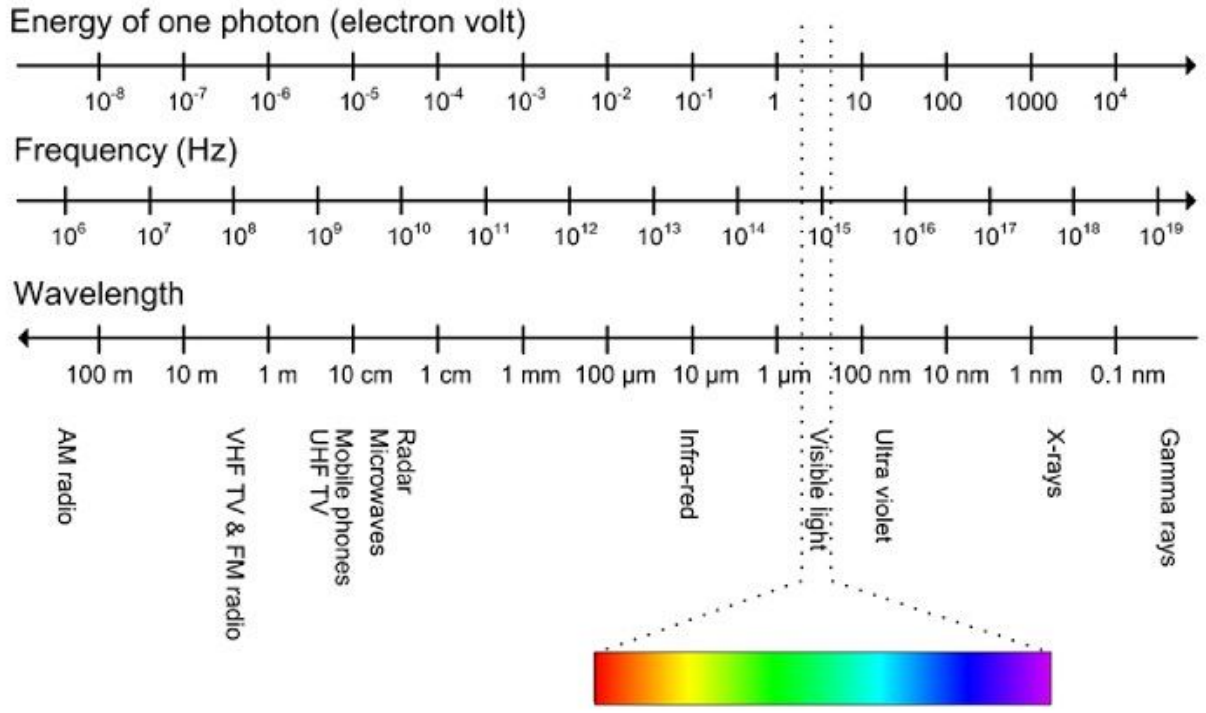
ألآستخدامات المختلفة للموجات الكهرومغناطيسية في المجال الراداري

أ.م.د وليد خالد عبد علي
رئيس قسم هندسة تقنيات الحاسوب
كلية التراث الجامعة

١.طيف الموجات الكهرومغناطيسة

طيف الموجات الكهرومغناطيسة يشمل حيزا واسعا من الترددات يبدأ من الترددات تحت الصوتية ثم الحزم الصوتية ، الحزم المستخدمة في الاتصالات والرادار ، حزمة الاشعة تحت الحمراء،الحزمة المرئية ، حزمة الاشعة فوق البنفسجية ، حزمة اشعة إكس، حزمة أشعة كاما ،[1] وأخيرا حزمة الاشعة الفضائيةالشكل رقم١



ألشكل رقم ١ طيف الموجات الكهرومغناطيسية

إن هذه الحزم مختلفة بطبيعتها وسينعكس بالتالي على إستخداماتها فهنالك حزم رادارية وحزم للاتصالات اللاسلكية وحزم ذات استخدام مختلف (إتصالات ورادار) وحزم مختلفة ولكنها تستخدم IR وحزمة

الاشعة تحت الحمراء HF, VHF, UHF لنفس الغرض مثل حزم الاتصالات اللاسلكية والتي تستخدم لاغراض الاتصالات الليزرية.

