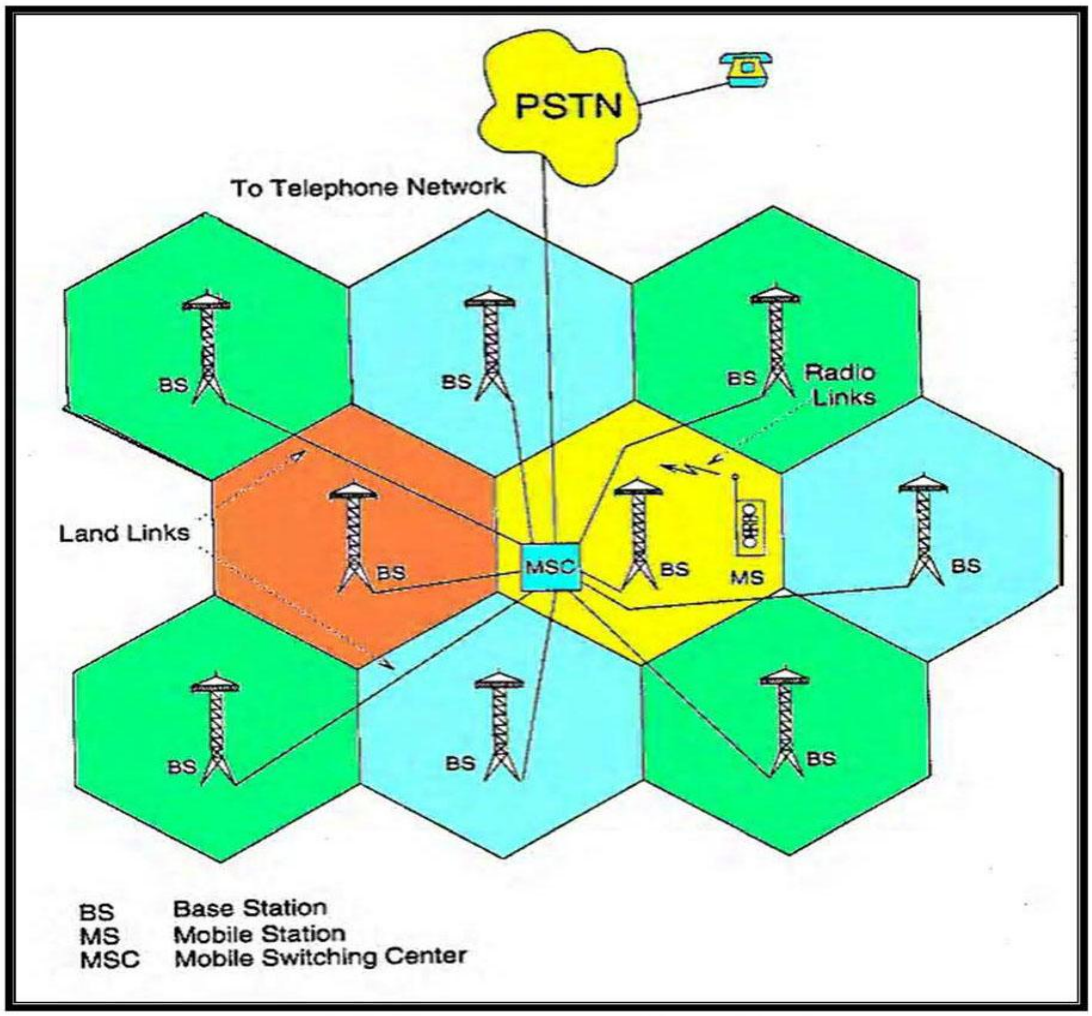
التركيبه الجغرافيه للنظام العالمي للاتصالات المحموله

Global System for Mobile Communication

GSM

4.1 المقدمـــــة

يتركب النظام الخليوي من ثلاثة مكونات رئيسية وهي مركز تبديل المتنقلات والمحطة القاعدية والمحطة المتنقلة وفي النظام الخليوي الحقيقي يقوم مركز التبديل للمتنقلات بخدمة عدد من محطات القاعدة وكل محطة تخدم منطقة تغطية تعرف بالخلية. مركز تبديل المتنقلات يقوم بتوصيل شبكة الخليوي مع الشبكة الأرضية ، وحينما ينتقل الجوال من خلية إلى خلية سيقوم مركز التبديل للمتنقلات بتحويل النداء من محطة قاعدة إلى أخرى وهو ما يطلق عليه المناولة (handover). وتستطيع محطة قاعدة واحدة أن تخدم عدة محطات متنقلة تقع في نفس مساحة الخلية في آن واحد . الشكل (4-1) يوضح تركيب النظام الخليوي.



شكل(1,4) يوضح تركيب النظام الخليوي

4.2 المفاهيم الخليوي الأساسية Basic cellular concepts

المبادئ الأساسية للنظام الخليوي يمكن تلخيصها في النقاط التالية :

1. التخصيص الطيفي الثابت يحدد عدد القنوات المشاركة التي يمكن أن تستعمل.
2. القنوات يجب أن يعاد استعمالها في كافة أنحاء منطقة الخدمة لتدعيم طلب الخدمة.
3. اضمحلال الإشارة مع المسافة يسمح بإعادة استعمال القناة.

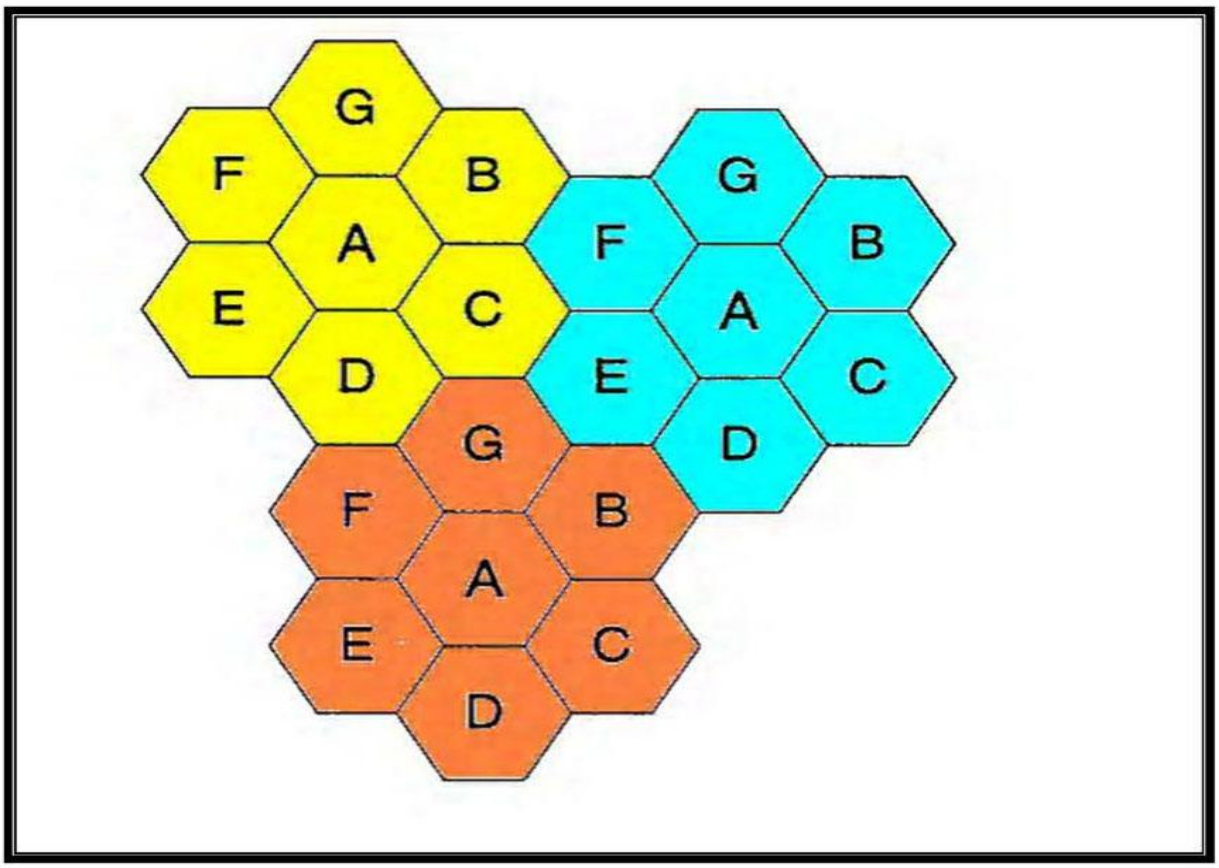
عندما ينظر إلى الشبكة الخليوية، يجب أن يتم فهم عدد من المبادئ الرئيسية المهمة حيث أن الطيف المخصص للشبكة الخليوية محدد وكنتيجة لذلك فعدد القنوات التي يمكن أن يستعمل محدود والشبكة الخليوية يمكن فقط أن تقدم خدمة إلى عدد من المشتركين، إذا تم إعادة استعمال القنوات المخصصة.

إعادة استعمال القناة يتم تنفيذه باستعمال نفس القنوات ضمن المنطقة، المسماة بالخلايا المحددة في المواقع المختلفة في منطقة خدمة الشبكة الخليوية، فإعادة استعمال القناة يكون ممكنا كنتيجة لاضمحلال الإشارة مع المسافة مع المحطة القاعدية. فعندما تصبح المسافة بين الخلايا التي تستعمل نفس القناة صغيرة جدا قد يحدث تداخل على نفس القناة ويؤدي إلى إعاقة للخدمة أو نوعية غير مقبولة من الخدمة وفي الحقيقة ، عند هندسة الشبكة الخليوية، المبادلة الأكثر أهمية هي المواءمة بين القدرةوأداء النداء حيث تزداد قدرة النداء مع زيادة إعادة استعمال القناة بينما ينقص الأداء كنتيجة للتداخل المكبر على نفس القناة.

في هذا الباب سوف يتم شرح قضايا إعادة استعمال القناة واضمحلال الإشارة وتجمع الخلية وعلاقتها ببعض .سيتم أيضا توضيح تأثيرات هذه القضايا على مبادلة القدرة والأداء.

4.3 إعادة استعمال القناة Channel reuse

يمكن إعادة استعمال القنوات الراديوية شرط أن يكون الفاصل بين الخلايا التي تحتوى نفس مجموعة القناة كافية جدا لكي يبقى التداخل على نفس الخلية تحت مستويات القبول أغلب الوقت. الشكل (4-2) يوضح ثلاث تجمعات خلايا كل تجمع يتكون من 7 خلايا و 7 مجموعات قناة من A إلى G.
تستخدم كل مجموعات القناة في تجمع من خلايا متجاورة وحيث انه يوجد 7 مجموعات من قناة لذا يمكن أن تقسم شبكة المتنقلات الأرضية العامة إلى تجمعات وكل تجمع يتكون من 7 خلايا.
الشكل (4-2) يشير إلى ثلاثة تجمعات عناقيد.



شكل(2,4) يوضح إعادة استعمال القناة

عدد مجموعات القناة يطلق عليه K وفي شكل (2-4) K=7 ويمكن إيجاد القيم الحقيقية لعدد مجموعات القناة K عن طريق المعادلة التالية:

