تبسيط نظم الإتصالات اللاسلكية

محمد عبد الرحمن باشا

SU3MB

الجزء الأول

Part 1

اهداء

* شكر وتقدير الى والدى الذى كان السبب الرئيسى فى دخولى هذه الهوايه والذى اعطانى الكثير من وقته وخبرته فى شرح وتبسيط الكثير من المفاهيم والاشياء عن الالكترونيات والاجهزه اللاسلكيه ولا اجد الكلمات المناسبه لشكره وتحيته الا ان اقول (جزاك الله كل خير يا والدى).

* وشكر وتقدير ايضا الى استاذى الكبير الدكتور نادر الذى كان السبب بواسطه كتبه المتميزه بمعرفتى بهوايه اللاسلكى وبانه يوجد فى العالم العربى جمعيات لهواه اللاسلكى وكان سببا لدخولى والانضمام الى جماعه هواه اللاسلكى المصريه وحصولى على ترخيص الهوايه.
* وأدين بالشكر ايضا للسيد/ عزت سيد رمضان رئيس جماعه الهواه المصريه السابق رحمه الله تعالى . لما قدمه لى من العون للانضمان لجماعه الهواه المصريه.

(جزاكم الله خيرا جميعا وجعله فى ميزان حسناتكم)

مقدمه

بعيدا عن اى تعقيدات او قوانين معقده قمت بتاليف هذا الكتاب المبسط وهو (تبسيط نظم الاتصالات اللاسلكيه).
وهو بسيط لكل من الهاوى او الفنى وذلك بعد مجهود فى تجميع ماده هذا الكتاب وقمت بفصل المواضيع المتشابكه والمربكه لكل هاوى اودارس للالكترونيات وذلك بناء على دراستى وخبرتى فى تصنيع دوائر الارسال والاستقبال وبناء على بعض المواضيع الانجليزيه او العربيه الموجوده فى الانترنت والحمد لله اكرمنى الله باكتمال باكوره هذا العمل الذى ارجو ان يكون خالصا لوجه الكريم ان شاء الله وبعون الله سوف اكمل الجزء الثانى من هذا الكتاب وهو دوائر عمليه فى الارسال والاستقبال وهى دوائر مجربه قمت بتصميمها وتنفيذها وكانت تعمل معى بكفائه وتعتبر تطبيقا عمليا لكل ما جاء فى هذا الكتاب من شرح نظرى

SU3MB

◯ تبسيط نظم الاتصالات اللاسلكية◯.

الباب الأول:

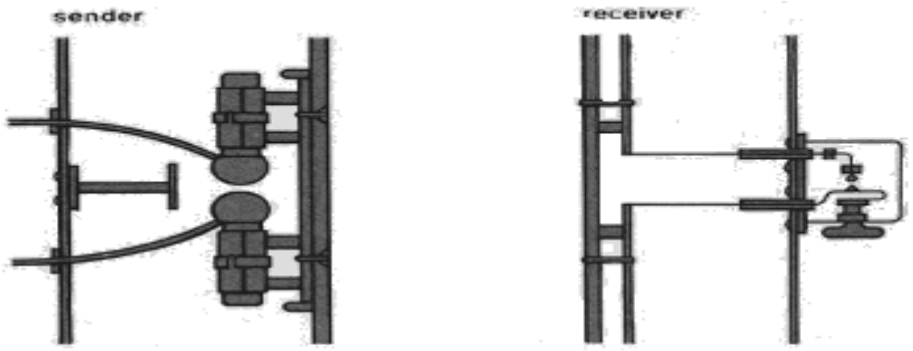
الموجات الكهرومغناطيسيه

بينت تجارب الفزيائين من امثال اروستد وفاراداى وأمبير في بداية القرن التاسع عشر ان الظواهر الكهربيه والمغناطيسيه مرتبطه بعضها ببعض ولذلك كان لابد من وصفها بنظريه واحده هذه النظرية تعرف الان بالنظرية الكهرومغناطيسيه

- بدأ العالم الفزيائى (جيمس كلارك ماكسويل) بالتنبوء فى عام 1885 بأنتشار موجات كهرومغناطيسيه حدد سرعتها رياضيا فوجدها تساوى سرعه الضوء تنتقل خلال الهواء او فى الفراغ بدون اى موصلات

- اكتشف العالم الالمانى هنرى هرتز فى عام 1887 الموجات الكهرومغناطيسيه الذى سميت وحده قياس التردد بعد ذلك باسمه تكريما لمكتشفها (هرتز) فى عام 1888 قام هرتز بتوليد الموجات الكهرومغناطيسيه التى سميت بالموجات اللاسلكيه وكان ذلك باحداث شراره كهربيه اهتزازيه بين قطبى الملف الثانوى لملف رومكورف عندما يصل فرق الجهد الكهربى بينهما الى قدر كاف للتغلب على مقاومه الهواء فى الفجوه بين القطبين واندفاع الالكترونات مجيئا وذهابا بين القطبين اثناء هذا التفريغ الكهربى وقد نجح فى استقبال هذه الموجات فى فجوه بين نهايتى حلقه معدنيه حيث لاحظ توليد شراره بينهما وهى فى وضع معين بدون وجود اى اسلاك بين المرسل والمستقبل وقد لاحظ هرتز ان الشراره لايتم استقبالها الا اذا كانت الحلقه ذات قطر معين وموضوعه فى وضع يكون فيه الخط الفاصل بين طرفى فتحتها يوازى الخط الفاصل بين طرفى فتحتها يوازى الخط الواصل بين قطبى الملف الثانوى الذى يولد الشراره

SUBMB



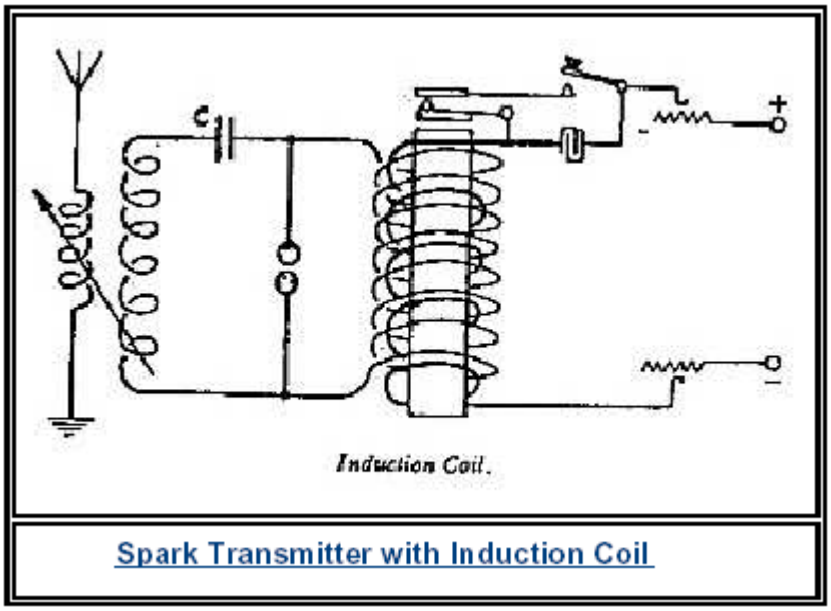
Once it was shown that the quantity that oscillates in a light wave is the electric field or the magnetic field, Heinrich Hertz artificially produced waves of different wavelength from those of visible light. Above are his oscillator, or sender, and his resonator, or receiver.

*وماذا بعد ذلك؟ اعتقد هرتز ان اكتشافه هذه الموجات الكهرومغناطيسيه غير مهم ولكنه على الاقل اكتشف وجود هذه الموجات وعرف انها لاترى بالعين المجرده. بعد ذلك قام بنشر هذا الاكتشاف فى جريده الكهرباء وشرح طريقه المذبذب الذى يولد الموجات الكهرومغناطيسيه فى ذلك الوقت بدا تاريخ الراديو فقام علماء من جميع انحاء العالم بتجاربهم عن موجات الراديوعلى سبيل المثال

(Oliver Lodge-Alexander Popov-Edouard Branley)

واخيرا ماركونى من ايطاليا الذى قراء بحث هرتز وولدت عند ماركونى فكره لماذا لا يستفاد من موجات هرتز فى ارسال رساله باشاره مورس بدلا من التلغراف السلكى لمسافات بعيده بدون وجود اى اسلاك او اى موصلات معدنيه فقام بتجاربه فى بدايه عام 1895 بتجميع بعض عناصر مثل الملف الذى صممه فارادى- مرسل

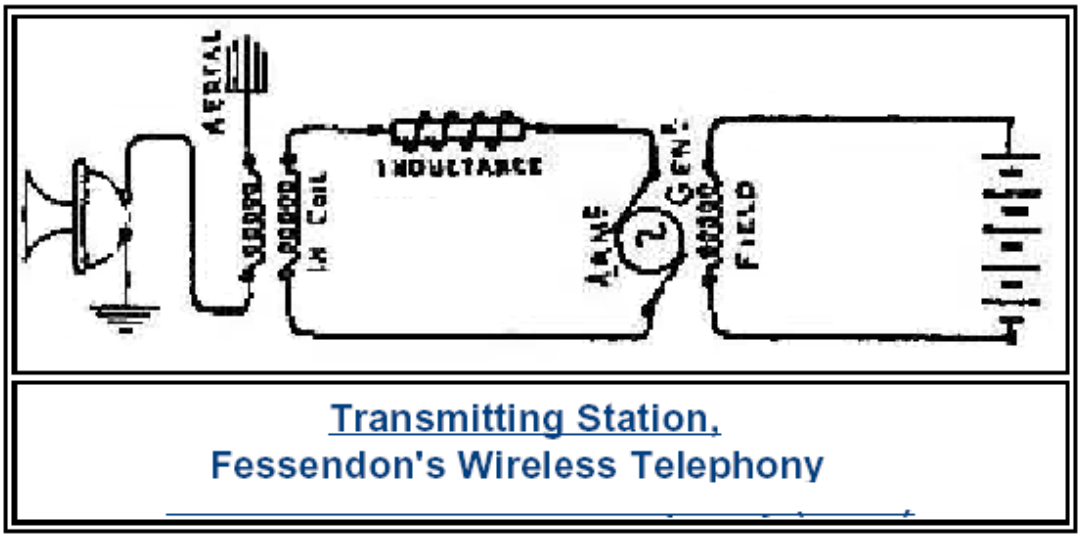
موجات هرتز- مولد شراره وكاشف الموجات الذى صممه برانلى واخيرا مفتاح مورس التلغرافى مصمما بذلك اول تلغراف ومرسل لاسلكى واستطاع ان يرسل لمسافه 1 كيلو متر



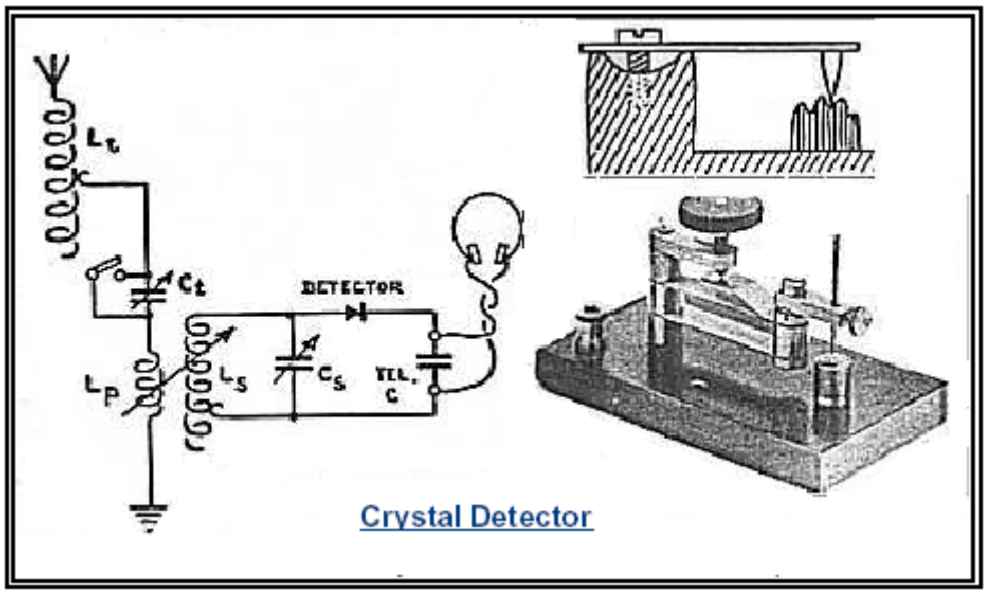
Spark Transmitter with Induction Coil

فى عام 1900 قام ماركونى هو والعالم امبرس فلمنج باكتشاف التوليف وانه من الممكن ان يتم الارسال على ترددات كثيره منعا لحدوث تداخل بين محطات اللاسلكى

فى عام 1906 اخترع Reginald Fessenden مرسل صوت على الموجات المستمره بنظام تعديل الاتساع(AM) استخدم فيها مذبذب التردد العالى الذى قام Alexanderson باختراعه ومرسل فتحه الشراره الدوار وكان ذلك فى كريسماس عام 1906 قام اولا بارسال رساله النداء العام بنظام مورس (CQ CQ CQ) لجذب الانتباه اليه من السفن القريبه ثم بعد ذلك تحدث فى الميكروفون ففوجىء مستقبلو اللاسلكى بسماع صوت بشرى بدلا من اشارات مورس وصنع اول اذاعه فى شمال الاطلسى تم الاستماع اليها بواسطه مستقبلات الكريستال اليدويه الصنع على الموجه 7000 متر او 42 كيلو هرتز



Transmitting Station,
Fessendon's Wireless Telephony



الباب الثانى:

الموجات

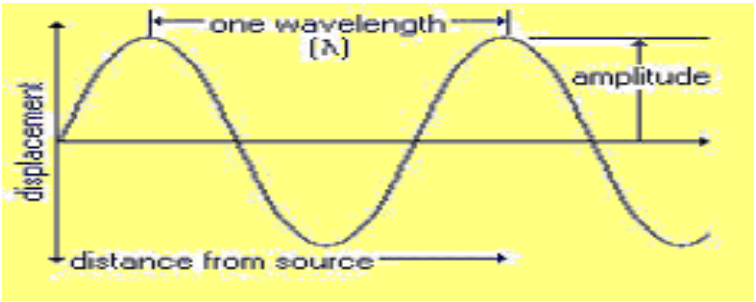
أى نمط يتكرر مع الوقت يسمى بالموجه فمثلا أمواج البحر تتكرر بنمط معين ايضا الموجات الصوتيه وموجات الجهد هى موجات تتكرر مع الوقت

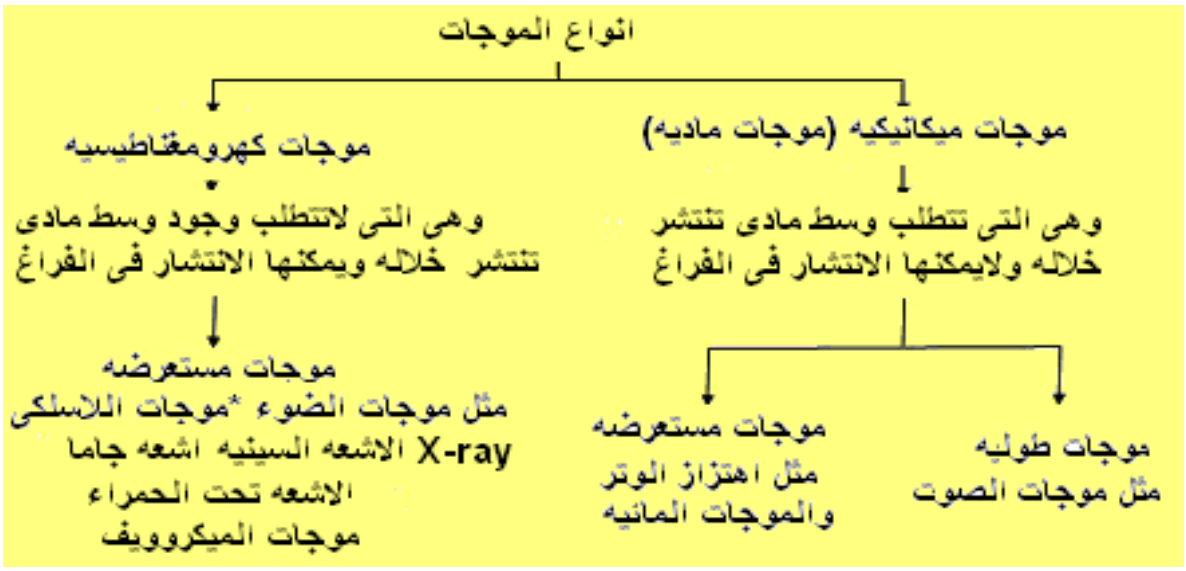
*** دوره الموجه (cycle)**

دوره الموجه هى الجذء من الموجه الذى يتكرر

***الشكل الموجى (waveform)**

الشكل الموجى هو الرسم البيانى الذى يمثل الموجه فمثلا الشكل الموجى للجهد يرينا الوقت على المحور الافقى والجهد على المحور العمودى

