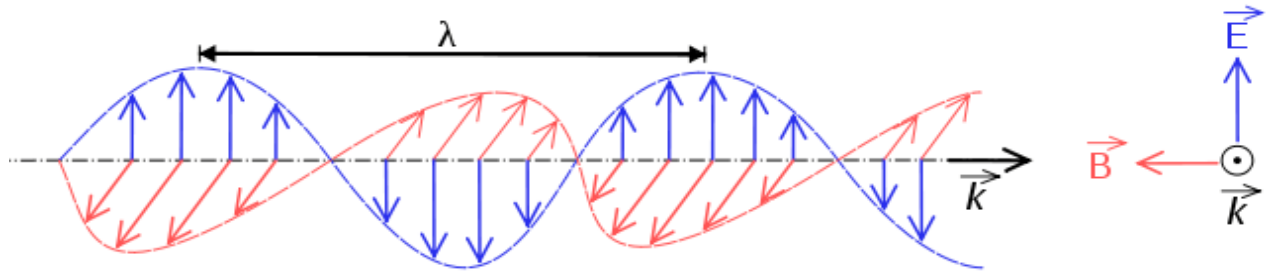


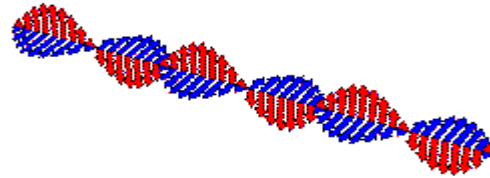
I مميزات الموجة الكهرمغناطيسية:

تنتشر الموجات الكهرمغناطيسية في جميع الأوساط المادية وفق مسار مستقيمي وفي جميع الاتجاهات. وخلافا للموجات الميكانيكية الموجات الكهرمغناطيسية تنتشر كذلك في الفراغ. وتعتبر هذه الموجات من أهم الاكتشافات العلمية في العصر الحديث، فهي التي تنقل لنا الأخبار والأحداث والمعلومات عبر الأثير وللملايين الكيلومترات من جميع أنحاء العالم. تتميز الموجات الكهرمغناطيسية بترددها f ، وتنتشر في الفراغ بسرعة $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ ويرتبط ترددها بطول موجتها بالعلاقة:

$$\lambda = cT = \frac{c}{f}$$



الموجات الكهرمغناطيسية مركبة من مجال مغناطيسي ومجال كهربائي متعامدين.



micro-ondes = ميكروويف

يمتد مجال الموجات الكهرمغناطيسية من أول الترددات المنخفضة، مثل الترددات المستخدمة في الراديو، عبر الترددات المتوسطة، مثل ترددات أشعة الضوء، إلى الترددات العالية، مثل الأشعة السينية وتنتهي بأشعة غاما المختلفة. جميع هذه الموجات هي موجات كهرمغناطيسية بما فيها موجات الراديو المختلفة (الطويلة والقصيرة والمتوسطة وموجات الرادار وغيرها) وجميعها لها سرعة انتشار واحدة، وهي 3.10^5 كلم في الثانية.

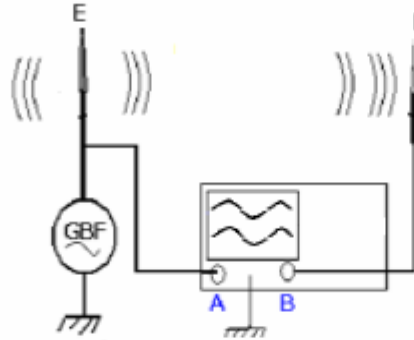
إذا كنا نغاضينا عن الموجات الميكانيكية (كالموجات الصوتية) فإننا نستطيع أن نجزم بأن معظم الموجات الموجودة من حولنا هي موجات ذات طبيعة كهرمغناطيسية.

تعتبر الأشعة الضوئية موجات كهرمغناطيسية، ومجال الضوء المرئي لا يشكل إلا جزءا بسيطا من مجال الموجات الكهرمغناطيسية



1) الإبراز التجريبي لكيفية إرسال واستقبال موجة كهرومغناطيسية:

E و R سلطان موصلان يلعبان دور الباعث والمستقبل. نعين في المدخل Y_A الإشارة التي يصدرها المولد GBF ونلاحظ في المدخل Y_B أن الإشارة التي يستقبلها السلك E لها نفس تردد ونفس شكل الإشارة المنبعثة.



يبعث الهوائي الباعث موجة كهرومغناطيسية لها نفس تردد الإشارة الكهربائية التي أحدثت على مستواه. ونشعر هذه الموجة في الهوائي المستقبل إشارة كهربائية لها نفس التردد.

يمكن الموجات الكهرومغناطيسية من نقل إشارة تضم معلومة لمسافات كبيرة جداً، دون انتقال للمادة. وبذلك تنتقل المعلومة المراد إرسالها بسرعة الموجة الكهرومغناطيسية $c = 3.10^8 \text{ m/s}$.