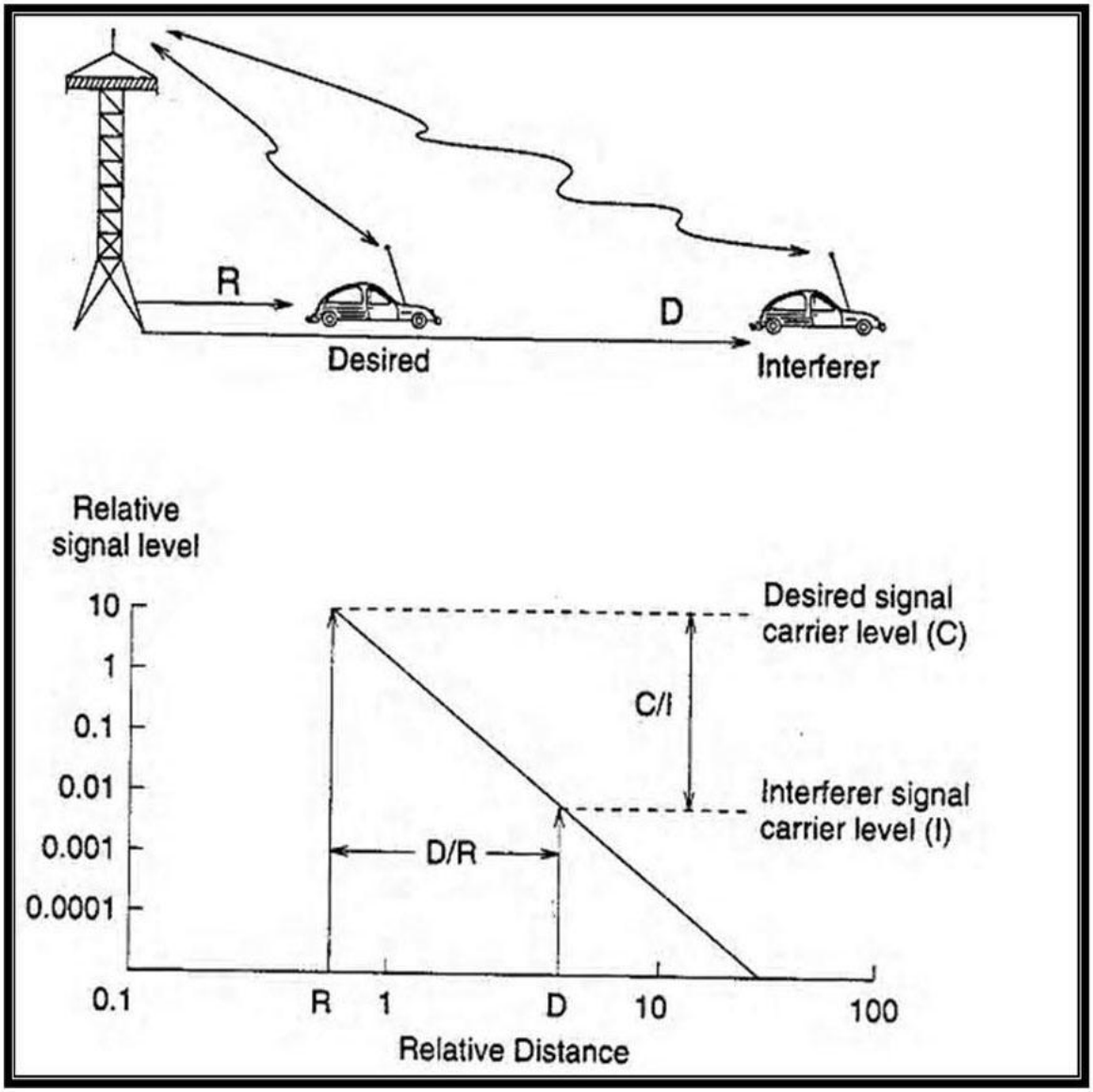
$K = i^2 + j^2 = ij$ where I and j are integers

4.3 اضمحلال الإشارة مع المسافة Signal attenuation with distance

يمكن إعادة استعمال الترددات في كافة أنحاء منطقة الخدمة لان إشارات الراديو تضمحل مع المسافة . طالما كانت نسبة إعادة استعمال المسافة (D) إلى نصف قطر الخلية (R) أكبر من بعض القيمة المحددة، نسبة الاستقبال المطلوب لقدرة الحامل الإذاعي (C) إلى قدرة استقبال التداخل للحامل الإذاعي (I) ستكون اكبر من بعض الكمية المعطاة لأحجام الخلية الصغيرة بالإضافة إلى الكبيرة عندما ترسل كل الإشـارات في نفـس مستوى القدرة الكهربائية .

شكل (4-3) يوضـح علاقة اضمحلال الإشارة مع المسافة . في محطة القاعدة كلتا الإشارات من المشتركين ضمن الخلية التي تغطى هذه القاعدة والإشارات من المشتركين بالخلايا الأخرى يتم استقبالها . التداخل سببه الخلايا التي تستعمل نفس مجموعة القناة.

النسبة D\R من الضروري ان تكون كبيرة بما فيه الكفاية لكي تتمكن القاعدة من تحمل التداخل.



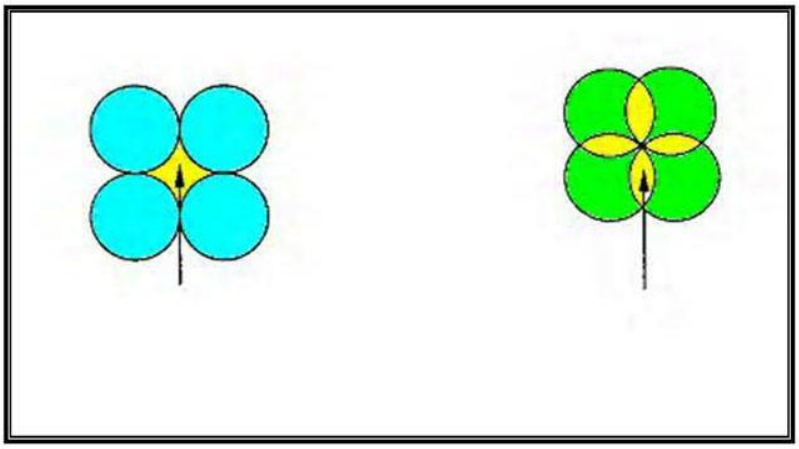
شكل(3,4) يوضح علاقة اضمحلال الإشارة مع المسافة

3.5 الخلية Cell

- هي الوحدة الأساسية للنظام الخليوي.
- هي المساحة التي تغطى إذاعيا بواسطة نظام الهوائي لمحطة قاعدية واحدة.
- كل خلية مخصص لها رقم محدد ولها هوية خلية عالمية.

3.5.1 الشكل الهندسي للخلية

الشكل الدائري للخلية يعتبر من أبسط الأشكال إلا انه لا يستخدم لأغراض التصميم حيث أن هذا الشكل ينتج إما مناطق ميتة أو مناطق تداخل كما يتضح ذلك من الشكل (4-4).

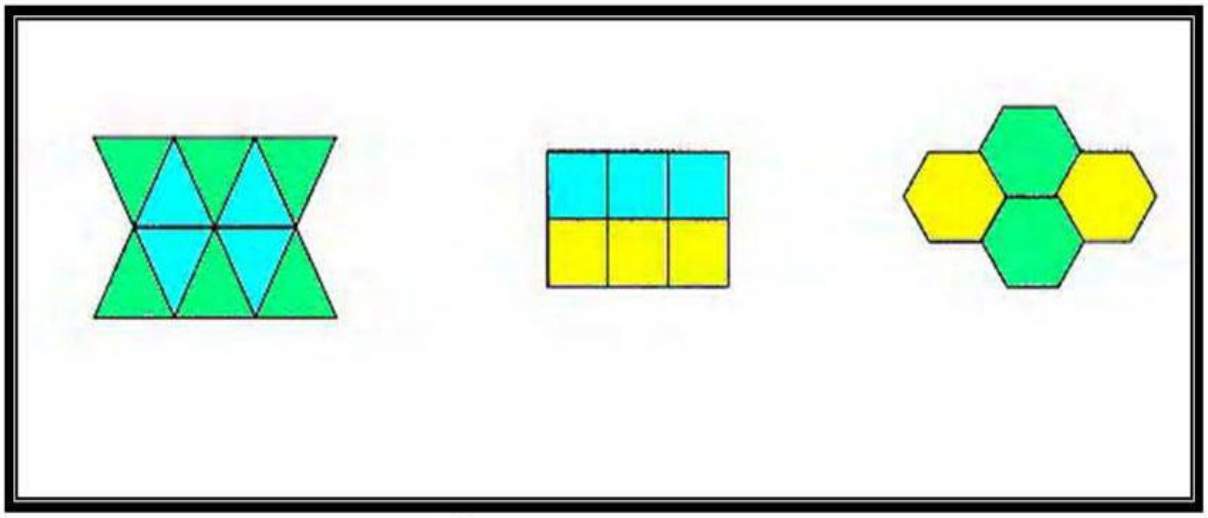


شكل(4,4) يوضح خلايا ذات شكل دائري

ولمعالجة مشاكل مناطق التداخل أو المناطق الميتة يمكن استخدام الأشكال التالية والموضحة بشكل (4-5):

1. المثلث متساوي الأضلاع Equilateral triangle
2. المربع The square
3. السداسي المنتظم The regular hexagon

تم تبني النظام السداسي لأسباب اقتصادية وعملية حيث يمثل التغطية الكهرومغناطيسية من أي مرسل.

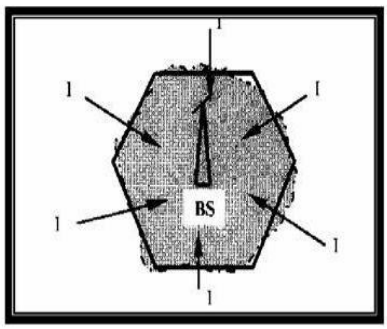


شكل(5,4) يوضح ثلاثة مضلّعات منتظمة

3.5.2 تغطية الخلية The cell coverage

1. الخلية المتعددة الاتجاهات بـ6 تداخلات كما في الشكل (4-6):

- هوائي محطة القاعدة متعدد الاتجاهات في المستوى الأفقي.
- محطة القاعدة تنير كافة الخلية.
- عدد 6 تداخلات.



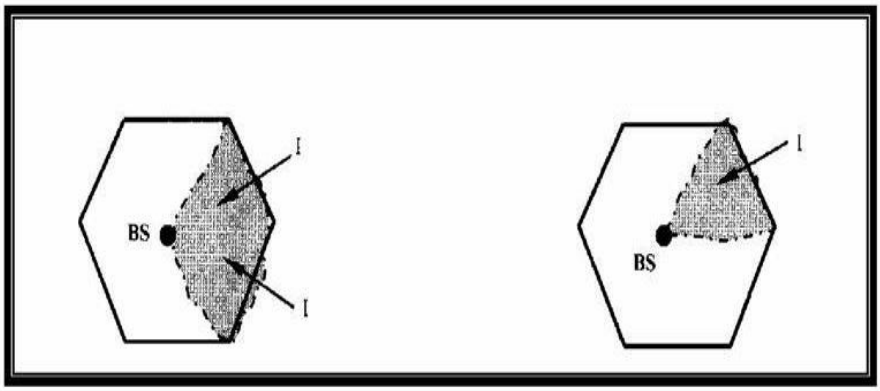
شكل(6,4) يوضح خلية متعددة الاتجاهات

2. خلية بمقطع 120 درجة بتداخلين :

- هواء محطة القاعدة اتجاهي بنمط إشعاع مقطعي.
- محطة القاعدة تنير 3 خلايا ثانوية معينة بنمط إشعاعي بمقطع120 درجة..
- عدد التداخلات اثنين.

3. خلية بمقطع 60 درجة وتداخل واحد كما في الشكل (4-8):

- هوائي محطة القاعدة اتجاهي بنمط إشعاع مقطعي.
- محطة القاعدة تنير 6 خلايا ثانوية مثلثيه بنمط إشعاعي بمقطع60 درجة.
- عدد التداخلات واحد.

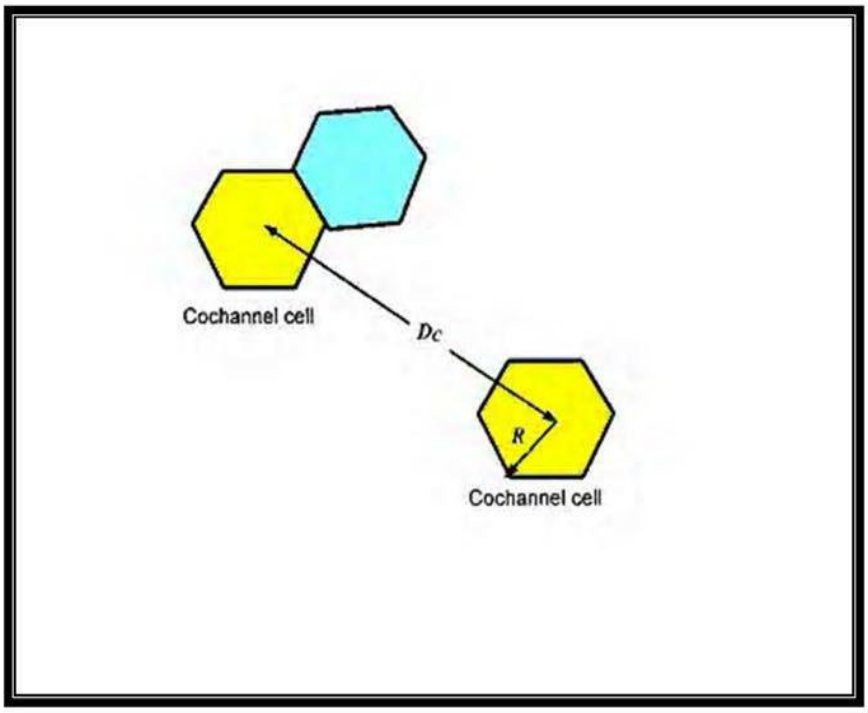


شكل(8,4) يوضح خلايا مقطعية

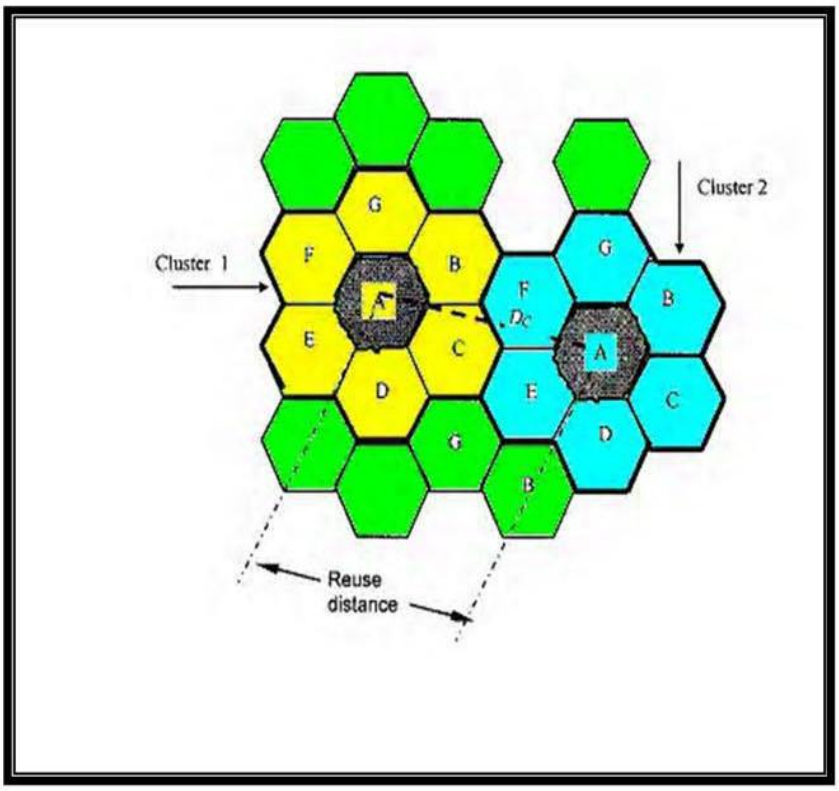
3.6 إعادة استعمال التردد ومفهوم التجمع أو العنقود

