



كيف تعمل أمواج الراديو؟

تنقل أمواج الراديو الموسيقى والحوارات والصور والمعلومات على نحو غير مرئي عبر الأثير عدة ملايين من المرات، تحدث هذه العملية كل يوم وبطرق مختلفة، وقد أضحت لأمواج الراديو دور كبير في إعادة تشكيل المجتمعات على الرغم من أنها لامرئية وغير قابلة للتعقب، سواء كنا نتحدث عن الهواتف الخلوية أو أجهزة مراقبة الأطفال الرضع أو الهواتف اللاسلكية أو أي جهاز يعمل بتقنية لا تعتمد الأسلاك، وكلها تستخدم الموجات للتواصل. إليك بعض الأمثلة للتقنيات التي نستخدمها يومياً والتي تعتمد على أمواج الراديو:

- المذياع (على موجات AM و FM).
 - الهواتف اللاسلكية.
 - أبواب الكراجات.
 - الشبكات اللاسلكية.
 - الألعاب التي تعمل بالتحكم عن بعد.
 - البث التلفزيوني.
 - الهواتف النقالة.
 - أجهزة الملاحة بالأقمار الصناعية.
 - الاتصالات بالأقمار الصناعية.
 - أجهزة الإتصال الخاصة بقوات الأمن.
- والقائمة تطول أكثر، وحتى أجهزة كالرادار وأفران الميكروويف تعتمد على موجات الراديو، كما يستحيل التواصل والملاحة بالأقمار الصناعية من دونها، ولا نعتقد أن الملاحة الجوية ممكنة من دون موجات الراديو، وتحولت شبكة



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

الإنترنت لتعمل هي الأخرى على موجات الراديو مما سيجعلها أكثر راحة للمستخدم في المستقبل.

لكن يجب أن تعلم أن موجات الراديو ليست تلك التقنية المعقدة بل هي بسيطة للغاية، وبإمكانك صنع مذياع بتكلفة زهيدة ومكونات بسيطة.

المذياع البسيط

على مدار قرن من الزمان كان المذياع يعد من الأجهزة البسيطة، كيف يمكن معرفة ذلك؟ ألق نظرة على هذا المثال:

- احضر بطارية 9 فولت وقطعة نقدية.
- احضر مذياع AM واضبط المحطة بحيث تستطيع سماعه بوضوح.
- أمسك البطارية بالقرب من هوائي المذياع واطرق قطبها بالقطعة النقدية بحيث يتصلان ببعضهما.
- ستسمع صوت طقطقة في المذياع سببها الإتصال وانقطاع الإتصال مع القطعة النقدية.



بالطرق على أقطاب البطارية بالقطعة النقدية بإمكانك توليد موجات راديو يستطيع مذياع عادي استقبالها

الموجات التي تنشأ عن بواسطة هذا التركيب قادرة على الوصول لمسافة بضعة إنشات، وهي نافعة لإرسال برقيات بشيفرة مورس.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم أجهزة الراديو الأكثر تعقيداً

من أجل إضفاء المزيد من التعقيد على المذياع البسيط استخدم ملفاً معدنياً وسلكين وقم بتوصيل مقبض الملف بقطب بطارية 9 فولت وأحد الأسلاك بالقطب الآخر، ثم دع طرف السلك الآخر يتدلى قرب الملف، إن قمت بهذه التجربة في الظلام فستشاهد شراراً ينطلق من الملف لدى ملامسة طرف السلك حافة الملف. أمسك الملف قرب مذياع وستلاحظ سماع صوت خشخشة.

أقسام الراديو الأساسية

تستخدم معظم أجهزة المذياع في يومنا هذا موجات مستمرة لنقل المعلومات الصوتية أو المرئية، والسبب يعود لكثرة مستخدمي موجات الراديو في نفس الوقت، وهذه الموجات تقدر بالآلاف وهي موجودة حولك في كل مكان (إشارات التلفاز والمذياع والشرطة وبث الأقمار الصناعية والهواتف النقالة وإشارات أجهزة الملاحة وغيرها). وكل منها تستخدم أمواجاً وترددات مختلفة وهذا هو سبب عدم تداخلها مع بعضها.

لكل جهاز راديو جزئان رئيسيان:

- المرسل.

- المُستقبل.

