

ملخص abstract :

تتألف حلقة البحث من خمسة أقسام رئيسية :

القسم الأول : تمهيد و لمحة تاريخية عن نظم GSM و شبكات الجيل الثاني و أيضاً الـ GPRS و شبكات الجيل الثالث .

القسم الثاني : شرح تكنولوجيا CDMA و تكنولوجيا البعثة الترددية و CDMA2000

القسم الثالث : شرح تكنولوجيا HSPA و HSPA+

القسم الرابع : الانتقال من شبكات الجيل الثاني إلى شبكات الجيل الثالث .

القسم الخامس : معايير شبكات الجيل الثالث .

كان أول ظهور للهاتف المحمول في عام 1964 و عرف حينها بـ MTS و قد اعتبر ظهوره ثورة تقنية

كبيرة في ذلك الوقت و لكنه كان يعاني من الكثير من العيوب أهمها :

1. ضخامة أجهزة الإرسال و الاستقبال التي كانت تحتاج لعربات لحملها
2. استخدمت طريقة غير فعالة في استخدام الأطياف الترددية
3. كانت تستخدم طريقة يدوية لتحويل المكالمات

كانت هذه بداية فكرة الجيل الأول للاتصالات المحمولة ، حيث تجلّى الفرق الرئيسي بين الجيل الأول و MTS باستخدام مفهوم الخلايا في الجيل الأول (و من هنا جاءت تسمية الهاتف الخليوي Cell Phone) و الذي كانت بحد ذاتها ثورة لأنها زادت بصورة كبيرة من استخدام الطيف الترددي .

لكن استخدام الجيل الأول للإشارات التماثلية أدى لظهور الكثير من المشاكل أبرزها :

1. عدم احتوائه على نظام تشفير مما يجعل عملية التحكم بالازدحام صعبة
2. ضعف الأمان مما أدى لسهولة الاختراق لهذه الأنظمة
3. دقة متدنية للمكالمات نتيجة لسهولة حدوث التداخل (بسبب عدم مقدرة النظم التماثلية على التشفير أو تصحيح الأخطاء)

4. عدم الكفاءة في استخدام الترددات و ذلك فيما إذا قارناه مع الأجيال اللاحقة التي تخصص ترددا لكل مستخدم

انتشر هذا النظام في كل من الولايات المتحدة و اليابان و دول أوروبا .

مع تطور التقنية الرقمية و الطلب المتزايد على الهاتف الجوال تم بناء الجيل الثاني من الاتصالات المحمولة في أواخر الثمانينيات و بداية التسعينيات من القرن العشرين حيث تميز هذا الجيل بتقديم خدمات عالية الجودة و بتكلفة منخفضة ، كما أن سعة هذا النظام تعادل أضعاف سعة النظام التماثلي .

أشهر شبكات الجيل الثاني

- 1 - GSM : بدأ هذا النظام بالعمل عام 1991 و بتردد 900MHZ في أوروبا و اعتمد تقنية TDMA .
- 2 - IS-54 : بدأ هذا النظام بالعمل أواخر 1991 في الولايات المتحدة ثم أطلق عليه DAMPS و كانت يعتمد على تقنيتي TDMA & FDMA .
- 3 - IS-95 : ظهر أيضا في الولايات المتحدة و كان يعتمد على تقنية CDMA .

أهم أهداف الجيل الثاني

- 1- تجوال دولي
- 2- سعة ضخمة
- 3- تقنيات تشفير رقمية
- 4- مقاومة للضوضاء و التداخل
- 5- خدمات محسنة
- 6- استهلاك منخفض للطاقة
- 7- طرفيات ذات أحجام معقولة
- 8- إرسال رقمي متعدد الوصول بتقسيم الزمن

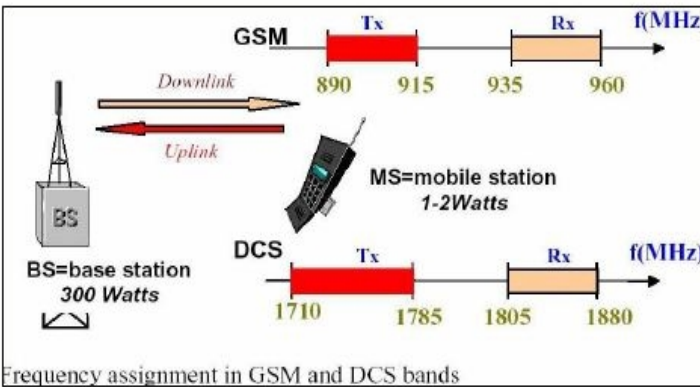
GSM Global System for Mobile communication / النظام العالمي للاتصالات المحمولة

GSM

- تم تدشين أول شبكة من هذا النوع عام 1991 و كانت GSM تدل على Group Special Mobile ثم عام 1992 أصبحت تشير على Global System for Mobile communication و كان ذلك بدواعي تسويقية
- تم وضع هذا النظام من قبل منظمة المواصفات القياسية الأوروبية للاتصالات ETSI و انتشر في كل أنحاء العالم حتى وصل عدد مشتركيه لأكثر من 300 مليون مشترك .
- تطور هذا النظام في عام 1996 إلى نظام DSC الذي لا يختلف كثيرا عند إلا في التردد حيث أن تردد 1800MHz .

مواصفات نظام GSM

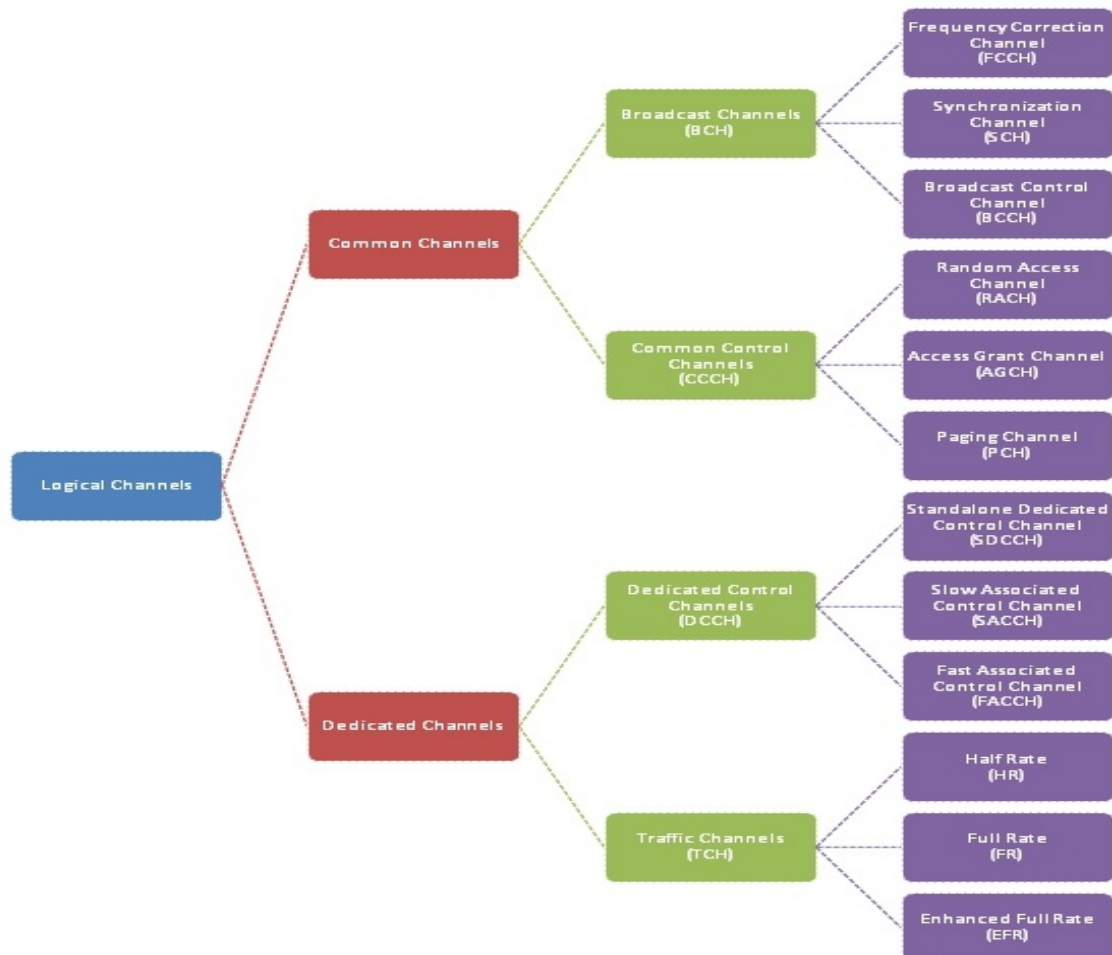
- 1- التردد المستخدم هو 900MHz أو 1800MHz
- 2- تصل السرعة فيه إلى 160Kbps .
- 3- قطر الخلية يصل مداه على 8Km لنظام 900MHz و 30Km لنظام 1800MHz
- 4- تتوزع ترددات الوصلات الصاعدة و الهابطة (Uplink & Downlink) حسب الشكل (1)