Frequency reuse and the concept of a cluster

- تنظيم الخلايا الفسيفسائية إلى عناقيد
- كل عنقود يخصص نطاقا ترديا راديويا نقال كلي لكي يكون مشتركا بين خلاياه.
- شكل العنقود المضبوط ليس فريدا ولهذا يحتوي على خلية لكل مجموعة من القنوات.
- يختار حجم العنقود بحيث تتلاحم العناقيد إلى المناطق المتاخمة.
- الخليتان اللتان تستخدمان نفس القناة تسمى خلايا القناة المشتركة. كما هو موضح بشكل (4-9).
- المسافة بين مركزي أية خليتين بقناة مشتركة تسمى مسافة إعادة استعمال التردد ويرمز لها D.
- شكل (4-10) يوضح عنقودين ب 7 خلايا تعتمد على بناء الخلية السداسي المنتظم.



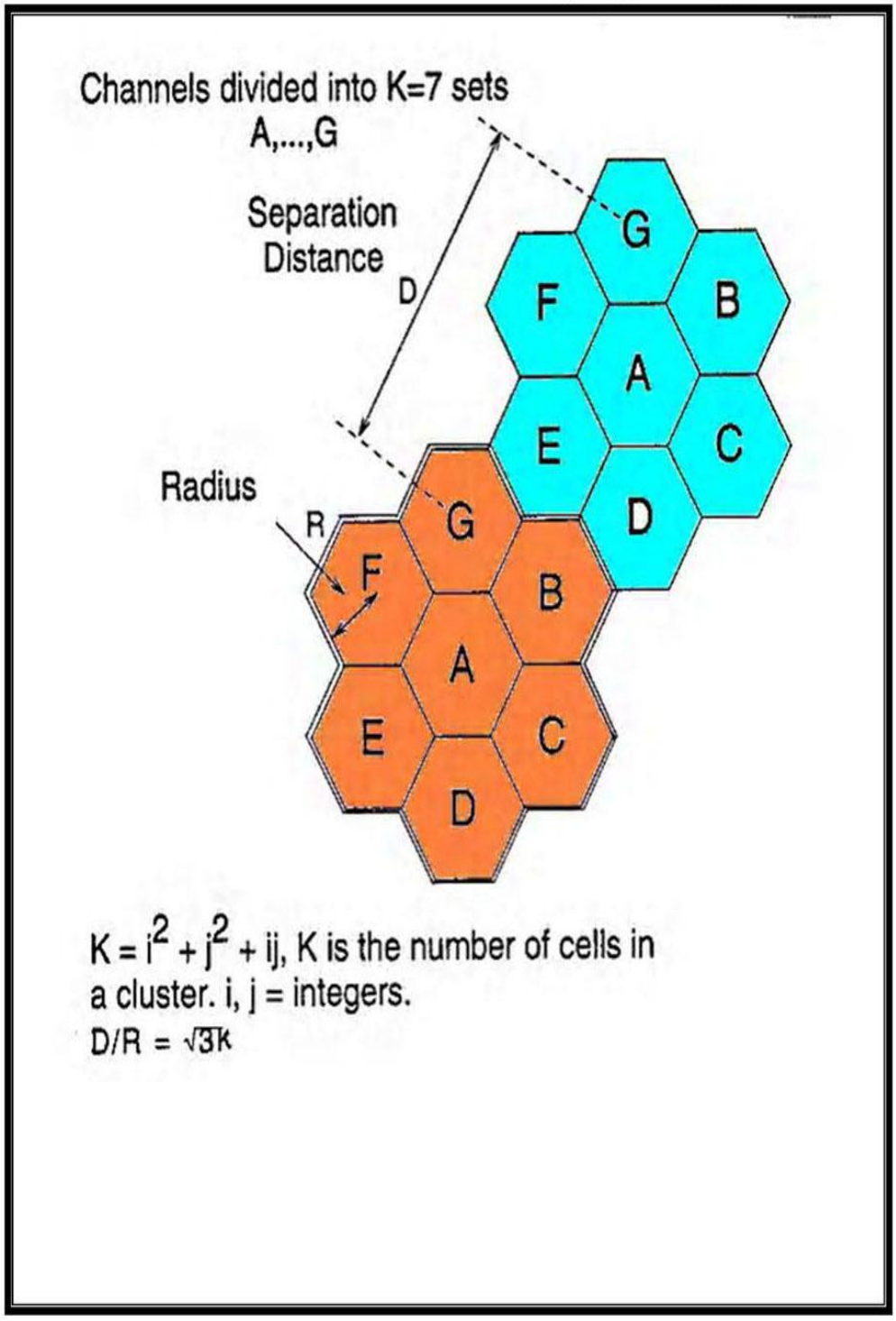
شكل(9,4) يوضح علاقة مسافة إعادة الاستعمال ونصف قطر الخلية



شكل(10,4) يوضح عنقودين بسبعة خلايا

- **العلاقة بين K و D/R**

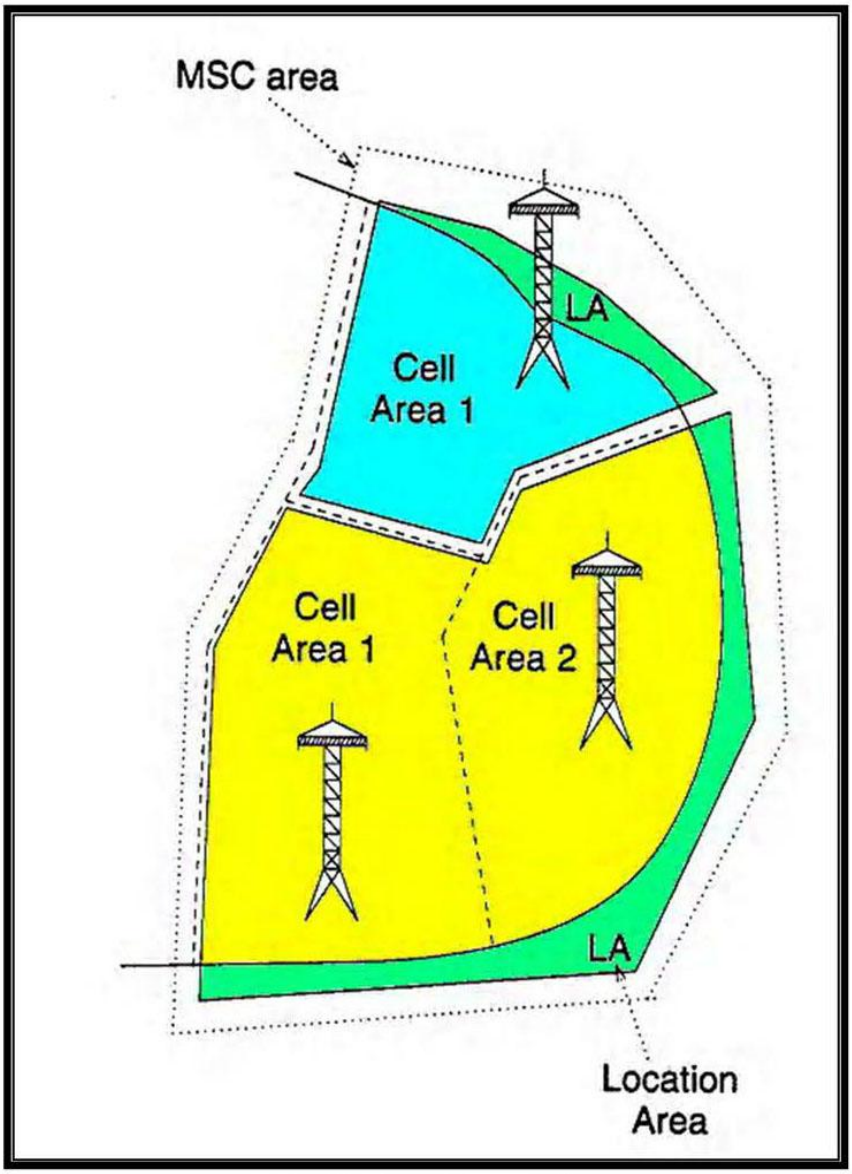
يمكن التعبير عن العلاقة بين K و D/R بالمعادلة التالية:



شكل(11,4)

المنطقة المحلية Location area

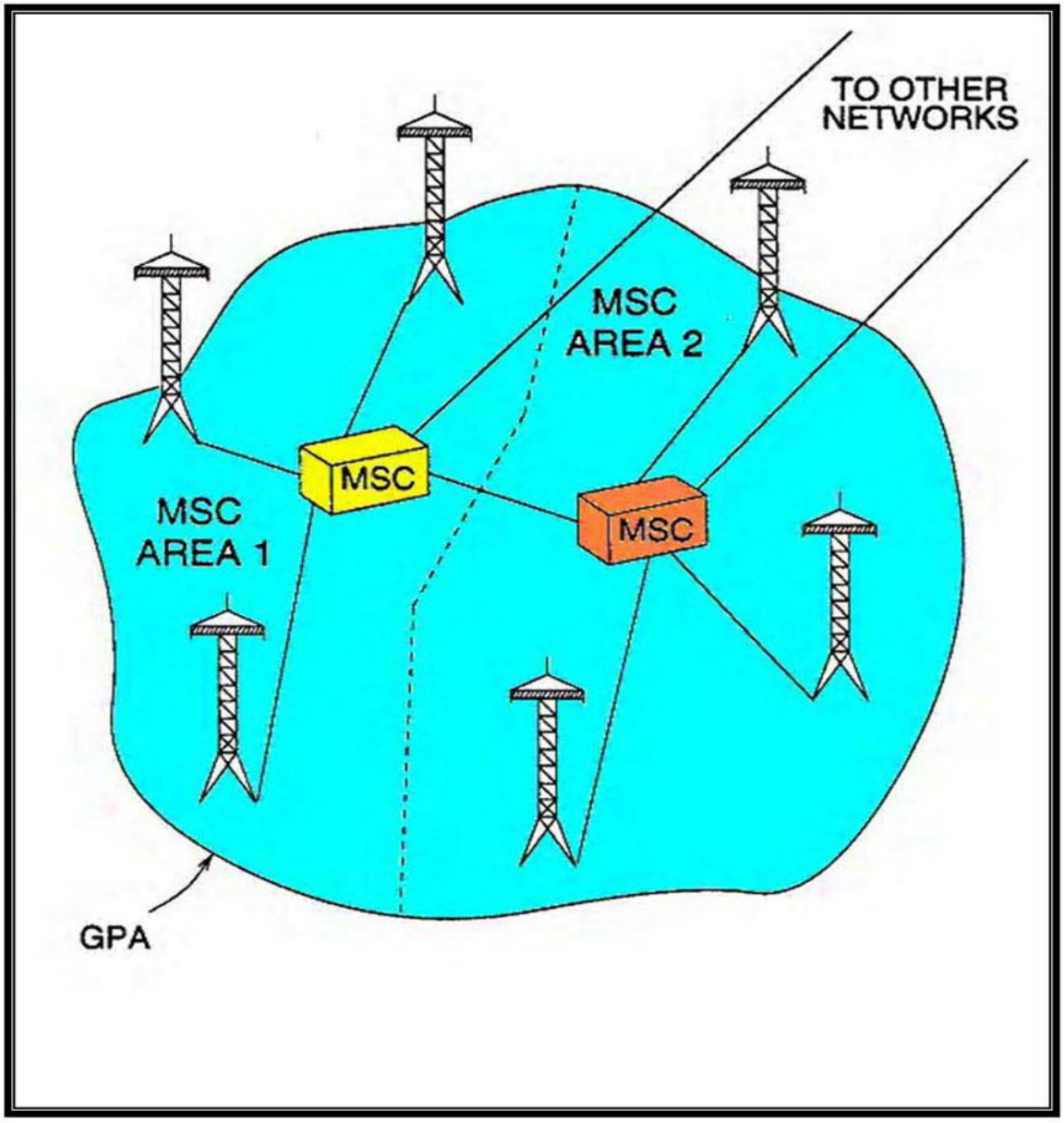
- مجموعة من الخلايا لها هوية كما يوضح شكل (4-12).
- هوية المنطقة المحلية التي تقع فيها محطة المتنقلات تخزن في مسجل موقع الزائر.
- للنداء القادم. تذاع صفحة الرسالة ضمن كل الخلايا التي تنتسب إلى المنطقة المحلية.



