

الاتصالات المتنقلة

تقنيات متقدمة في الاتصالات المتنقلة



الوحدة الخامسة: تقنيات متقدمة في الاتصالات المتنقلة

الجدارة: القدرة على الاتصالات المتنقلة والنظام الشامل للاتصالات المتنقلة GSM.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة تكون لدى المتدرب القدرة على أن :

١. يعطي فكرة واضحة عن التقنيات الحديثة في نقل البيانات.
٢. يبرز مراحل تطور نظام GSM كتقنية نقل البيانات.
٣. يعطي نظرة عامة عن تقنية GPRS.
٤. يبرز دور تقنية تعدد الوصول بالشفير الكودي CDMA.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب بإذن الله إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٧ ساعات.

الوسائل المساعدة:

- السبورة.
 - استخدام برنامج Power point لعرض المحاضرات على جهاز عرض البيانات.
- متطلبات الجدارة:** أن يكون المتدرب ملماً بأساسيات نظام GSM.



تقنيات متقدمة في الاتصالات المتنقلة

٥- ١ مراحل تطور نظام GSM لنقل البيانات

أعطى النجاح الكبير لتقنية الهاتف النقال الخلوي والتزايد الهائل لمستخدمي الانترنت مبتكري الاتصالات اللاسلكية تحديات جديدة. وتكمن هذه التحديات في زيادة حركة نقل خدمات تبادل المعطيات وتخفيض حركة نقل الإشارات الكلامية الاعتيادية عبر الشبكة الخلوية، الأمر الذي سيكون ممكناً في المستقبل القريب. إن التقنيات السالفة مثل GSM تقدم خدمات تبادل المعطيات مع نقل الإشارات الكلامية لكنها تكون مرتبطة بعقبات وعوائق، كاستهلاك الكثير للوقت وانخفاض معدل نقل البيانات، ويرجع السبب الرئيس لهذه العقبات، في كون أنظمة الاتصالات الحالية اللاسلكية تعتمد تقنية التبديل بالدارات، وفي هذه التقنية يتم حجز قناة الاتصال بكاملها لمستخدم واحد، في حين لا يتطلب نقل المعطيات في الشبكة التي تعتمد تقنية التبديل بالترزم للإرسال الراديوي حجز قناة الاتصال كاملة طيلة فترة الاتصال (حجز ديناميكي). مما يتيح لأكثر من مستخدم استعمال القناة الفيزيائية نفسها وتحسين معدلات نقل المعطيات.

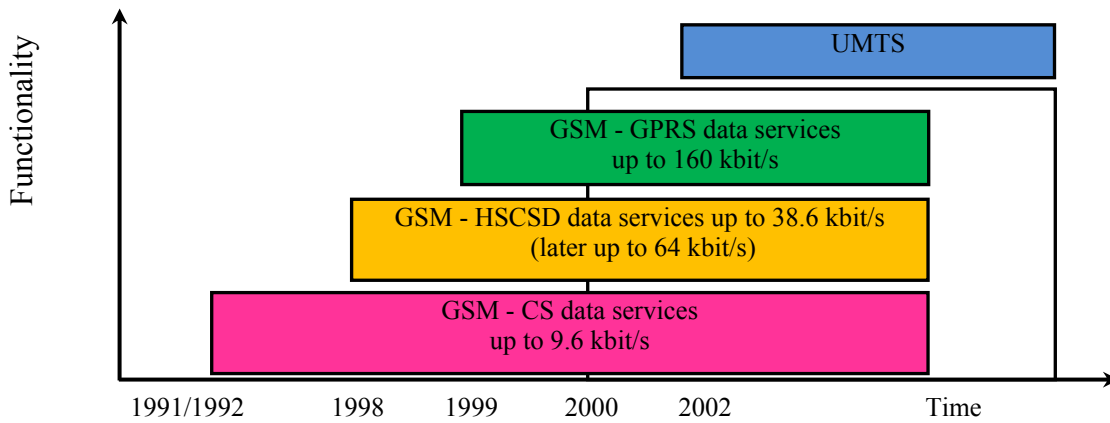
استمرت مقاييس الاتصالات الرقمية اللاسلكية بالتطور وذلك بهدف زيادة كل من السعة "Capacity"، والتغطية "Coverage"، والجودة "Quality" ومعدل نقل البيانات حيث أن سلسلة من التحسينات والتطويرات على نظام GSM ما زالت تتقدم بهدف تحسين مهام ووظائف شبكة GSM وبشكل خاص في تحسين معدل نقل البيانات.

يوضح لنا الشكل (٥- ١) مراحل تطور خدمات نقل البيانات لنظام GSM حيث أن أول مراحل هذا التطوير تتمثل في تقنية السرعة العالية لدوائر تبديل البيانات " High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)" أو يمكن تسويته بتقنية تبديل درات البيانات عالي السرعة، يليها تقنية خدمة الإرسال الراديوي العام المحزم "General packet radio service (GPRS)" والتي تعتمد على نقل البيانات على شكل حزم خلافاً لتقنية "HSCSD" والتي تعتمد على تقنية التبديل بالدارات.

أدت تقنية "GPRS" إلى حرية التنقل الكامل والتغطية لمساحات واسعة لنقل البيانات. بعد تقنية GPRS تم تطوير عملية نقل البيانات باستخدام تقنية معدلات البيانات المحسنة لتطور " Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)" وذلك باستخدام تقنيات تعديل ذات قدرة أعلى على نقل



معدلات أعلى ضمن عرض القناة الثابت. وآخر هذه التطورات تمثلت في نظام الجيل الثالث والذي أطلق عليه النظام العالمي للاتصالات المتنقلة "Universal Mobile Telecommunication system (UMTS)" والذي يحوي جميع خدمات الجيلين الأول والثالث والذي ساعد على زيادة هائلة في معدلات نقل البيانات وتوفير خدمات جديدة مثل الهاتف المتلفز وغيرها.



شكل (٥- ١) تطورات خدمات نقل البيانات

٥- ٢ تقنيات التبديل

يقسم النظام الهاتفي من وجهة النظر الفنية إلى قسمين: القسم الخارجي وهو مؤلف من حلقات الاتصال المحلية ومراكز الاتصال البعيد والقسم الداخلي مؤلف من مركز التبديل، وسنتحدث عن القسم الخارجي بالتفصيل لاحقاً وسنتناول الآن القسم الداخلي. ثمة تقنيتان مختلفتان للتحويل "Switching" تستخدمان في النظام الهاتفي وهما التبديل بالرمز أو بالحزم "Packet Switching" والتبديل بالدارات "Circuit Switching".