يقوم المرسل بترميز الرسائل (قد تكون صوتية أو صوراً تلفزيونية أو معطيات مودم) على هيئة موجات ومن ثم يقوم بإرسالها، ويستقبل المُستقبل الموجات ويحللها. يستخدم كل من المرسل والمُستقبل هوائيات لإطلاق والتقاط أمواج الراديو.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

أساسيات الراديو: أمثلة من الحياة العملية

يعد جهاز الراديو المعد لمراقبة تحركات الأطفال الرضع من أبسط ما يمكن الحصول عليه من تقنية أمواج الراديو، فهو يتألف من جهاز إرسال يوضع في غرفة الطفل وجهاز إستقبال يوضع في غرفة الأهل للإستماع لصوت الطفل، وهذه بعض من أهم خصائص جهاز مراقبة الأطفال:

- التحويل: موجات AM.
- مدى التردد: 49 ميغاهيرتز.
- عدد الترددات: 1 أو 2.
- طاقة المرسل: 0.25 واط.



جهاز مراقبة أطفال نموذجي: المُستقبل إلى اليسار والمرسل إلى اليمين، يحمل الوالدان المُستقبل في أرجاء البيت لسماع الطفل، كما أن مسافة الإلتقاط القصوى محددة 61 متر (200 قدم).

يعتبر الهاتف النقال كذلك جهاز راديو إنما ذي تقنية أعقد لأنه يتضمن مرسلًا ومُستقبلًا وبإمكانه تشغيلهما في آن معاً وتلقي مئات الترددات المختلفة والإنتقال آلياً بين الترددات، وهذه بعض مع أهم خصائص الهاتف النقال ذي الموجات التناظرية أو التماثلية (الأنالوج):

- التحويل: موجات FM.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

- مدى التردد: 800 ميغاهيرتز.

- عدد الترددات: 1.664 (832 لكل مزود مع وجود مزودين لكل منطقة).

- طاقة المرسل: 3 واط.

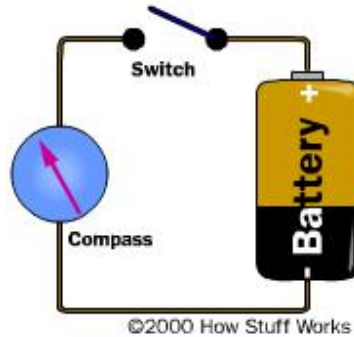


هاتف نقال يحتوي على مرسل ومُستقبل يعملان في نفس الوقت على ترددات مختلفة، ويتصل

الهاتف ببرج الإرسال ويستطيع البث لمسافة ميلين أو ثلاثة (3-5 كم)

المرسل البسيط

يمكنك أخذ فكرة عن كيفية عمل مرسل الراديو بإجراء تجربة مستخدماً بطارية وسلماً، تمر الكهرباء من البطارية إلى السلك (تدفق الإلكترونات) مع توصيل السلك بقطبي البطارية، تنشأ الإلكترونات المتدفقة حقلاً مغناطيسياً حول السلك وهو قوي كفاية بحيث يمكنه التأثير على بوصلة.



لنأخذ سلماً آخر ونضعه بمحاذاة سلك البطارية بحيث نترك بينهما مسافة 5 سم، إن أوصلت جهاز فولتميتر حساس بالسلك فما يحدث أنه في كل مرة توصل أو تفصل السلك الأول عن البطارية فسيمر تيار كهربائي في السلك

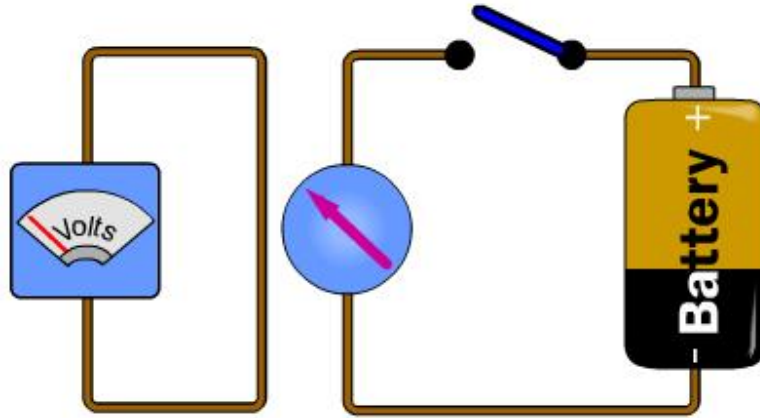


Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

الثاني، ويمكن أن يتضمن أي حقل مغناطيسي متغير مجالاً كهربائياً في موصل. وهذا هو المبدأ الأساسي لأي مولد كهربائي، إذن:

- تولد البطارية الإلكترونات في السلك الأول.
- تنشأ الإلكترونات المتحركة حقلاً مغناطيسياً حول السلك.
- يمتد الحقل المغناطيسي ليصل إلى السلك الثاني.
- تبدأ الإلكترونات في التدفق في السلك الثاني كلما تغير الحقل المغناطيسي في السلك الأول.