شكل 1

المكونات الرئيسية لنظام GSM

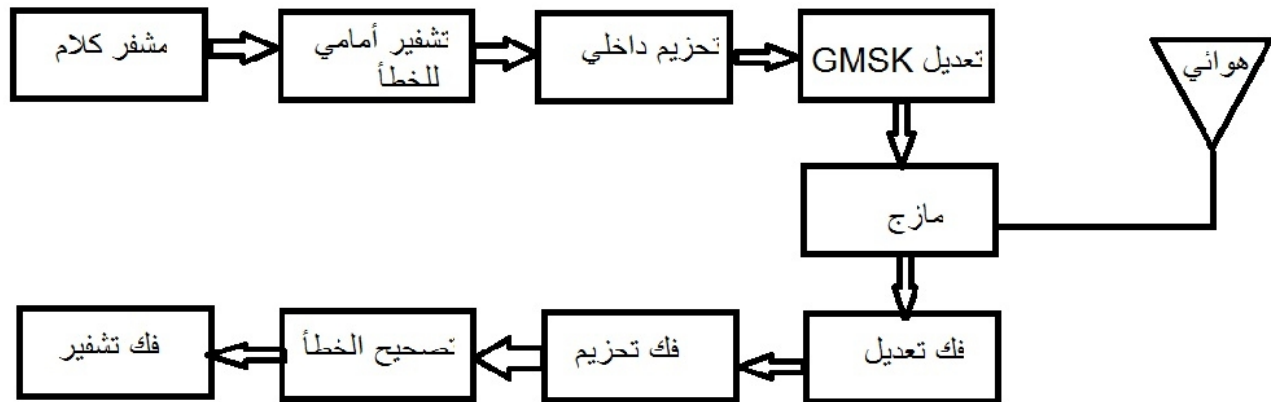
- 1- الهاتف الجوال (MS) .
- 2- المحطة القاعدية (BS) و التي تنقسم لـ :
محطة الإرسال القاعدية BTS
وحدة التحكم في محطات القاعدة BSC
- 3- مركز تبديل للمناقلات MSC
- 4- مسجل الموقع المحلي HLR
- 5- مسجل الموقع الزائر VLR
- 6- مسجل هوية المعدات EIR
- 7- مركز التوثيق AUC
- 8- مركز التشغيل و الصيانة OMC
- 9- القنوات المنطقية LC حسب الشكل (2)



شكل 2

خطوات الارسال في نظام GSM

يوضح الشكل (3) خطوات الارسال و الاستقبال ففي الهاتف المحمول تتم عملية الارسال بتحويل الصوت إلى رسائل معلومات خلال مشفر الصوت ثم يشفر جزء منها في مشفر القناة ثم تتم عملية التحزيم الداخلي ثم عملية التعديل و بعدها تكون الإشارة جاهزة للارسال حيث تمرر عبر مازج و بعدها ترسل عبر الهوائي فيما تتم عملية الاستقبال بشكل معاكس لعملية الارسال بالخطوات نفسها .



شكل 3

أما في المحطة القاعدية فتكون عمليتي الارسال و الاستقبال كما في الهاتف المحمول إلا أن الإشارة تمرر على مركز تحويل المكالمات المتصل بشبكة الهاتف العامة لاتمام عملية الاتصال كما هو موضح في الشكل .

GPRS (2G) system

هدف هذا النظام إلى تحقيق شبكات ذات سرعات نقل عالية تمكن المستخدم من استخدام الصوت و الصورة المباشرة أثناء القيام بالاتصال الخلوي بالإضافة لتوفير خدمات أخرى تفيد المستخدمين و تتطلب سرعة في نقل البيانات تصل إلى 170Kbps مكنت هذا النظام من ارسال البيانات حتى أثناء القيام بالاتصال في نفس الوقت . إن نظام GPRS لا يصنف ضمن أنظمة الجيل الثالث لأنه يعتمد في عمله على شبكة ال GSM من الجيل الثاني و لذلك أسموه 2.5G أي المرحلة الوسيطة بين الجيل الثاني و الجيل الثالث .

كيفية عمل شبكة GPRS

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

مميزات نظام GPRS

1. سرعة نقل البيانات
2. الاتصال الدائم مع الشبكة
3. الاتصال بالشبكة قوي و غير قابل للانقطاع
4. تدعم نطاق واسع من التطبيقات
5. درجة عالية من الأمان

مقدمة في أنظمة الجيل الثالث

تهدف التطورات التي تحملها هواتف الجيل الثالث إلى تحقيق استعمال أسهل و كفاءة أكبر و استغلال أفضل لإمكانيات شبكات الهواتف النقالة من أجل أداء أمثل حيث تشمل التحسينات تطبيقات أفضل للهواتف النقالة و سرعة نقل بيانات أعلى و إمكانيات أفضل في نقل الصوت و ظهور شبكات لتراسل البيانات عبر اتصال يعمل بطريقة Packet Switching كتطور للشبكات التي تعتمد على الاتصال بطريقة Circuit Switching الموجودة في الأجيال السابقة .

أشهر شبكات الجيل الثالث

1. نظام UMTS :

هو اسم معيار أوروبي لخدمات الهاتف المحمول و الذي وضعه الأوروبي لمعايير الاتصالات اللاسلكية و يستخدم تقنية WCDMA - الوصول المتعدد بتقسيم الشيفرة عريضة الحزمة - و هي تقنية تسمح بتلبية الاتصالات السريعة من أجل تطبيقات الوسائط المتعددة ذات الزمن الحقيقي كمؤتمرات الفيديو و غيرها ...

2. نظام CDMA 2000 :

و هي تقنية أطلقت عام 1995 ثم أصبحت واحدة من أشهر تقنيات الاتصال اللاسلكية نمو و في عام

1999 اختار اتحاد الاتصالات اللاسلكية الدولية تقنية CDMA لتكون معيار صناعي للأنظمة اللاسلكية من الجيل الثالث و تستخدم تقنية 1XRTT و قد تم تطوير نظام CDMA 2000 بحيث يستخدم 1XEV-DO التي قد يهتم بها من يحتاجون إلى خدمات اتصال أكبر و أكثر كفاءة و أوسع إمكانيات حيث توفر اتصالات قد تتجاوز سرعتها 2Mbps و ما يفترض أن يكون أفضل من خدمة DSL السلكية و من أهم ما يميز خذخ التقنية التكلفة المنخفضة لمثل هذه الاتصالات حيث تنخفض لتكون أرخص أنواع الاتصالات المعتمدة على حجم البيانات المنقولة .

III. نظام EDGE :

و هي تقنية تعطي أجهزة الهاتف المتوافقة مع نظام GSM إمكانية تشغيل الخدمات المرتبطة بالجيل الثالث من تقنيات الهواتف المحمولة حيث تسمح هذه التقنية بالحصول على سرعة عالية لنقل كميات كبيرة من البيانات (384 Kbps) و تعمل على شبكات GSM الحالية أي تستخدم بنية نظام الاتصال TDMA ذاته مثل الاطارات و القنوات و عرض الحزمة مما يعني أنه لا حاجة لتغيرات جذرية على صعيد البنية التحتية للشبكة .

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

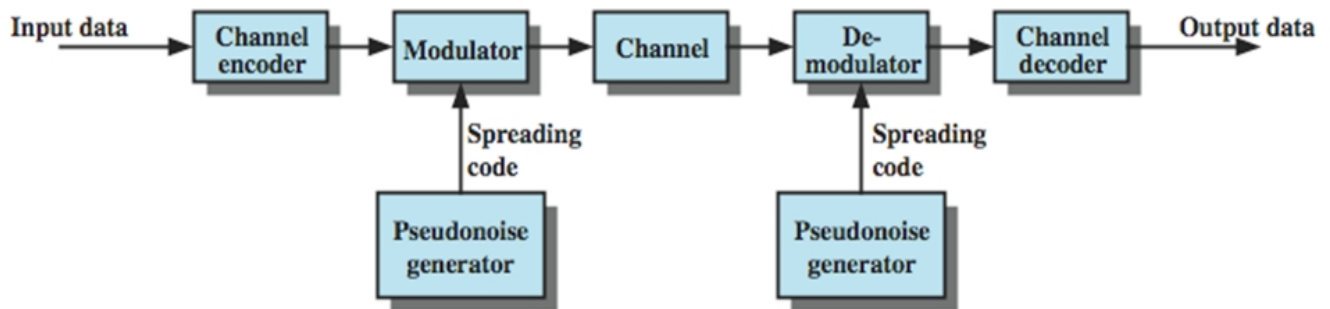
إن تقنية CDMA هي من أهم التقنيات التي اعتمدت عليها شبكات الـ GSM في جيلها الثاني والثالث , ومن أهم الميزات التي وفرتها هذه التقنية هي مقدرتها على تخديم عدد كبير من المستخدمين باستخدام عرض المجال الترددي نفسه حيث أنه أصبح لكل مستخدم رمز أو كود خاص به ومن خلال هذا الكود يكون لهذا المستخدم تردد محدد يعمل عليه مما يمنع تضارب هذه الترددات حيث يترك فيما بينها مسافة ترددية صغيرة لمنع التداخل .