تختلف تقنية التحويل بالرمز عن التحويل بالدارات في عدة أمور، يتلخص الاختلاف الأساسي في أن تقنية التحويل بالدارات تقوم سلفاً بحجز عرض الحزمة اللازمة للإرسال (حيز زمني واحد Time Slot) وبشكل ثابت طوال فترة الاتصال، بينما تحجز الأخرى العرض اللازم وتحرره لتعاود حجزه كلما أرادت إرسال رزمة وهذا يدعى بالحجز الديناميكي، وبالتالي فإن المجال غير المستخدم على عرض الحزمة المستخدمة في التحويل بالدارات هو مجال ضائع، بينما يمكن استخدامه في التبديل بالرمز لإرسال رزم



من مصادر أخرى غير المصدر الذي يستعمل عرض الحزمة حالياً؛ لأنه في هذه الحالة فإن الدارة المحجوزة لا تكون مخصصة للمرسل وحده فقط. على كل فإن هذه الخاصية في التحويل بالرزوم قد تسبب حالات من تكدر البيانات على الخرج مما يتسبب بفقد بعض الرزوم القادمة. وعلى عكس تقنية التبديل بالدارات، عند استخدام التبديل بالرزوم يقوم الموجه بعملية تحويل للترميز والسرعة كما يمكن أن يقوم بعملية تصحيح الأخطاء في معظم الحالات. الاختلاف الأخير بين هاتين التقنيتين هو محددات القدرة على معدل النقل العالي، ففي حالة التحويل بالرزوم تكون هذه المحددات هي عدد الرزوم المنقولة وزمن الوصل، ولا يهم طول خط النقل عادة إلا في حالة المسافات الطويلة كالاتصالات الدولية. بينما تعتمد هذه المحددات في تقنية التبديل بالدارات على المسافة والزمن فقط بغض النظر عن كمية المعطيات المحمولة والجدول الآتي

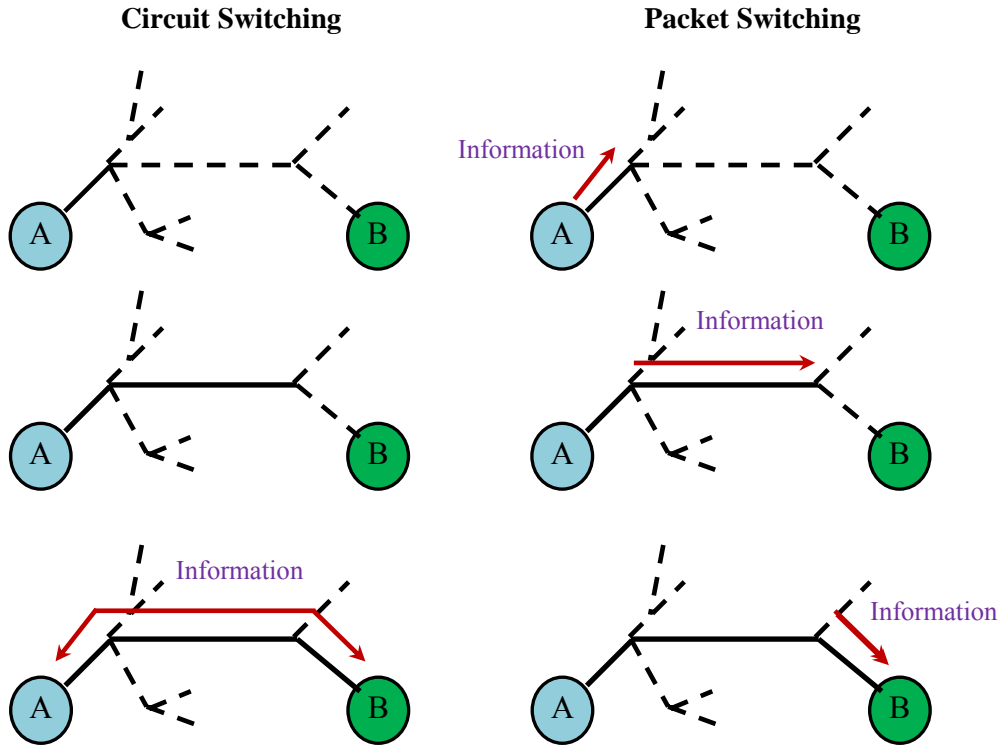
الفرقات.

الجدول (٥- ١)
شبكات التبديل
بالدارات

المحدد	التبديل بالدارات	التبديل بالرزوم
ممر فيزيائي مخصص	نعم	لا
عرض الحزمة المتاحة	ثابت	متغير
ضيق كبير في عرض الحزمة	نعم	لا
النقل بتقنية خزن ثم أرسل	لا	نعم
كل الرزوم تتبع نفس الطريق	نعم	لا
إرساء المكالمات	ضروري	غير لازم
يمكن أن يحصل الازدحام	في وقت الإرساء	عند كل رزمة
مقاييس الحمل	بالدقيقة	الرزمة

يلخص هذه
مقارنة بين
الرزوم و التبديل

يبين الشكل (٥- ٢) التالي طريقة وتقنية كل من التبديل بالحزم والتبديل بالدارات.



شكل (٥- ٢) يوضح نقل البيانات بتقنيتي التبديل بالحزم والتبديل بالدارات

٥- ٣ الاتصال بتبديل الدارات Circuit Switched Communication

في هذه التقنية يقوم النظام بإنشاء الاتصال اللاسلكي وذلك بتعيين قناة ترددية واحدة للمحطة المتنقلة عندما يتم إرسال بيانات عبر الشبكة. حينما يتم إرسال كمية بيانات قليلة يتم إشغال القناة الترددية من قبل المحطة المتنقلة أثناء الاتصال. وبالتالي على المستخدم الدفع مقابل هذه الخدمة بناءً على زمن الاتصال الكامل بغض النظر عن الكمية في إرسال البيانات أو تمام الإرسال أثناء حجز القناة أم لا.

تتناسب تقنية تبديل الدارات مع حركة البيانات "Data Traffic" عندما يتم استخدام تطبيقات في إحدى أو كلا الحالتين التاليتين:

- نقل البيانات ذات عرض الحزمة الثابت.
- عندما تكون البيانات حساسة للتأخير الزمني في عملية الاتصال.



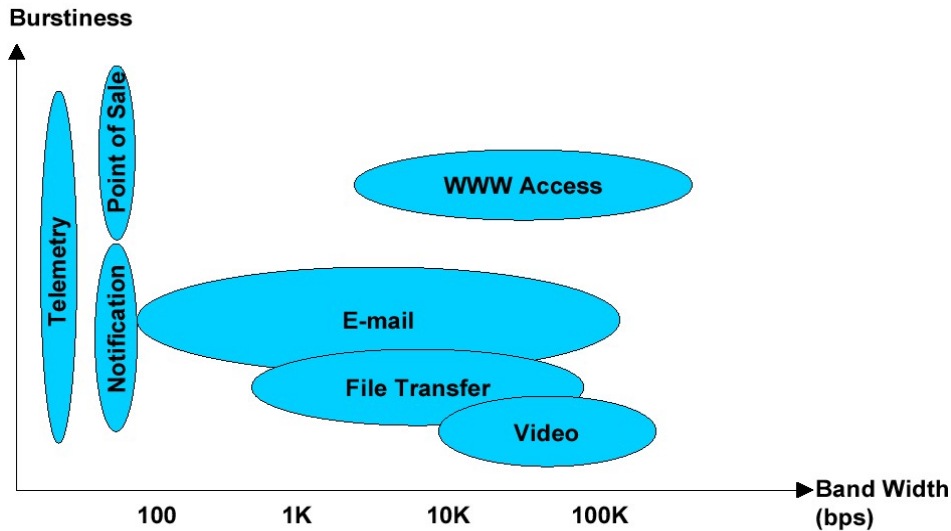
وكمثال على تقنية التبديل بالدارات، المؤتمرات المصورة والتي تكون حساسة لأي تأخير في الاتصال، والإعلام الذي يتميز بثبات عرض النطاق له. يوضح الشكل (٥ - ٣) أمثلة على مساحات الحزمة وتطبيقاتها.

٥- ٤ الاتصال بتبديل الحزم أو الرزم Packet Switched Communication

في تقنية تبديل الحزم تعمل الشبكة على إرسال حزمة البيانات عند الحاجة وبذلك يمكن أن تتشارك أكثر من محطة متنقلة في القناة الترددية الواحدة بشكل متزامن. بالإضافة إلى أن المحطة المتنقلة الواحدة يمكنها أن تستخدم من حيز زمني واحد إلى ثمانية حيزات بوقت واحد. عندما تقوم المحطة المتنقلة بالتهيئة لإرسال حزمة بيانات تقوم الشبكة على توجيه هذه الحزمة إلى العنوان المخصص على أول قناة ترددية فارغة. وبما أن البيانات عبارة عن رشقات من البيانات فإن استخدام القنوات الترددية يكون بشكل فعال حيث أن عنوان البيانات يتم تضمينه بكل حزمة ليسهل توجيهها إلى العنوان المخصص.

