الاتصالات اللاسلكية

أنواع الاتصالات اللاسلكية

الاتصالات الخلوية Cellular : وهي أي خدمة اتصالات لاسلكية يُقسم الطيف الترددي المخصص لهذه الخدمة على مواقع جغرافية تدعى الخلايا Cells وتكون الخلايا المتجاورة ذات ترددات مختلفة عن بعضها بينما يُعاد استخدام التردد في الخلايا المتجاورة.

الاتصالات اللاسلكية Wireless: وهي اتصالات تستخدم فيها موجات الراديو بدلاً من الأسلاك النحاسية أو الألياف البصرية.

غير المرتبط Cordless: وهي خدمة تستخدم مدى ترددياً لا يحتاج إلى ترخيص، ومقيداً ببقعة تغطية صغيرة تمثل بيتاً أو مبنى أو مجمعاً سكنياً.

اللاسلكي المتنقل Mobile Wireless : وهي خدمة يمكن استخدامها عبر مسافة واسعة عندما ينتقل الأشخاص مشياً أو بالسيارات أو وسائل النقل العامة.

الهاتف النقال

يعود استخدام الهواتف النقالة إلى الخمسينيات من القرن الماضي ولم تكن على مستوى مقبول من العملية وكانت أجهزة الهاتف كبيرة وتشغل حيزاً مهماً من السيارة كما أن مدى التشغيل كان محدوداً ويتم

obeikandi.com

التشغيل بواسطة مأمور ولم تلاق هذه الأنظمة نجاحاً كافياً بسبب تكلفتها العالية.

واستمرت هذه الأنظمة حتى نهاية السبعينيات حيث أدت أنظمة الحاسوب إنجاز هذه العملية تلقائياً مما أكسب هذه الخدمة أهميةً جديدة.

أول نظام هاتف في أوروبا كان نظام NMT-450 وتعني النظام السيار الإسكندنافي (لكونه ابتكر واستخدم أول مرة في السويد وفلندا) حيث بدأ العمل في عام 1981 م بسعة بضعة آلاف.

استخدم في هذا النظام تقنية التضمين الترددي FM في قنوات الاتصال وبعرض نطاق 25 كيلوهرتز لكل قناة اتصال بينما استخدم تضمين FSK الرقمي لنقل إشارة التحكم وتخصيص قناة الاتصال.

ومع الزيادة الكبيرة في الطلب على الهواتف السيارة التي بلغت في بعض البلدان نسبة 50% سنوياً وكذلك التوقعات باستمرار الزيادة في الطلب خلال السنوات القادمة أصبحت الشبكات العاملة في هذه التقنية التي تعتمد على التقنية التناظرية Analogue غير قادرة على تلبية الحاجة المتزايدة مما دعا الدول المنتجة لأنظمة الاتصالات للاتفاق على أسلوب معين لمعالجة هذه المتطلبات.

openkandi.com

الشكل (17-1) جهاز هاتف نقال من أوائل الأجهزة العاملة بـ نظام GSM

وفي عام 1988 م كان هناك (6) أنظمة للهاتف النقال في أوروبا تعمل في (16) بلداً أوروبيا بسعة إجمالية هي 1.2 مليون مشترك وهذه الأنظمة لا يمكن لأي مشترك في أي منها العمل مع الأنظمة الأخرى كما لا تتوافر لهذه الأنظمة إمكانية التجوال خارج بلد الخدمة.ونتيجةً لذلك ونظراً للسعة المحدودة نسبياً لهذه الأنظمة جعل إنتاج الأجهزة العاملة محدوداً أيضاً مما زاد من تكلفة الأجهزة وتكلفة المكالمات الهاتفية.

نتيجةً لذلك اتخذ المؤتمر الأوروبي للبريد والاتصالات المعروف اختصاراً بـ CEPT وهو الهيئة الأوروبية التي تجمع هيئات الاتصالات

obeikandl.com

القرار بتشكيل مجموعة لوضع معايير نظام الهاتف النقال لعموم أوروبا الذي أطلق عليه اختصاراً اسم GSM.

وكان من الواضح الحاجة إلى التحول إلى النظام الرقمي مما يسمح بتركيب نظام اتصالات ذي خلايا أصغر حجماً لتغطية المناطق المزدحمة وسط المدن والأسواق والمجمعات التجارية داخل المباني.