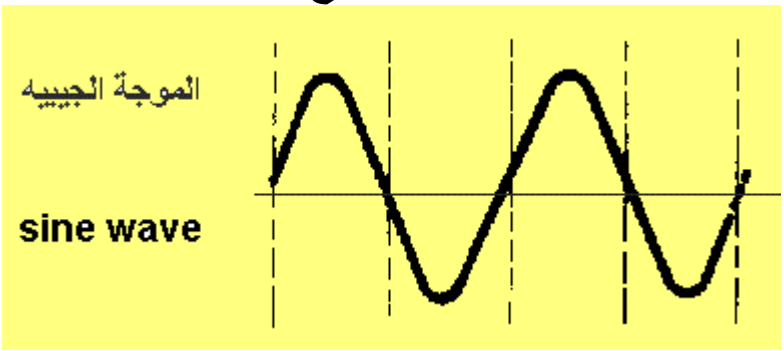




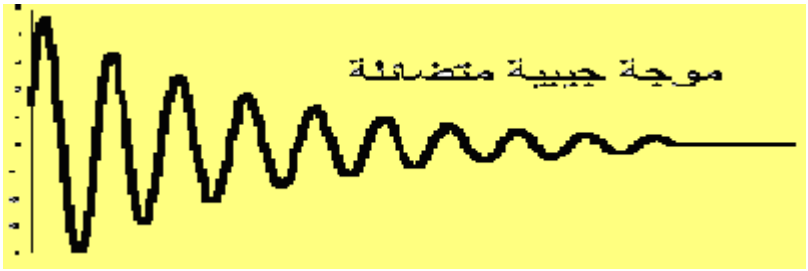
انواع الموجات من حيث الشكل (wave form)

***الموجات الجيبيه (sine wave)**

وهى اكثر الموجات شهره على سبيل المثال مصادر التيار المتردد تعطى موجات جيبيه واجهزه الارسال ايضا تخرج موجات جيبيه.

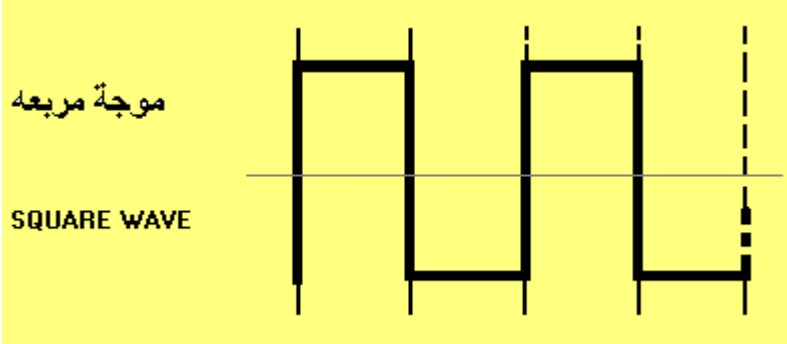


وهناك نوع اخر من الموجات الجيبيه تسمى الموجات الجيبيه المتضائله (dumped sinewaves) وهى توجد فى الدوائر المتذبذبه التى تتوقف عن الذبذبه بعد فتره من الوقت.

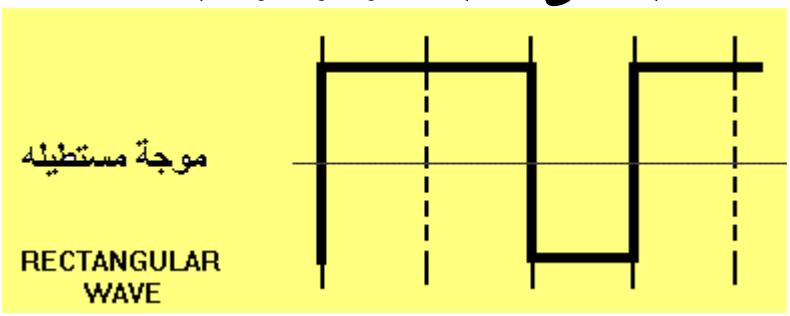


- **الموجة المربعة (square wave):**

الموجه المربعه هى عباره عن جهد يرتفع وينخفض بفترات زمنيه ثابته

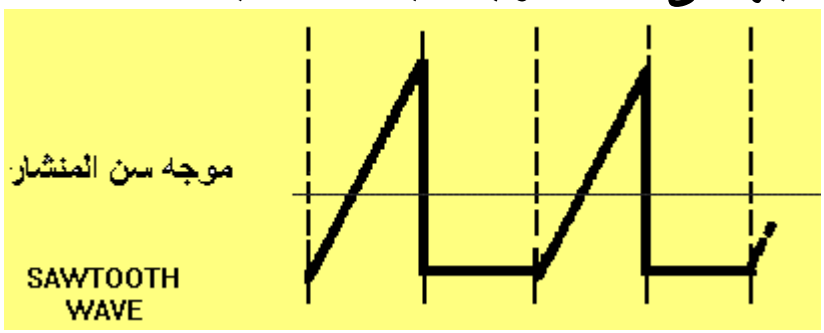


*** الموجه المستطيله(rectangular) : هى عباره عن جهد يرتفع بفترات ارتفاع وانخفاض غير متساويه و تستعمل الموجات المربعه لاختبار المضخمات وكذلك دوائر التلفزيون والكمبيوتر او اشارات توقيت فى دوائر الموءقتات وتستعمل الموجات المستطيله فى تحليل الدوائر الرقميه.**



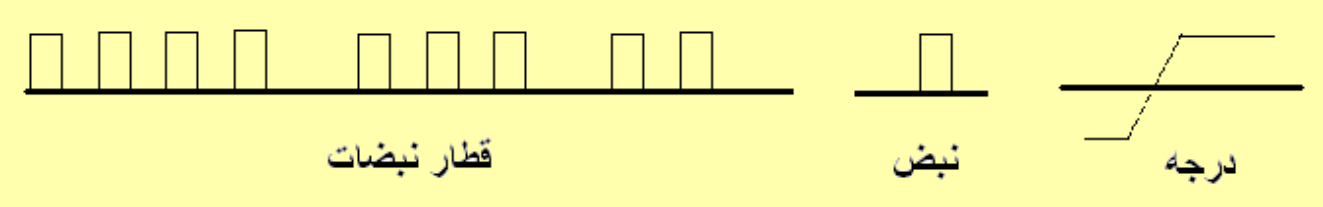
*** الموجات المثلثه وموجات سن المنشار (triangular & saw tooth waves)**

هذه الموجات تستخدم فى الدوائر التى تتحكم بالجهد ويحدث الانتقال بين مستويات الجهد فى هذه الموجات بمعدلات ثابته



*** الموجات الدرجيه والموجات النبضيه (step & pulse waves)**

تستخدم الموجات النبضيه فى الاجهزه الرقميه والكمبيوتر او اجهزه الاتصالات الرقميه الدرجه فى هذه الموجات تتغير تغير مفاجىء فى الجهد .يطلق على اى مجموعه من النبضات تتحرك سويه بقطار النبضات.



قياس الموجات

الذبذبه (frequency)

اذا كانت الموجه متكرره فهذا يعنى ان لها ذبذبه وهذه الذبذبه تقاس بوحده تسمى الهرتز.

والذبذبه : هى عدد المرات التى تتكرر فيها الموجه نفسها فى كل ثانيه اى عدد الدورات فى الثانيه

الفتره (period)

الفتره هى الزمن الذى تحتاجه الموجه لاكمال دوره واحده وتساوى 1/ الذبذبه

طور الموجه

اذا نظرت الى الموجه الجيبيه مثلا لوجدتها تعتمد على حركه دائريه والدائره بالطبع بها 360 درجه اذا دوره واحده من الموجه الجيبيه تحتوى على 360 درجه

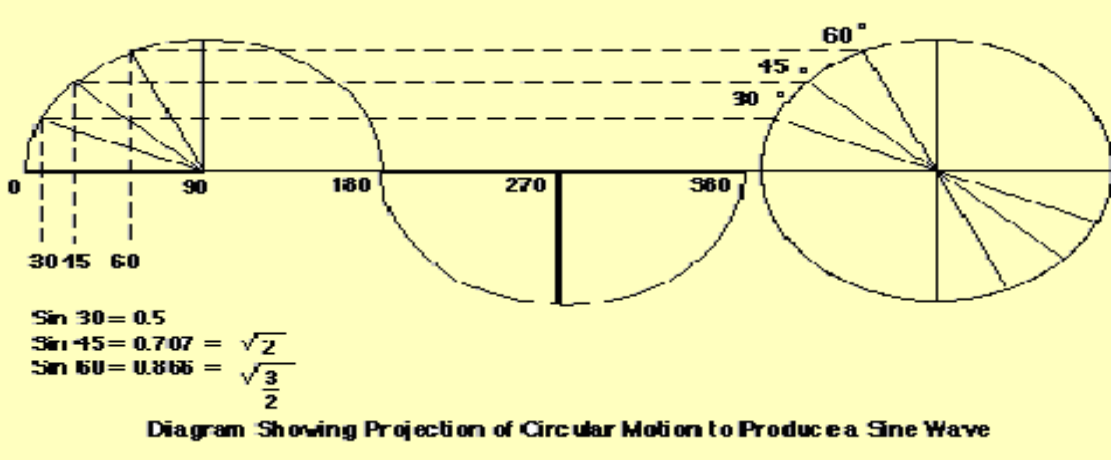


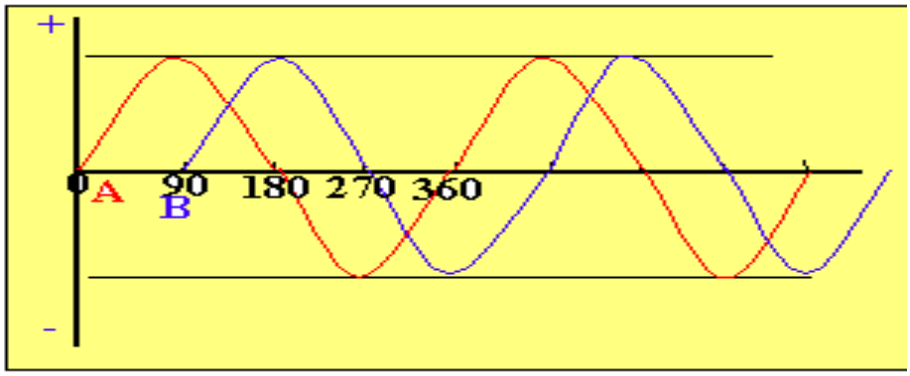
Diagram Showing Projection of Circular Motion to Produce a Sine Wave

زاويه الطور(phase angle)

زاويه الطور للموجه تكون بالدرجات وتوضح الجزء الذى انتهى من فتره الموجه

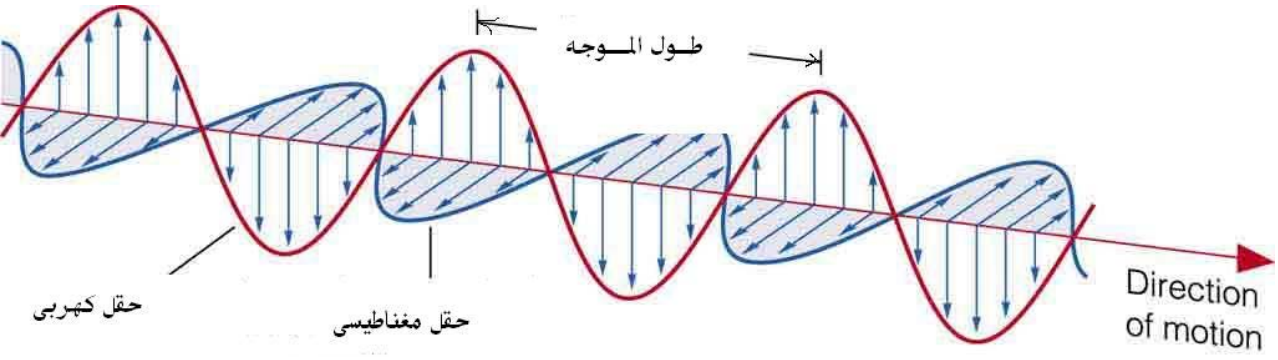
ازاحه الطور(phase shift)

وهى تمثل الفرق فى التوقيت بين موجتين متشابهتين مثلا الازاحه الطوليه بين موجه الجهد وموجه التيار هى 90 درجه اى ان الموجتين تصلان الى نفس النقطه فى دورتها بعد ربع دوره 4/360= 90 درجه



الموجات الكهرومغناطيسية :

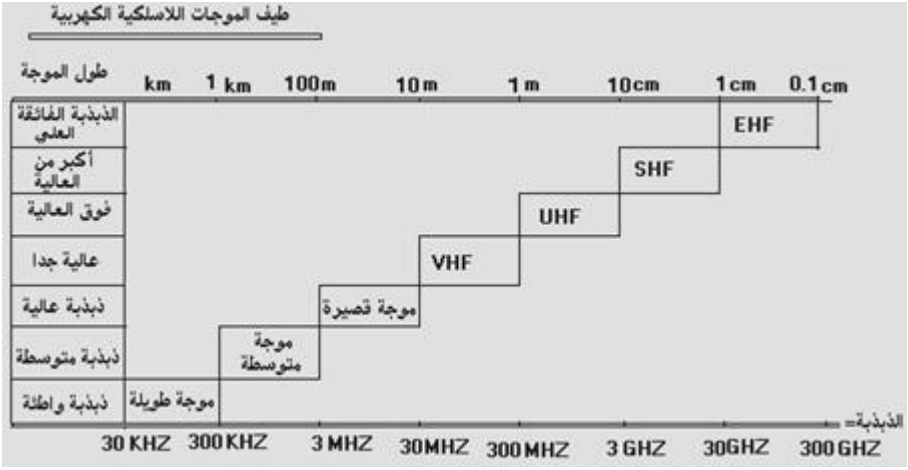
هي الموجات التي تنشأ نتيجة لاهتزاز مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية متعامدةعلى بعضها وتنتشر في اتجاه واحد.
وهي لا تحتاج لوسط مادي لانتشارها حيث يمكنها الانتشار في الفراغ بسرعة ثابتة قدرها 3×10^{8} م/ث
مثل موجات الضوء ، الأشعة السينية



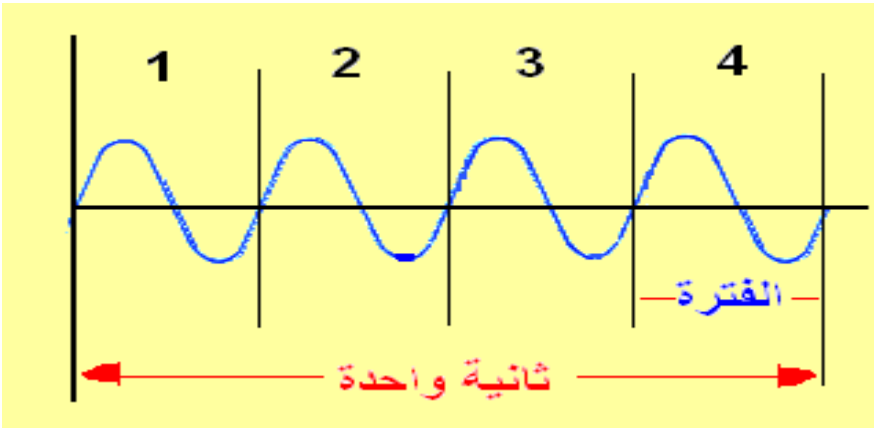
الموجات الراديويه

تنتشر الموجات الراديويه او اللاسلكيه من حولنا فى الاثيير وتحمل ملايين من المعلومات والاصوات فى كل ثانيه.
* وتعرف الموجات الراديويه فى عالمنا بتعريفين او مصطلحين وهو ان تسمى عن طريق التردد (frequence)او بطول الموجه (wave lenth)
وفى كلتا الحالتيين لايوجد هناك فرق لانه توجد علاقه عكسيه بين طول الموجه والتردد اى كلما ارتفع التردد انخفض طول الموجه وكلما انخفض التردد ارتفع طول الموجه.
ويمكنك حسابهما بالعلاقه التاليه
طول الموجه بالمتر = سرعه الضوء / التردد