٢. إستخدامات الحزم الرادارية

أ. نظرة تاريخية [2] [3]:

مابين عام ١٩٠٣ حينما قدمت أول براءة إختراع لجهاز كشف راداري مبسط دعي

Obstacle Detector and Ship Navigation Device

وعامنا هذا يكون قد مضى مائة وثلاثة عشر عاما على ظهور Hulsmyerمن قبل المهنس الالماني

الاجهزة الرادارية وتطورها من جهاز كشف لايزيد مداه ١,٥ كم إلى أجهزة متعددة الاستخدامات يصل مدى البعض منها الى بضعة ألاف الكليومترات فماذا حدث خلال هذه الحقبة ؟ ويمكن تقسيم هذه الحقبة الى ثلاث مراحل :

الاولى

منذ بداية القرن العشرين وحتى عام ١٩٣٠.

الثانية

من عام١٩٣٠ وحتى نهاية الحرب العالمية الثانية .

الثالثة

مابعد عام ١٩٤٥.

في المرحلة الاولى كما تمت الاشارة إليه ظهرت أول براءة إختراع لجهاز راداري مبسط ، ولكن بسبب محدودية مدى الكشف الراداري وتقاربه مع الرؤيا البصرية في الاحوال الاعتيادية فقد اهمل هذا الاختراع من قبل البحرية الالمانية.

لقياس إرتفاع طبقة الايونوسفير Briet,Tuve وفي عام ١٩٢٥ إستخدم رادار نبضي من قبل العالمين

ذلك أن الموجات الراديوية بطول موجي معين تنعكس من تركيز الالكترونات في الطبقة والذي يسمى بالتركيز الحرج ، وبتغيير التردد سيختلف التركيز الحرج مما يسمح بمعرفة تركيز الالكترونات والايونات لكل شريحة من هذه الطبقة مما يؤدي الى معرفة ظروف إنتشار الموجات اللاسلكية المستخدمة لمختلف أجهزة الاتصالات .

المرحلة الثانية: وهي المرحلة التي أشرت التطور الاكثر أهمية سواء من الناحية العلمية والتكنولوجية وسيتم تناولها في دول مختلفة Radar– Radio Detection and Ranging إن كلمة رادار جاءت من الاحرف الاولى لعبارة

USA: الولايات المتحدة الامريكية

f=٣٣MHZ في ١٩٣٠ عام إستخدام رادار الموجة المستمرة لكشف الاهداف الجوية يعمل على تردد

NRL – Naval Research laboratory من قبل. لايزيد مدى الكشف عن ٢ميل في عام ١٩٣٣ تم عرض جهاز رادار من نفس النوع لديه قابلية كشف الطائرات على مدى ٥٠ ميل دعي ب: System for Detecting Objects by Radio

f=٢٨,٣ MHZ في عام ١٩٣٥ إستخدام رادار نبضي لكشف الاهداف الجوية بمدى ٢٥ ميل وبتردد لتركيبه على القطع البحرية بمدى (١٠-١٢) f= ٢٠٠ MHZ في عام ١٩٣٦ تطوير رادار بتردد لاحقا تم تطوير مرسلات بقدرة اكبر= ٦ كياو وات مما ادى الى Leary ميل ووضع على المدمرة زيادة المدى الى ٥٠ ميل وركبت على ١٩ قطعة بحرية في عام ١٩٤١ . وبواسطة هذا الرادار تم كشف ضربة ٢٧٠ -SCR في عام ١٩٣٩ تم تطوير رادار الانذار المبكر بيرل هاربور في ك ١٩٤١ . لمهام توجيه مدفعية مقاومة الطائرات وطوّر لاحقا الرادار ٢٦٨ – SCR واخيرا طوّر الرادار .٥٨٤ -SCR

UK المملكة المتحدة

كان هنالك تصور عن إستخدام الموجات الكهرومغناطيسة في إنتاج ما أطلق عليه باشعة الموت ولكن الخبير روبرت واتسن دحض هذا التصور ، وبين إمكانية إستخدام هذه الموجات Death ray للكشف الراداري. f==١٢ MHZ أيلول ١٩٣٥ إستخدام رادار نبضي لكشف الاهداف الجوية وبمدى ٤٠ ميل وبتردد وتم نشر مجموعة f= ٢٥ MHZ اذار ١٩٣٦ إستخدام رادار ذو مدى كشف لغاية ٩٠ ميل وبتردد وكانت عاملة قبل CH Chain Home رادارات حول منطقة القنال الانكليزي والتي دعيت بالحرب مباشرة.