تناسب تقنية التبديل بالحزم مع حركة إرسال البيانات في الحالتين التاليتين:

- إرسال البيانات بشكل رشقات "Bursts" مثل "e-mail".
- البيانات المرسله حساسة للخطأ مثل "Telemetry Applications".



شكل (٥ - ٣) يوضح التطبيقات على تقنيتي التبديل (الدارات والحزم)



٥- ٥ تطبيقات تقنية تبديل الحزم أو الرزم Packet Switched applications

تهدف تقنيات نقل البيانات إلى دعم المستخدمين الطرفين وتقديم خدمات الانترنت باستخدام المحطات المتنقلة كأداة ربط. كما يمكن تقسيم التطبيقات المستخدمة بتقنيات تبديل الحزم إلى قسمين هما:

٥- ٥- ١ التطبيقات الأفقية Horizontal Applications

وهي التطبيقات المهيئة لربط الاتصالات من شخص إلى شخص "Person – to – Person". ومن أمثلتها:

١. تطبيقات البريد الإلكتروني "E-mail".
٢. خدمة المتصفحات "World Wide Web (WWW) Browsers".
٣. دردشات الانترنت "Internet Chats".
٤. نقل الملفات باستخدام بروتوكولات نقل الملفات "File Transfer Protocol (FTP)".
٥. نقاط البيع التي تستخدم قارئ بطاقات الإتمان "Credit Card Readers".
٦. الرسائل القصيرة "Two- way Messaging".

٥- ٥- ٢ التطبيقات العمودية Vertical applications

وهي التطبيقات المهيئة لمتطلبات اتصالات البيانات المتعلقة بالشركات. ومن الأمثلة عليها:

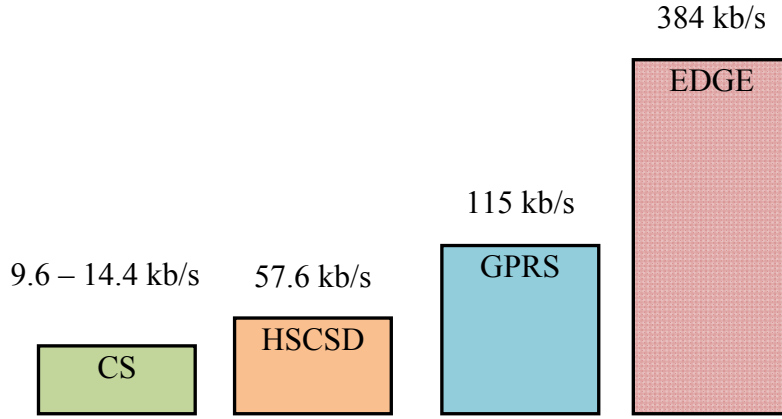
١. حقول المبيعات "Field Sales".
٢. تطبيقات البنوك.
٣. تطبيقات المسافات الطويلة مثل آلات البيع.
٤. تحسين خدمات التوزيع.

٥- ٥- ٦ تطور نظام GSM

نظراً للاستخدام الهائل للانترنت والاتصالات اللاسلكية، فقد تم تطوير تقنيات جديدة تمكن من استخدام الانترنت بواسطة الطرفيات اللاسلكية (المحطات المتنقلة). فقد كانت خدمة نقل البيانات في الجيل الثاني للاتصالات المتنقلة والتي تمثلت بنظام GSM مقتصرة على الرسائل القصيرة SMS بمعدل نقل 9.6 kbit/s . ومع تزايد الطلب على نقل البيانات ومتطلبات الربط على الشبكة العنكبوتية



(الإنترنت) فقد تطلب ذلك تقنيات جديدة لتمكين المشغلين من تقديم هذه الخدمات. وهذا ما أدى إلى ظهور تطورات على نظام GSM كما يوضح الشكل (٥ - ٤).



شكل (٥ - ٤) يوضح تطورات نظام GSM

٥ - ٦ - ١ تقنية السرعة العالية لدوائر تبديل البيانات HSCSD

وتعتبر هذه التقنية الخطوة الأولى في تحديث وتطوير نظام GSM للوصول إلى سرعات نقل بيانات أعلى عن ما هي عليه في نظام GSM باستخدام تقنية التبديل بالدارات "CS" على شبكة GSM. وهي تعتمد على استخدام عدد من قنوات الحركة "TCH" والتي تتمثل بطلب المحطة المتنقلة من الشبكة بحجز من حيز زمني إلى أربعة حيزات زمنية للمستخدم الواحد وبوقت واحد مما يسمح بمعدلات نقل للبيانات أعلى تصل إلى 57.6 kbit/s ولا يشترط أن تكون عملية حجز الحيزات الزمنية بنفس الطريقة في الاتجاهين. قد يكون عدد الحيزات الزمنية المحجوزة في الوصلة العليا "Up-Link" أقل منها في الوصلة السفلى "Down-Link" لأن المشترك غالباً ما يقوم بعملية تنزيل الملفات "Download" أكثر من التحميل "Upload". إلا أن المشكلة التي كانت تواجه المستخدمين هي أن المحطات المتنقلة لم تكن تدعم هذه التقنية لذا كانت مقتصرة على الحواسيب المتنقلة بربطها بوحدة بيانات "Notebooks with Data Card". لم يكن هنالك حاجة لدعم وتحديث المعدات في الشبكة لدعم تقنية "HSCSD" عدا ضرورة تطوير البرمجيات الخاصة بنقل البيانات.

بشكل نظري يمكن للمحطة المتنقلة استخدام جميع الحيزات الزمنية المتاحة "8TS" في إطار "TDMA" الواحد للوصول إلى معدل نقل البيانات للمشارك على الوصلة الهوائية "Air Interface User"



"Rate (AIUR)" ، على سبيل المثال استخدام قنوات الحركة الثمانية 8TCH/F14.4 بمعدل نقل للبيانات 14.4 kbit/s يسمح بنقل للبيانات بمعدل 115.2 kbit/s. إن المشكلة الرئيسية هنا هي أن المحطة المتنقلة تحتاج للإرسال والاستقبال معاً وهذا غير مدعوم في نظام GSM حيث أن الوصلتين السفلى والعليا بينهما إزاحة زمنية مقدارها ثلاثة حيزات زمنية. لذلك فإن مواصفات AIUR قادرة على حمل معدل نقل للبيانات يصل إلى 57.6 kbit/s مزدوج مستخدماً 4TS للوصلة العليا 4TS للوصلة السفلى. الجدول (٦ - ٢) يوضح معدلات نقل البيانات باستخدام حيزات زمنية (قنوات حركة) مختلفة.