لكن استخدام الخلايا الصغيرة ليس أمراً مقتصراً على النظام الرقمي بل تم تجربته في الأنظمة التناظرية إلا أن فائدته كانت محدودةً نظراً لمشكلات التداخل بين الخلايا التي يمكن تقليلها بدرجة كبيرة في الأنظمة الرقمية.

وكان أول ما اختارته هذه المجموعة هو اختيار التقنية الرقمية للنظام الجديد وأتبعت ذلك بتجارب متعددة لأنواع الأنظمة الخلوية الرقمية المقترحة من عدد من الدول الأوروبية وبحلول عام 1986م قدمت (9) مقترحات لمواصفات النظام الجديد.

وكانت الخيارات المتاحة هي استخدام تقنية التقسيم الزمني المتعدد الوصول TDMA أو نظام هجين بين التقسيم الزمني متعدد الوصول والتقسيم الشفري متعدد الوصول TDMA/CDMA، ولم يتم اختيار النوع الثاني نظراً للصعوبات المتعلقة بتصميم الأنظمة الإلكترونية بتقنية CDMA في ذلك الوقت.

كما تم ابتكار نظامين آخرين، أحدهما: في الولايات المتحدة والأخير في اليابان.

obeikandl.com

واشتركت جميع الأنظمة في كونها تستخدم الأسلوب الرقمي وبتقنية التقسيم الزمني متعدد الوصول TDMA لما توفره هذه التقنية من الاستخدام الكفء للطيف الترددي وجميع هذه الأنظمة توفر سعة تتراوح بين 5-10 مرات أكبر من الأنظمة التناظرية.

وتم البدء بإنشاء الشبكات الرقمية الخلوية في عام 1991م، وهي نظام GSM الذي تم تبنيه لعموم أوروبا وتم تحديد أطره من قبل المعهد الأوروبي القياسي للاتصالات ونظام ADC الأمريكي الذي تم تحديده من قبل جمعية شركات صناعة الاتصالات و JDC الياباني والذي وضعت أسسه وزارة البرق والبريد والهاتف اليابانية..

ففي عام 1982 م اتخذ القرار من قبل إدارات البرق والبريد والهاتف الأوروبية بتشكيل مجموعة عمل لتطوير النظام الأساس للاتصالات المتنقلة ليستخدم في المستقبل بصورة موحدة وحددت المتطلبات على النحو الآتي:

1- النطاق العالمي : يجب أن يكون بالإمكان لمستخدم الجهاز استقبال المكالمات في جميع الدول الأوروبية .

2- تحسين جودة الاتصال مقارنةً بإرسال التقنية التناظرية .

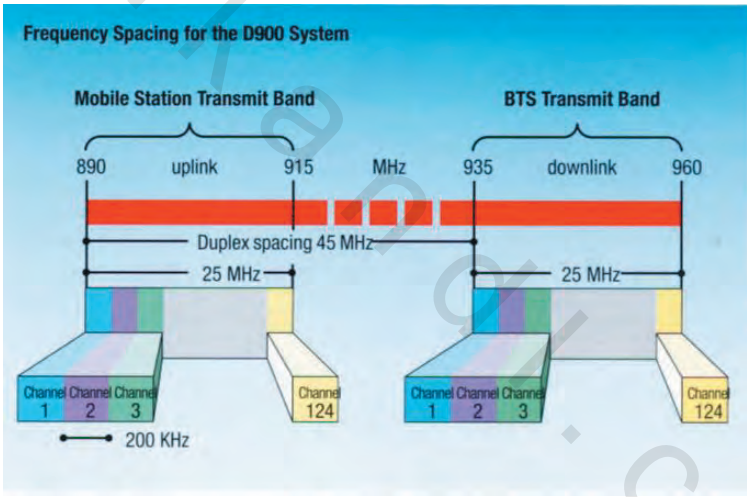
3- تقديم خدمات اتصالات بعيدة مثل الهاتف، نداءات طوارئ، رسائل صوتية، رسائل صورية البريد الصوتي، والفاكس والمعلومات.

4- الاستخدام الأمثل للترددات المتوافرة من أجل زيادة سعة عدد المستخدمين للاتصالات المتنقلة، فعمل نظام GSM بنطاق 900

obeikandl.com

ميجاهرتز أو توسعته بنطاق 1800 ميجاهرتز يوفر مجال أوسع للاستخدام وقد اختيرت تقنية التقسيم الزمني للسبب نفسه.