الاتحاد السوفياتي :

طوّر رادار الانذار المبكر من طراز روس -٣ بمدى كشف أقصى يصل الى ١٥٠ كم وفي عام ١٩٤١

كان هنالك ١٢ محطة رادارية من هذا النوع حول موسكو.

بعد هذه المقدمة نبين أهم أستخدامات الحزم الرادارية:

ب. المطارات المدنية

لتنظيم حركة الطيران تجهز المطارات المدنية بالرادارات التالية:

_ رادار الكشف البعيد

_رادار التحكم بحركة الطائرات

_ المنظومة الرادارية الطوعية لتأمين هبوط الطائرات

_رادار تمييز الطائرات

_رادار الارصاد الجوي

ج الطائرات المدنية:

_رادار الاستطلاع

_ معدات الهبوط الطوعي للطائرات والتي تضم ثلاثة رادارات مختلفة (رادار قياس الارتفاع ، رادار قياس السرعة..إلخ)

_رادار تمييز الطائرات

_منظومة تفادي حدوث الاصطدامات في الجو.

د. مراقبة الفضاء

_رادارات مراقبة المركبات الفضائية وتصحيح مسارها .

_ رادارات مراقبة الكواكب وقد قدمت نتائج كبيرة جدا لعلم الفلك منها على سبيل المثال أن المراقبة الرادارية لكوكب عطارد سمحت بتحديد الفترة الحقيقية لدوران هذا الكوكب حيث اتضح أنها تساوي

٥٨,٦ يوما في حين أن علماء الفلك كانوا يعتقدون أن هذه الفترة تبلغ ٨٨ يوما .

ه.المركبات الفضائية

تزود المركبات الفضائية برادارات تنفذ المهام التالية :

_ الزراعة واقتصاد الغابات وتؤمن دراسة كثافة الستار النباتي ، توزيع الغابات ، المروج ، الحقول ، تعيين نوع التربة ودرجة حرارتها و رطوبته ، مراقبة حالة أنظمة الري واكتشاف الحرائق .

_ الجغرافية تعيين نظام إستغلال الارض، توزيع وحالة وسائل النقل وشبكات المواصلات ،ودراسات طوبوغرافية اخرى .

_ الجيولوجيا تعيين تركيبات الصخور و دراسة طبقات الصخور الرسوبية ، البحث عن مكامن الفلزات ، وتحسين تكنلوجيا التنقيب عن الثروات المعدنية.

_ الهيدروجيا دراسة عمليات التبخر والرطوبة ، دراسة جريان المياه الجوفية ، تلوث الاحواض المائية ومراقبة النظام المائي للانهار الكبيرة .

جغرافية المحيطات تعيين شكل السطح المتموج للبحار والمحيطات ، رسم خرائط الساحلية ومراقبة الظواهر البايولوجية.

وعلى سبيل المثال أن المركبة الفضائية أبولو حينما هبطت على سطح القمر كانت مجهزة برادار لدراسة تربة القمر على أعماق تتراوح بين (١٠- ١٣٠٠) متر بغية الحصول على صورة واضحة لما يقع تحت سطح القمر ، هذا الرادار أطلق عليه إسم راصد القمر ويعمل بثلاثة ترددات كل تردد مخصص لاعماق محددة كما هو موضح في الجدول رقم ١ :

الجدول رقم ١

Depth [m]	*f[MHZ]*
1300	*5*
800	*15*
(100-200)	*150*

<u>:[4] و. الهندسة الميكانيكية</u>

أحد إستخدامات الرادار في هذا المجال هو تامين قياس سرعة دوران الاجسام بدون تماس مع الجسم

CW Radar مثل قياس سرعة دوران محرك الطائرة باستعمال

ز حماية البيئة :

_المراقبة الرادارية لحياة الطيور وسلوكها وقد ساعدت هذه الرادارات على تعيين الطرق التي تسلكها الطيور في هجرتها وتحديد سرعة وارتفاع وإتجاه تحليقها .