شكل(12.4) يبين المنطقة المحلية

المنطقة الخدماتية التابعة لمركز بدالات الاتصالات المتحركة (MSC)

- يخدم عددا من المناطق المحلية شكل (4-13)
- تمثل منطقة جغرافية من الشبكة يتم التحكم فيها بمركز بدلات واحد للمتنقلات.
- منطقة خدمة النظام الفرعي لمركز بدلات المتنقلات يتم تخزينه في مسجل الموقع المحلي.



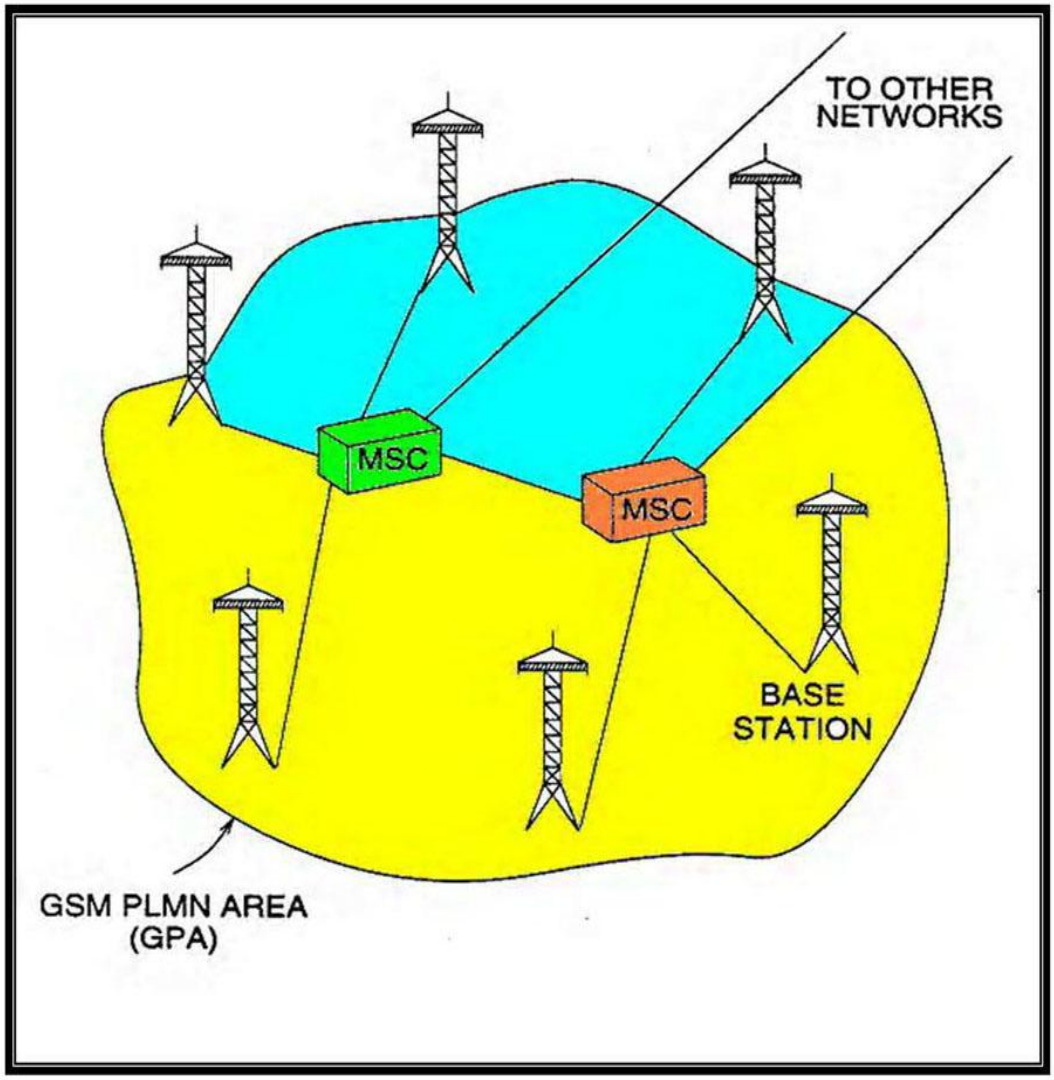
شكل(13,4) يبين منطقة خدمة MSC

منطقة خدمة شبكة المتنقلات الأرضية العامة PLMN

- مجموعة كاملة من الخلايا يتم خدمتها من قبل مشغل واحد
- في الدولة الواحدة يوجد عدة مناطق خدمة لشبكة المتنقلات الأرضية العامة.

منطقة خدمات GSM

- منطقة خدمة كاملة التي فيها المشتركون يمكن أن يتمكنوا من الدخول إلى شبكة GSM شكل (4-14).
- يتم من خلالها التجوال الدولي حيث تتحرك محطة المتنقلات من شبكة متنقلات أرضية عامة إلى أخرى.



شكل(14,4) يوضح منطقة خدمة GSM

الجزء العملي

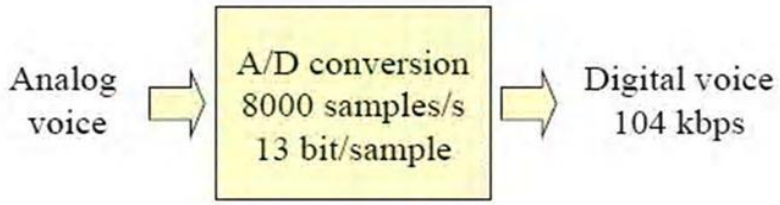
محاكاة النظام العالمي للاتصالات المحمولة

Global System for Mobile Communication

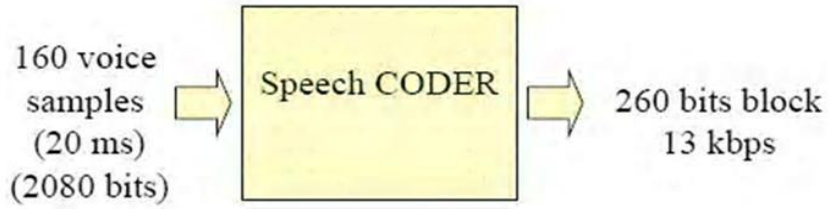
GSM

مراحل معالجة المعلومات في الموبايل

في البداية يتم تحويل الإشارة الصوتية التماثلية القادمة من خرج mic إلى إشارة رقمية بإجراء عملية Analog to Digital conversion أو التقطيع و التشفير PCM بتردد تقطيع f = 8KHz و ذلك وفقاً لقانون شانون و الذي ينص على أن التردد الأصغري لأخذ عينات من الإشارة التماثلية و الكافي لتمثيل الإشارة يساوي ضعف تردد الإشارة ، وبما أن تردد الإشارة الصوتية يتراوح بين 300Hz و 3400Hz لذلك فإن التردد 8KHz مناسب (نظرياً زيادة تردد أخذ العينات يزيد من دقة التمثيل و لكن يجب الأخذ بعين الاعتبار عرض المجال المتاح للقناة) . بعد ذلك يتم تكميم العينات إلة 8192 مستوى و بالتالي يتم التعبير عن كل عينة بـ 13 bit و بالتالي فإن معدل الإرسال في خرج A/D يكون : 8K x 13 = 104 Kbps ، و بما أنه يوجد 8 مشتركين على قناة راديوية واحدة فإن معدل الإرسال على القناة يساوي 8 x 104Kbps = 832Kbps و هذا أكبر من عرض المجال المتاح 200KHz و بالتالي لا بد من القيام بعملية تشفير للمعطيات القادمة من خرج A/D لكي تلائم عرض الحزمة .



المرحلة التالية هي مرحلة تشفير الكلام Speech Coding ، و يكون دخل هذه المرحلة block من المعلومات القادمة من A/D و بطول 20ms و تحوي 160 عينة ، أي 2080 bit و في الخرج يكون لدينا block بطول 20ms تحوي 260 bit و سرعة النقل هي 13Kbps .



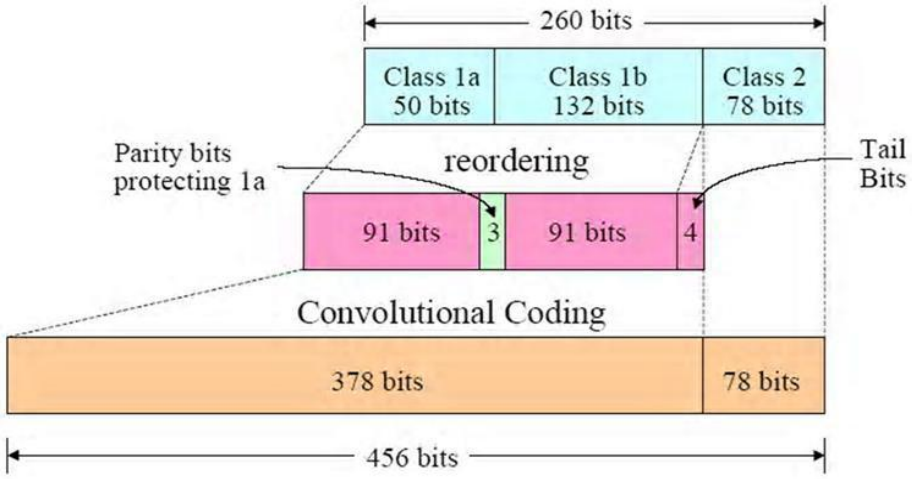
المرحلة التالية هي تشفير القناة Channel Coding . دخل هذا المشفر عبارة عن block بطول 20 ms و يحوي 260 bit .

توضع هذه الـ bits في ثلاث مستويات :

- 50 bit هامة جداً .
- 132 bit هامة .
- 78 أقل أهمية .

كما يتم إضافة 3 bit للتحقق (parity) و 4 bit للتذييل (tail bits) . يسمى هذا المشفر بـ Convolutional Coder ، خرج هذا المشفر هو block بطول 20 ms و يحوي 456 bit و بالتالي فإن سرعة النقل في خرج هذا المشفر هي 22.8 Kbps . و الشكل التالي يوضح عمل هذا المشفر :

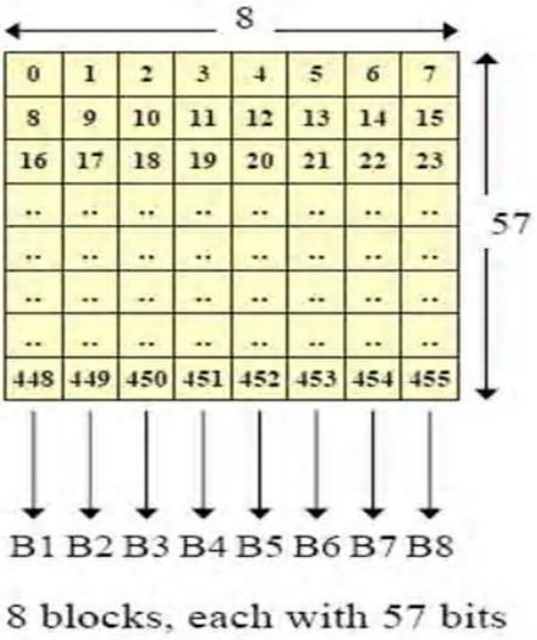
GSM Speech Channel Coding



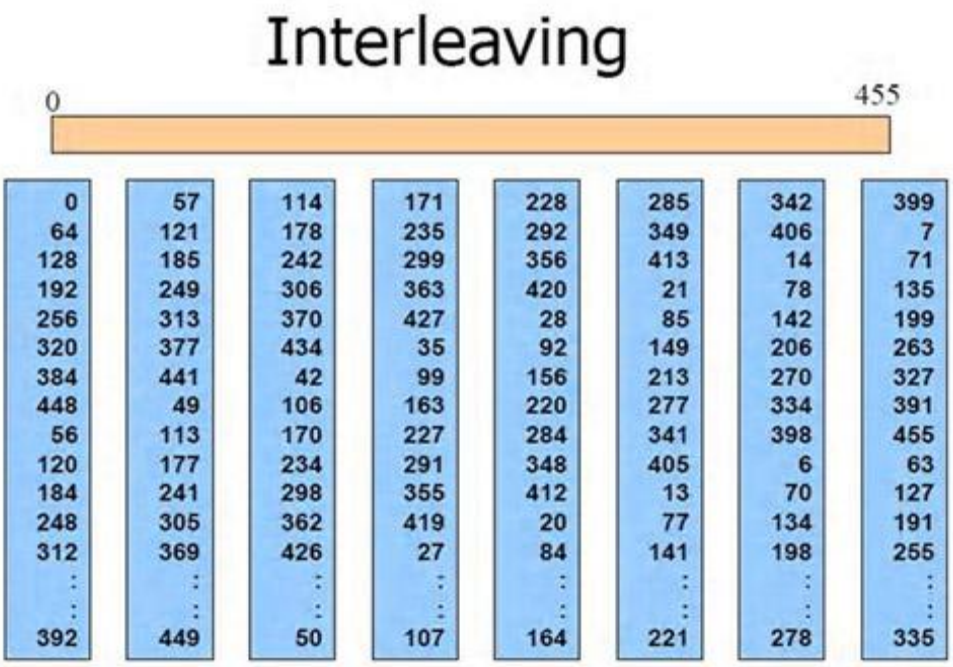
المرحلة التالية هي التفريق Interleaving ، و الفائدة من هذه العملية هي تقليل نسبة الخطأ الناتج عن فقدان bits أثناء النقل .