©2000 How Stuff Works

أحد الأمور المهمة التي يجب التنبه لها هي أن تدفق الإلكترونات في السلك الثاني يتم فقط عندما تقوم بتوصيل أو فصل البطارية، ولا يتسبب الحقل المغناطيسي في تدفق الإلكترونات ما لم يتغير الحقل المغناطيسي. يؤدي وصل وفصل البطارية إلى تغيير الحقل المغناطيسي (يولد توصيل البطارية الحقل ويتبدد ما أن يتم فصلها)، بحيث تتدفق الإلكترونات في السلك الثاني في تلك اللحظتين بالذات.



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

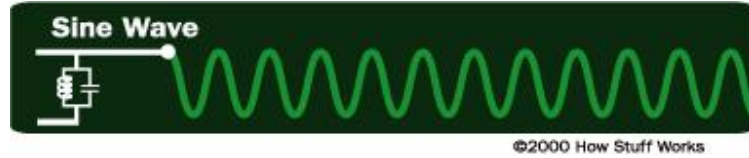
إصنع مرسلك البسيط بنفسك

من أجل القيام بذلك، ما عليك فعله هو توليد تيار كهربائي سريع التغير في سلك، وتستطيع القيام بذلك عن طريق بفصل ووصل بطارية بسرعة كالتالي:



عندما توصل البطارية تكون فولتية البطارية 1.5 فولت وعندما تقوم بفصلها تعود الفولتية إلى صفر. أما عندما تقوم بهذه العملية بسرعة على نحو متكرر فأنت تولد موجة مربعة متقلبة بين 0 و1.5 فولت.

أحد الطرق الجيدة لتوليد تيار متبدل مستمر في سلك، وأبسط أشكال الموجات المتبدلة (وأسهلها) هي الموجة الجيبية كالمبينة أدناه:



موجة جيبية متقلبة بين 10 فولت و-10 فولت (مثلاً)

تولد هذه العملية مرسل راديو بسيط، ويمكن لمكونات إلكترونية في غاية البساطة (كموصل ومكثف) أن تنشأ موجة جيبية، ويمكن لزوج من الترانزستورات تضخيم الموجة لتتحول إلى إشارة قوية، وإرسال تلك الإشارة إلى هوائي يمكنك إطلاق الموجة الجيبية إلى الفضاء.

التردد

أحد خصائص الموجة الجيبية هي ترددها، وهو عبارة عن عدد مرات تصاعدها وهبوطها في الثانية الواحدة، فعندما تستمع إلى بث راديو AM يكون مذياعك مضبوطاً على موجة جيبية بتردد 1000000 دائرة في الثانية (الدائرة تعني أيضاً الهيرتز). على سبيل المثال: تعني موجة 680 على تردد AM 680000 دائرة في الثانية، وتعمل إشارات الراديو على موجة FM بنطاق 100,000,000



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

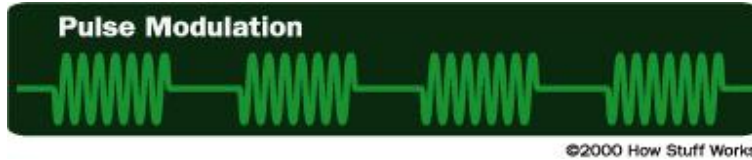
هيرتز، لذا فإن 101.5 على موجة FM تولد موجة جيبيية بنطاق 101,500,000

دائرة في الثانية.