_ *الرادارات المستخدمة في مراقبة حياة الحشرات وسلوكها وهنا لابد من الاشارة الى سلسلة من* حيث أثبت إمكانية المتابعة الرادارية للجرادة Stigmar التجارب المنفذة من قبل العالم البريطاني لمسافة ٢ ميل وتمكن من مسافة ميل واحد من معرفة جنس تلك الحشرة سواء كانت ذكرا أم انثى ، وقد تمكن من معرفة ذلك لان الذكور تحرك أجنحتها بتردد أكبر من تردد حركة أجنحة الاناث.

ومن أروع النتائج التي التي توصل إليها أن العديد من الحشرات تهاجر في كل ليلة في هجرتها مسافة قد تصل الى٢٠٠ ميل .وأن الجراد يتجمع باسراب كبيرة على جبهة طولها مائة ميل وعرضها ميل واحد.

وقد أفادت هذه الابحاث في إستنباط الطرق الافضل لمبيدات الحشرات.

ح. الطب:

_أجريت سلسلة من التجارب إتضح منها إمكانية إستخدام الاشعاع الراداري في تدفئة الانسجة المريضة ، حيث ثبت أن هذا الاشعاع يتسرب بالدرجة الرئيسية الى العضلات ، علما بأن الانسجة الجلدية والشحمية تكاد لاتسخن في هذه الحالة ، ونتيجة لذلك أصبح بمستطاع الاطباء إتباع طريقة يمكن بواسطتها معالجة طبقات تقع في باطن الجسم.

_ Ultra Wide band Radar (UWB) وهنالك بحوث عديدة ضمن العقدين الاخيرين لاستخدام وذلك لتحسس حركة الاعضاء الداخلية لجسم الانسان عن بعد وبدون تماس فيزياوي مع الجسم (Remote sensing)[5] .

ط. الرياضة [6]:

Baseball لقياس سرعة رمي الكرة في لعبة CW Radarفي هذا المجال هنالك بحوث لاستخدام الامريكية لمساعدة اللاعبين في التهيؤ لالتقاط الكرة.

ى. تنظيم المرور :

- رادار مراقبة سرعة حركة العجلات.

- اجهزة رادار مبسطة تركب في العجلات لمراقبة الطريق أمام السائق ولمدى ٦٠ متر ويساعد في أحوال الرؤيا السيئة أوإنعدام الرؤيا.

- رادارلقياس سرعة القطار بواسطة إشارة مرسلة ومستلمة عبر السكة الحديد والمسافة المقطوعة والتعجيل .

ك. الموانئ البحرية:

- رادار مراقبة حركة السفن في حوض الميناء .

- رادار توجيه السفن بالقرب من الساحل .

- رادار الارصاد الجوي .

أما الرادارات الموجودة في القطع البحرية فمنها رادار الاستطلاع ورادار تفادي الاصطدام والرسو في الميناء.

٣. دراسة مقارنة بين مواصفات أفضل الرادارات والجهاز السمعي للخفافيش

في الجزء الاخير من هذا البحث سيتم التطرق الى نتائج دراسة مقارنة قام بها العالم والخبير الامريكي حول مقارنة الجهاز السمعي (جهاز إلتقاط الصوت) للخفافيش مع مواصفات أفضل أنواع Catrona

المحطات الرادارية الموجودة وتتسم هذه المقارنة بأهمية بالغة لآن وزن الجهاز السمعي للخفاش لايزيد عن بضعة أجزاء من الغرام وحجمه بحدود سم مكعب واحد وهذا الجهاز قادر على تنفيذ المهام التي تكلف بتنفيذها محطة رادارية يقدر وزنها بمئات الكيلوغرامات وحجمها بالامتار المكعبة وبعد المقارنة تم التوصل الى مايلي :

١) إن الخفاش قادر على إستقبال إشارات بممستوى الضوضاء تقريبا في حين يتمكن الرادار من إستقبال تلك الاشارات التي تفوق سعتها مستوى الضوضاء بكثير.

٢) دقة تعيين بعد الجسم واحداثياته الزاوية لدى الخفافيش أعلى من تلك التي تتسم بها الرادارات المستخدمة حاليا.

٣) إن الخفاش يستطيع وعلى أقل تقدير قنص ١٧٥ بعوضة خلال ١٥ دقيقة أي بمعدل بعوضة واحدة خلال أقل من ست ثواني واذا ماقورنت القدرة التحليلية هذه مع تلك القدرة التي يتمتع بها نظام إكتشاف الاهداف ورادارات التتبع والتوجيه للمقاتلات فانها تتقارب مع ردارات الجيل الرابع.