و تتم عملية التفريق على مرحلتين :

الأولى تتم بتوزيع 456 bit على 8 blocks كل منها تحوي 57 bit و تتم بطريقة بحيث أن فقدان إحدى هذه blocks لا يؤثر بشكل كبير على مضمون المعلومات ، و الأشكال التالية تظهر كيف يتم توزيع 456 bit على 8 blocks :



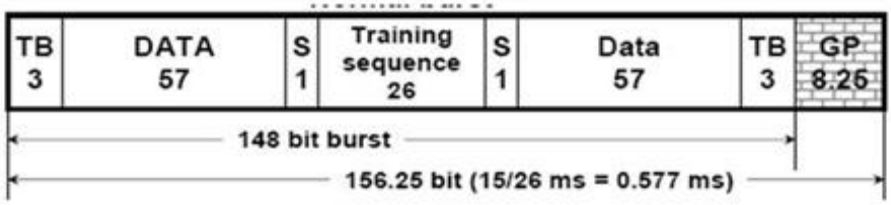
8 blocks, each with 57 bits



تشكيل الرشقة Burst Formatting :

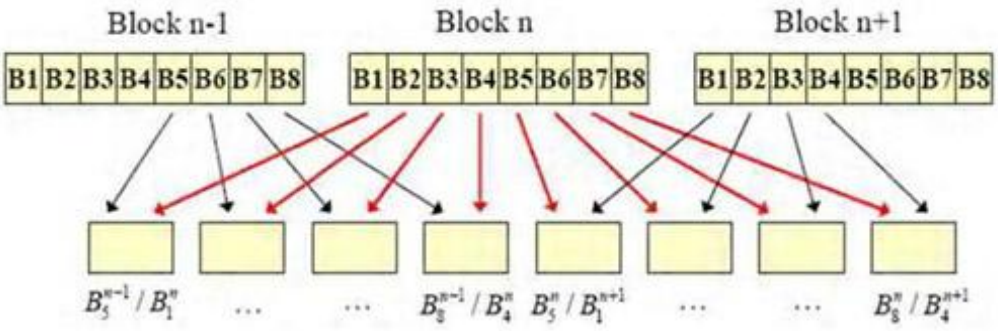
يتكون الـ burst أو رشقة المعلومات مما يلي :

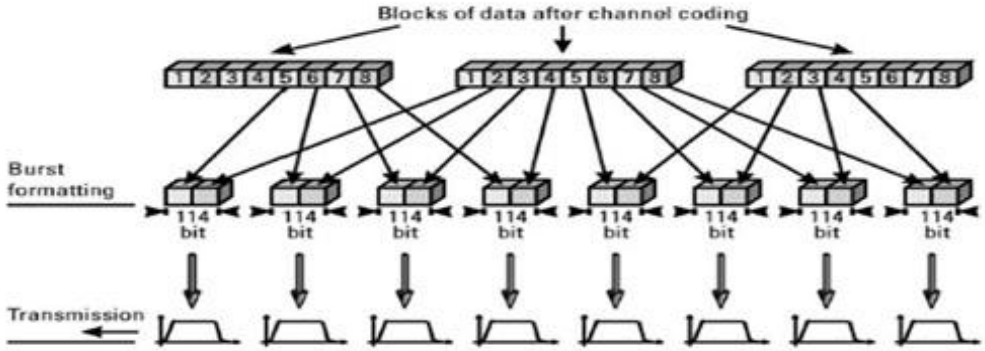
block 2 من البلوكات السابقة و المكونة كل منها من 57 bit و أيضاً من 26 bit و هي عبارة عن تتابع تجريبي (training sequence) سنوضح وظيفته لاحقاً ، وكذلك 6 bit وهي عبارة عن Tail bits في بداية ونهاية الـ burst ، و بتان بمثابة علم ، و أيضاً من فترة زمنية لها مدة 8.26 bits للفصل و الحماية . و يبين الشكل التالي بنية الـ burst :



بالنتيجة فإن هذه الرشقة تحوي 148 bit بالإضافة إلى 8.25 bit للحماية أي أن الرشقة الكلية تحوي 156.25 bit و كل bit هو بطول زمني يساوي تقريباً 3.7us لذلك فإن طول الـ burst هو 0.577 ms .

إن عملية التفريق الثانية تتم بوضع block(57 bit) من 20 ms الأولى مثلا و البلوك الثاني من 20 ms التالية ، و توضح الأشكال التالية هذه العملية :

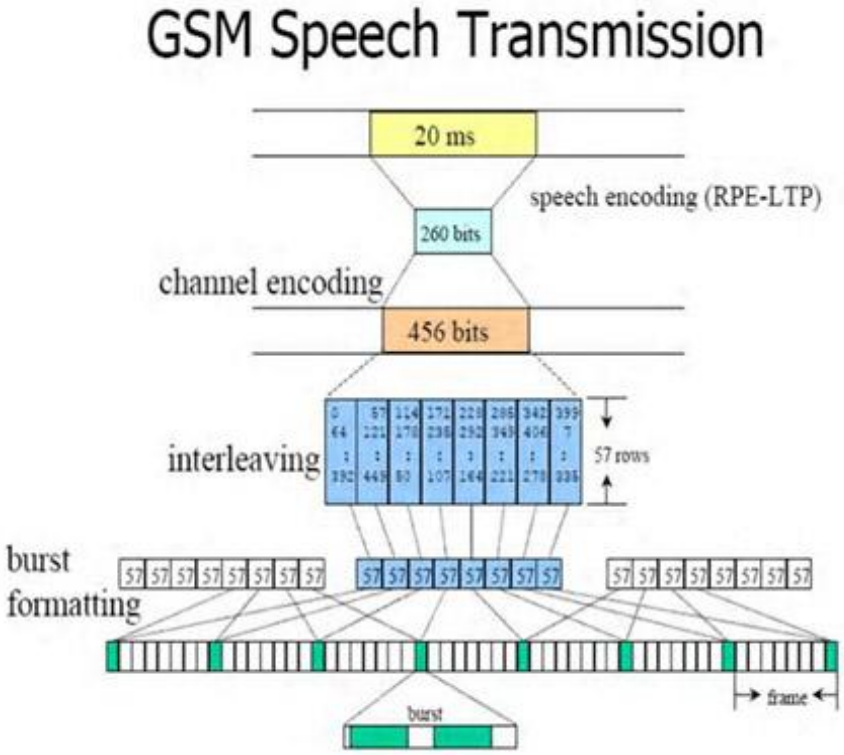




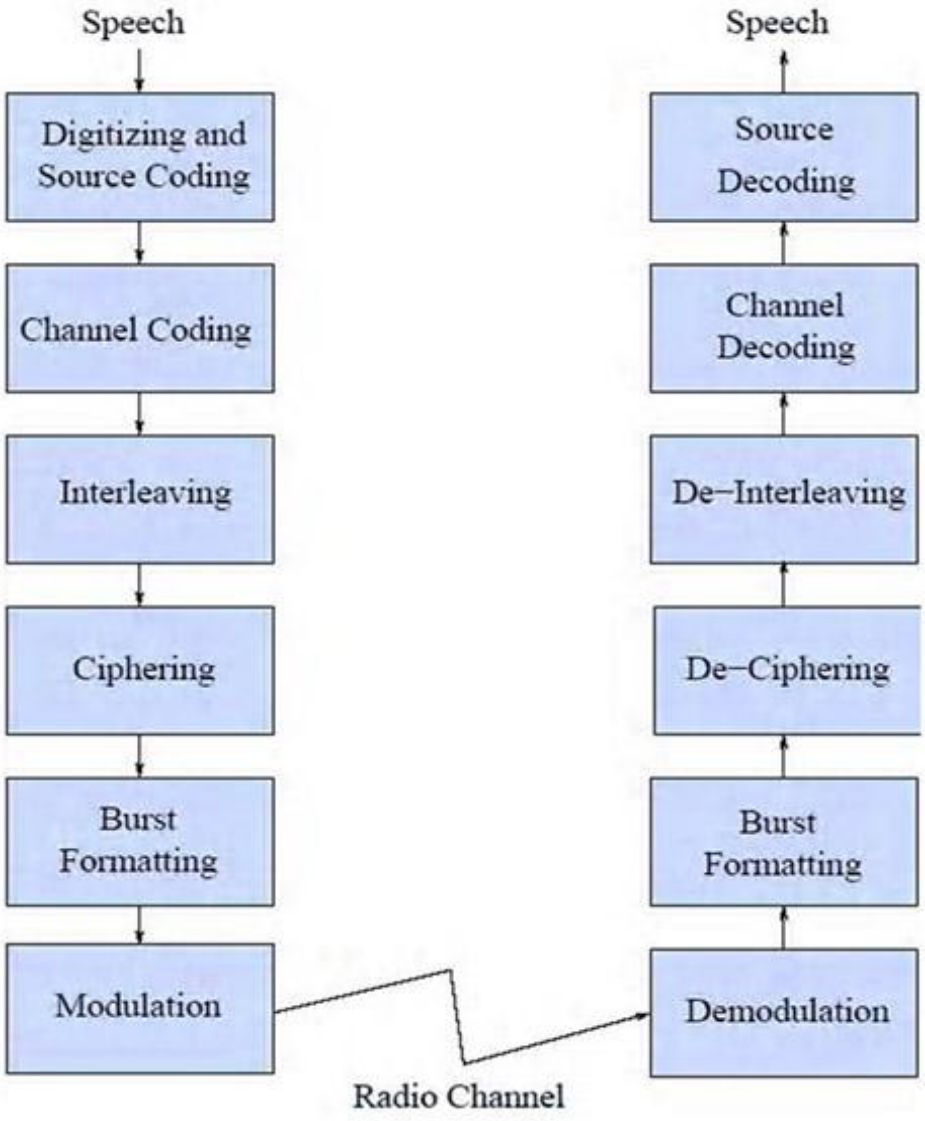
بعد ذلك يتم تعديل هذا الـ burst بطريقة :

GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)

و الشكل التالي يوضح العمليات السابقة معا :