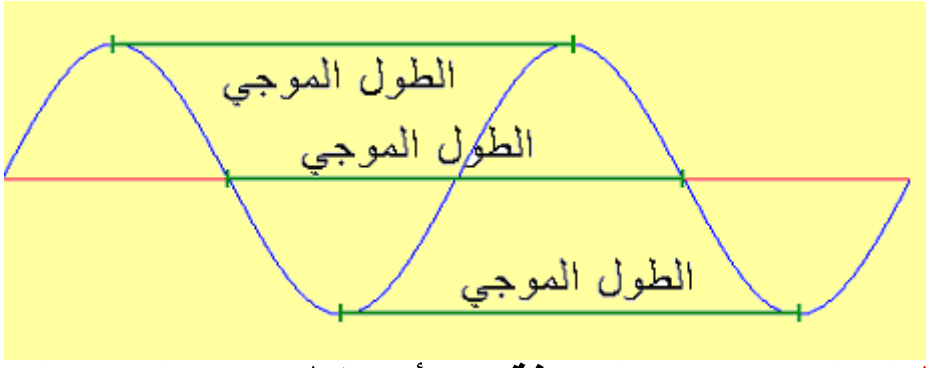
وسرعه الضوء =300 الف كيلو متر فى الثانيه
طول الموجه بالمتر= 300/ التردد بالميجا هرتز
ويمكن من هذه المعادله ايجاد التردد اذا وجد طول الموجه او العكس



التردد(frequency): هو عدد الذبذبات الكهربيه الكامله للتيار المتردد فى الثانيه الواحده. وفى الشكل المرفق نرى عدد الذبذبات هو 4 ذبذبات فى الثانيه اذن التردد هنا هو(4هرتز)



طول الموجه (wave length) = هو طول الموجه الكامله للاشاره ويمثل ذلك المسافه بين نهايتين عظميتين متتاليتن موجبيتين او سالبيتين



تعريف عام (طول الموجه):هو المسافة بين أي نقطتين متتاليتين على الموجة ولهما نفس الطور (متفقتين)

التعـريـف	الاختصار	الطـول
Very long wave	V L W	More than 10000 meters
Long wave	LW	10000 to 1000 meter
Medium wave	MW	100 to 100 meters
Short wave	S W	100 to 10 meters
Very short wave	V S W	10 to 1 meters
Ultra short wave	U S W	Less than 1 meter

التعريف عن طريق طول الموجه

KHz ١٠ a KHz ٣٠	m ٣٠,٠٠٠ a m ١٠,٠٠٠	VERY LOW FRECUENCIES خفيفه جدا	VLF
KHz ٣٠ a KHz ٣٠٠	.m ١٠,٠٠٠ a .m ١,٠٠٠	LOW FRECUENCIES خفيفه	LF
KHz ٣٠٠ a MHz ٣	.m ١,٠٠٠ a .m ١٠٠	MEDIUM FRECUENCIES متوسطه	MF
MHz ٣ a MHz ٣٠	.m ١٠٠ a .l0 m	HIGH FRECUENCIES عاليه	HF
MHz ٣٠ a MHz ٣٠٠	.m ١٠ a .m ١	VERY HIGH FRECUENCIES عاليه جدا	VHF
de 300 MHz a 3 GHz	.m ١ a .cm ١٠	ULTRA HIGH FRECUENCIES أولترا	UHF
de 3 GHz a 30 GHz	.cm ١٠ a .cm ١	SUPER HIGH FRECUENCIES سوبر	SHF
GHz ٣٠ a GHz ٣٠٠	.cm ١ a .mm ١	EXTRA HIGH FRECUENCIES إكسترا	EHF
GHz ٣٠٠ a GHz ٣,٠٠٠	.mm ١ a .mm ٠,١	EXTRA HIGH FRECUENCIES إكسترا	EHF

التعريف عن طريق التردد

الباب الثالث :

انتشار الموجات الكهرومغناطيسيه

دور الارض فى الانتشار:

الهوائى يشع فى جميع الاتجاهات ومن ذلك يتجه جزءمن هذا الاشعاع نحو الارض فى هذه الحاله تقوم الارض مقام عاكس كبير للامواج الراديويه فتعكس هذه الامواج كما ينعكس الضوء عندما يصتدم بمراه ونتيجه لهذا الانعكاس تندمج الموجات المنعكسه مع الموجات الخارجه من الهوائى مباشره فيتغير بذلك منحنى اشعاع الهوائى ويعتمد ذلك على عده عوامل منها:

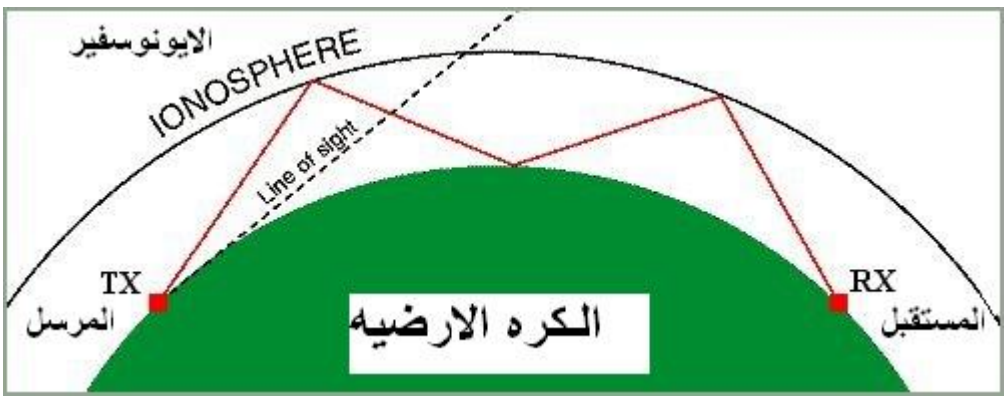
1. ارتفاع الهوائى عن سطح الارض
2. وضع الهوائى راسى ام افقى

ولكن هذا المنحنى يتغير لان الارض ليست مثل المراه المصقوله ولكنها سطح عاكس ضبابى اى غير واضح

لذلك نستنتج مما سبق ان معظم القدره التى تشع من الهوائى تذهب للاعلى باتجاه السماء . ولكن ماذا بعد ذلك؟

*يوجد فى الغلاف الجوى طبقه عاكسه تسمى طبقه الايونوسفير تعكس هذا الاشعاع مره اخرى للارض على مسافه حسب زاويه الارسال وذلك يسمى (بالقفزات الموجيه) يمكن ان تصل هذه الموجات الى مسافات شاسعه بهذه الطريقه ولكن لسوء الحظ هذه الطبقه من الغلاف الجوى تعمل كعاكس بشكل جيد للترددات تحت تردد (30 mhz)

اما بالنسبه للترددات الواقعه فوق هذا التردد فلا يعمل العاكس بشكل منتظم ولكن يعمل بشكل متقطع وذلك هو السبب فى اختلاف مسافه التغطيه بالبث الاذاعى بين الترددات الاخفض من (30 mhz)والتى يمكن ان تغطى الكره الارضيه عن طريق بعض قفزات موجيه بانعكاسها عن طريق هذه الطبقه الجويه والمسافه التى تقطعها الترددات الاعلى من (30 mhz) والتى تعمل فى اوقات معينه من السنه وتعتمد على اشعه الشمس لذلك فهى تعمل عمل العاكس مع الترددات العاليه فى الصيف غالبه ويمكن ان تصل اشارتها الى الاف الاميال.



- يمكن ان تصل الاشاره الى المحطه المستقبله بقفزه موجيه واحده او بعده قفزات موجيه حسب بعدها عن محطه الارسال

بعض التعاريف الاساسيه

طبقه الايونو سفير

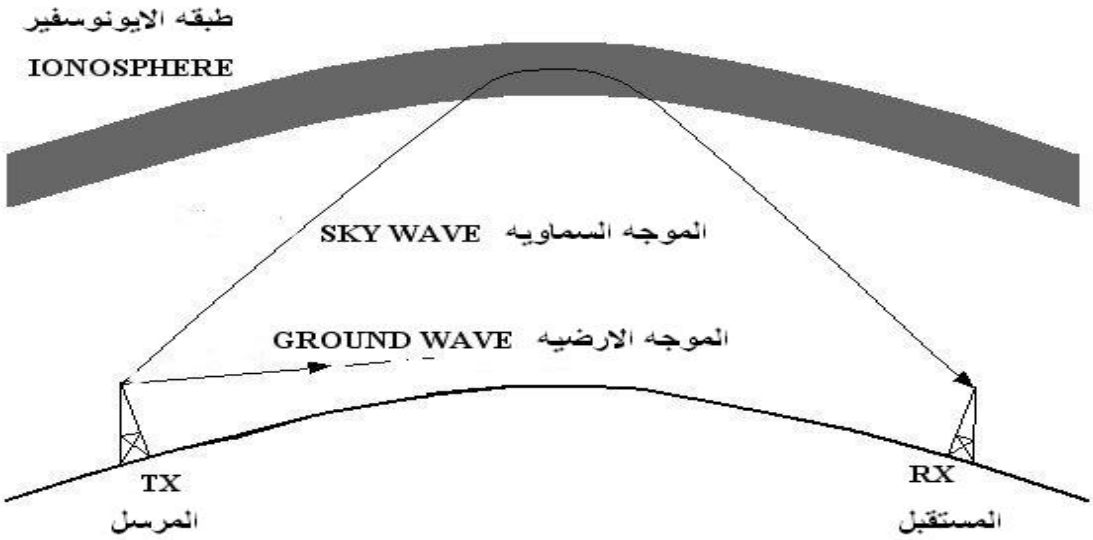
هى طبقه من الغلاف الجوى تقع على ارتفاع يقارب (60 الى 150) ميل عن سطح الارض ولهذه الطبقه تاثير المراه تماما بسب ان الشمس تقوم بتايين هذا الغلاف للكره الارضيه الى جزيئات مشحونه كهربا ئيا وتتجمع على شكل طبقات عديده منفصله عن بعضها فى المنطقه السابق ذكرها

1- الموجات الارضيه (ground wave)

هذه الموجات عند خروجها من جهاز الارسال ترحل بالقرب من او موازيه لسطح الارض الى ان تصل الى المستقبل

2- الموجات السماويه (sky wave)

هذه الموجات عند خروجها من جهاز الارسال ترحل للاعلى الى ان تنعكس عند اصتدامها بطبقه الايونو سفير الى ان تصل الى المستقبل



3- منطقه التخطى (القفز) (skip distance)

هى المنطقه الموجوده بين جهاز الارسال ونقطه الاستقبال فى الموجات السماويه

4- المنطقه المحجوبه(الميته) (skip zone)

هى المسافه بين نهايه الموجه الارضيه ونقطه استقبال الموجه السماويه

5-زاويه الموجه (wave angle)

هى الزاويه بين الموجه السماويه وسطح الارض

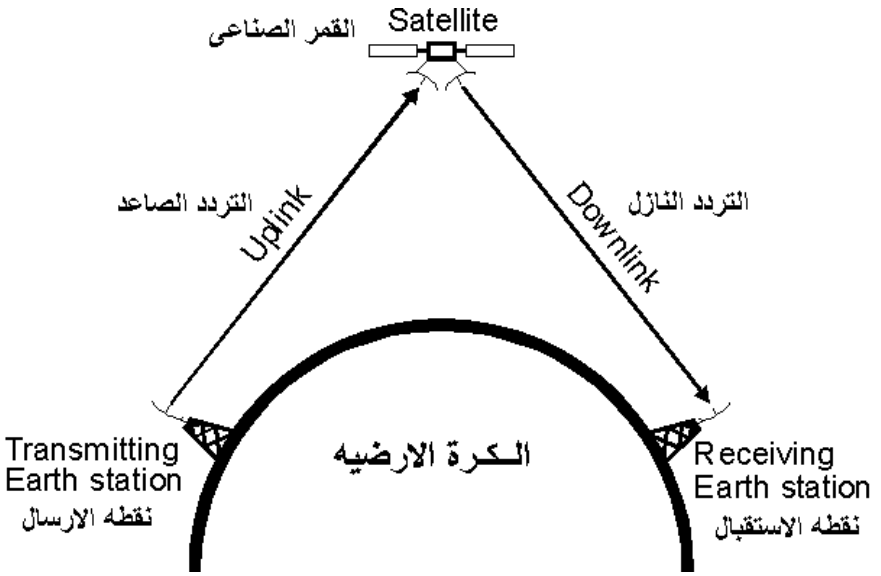
6- سرعه الموجه (wave speed)
هى المسافه المغطاه بواسطه الموجه فى الثانيه الواحده

7- الخفوت (fading)
هو تغير الاشاره المستقبله بسب تاثير الطبقات الايونيه

الباب الرابع :

الاقمار الصناعيه

اعتمدت الاتصالات اللاسلكيه البعيده المدى حتى الستينات فى القرن العشرين اما على الكابلات او على انعكاسات الاشاره المنعكسه فكانت تتخامد بسرعه مما يجعل الاتصال ذو نوعيه سيئه
* اقترح العلماء فى عام 1945 استخدام الاقمار الصناعيه لزياده فعاليه الاتصالات اللاسلكيه حيث يرى القمر الصناعى من منطقه شاسعه من الارض.



انواع الاقمار الصناعيه

1- الاقمار الغير فعاله 2- الاقمار الفعاله

***الاقمار الغيرفعاله: (passive)**
كان اول قمر صناعى للاتصالات هو (echo 1)او الصدى الذى اطلق عام 1960 وكان عباره عن بالون معدنى بقطر كبيير 32 متر مغطى برقائق الالمونيوم ولم يكن يحوى اى

دوائر الكترونيه وانما كان عباره عن عاكس للاشارات مثل المراه وكان يدور حول الارض بارتفاع 1610 كيلو متر تعطى زاويه انعكاس واسعه.
هذه الاقمار كانت تعيد عكس الاشاره الموجه اليها ولكن بقوه اخفض والقمر (echo 2) كان من النوع الغير فعال ايضا.