جدول (٥ - ٢) أختلاف معدلات نقل البيانات مع اختلاف عدد TS باستخدام تقنية HSCSD

AIUR	TCH / F4.8	TCH / F9.6	TCH / F14.4
4.8 kbit/s	1	-	-
9.6 kbit/s	2	1	-
14.4 kbit/s	3	-	1
19.2 kbit/s	4	2	-
28.8 kbit/s	-	3	2
38.4 kbit/s	-	4	-
43.2 kbit/s	-	-	3
57.6 kbit/s	-	-	4

على الرغم من التحسن الذي أوصلتنا إليه تقنية "HSCSD" في نقل البيانات عبر نظام GSM باستخدام تبديل اللدوائر "CS" إلا أن لهذه التقنية مساوئ أهمها:

١. استخدام آلية الربط لنظام GSM وهذه الآلية ليست فعالة بشكل كبير في حركة البيانات باستخدام الحواسيب والتي تستخدم آلية حزم البيانات.
٢. الحاجة إلى حجز كامل قنوات الحركة "TCH" الثمانية أثناء تحميل ملف ذو حجم كبير من الأنترنت وغالباً ما تبقى هذه القنوات مشغولة بدون استخدام أثناء تصفح الأنترنت.
٣. تأثر قنوات الحركة "TCH" مباشرة بتكلفة الخدمة حيث تكون التكلفة على كامل فترة الحجز وكذلك لا يمكن لأي مشترك آخر أن يستخدم هذه القنوات أثناء استخدامها من قبل مشترك تم حجز القنوات له حتى لو لم تكن القنوات مشغولة في نقل البيانات.



٥ - ٦ - ٢ تقنية خدمة الإرسال الراديوي العام المحزم GPRS

الخطوة الثانية لتوفير خدمات نقل البيانات بشكل أكبر وأفضل كانت في تقنية خدمة الإرسال الراديوي العام المحزم أو بالحزم والذي أطلق عليه مسمى "GPRS". فقد احتاجت عملية زيادة معدلات نقل البيانات إلى عرض نطاق أكبر وهذا ما حدث في تقنية "HSCSD" باستخدام عدد أكبر من الحيزات الزمنية إلا أن هذا يؤدي إلى إهدار في المصادر الراديوية وعدم استغلالها بشكل فعال. ولهذا ظهرت تقنية التبديل بالرمز أو الحزم لتوفير خدمات نقل البيانات بشكل أسرع وفعال وبأسعار أرخص للدخول إلى شبكة الإنترنت. وبهذا أصبح من الضروري تزويد شبكة نظام GSM بمعدات توفر خدمة التبديل بالحزم. عرفت تقنية "GPRS" أيضاً بالجيل ٢,٥ (2.5G). تراوح معدل نقل البيانات هنا ما بين 115kbit/s إلى 117kbit/s بمتوسط 56kbit/s.

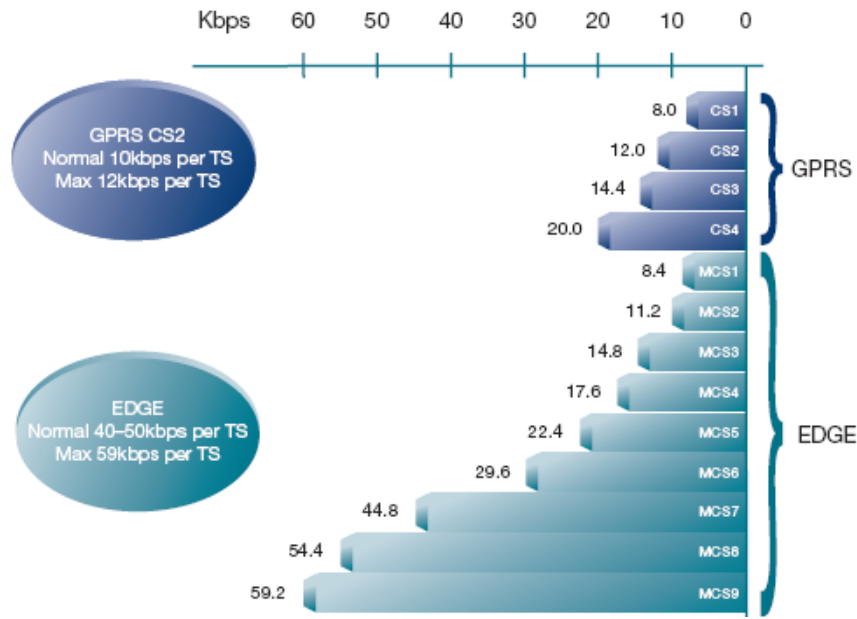
٥ - ٦ - ٣ تقنية معدلات البيانات المحسنة لتطور GSM (EDGE)

أما الخطوة الثالثة في تحسين معدلات نقل البيانات فهي تقنية "EDGE" حيث أضيفت هذه التقنية إلى تقنية "GPRS" وسميت تقنية خدمة الإرسال الراديوي العام المحزم المحسن "EGPRS (Enhanced GPRS)" والتي ساعدت على زيادة سرعة معدلات نقل البيانات تصل إلى 384kbit/s. ساعدت تقنية "EDGE" في تحسين معدلات نقل البيانات وذلك باستخدامها لتقنيات تعديل مختلفة عن تقنية التعديل المستخدمة في نظام GSM محسنةً بذلك استخدام عرض النطاق للقناة. وتعتبر تقنية "EDGE" الخطوة الكبرى في الطريق إلى الجيل الثالث.

بني نظام "EDGE" استناداً على التحسينات التي ظهرت مع نظام "GPRS" وتقنية "HSCSD" واستخدمت فيه تقنية التعديل الرقمية التي تعتمد على التعديل "8 PSK" بدلاً من التعديل "GMSK" المستخدم في أنظمة GSM والتي ساعدت بشكل كبير في إمكانية نقل بيانات أكبر في نفس النطاق الترددي للقناة 200 kHz. وكذلك استخدم النظام تقنيات تشفير مختلفة عن نظام "GPRS" ونظام GSM. الشكل (٥ - ٥) يبين لنا الفرق في معدلات نقل البيانات بين "GPRS" و "EDGE". تم بناء نظام "EDGE" وذلك بإضافة وحدة اتصال مهيئة للعمل بهذا النظام تسمى "EDGE Transceiver Unit" إلى كل خلية بالإضافة إلى تحديث البرمجيات الخاصة بكل محطة قاعدية. كذلك استخدم نظام EDGE تسعة طرق تشفير إضافةً إلى طرق التعديل "Modulation and Coding Schemes (MCS)" ساعدت في



إمكانية نقل للبيانات بمعدل يصل إلى 60 kbit/s ضمن الحيز الزمني الواحد حيث يتم تحديد استخدام إحدى طرق التشفير بناءً على التقارير الخاصة بمعدلات الخطأ BER في كلا الوصلتين العليا والسفلى "Up & Down Link" ومن كلا الطرفين المحطة القاعدية للاتصال "BTS" والمحطة المتنقلة "MS". الجدول (٥ - ٣) يبين معدلات نقل البيانات لطرق التشفير التسعة مع طريقتي التعديل GMSK و 8PSK.



شكل (٥ - ٥) معدلات نقل البيانات لكل من GPRS و EDGE بتقنيات تعديل وتشفير مختلفة

جدول (٥ - ٣) يبين معدلات نقل البيانات لطرق التشفير التسعة

Modulation and Coding Scheme	Modulatin Technique	Bit Rate (kbit/s) / TS	Coding Rate (bits)
MCS-1	GMSK	8.8	53
MCS-2	GMSK	11.2	66
MCS-3	GMSK	14.8	85
MCS-4	GMSK	17.6	100
MCS-5	8 PSK	22.4	37
MCS-6	8 PSK	29.6	49
MCS-7	8 PSK	44.8	76
MCS-8	8 PSK	54.4	92
MCS-9	8 PSK	59.2	100



٥ - ٦ - ٤ الجيل الثالث 3G

أحد مزايا خدمات وتطبيقات الجيل الثالث هي المقدرة على إيصال خدمات متعددة بشكل متوازٍ ولكل مستخدم أو معدات طرفية. وهذا يعني مقدرة المستخدمين من إجراء الاتصالات الصوتية بالتوازي مع الدخول إلى خدمات الانترنت للحصول على معلومات مهمة أو المشاركة بمكالمات المؤتمرات " Video Conferences" وبنفس الوقت إرسال واستقبال خدمات البريد الإلكتروني بالإضافة إلى الرسائل المتعددة الوسائط.

