

Chapter Four الفصل الرابع

معادلات ماكسويل وانتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الاوساط المختلفة

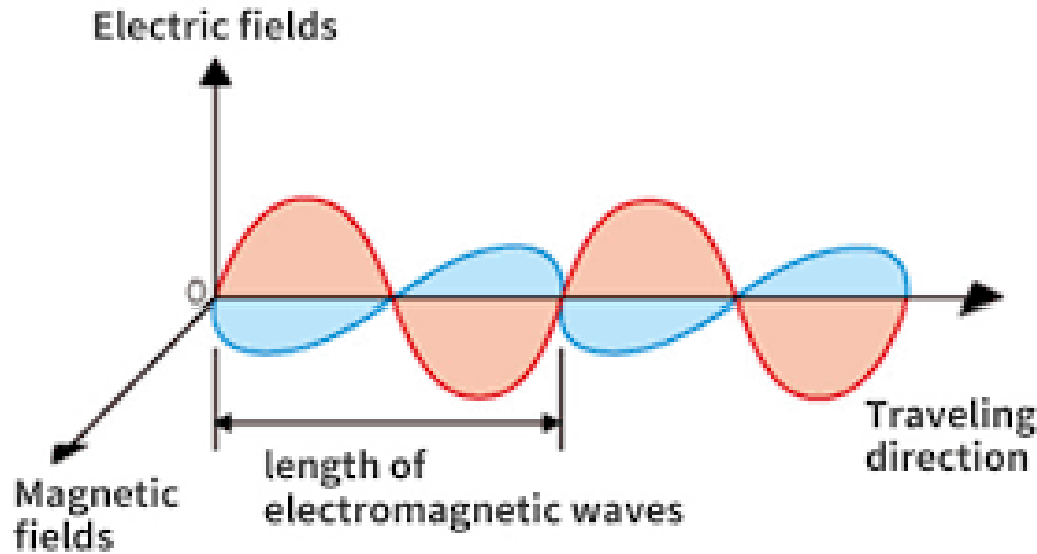
Sequence:1

مدرس المقرر : د. وائل عبد اللطيف كديمي

• المقدمة

• الموجات الكهرومغناطيسية

• انتشار الموجات الكهرومغناطيسية



المقدمة

من أعظم الاكتشافات التي حققها البشر على مدى تاريخهم بعد اكتشافهم وتوليدهم للطاقة الكهربائية هو اكتشافهم للموجات الكهرومغناطيسية ، ويعود الفضل في ذلك لعالم الفيزياء الاسكتلندي الشهير جيمس كلارك ماكسويل والذي تكمن عبقريته في مقدرته الفذة على استخدام الرياضيات في صياغة مختلف أنواع الظواهر الفيزيائية وكذلك استنباط الحقائق الفيزيائية من الصيغ الرياضية ، لقد تمكن ماكسويل في عام 1860م من صياغة جميع القوانين المتعلقة بالكهربائية والمغناطيسية وتفاعلها مع بعضهما البعض في أربع معادلات تفاضلية. ولم يتوقف الأمر عند هذا الحد بل استطاع من خلال حل هذه المعادلات التنبؤ بوجود ما يسمى بالموجات الكهرومغناطيسية والتي تم التحقق من وجودها وإيجاد طرق لتوليدها على يد عالم الفيزياء الألماني هينريش هيرتز (Heinrich Hertz) وذلك في عام 1887م .

الموجات الكهرومغناطيسية

الجدير بالذكر أنه لولا تطور علوم الرياضيات وخاصة علمي التفاضل والتكامل لما كان بإمكان ماكسويل صياغة قوانين الكهرباء والمغناطيسية بهذا الشكل المميز ولما كان بإمكانه التنبؤ بوجود الموجات الكهرومغناطيسية. لقد سهلت الموجات الكهرومغناطيسية عملية نقل مختلف أنواع المعلومات بطريقة لاسلكية إلى أي مكان على سطح هذه الأرض بل وتعداها إلى الفضاء الخارجي ، فبعد سنوات قليلة من اكتشاف وتوليد هذه الموجات بدأ ظهور كثير من الأنظمة اللاسلكية فظهر التلغراف اللاسلكي في عام 1900م ومن ثم البث الراديوي في عام 1918م والبث التلفزيوني في عام 1935م ، ولولا اكتشاف هذه الموجات لبقي البشر مقيدين في نقل معلوماتهم المختلفة بالقنوات السلكية التي تحتم عليهم التواجد في أماكن محددة حيث توجد أطراف هذه الأسلاك كما هو الحال مع الهواتف السلكية ، لقد مكنت هذه الموجات بناء أنظمة