*الاقمار الفعاله (active)

وهذه الاقمار عباره عن محطات تقويه تقوم باستقبال الاشارات من المحطات الارضيه وتكبرها مئات المرات ثم تعيد ارسالها باتجاه محطات ارضيه اخرى . وهذه الاقمار هى التى تستخدم هذه الايام.
تستخدم هذه الاقمار تردد استقبال من المحطات الارضيه يسمى (up link) وتستخدم ايضا ترددات للارسال يسمى (down link)التى ترسلها الى المحطات المستقبله فى الارض.
وهكذا فان حركه الاقمار الصناعيه حول الارض تتبع قوانين كيبلر التى تحدد حركه الكواكب وهذه القوانين تنص على انه كلما كان القمر الصناعى واقعا فى مدار اعلى كلما تحرك بسرعه ابطأ.
مثلا القمر(echo 1) كان يدور فى مدار منخفض 1610 كيلومتر كان يسير بسرعه عاليه حيث كان يدور حول الكره الارضيه خلال ساعتين وهكذا كان على هوائيات المحطات الارضيه ان تتابع حركه القمر الصناعى بسرعه والا فانها تفقد اثره
*اما الاقمار التى تطير على ارتفاع 36000 كيلومتر فانها تدور حول الكره الارضيه خلال 23 ساعه و 56 دقيقه
واذا كان القمر الصناعى فوق خط الاستواء فانه سيتم دوره كامله خلال فتره 24 ساعه
*ويوجد انواع تغطى منطقه معينه فقط لاتتحرك منها مثل اقمار البث التلفزيونى لان بها محركات تصحح من اتجاهها لتتحرك بنفس سرعه دوران الارض فتبدو ثابته فى الجو ويستطيع المهندسون توجيه هوائيات القمر الصناعى الى اى نقطه وذلك بواسطه ارسال اشارات تحكم خاصه

المحطات الارضيه

يزداد عدد المحطات الارضيه بسرعه ومعظم هذه المحطات مزوده بهوائى على شكل صحن يصل قطره الى 30 متر وهذا الهوائى يمكن تحريكه فى كافه الاتجاهات

الاستخدامات

برغم ان معظم الناس يعتقدون ان الاقمار الصناعيه تستخدم فقط لنقل الصور التلفزيونيه عن الاحتفالات العالميه ومباريات كره القدم فان هذا اعتقاد خاطىء لانها تستخدم فى اشياء عديده ومن استخداماتها

بعض من انواع الاقمار الصناعيه

- اقمار الطقس (weather sat)
- اقمار الاتصالات (communication sat)
- اقمار تحديد الاحداثيات (gps sat)
- اقمار هواه اللاسلكى (amsat)
- اقمار المسح الجيولوجى (geography sat)
- اقمار البث التلفزيونى (tv sat)

الباب الخامس :

اجهزه الارسال والاستقبال

سوف نتعرف باذن الله تعالى فى هذا الباب على فهم وتركيب دوائر اجهزه الارسال والاستقبال .

وتتكون اجهزه الارسال او الاستقبال من بعض الدوائر المهمه مثل :

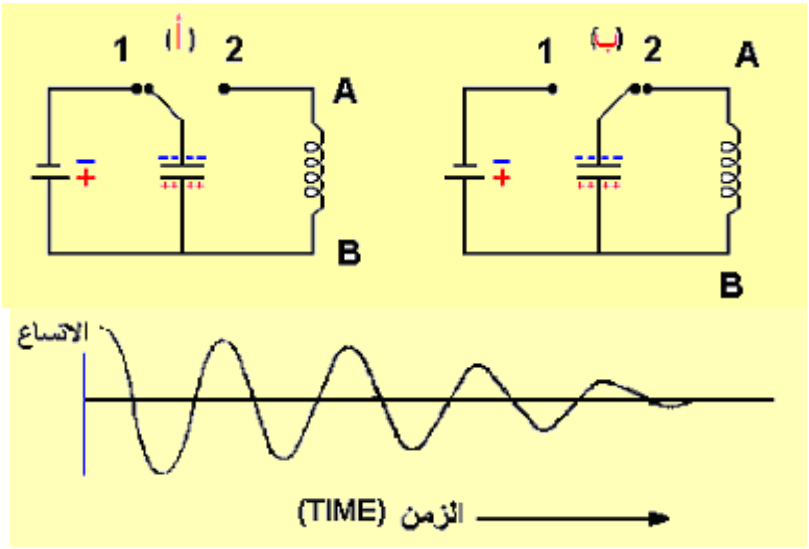
*اولا دوائر اجهزه الارسال

1- المذبذب (osilator)
2- المعدل (modulator)
3- مكبرات العزل (buffer amplfair)
4- مكبرات الاشاره الصوتيه الخارجه من الميكروفون (mic amplfaier)
5- مكبرقدره اشاره التردد العالى (rf amp)
6- مرشحات اشاره التردد العالى (rf filter)
7- الهوائى (antenna)

نبدا بأهم جزء فى اى جهاز ارسال

1- المذبذب

*تعريف المذبذب: هو دائره كهربيه يستخدم فيها الترانزستور او الدوائر المتكامله لتوليد تردد معين او سعه ذاتيه بدون اشاره دخل ويستخدم هذا المذبذب فى اجهزه الارسال او الاستقبال ويمكن ان يتكون المذبذب من ملف ومكثف او من بلوره كريستاليه لضبط الاهتزاز مع وجود دائرة تكبير.

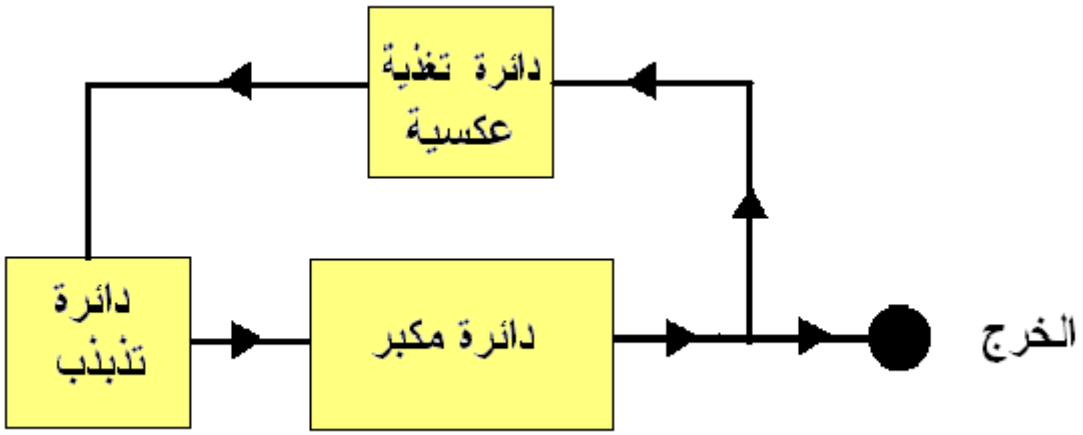


كيفيه الحصول على الذبذبه

بالنظر الى الدائره التوضيحيه نجد ان:
اذا فرضنا ان المكثف مشحون بشحنه كهربيه من اى مصدر كهربى ولتكن مثلا البطاريه (B1) فاذا اغلقنا المفتاح من النقطه (1) بعد شحن المكثف الى النقطه (2) فان المكثف سوف يفرغ شحنته من النقطه (A)
الى النقطه (B) فينتج من مرور التيار فى الملف قوه دافعه كهربيه عكسيه اى فى الاتجاه من النقطه (A)الى النقطه (B) والقوه الكهربيه العكسيه هذه تعمل على شحن المكثف مره اخرى فى الاتجاه العكسى فيفرغ المكثف شحنته ثانيه فينتج قوه دافعه عكسيه فى الملف فيشحن المكثف ثانيه وتتكرر العمليه الى ان تقل الشحنه تدريجيا بسب مقاومه الملف وتقل القوه الدافع الى ان تنعدم وبهذه الطريقه ينتج التذبذب

- ولكن بالنظر الى خرج الدائره نجد ان الخرج يقل تدريجيا الى ان ينعدم بعد فتره قصيره بسب المقاومه الماديه لمعدن سلك الملف فاذا امكننا ان نقوم بتعويض الفقد الذى يحدث بسب مقاومه الملف فاننا سوف نحصل على تذبذب مستمر غير متلاشى.

ويمكن تحقيق ذلك باعطاء الدائره طاقه كهربيه اضافيه كتعويض للفقد الذى يحدث وبذلك نحصل على خرج ثابت السعه.
*ويمكننا الحصول على ذلك باستخدام مكبرمثل الترانزستور او الدائره المتكامله حيث ان جزء من قدره الخرجيعاد ثانيا الى الدخل التى تتكون غالبا من دائره تذبذب مكونه من مكثف وملف على ان تكون الاشاره متحدا فى الوجه مع اشاره الدخل (تغذيه مرتده موجبه) وهذا للمحافظه على استمراريه وثبوت التذبذب.



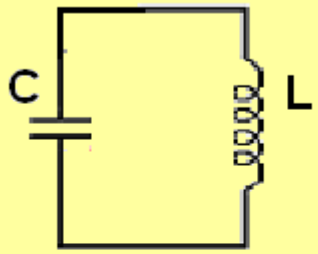
شروط الحصول على التذبذب

(1)وجود دائره تتذبذب وهى اما ان تكون (مقاومه ومكثف وذلك فى مجال التردد الصوتى) او تتكون من ملف ومكثف او بلوره كوارتز (كريستاله) وذلك فى مجال الترددات الراديويه وهذا هو المطلوب فى حاله الاجهزه اللاسلكيه.
(2) وجود مكبر يقوم بتكبير اشاره الذبذبه.
(3)وجود جزء للتغذيه الخلفيه الموجبه ياخذ جزء من اشاره الذبذبه لادخالها فى الدخل حتى يستمر التذبذب بثبات ولا يتلاشى .

كيفيه حساب ذبذبه الرنين

لحساب ذبذبه الرنين هناك معادله يمكن عن طريق تطبيقها معرفه تردد الرنين لاى دائره رنين مكونه من ملف ومكثف

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{L*C}} *10^{6}$$



F= KHZ التردد بالكيلو هرتز
2π = 6.28 النسبه الطبيعيه مضروب فى ٢
L= uh حث الملف بالميكرو هنرى
C= PF سعه المكثف بالبيكوفاراد

ذبذبه الرنين

(1) المعدل (modulator)

المذبذب فى حد ذاته يقوم بانتاج الموجه التى سوف يتم ارسالها ويمكن استخدامه كجهاز ارسال بعد تركيب هوائى فى خرجه ولكنه سوف يرسل موجه حامله فقط بدون تعديل اى بدون اى اصوات او معلومات مرسله ويسمى فى هذه الحاله بجهاز ارسال (CW) او موجه حامله فقط.
ولكى يرسل المذبذب اصوات او المعلومات المراد نقلها عبر الترددات الراديويه لابد من وجود (المعدل).
تعريف المعدل : هو دائره كهربيه تقوم بطبع وتحميل سواء الاصوات او المعلومات او الاشاره المرئيه بالنسبه للمرسل التلفزيونى وهذه الموجات ترددها صغير يقوم المعدل بتحميلها وطبعها على موجه عاليه التردد المنتجه بواسطه المذبذب وذلك لارسالها الى مسافات بعيده بواسطه الترددات الراديويه عن طريق هوائيات الارسال حتى يمكن استقبالها باجهزه الاستقبال وفصل الموجه الحامله عن المعلومات.
*وتوجد عده طرق للتعديل اهمها :

طرق عمليه التعديل

1- تعديل الاتساع (Amplitude Modulation) AM
2- تعديل التردد (Frequency Modulation) FM
3- تعديل الحزمه الجانبية الوحيدة (Single Side Band) SSB
4- تعديل زاوية الوجه (Phase Modulation) PM
وبما ان تعديل التردد وتعديل زاويه الوجه متشابهان فسوف نكتفى بشرح تعديل التردد فقط وذلك لتبسيط الموضوع.

اولا : تعديل الاتساع (Amplitude Modulation) AM

يبقى تردد الموجه(الحامله) ثابت بينما يتم تغيير اتساع الموجه عاليه التردد بمقدار الموجه منخفضه التردد(المحموله).
وفيها يتم بعد تعديل الموجه عاليه التردد بالموجه منخفضه التردد ينتج موجه معدله تسمى بالموجه الحامله بحيث يتم الحصول على موجات معدله وفيه يتناسب الفرق بين النهايه العظمى فى الموجه المعدله ونهايتها فى الموجه الحامله قبل التعديل بحيث يتناسب هذا الفرق عند اى لحظه مع قيمه الموجه المحموله عند هذه اللحظه.

*من الواضح ان محطه الارسال لاتشع غير موجه حامله معدله واحده ولكن الموجه المعدله تتركب من ترددات مختلفه فالموجه المعدله بموجه ذات تردد ثابت تتركب من ثلاثه ذبذبات ترددها يساوى.

(1)تردد الموجه الحامله نفسها

(2)مجموع تردد الموجه الحامله وتردد الموجه المعدله

(3)الفرق بين تردد الموجه الحامله وتردد الموجه المعدله

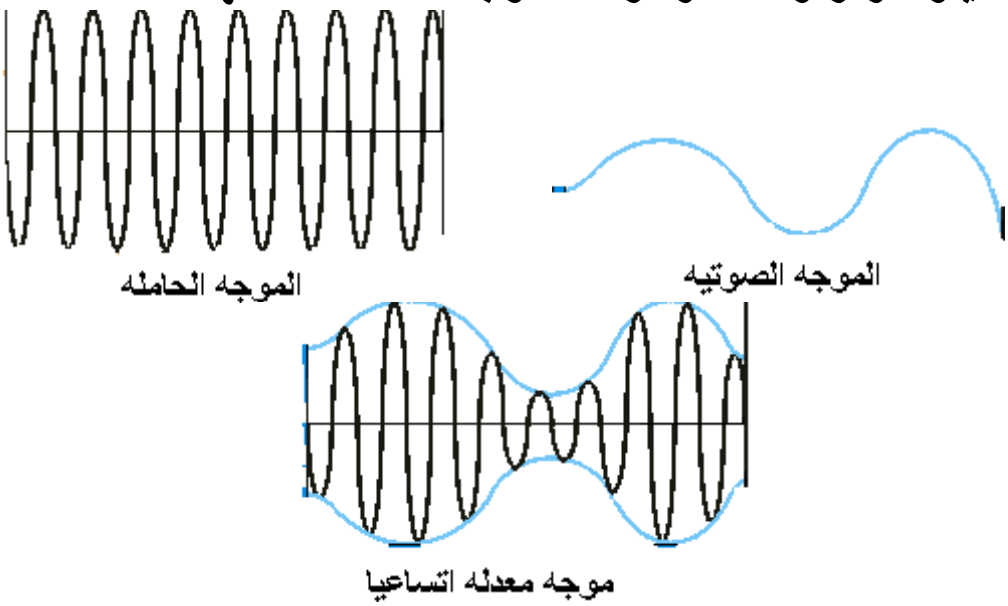
نستنتج من ذلك ان للموجه المشكله ثلاث ترددات عاليه احداهما نطاق جانبى سفلى ويكون اقل من تردد الموجه الحامله بتردد المعلومات وكذلك نطاق جانبى علوى يكون تردده اكبر من تردد الموجه الحامله بمقدار المعلومات.

*فمثلا اذا كان تردد الموجه الحامله 500 كيلو هرتز وكان تردد الموجه المحموله 10 كيلو هرتز فان الترددات الناتجه هى

(1) 500-10= 490 كيلو هرتز وهذا نطاق جانبى سفلى

(2)500+10=510 كيلو هرتز وهذا نطاق جانبى علوى

(3)500 كيلو هرتز وهذا هو تردد الموجه الحامله نفسها

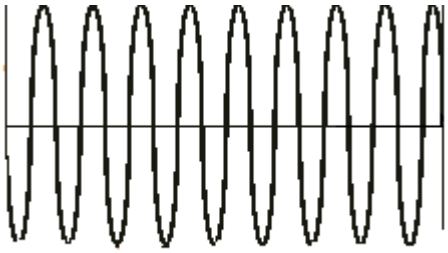


ثانيا : تعديل التردد (Frequency Modulation) FM

تعريفه: هو عباره عن تحميل موجه كهربيه منخفضه التردد تسمى بالموجه المحموله على موجه ذات تردد عالى ثابته تسمى الموجه الحامله بحيث يتم الحصول على موجه معدله بحيث يتغير تردد الموجه الحامله تبعا لسعه الموجه المحموله بحيث يظل اتساع الموجه الحامله ثابت .

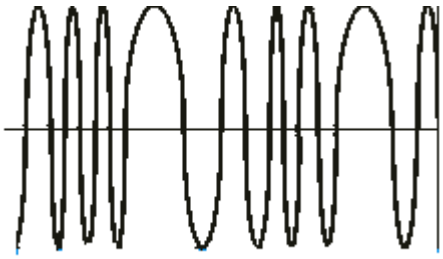
يتسبب الانصاف الموجيه الموجبه فى زياده ترددها بينما السالبه فى نقصان ترددها

*ينتج عدد لانهائى من النطاقات الجانبيه العلويه والسفليه ويكون ترددها اكبر او اقل من الموجه الحامله بتردد المعلومات او مضاعفتها بخلاف تعديل الاتساع.