اعتمدت تقنية الـ CDMA بشكل أساسي على مبدأ الـ Spread Spectrum أو ما يعرف بالطيف المنتثر إضافة لـ Frequency hopping أو ما يعرف بالقفز الترددي :

سأبدأ بشرح تقنية الطيف المنتثر Spread Spectrum :

تعتمد هذه التقنية على نشر الإشارة على مجال ترددي كبير حيث يتم توليد تردد الإشارة الحاملة بناءً على رمز خاص موجود نفسه عند المرسل والمستقبل وهذا يجعل إمكانية التنصت على الإشارة أو تشويشها من قبل أي طرف صعب بشكل كافٍ .

الشكل (4) يوضح المخطط الصندوقي الخاص بهذا النظام :



شكل 4

لقد كسبت هذه التقنية شعبيتها بعد الخدمات التي قدمتها في مجال الاتصالات العسكرية والتي أثبتت مناعتها أمام الذين يحاولون التنصت أو التشويش , حيث أن من يحاول التشويش على الرسالة المرسله فعليه بث إشارات عشوائية بترددات تغطي كامل المجال الترددي الذي تعمل عليه هذه التقنية وهذا يحتاج إلى طاقة وجهد كبير هناك مجموعة من النقاط يجب على منظومة الـ spread spectrum تحقيقها حتى يتم اعتبارها أنها كذلك :

- 1- العرض الترددي للإشارة المرسله أكبر من عرض مجال إشارة المعلومات أساساً .
- 2- إن إشارة الطيف المنتثر هي عبارة عن دمج لإشارة المعلومات الأساسية المراد إرسالها إضافة لما يعرف

بـ Frequency sequence أو تتالي الترددات حيث أن هذه الترددات المتتالية تعمل بشكل منفصل كلياً عن إشارة المعلومات وهي تتولد بشكل عشوائي بشكل عام ولكن خاضع لخوارزمية اختيار محددة وبالتالي يمكن التوقع باختيارات هذه الخوارزمية في كل لحظة في حال استطعنا معرفة البذرة التي بدأت عندها الخوارزمية عملها .

3- إن نسبة عرض مجال إشارة المعلومات إلى عرض مجال إشارة الطيف المنتثر إلى عرض مجال إشارة المعلومات يدعى بـ ربح النثر :

$$G_{Spreading} = \frac{B_s}{B_i}$$

حيث : B_s هو عرض مجال إشارة الطيف المنتثر , B_i هو عرض مجال إشارة المعلومات
طبعاً يجب التنويه إلى أن قناة الاتصال بين المرسل والمستقبل هي قناة لاسلكية كما يبين الشكل (5)

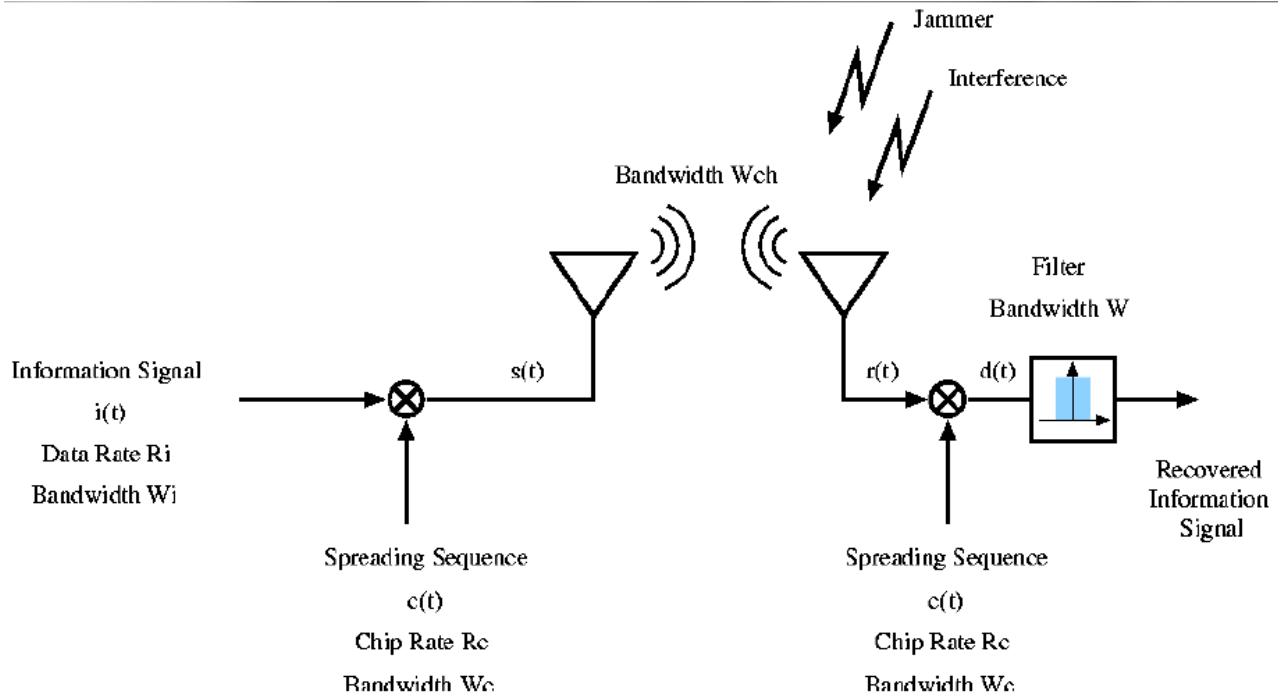


Figure 1: System model for spread spectrum transmission.

شكل 5

ملاحظة :

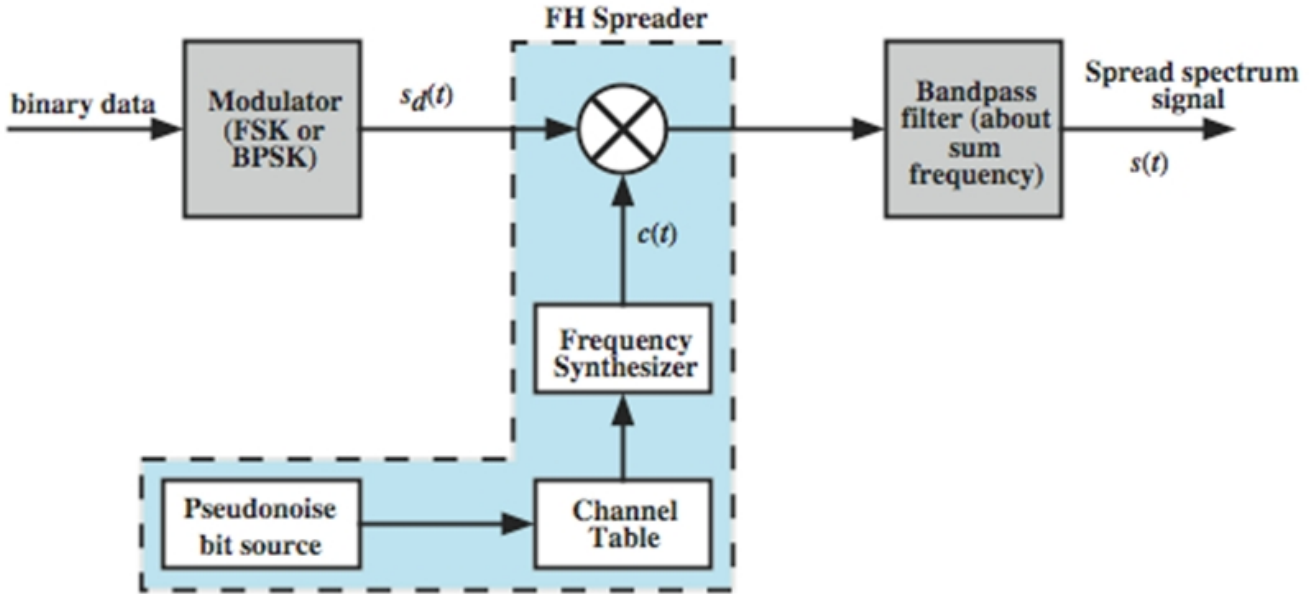
نلاحظ من المخطط الصندوقى استخدام وحدات ترميز عند المرسل وفك ترميز عند المستقبل وذلك بهدف توفير عرض المجال الترددي المستخدم للإرسال وذلك من خلال إرسال البيانات التي تحمل القيمة الأكبر من المعلومات وإهمال الباقي .