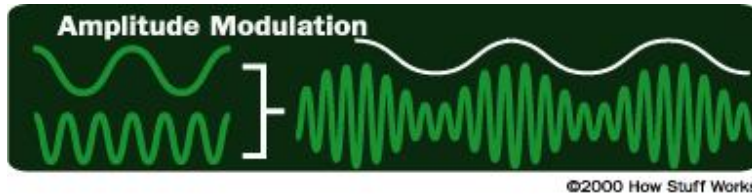
إرسال المعلومات

إن حصلت على موجة جيبيية ومرسل يقوم بإرسالها إلى الأثير بواسطة هوائي يكون لديك محطة إذاعية، تكمن المعضلة الوحيدة في أن الموجة الجيبيية لا تحتوي على أية معلومات، لذا فأنت تحتاج لتنظيم الموجة بطريقة ما لتتمكن من ترميز المعلومات التي تحملها، وهناك ثلاثة أساليب شائعة للقيام بذلك:

- **التنظيم بالنبض:** هنا أنت تقوم بتشغيل وإطفاء الموجة، لا أكثر ولا أقل، هذه الطريقة ليست دارجة، لكن أحد الأمثلة الجيدة عليها هو نظام الراديو الذي يرسل الإشارات إلى الساعات المسيطر عليها بالراديو في الولايات المتحدة، كما أن مرسل نبض واحد قادر على تغطية مناطق شاسعة بأكملها.



- **السعة المنظمة:** تعتمد إذاعات AM والإشارات التلفزيونية على تنظيم سعة ترميز المعلومات لأن سعة الموجة الجيبيية تتغير (ذروة الفولطية)، مثلاً؛ يتم تغطية الموجة الجيبيية المتأتية عن صوت شخص بمرسل الموجة لتغيير سعتها.



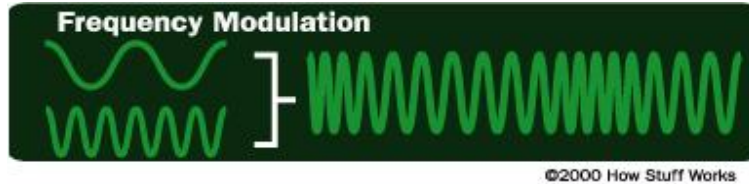
- **التردد المنظم:** هذا الأسلوب هو الأكثر استخداماً من قبل المحطات الإذاعية ومئات التقنيات اللاسلكية بما في ذلك الصوت المترافق مع البث



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

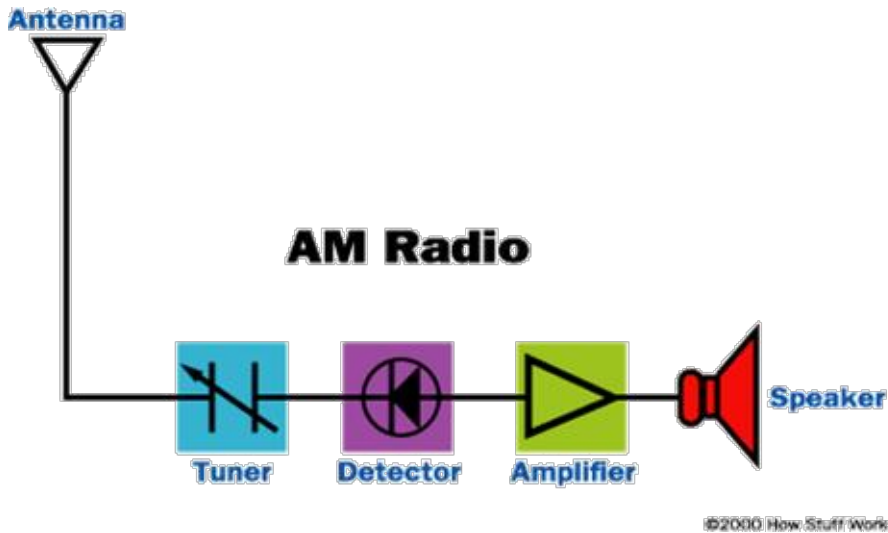
التلفزيوني والهواتف اللاسلكية والنقالة إلخ... وميزة التردد المنظم أو الـ FM أنها مضادة للسكون، كما أن تردد الموجة الجيبية يتغير اعتماداً على إشارات المعلومات.



ما أن يتم تنظيم وتعديل الموجة الجيبية حتى يصار إلى إرسال المعلومات عبرها.