الموجه الحامله

الموجه الصوتيه



موجه معدله ترددیا

ثالثا: تعديل الحزمه الجانبية الوحيدة SSB (Single Side Band)

تعريفه : هذا النوع من التعديل يشبه تعديل الاتساع الا اننا قمنا بحذف التردد الحامل وحذفنا معه ايضا احدى الحذم الجانبيه فتضاعفت قدره الارسال .

* ببساطه فى نظام التعديل (AM) عندما يتم تعديل موجه راديو بهذا النظام ينتج ثلاث موجات وليست واحده ينتج الموجه الحامله نفسها بنفس التردد العالى المولد من المذبذب وينتج ايضا حزمتين جانبيتين احداها حزمه جانبيه عليا والاخرى حزمه جانبيه سفلى (وتبعد عن التردد الحامل بشكل يتناسب مع مطال الاشاره الصوتيه) او كما يسمى بالانجليزي (USB*LSB)

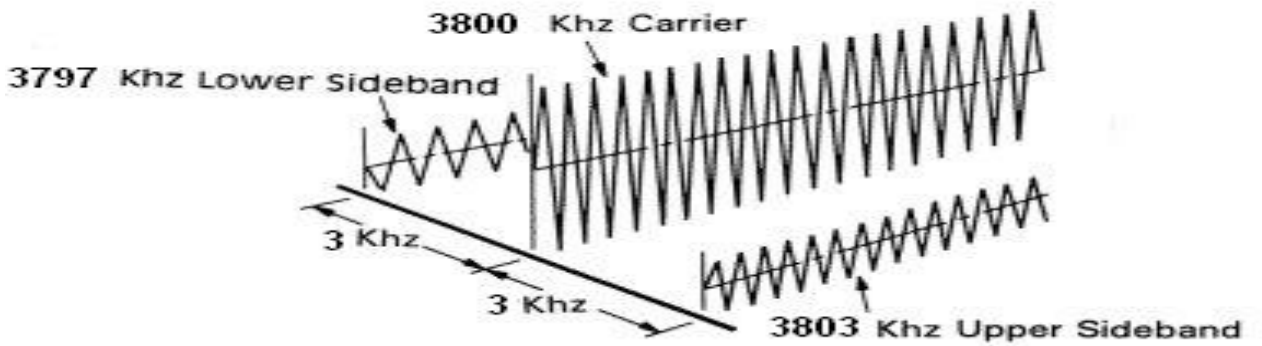
هاتان الحزمتين هما اللتان تحتويان على المعلومات المرسله ولا يحتوى الحامل على اى شىء فمثلا عند تعديل تردد حامل وليكن 3800 كيلو هرتز بموجه صوتيه قدرها 3 كيلو هرتز فعندها يتولد بعد التعديل

1- الموجه الحامله نفسها وهى 3800 كيلو هرتز

2- الحزمه الجانبيه العليا وهى 3803 كيلو هرتز

3- الحزمه الجانبيه السفلى وهى 3797 كيلو هرتز

ملحوظه مطال الحامل يبقى نفسه ولا يتاثر بعمليه التعديل مطلقا

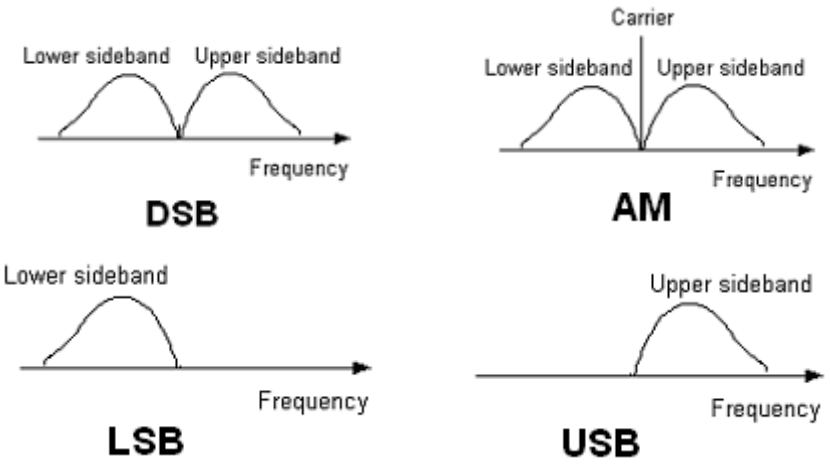


اذن بعد التعديل نحصل على اشاره معدله تحتل الطيف الترددى من 3797 كيلو هرتز الى 3803 كيلو هرتز اى بعرض نطاق 6 كيلو هرتزجهد كل من الحزم الجانبيه هو نصف جهد الحامل تقريبا .
بما ان الموجه الحامله لا تحتوى على اى معلومات اذن فانها تبدد قدره كبيره من طاقه الارسال الفعاله

ننتقل الان الى الجزء الثانى من الشرح

* سبق وذكرنا ان الحامل فى التعديل الاتساعى يبدد طاقه كبيره من طاقه الارسال الفعاله ولا يحتوى على اى معلومات ولمعالجه فقد الطاقه قمنا بحذف الحامل مع ترك الحزمتين الجانبيتين كما هما لان كل واحده من الحزم يحتوى على معلومات الارسال اذن نظام الارسال اصبح عديم الحامل مع وجود الحزمتين الجانبيتين ويسمى فى هذه الحاله (DSB)او (Duble Side Band)
وبذلك قمنا بزياده كفائه الارسال وتم مضاعفه القدره المرسله من جهاز الارسال ويلزم لاستقبال هذا النوع اى جهاز استقبال به نظام SSB
* نظام SSB هو تكمله لنظام الارسال DSB
* لزياده كفائه الارسال ذكرنا قبل ذلك ان اى من الحزمتين يكون بها المعلومات المعدله اذن فلن يحدث شىء اذا قمنا بحزف احدى الحزمتين ويكون ذلك عن طريق عمل فلتر لاشاره DSB لاختيار احدى الحزم ورفض الاخرى وفى الغالب يكون ذلك بفلتر مكون مجموعه من الكريستالات فاذا اردنا الارسال بالحزمه العليا قمنا بحزف الحزمه السفلى واذا اردنا الحزمه السفلى حذفنا الحزمه العليا
ففى هذه الحاله تقلص الطيف الترددى من 6 كيلو هرتز الى 3 كيلو هرتز فسمحنا لعدد اكبر من المحطات ان ترسل بجانب بعضها فبدلا من محطه واحده تحتل 6 كيلو هرتز لوحدها كان هناك محطتين ترسل فى هذا النطاق

وفى نفس الوقت تمت مضاعفه قدره الارسال فى نظام DSB التى كانت توزع الطاقه على حزمتين فاصبح كل الطاقه موزعه على حزمه واحده وفى هذه الحاله تمت مضاعفه القدره المرسله بنفس الجهاز اكثر من مره



(2) مكبرات العزل (buffer amplfair)

تقوم هذه الدوائر بدور الوسيط بين مرحله دخل ومرحله خرج لمنع حدوث تاثير مرحله على مرحله اخرى وهى تقوم ايضا ليس بالعزل فقط ولكن تقوم ايضا فى بعض الاجهزه بتكبير الاشاره الداخله لها قبل تسليمها لمرحله الخرج

(3) مكبرات الاشاره الصوتيه الخارجه من الميكروفون (mic amplfaier)

تقوم هذه الدائره بتكبير الاشاره الصوتيه القادمه اليها من الميكروفون الى مستوى معين لكى تدخل على دائره المعدل للحصول على التعديل اللازم للاشاره الحامله.

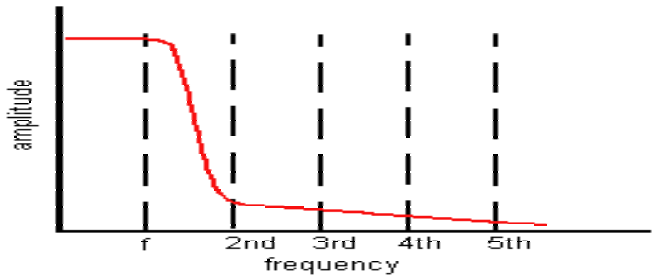
(4) مكبرقدره اشاره التردد العالى (rf amp)

بعد خروج الاشاره المعدله من المعدل يمكن ان يركب هوائى عند هذه المرحله وترسل الاشاره ولكن قدره الخرج ضئيله جدا اذن فلابد من وجود دائره لتكبير الخرج.

تقوم هذه الدائره بتكبير اشاره التردد العالى المعدله بعد خروجها من المعدل الى المستوى اللازم المطلوب فى جهاز الارسال وتقاس قدره هذا المكبر بوحده الوات

6-مرشحات اشاره التردد العالى (rf filter)

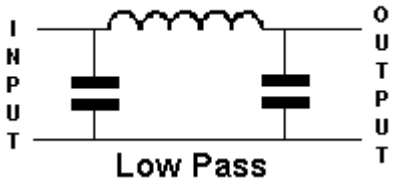
وتتكون من مجموعه من المكثفات والملفات ووظيفته هى ترشيح التردد المرسل من التوافقيات(والتوافقيات تنشا من اى مولد تردد او اى مذبذب او مرسل وهى تتكون من مضاعفات التردد الذى يتم الارسال عليه)

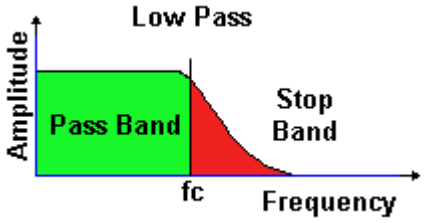


وذلك قبل توصيل الاشاره الخارجه للهوائى ويصمم حسب التردد المطلوب ويوجد ثلاث انواع اساسيه للمرشحات وهما :

(1) مرشح التردد المنخفض (low pass filter)

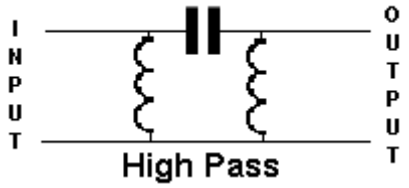
وهو يقوم بتمرير كل الترددات تحت مستوى معين من التردد المصمم عليه واى تردد اعلى من التردد هذا لايمر.

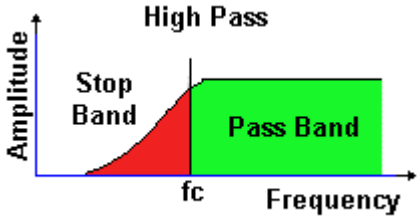




(2) مرشح التردد العالى (high pass filter)

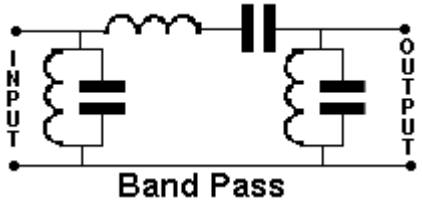
وهو مرشح مصمم لامرار ترددات فوق التردد المصمم عليه واى تردد اقل منه لايمر من المرشح.

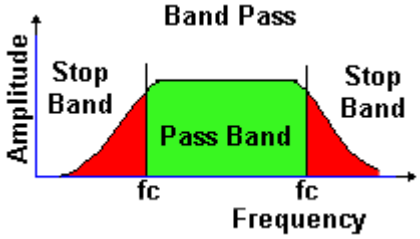




(3)مرشح الحزمه الترددیه (band pass filter)

وهو مرشح لامرار حزمه ترددیه معينه تقع بين ترددين الترددات التى اعلى من التردد العلوى لاتمر والترددات التى اقل من التردد السفلى لاتمر واى تردد يقع داخل هذين الترددين يمر من خلال المرشح.





(5) الهوائى (antenna)

هو اخر مرحله من مراحل جهاز الارسال وفيه يشع الهوائى طاقه الارسال فى الهواء ليستقبلها جهاز الاستقبال.

- ترسل الموجات اللاسلكيه باستقطاب افقى او استقطاب راسى حسب وضعيه هوائى الارسال ولابد ان يكون هوائى الاستقبال فى نفس وضعيه الاستقطاب لهوائى الارسال لاستقبال اكبر اشاره ممكنه
- يوجد ثلاثه انواع رئيسيه للهوائيات فى الارسال الاذاعى (هوائى هرتز- هوائى ماركونى- الهوائيات المركبه)

(1)هوائى هرتز : سمى هذا النوع باسم العالم هرتز الذى كان اول من استعمله يتكون من سلك واحد ينصب على ارتفاع عن سطح الارض طوله نصف طول الموجه ولا تقوم الارض بدور رئيسى فى عمليه الاشعاع

(2)هوائى ماركونى: يتكون من سلك راسى واحد او سلكين احداهما راسى والاخر افقى ويوصل هوائى ماركونى بالارض خلال اداه ربط وتنغيم وطوله ربع طول الموجه

(3)الهوائيات المركبه : عباره عن مجموعه العناصر الافقيه اوالراسيه تبتعد عن بعضها البعض بمسافات مناسبه حسب التردد وتتصل بنفس المصدر وتوضع عواكس لمجموعه العناصر المركبه على مسافه ¾ طول الموجه من عضو الهوائى وتعمل العواكس على تركيز الشعاع فى الاتجاه المطلوب. مميزاتها انها توفر بعض طاقه الاشعاع التى تفقد فى حاله الهوائيات التى تشع فى جميع الاتجاهات ويعطى شده مجال اكبر فى الاتجاه المطلوب والذى يتم توجيه الهوائى اليه.

الان بعد ان تعرفنا على مراحل اجهزه الارسال نبدا شرحنا بتعريف انواع اجهزه الارسال ومم تتركب دوائرها .

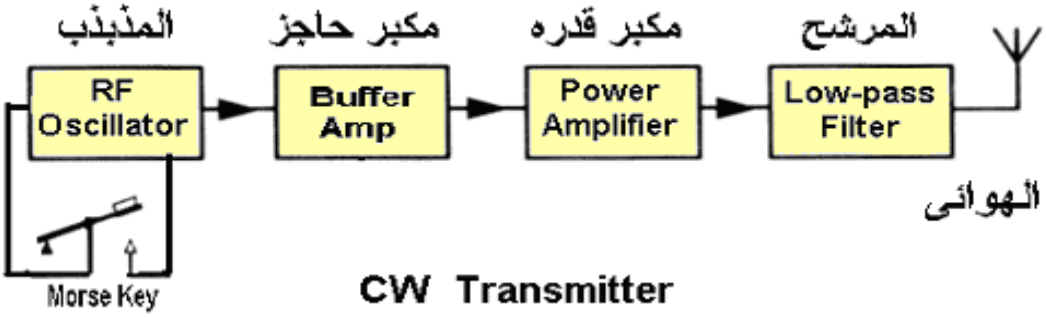
انواع اجهزه الارسال

تنقسم انواع اجهزه الارسال الى:

1- جهاز ارسال موجه حامله (CW Transmitter)
2- جهاز ارسال بنظام تعديل الاتساع (AM transmitter)
3- جهاز ارسال بنظام تعديل التردد (FM transmitter)

4- جهاز ارسال بنظام تعديل الحزمه الجانبيه المفرده (SSB Transmitter)

(1) جهاز ارسال موجه حامله (CW Transmitter)



نرى فى الشكل المرفق جهاز ارسال موجه حامله (CW) هذا النوع من الاجهزه يرسل موجه حامله فقط عن طريق ضغط المفتاح المكتوب عليه مورس فيرسل بنظام شفره مورس ضغطه طويله تعبر عن الشرطه وضغطه قصيره تعبر عن النقطه .