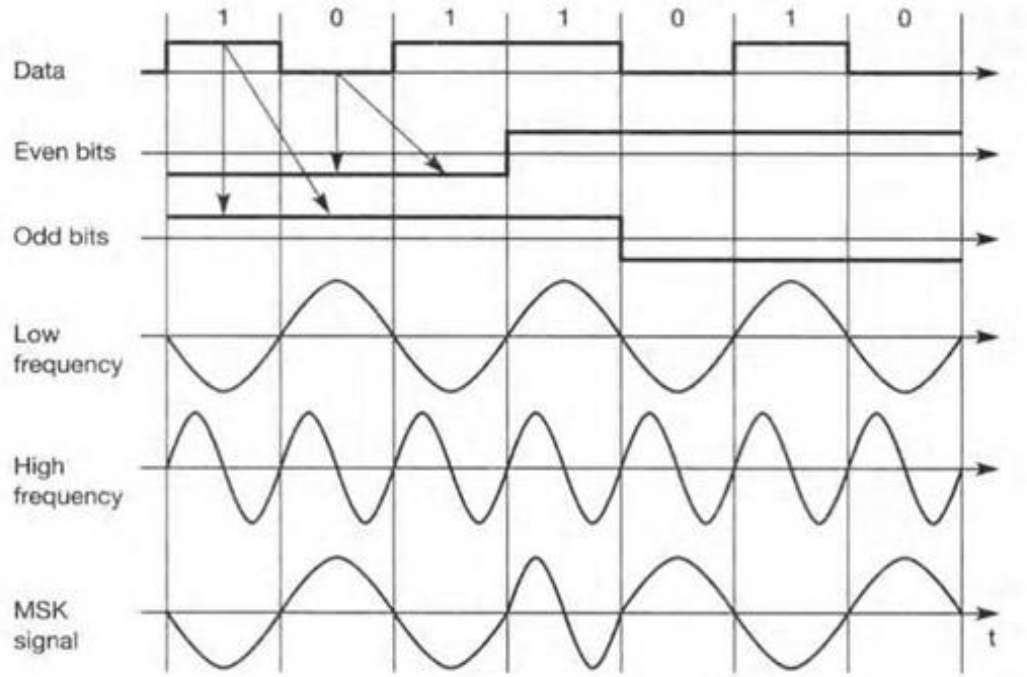


و يوضح الشكل التالي المخطط الصندوقي للموبايل في كل من المرسل و المستقبل ،
حيث تتم في جهة المستقبل عمليات معاكسة للعمليات السابقة اي
: demodulation , deinterleaving , channel decoding , speech decoding



GMSKالتعديل

هو شكل من أشكال التعديل الرقمي FSK و يستخدم في أنظمة اتصالات لا سلكية عديدة.
Minimum shift keying (MSK) هو عبارة عن BFSK مع تجنب التغيرات المفاجئة غير المرغوب فيها في طور الإشارة الناتجة و بالتالي هي أيضا شكل من أشكال continuous phase modulation (CPM) و تتم آلية التعديل على الشكل التالي:



لنفرض أنه لدينا البيانات التالية التي نريد تعديلها بطريقة MSK و يتم التفريق بين بتات فردية odd bits و بتات زوجية even bits و يتم مضاعفة الفردية لكل بت في كل نموذج
يستخدم في هذا النموذج ترددين f_2, f_1 بحيث يكون $f_1 = 2f_2$ و اعتمادا على الشروط التالية سيتم في الخرج اختيار f_1أو f_2.

1 - إذا كان البت الزوجي و البت الفردي كلاهما (0) يتم اختيار f_2 معكوس 180^o .
2 - إذا كان البت الزوجي يساوي 1 و البت الفردي يساوي (0) يتم اختيار f_1 بدون عكس كما في الأعمدة 1و2و3.
3 - إذا كان البت الفردي و الزوجي كلاهما 1 فيتم اختيار f_2 بدون عكسه .

نلاحظ انه يتم اختيار التردد الأعلى عند تماثل البتات و أن الإشارة يتم عكسها إذا كان البت فردي يساوي الصفر.
هذه الآلية تمنع حدوث انزياح الطور.
أما Gaussian MSK (GMSK) فهو التعديل الرقمي المستخدم في العديد أنظمة الاتصال الخليوي مثل نظام GSM حيث يتم إدخال الإشارة MSK
(Gaussian Filter) و الذي بدوره يقلل عرض الحزمة أو طيف إشارة MSK.

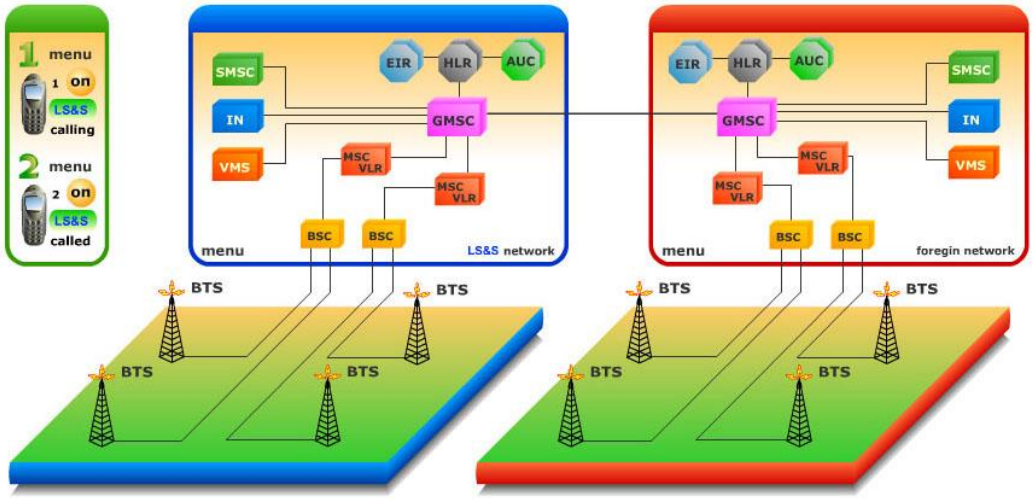
محاكاة عمليه الاتصال بين شبكتين مختلفتين

(ليبيانا – المدار الجديد)

في هذه العملية سنقوم نقوم بتتبع المراحل التي ينتقل فيها الهاتف المحمولأثناء إجراء اتصال بين شبكتين مختلفتين (ليبيانا – المدار الجديد)

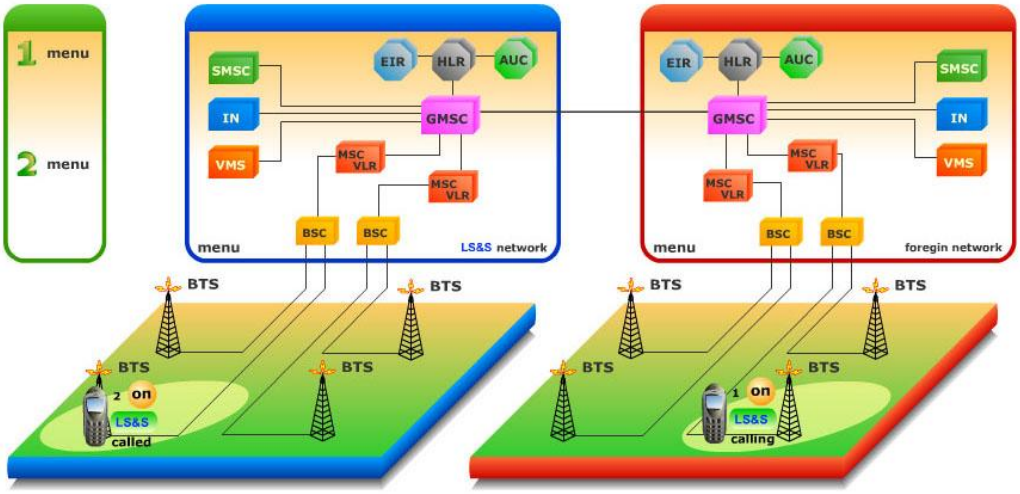
سيتم استخدام تقنيه الفلاش لعمليه المحاكاة بين شبكتين مختلفتين .

والشكل التالي يوضح واجهه البرنامج المستخدم في عمليه المحاكاة

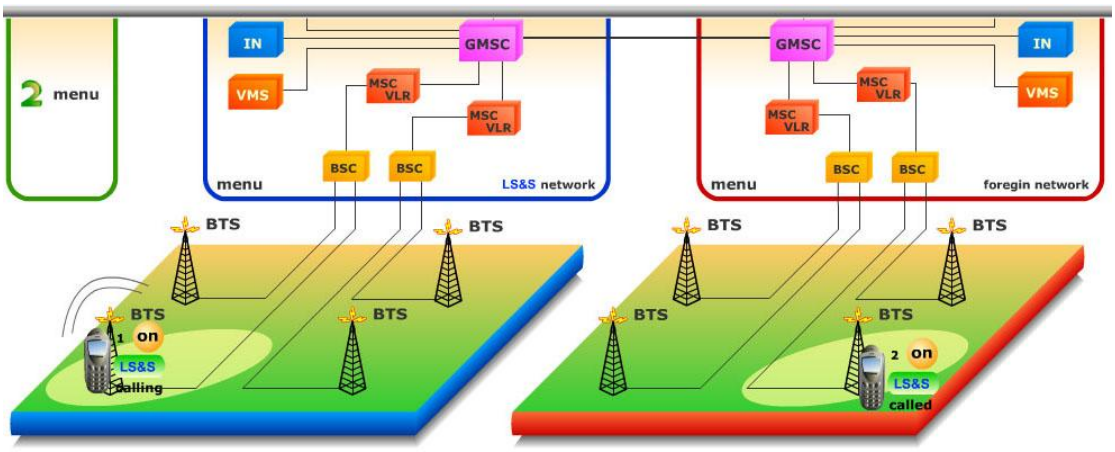


سنقوم بوضع الهواتف في نطاق الخلايا(BTS)

(base transceiver station)

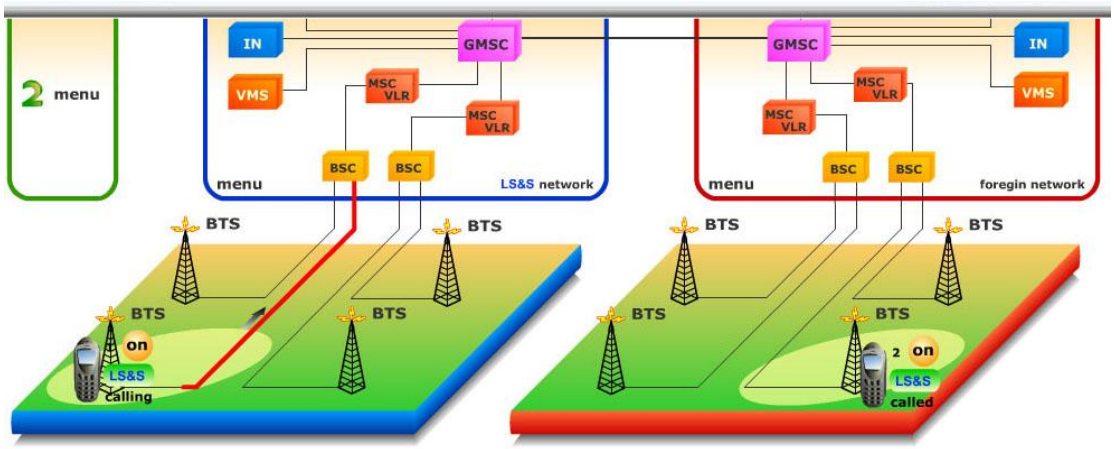


بعدها نبدأ عمليه الاتصال بين الشبكتين



يقوم الهاتف بإرسال اشاره إلي محطة القاعدةBSC

(base station controller)

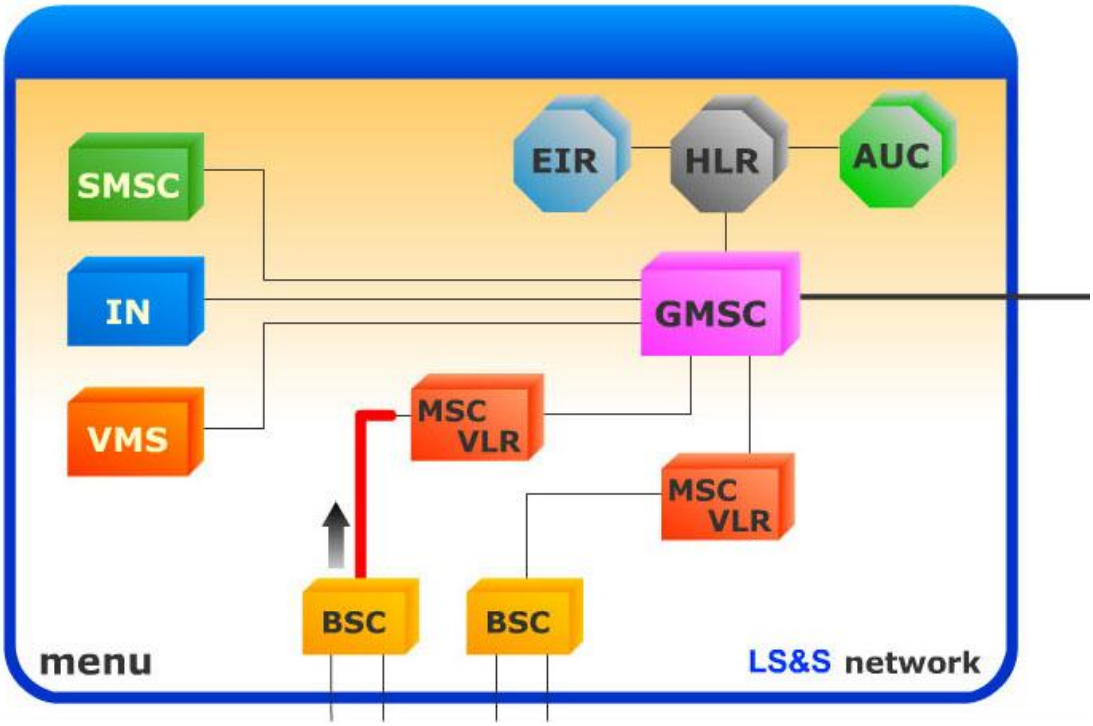


بعدها سوف تقوم محطة القاعدة بإرسال اشاره إلي(MSC\VLR)