ولكن ماذا عن المستقبل ؟ كيف سيقوم بمعرفة الإشارة التي سوف يستقبلها من ضمن كل هذه الإشارات المرسلة ؟

إن المرسل والمستقبل لديهما نفس الخوارزمية التي تولد تقوم بتوليد الترددات المتتالية وبالتالي هناك فهما دوماً على تزامن بالتردد أي أن المستقبل في كل لحظة يعلم بأن المرسل سوف يرسل على تردد X فيقوم بالتنصت على هذا التردد من باقي آلاف الترددات الأخرى الخاصة بالمستخدمين الآخرين .

تم تطوير هذه التقنية باستخدام القفز الترددي أو ما يعرف بالـ Frequency hopping وتعتمد مدى جودة الجهاز المرسل والمستقبل على قدرتهما على تبديل ترددتهما بشكل سريع والقفز من تردد لآخر عبر جدول من الترددات (قاعدة بيانات صغيرة خاصة بالترددات) مشتركة بينهما إضافة لاشتراكهما بنفس الخوارزمية والبذرة كما أسلفنا سابقاً .

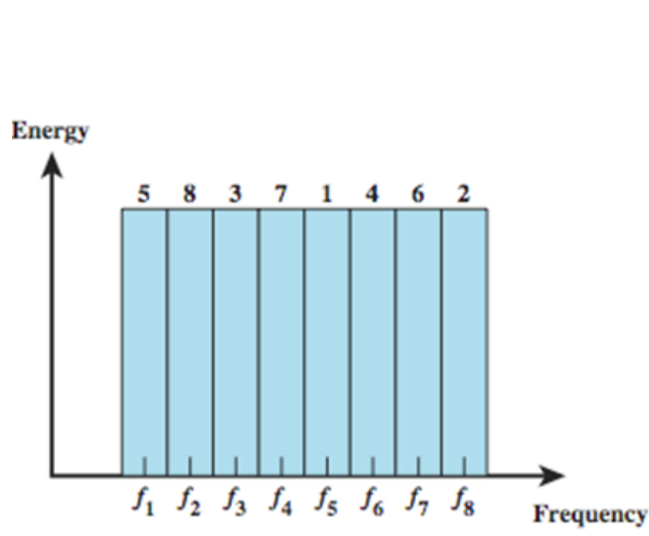
المخطط الصندوقي الشكل (6) التالي يبين دارة مرسل يستخدم تقنية القفز الترددي مدموجة بتقنية نشر الطيف



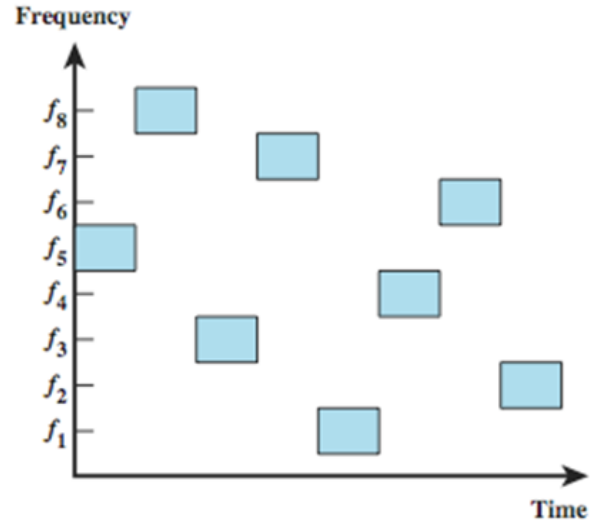
(a) Transmitter

شكل 6

الجدول التالي الشكل (7) يبين مجموعة الترددات التي يقوم بالقفز بينها :

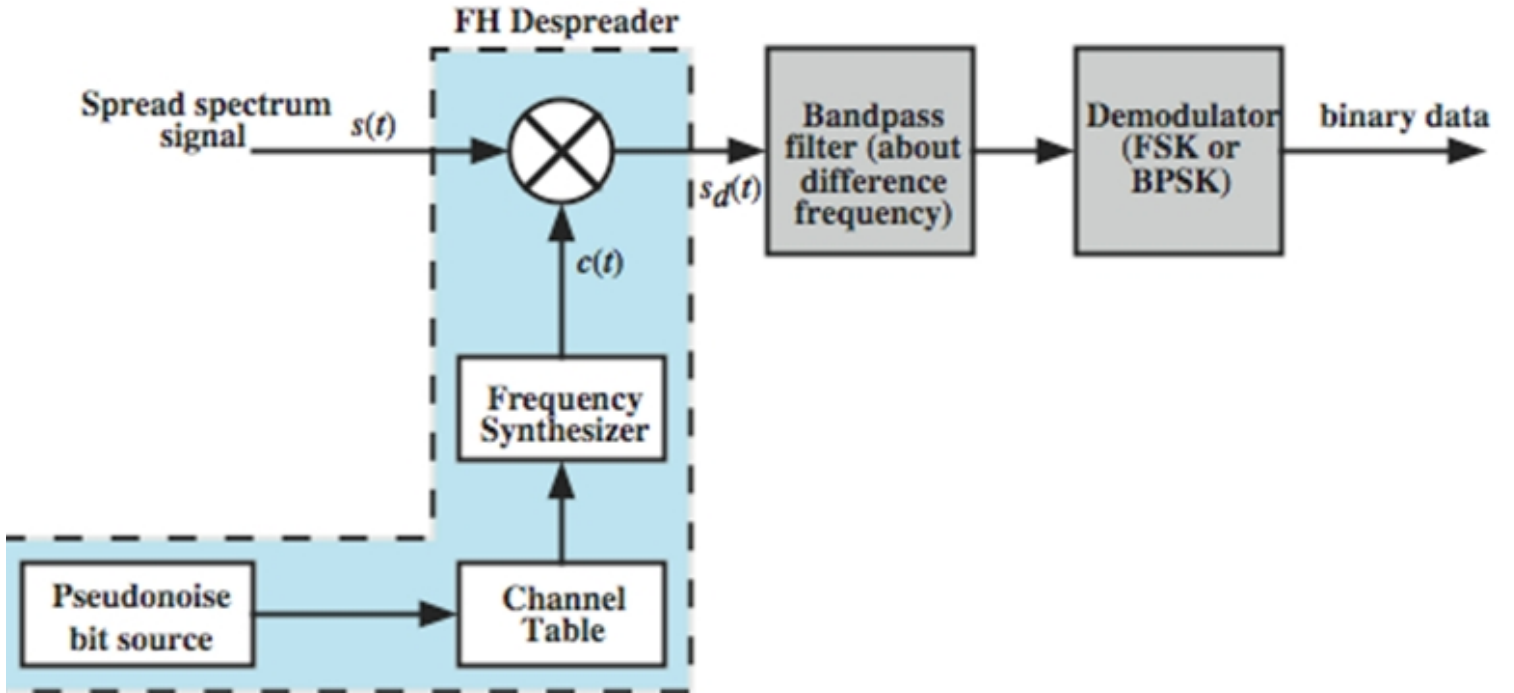


(a) Channel assignment



(b) Channel use

شكل 7



ملاحظة: هناك تقنيات أخرى تستخدم مع تقنية الطيف المنتشر مثل القفز الزمني إضافة لـ DSSS اختصاراً لـ

Direct Sequence Multiple Access والتي تتألف من مجموعة من الـ spreading chips بفوارق زمنية تدعى بـ t_{chip} وهو فارق زمني للقطعة الواحدة إن الربح الناتج من عملية الـ DSSS يمكن حسابه من خلال المعادلة :

$$G_{DS} = \frac{T_{bit}}{T_{chip}}$$

حيث T_{bit} هو زمن البت أما T_{chip} فهو زمن القطعة الخاصة بالـ Spread Spectrum

مبادئ CDMA

طبقت قبلها مجموعة من التقنيات مثل FDMA و TDMA تعتمد CDMA على الأكواد بشكل رئيسي وأكثر التقنيات المستخدمة معها هي الـ FH أو الـ DS (Direct Sequence) حيث تسمح CDMA لمجموعة من المستخدمين من استخدام نفس القناة للإرسال بنفس الوقت حيث سيقوم المرسل بوسم الإشارة المرسله برمز خاص به ثم يرسل الإشارة المرمزة إلى المستقبل والذي يستخدم نفس تتالي الترددات التي يستخدمها المرسل وبالتالي يكون قادراً على فك الرسالة وفي حال استقبال المستقبل أكثر من إشارة بنفس الوقت سيكون قادراً على تمييز المرسل الصحيح من خلال تحقق شروط تعرف بـ Cross Correlation & auto correlation , تكون الإشارة المرسله ذات عرض مجال أكبر من عرض مجال إشارة المعلومات كما أسلفنا سابقاً لأنها تعتمد على تقنية الطيف المنثور أساساً .