نشرح اولا فكره عمله وهو يتكون من:

المذبذب الرئيسى (rf oscillator)

الذى يقوم بتوليد التردد المطلوب الارسال عليه وهو يستخدم اما ملف ومكثف او كريستاله لتوليد التردد ويركب عليه مفتاح وهو مفتاح مورس لتوصيل او فصل التغذيه عن المذبذب لتوليد ما يسمى شفره مورس

المكبر الحاجز(Buffer amp)

وهو يقوم بتكبير اشاره المذبذب وايضا يقوم بعزل المذبذب الرئيسى عن مراحل الجهاز الاخرى لزياده ثبات واستقرار التردد المولد

مكبر قدره الارسال (Rf Power Amp)

لتكبير قدره الاشاره الراديويه

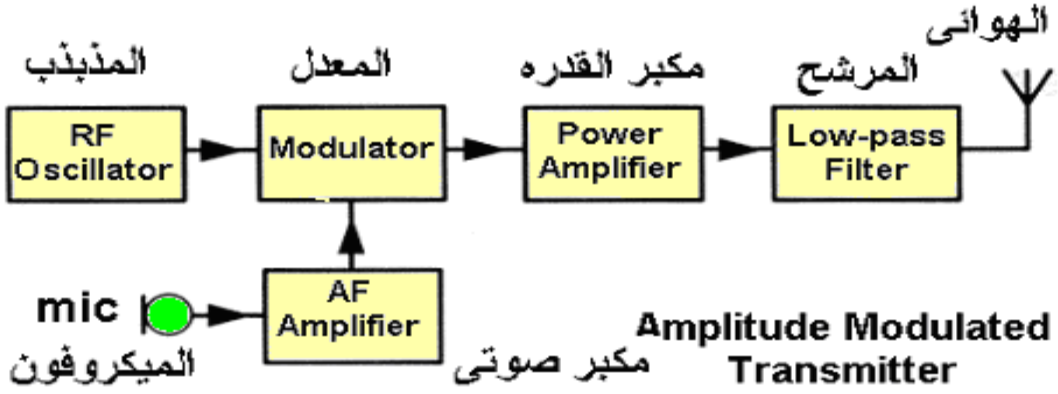
المرشح(Filter)

لترشيح الاشاره الخارجه من اشاره التوافقيات

الهوائى (Antenna)

والهوائى وظيفته اشعاع الطاقه الراديويه فى الاثير

2- جهاز ارسال بنظام تعديل الاتساع (AM transmitter)



نرى فى هذا الشكل مرسل بنظام تعديل اتساعى (AM) وهو يتكون من :

المذبذب(rf oscillator) وهو يقوم بتوليد الموجه الحامله وكمثل اى مذبذب يتكون من ملف ومكثف او من بلوره كريستاليه ويمكن ان يركب بعد هذه المرحله مكبر حاجز او قد لايركب حسب تصميم الدائره واحتياجتها

المعدل (modulator) وهو يقوم بطبع الاشاره الصوتيه القادمه اليه من المكبر الصوتى على الموجه الحامله القادمه اليه من المذبذب بنظام تعديل اتساعى

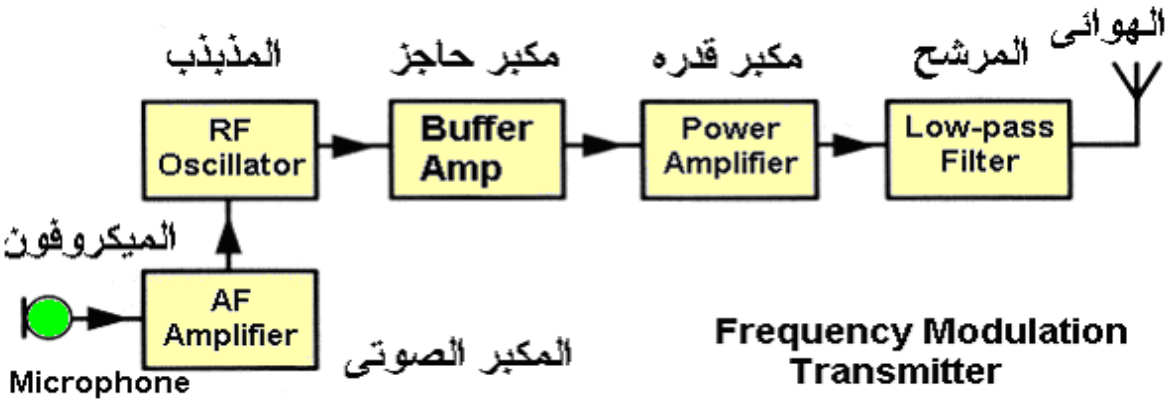
المكبر الصوتى(Af Amp) وهو يقوم بتكبير الاشاره الصوتيه القادمه اليه من الميكروفون الى المستوى المطلوب ثم يدخلها على المعدل

مكبر القدره (Rf Amp) وهو ياخذ الاشاره المعدله القادمه اليه من المعدل ويقوم بتكبيرها الى المستوى المطلوب لتسليمها الى دائره المرشح

المرشح(filter) وهو يقوم بترشيح الاشاره الراديويه من اى توافقيات من التردد غير مرغوب فيها تخرج مع اشاره الارسال

الهوائى (Antenna) وهو يقوم باشعاع الاشاره الراديويه الى الاثير

3- جهاز ارسال بنظام تعديل التردد (FM transmitter)



نرى فى الشكل السابق مخطط لجهاز ارسال بنظام تعديل ترددى وهو يتكون من بعض المراحل:

المذبذب(rf oscillator) وهو يقوم بتوليد الموجه الحامله وكمثل اى مذبذب يتكون من ملف ومكثف او من بلوره كريستاليه مع الاختلاف ان هذا المذبذب يتغير تردده عند ادخال اشاره صوتيه اليه قادمه من المكبر الصوتى يتغير بمقدار اتساع الاشاره الصوتيه .

المكبر الصوتى(Af Amp) وهو يقوم بتكبير الاشاره الصوتيه القادمه اليه من الميكروفون الى المستوى المطلوب ثم يدخلها على المذبذب ليتغير تردده مع اتساع الموجه الصوتيه فلابد ان يوجد بهذه الدائره محدد ليقوم بتثبيت مستوى الاشاره الصوتيه عند مستوى ثابت لكى لايحصل انحراف كبير عند التعديل وياخذ حيز كبير من التردد.

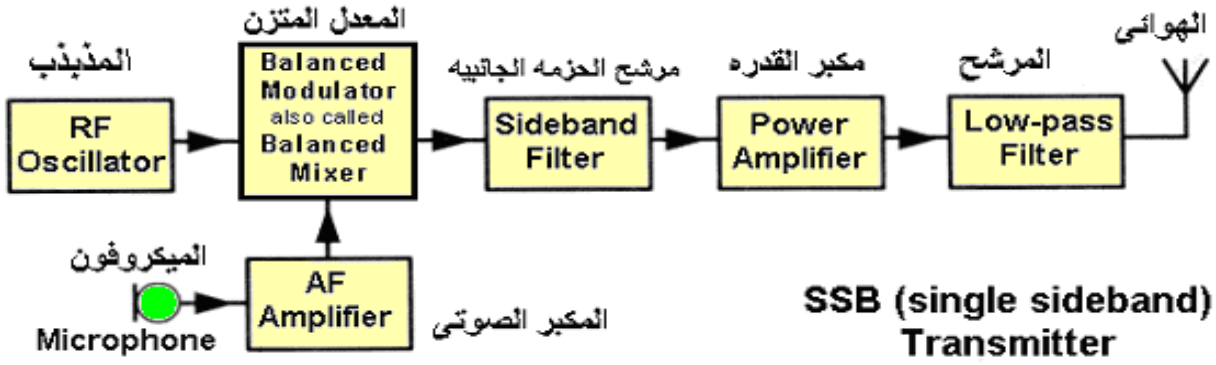
المكبر الحاجز(Buffer amp)
وهو يقوم بتكبير اشاره المذبذب المعدله ترددیا وايضا يقوم بعزل المذبذب عن مراحل الجهاز الاخرى لزياده ثبات واستقرار التردد المولد.

مكبر القدره (Rf Amp) وهو ياخذ الاشاره المعدله القادمه اليه من المكبر الحاجز ويقوم بتكبيرها الى المستوى المطلوب لتسليمها الى دائره المرشح.

المرشح(filter) وهو يقوم بترشيح الاشاره الراديويه من اى توافقيات من التردد غير مرغوب فيها تخرج مع اشاره الارسال

الهوائى (Antenna) وهو يقوم باشعاع الاشاره الراديويه الى الاثير.

4- جهاز ارسال بنظام تعديل الحزمه الجانبيه المفرده (SSB Transmitter)



فى هذا الرسم المرفق مخطط لجهاز ارسال بنظام الحزمه الجانبيه المفرده SSB وهو يتكون من بعض الاجزاء وهى .

المذبذب(rf oscillator) وهو يقوم بتوليد الموجه الحامله وكمثل اى مذبذب يتكون من ملف ومكثف او من بلوره كريستاليه ويمكن ان يركب بعد هذه المرحله مكبر حاجز او قد لايركب حسب تصميم الدائره واحتياجتها

المعدل المتزن (balanced modulator) وفى هذا المعدل يتم ادخال اشاره المذبذب واشاره المكبر الصوتى لينتج فى الخرج الحزمتين الجانبيتين بدون اشاره الحامل اى يتم حذف الحامل نهائيا والنتيجه يكون فى الخرج اشاره الحزمتين اى (DSB) ويمكن عند هذه النقطه ان تخرج مباشره على اى مكبر تردد عالى ويتم ارسالها ولكننا نريد اشاره حزمه وحيده فقط لذلك لندخل على المرحله التى تليها وهى مرشح الحزمه

مرشح الحزمه المفرده: كما سبق ذكره ان خرج المعدل يكون حزمتين لذلك لزم وجود هذه المرحله وهى عباره عن مرشح مكون من مجموعه من الكريستالات او مجموعه من الملفات والمكثفات ووظيفته هى لحذف حزمه جانبيه وترك الاخرى اذا اردنا ان نرسل على الحزمه الجانبيه العلويه (USB) قمنا بضبط المرشح لحذف الحزمه الجانبيه السفليه(LSB) او اذا اردنا الحزمه السفليه قمنا بالضبط على وضعيه حزف الحزمه العلويه

SUSMB

مكبر القدره (Rf Amp) وهو ياخذ الاشاره المعدله القادمه اليه من المكبر الحاجز ويقوم بتكبيرها الى المستوى المطلوب لتسليمها الى دائره المرشح.

المرشح(filter) وهو يقوم بترشيح الاشاره الراديويه من اى توافقيات من التردد غير مرغوب فيها تخرج مع اشاره الارسال

الهوائى (Antenna) وهو يقوم باشعاع الاشاره الراديويه الى الاثير.

---

*ثانيا دوائر اجهزه الاستقبال

1- الهوائى (antenna)
2- دائره التوليف (tuned circuit)
3- مكبرات التردد العالى الاولى (rf pree amp)
4- المذبذب المحلى (local oscillator)
5- المازج (mixer)
6- مكبرات التردد الوسيط (if amp)
7- الكاشف (detector)
8- مكبر التردد الصوتى (AF AMP)
9- السماعه (Speaker)

(1) الهوائى (antenna) : الهوائى هو اول جزء فى اى جهاز استقبال وهوائى الارسال المضبوط على تردد معين هو احسن هوائى لاستقبال نفس

التردد لانه يكون منغم على هذا التردد لاستقبال اشاره عظمى على هذا التردد

(2) دائره التوليف (tuned circuit) : الغرض منها بعد دخول الاشاره من الهوائى هى للتوليف وانتخاب التردد المطلوب ورفض باقى الترددات وهى تتكون من ملف ومكثف ويمكن ان تكون دوائر التوليف مذدوجه (duble tuned circuits) لزدياده الاختياريه وللتوليف على شده اشاره عظمى على التردد المطلوب

(3) مكبرات التردد العالى الاولى (rf pree amp): وهذه الدائره تاخذ الاشاره الضعيفه القادمه اليها من دائره التوليف وتقوم بتكبيرها الى المستوى المناسب لتدخل للمراحل التاليه

(4)المذبذب المحلى (local oscillator) : والمذبذب المحلى هذا هو لتوليد ذبذبه اعلى من تردد الاشاره المستقبله بمقدار التردد الوسيط لتدخل الى المازج لتحويلها الى تردد وسيط .

(5)المازج (mixer): هو لمزج الترد المستقبل المكبر المحتوى على المعلومات مع تردد المذبذب المحلى لتوليد التردد المتوسط

(6)مكبرات التردد الوسيط (if amp) : هى عباره عن مجموعه من المكبرات المولفه على تردد ثابت تاخذ الاشاره القادمه اليها من المازج وتقوم بتكبيرها .

(7)الكاشف (detector) : وهو يقوم بكشف الاشاره المستقبله وفصلها عن اشاره التردد الحامل ويصمم حسب نظام الاشاره المستقبله سواء كانت معدله اتساعيا او معدله ترديا او حزمه وحيده.

(8)مكبر التردد الصوتى (AF AMP) : وهو مكبر يعمل فى مجال التردد الصوتى يقوم باستلام الاشاره الصوتيه الضعيفه ويقوم بتكبيرها قبل توصيلها الى السماعه.

(9)السماعه (Speaker) : وهى لتحويل الموجات الكهربيه الداخله اليها من المكبر السمعى الى موجات صوتيه تخرج فى الهواء لتسمعها الاذن البشريه.

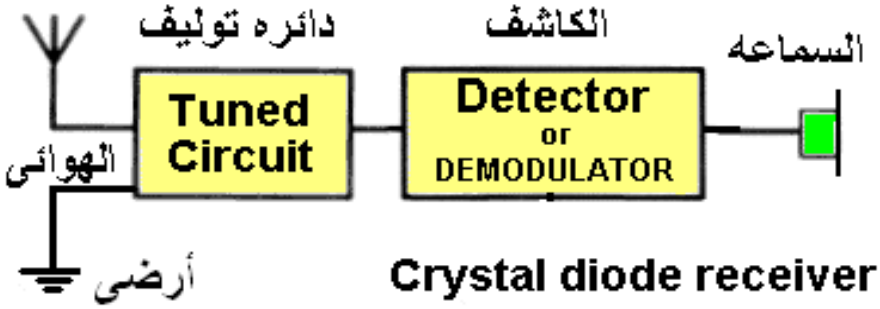
الشروط الواجب توافرها فى جهاز الاستقبال

1- الاختياريه العاليه (اختيار المحطه المطلوبه ورفض باقى المحطات
2- امانه نقل عاليه
3- حساسيه عاليه (مقدره الجهاز على التقاط الاشارات الضعيفه)
4- ان يكون الصوت الصادر نقى وواضح بدون اى شوشره
5- الحصول على تكبيير كافى لكل المحطات
6- ان يكون الصوت الصادر ثابت الشده لايتغير بدون ارادتنا

مراحل تطور اجهزه الاستقبال

1- جهاز استقبال بسيط (راديو الكريستال)
2- جهاز استقبال مباشر.
3- جهاز استقبال (سوبر هترودين)

1- جهاز الاستقبال البسيط (Crystal Receiver)



وكما نرى بالرسم راديو الاستقبال البسيط هو بسيط فعلا ويتكون من :

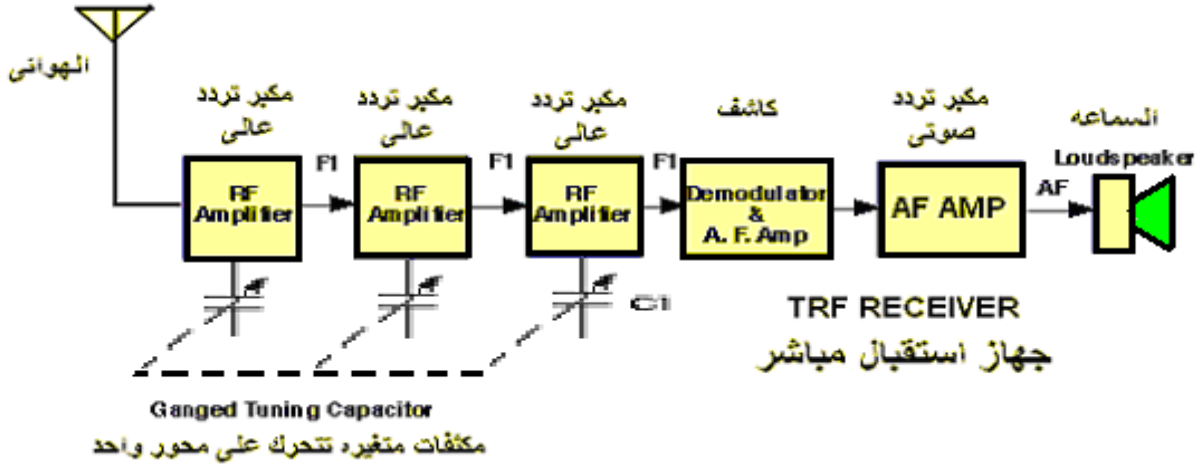
1- **الهوائى والارضى :** وهما لاستقبال الاشارات الكهرو مغناطيسيه ويحولوها الى اشارات كهربيه متغيره . والهوائى يكون على ارتفاع كبير ويكون الارضى مربوط فى اى جسم موجود بالارض كمواسير المياه المعدنيه المدفونه بالارض مثلا او لوح من الزنك مدفون فى الارض وهو افضل.
2- **دائره التوليف:** وهى عباره عن دائره مكونه من ملف ومكثف متغير فقط وعندما يتساوى تردد المحطه المستقبله مع تردد الرنين فاننا نحصل فى خرج دائره الرنين على اعلى جهد ممكن.