إن المفهوم العام لنظام الجيل الثالث هو توحيد مسمى أو مفهوم نظام الاتصالات الدولية المتنقلة "IMT-2000"، والذي تمت إعادة تسميته بالنظام العالمي للاتصالات المتنقلة "UMTS" والذي من أهدافه الوصول بمعدلات نقل بيانات تصل إلى 384kbit/s بالمناطق الواسعة والتنقلية العالية وإلى 2Mbits/s في المناطق المحلية الصغيرة وسرعة التنقل المنخفضة. وللوصول ودعم مثل هذه المعدلات في نقل البيانات تم استخدام تقنيات راديوية جديدة تمثلت بتعدد الوصول بالتقسيم التشفيري العريض "WCDMA" واستخدام الطيف الترددي في نطاق 2 GHz. يوفر الجيل الثالث الخدمات التالية:

- المكالمات الصوتية بجودة عالية.
- نقل البيانات بمعدلات وسرعات عالية حتى التصوير.
- البطاقات البريدية بالجمع مع الكاميرا.
- المؤتمرات المتلفزة والمليمتيديا "Multimedia".

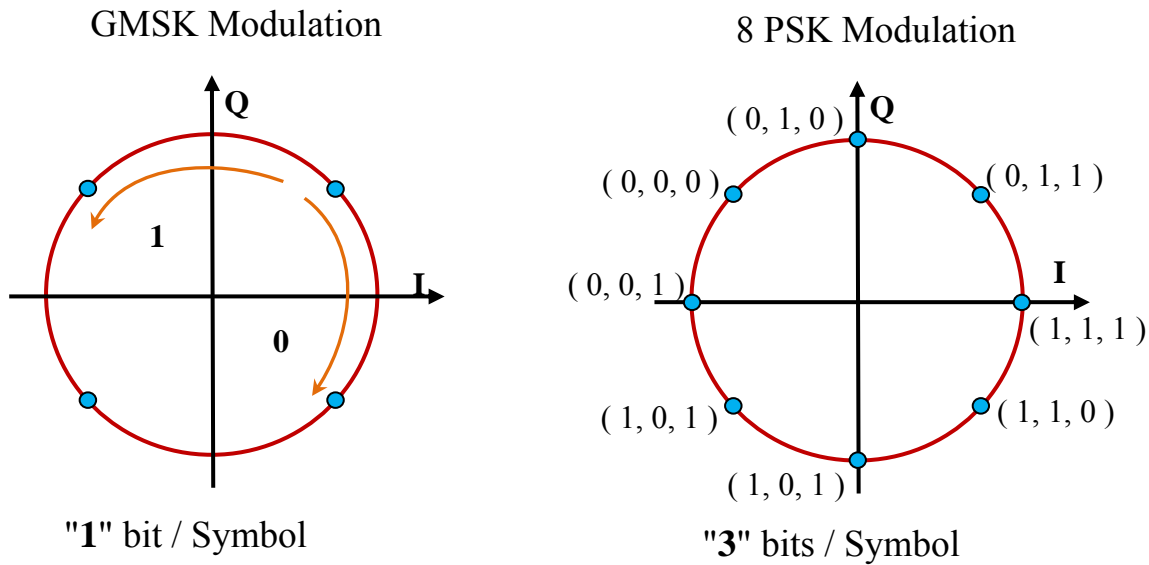
بالإضافة إلى الخدمات المتعددة في المستقبل.

٥ - ٧ تقنيات التعديل الحديثة

من أجل الحصول على معدلات عالية في نقل البيانات لكل حيز زمني فقد تم تطبيق تقنيات تعديل رقمية غير التي استخدمت في نظام GSM (تعديل الإزاحة الدنيا الجاوسي GMSK) والتي اعتمدت على التعديل الرقمي المسمى 8PSK والذي استخدم في تقنية "EDGE". يتميز هذا التعديل في امكانيته على تمثيل كل رمز بثلاث خانات (3 bits /symbol) بدلاً من تمثيل كل رمز بخانة واحدة (1 bits /symbol) كما هو الحال في تعديل "GMSK" وهذا أدى إلى زيادة كبيرة في معدلات نقل البيانات وصلت إلى ثلاثة



أضعاف المعدلات السابقة ضمن الحيز الزمني الواحد "One TS". الشكل (٥ - ٦) يوضح الفرق بين التعديل "GMSK" والتعديل "8PSK". من خلال الشكل نلاحظ أنه في حالة تعديل "GMSK" يتم تشفير حالتين (0,1) باستخدام إشارتين متعامدتين "Orthogonal Signals" في فضاء "I/Q". أما التعديل "8 PSK" فيعمل على أخذ كل ثلاث خانات (3 bits) معاً ويمثلها بشفرة واحدة وإشارة واحدة في فضاء "I/Q" مكوناً بذلك ثمانية شفرات بثمانية إشارات لثمانية حالات كل منها بثلاثة خانات (3 bits).



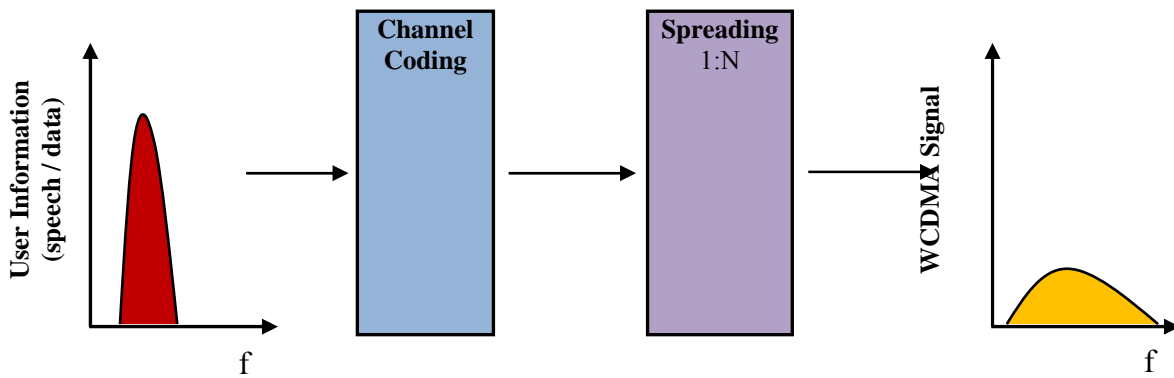
شكل (٥ - ٦) التعديلات الرقمية GMSK و 8PSK