النطاق 900 ميجاهرتز هو عبارة عن حزمتين ترددتين الأولى 915-890 ميجاهرتز لوصلة الاتصالات من الجهاز المتنقل إلى المحطة الثابتة و الثانية 960-935 ميجاهرتز لوصلة الاتصالات من المحطة الثابتة إلى الجهاز النقال.



الشكل (17-2) تقسيم النطاق الترددي (900) ميجا هرتز بنظام GSM

أما النطاق 1800 ميجاهرتز هو عبارة عن حزمتين ترددتين الأولى 1785-1710 ميجاهرتز لوصلة الاتصالات من الجهاز المتنقل إلى المحطة الثابتة و الثانية 1880-1805 ميجاهرتز لوصلة الاتصالات من المحطة الثابتة إلى الجهاز النقال.

يُقْسَم النطاقان الترددیان المستخدمان في نظام الـ GSM إلى قسمين، القسم الأول للإرسال من الأجهزة المتنقلة إلى الشبكة، والقسم الثاني للإرسال من الشبكة إلى الأجهزة المتنقلة.

ويقسم أي نطاق من النطاقين وهما 900 ميجا هرتز و 1800ميجا هرتز إلى أقسام كل منها بـ 200 كيلو هرتز يتم تقسيمها إلى 8 شرائح زمنية كل شريحة تحمل مكالمة هاتفية واحدة بتقسيم زمني متعدد الوصول TDMA بينما توفر القناة معدل بيانات 271 كيلو بت/ ثانية باستخدام تقنية تضمين Gaussian Minimum (GMSK) Shift Keying.

والتصميم المبسط لنظام GSM يمكن شرحه كالآتي:

1- الجهاز النقال المستخدم من المشترك والمعبر عنه بـ MS يتضمن جهازاً طرفياً متنقلاً (MT) والجهاز الطرفي (TE) والذي يمكن أن يتكون من أكثر من جهاز مثل الهاتف أو جهاز لنقل البيانات ويوفر جهاز MT الوظيفة المطلوبة لتحقيق الارتباط أو الاتصال بالمحطة الثابتة للنظام وهذه الوظائف تتضمن الإرسال اللاسلكي وتشفير القناة وتشفير الصوت وغيرها.

ويبعث الجهاز النقال رسائل بصورة مستمرة للشبكة تدعى رسائل قناة التحكم المشفرة في بثها (BCCH) وهي تحدد موقعه ضمن التغطية.

2- نظام المحطة الثابتة (BSS) يعرف بـ (BS) يقسم وظيفياً إلى قسمين: المحطة الثابتة للإرسال والاستقبال، (BTS) ونظام التحكم في المحطة الثابتة (BSC) ويرتبطان معاً، ويتعلق عمل المحطة الثابتة بإدارة القنوات اللاسلكية وتخصيص القنوات والإشراف على جودة الربط وإرسال الإشارات والمعلومات المرافقة، وبث الرسائل بالإضافة إلى التحكم في طاقة الإرسال وتوفر طاقة الإرسال للتغطية اللاسلكية للمنطقة المطلوبة بينما تقوم (BSC) بجميع عمليات التحكم في المحطة الثابتة.

وتعد المحطات الثابتة في أنظمة الهاتف المتنقل الجزء الأكثر تكلفة في الشبكة ففي المناطق البعيدة على الطرق الخارجية فإن قطر الخلية يمكن أن يصل إلى 50 كيلومتراً بينما يمكن ألاّ يزيد اتساعها في المناطق المزدحمة عن بضعة مئات من الأمتار.

كما يتم تغطية المباني الكبيرة والأنفاق من خلال شبكة من الكيبلات المحورية التي تنتهي بهوائيات صغيرة.

3- مركز مقسم الهاتف النقال Mobile Switching Center (MSC): يرتبط بجميع المحطات الثابتة من خلال قناة ربط ويوفر جميع أعمال التحويل المطلوبة لتشغيل أجهزة الهاتف النقال في مجموعة الخلايا التي يخدمها.

يتضمن عمل مقسم الهاتف النقال توجيه المكالمات والتحكم فيها وربطها بالشبكات الأخرى (شبكات الهاتف الثابت أو شبكة

obeikandl.com

هاتف نقال أخرى و غيرها) وإدارة التحكم في التنقل داخل الخلايا وتحديث مواقع الأجهزة العاملة مع الشبكة ومنع الاتصال غير المخول والتحكم في أعمال التسليم من محطة ثابتة إلى أخرى عند حركة المستخدم كما يتحكم في عمليات تسليم أخرى داخل المحطة نفسها من قناة إلى أخرى في حال وجود مشكلات تقنية أو تداخلات.