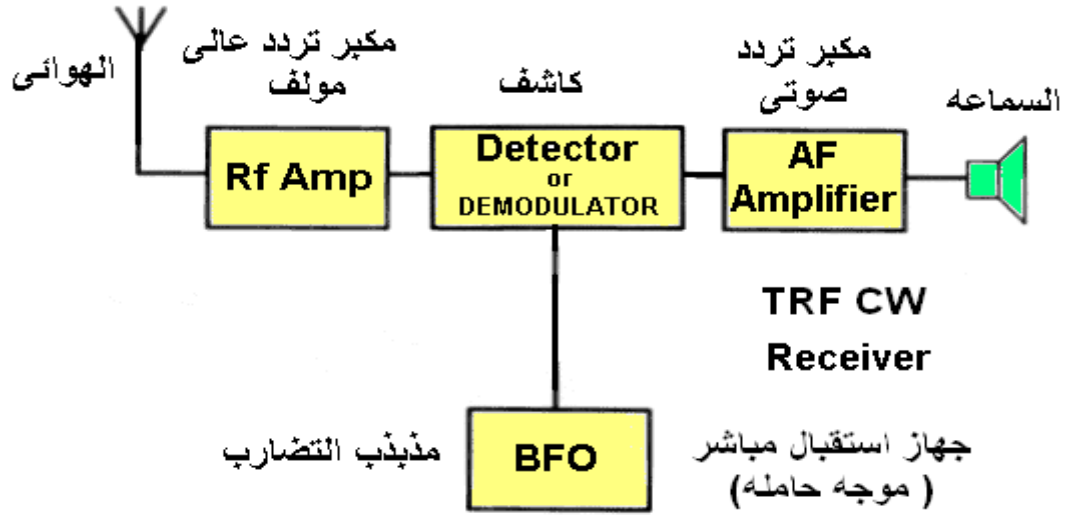
3- **الكاشف:** والكاشف هنا بسيط جدا وهو يتكون من موحد جرمانيوم كاشف يقوم بكشف الاشاره الصوتيه وفصلها عن التردد الحامل.

4- **السماعه:** تدخل الاشاره الصوتيه القادمه من الكاشف الى سماعه الاذن فيصدر صوت مسموع .

ملحوظه: السماعه المستخدمه لابد ان تكون عاليه المقاومه(لاتقل مثلا عن 400 اوم) لان هذا الجهاز لايعمل باى تغذيه ولا يوجد به اى دائره تكبيير وانما يعتمد على طاقه الاشاره المستقبله فاذا كانت السماعه منخفضه المقاومه فانها لن تعمل ولن تخرج اى صوت.

2- جهاز استقبال مباشر (Direct Straight Receiver)





*فى المخطط الاول لجهاز الاستقبال المباشر نرى انه جهاز استقبال يمكن ان يعمل على نظام استقبال (AM *FM) وهو يتكون من :

(1)**الهوائى** : وهو يقوم باستقبال الموجات الكهرومغناطيسيه ويحولها الى اشاره كهربيه متغيره.

(2)**مكبرات التردد العالى:** هى مجموعه من المكبرات تولف على تردد واحد جميعها اى انها بها دائره توليف ولكن تتغير معا حسب التردد المراد استقباله عن طريق ربط

المكثفات المتغيره معا على محور واحد (ويمكن ان يكون مكبر التردد العالى مرحله واحده فقط ولكن يكون مولف على التردد المطلوب)ولكن كلما ذاد عدد المكبرات ذادت حساسيه المستقبل

(3) الكاشف : وهو يصمم حسب النظام المراد الاستقبال به (FM*AM) وهو يقوم بكشف الموجه الصوتيه وفصل التردد الحامل منها.

(4)مكبر التردد الصوتى: يقوم بتكبير الاشاره الصوتيه القادمه من الكاشف الى القدر الكافى لتشغيل السماعه

(5) السماعه: تقوم بتحويل الاشاره الصوتيه الى اهتزازات ميكانيكيه يصدر عنها صوت مسموع

*فى المخطط الثانى لجهاز الاستقبال المباشر نرى انه عباره عن جهاز لاستقبال الموجه الحامله (CW Receiver) وهو تقريبا يشبه الجهاز الاول ولكنه يختلف اختلاف بسيط عنه وهو يتكون من :

(1)الهوائى: وهو يستقبل الموجات الكهرومغناطيسيه ويحولها الى اشاره كهربيه متغيره

(2)مكبر التردد العالى: وهو كما ذكرنا سابقا يمكن ان يتكون من مجموعه من المكبرات التى تتغير توليفها معا عن طريق المكثفات المتغيره التى تتحرك على محور واحد او ممكن ان يتكون من مكبر واحد مولف على التردد المطلوب بواسطه مكثف متغير واحد

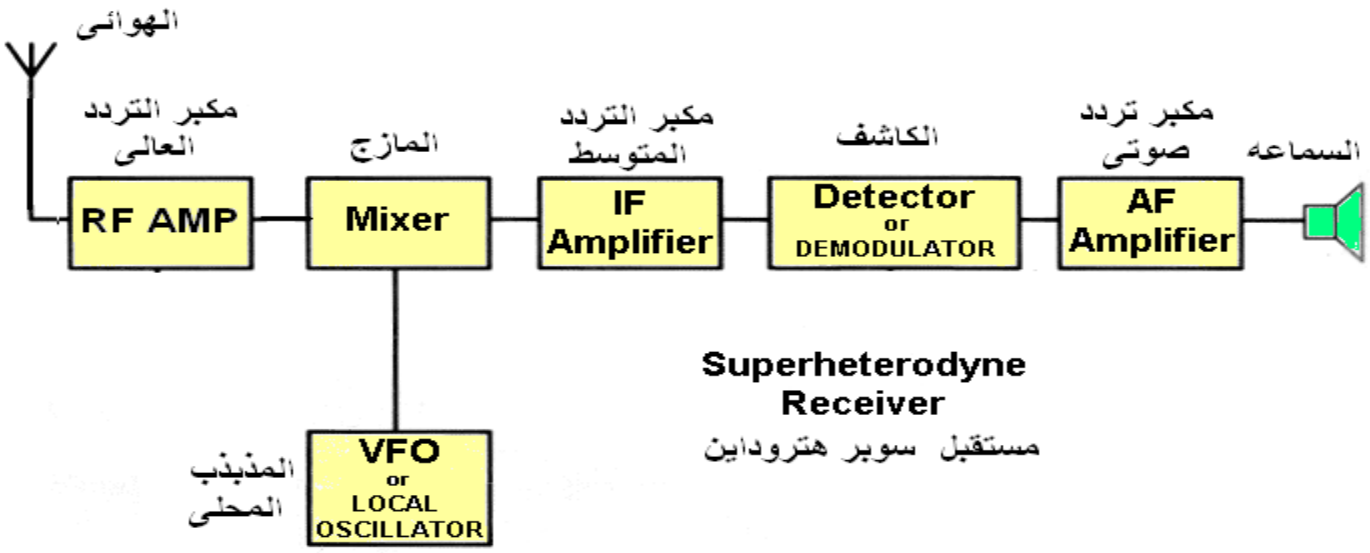
(3)الكاشف : يختلف الكاشف قليلا عن الكاشف الخاص بالتعديل السعوى او التعديل الترددى لانه عباره عن دائره مزج تمزج تردد الموجه الحامله المستقبله مع تردد المذبذب التضاربى لاخراج اشاره تردد صوتى عباره عن الصفير الخاص باشاره مورس وبدون هذا الكاشف لن نسمع اى اشاره مستقبله لان الموجه الحامله غير معدله صوتيا باى نوع من انواع التعديل.

(4)المذبذب التضاربى: وهو عباره عن مذبذب تردد عالى تردده اعلى من تردد الموجه الحامله بمقدار من 400 هرتز الى حوالى ال 1 كيلو هرتز ليكون محصله المزج الخارجه من الكاشف هى الفرق بين الترددين اى نغمه صوتيه ترددها يتراوح بين 400 هرتز الى 1 كيلو هرتز ويضبط هذا التردد حسب راحه اذن المستمع على الصفاره التى تريح اذنه من اشارات مورس

(5) مكبر التردد الصوتى: يقوم بتكبير الاشاره الصوتيه القادمه من الكاشف الى القدر الكافى لتشغيل السماعه

(6) السماعه: تقوم بتحويل الاشاره الصوتيه الى اهتزازات ميكانيكيه يصدر عنها صوت مسموع

(3)جهاز استقبال (سوبر هترودين)Superheterodyne



ولكى نفهم فكره مستقبل السوبر هترودين وجب علينا شرح جزئيه بسيطه لفهم الموضوع بالكامل وهى اولا:

* ظهرت فكره السوبر هترودين لمعالجه زياده المراحل فى جهاز الاستقبال المباشر لانه عند زياده مراحل مكبرات التردد العالى تزداد المكثفات المتغيره ويصعب ربطهم ميكانيكيا وكذلك يؤدى الى حدوث ارتداد فى الاشاره مما يعمل على عدم الاستقرار والتذبذب .

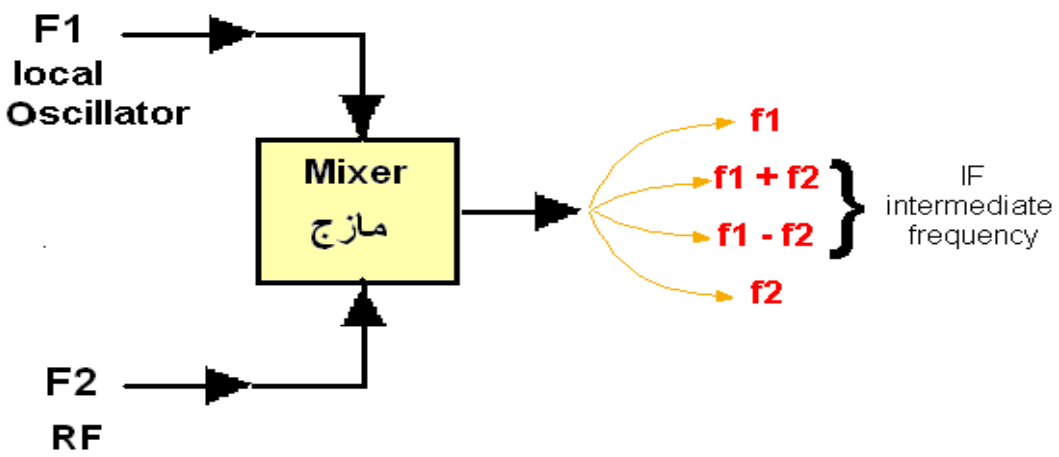
فكره مستقبل السوبر هترودين: هو الاحتفاظ بسلوك واحد لجميع المحطات المستقبله وذلك عن طريق تحويل اشاره المحطه المستقبله الى اشاره تردد وسيط مع الاحتفاظ بالتعديل فيها كما هو وبالتالى يتم تكبير التردد العالى على مرحلتين

المرحله الاولى: التردد العالى = تردد المحطه المستقبله

المرحله الثانيه: التردد العالى =التردد الوسيط

وفى المرحله الثانيه يكون التردد الوسيط ثابت مهما تغير تردد المحطه المستقبله بدون وجود مكثفات متغيره فى كل مرحله مكبر لان التردد الوسيط يكون ترددة ثابت لا يتغير ويكون منغم على تردد واحد

ولشرح هذه الجزئيه وكيف يكون التردد الوسيط ثابت نبدا بشرح المازج .

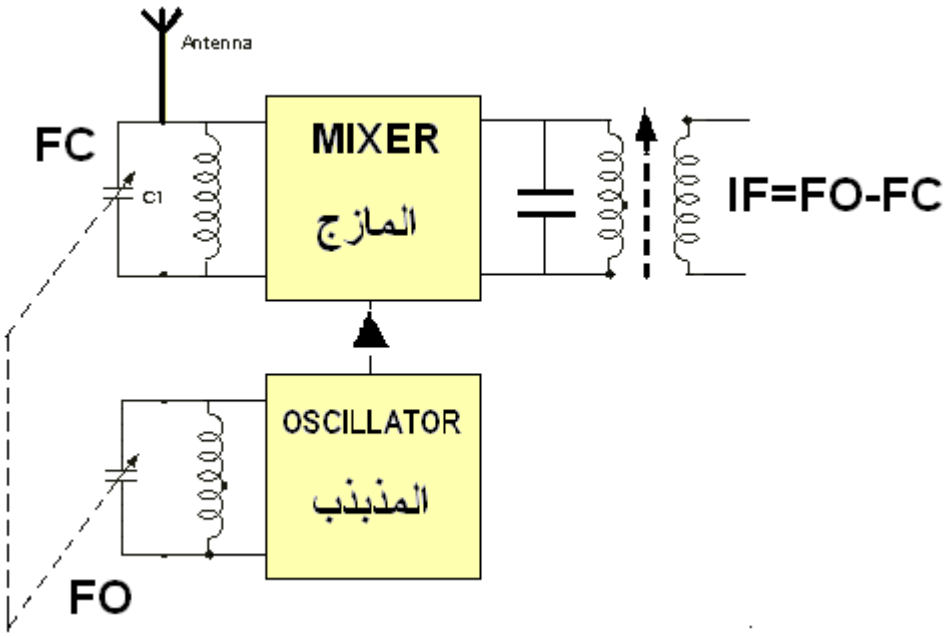


اى مازج اذا تم ادخال اليه اشارتين تردد راديوى يقوم بانتاج اربع اشارات وهما

1- اشاره الدخل (F1) كما هى بدون اى اضافات
2- مجموع اشارتي الدخل(F2+F1)
3- الفرق بين الاشارتين (F2-F1)
4-اشاره الدخل (F2) كما هى بدون اى اضافات

وبما ان اشاره الفرق بين الترددين هى التى تهمنا قمنا بتركيب داوائر تكبير تردد منغمه على هذا الفرق فى التردد وهى التى تسمى دوائر تكبير التردد الوسيط (IF AMP) فحصلنا على مكبرات منغمه تقوم بتكبير التردد العالى المستقبل فى صوره محوله الى تردد وسيط ولكنه يحتوى على جميع بيانات التعديل المراد استقبالها

كيفيه جعل التردد المتوسط ذو قيمه ثابته دائما:



من الرسم المرفق نلاحظ ان :
1- لابد ان يكون المذبذب المحلى يولد دائما تردد اعلى من تردد المحطه المستقبله بمقدار التردد المتوسط (IF)
2- انه يوجد مكثفين متغيرين الاول الموجود فى اعلى الرسم وهو الخاص بدائره التوليف التى تولف ترددها على تردد المحطه المستقبله والثانى الموجود فى اسفل الرسم هو المكثف المتغير المسئول عن تردد المذبذب المحلى لابد من ربطهم ميكانيكيا مع بعضهم فى هذه الحاله يبقى الفرق فى التردد ثابت لاننا اذا قمنا بتحريك ذراع التوليف فسوف ندير فى نفس الوقت المكثفين المتغيرين وبما ان تردد المذبذب اعلى من تردد المحطه المستقبله بمقدار التردد الوسيط فان هذا الفرق يبقى ثابتا مهما قمنا بتغير ذراع التوليف وينتج فى الخرج الترددات التى سبق شرحها اذن فكيف يتم اختيار تردد الخرج من ناتج المزج ببساطه شديده قمنا بعمل دائره فلتر مولف تقوم بتمرير الاشاره المطلوبه وهى فى حالتنا هى مقدار الفرق فى التردد بين المذبذب