٥ - ٨ تعدد الوصول بالتقسيم التشفيري العريض WCDMA

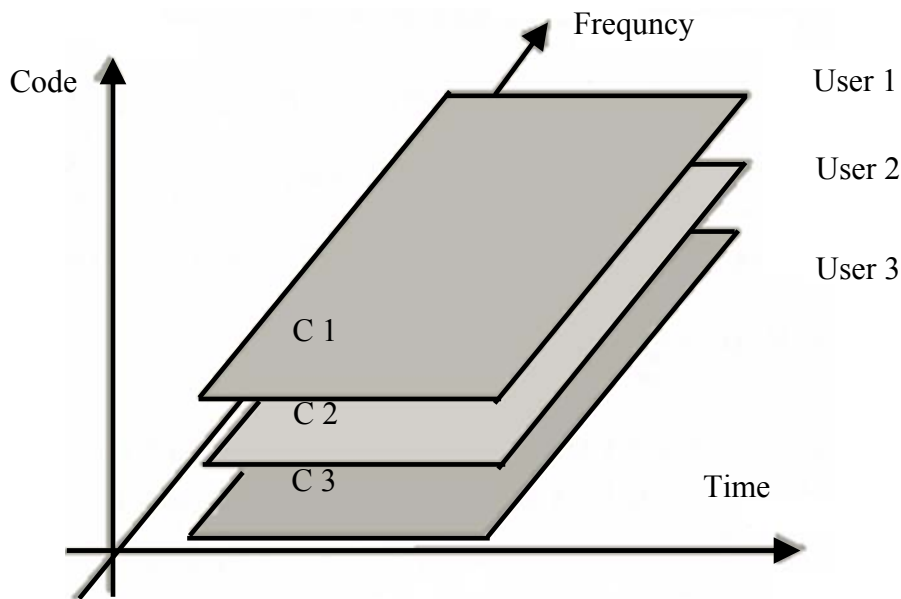
إن المفهوم الأساسي لتقنية "CDMA" هي حمل بيانات عدة محطات متنقلة "MSs" بدون الحاجة إلى تقسيم القناة الترددية إلى حيزات زمنية. وبدلاً من ذلك يمكن لكل "MS" استخدام القناة الترددية بإعطائها مفتاحاً لفك الشفرة الخاصة بها. وهكذا يتم إرسال المعلومات لعدد من "MSs" بنفس الوقت حيث تكون كل "MS" مهينةً وظيفياً لتحليل المعلومات وفك الشفرة فقط للمعلومات المخصصة لها. يتم إرسال الإشارة بحيث يكون مستوى القدرة لها تحت مستوى الضوضاء. تزداد مشكلة التداخل بزيادة عدد المستخدمين لنفس القناة مما يؤدي إلى صعوبة فك التشفير للمحطة الواحدة. ولحل هذه المشكلة تم استخدام عرض نطاق عريض بنفس تقنية "CDMA" وهذا ما سمي "WCDMA".



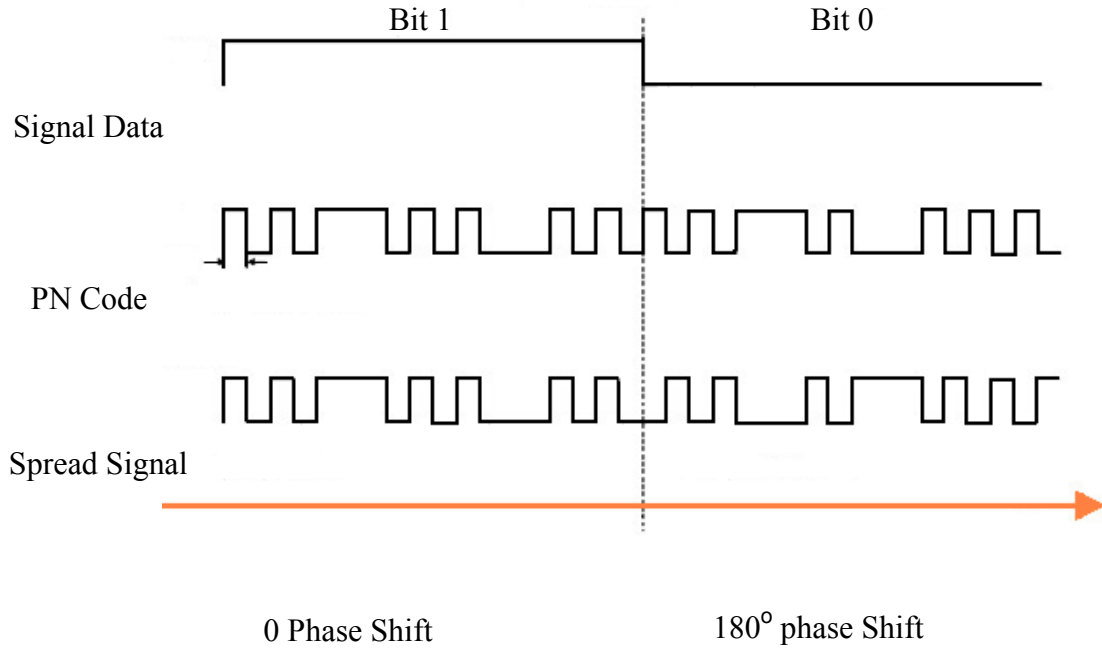
يمثل "WCDMA" الوصلة الهوائية لنظام "UMTS" وقد عملت هذه التقنية على امتداد إشارة المستخدم على نطاق واسع يصل إلى 5 MHz بدلاً من نطاق القناة الواحدة والمتمثل في 200 KkHz في نظام GSM حيث تتم عملية تمديد الإشارة "Signal Spreading" وذلك بضرب إشارة المستخدم بعد تشفيرها بتشفير القناة "Channel Code" بمعامل تمدد معين "Spreading Factor (SF)" يتراوح من 4 إلى 512 منتجاً بذلك سلسلة من عناصر المعلومات والتي تمثل خانة واحدة 1 bit. الشكل (٥ - ٧) يوضح مبدأ تمديد الإشارة.



شكل (٥ - ٧) يوضح مبدأ تمديد النطاق الترددي لإشارة المعلومات بتقنية WCDMA



شكل (٥ - ٧ب) يوضح مفهوم تقنية WCDMA في استخدام النطاق الترددي الكامل



شكل (٥- ٧) يوضح تمثيل كل 1 bit برمز عريض

يستخدم "WCDMA" نطاق ترددي مزدوج بعرض $(2 \times 5 \text{ MHz})$ 5 MHz بحيث قسم النطاق الترددي على كلا الوصلتين السفلى والعليا وذلك بتعيين النطاق الترددي من 1920 – 1980 MHz للوصلة العليا "Up-Link" والنطاق الترددي من 2110 – 2170 MHz للوصلة السفلى "Down-Link".

٥- ٩ نظام GPRS

سوف نتحدث في هذا الجزء عن تقنية "GPRS" بشيء من التفصيل كما يلي:

٥- ٩- ١ مميزات النظام

يعتبر نظام "GPRS" خدمة إضافية إلى نظام GSM والتي تدعم المستخدمين الطرفين الذين يرغبون بالدخول إلى الانترنت أو إلى الشبكة المحلية الخاصة بشركتهم. من مميزات هذا النظام ما يلي:

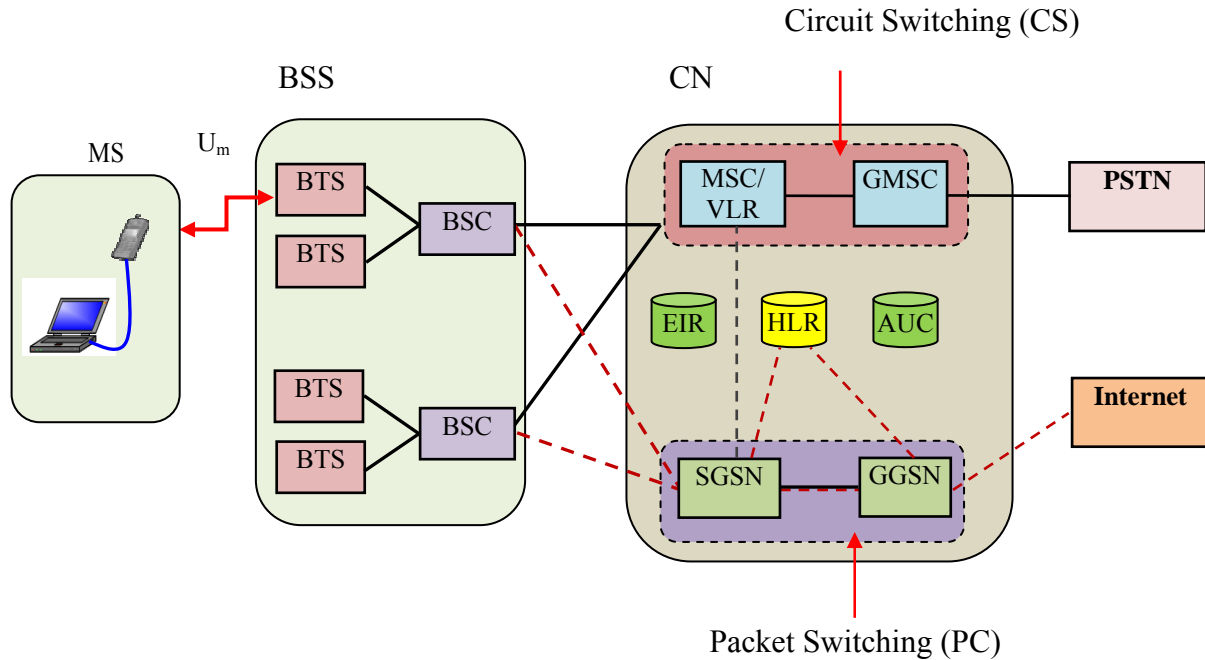
١. يسمح للمشارك المتنقل "MS" بالوصول إلى الشبكة العالمية (الانترنت) أو المحلية "LAN".