والخفاش بمطاردته للبعوض يتحرك على وفق مسار يطلق عليه بالمطاردة المائلة وهذا المسار بالذات هو الذي يستخدم من قبل حاسبات الدفاع الجوي في توجيه المتصديات نحو الاهداف المعادية.

٤) إن الخفافيش تعيش عادة في الكهوف وانها عند مغادرتها لمسكنها تستخدم رادارها ، وتطلق مئات الخفافيش صيحاتها في ان واحد ، بيد أن تلك الصيحات لاتبدي على مايبدو تأثير على بعضها البعض ،

والخفاش يتمتع بقابلية تجاهل الاشارات التي تصدرها الخفافيش الاخرى وعدم التاثر بالتشويشات الخارجية ، أما محطات الرادار فهي عاجزة عن تحقيق ذلك بالكفاءة المطلوبة .

٥)قدرة الاشارة التي يرسلها الخفاش تبلغ ٠,١١ واط لكل ١ كغم من وزنه والى قرابة ٠,٠٣ واط بالنسبة لكل ١ دسم مكعب من حجمه ، أما بالنسبة للمحطة الرادارارية فان قدرة الاشارات المرسلة التي ترسلها تتراوح بين (١-٢) واط لكل ١ كغم من وزنها وبين (٠,٥ – ١) واط لكل ١ دسم مكعب من حجمهاوهذا هو البرامتر (المعلم) الوحيد الذي يتفوق به الرادار على الجهاز السمعي للخفاش.

ومع ذلك فوحدة توليد الطاقة لدى الخفاش تضمن له عمل كل أعضائه وان قسما ضئيلا فقط من تلك الطاقة يمكن أن يذهب لتغذية جهازه الراداري ، في حين نجد وحدة توليد الطاقة في المحطة الرادارية مخصصة لاكملها تقريبا لتغذية الاجهزة الادارية وحدها ، ولهذا فان هذه المقارنة لاتكون عادلة.

٦) وهنالك دراسة أجراها الخبير الامريكيCalendar حول الاشارات التي يصدرها الخفاش حيث إتضح إنه يغير تردد الاشارة من طور الى اخر خلال التحليق وهنالك ثلاثة أطوار :

- الطور الاول البحث عن الفريسة.
- الطور الثاني إكتشافها.
- الطور الثالث ملاحقتها ثم إقتناصها.

واتضح أن الطول الموجي للاشارة المرسلة يتغير من ٣,٤ ملم (ترددMHZ ٨٨) ولغاية ٧ ملم (ترددMHZ ٤٢,٨٥)

١) وهنالك أنواع من الخفافيش لاتقتات على الحشرات ، بل تفضل إلتهام الاسماك الصغيرة ، وهذا الخفاش لايلاحظ الاسماك إلا في تلك اللحظة التي ترتفع فيها الاخيرة الى سطح الماء تقريبا أو حين تبرز هذه الزعانف قليلا فوق الماء وقد لاحظ الخبير Sazeros أن الخفافيش قادرة على تمييز هدف عن اخر وبوسعها تشخيص الهدف الشبيه بالزعانف وهكذا بيدو واضحا أن الخفافيش تمكنت من حل مسألة تشخيص الهدف حسب الاشارة المنعكسة او مايدعى تشخيص الانماط Pattern Recognition .

المصادر

[1] Skolnik .I.M Radar Handbook Third Edition 2008 McGraw – Hill

[2] Skolnik .I.M 50 Years of Radar Proceeding to the IEEE Volume 73 Issue 2 1985 . Barton .D.K A Half Century of Radar IEEE Transaction of Microwave Theory Tech. September 1984 Volume MTT-32. [3]

[4]Skolnik I.M. Introduction to Radar Systems. Second Edition 1980 McGraw-Hill.

[5]Staderini. E.M UWR in Medicine Tor Vergata University in Rome Department of Biopathology and Imaging .Medical Physics Center .mailto://Staderini@med.uniroma 2.it

[6]Martic J.J Evaluation of Doppler Radar Ball Tracking and Its Experimental Uses.MSC Thesis in Mechanical Eng. Submitted for Washington State University, Department of Mechanical and Materials Eng.2012