استقبال إشارات الـ AM

عندما تضبط مذياع سيارة على موجة 680 AM على سبيل المثال يقوم المرسل بإطلاق موجة جيبية مقدارها 680,000 هيرتز (الموجة الجيبية مكررة 680,000 مرة في الثانية)، ويتم تعديل الصوت في تلك الموجة الناقلة بتنظيم سعة المرسل، ويقوم المصمخ بتضخيم الإشارة لتصل إلى 50000 واط لإذاعات الـ AM الكبيرة، ثم يرسل الهوائي موجات الراديو عبر الأثير. إذن كيف يستقبل مذياع السيارة ويحلل إشارة حجمها 680,000 هيرتز ليحولها إلى صوت مسموع؟ يتم ذلك بالخطوات التالية:





Science Education Project

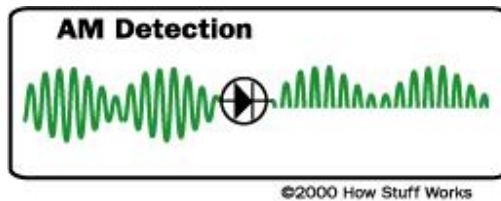
مشروع تعليم العلوم

- ستحتاج إلى هوائي ليساعدك على التقاط أمواج الراديو الموجودة في الهواء ما لم تكن جالساً بجانب المرسل (أي أن تكون أنت الهوائي!)، يمكنك صنع هوائي AM بسيط باستعمال سلك معدني لزيادة قوة الإلتقاط.

- ستحتاج كذلك إلى ضابط لأن الهوائي يستقبل آلافاً من أمواج الراديو، لذا فمهمته فصل الأمواج الجيبية عن آلاف إشارات الراديو، وفي هذه الحالة يتم ضبطه ليستقبل 680,000 هيرتز.

يتلخص مبدأ عمله في "الرنين"، مما يعني أن الضابط يرن -ويضخم- تردداً معيناً ويتجاهل جميع الترددات الأخرى الموجودة في الهواء. من السهولة بمكان صنع رنان بموصل ومكثف.

- يستقبل الراديو تردد موجة جيبية واحدة بواسطة الضابط (680,000 هيرتز في هذه الحالة)، بحيث تبقى مهمة المذياع استخراج الصوت من الموجة الجيبية، وهنا يأتي دور جزء يدعى "الفارز"، ففي حالة راديو AM يكون الفارز مصنوعاً من قطعة إلكترونية هي الصمام الثنائي الذي يسمح للتيار بالتدفق عبر اتجاه واحد لكن ليس الإتجاه المعاكس هكذا:



- يضخم الراديو الإشارة المُحفزة ويرسلها إلى السماعات، والمضخم مصنوع من ترانزستور واحد أو أكثر، وكلما كان عددها أكبر كلما ازدادت قوة الصوت. يختلف الفارز في راديو FM، عدا عن ذلك يبقى كل شئ كما هو، وهو يعمل على تغيير تردد الصوت، لكن أجزاء الهوائي والضابط والمضخم هي ذاتها.



Science Education Project

مِشروع تعليم العلوم مستقبل الAM البسيط

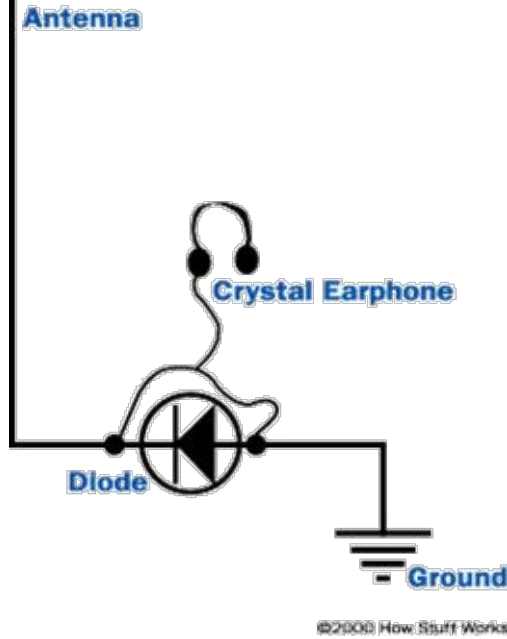
يتبين في حال إشارة الAM القوية أنه باستطاعتك صنع مُستقبل راديو بسيط باستخدام قطعتين فقط وبعض الأسلاك، والعملية برمتها أبسط مما تتصور:

- صمام ثنائي.
 - سلكين بطول 15 إلى 20 متر.
 - قضيب معدني.
 - سماعة أذن.
- عليك التموضع قرب برج إرسال إذاعي للقيام بهذه التجربة، والخطوات التالية هي:
- إغرس القضيب المعدني في الأرض، ثم أزل الطبقة العازلة عن السلك بمقدار 3 أمتار وضعها على القضيب للحصول على توصيل جيد.
 - قم بتوصيل طرف السلك الثاني بالصمام الثنائي.
 - اربط قطعة أخرى من السلك (3-6 متر) بالصمام ليكون الهوائي وضعه على الأرض أو قم بتعليقه على شجرة ولكن تأكد أن طرف السلك العاري لا يلامس الأرض.
 - اربط سلكي السماعة بالصمام هكذا:



