



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

كيف يعمل الهاتف النقال؟

يستعمل ملايين الأشخاص حول العالم الهواتف النقالة، ولا يزال مستخدمو هذه الهواتف في تزايد مستمر نظراً لإمكانية التحدث مع أي شخص على سطح كوكب الأرض ومن أي مكان!



- وتوفر الهواتف النقالة حالياً تشكيلة كبيرة ومتنوعة من الخيارات والمزايا، وتستطيع القيام بالأمور التالية - اعتماداً على نوع الهاتف الذي تستعمله -:
- تخزين المعلومات.
 - إنشاء قوائم المهام.
 - التذكير بالمواعيد.
 - القيام بالعمليات الحسابية.
 - إرسال أو استقبال البريد الإلكتروني.
 - تلقي المعلومات (كالأخبار العاجلة وأخبار الترفيه وأسعار الأسهم) من شبكة الإنترنت.
 - ممارسة الألعاب.
 - تأتي مشغلات الموسيقى وأجهزة الملاحة والإرشاد متكاملة مع بعض الأنواع.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

لكن هل تساءلت يوماً كيف تعمل هذه الهواتف وما الذي يجعلها مختلفة عن الهواتف العادية؟ وعلى ماذا تدل تعبيرات الـ GSM و CDMA و TDMA؟ سنناقش في هذا الموضوع كل ما يتعلق بالهاتف النقال لتعرف مدى دقتها وفعاليتها.

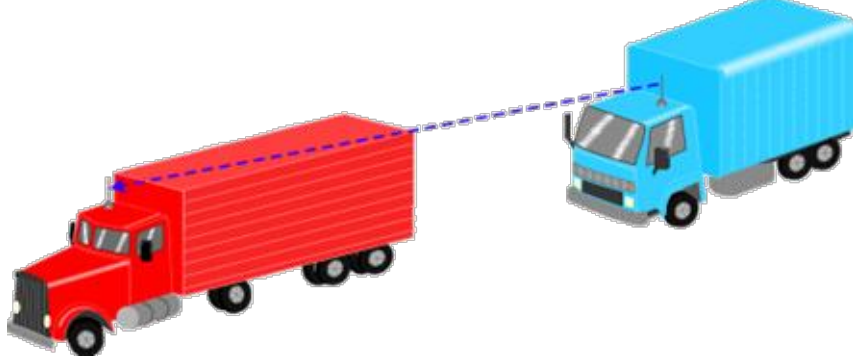
أحد الحقائق المدهشة بخصوص الهاتف النقال أنه جهاز يعتمد بشكل كلي على أمواج الراديو (لمزيد من التفاصيل راجع موضوع أمواج الراديو) أو بكلمات أدق أمواج الراديو المتطورة. لنعد إلى بدايات الهاتف وتحديدًا إلى العام 1876 عندما اخترعه ألكسندر غراهام بل وصولاً إلى اختراع الراديو على يد نيكولا تيسلا في ثمانينات القرن التاسع عشر وتطويره من قبل الإيطالي جيوجليالمو ماركوني عام 1894، ثم تم دمج هذه الإختراعات في النهاية.

أضحى الهاتف النقال ثورة هائلة في عالم الإتصالات لافتقار الناس إلى وسط اتصال متحرك، وقبل اختراعه كان البعض يستخدم هواتف السيارات التي كانت تعتمد على هوائيات مركزية بمعدل هوائي لكل مدينة و25 قناة لكل هوائي، وهذا يعني أن هاتف السيارة يحتاج إلى مرسل قوي قادر على البث لمسافة تصل إلى 70 كم، من دون إغفال قلة عدد القنوات العاملة.

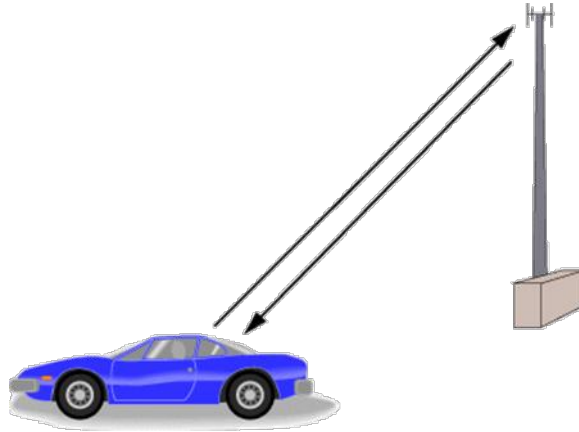
تكمن عبقرية نظام الهاتف النقال في تقسيم المدينة الواحدة إلى خلايا صغيرة، وهذا يتيح إعادة استخدام مكثفة للترددات عبر المدينة بحيث يستطيع عدد كبير من الأشخاص استعمال هواتف النقال في وقت واحد.