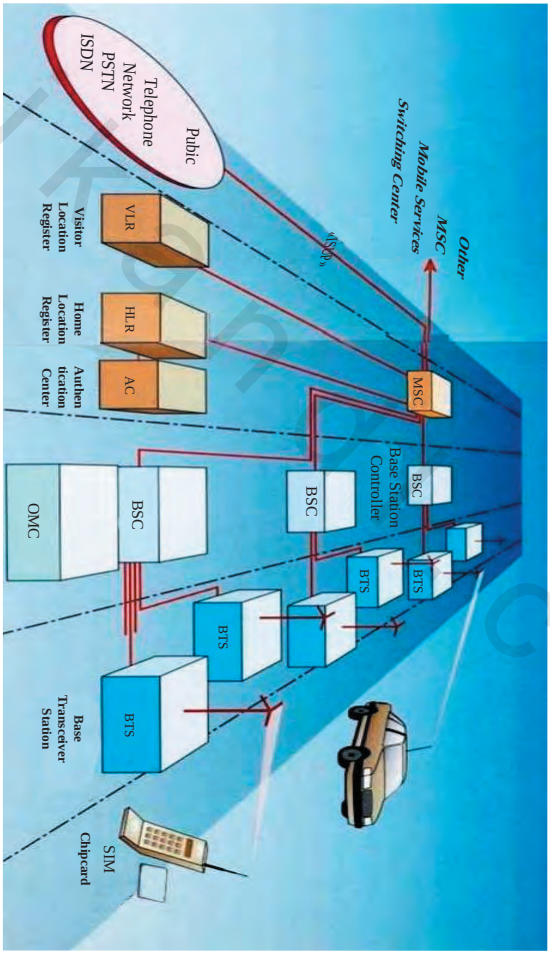
4- أجزاء أخرى تتضمن مسجل الموقع Home Location (HLR) Register وهو وحدة قاعدة بيانات لإدارة المشتركين مستخدمي الشبكة وتفيد هذه الوحدة في توجيه المكالمات إلى مركز مقسم الهاتف النقال ليوجهها إلى الخلية التي يعمل بها الجهاز المطلوب كما يحتوي مسجل الموقع HLR مواقع المستخدمين خارج تغطية الشبكة المعنية التي تقع داخل شبكات أخرى تم الاتفاق معها على التجوال الدولي.

أما مسجل تعريف الأجهزة Equipment Identity Register (EIR) فيساعد مشغل الشبكة في التعرف على الأجهزة النقالة المسروقة أو ذات الأعطال أو تلك الأجهزة التي يلجأ مستخدموها إلى التطفل أو محاولة اختراق شبكة الهاتف النقال بطريقة غير نظامية.

الجزء الآخر الموجود في شبكة الهاتف النقال هو مسجل مواقع الزوار (VLR Visitor Location Register) وهي وحدة وظيفية تتعلق بعمل أجهزة الهاتف النقال خارج منطقتها الأصلية.

obeikandl.com

كما أن لنظام الهاتف النقال بمعيار GSM ثلاثة أجزاء أخرى هي مركز التشغيل والصيانة (OMC) ومركز إدارة الشبكة (NMC) ومركز الإدارة (ADC) Administration Center) وهذه الأجزاء هي أجزاء وظيفية يتم فيها مراقبة الشبكة والتحكم والصيانة والإدارة.



الشكل (17-3) **تصميم نظام** GSM

الشكل (17-4) **هوائيات لنظام** GSM

الاتجاه للخلايا الأصغر: يعتمد الهاتف النقال على تقسيم منطقة الخدمة إلى خلايا أو أشكال سداسية تغطى بواسطة نظام لاسلكي مرتبط بشبكة الهاتف السلكية وقد ابتكر استخدام خلايا أصغر يمكن استخدامها لتغطية الأماكن الضيقة مثل الشوارع ذات المباني العالية في المدن.

ومن خلال استخدام الخلايا الأصغر فإنه يمكن زيادة السعة للشبكة الرقمية بأكثر من 100 مرة عن السعة في الشبكة التناظرية.