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم



إن وضعت السماعة على أذنك فستتمكن من سماع البث الإذاعي، لذا الهدف من هذه التجربة بيان مدى بساطة مُستقبل الراديو. يتلقى الهوائي كل أنواع إشارات الراديو، ولكن بما أنك قريب من برج إرسال إذاعي فإن الإشارة الأقرب تطغى على غيرها، كما أن الهوائي يتلقى الكثير من الطاقة لقربه من البرج، ولهذا فأنت لست بحاجة إلى بطارية أو أي مصدر طاقة آخر، ويعمل الصمام الثنائي ككاشف لإشارات AM مثلما سبق توضيحه لتستمع إلى البث دون ضابط أو مضخم.

مبدأ عمل الهوائي

لابد وأنك لاحظت لكل جهاز راديو هوائي خاص به، وهي تأتي بأحجام وأشكال مختلفة بناء على التردد الذي يستقبله الهوائي، ويمكن أن تراه على شكل سلك طويل (كما في السيارات) أو على شكل طبق لاقط. الفكرة من وراء الهوائي ببساطة هي إطلاق أمواج الراديو إلى الفضاء (في حالة المرسل) والتقاطها ثانية (في حالة المُستقبل)، وتستعمل وكالة الفضاء



Science Education Project

مشروع تعليم العلوم

الأمريكية (ناسا) أطباقاً لاقطة يبلغ قطرها 60 متراً لاستقبال الإشارات في الأقمار الصناعية التي تبعد ملايين الأميال.

يتعلق حجم الهوائي الأقصى بتردد الإشارة التي يرسلها الهوائي أو يستقبلها، وترتبط هذه العلاقة بسرعة الضوء والمسافة التي تستطيع الإلكترونات قطعها، تبلغ سرعة الضوء 186000 ميل في الثانية أو 300,000 كم في الثانية.

أمثلة على استخدامات الهوائي في الحياة العملية

لنقل أنك تحاول بناء برج لمحطة إذاعية تبث على الموجة AM 680، وهو يبث موجة جيبية بتردد 680,000 هيرتز، فيقوم المرسل بنقل الإلكترونات في اتجاه واحد جيئة وذهاباً، بمعنى أن الإلكترونات تغير اتجاهها ما لا يقا عن 4 مرات خلال دورة واحدة للموجة الجيبية، إن كان المرسل يعمل على 680,000 هيرتز فهذا يعني أن الدائرة تكتمل في غضون 0.00000147 ثانية، وربع الدائرة تساوي 0.0000003675 ثانية. يمكن للإلكترونات أن تقطع 0.0684 ميل (0.11 كم) بسرعة الضوء وفي مدة 0.0000003675 ثانية، مما يعني أن حجم مرسل الهوائي الأقصى 8.3 سم، وهذا هو سبب وجود هوائيات قصيرة في الهواتف النقالة.





يزود صانعو السيارات عادة طرازاتهم بهوائيات لا يتعدى طولها 300 قدم، وكلما ازداد طولها كلما كان استقباله أفضل، مع الأخذ في الاعتبار أن التقاط محطات الـ AM قوي داخل المدن لدرجة تنتفي معها الحاجة إلى الهوائي. ربما تتعجب من ميل أمواج الراديو إلى التكاثر عبر الفضاء بسرعة الضوء بعيداً عن الهوائي عندما يقوم المرسل بعمله، لكن كيف تستطيع أمواج الراديو قطع ملايين الأميال؟ لم لا يكون للهوائي مجال مغناطيسي يحيط به مثلما شاهدت في السلك المتصل بالبطارية؟ عندما يمر تيار في الهوائي فهو يولد مجالاً مغناطيسياً من حوله، وقد سبق أن شاهدنا هذا المجال يؤدي لإحداث مجال كهربائي (الفولطية والتيار) في سلك آخر موجود بالقرب من المرسل، وقد تبين أن المجال المغناطيسي الذي يولده الهوائي في الفضاء يدل على مجال كهربائي يشير بدوره لمجال مغناطيسي آخر... وهكذا دواليك، وهذه الحقول الكهرومغناطيسية تولد بعضها البعض في الفضاء وبسرعة الضوء.