(Mobile Service Switching Center / Visitor Location Register)

حيث (MSC) هو المسئول علي تحويل المكالمات بين الهواتف النقالة بين بعضها البعض أو بين الهواتف النقالة وشبكه الهواتف العامة

و (VLR) هو الذي يحتوي علي جميع البيانات لجميع مشتركي النقالات الزائرين



بعدها يقوم (MSC\VLR) بتحويل الاشاره إلي (GMSC)

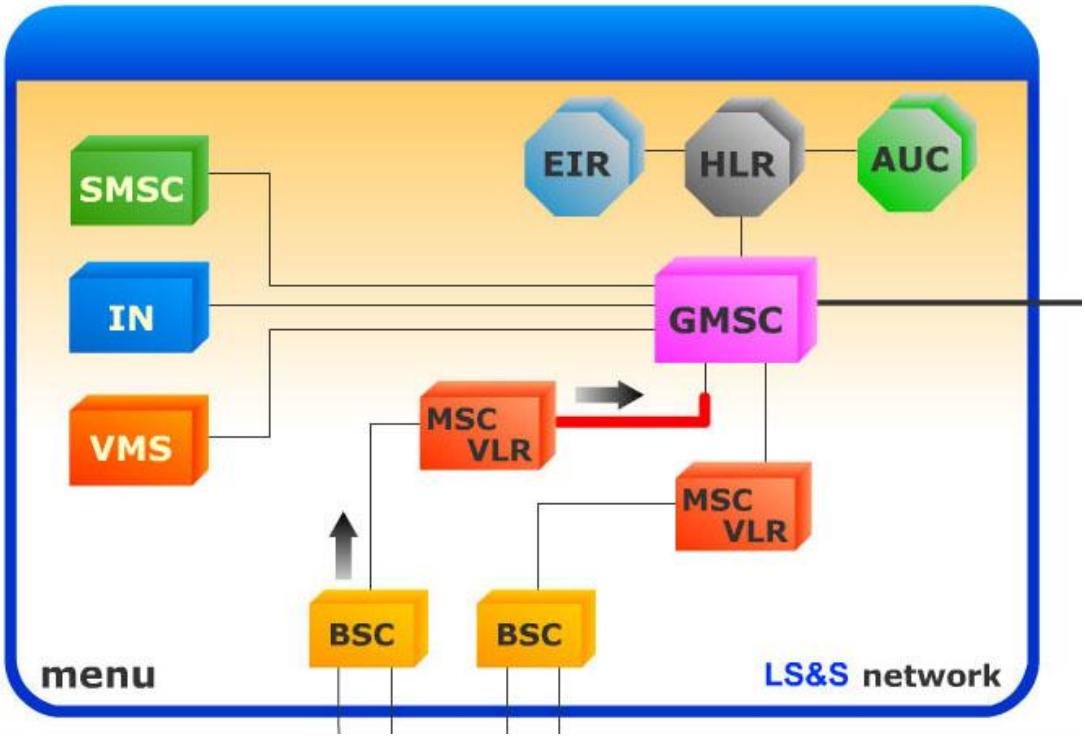
حيث (GMSC)

هو عبارة عن نقطة الوصل بين شبكة الموبايل اللاسلكية وشبكة التلفون الثابت

(PSTN)

(Public Switching Telephone Network)

وهو المسؤول أيضا عن توجيه المكالمات من التليفون الأرضي والتليفون المحمول والعكس بالعكس



بعدها يقوم(GMSC) بإرسال الاشاره إلي(AUC – HLR – EIR)

(Authentication Center – Home Location Register

–Equipment Identity Register)

وذلك للتأكد من شرعيه المكالمة وللحماية من الاختراق

(AUC)

من المميزات الهامة في(GSM) تمتعه بدرجة عالية من الأمن المعلوماتي و ذلك عبر عدة وظائف أمنية يقوم بها النظام

(AUC) هو المسؤول عن اغلب هذه الوظائف في شبكة (GSM)

فهو يقوم بتخزين معلومات السرية عن المشتركين مما يتيح لصاحب هذه المعلومات فقط بالعبور إلى الشبكة الخلوية (تحقيق هوية المشترك) وبذلك تتم حماية المشتركين من الاستخدام الاحتيالي لحسابهم

كما يقوم (AUC) بدور هام في عمليات التحقق

(HLR)

قاعدة بيانات تحتوي على معلومات عن المشتركين المسموح لهم بالتنقل بهواتفهم في المناطق الجغرافية لشبكات تستخدم تقنيات مختلفة مثل :

(GSM و AMPS).

(EIR)

وهو يشارك في الوظيفة الأمنية ويكون دوره التأكد من شرعية أجهزة الموبايل

(ME) ومعرفة(هل هي مسروقة أو غير مسجلة في الشبكة) وذلك عن طريق

(IMEI) الموجود في كل جهاز

(International Mobile Station Equipment Identity)

وفق الخطوات التالية :

1.يطلب(MSC/VLR). الـ (IMEI) من (MS)

2.يرسل(MSC/VLR). الـ (IMEI) إلى (EIR)

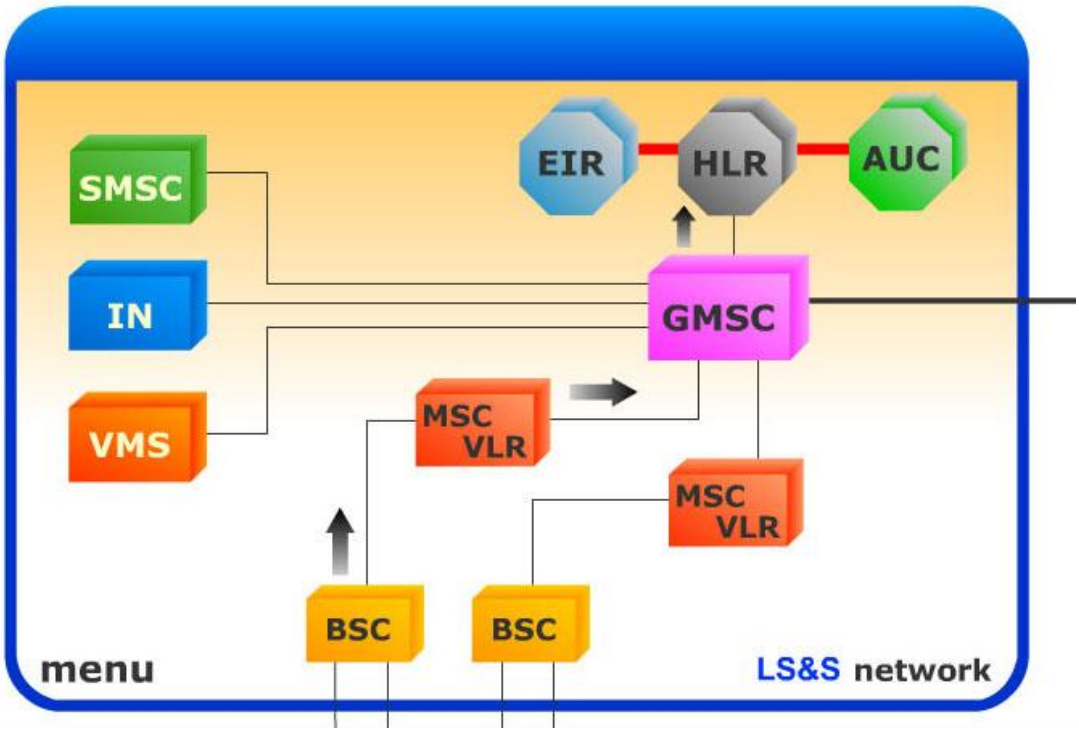
3. يقوم (EIR) بمطابقة (IMEI) مع ثلاثة قوائم من أرقام (IMEI)

المخزنة لديه وهذه القوائم هي :

(القائمة السوداء – القائمة الرمادية – القائمة البيضاء).

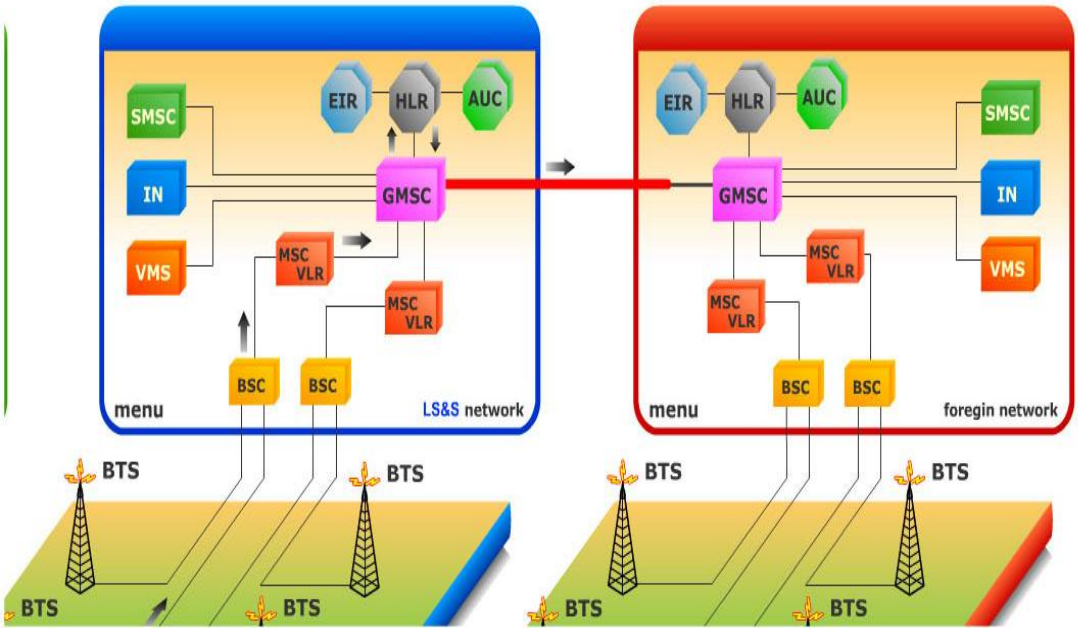
4 . يرسل(EIR) نتيجة المطابقة وشرعيه الجهاز إلي (MSC/VLR)

للسماح أو منعه من دخول ألشبكه

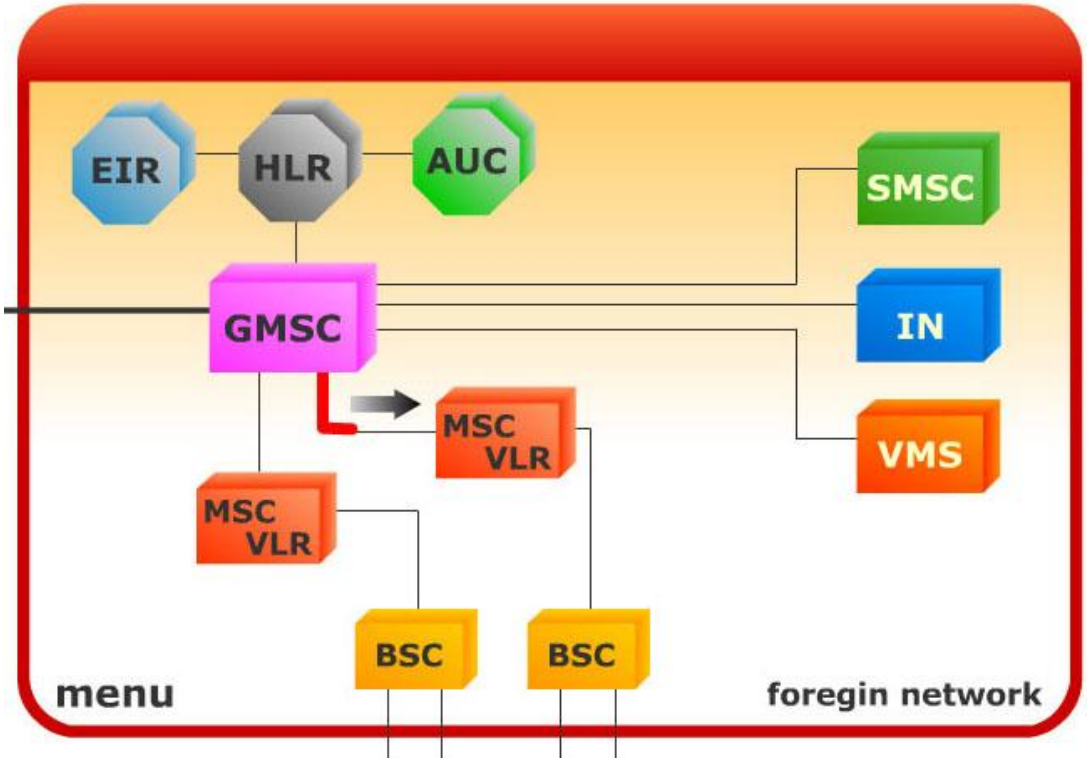


بعدها يقوم(GMSC) بتحويل الاشاره إلي الشبكة الاخري بعد التأكد من صحة وسلامه المكالمة