المخطط التالي الشكل (8) يبين الفرق بين CDMA & FDMA & TDMA :

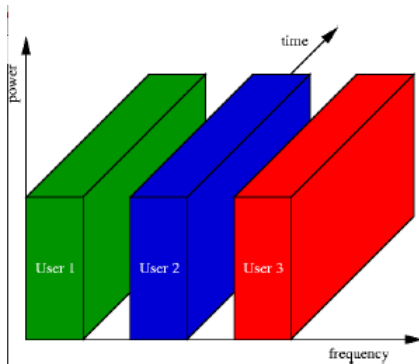


Figure 8: FDMA

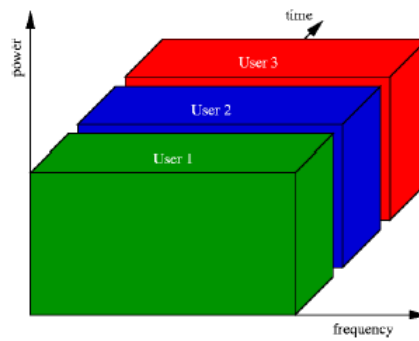


Figure 9: TDMA

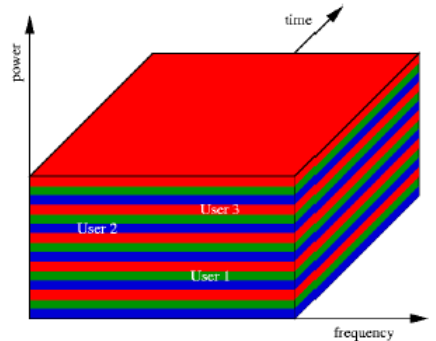


Figure 10: CDMA

Different multiple access techniques.

شكل 8

نلاحظ أن CDMA تعمل على تقنيات طاقة مختلفة على نفس التردد وبنفس اللحظة الزمنية .
 هناك بعض أنظمة الـ CDMA لجأت لاستخدام الـ PN (Pseudo noise) وذلك لتوليد الترددات ولكن مع التجربة لوحظ بأن BEP أو ما يعرف بـ Bit Error Probability يزداد مع زيادة عدد الطرفيات الفعالة حيث أنه قد تمر بعض اللحظات أثناء تبديل طرفيات الإرسال والاستقبال للترددات التي تعمل عندها أي أثناء القفز من تردد لآخر قد تتقاطع هذه الترددات وبالتالي الحصول على معدل خطأ عالي في هذه اللحظات أي زيادة لعدد التصادمات .

في الترددات في أنظمة DS CDMA يتم استخدام نفس التردد ولكن بسويات طاقة مختلفة وهذا محقق أساساً بسبب اختلاف مسافات محطات الاستقبال عن بعضها أو ما يعرف بالـ base station إضافة لاختلاف المسافات بين المستخدمين وهذه المحطات .

في نظام CDMA بشكل عام يتم تمييز المرسل من خلال الأكواد المتعامدة Orthogonal Sequences توفر الأكواد المتعامدة ترابط ذاتي صفري (zero cross correlation) وذلك لأجل فاصل $t_{gap}=0$ وذلك في حالة كانت جميع المرسلات متزامنة وبغض النظر عن موضوع تعدد المسارات , ينم من خلال هذه الأكواد المتعامدة تعرف المستقبل على المرسل الفعلي الذي يحاول الإرسال إليه .
 يتم تشكيل هذه الأكواد عبر متتالية فالش من خلال مصفوفة هادمارد (Hadamard) والتي تعطى بالعلاقة التالية :

$$H_0 = [1], H_2 = \begin{bmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \end{bmatrix}, H_{n+1} = H_n \otimes H_n$$

الطيف الناتج عن عملية الـ cross correlation الشكل (9)

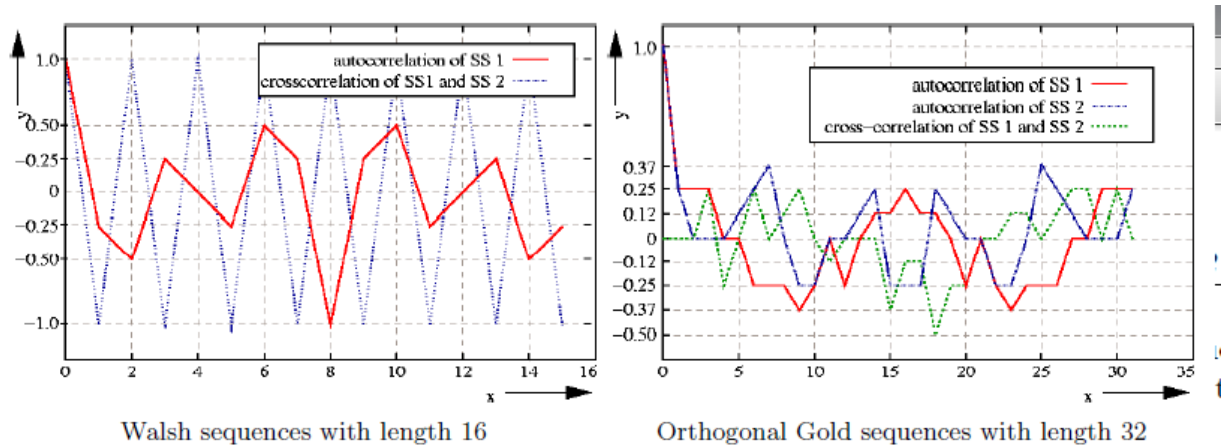


Figure 15: Auto- and cross-correlation function for Walsh and orthogonal Gold sequences

CDMA 2000

تم استخدام CDMA 2000 مع الجيل الثالث والتي تعتمد نفس مبدأ CDMA ولكن بعدد قنوات أكبر ومعدل إرسال معطيات أكبر .

حيث أن CDMA 2000 هو معيار تم تطويره من قبل TIA اختصاراً لـ Telecommunication Industry Association في الولايات المتحدة الأمريكية بعض ميزاته :

- 1- يدعم معدل نقل بيانات حتى 307kbps في وضعية الرزم
- 2- يتمتع بمقدرة إنتاجية Throughput 144kbps للمستخدم الواحد وذلك يعتمد على عدد المستخدمين في الشبكة إضافة لشروط انتشار الإشارة .
- 3- تدعم حتى ضعفي عدد المستخدمين الذين يستخدمون تطبيقات صوتية (تراسل معطيات صوتية) عما كانت تدعمه شبكة الجيل الثاني .
- 4- تقلل من عملية استهلاك بطارية الجهاز المضمن (الموبايل) .

كما وتعتبر تقنية WCDMA من أحدث التقنيات المستخدمة في الجيل الثالث وهي من رتبة الـ CDMA 2000 في حداثة استخدامها .

HSPA

هي تقنية تستخدم في شبكات الاتصالات الحديثة ظهرت لأول مرة بشكل تجاري في عام 2004 و هي تعتبر من التقنيات الحديثة المستخدمة في شبكات الجيل الثالث و بعض شبكات الجيل الرابع التي تتميز بأنها شبكات معلومات إضافة إلى قدرتها على العمل كشبكات هاتفية لاسلكية تقليدية

تم وضع القواعد الناظمة لهذه التقنية من قبل "3GPP "3rd Generation Partnership Project وهي منظمة مؤلفة من مجموعة من الشركات و المؤسسات العاملة في مجال الاتصالات اللاسلكية و تهدف الى وضع معايير موحدة ل أنظمة اتصالات الجيل الثالث على مستوى العالم . و قد تمت الموافقة على هذه التقنية و إدخالها في وثائق اتحاد الاتصالات العالمي ITU

تعتبر الـ HSPA أكثر تطوراً من الـ WCDMA رغم أنها مبنية عليها و تعتمد الكثير من خصائصها

ان المصطلح "High Speed Packet Access "HSPA

يستخدم للتعبير عن تقنيتين معتمدتين ضمن هذه الشبكات و هما

1- "SHDPA "High Speed Downlink Packet Access

2- "HSUPA "High Speed Uplink Packet Access

تستطيع هذه التقنية نظريا الوصول الى سرعات DOWNLINK بحدود 14.4 megabytes per second

لكل خلية و في تطويرات لاحقة لها "HSPA+" يمكن الوصول الى سرعات أعلى بكثير وذلك من خلال استعمال تقنيات ك دمج خليتين معا بحيث يستطيع المستخدم تلقي المعلومات من خليتين مختلفتين بالإضافة الى استخدام تقنية "MIMO" Multile Input Multiple Output التي تجعل من الممكن للمستخدم أن يملك أكثر من وصلة مع الشبكة من خلال امتلاكه أكثر من لاقط "Antena"