لكي تفهم مدى تعقيد الهاتف النقال، لنقارنه بجهاز اللاسلكي:

- **مضاعفة كاملة مقابل مضاعفة نصفية**: تملك أجهزة اللاسلكي وسائط مضاعفة نصفية للترددات مع استعمال أطراف الإتصال للتردد ذاتها، في حين يعتمد الهاتف النقال على ترددات مضاعفة، بمعنى أنك تستطيع استخدام تردد للحديث وآخر منفصل للإستماع، وكذلك الأمر بالنسبة للمتحدث على الطرف الآخر.



بيث الراديو على موجة واحدة بحيث يتحدث شخص واحد فقط في كل مرة



الراديو ذي التردد المضاعف: تستعمل المرسلات ترددات مختلفة بحيث يتكلم الطرفان في نفس الوقت

- **القنوات:** يستخدم اللاسلكي موجة واحدة فقط، بينما الهاتف النقال قادر على العمل على 1664 قناة أو أكثر.

- **المدى:** يرسل اللاسلكي إشاراته على امتداد ميل (1.6 كيلومتر) باستخدام مرسل قوته 0.25 وات، لكن الهاتف النقال يعمل بنظام الخلايا، أي أنه يستطيع التحول بين الخلايا لتمنحه نطاقاً واسعاً جداً يمتد لمئات الأميال مع المحافظة على جودة البث طوال فترة المكالمة.

يستقبل الهاتف النقال العامل على شبكة تناظرية (أنالوغ) ما يقارب من 800 تردد، كما قلنا في السابق أن شبكة الهاتف النقال تقسم المدن إلى خلايا، ويبلغ نطاق كل خلية 10 أميال مربعة (26 كيلومتر)، كما أن الشبكة نفسها



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

تتخذ شكلاً سداسياً بحيث تحتوي كل خلية على وحدة أساسية تشمل برج إرسال ومباني صغيرة تستوعب معدات الراديو.

تستخدم كل خلية في النظام التماثلي 1/7 القنوات الصوتية المتوفرة بحيث يتوفر لديها مجموعة لا بأس بها من الترددات الغير قابلة للتداخل:

- يتلقى الهاتف 832 تردداً.

- يستخدم كل هاتف تردين لكل خلية (قناة مضاعفة) ليكون لدينا 395 قناة صوتية لكل هاتف (وتُستعمل الترددات الـ 42 المتبقية كقنوات تحكم).

- يكون نصيب كل خلية 56 قناة صوتية.

بكلمات أخرى: يستطيع 56 شخص في أي خلية التحدث بهواتفهم النقالة في نفس اللحظة، لكن الشبكات التماثلية تعتبر تقنية من الجيل الأول، فمع الشبكات الرقمية (الجيل الثاني) ارتفع عدد القنوات المتاحة، ويمكن لنظام **TDMA** نقل أكبر عدد ممكن من المكالمات زيادة بثلاث مرات عن النظام التماثلي، بحيث يكون لكل مكالمة 168 قناة.

للهواتف النقالة مرسلات تعتمد على طاقة منخفضة، ولمعظم الهواتف النقالة نوعان من قوى الإشارات: 0.6 وات و 3 وات (للمقارنة: ترسل معظم أجهزة اللاسلكي إشاراتها عند 4 وات)، وتقوم محطة البث بإرسال إشارات عند طاقة منخفضة، وهذا النوع من المرسلات معروف ب:

- محدودية نطاق التغطية، لذلك تلجأ الخلايا لإعادة استخدام الترددات الـ 56 نفسها، ويمكن إعادة استخدام تلك الترددات بشكل مكثف في المدينة الواحدة.

- تدني استهلاك طاقة البطارية حتى عندما يكون الهاتف في حالة تشغيل، وهذا يستتبع بالضرورة أن تكون البطاريات نفسها صغيرة الحجم، وهذا السبب بالذات هو الذي جعل هذا الهاتف...نقالاً!



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

تتطلب شبكة الهاتف النقال عدداً كبيراً من محطات البث لتغطي المدن مهما كانت مساحتها، فالمدينة ذات الحجم المتوسط يلزمها مئات أبراج البث، ويعمل كل ناقل على تشغيل محطة مركزية واحدة تسمى محطة تحويل الهاتف النقال وهي تسيطر على محطات البث والأبراج الموجودة في نطاق مسؤوليتها.