٢. يعتمد على بروتوكول الانترنت "IP" وإرسال المعلومات بين نهايتين طرفيتين عبر الهواء بشكل حزم معلومات بينما نظام GSM يتم الإرسال بشكل دائم.
٣. "GPRS" هو امتداد لنظام GSM مع بعض الإضافات بشكل خاص بالنسبة إلى الشبكة وبالتالي يمكن استعمال كلا النظامين CS و PS لإرسال المعلومات دون التداخل ما بين المعلومات المرسله.
٤. في نظام "GPRS" قناة ترددية واحدة مشتركة ما بين عدة نهايات طرفية MS ولا يوجد قنوات مخصصة لمحطات مخصصة.
٥. عندما تقوم MS بتوليد حزمة معلومات تقوم الشبكة بتوجيه هذه الحزمة إلى عنوانها على القناة الشاغرة، والمحطة يمكن أن تستعمل حتى ثمانية حيزات زمنية في آن واحد.
٦. الرسائل الكبيرة تجزء إلى عدة حزم وعندما تصل إلى عنوانها تجمع مرة ثانية لتشكّل الرسالة الأصلية في مسجلات معلومات "Data Buffer".

٥- ٩- ٢ نظرة عامة على نظام GPRS

يوضح الشكل (٥- ٨) مكونات وأجزاء نظام GPRS



شكل (٥- ٨) يوضح مكونات وأجزاء نظام GPRS



لدعم عمليات نقل البيانات وتقنية التبديل بالحزم فقد تم إضافة مكونات جديدة لمكونات نظام GSM وكذلك تم تطوير الأجزاء الأخرى للنظام بحيث يدعم هذه الخدمة وسوف نتحدث عن هذا بشكلٍ مختصر كما يلي:

• عقدة دعم نظام GPRS ويرمز لها (Serving GPRS Support Node (SGSN))

وهي العقدة الأساسية في النظام وهي المسؤولة عن توجيه المعلومات المتبادلة بين المحطة المتنقلة "MS" والشبكة حيث يتم تزويدها بالبرامج الخاصة بدعم تبديل الحزم وتقديم الخدمات التالية:

١. التشفير والتوثيق "Cipherring and Authentication".
٢. إدارة الدورة "Session Management".
٣. إدارة الحركة "Mobility Management".
٤. إدارة الربط المنطقي مع المحطة المتنقلة "Logical Link Management".
٥. الوصل والربط مع كلٍ من HLR, MSC, BSC, GGSN والأجزاء الأخرى.
٦. إصدار بيانات الحسابات "Output of Billing Data".

• بوابة العقدة الداعمة للنظام Gateway GPRS Support Node (GGSN)

وهي عقدة أساسية في النظام حيث تعتبر البوابة من وإلى شبكات المعلومات الخارجية فهي حلقة الوصل ما بين شبكة GSM والشبكات الأخرى وبالأخص مزودي خدمات الإنترنت. وتقدم الخدمات التالية:

١. الوصل والربط مع الشبكات الخارجية أي الربط مع شبكات بروتوكولات "IP" الخارجية حيث تتميز بوظيفية الدخول إلى مزودي خدمات الإنترنت "Internet Service Providers".
٢. إدارة دورة "GPRS" وإعداد الاتصال باتجاه الشبكات الخارجية.
٣. ربط ووصل المشترك مع العقدة "SGSN" الصحيحة.
٤. إصدار بيانات حسابية لكل "MS" تتعلق باستعمال الشبكة الخارجية.

• المعدات الطرفية Terminal Equipment (TE)



هو جهاز الكمبيوتر المستعمل في نظام "GPRS" لإرسال واستقبال حزم المعلومات حيث يزود نظام "GPRS" بروتوكول "IP" لوصول الكمبيوتر مع الشبكة الخارجية أو المحلية عن طريق المحطة النقالة حيث تمثل المحطة المتنقلة هنا المودم "Modem" المستخدم في ربط الكمبيوتر في شبكة الاتصالات الأرضية.

• الطرفيات النقالة (MT) Mobile Terminal

تقوم "MT" بالاتصال مع جهاز الكمبيوتر "TE"، وعبر الهواء أي الوصلة الراديوية يتصل بالمحطة القاعدية للاتصال "BTS" حيث تزود المحطة القاعدية ببرنامج خدمات "GPRS" للوصول إليها من خلال اتصاله مع بوابة العقدة الداعمة للنظام "SGSN".

• المحطة النقالة MS

يمكن أن تعمل المحطة المتنقلة في نظام "GPRS" بثلاثة أنظمة:

١. النظام A حيث يسمح للمحطة المتنقلة بالعمل بكل النظامين "PS" و "CS" في نفس الوقت.
٢. النظام B حيث يسمح للمحطة المتنقلة بالعمل بكل النظامين "PS" و "CS" ولكن ليس في نفس الوقت. ومع ذلك عندما تعمل المحطة المتنقلة بنظام "PS" يمكن أن تستلم صفحة بنظام "CS" حيث تعلق المحطة المتنقلة الاتصال "PS" ثم تعود إليه بعد استلام الصفحة.
٣. النظام C حيث يسمح للمحطة المتنقلة بالعمل بنظام واحد فقط.

• نظام المحطات القاعدية BSS

حيث يتألف من قسمين :

١. مركز التحكم بالمحطات القاعدية "BSC" حيث يزود بجميع وظائف الإرسال والاستقبال، ويصل معلومات التبديل الدارات "CS" إلى مركز تبديل خدمات المتنقل "MSC/VLR" ومعلومات التبديل بالحزم "PS" إلى بوابة العقدة الداعمة للنظام "SGSN" ويحتوي على بروتوكول GSM .
٢. المحطة القاعدية للاتصال "BTS" حيث تزود ببرنامج خاص بنظام "GPRS".