المحلى وبين تردد دائره التوليف وهى المحطه المختاره (FO-FC) وهذا هو المطلوب وكل ماعلينا فعله بعد ذلك هو وضع دوائر تكبير للتردد العالى مولفه على التردد الوسيط ويمكن تركيب اكثر من مكبر ثابت القيمه فى هذه المرحله

قيم التردد المتوسط الشائعه :

نذكر فيما يلى بعض الترددات المتوسطه الشائعه فى تنغيم محولات التردد المتوسط فى اجهزه السوبر هترودين:

*فى اجهزه ال (AM) 452-455-460-465-467-473 كيلو هرتز

والتردد المتوسط 455 كيلو هرتز هو الاكثر شيوعا فى اجهزه الترانزستور

*فى اجهزه ال(FM) 10.7-9.1-21.4 ميجا هرتز

شرح دائره مستقبل من نوع السوبر هترودين :

فى الرسم المرفق الذى يحتوى على دائره مستقبل من نوع السوبر هترودين يوجد بها المراحل الاتيه

1- **الهوائى:** وهو لالتقاط الموجات الكهرومغناطيسيه من الهواء ويحولها الى اشاره كهربيه متغيره

2- **مكبر التردد العالى:** وهو طبعا مركب معه دائره التوليف التى تولف على تردد المحطه المراد استقبالها ويقوم المكبر بتكبيرها الى المستوى المطلوب

3- **المازج :** تدخل الاشاره المستقبله المكبره القادمه من مكبر التردد العالى الى دائره المازج ويدخل ايضا اشاره المذبذب المحلى فيقوم المازج بخلطهم مع بعض وينتج اربع اشارات

4- **المذبذب المحلى :** وهو يقوم بتوليد تردد يكون اعلى من تردد المحطه المستقبله على الدوام بمقدار التردد الوسيط لان المكثف المتغير الخاص بضبط تردده مربوط ميكانيكيا مع مكثف التوليف

5- **مكبر التردد الوسيط :** وهو مكبر مولف على قيمه التردد الوسيط يقوم بانتقاء اشاره الفرق بين تردد المذبذب وتردد المحطه المستقبله ويقوم بتكبيرهم على عده مراحل لتصل الى المستوى المطلوب

6- **الكاشف :** وهو يقوم بكشف واستخلاص الموجه الصوتيه وفصلها عن موجه الحامل وهو يصمم حسب نوع الكشف فمثلا كاشف التعديل الاتساعى يكون بسيط ومكون من كاشف بلورى (ثنائى جرمانيوم) وكاشف اشاره التعديل الترددى يسمى كاشف النسبه اما كاشف الحزمه الوحيده فيكون مربوط بدائره تقوم بتوليد تردد قريب من التردد المتوسط لتعويض اشاره الحامل المحذوفه

7- **المكبر الصوتى :** وهو يقوم بتكبير الاشاره الصوتيه ورفعها الى القدر الذى يكفى لتشغيل السماعه

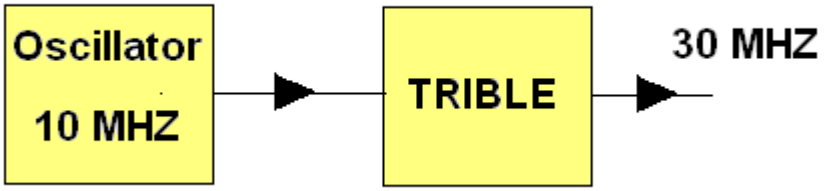
8- السماعه : تقوم بتحويل الاشاره الصوتيه الى اهتزازات ميكانيكيه يصدر عنها صوت مسموع

الى هنا تم بحمد الله شرح نظم الاتصالات اللاسلكيه بشقيها الارسال والاستقبال
ننتقل الان الى جزء اخر وهو :

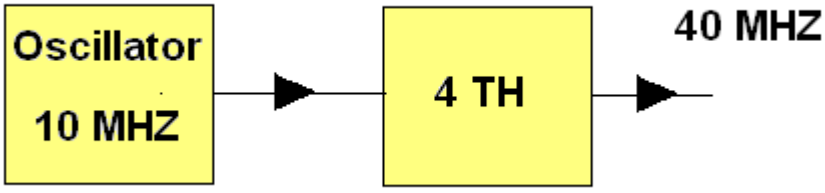
بعض الاجزاء الشائعه فى الاجهزه التجاريه :

*مضاعفات التردد (frequency multipliers) *

ان اى مذبذب ينتج تردد اساسى وهو الذى تم تصميمه عليه وترددات اخرى عباره عن مضاعفات هذا التردد تسمى توافقيات يتم الاستفاده منها عمليا فى اجهزه الارسال بانشاء دوائر ارسال بها مذبذب وحيد وناخذ منه التوافق الثانى او الثالث مثلا ونكبره ويكون هو تردد الارسال على سبيل المثال جهاز ارسال به مذبذب تم ضبطه على تردد 10 mhz وناخذ منه التوافق الثالث فيكون الخرج 30 mhz هو التردد المرسل ويكون ذلك بتصميم دائره مرشح (فلتر) فى خرج المذبذب تاخذ التوافق الثالث وتمرره وترفض باقى الترددات وحتى التردد الاصلى للتذبذب ترفضه ايضا



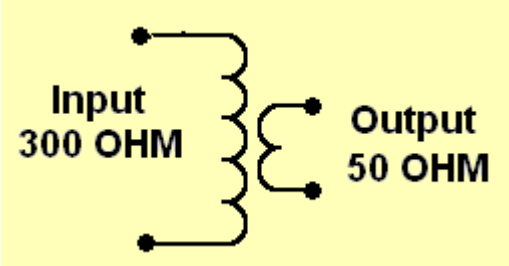
وعلى سبيل المثال ايضا يمكن اخذ التوافق الرابع من هذا المذبذب فيكون الخرج فى هذه الحاله هو 40 MHZ هو التردد المرسل .



ويمكن ان يحتوى المرسل على عده دوائر مضاعفه للتردد للحصول على تردد مضاعف عده مرات.
وتستخدم دوائر مضاعفه التردد فى نظامى الارسال بتعديل التردد او تعديل الاتساع وعندما تستخدم فى نظام تعديل التردد تقوم بتكبير الاشاره الصوتيه المشكله على التردد مع مضاعفه التردد وفى نظام التعديل الاتساعى تقوم بتكبير الاشاره المسلمه اليها ثم مضاعفتها.

محول التوفيق

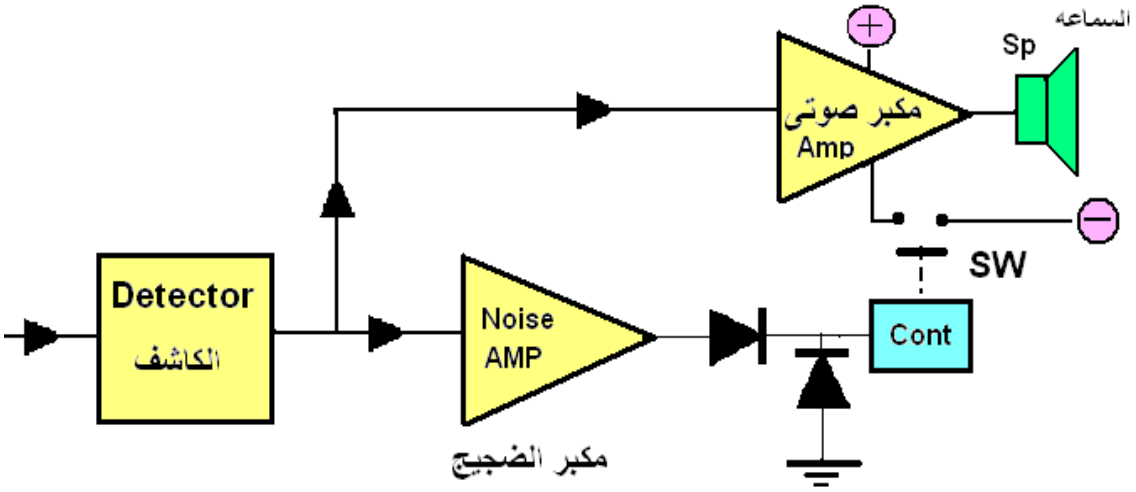
ان محول التوفيق عباره عن وحده تقوم بتوفيق ممانعه جهاز الارسال مع ممانعه الهوائى اذا كان هناك فرق فى الممانعات مثلا اذا كان الهوائى ممانعته 300 اوم والمرسل 50 اوم لزم وجود وحده توفيق او ان يكون الهوائى اقصر او اطول من طول الموجه الذى يعمل عليه الجهاز المرسل.



دائره كاتم الضوضاء (Squelch)

وهذه الدائره هى جزء اساسى من اى مستقبل يعمل فى مجال ترددات تقريبا يبدا من نطاق ال (vhf) اى يبدا من 30 ميجا هرتز فما فوق على سبيل المثال راديو التعديل الترددى FM الذى يعمل فى حيز الترددات من 88 الى 108 ميجا هرتز اذا قمنا بلف مفتاح تغير المحطات فى تردد ليس به اى محطه فاننا نسمع اشاره ضجيج عاليه واذا قمنا بالتوليف على تردد به محطه اذاعيه فاننا نسمع المحطه بدون اى ضجيج وطبعا فى اجهزه اللاسلكى ليس كل الوقت نستقبل المحطات اذن اذا لم يوجد محطه ترسل فان اشاره الضجيج سوف تكون مزعجه جدا وخصوصا اذا كان مفتاح الصوت فى اعلى قيمه له لذلك كان لابد من تصميم وتركيب هذه الدائره فى كل جهاز استقبال لاسلكى لكى تمنع الضوضاء فى حاله عدم وجود محطه ترسل .

وتتكون هذه الدائره من الاجزاء الاتيه:

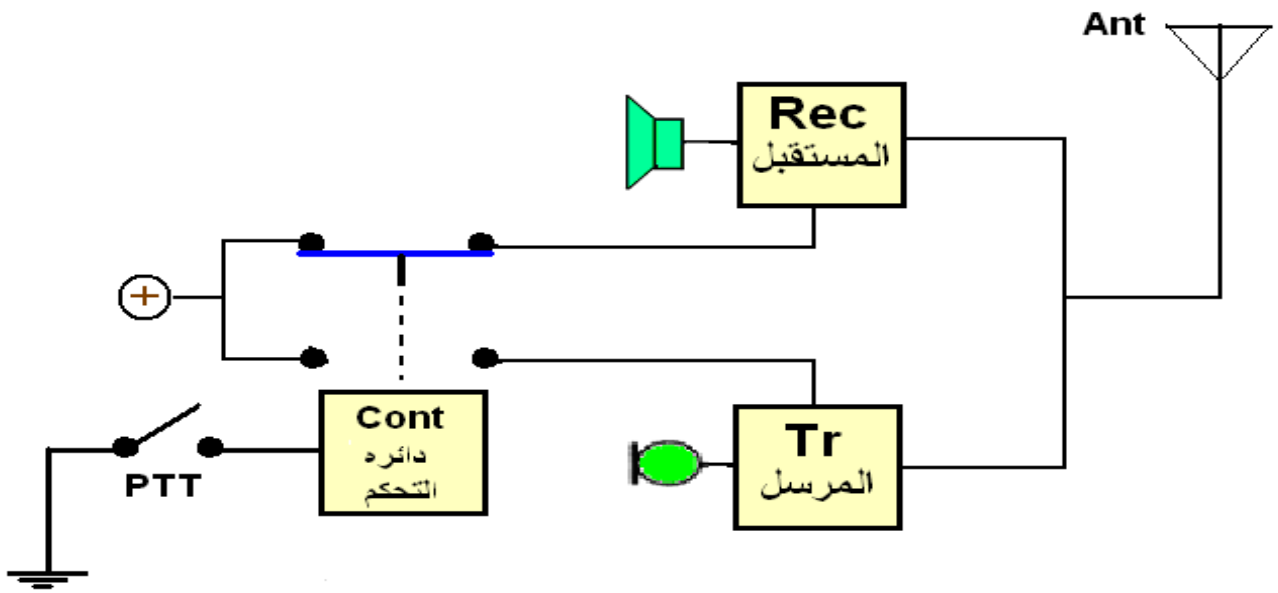


دائره كاتم الضوضاء (Squelch)

مكبرالضجيج (Noise Amp) : وهى اول جزء فى هذه الدائره وهى تاخذ خرج اشاره الكاشف الموجود باى مستقبل من السابق شرحهم وتدخلها الى دائره فلتر (مرشح) للترددات التى اعلى من (15 khz) وتمرر هذه الاشاره فقط لان هذه الترددات هى اشاره الضجيج وتقوم بتكبيرها ثم تدخلها على دائره توحيد وتقويم تعمل على تحويل هذه الترددات المكبره الى جهد كهربى مكافىء موحد فعند وجود اشاره ضجيج يكون فى خرج الدائره جهد كهربى بقيمه معينه يعمل على تشغيل دائره التحكم وفصل المفتاح sw (وطبعا المفتاح هذا مفتاح الكترونى ممكن ان يكون عباره عن دائره ترانزستوريه او ريلاى ميكانيكى يتم تشغيله بتوصيل جهد كهربى اليه)الذى يعمل على فصل جهد التغذيه عن المكبر الصوتى فيقطع اى اشاره صوتيه تخرج الى السماعه وفى حاله استقبال اى اشاره محطه لايوجد ترددات ضوضاء فيقل خرج مكبر الضوضاء وبالتالى يقل الجهد الكهربى الواصل الى دائره التحكم مما يتسبب فى غلق المفتاح sw الذى يصل جهد التغذيه الى المكبر الصوتى وطبعا المكبر الصوتى موصل ايضا الى خرج الكاشف وبذلك يعمل المكبر الصوتى ويخرج الاشاره الصوتيه المكبره الى السماعه التى تسبب اهتزازات ميكانيكيه فى الهواء لنسمع المحطه المستقبله باذننا.

اضغط لتتحدث Press To Talk (PTT)

وهذه الدائره موجوده فى اى جهاز ارسال واستقبال ووظيفتها هى لفصل دائره المستقبل عند الارسال او بمعنى اصح اى جهاز لاسلكى تجارى يحتوى على دوائر ارسال واستقبال وطبعا هذين الدائرتين لاتعمل فى نفس الوقت وانما يتم التشغيل بالتبادل اى انه يكون المستقبل فى حاله تشغيل ويقوم باستقبال اى محطه مولف عليها وعند ضغط زر (ptt) يقوم الجهاز بفصل التغذيه عن المستقبل ويقوم بتغذيه وتشغيل دائره المرسل .
وتكون هذه الدائره الكترونيه اى تحتوى على مفتاح ترانزستورى او فى ابسط حالتها تكون عباره عن مرحل (ريلاى) كهروميكانيكى



فى الرسم المرفق نرى دائره (PTT) وهى تتكون من مفتاح ال ptt وهو اول جزء وهذا المفتاح يتم تشغيله بتوصيله بالارضى الموجود بالجهاز وهو فى الغالب جهد سالب فعند ضغطه يتسبب بتشغيل دائره التحكم التى تقوم بفصل التغذيه الموجبه عن دائره المستقبل وتقوم بتوصيل التغذيه الى المرسل الذى يبقى فى حاله تشغيل الى ان نترك مفتاح ال ptt فترجع وحده التحكم التغذيه الى المستقبل وتفصل المرسل.

هواه لاسلكى مصر

تم بحمد الله

عن المؤلف

*محمد عبد الرحمن باشا
*جمهوريه مصر العربيه
*محافظه السويس
*معهد لاسلكى
*ترخيص مشغل لاسلكى من الدرجه العامه GMDSS
*عضو جماعه هواه لاسلكى مصر
*ترخيص بتركيب واستخدام محطه هواه لاسلكى بعلامه نداء (SU3MB)
*MOBILE TEL 010 4226373

محفوظة جميع الحقوق
هواه لاسلكى مصر
جميع حقوق الطبع والتوزيع محفوظه لجميع العرب مجانا
بشرط الاستفاده من محتوى هذا الكتاب