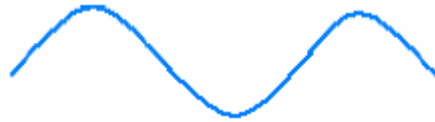
لكن الموجات ذات الترددات المنخفضة BF تخضع مع طول المسافة ويصعب عملياً استعمال الهوائي المناسب لانتقالها، لأنه لكي يلتقط الهوائي موجة يجب أن يكون طوله يقارب نصف طول الموجة λ . فمثلاً الموجة ذات التردد $f = 200 \text{ Hz}$ طولها

يمكن عملياً. وبالتالي نتضح ضرورة استعمال تقنية مناسبة لنقل المعلومات وهي تقنية التضمين. **Modulation**

2) تضمين توتر جيبي:

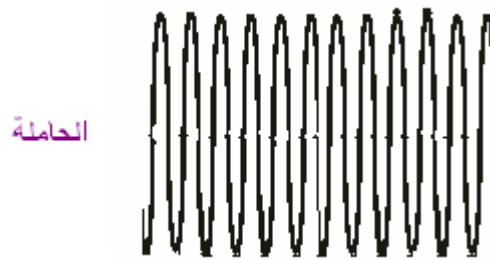
تعتمد هذه التقنية على فكرة أساسية في غاية البساطة وهي أن لكل جهاز لاسلكي وحدة للإرسال وأخرى للاستقبال، فعندما يقوم جهاز الإرسال ببث أي نوع من البيانات سواء كانت صوتاً أو صورة فإن تلك البيانات يتم تضمينها (أي تشفيرها) وتحميلها على موجات جيبية ذات ترددات عالية، وتُقل بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية عبر الأثير وعندئذ يقوم جهاز الاستقبال لدى الطرف الآخر بإزالة التضمين لتلك الرسالة.

عموماً تكون الموجة المراد إرسالها (أي نقلها من مكان إلى مكان آخر) ذات تردد منخفض. موجة صوتية مثلاً.



الموجة الحاملة عبارة عن مقدار جيبي: $u(t) = U_m \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi)$

الوسع: U_m
التردد: f
الطور عند أصل التواريخ: φ



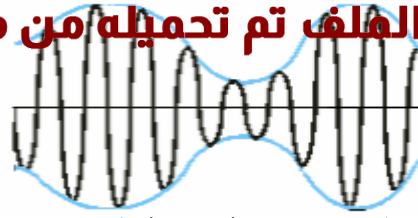
تعتمد عملية التضمين على تغيير مميزات الإشارة الحاملة بواسطة الإشارة المحمولة.

ونشير على أن هناك ثلاث طرق: تضمين الوسع - تضمين التردد وتضمين الطور.

* في حالة تضمين الوسع، يتغير وسع الإشارة الحاملة حسب الإشارة المحمولة (أي بالتناسب معها) ويكون تعبير التوتر المضمن:

$$u(t) = U_m(t) \cos(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$

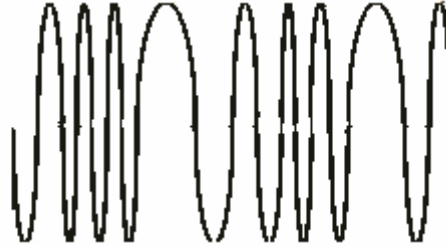
الموجة المُضمَّنة



تُحدث الموجة المراد نقلها تغيراً في وسع الموجة الحاملة فيصبح غلاف الموجة المضمَّنة مطابق لغلاف الموجة المراد نقلها.
* في حالة تضمين التردد ، يتغير تردد الإشارة المضمَّنة ويكون تعبير التوتر المضمَّن :

$$u(t) = U_m \cos(2\pi \cdot f(t) \cdot t + \varphi)$$

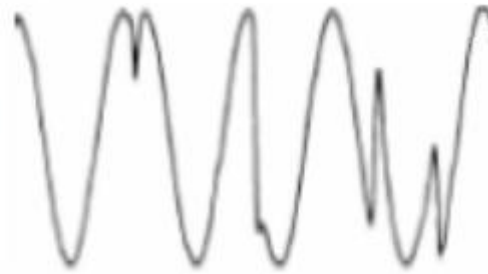
الموجة المُضمَّنة



تحدث الموجة المراد نقلها تغيراً في تردد الحاملة دون أن يطرأ أي تغيير على وسعها.
* في حالة تضمين الطور ، يتغير طور الإشارة المضمَّنة ويكون تعبير التوتر المضمَّن .

$$u(t) = U_m \cos(2\pi \cdot t + \varphi(t))$$

الموجة المُضمَّنة



ملحوظة : نستعمل أحيانا الرمز AM و FM

(AM) للتعبير عن تضمين الوسع . modulation d'amplitude
(FM) للتعبير عن تضمين التردد . modulation de fréquence