رموز الهاتف النقال

لكل هاتف خلوي رموز خاصة به تستعمل لتعريف الهاتف ومالكه ومشغل الخدمة. الآن لديك هاتف نقال وقمت بتشغيله وأحدهم يحاول الإتصال بك، فما سيحدث هو:

- عندما تشغل الهاتف لأول مرة فإنه يحاول التعرف على شيفرة تعريف النظام في قناة التحكم وهي تردد خاص يستخدمه الهاتف ومحطة البث لنقل الحديث، وإن لم يتعرف الهاتف على قناة التحكم يكون الهاتف عندئذ خارج نطاق التغطية وتعرض شاشته عبارة "الإشارة ضعيفة أو معدومة".
- عندما يستقبل الهاتف شيفرة تعريف النظام فإنه يعمل على مقارنتها مع الشيفرة المبرمجة في الهاتف، وإن وجد تطابق فإن الهاتف يعرف أن الخلية التي يتصل بها جزء من النظام الأساسي.
- يرسل الهاتف طلب تسجيل، كما تعمل محطة تحويل الهاتف النقال على إبقاء الهاتف على تواصل مع قاعدة البيانات، وبهذا الشكل تتعرف محطة التحويل على الخلية المستعملة حالياً عندما يرن الهاتف.
- تستقبل محطة التحويل المكالمة وتحاول العثور عليك بالبحث في قاعدة البيانات عن الخلية التي تتواجد فيها.
- تلتقط محطة التحويل التردد الثنائي الذي سيستخدمه هاتفك من أجل تلقي المكالمة.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

- تتصل محطة التحويل بهاتفك عبر قناة التحكم لتدله على التردد المناسب، وما أن يلتقط هاتفك وبرج الإرسال الإشارة حتى يتم استقبال المكالمة.
- عندما توشك الإشارة على الإضمحلال تتلقى رسالة تنبهك بهذا الخصوص، وفي هذه الأثناء تعمل محطة التحويل التي تتحرك ضمن نطاقها على تحديد قوة إشارة هاتفك، بهذه الحالة تكون محطتان في طور العمل عبر محطة التحويل، وفي بعض الأحيان يتلقى هاتفك إشعاراً على قناة التحكم بضرورة استبدال التردد.

لنقل أنك تتحدث على خلية ما وتنتقل إلى واحدة أخرى، لكن هذه الأخيرة ضمن نطاق شبكة خلوية أخرى وليست الشبكة الأم، فما سيحدث أن المكالمة ستنقل إلى الشبكة الثانية بكل يسر وسهولة.
إن لم تتطابق شفرة تعريف النظام على قناة التحكم مع الشيفرة المبرمجة على الهاتف فالهاتف عندئذ في حالة "التجوال"، وتظل محطة تحويل الخلية المتجولة على اتصال بمحطة التحويل التي تقوم بتدقيق المعطيات للتأكد على أن شيفرة الهاتف الذي تستعمله لا تزال سارية المفعول، ثم يصادق النظام الأساسي على وجود هاتفك ضمن محطة التحويل المحلية التي تقوم بتتبع الهاتف في تحركك في نطاق الخلية، والأمر الذي يدعو للدهشة أن كل هذه العمليات تحدث في غضون ثوان!

تعريفات

الرقم الإلكتروني المتسلسل: رقم مؤلف من 32 خانة مبرمج ضمن الهاتف لدى تصنيعه.

رقم تعريف الهاتف: رقم من 10 خانات مشتق من رقم الهاتف.

شيفرة تعريف النظام: رقم مميز مكون من 5 خانات مخصص لكل ناقل.

بينما يعتبر الESN أحد أجزاء الهاتف الدائمة التي يتم فيها برمجة الشيفرات لدى شراء الهاتف وتشغيل الخدمة.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

لكن في الوقت ذاته يجب الإنتباه إلى أن خدمة التجوال ذات تكلفة باهظة، وفي أغلبية الأحوال تظهر كلمة "تجوال" على الشاشة عندما تغادر مدى تغطية الشبكة التي تشترك معها وتدخل في نطاق شبكة أخرى، لذا عليك قراءة اتفاقية الخدمة التي ابرمتها مع شركة الهاتف الخلوي بدقة لتعرف مدى كلفة التجوال خارج نطاق الشبكة، وتحتاج إلى هاتف يوفر خدمة التجوال الدولي إن رغبت فيها، وتعتمد عدة دول تقنيات تجوال مختلفة.

ماذا يوجد داخل الهاتف النقال؟

بعد الهاتف النقال أكثر الأجهزة المتداولة بين الناس تعقيداً لاحتوائه على تقنيات معقدة في محتوى لا يزيد حجمه على بوصة واحدة، كما أن الأنواع الرقمية منها قادرة على القيام بملايين من العمليات الحسابية في الثانية الواحدة لإيصال صوت المتحدث.



أجزاء هاتف نقال

إن قمت بتفكيك هاتف نقال ستجد أنه مؤلف من الأجزاء التالية:

- لوحة إلكترونية تحتوي على "أدمغة" الهاتف.
- هوائي.
- شاشة عرض.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

- أزرار.