لماذا نحتاج الى تطوير HSPA

ظهرت HSPA نتيجة الحاجة الى تطوير قدرة شبكات ال WCDMA على التعامل مع المعطيات

حيث أن ال HSPA تؤمن معدلات تبادل بيانات و أوقات تأخير أقل

ففي إصدارها الأول وصفت ال HSPA تحسينات ترفع معدلات النقل في الشبكة الى قيم تصل الى

14 Mbit/s للوصلة الهابطة DOWNLINK

5.7 Mbit/s للوصلة الصاعدة UPLINK

تركزت هذه التحسينات على عدة مجالات نذكر منها

1- استخدام اقنية اتصال مشتركة عوضا عن اقنية الاتصال الحصرية التي كانت معتمدة في شبكات ال WCDMA الأمر الذي نتج عنه استثمار أفضل للموارد من حيث عرض الحزمة حيث أصبح بالإمكان تخديم أكثر من مستخدم ضمن نفس القناة و بنفس الوقت

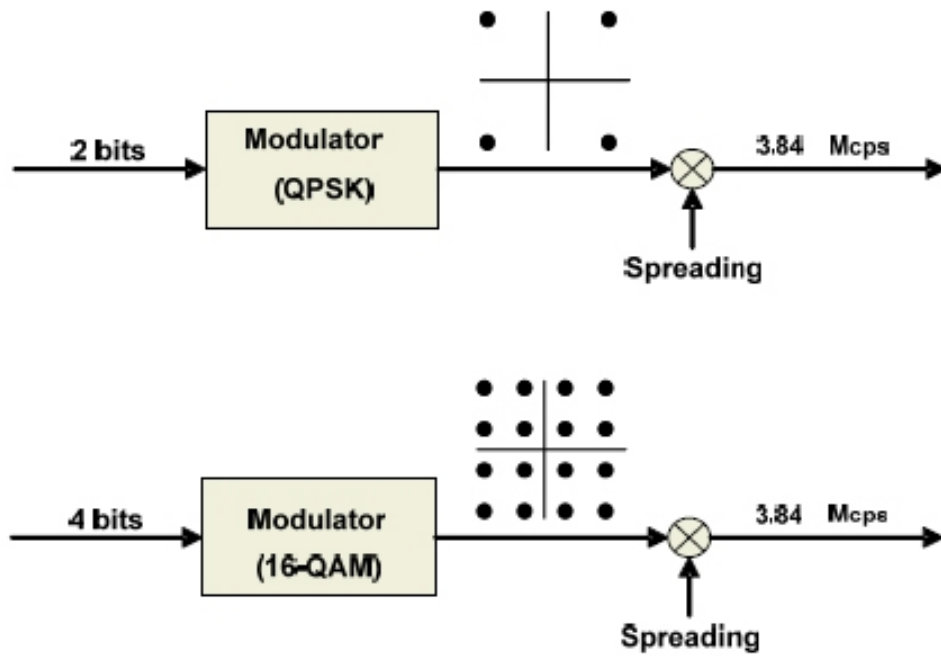
2- تم تحسين خوارزميات الجدولة التي تسمح بعملية جدولة و تصنيف سريعة الأولويات للمستخدمين بحسب جودة الإشارة بينهم و بين الخلية

3- تم اعتماد تقنيات تعديل من مراتب أعلى تصل الى

"QAM-16" Quadrature Amplitude modulation الذي يستطيع تأمين معدلات نقل

اعلى من نظم التعديل الأقل مرتبة المستخدمة سابقا .

يظهر في هذا الشكل نوزع الرموز التي يمكن توليدها باستخدام تقنية QAM



شكل 10

4- استخدام تقنية الدخول المتعدد و الخروج المتعدد MIMO التي سمحت بالقيام بالعديد من التحسينات بشكل لاحق

حيث أنها تسمح للمستخدم بأن ينشأ أكثر من قناة اتصال مع الشبكة من خلال عتاديات خاصة تدعم هذه التقنية مما يزيد من جودة استثمار موارد الشبكة و يؤمن اتصالاً أفضل للمستخدم من حيث السرعة و جودة الإتصال

من الجدير بالذكر أن بعض التحسينات السابقة تتطلب تغييراً في العتاديات المستخدمة

إضافة إلى أن شبكات ال HSPA ليست Backward compatible

أي أن تحقيق هذه المواصفات و التقنيات الجديدة يتطلب تنصيب عتاديات جديدة و قد يكون ذلك تكاليف باهظة

كيف يمكن تطوير شبكات ال WCDMA الموجودة حالياً لتصبح شبكات HSPA

تفرض التوصيفات التي وضعتها كل من ITU , 3GPP مجموعة من المواصفات و التحسينات التي يجب

أن تصل إليها الشبكة حتى يتم اعتبارها من شبكات ال HSPA

تقسم عمليات التطوير إلى قسمين رئيسيين هما تطوير القناة الصاعدة و القناة الهابطة

عادة ما يكون تطوير شبكات WCDMA إلى شبكات HSPA مسألة تطوير برمجي لا غير

الا أنه و في بعض الحالات يتطلب الأمر تغيير بعض المعدات أو تغيير أعمدة التغطية كليا مما قد يكون مكلفا بشكل كبير للشركة المشغلة للخدمة

مع بدايات ظهور تقنية HSPA سارعت الكثير من الشركات وبفعل التنافس فيما بينها الى تطوير شبكتها لتصبح HSDPA

حيث انه خلال عام 2008 كانت 90 بالمئة من شبكات ال WCDMA قد أصبحت تدعم ال HSDPA

أما التطوير الثاني فهو تطوير الوصلة الصاعدة والذي ايضا يكون في كثير من الحالات مجرد تطوير برمجي ولكنة يحدث فرقا كبيرا في التطبيقات التي يمكن للشبكة أن تخدمها و من أهم هذه التطبيقات :

4- التطبيقات التي تعتمد على ال VoIP

5- تطبيقات الفيديو و الإجتماعات المصورة

من الجدير بالذكر انه في هذه الشبكات تعطى الاتصالات الهاتفية العادية الأولوية على حساب اتصالات المعطيات

ما هي ال HSPA+

هي تقنية جديدة تم طرحها من قبل 3GPP كتطوير للتقنية السابقة HSPA

حيث ان هذه التقنية تقدم إمكانية الوصول بمعدلات النقل الى قيم اعلى قد تبلغ

168 Mbit/s للوصلة الهابطة

22 Mbit/s للوصلة الصاعدة

لكن و بشكل عملي فان معدلات النقل يصعب أن تصل الى هذه القيم إلا في حالة وجود اشارة راديوية جيدة كأن تكون قريبا من عامود الإرسال

بالإضافة الى أن الطريقة التي تعمل بها HSPA+ و استخدامها ل نظام تعديل من مرتبة عالية

يسمح بتنفيذها و تشغيلها بطاقة اقل مما يسمح بعمر بطاريه أطول

من الجدير بالذكر أن تقنية HSPA+ هي تطوير للتقنية السابقة أي أنها متوافقة معها و يمكن أن تعمل معا

في شبكة واحدة بلا أي مشاكل توافق

إلا أن ITU قام بتصنيف HSPA+ على أنها تقنية من تقنيات الجيل الرابع على الرغم من أنه تم إصدارها على

أنها من تقنيات الجيل الثالث

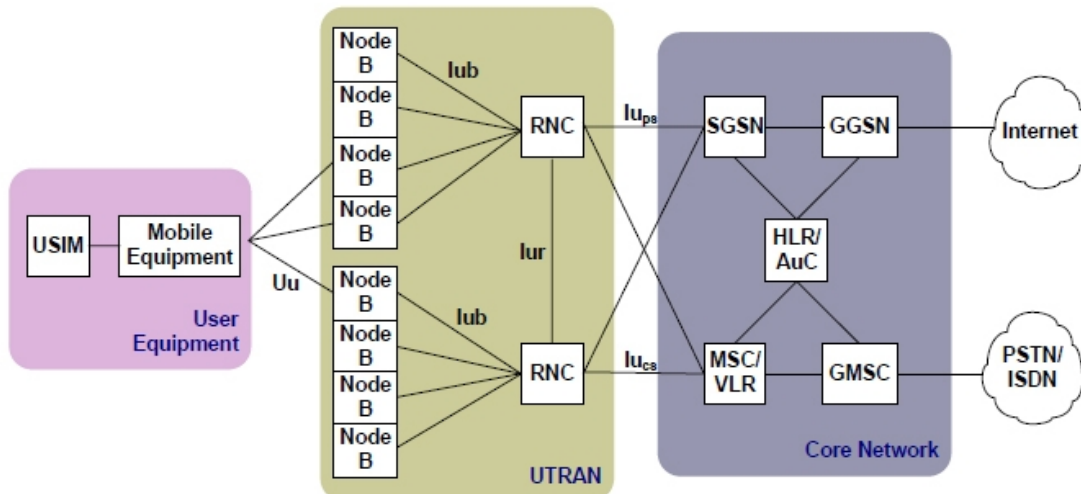
- تستخدم تقنية HSPA + مجموعة من التقنيات لتحقيق هذه التحسينات من أهمها نذكر Dual-cell HSPA وهي تقنية تسمح للمستخدم بـ الاتصال بخليتين بوقت واحد مما يساهم بتحسين نوعية الخدمة لدى المستخدم QoS و خاصة في المناطق التي تتمتع بتغطية ضعيفة بـ بالإضافة الى أنها تسمح نظريا بزيادة معدلات النقل الى الضعف إلا أن الأرقام الحقيقية أقل من ذلك بكثير