الجيل الثالث للاتصالات الهاتفية المتنقلة

الأمر الظاهر شيئاً فشيئاً أن معيار WCDMA هو المعيار المعتمد عالمياً للجيل الثالث من الاتصالات الهاتفية المتنقلة، وهو مصمم لدعم مدى واسع من الخدمات بعرض نطاق هو (5) ميجا هرتز وهو ما يجعله يفي بالمتطلبات الأساسية للمواصفات الأساسية للجيل الثالث والمعروفة باسم IMT-2000 ومنها دعم سرعة بيانات تصل إلى 2 ميغابت /ثانية بالنسبة للتغطية داخل المباني والخلايا الصغيرة الخارجية وسرعة 384 كيلو بت / ثانية بالنسبة للتغطية الواسعة.

ومع أن الجيل الثالث في بداية سنوات عمله سيكون مقتصراً على المناطق السكنية يعتقد الكثير من مشغلي شبكات الهاتف النقال أن شبكة الهاتف النقال في الجيل الثالث ستشمل تدريجياً جميع مناطق تغطية الهاتف النقال في الجيل الثاني.

فخلال السنوات الأخيرة أُجري عدد من الإضافات لنظام GSM ففي المراحل الأولى كانت سرعة نقل البيانات عبر النظام هي 9.6 كيلو بت / ثانية ثم زيدت هذه السرعة إلى 57.6 كيلو بت / ثانية من خلال خدمة HSCSD وزيادة سرعة البيانات التي تُنقل عبر الشريحة الزمنية إلى 14.4 كيلوبت/ثانية واستخدام (4) شرائح زمنية.

كما زيدت سرعة نقل البيانات من خلال خدمة GPRS إلى 115 كيلو بت/ ثانية مما يسمح للمستخدم باستلام الاتصال الصوتي والبيانات في آن معاً.

obeikandl.com

ثم زيدت هذه السرعة مرةً أخرى إلى 384 كيلو بت/ ثانية من خلال خدمة EDGE وهذه الخدمة تُعد إضافة جديدة لنظام GSM وبذا توفر سرعة عالية وكفاءة أفضل في استخدام الطيف الترددي مما يوفر مرحلة قريبة من إمكانات الهاتف النقال من الجيل الثالث.

CDMA و WCDMA

الوصول المتعدد بالتقسيم الشفري Code Division Multiple Access هي تقنية وصول متعدد ومن خلالها يفرق المستخدم فيها عن الآخر من خلال شفرة متفردة والتي تعني أن جميع المستخدمين يمكنهم استخدام التردد نفسه والإرسال في الوقت نفسه.

ومن خلال التطور الكبير في معالجة الإشارات أصبح بالإمكان استخدام هذه التقنية في الاتصالات الهاتفية المتنقلة بعد أن كانت مقتصرةً على الاتصالات العسكرية.

نظام الاتصالات الهاتفية المتنقلة الأول الذي يعمل بهذه التقنية هو cdma one أو CDMA 2000 وهو نظام يستخدم نطاقاً ترددياً سعته 1.25 ميجا هرتز ويتم تضمين الإشارة بهذا الاتساع من خلال تقنية الطيف المنشور Spread Spectrum System من خلال تضمينها أولاً كإشارة رقمية بإضافتها إلى نمط عشواء كاذبة Pseudo Random Sequence بمعدل بيانات أكبر بكثير من معدل بيانات الإشارة الأصلية وهو ما يجعل الإشارة الناتجة عن جمع الإشارتين تشبه الإشارة العشوائية، ولكن إذا كان جهاز الاستقبال قادراً على توليد إشارة

obeikandl.com

مشابهة لشفرة الضوضاء الكاذبة التي تم إضافتها يمكن الحصول على الإشارة الأصلية بطريقة معاكسة.

واستخدام شفرات متفردة يعني أن التردد نفسه يتكرر في جميع المكالمات والذي يماثل إعادة استخدام التردد.

الشكل (17-5) مودم يعمل بتقنية الجيل الثالث

أما في نظام WCDMA فقد خطى المصممون خطوة أبعد في مجال تقنية CDMA فهو يستخدم إشارة بعرض (5) ميجا هرتز ومعدل رموز Chip rate هو 3.84 Mega Chip/Sec أي بسرعة أعلى ثلاث مرات عن معدل الرموز المستخدمة في نظام CDMA 2000 وهو 1.22 Mega Chip/Sec..

أما المزايا الأساسية التي يوفرها عرض نطاق عالٍ مع معدل عالٍ للرموز فهو:

1- إمكانية نقل البيانات بسرعات عالية.

2- كفاءة أعلى باستخدام الطيف الترددي.

3- جودة خدمة أعلى.

الشكل (17-6) برج هاتف لنظام GSM على شكل شجرة