• مسجل الموقع المحلي HLR

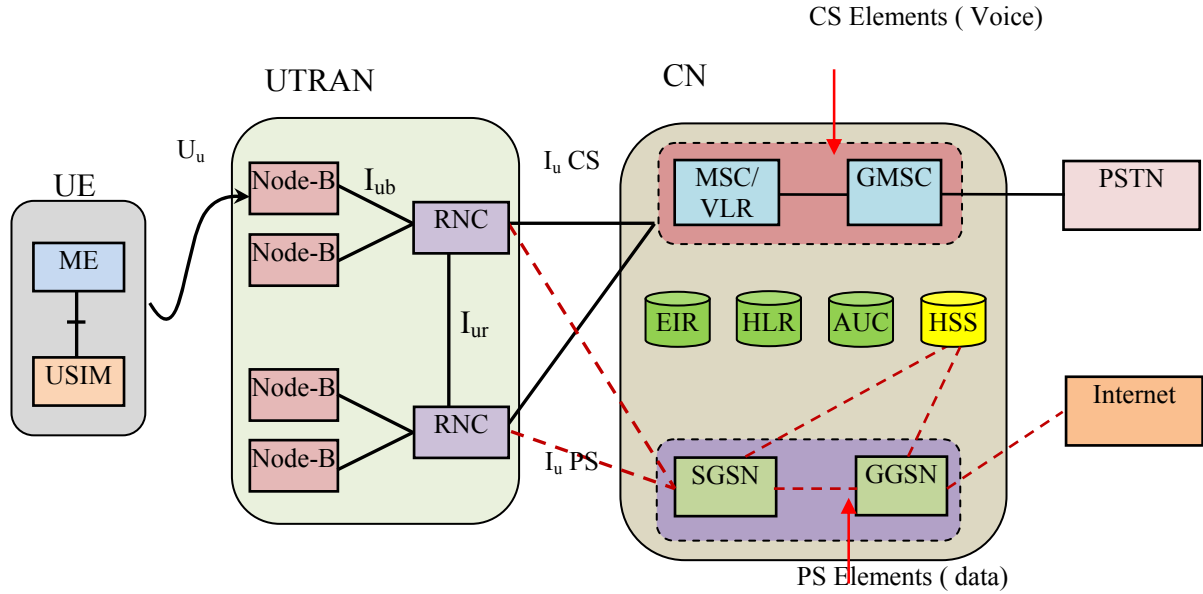
بالإضافة إلى بيانات المشتركين في خدمة GSM يزود مسجل الموقع المحلي "HLR" ببيانات المشتركين لخدمة نظام "GPRS".

• مسجل موقع الزائر VLR

هو قاعدة بيانات لجميع المحطات المتنقلة التي تقع ضمن منطقة الخدمة المحلية لكلا النظامين "GSM/GPRS" ويحتوي على الخدمات المنسوبة للمشاركين لتقديمها إلى القسمين مركز تبديل خدمات المتنقل "MSC" أو بوابة العقدة الداعمة للنظام "SGSN" أثناء اتصال المشتركين حيث يتألف "GPRS/VLR" من برنامج موجود في نظام العقدة "SGSN".

٥- ١٠ هيكلية شبكة نظام الجيل الثالث UMTS

لقد كانت الخطوة الأخيرة في تطوير أنظمة الاتصالات المتنقلة في إيجاد واستحداث شبكة الوصول الراديوي لنظام "GERAN (GSM / EDGE Radio Access Network)" والتي أعيد تسميتها بشبكة الوصول الراديوي الأرضية لنظام "UMTS" والتي يشار إليها بالاختصار "UMTS Terrestrial RADIO Access Network (UTRAN)" والذي سمح في ربط شبكة "GERAN" إلى قلب شبكة "UMTS". يوضح الشكل (٥- ١٠) هيكلية وعناصر شبكة نظام الجيل الثالث "UMTS" وسوف نتحدث عنها بشكلٍ مختصر. تقسم شبكة نظام "UMTS" إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي قسم معدات المستخدم "User Equipments (UE)"، وقسم شبكة الوصول الراديوي الأرضية للنظام "UTRAN"، وقلب الشبكة "Core Network (CN)".



شكل (٥- ١٠) يوضح هيكل نظام UMTS

أولاً: معدات المستخدم (UE) User Equipments

وهي عبارة عن المعدات المتنقلة "ME" وبطاقة المستخدم الخاصة بالجيل الثالث "USIM" حيث تحتوي على معلومات المشترك إضافةً للمعلومات المتعلقة بخدمات نقل البيانات للجيل الثالث. تعمل معدات المستخدم "UE" على الاتصال بشبكة "UMTS" عبر الوصلة الهوائية "U_u" والتي تستخدم تقنية تعدد الوصول بنظام "WCDMA".

ثانياً: قسم شبكة الوصول الراديوي لنظام UMTS (UTRAN)

ويتكون من جزئين هما:

أ- العقدة B، ويشار إليها أحياناً بالمحطة القاعدية للاتصال "BTS" ومهمتها توفير الوصلة الهوائية بين شبكة "UMTS" ومعدات المستخدم "UE" حيث تقوم بمهام كترشفير القناة والتحزيم التداخلي وتمديد النطاق للإشارة "Spreadin" ويمكننا القول أن العقدة B منطقياً هي المحطة القاعدية للاتصال BTS في نظام GSM مع تحديث للبرمجيات والمعدات.



ب- المتحكم براديو الشبكة " Radio Network Controller (RNC) " وهو مسؤول عن جميع العمليات الراديوية في الخلية والعقدة B حيث يعمل على التحكم بجميع العقد B المتصلة به ويشار إليه أيضاً بوحدة "BSC" وهناك اتصال بينها وبين العقدة B وبينها وبين الوحدات الأخرى من "RNC" لتنظيم عمليات التأشير بين العقد B وكذلك لربط هذه العقد مع وحدات قلب الشبكة CN وتعمل أيضاً على تنفيذ عمليات كما في نظام GSM مثل المناولة "Handover" وإدارة المصادر الراديوية وإدارة الحركة والتشفير والتمويه للبيانات "Data Encryption". وترتبط "RNCs" مع بعضها البعض من أجل تسهيل عمليات المناولة دون الحاجة للاتصال بقلب الشبكة.

ثالثاً: قلب الشبكة (Core Network (CN

وهو القسم المسؤول عن عمليات التحكم بالاتصال وتوجيه الاتصال والخدمات الأخرى المتعلقة بالمستخدم. ويقسم قلب الشبكة إلى قسمين:

أ- قسم عناصر التبديل بالدارات CS Elements

وهي عناصر وأجزاء شبكة نظام GSM الأساسية والتي تعمل بأسلوب التبديل بالدارات مثل "MSC"، و "VLR"، و "GMSC" وجميعها تؤدي مهامها الطبيعية كما في نظام GSM.

ب- قسم عناصر التبديل بالرمز أو الحزم PS Elements

وهي عناصر الشبكة التي تعمل بأسلوب حمل البيانات على شكل حزم وترتكز على عناصر نظام "GPRS" مثل "SGSN"، و "GGSN" مع إضافة عناصر جديدة لتتوافق مع متطلبات الجيل الثالث 3G مثل اسم خادم المشترك المحلي "Home Subscriber Server (HSS)". هنالك من العناصر ما هو مشترك ما بين القسمين مثل "HLR"، و "EIR"، و "AUC".



تدريبات على الوحدة الخامسة

١. ما هو الفرق بين تقنيتي نقل البيانات Packet Switching و Circuit Switching؟
٢. ما هي أهم التطبيقات على تقنية التبدل بالحزم؟
٣. ما هي متطلبات HSCSD لتحسين معدلات نقل البيانات في نظام GSM؟
٤. ما هي الخدمات التي يوفرها الجيل الثالث؟
٥. كيف تعمل تقنية تعديل PSK 8 في زيادة معدل نقل البيانات؟
٦. عدد مهام كل من العقدتين SGSN و GGSN في نظام GPRS
٧. ما الفرق بين أنظمة المحطة المتنقلة في نظام GPRS؟
٨. على ماذا تدل الإختصارات التالية HSCSD ، SGSN ، GGSN ، HSS ، RNC ، WCDMA ؟