- way MIMO-4 وهو نظام يسمح للمستخدم بإيجاد أكثر من وصلة مع الشبكة في نفس الوقت حيث ان الهوائيات التي تدعم هذه التقنية غالبا ما تملك أكثر من لاقط ANTENA أو أنا تستفيد من تقنية اللواقط الذكية IA التي تستطيع تطبيق مجموع من عمليات المعالجة على الإشارة المستقبلية و المرسله لزيادته نسبة ال SNR اضافة لامكانية تحقيق أقنية اتصال متعددة

البنية المعتمدة على بروتوكول IP المستوي

نتيجة الحاجة الملحة لدى المستخدمين للأستخدام الإنترنت ضمن الشبكات المتنقلة و خاصة شبكات الهاتف الجوال فقد ضرورة لايجاد طريقة لدمج شبكات المحمول مع شبكة الإنترنت التي تستخدم بروتوكول IP بشكل اساسي

تتيح تقنية HSPA للمشغل امكانية تشغيل الشبكة وفق بروتوكولات IP التي تسهل من التواصل بين المحطات و تقلل كلفة الوصل بينها بالإضافة الى تكاليف المعدات القديمة التي كانت تستخدم لهذا الغرض ، و الشكل (11) يوضح مخطط صندوقي لشبكة جيل ثالث تستخدم بنية FLAT IP



لكن بروتوكولات IP المستخدمة هنا تختلف عن بروتوكول IP المعتاد حيث أنها لا تتبع بنية هرمية بل بنية مسطحة

تساهم هذه البنية المسطحة في تقليل التكلفة التي تفرضها البنية الهرمية المعتادة إضافة إلى أنها تبسط شكل الشبكة حيث أن جميع المستخدمين يقعون في مستوى واحد يدعى Client plane

نلاحظ من الشكل السابق أن ال Core Network هي التي تأخذ على عاتقها عملية الموائمة بين شبكة الخلوي العادية المتمثلة ب UTRAN و بين الشبكات الخارجية مثل شبكة الأنترنت أو شبكات الهاتف التقليدية

عملية تطوير شبكات الـ 2G لتصبح قريبة من أداء الـ 3G

الفروق بين الجيل الثالث و الثاني

التكلفة : رسوم الترخيص ويجب أن يدفع لشبكة الجيل الثالث 3G هو أعلى بكثير بالمقارنة مع شبكات 2G . بناء الشبكة وصيانتها من الجيل الثالث 3G هو أكثر تكلفة بكثير من شبكات 2G . أيضا من وجهة العملاء من عرض النفقات ل شبكة الجيل الثالث 3G سوف تكون عالية بشكل مضطرب إذا كانت الاستفادة من التطبيقات المختلفة من الجيل الثالث 3G .

نقل البيانات: وينظر إلى الفرق الرئيسي بين 2G و شبكات الجيل الثالث 3G من قبل مستخدمي الهواتف المتحركة الذين يقومون بتحميل البيانات و تصفح الإنترنت على الهواتف النقالة . وجدوا أسرع بكثير سرعات تحميل الملفات ، سرعة الوصول إلى البيانات والتطبيقات في شبكات الجيل الثالث 3G بالمقارنة مع شبكات 2G . شبكات 2G هي أقل متوافقة مع وظائف الهاتف الذكي . سرعة نقل البيانات في شبكة 2G هو أقل من 50.000 بت في الثانية بينما في الجيل الثالث 3G يمكن أن يكون أكثر من 4 مليون بت في الثانية .

وظيفة : وتتمثل المهمة الرئيسية لتكنولوجيا 2G هو نقل المعلومات عبر إشارات صوتية أثناء ذلك من تقنيات الجيل الثالث 3G هي نقل البيانات عبر الفيديو كـونفرانس ، MMS الخ

الميزات: ميزات مثل التلفزيون المحمول ، ونقل الفيديو و أنظمة GPS هي ميزات إضافية من تكنولوجيا الجيل الثالث 3G التي لا تتوفر مع تقنيات 2G .

ترددات : يستخدم تكنولوجيا 2G مجموعة واسعة من الترددات في نطاقات على حد سواء العلوي والسفلي ، والتي بموجبها انتقال يعتمد على الظروف مثل الطقس . والعيب من الجيل الثالث 3G هو أنه ببساطة ليست متوفرة في بعض المناطق .

التضمين : تقدم تكنولوجيا الجيل الثالث 3G على مستوى عال من الأمن مقارنة مع تكنولوجيا 2G لأن شبكات الجيل الثالث 3G تسمح تدابير التحقق من صحة عند التواصل مع الأجهزة الأخرى .

إجراء المكالمات : المكالمات ويمكن إجراء بسهولة على كل من 2G و شبكات الجيل الثالث 3G مع عدم وجود اختلافات ملحوظة حقيقي باستثناء أن في الجيل الثالث 3G مكالمات الفيديو الشبكة يمكن أيضا أن تكون مصنوعة . نقل الرسائل النصية والصور متاحة في كل من الشبكات ولكن شبكات 2G لديها حد البيانات و سرعة نقل البيانات هي أيضا بطيئة للغاية بالمقارنة مع الجيل الثالث 3G .

السرعة: تحميل و سرعات تحميل متوفرة في تقنيات 2G تصل إلى 236 كيلوبت في الثانية. بينما في تكنولوجيا الجيل الثالث 3G لل تحميل و سرعات تحميل تصل إلى 21 ميغابت في الثانية و 5.7 ميغابت في الثانية على التوالي .

مراحل تطور الجيل الثاني حتى الثالث

مر الجيل الثاني قبل بلوغ الجيل الثالث بمرحلة عابرة عرفت بـ 2.5G و 2.75G. فمن تقنيات الجيل الثاني والنصف تقنية GPRS وعديد التقنيات المذكورة في الجدول. أما تقنية الجيل 2.75 فهي نظام الجوالات العالمي المعزز (بالإنجليزية: EDGE). والذي رفع نسق البيانات أعلى من سابقه. رغم نجاح تقديم شبكات الجيل الثالث في أوروبا، وآسيا، وأمريكا الجنوبية (الأروغواي) وإفريقيا، فإن هناك مشاكل من جهتي المستخدم ومقدم الخدمة :

- ارتفاع تكاليف الترخيص للجيل الثالث
- اختلافات هامة في نصوص عقود الترخيص
- الديون الكبيرة لدى شركات المواصلات، مما يصعب تنصيب البنية التحتية اللازمة
- الدعم الحكومي للعاملين ذوي المشاكل المالية
- ارتفاع أسعار هواتف الجيل الثالث
- نقص خدمات الجيل الثاني المرفقة عند زبناء الجيل الثالث
- ضيق التغطية لحداثة الخدمة
- ارتفاع ثمن خدمات الجيل الثالث، بما في ذلك الإنترنت
- قلة عمر البطارية للهواتف المحمولة

الجيل الثاني والنصف G2.5

تؤمن تقنية الجيل الثاني والنصف بعض فوائد الجيل الثالث المتطورة بدون التكلفة الضخمة المطلوبة لتطبيق معايير الجيل الثالث في شبكات الهاتف النقال , ولعل هذا هو السبب الرئيس لتطوير الجيل الثاني والدخول به في المرحلة الثانية وما بعدها .

قدمت المرحلة الثانية من الجيل الثاني ((2.5)) المزيد من الخدمات بدورها , مثل خاصية الانتظار وخاصية الاتصالات المتعددة حتى خمسة متحدثين , وسرعه اعلى لنقل البيانات وتصفح الانترنت وتحديد هوية المتصل والبريد الصوتي والقدرة على استخدام الخرائط الملاحية ((GPS)) تراوحت سرعه نقل البيانات عبر خدمات هذه المرحلة ما بين 30 الى 100 كيلوبت / ثانية .

وفرت المرحلة الثانية لشبكات الجي اسم ام تقنيات نقل بيانات مثل جي بي ار اس الشهيرة , والتي تسمح بارسال واستقبال البيانات بسرعه تتراوح ما بين 30 الى 40 كيلوبت جاء تطوير تقنية جي بي ار اس في صورة ((ايدج)) والتي هي ذات التقنية ؟,, لكن مع سرعه اكبر بلغت 144 كيلوبايت .