الموجات الكهرومغناطيسية

اتصالات تكون فيها المرسلات ثابتة والمستقبلات متحركة أو بالعكس أو يكون كليهما متحركا وهذا لا يمكن إنجازه باستخدام القنوات السلكية إلا على نطاق ضيق جدا ، ولذلك أصبح الاتصال ممكنا مع السفن وهي في عرض البحار والطائرات وهي في جو السماء والمركبات أين ما كان موقعها والأشخاص وهم في أي واد أو جبل يهيمون ، بل أصبح بالإمكان باستخدام هذه الموجات مشاهدة صور في غاية الوضوح لأسطح كواكب المجموعة الشمسية من خلال كاميرات مثبتة على مركبات فضائية وترسل هذه الصور وغيرها من المعلومات من على بعد مئات الملايين من الكيلومترات ، وباستخدام هذه الموجات أصبح بإمكان البشر التحكم عن بعد بمختلف أنواع الأجهزة والمعدات الموجودة في البيوت والمكاتب والمصانع وكذلك في الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية والطائرات والصواريخ.

الموجات الكهرومغناطيسية

ومع التقدم المذهل في مجال الإلكترونيات والاستغلال الأمثل لترددات الطيف الكهرومغناطيسي

بدأ التحول كلياً من القنوات السلكية إلى القنوات اللاسلكية لنقل إشارات المعلومات والتحكم في

مختلف المجالات.

انتشار الموجات الكهرومغناطيسية

تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي وآخر مغناطيسي متعامدان على بعضهما البعض في الفضاء ويتغيران بشكل دوري مع الزمن وبحيث تنتشر الموجة باتجاه يتعامد مع اتجاهي المجالين الكهربائي والمغناطيسي حسب قاعدة معينة.

وتنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الأوساط المختلفة بسرعة ثابتة تتحدد من قيم السماحية الكهربائية ϵ والنفاذية المغناطيسية μ للوسط المعني حيث تساوي معكوس الجذر التربيعي لحاصل ضرب السماحية في النفاذية ، وتبلغ سرعة الانتشار في الفضاء الحر ثلاثمائة ألف كيلومتر في الثانية تقريبا وهي نفس سرعة الضوء في الفراغ والذي ما هو إلا أحد أشكال الموجات الكهرومغناطيسية كما اكتشف ذلك ماكسويل

انتشار الموجات الكهرومغناطيسية

تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي مغناطيسي متعامدان على بعضهما البعض في الفضاء ويتغيران بشكل دوري مع الزمن وبحيث تنتشر الموجة باتجاه يتعامد مع اتجاهي المجالين الكهربائي والمغناطيسي حسب قاعدة معينة. إن سرعة انتشار الموجات في أي وسط لا يمكن أن تزيد عن سرعتها في الفراغ لأن قيم السماحية والنفاذية لهذه الأوساط أعلى من قيمهما في الفراغ. وعندما تنتشر موجة كهرومغناطيسية في وسط ما فإن المسافة بين قمتين من قممها مقاسة بالأمتار يسمى طول الموجة wavelength والتي تساوي حاصل تقسيم سرعة انتشار الموجة على ترددها. frequency. إن نسبة شدة المجال الكهربائي إلى شدة المجال المغناطيسي في الموجة الكهرومغناطيسية يسمى المعاوقة المتأصلة intrinsic impedance والتي تساوي الجذر التربيعي لحاصل قسمة النفاذية على السماحية للوسط الذي تنتشر فيه هذه الموجة