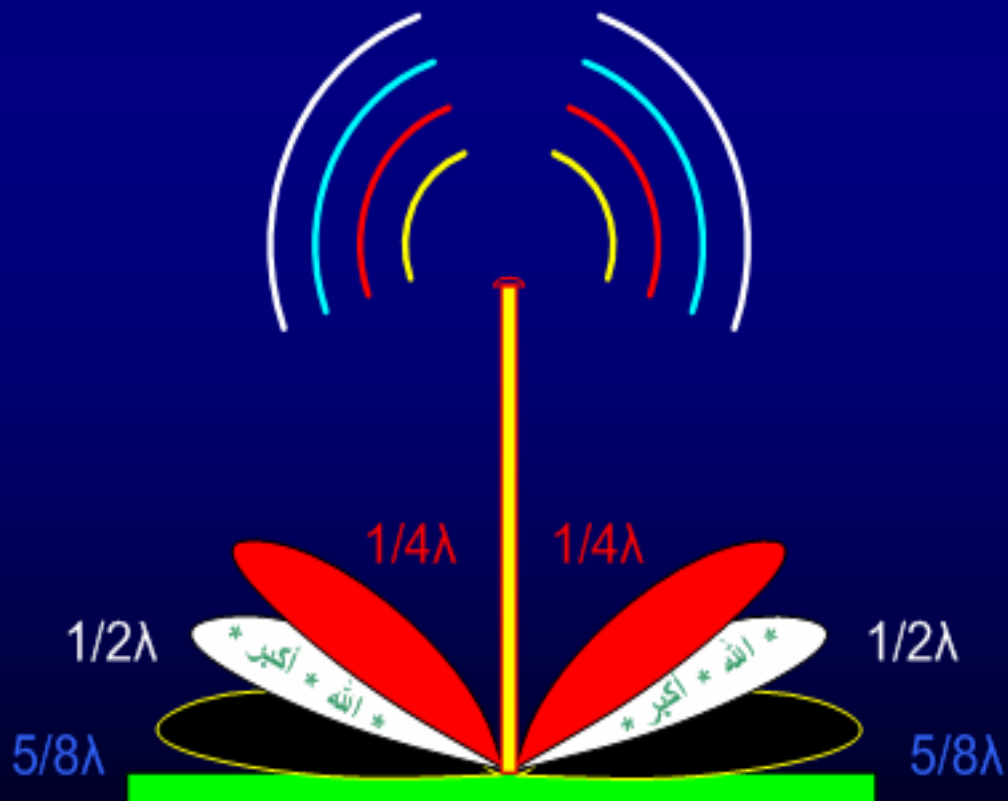


أساسيات اللاسلكي والإلكترونيات



تأليف قصي إسماعيل الفرضي
2008

بسم الله الرحمن الرحيم

محتويات الكتاب

- 1 - طبيعة الموجات وطرق انتقالها وانتشارها
- 2 - تعاريف ومصطلحات الكترونية ولاسلكية
- 3 - دوائر الرنين والمرشحات والقلوب الدائرية
- 4 - الارسال والاستقبال والتعديل
- 5 - الصوت والميكروفونات والصمامات المفرغة
- 6 - الهوائيات
- 7 - الكيبلات والموصلات ومجهرات القدرة
- 8 - اجهزة مصنعة وجداول ومواقع على الانترنت

2007 /10 /20

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على رسول الله سيد المرسلين

منذ مدة ليست بالقصيرة وانا اتوق الى جمع وترتيب ما خزن لدي من معلومات وما اكتسبته من خبرات متواضعة على مر سنين طوال لهذه الهواية التي عشقتها من كل قلبي وضحيث من اجلها بالصحة والجهد والوقت والمال وحرمت نفسي من كثير من متع الحياة في فترة الشباب من اجلها وحان الوقت الان بعد ان تقدم العمر ولم يبق من العمر اكثر مما مضى لجمع وترتيب كتاب علمي يحوي خلاصة ما اعتقده مفيدا لهواة اللاسلكي ومحبي الالكترونيات كعلم ينتفع به و ليبقى صدقة جارية ان شاء الله .

يتضمن الكتاب شرح لطبيعة الموجات وطرق انتقالها وانتشارها وتعاريف ومصطلحات الكترونية ولاسلكية لاغنى عنها للمهتمين ورسوم بعض القطع الالكترونية وطرق توليد الموجات اللاسلكية وانواع التحميل والميكروفونات وغيرها كما ان للهوائيات حصة الاسد في انواعها واشكالها وطرق صنعها و للكيبلات شرح وافى لانواعها واشكالها وطرق اختبارها مع برامج بالكمبيوتر لحساب الفقد واطوال الهوائيات وفصلا للدوائر والاجهزة الالكترونية المتنوعة التي تهم هواة اللاسلكي ومحبي الالكترونيات و بعض الجداول الهندسية المفيدة لتسهيل الامر على الهاوي بدلا من البحث المضني في الكتب والمراجع والانترنت مسار الكتاب مسار علمي نظري اكثر ماهو علمي لاعتقادي بصعوبة الحصول على المعلومات العلمية النظرية المبسطة المطلوبة للهواة والمختصين وسط هذا الكم الهائل من المعلومات بعد التقدم الكبير في تكنولوجيا الاتصالات ونقل المعلومات وما اضافته الانترنت من كم خرافي للمعلومات .