يرى البعض ان بروتوكولات مثل ايدج ((EDGE)) العامل على نظام جي بي ار اس والنظام الاخر سي دي ام اي 2000 العامل على نظام سي دي ام اي انها ترقى وحدها لتكون الجيل الثاني وثلاث ارباع اذ انها تتمتع بمعدل نقل بيانات يفوق 144 كيلوبت وهو اعلى معدل في شبكات الجيل الثاني الا انها ابطأ بكثير من البيانات في الجيل الثالث .

قدم الجيل الثاني ونصف المزيد من الخدمات بدوره هو ايضا , , مثل المقدرة على ارسال الوسائط المتعددة ((MMS)) وتنزيل النغمات والرنات والخلفيات والعباب الجافا .

وفرت معايير الاتصالات عبر الجيل الثاني مستوى متوسط من التشفير وحماية البيانات ما جعلت التنصت صعبا على الهوات لكنه ليس مستحيلا ...

يرى البعض ان الجيل الثاني والنصف وما بعده ما هو الا محاولة للتطور بعيدا عن مسار الجيل الثالث الذي يتطلب نفقات كثيرة لتطبيقه .

لكن ذلك غير صحيح ذلك ان خدمات الجيل الثاني والنصف اسرع من تلك الموجودة في الجيل الثاني لكنها اقل سرعه من تلك التي في الثالث.

التكلفة العالية الناتجة عن عملية تطوير شبكات الـ 3G

ان تطوير شبكة الجيل الثالث نحو تقنية الجيل الرابع ذات السرعات العالية يحتاج الى تطوير على كامل مكونات الشبكة والذي بدوره يؤدي لتكلفة عالية جدا في شركات الاتصالات ومنه أصبحت الكثير من شركات الاتصالات الخليوية تتريث قبل البدء بتطبيق هذه التقنية على نحو واسع وفي الأعوام الأخيرة بدأت بعض الشركات بتطبيقها على نحو محدود على أمل التوسع في الأعوام القادمة ليصبح في عام 2018 معظم الدول تتبنى تقنية 4G .

بعض ميزات 4G

- زيادة الانتاجية ونقل البيانات بسرعة اكبر
- ذات كمون منخفض
- التوصيل والتشغيل
- تحسين استخدامات المستخدمين
- انخفاض تكاليف التشغيل
- السهولة و المرونة

ويعتقد أن شبكات المحمول الجيل الرابع لتقديم العديد من الميزات القيمة المضافة. بالإضافة إلى جميع المرافق الجيل الثالث 3G، ويعتقد نقل البيانات من خلال الذهاب الى السطح مع سرعات تتراوح بين 100Mbps و 1 Gbps. يتحدث، ، وعقد المؤتمرات، والدردشة، والشبكات، الحفلات، أو كل ما تريد القيام به على هاتف جوال.

المعايير التي يجب أن تخضع لها شبكات الجيل الثالث 3G

إن الخدمات المقدمة عبر تقنية الـ 3G يجب أن تخطع للمواصفات التقنية للمعيار IMT-2000 بما فيها من معايير تتعلق بالوثوقية و السرعة في نقل البيانات ، و لتحقيق معايير الـ IMT-2000 يجب أن يؤمن النظام سرعة نقل لحظية peak data rate بما لا يقل عن 200 Kbps و مع ذلك فإن كثير من مقدمي الخدمة يقدمون سرعة أكبر من ذلك بكثير . فما هو الـ IMT-2000 :

IMT-2000

هي اختصار International Mobile Telecommunications و قد تم اقتراح هذا المعيار من قبل ITU international telecommunications union و قد تم تحديثه إلى نسخة مطورة لشبكات الجيل الرابع في عام 2008 و أصبح يسمى International Mobile Telecommunications-Advanced IMT-Advanced .

3GPP

لا بد من ذكر دور مجموعة 3GPP و هي اختصار لـ 3rd Generation Partnership Project و التي قامت على تعاون أكثر من معهد و مؤسسة مهتمة بالجيل الثالث للاتصالات ، و تهدف إلى تحديد مجموعة من المعايير للجيل الثالث بناءً على الـ GSM بما يتوافق مع معيار IMT-2000 و من المهام التي تقع على عاتق المنظمات المتعاونة هي توسيع مجال المعيار scope ، حيث أن الإصدارات الحديثة منه تركز على شبكات الجيل الرابع و الشبكات الـ WIMAX

المنظمات المتعاونة في 3GPP	
Japan	Association of Radio Industries and Businesses (ARIB)
USA	Alliance for Telecommunications Industry Solutions (ATIS)
China	China Communications Standards Association (CCSA)
Europe	European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
Korea	Telecommunications Technology Association (TTA)
Japan	Telecommunication Technology Committee (TTC)

مجموعة من المعايير التي تمتثل إلى معيار 3G/IMT-2000

EDGE- 1

Enhanced Data rates for GSM Evolution أحد مراجعات منظمة 3GPP لطرق النقل القاعدي للشبكات الأقد للجيل الثاني ، باستخدام نفس عقد التبديل و أماكن المحطات القاعدية و ترددات للـ GPRS ، و لكن بمحطات قاعدية و دارات للهواتف جديدة و هي تعتمد على كفاءة أكبر بثلاثة أضعاف التعديل 8PSK .

يستخدم هذا المعيار بكثافة بسبب سهولة تطبيقه على تجهيزات الجيل الثاني المرد تحديثها و كمثال فإن الـ EDGE المحسنة تحدد سرعة نقل لحظية 1 Mbps من أجل التحميل و 400 Kbps من أجل الرفع .

Universal Mobile Telecommunications System – 2

تم إنشاؤه و مراجعته عبر 3GPP و هة تطور عن ال GSM بمجال طرق و تجهيزات الترميز ، كما أن بعض مواقع ال GSM يمكن أن تعدل للبث في صيغة UMTS/W-CDMA .

CDMA2000 or IS-2000 – 3

و هو معيار من 3GPP2 مطور من نظام IS-95 CDMA الاساسي و يستخدم بشكل خاص في شمال أمريكا و الصين و الهند و باكستان و اليابان و كوريا الجنوبية و جنوب غرب آسيا و أوروبا و افريقيا .

UMTS : Universal Mobile Telecommunications System

يدعم معدل نقل نظري يصل ل 42 ميغا بيت بالثانية عند تطبيق HSPA+ في الشبكة و يمكن أن يحصل المستخدم على سرعة عملية تصل ل 7.2 ميغا بيت بالثانية في هواتف تدعم HSDPA و هذه سرعات عالية مقارنة بال GSM .
يشمل ال UMTS ثلاث واجهات هوائية و mobile application map core و مرمز /فاك ترميز صوتية لل GSM
كمان أن ال UMTS يتطلب على عكس EDGE محطات فاعدية جديدة و أيضا حجوزات ترددية جديدة .

و للانتقال من GSM/GPRS إلى UMTS يمكن إعادة استخدام بعض التجهيزات و منها :

- Visitor Location Register (VLR)
- Home Location Register (HLR)
- Equipment Identity Register (EIR)
- Mobile Switching Center (MSC) (vendor dependent)
- Authentication Center (AUC)
- Serving GPRS Support Node (SGSN) (vendor dependent)
- Gateway GPRS Support Node (GGSN)

و تطرح شبكات **UMTS** عناصر جديدة و هي :

Node B (base transceiver station) , Radio Network Controller (RNC) ,
Media Gateway (MGW) .

و يوجد في شبكات ال UMTS قنوات منطقية في الواجهات الهوائية air interface :

- Broadcast Control Channel (BCCH)
- Paging Control Channel (PCCH)
- Dedicated Control Channel (DCCH)
- Common Control Channel (CCCH)
- Dedicated Traffic Channel (DTCH)
- Common Traffic Channel (CTCH)

كما أنه يوجد بالنسبة لمعدل نقل البيانات تصنيفات في UMTS تبعاً لتطبيق المستخدم

Data rate	application
2.048Mb/s	pico-cell
384kb/s	micro and small macro cells
144kb/s and 64kb/s	Large macro cells
14.4kb/s	لتطبيقات المعطيات بسرعة منخفضة في الخلايا الكبيرة
12.2kb/s	للكلام
9.6kb/s	بشكل عام (ساتلايت)

المراجع

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

http://www.nomor.de/uploads/b0/2m/b02mwrVvIa5ZUtVrFeSP1w/Technology_of_HSPA.pdf

http://systems.ihp-microelectronics.com/uploads/downloads/2008_MK2_Z08.pdf

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

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

<http://en.wikipedia.org/wiki/3G>

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

<http://www.umtsworld.com/umts/faq.htm>