- مكبر صوت.

- سماعة.

- بطارية.

تعتبر اللوحة الإلكترونية قلب الهاتف النقال كما يتبين في الصورة التالية:



بإمكانك رؤية بعض رقائق الحاسوب وهي تكون في الهواتف بنوعين: التماثلي-الرقمي والرقمي-التماثلي، وكلاهما يفسر الإشارة الصوتية الخارجة من النوع التماثلي-الرقمي والإشارة القادمة من النوع الرقمي، ومعالج الإشارة الرقمية عبارة عن معالج مصنوع بمواصفات خاصة جداً ومصمم للقيام بعمليات حسابية لنقل الإشارات وبسرعة عالية.

يتعامل المعالج مع الأوامر الآتية من الأزرار والشاشة ويتحكم بالإشارات وينسق بقية الوظائف الخاصة باللوحة.

توفر ذاكرة القراءة والذاكرة السريعة القدرة التخزينية والخصائص القابلة للتعديل كدليل الهاتف، ويختص تردد الراديو وقسم الطاقة بإدارة الطاقة وإعادة الشحن كما يتعامل مع مئات من قنوات الـ FM، ومهمة المضخمات هي نقل الإشارات من وإلى الهوائي.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

لم يتوقف حجم الشاشة عن الإزدياد منذ ابتكار الهاتف النقال دون إغفال الخصائص والمميزات المتنوعة، وتوفر معظم الأجهزة الحديثة دليل هاتف وآلة حاسبة وألعاباً وخاصة تصفح شبكة الإنترنت.



الشريحة القابلة للإزالة

تخزن بعض الأنواع المعلومات كشيكرات الدخول والتعريف في الذاكرة الداخلية السريعة بينما تخزن أنواع أخرى هذه المعلومات في بطاقات ذاكرة خارجية.



السماعة ومكبر الصوت ووحدة دعم البطارية

تملك الهواتف النقالة سماعات ومكبرات صوت صغيرة الحجم إلى حد أن يتساءل المرء عن كيفية إصدارها للأصوات، وكما ترى في الصورة فإن السماعة في حجم قطعة نقدية صغيرة ولا يتجاوز حجم مكبر الصوت حجم بطارية ساعة يد، وبما أننا نتكلم عن بطارية ساعة اليد فهي تستعمل في رفاقة الساعة الداخلية الخاصة بالهاتف النقال.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

وما يثير الدهشة أن الوظائف التي كان إنجازها قبل 30 سنة يتطلب أجهزة تشغل طابقاً كاملاً في بناية أصبحت مضغوطة في مساحة لا تتجاوز حجم راحة اليد!

في عام 1983 تمت المصادقة على جهاز نقال يدعى "الهاتف الخليوي المتقدم" واستخدم للمرة الأولى في شيكاغو، وكان ذاك الهاتف يعمل على مجموعة من الترددات تتراوح بين 824 ميغاهيرتز و894 ميغاهيرتز وبالنظام التماثلي، واشترطت الحكومة الأمريكية آنذاك وجود ناقلين لكل سوق (الناقل A والناقل B) وذلك من أجل تشجيع المنافسة في سوق الهاتف الخليوي لإبقاء الأسعار منخفضة، وكان أحد الناقلين عادة يعمل من أجل التبادل المناطقي.

كان الناقلان A و B مخصصان للتردد 832 وهما موزعان على النحو التالي: 790 للصوت و42 للمعطيات، ويستعمل زوج من الترددات (الإرسال والإستقبال) لإنشاء قناة واحدة، وعادة ما تكون الترددات المستخدمة في قنوات الصوت التماثلية بعرض 30 كيلوهيرتز، وتم اعتماد هذا التردد كحجم قياسي لأنه يقدم جودة صوت لا بأس بها مقارنة مع الهاتف العادي.

يتم فصل ترددات الإرسال والإستقبال لكل قناة صوتية بتردد 45 ميغاهيرتز حتى لا تتداخل الترددات، ولكل ناقل 395 قناة صوتية إضافة إلى 21 قناة معلوماتية للقيام بمهام مثل التسجيل والنداء.

يتضمن الإصدار التالي من الجيل الأول المعروف بالهاتف المتقدم ذي الموجة الضيقة بعض التقنيات الرقمية لتمكين النظام من التعامل مع مكالمات أكثر بثلاث مرات من النسخة الأصلية الأولى. على الرغم من استخدامه للتكنولوجيا الرقمية فلا يزال يعتبر في عداد الأجهزة التماثلية، وكلا الجهازان يعملان فقط على موجة 800 ميغاهيرتز ولا توفر الكثير من الخصائص كما هو الحال مع الأجهزة الرقمية كالبريد الإلكتروني وتصفح الإنترنت.