اتمنى للكتاب ان يضيف شيئا متواضعا الى المكتبة العربية التي هي بحاجة الى كل ماهو جديد من العلم والمعرفة ليبقى رافدا للشباب والاجيال القادمة على مرالسنين ومن الله التوفيق .

قصي اسماعيل الفرضي

العراق / بغداد

2007 / 10 / 20

شكر وتقدير



اتقدم بالشكر والتقدير لكل من ساهم في اظهار هذا العمل المتواضع بصورة مباشرة او غير مباشرة واطص بالذكر منهم المهندستين صبا علي ونايري نوبار لما بذلتا من جهد وتعاون في طبع واعداد مسودات الكتاب وترجمة بعض المواضيع من اللغة الانكليزية . وفق الله الجميع للخير ونشر العلم والمعرفة .

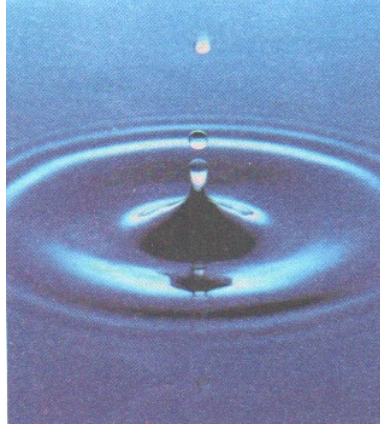
الفصل الأول

طبيعة الموجات وطرق انتقالها وانتشارها

ماهي الموجة :

لو نظرنا الى بركة ماء القي فيها حجر نرى دوائر حول الحجر تبتعد الى الخارج وكلما بعدت ضعفت شدتها الى ان تضمحل **فالموجة** اذن عبارة عن اضطراب ناتج عن مصدر طاقة

مثل اهتزاز شوكة رنانة او حركة شحنة في هوائي الارسال او القاء حجر في الماء . ينتشر هذا الاضطراب في وسط مادي للموجات الميكانيكية وفي الفراغ للموجات الكهرومغناطيسية .



شكل (1-1) موجة في سطح ماء

الموجات وسيلة لنقل الطاقة :

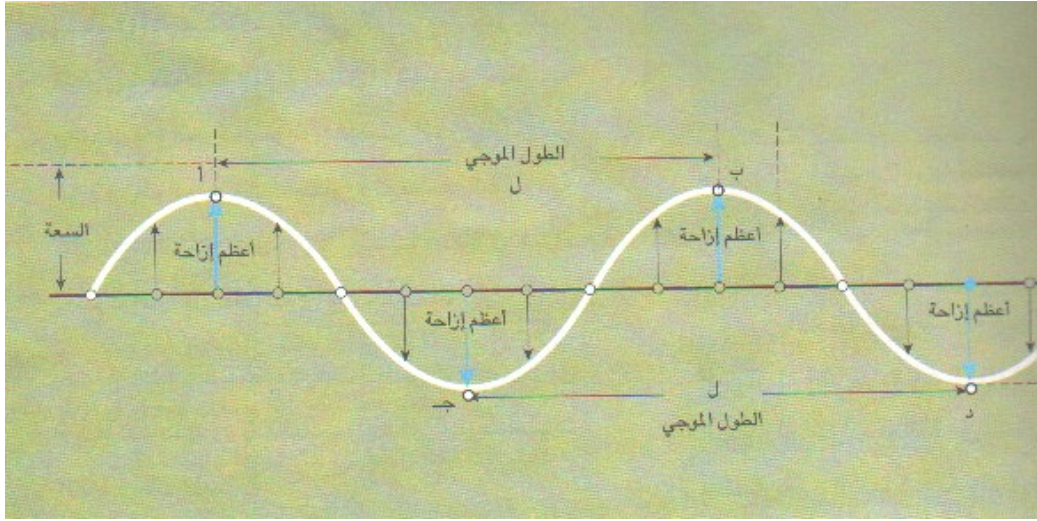
1- تتم بانتقال الجسيمات المادية من مكان الى اخر كالرياح والاعاصير والمياه الجارية .

2- تتم بانتقال الطاقة من غير انتقال للوسط الذي تمر فيه كحركة الامواج او موجات الصوت المتلاشية في الهواء .

3- الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل بالفراغ من غير ان تتبدد طاقتها كالموجات الضوئية الاتيه من النجوم او الموجات الحرارية من الشمس اوالموجات اللاسلكية من اعماق الكون . وتتبدد طاقتها حين دخولها اوساط مادية .