وبدوره يقوم(GMSC) في الشبكة الاخري باستقبال الاشاره من الشبكة الأولي

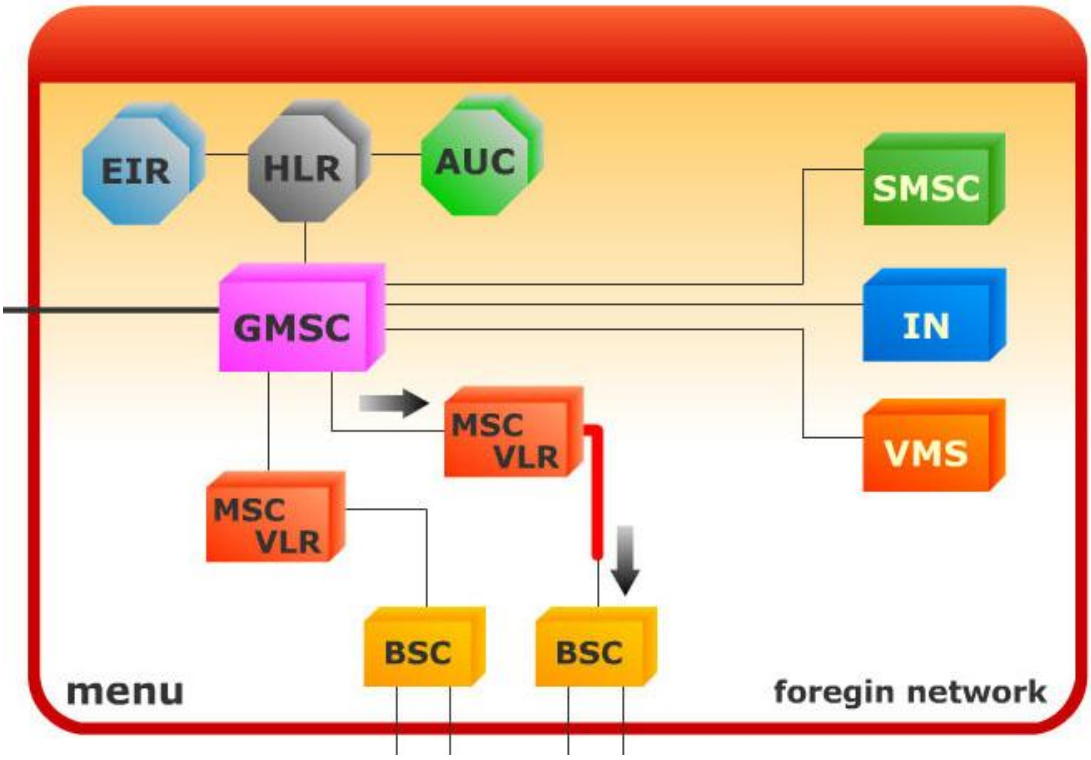


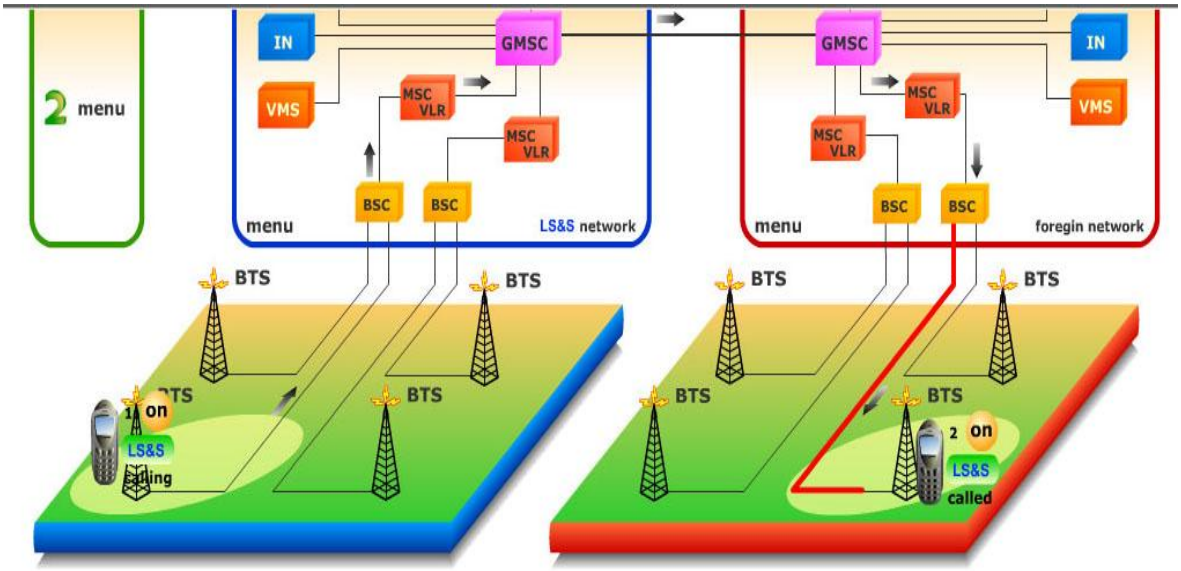
بعدها يقوم نضام(GMSK) بتحويل الاشاره إلي (MSC \ VLR)



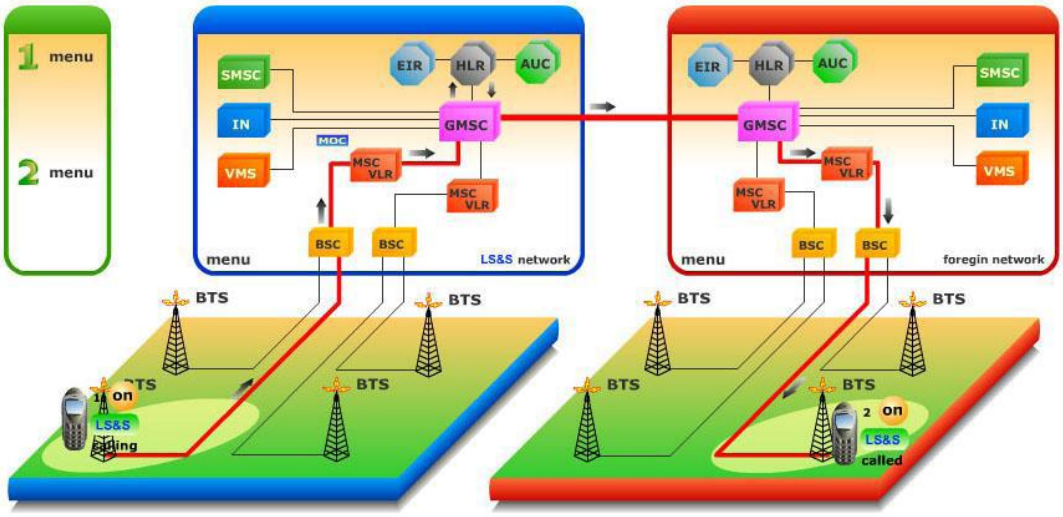
بعدها تقوم(MSC \ VLR)بإرسال الاشاره إلي محطة (BTS)

ومنها إلي الهاتف الجوال

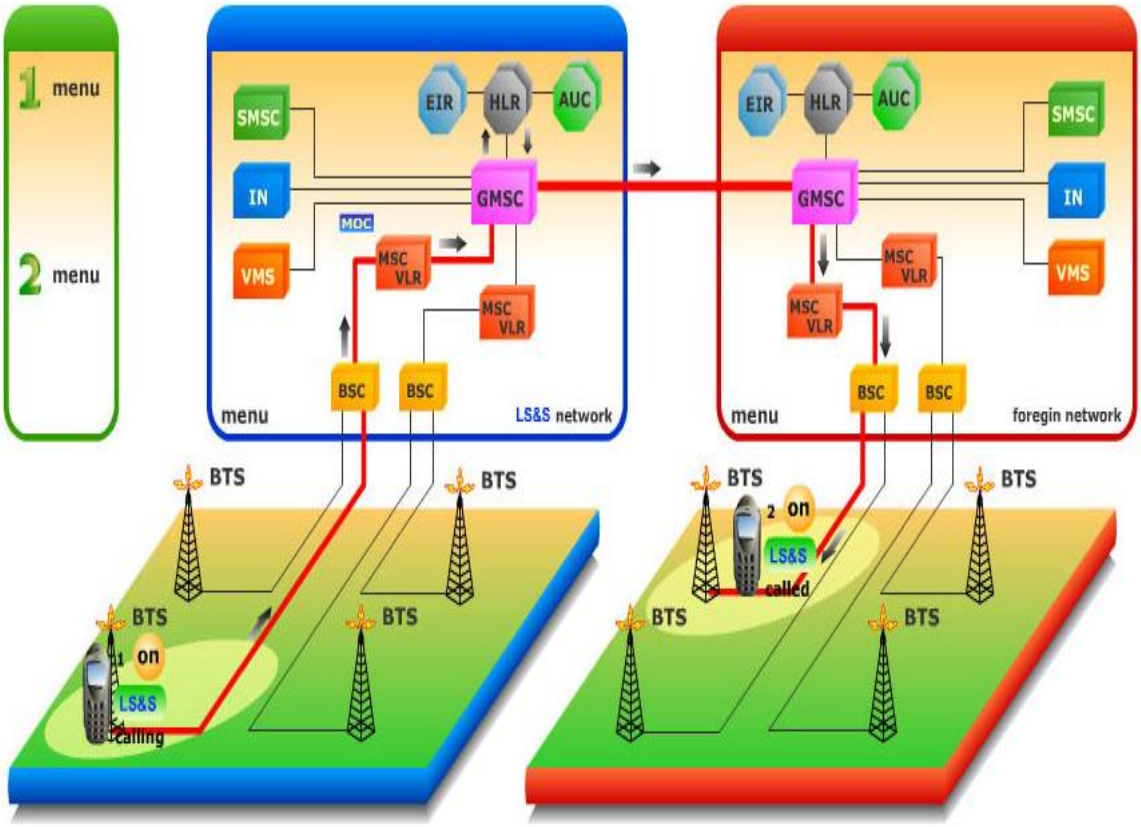




وهذه هي الخطوط التي يتبعها الهاتف المحمول لإجراء اتصال بين شبكتين مختلفتين



ولا يوجد اختلاف كبير لو تم تغيير BTS الموجود فيها الهاتف



الفصل الخامس

5

الخلاصة

[1] - بظهور نظام GSM تم الحصول علي مقياس موحد لنظام هاتف خلوي له سعه وقدره اكبر.

[2] - نتيجة للتطور التقني في أشباه الموصلات أصبح الهاتف الخلوي ذو حجم صغير ووزن خفيف وسعر مناسب.

[3]- الهاتف الخلوي يفوق الهاتف السلكي في الأداء من ناحية حرية الحركة والتطبيقات الموجودة فيه.

[4]- أصبح الهاتف الخلوي يستخدم علي مدي أوسع في السنوات الاخيره مما أدي إلي زيادة عدد المشتركين بشكل كبير.

[5] - إن نظام الهاتف الخلوي في تطور مستمر ومتواصل من ناحية خدماته وتطبيقاته.

[6]- فهم كيفيه عمل النظام الخلوي.

التوصيات

من خلال دراستنا لنضام الهاتف الخلوي والتطور السريع في هذا النظام والتطبيقات المصاحبة له ننصح الراغبين في عمل دراسة لهذا النظام بالاتي :

[1] - دراسة الهوائيات الذكية نضرا لما يمثله هذا النوع من الهوائيات من أهميه كبيره في تحسين جوده النظام الخلوي .
[2] - دراسة الجيل الثالث وما حدث فيه من تطور
[3] - دراسة الأنواع المختلفة للـــ(BTS) وتوضيح أوجه الاختلاف بينهما

المراجع

اولا المراجع العربيه

[1] الهاتف الخلوي , م .طريف آفيق ,دار الإيمان , الطبعة الأولي ,1999

ثانيا المراجع الاجنبيه

[1] Application of CDMA in Wirless / personal communication

Dr.Kamilo Feher / prentice hall / 1997

[2] Mobile Radio communication / Raymond steele

[ED] Raymond steele , Mobile Radio communication, penethpress . 1992

واتمني من الجميع الدعاء الصالح لي ولوالدي

ولمن يرغب في أي استفسار او مساعده فيرجي مراسلتي علي

Aboholi2010@hotmail.com

+218926072758

المهندس محمد ابوحولي