سرع الموجات الميكانيكية تعتمد على الوسط الناقل فكلما زادت كثافته زادت سرعة الانتقال فالصوت ينتقل بدرجة الصفر المئوي بالهواء بسرعة 331.5 متر/ ثانية وفي الماء 1540 متر/ثانية وفي الحديد 5100 متر/ثانية .

سرع الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ ثابتة 300,000 كيلومتر/ثانية اما في الموصلات فمتغيرة وتعتمد على طبيعة الموصل فسرعة الموجة مثلا في كابل نوع RG213 تبلغ 198,000 كيلومتر/ ثانية وهكذا .



شكل (2- 1) شكل موجة عامة

الطول الموجي : هو المسافة بين اي موقعين متماثلين على طول مسار الموجة) سواء كانت قمتين او قعرين او اي موقع اخر كما في الشكل 2

التردد : هو عدد الدورات او الذبذبات في الثانية الواحدة للموجة وتقاس بالهيرتز Hz

تشمل الترددات الواطئة	الكيلو هيرتز 1000Hz = KHz
تشمل الترددات الراديوية	الميكرو هيرتز 1000KHz = MHz
تشمل الترددات الراديوية	الكيلا هيرتز 1000MHz = GHz
تشمل الضوء والاشعة السينية	التيرا هيرتز 1000GHz = THz

والميكروويف والاشعة الكونية

وكانت تقاس سابقا بالسايكل / ثانية وتكريما للعالم الالمانى هيرتز غيرت الى Hz (الهيرتز) في اوائل السبعينات من القرن الماضي

سعة الموجة : وهي اعظم ازاحة تبلغها قمة الموجة او قعرها وليس لها علاقة بالطول الموجي او التردد اي ان السعة مهما تغيرت لا تؤثر على طول وتردد الموجة .

خواص الحركة الموجية :

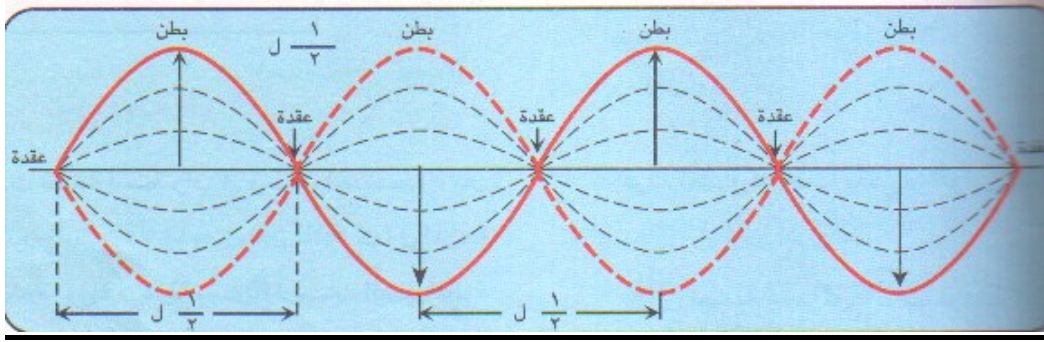
- 1- **الانتشار** بخطوط مستقيمة وتسمى هذه الخطوط الوهمية بالاشعة وتكون عمودية على جبهة الموجة .
- 2- **الانعكاس** وهوارتداد الموجات بعد اصطدامها بسطح يفصل بين وسطين كانعكاس الضوء عن سطوح الاجسام وصدى الصوت والامواج عند الشاطئ .
- 3- **الانكسار** هو تغير مسار الموجة بسبب تغير في سرعتها اذا سقطت مائلة على الحد الفاصل بين وسطين مختلفين كانعكاس الضوء على سطح الماء .
- 4- **التداخل** هو تراكب سلسلتين او اكثر من الموجات عند انتشارها في الوسط نفسه وبمستوى واحد .
- 5- **الحيود** وهوظاهرة انتشار الموجات خلف العوائق التي تعترضها مثل مرورها خلال فتحات او شقوق ضيقة اصغر من الطول الموجي للموجة المنتشرة .

الموجات الواقفة : standing wave

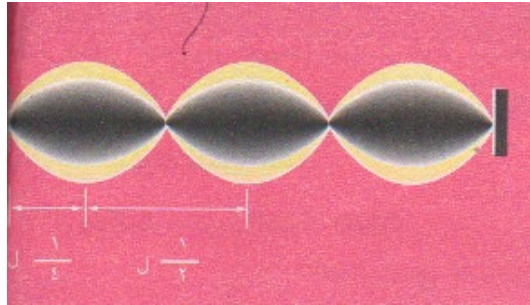
اذا اجتمعت موجتان في وسط واحد وفي ان واحد وكانتا متساويتين في التردد والسعة وتنتشران باتجاه واحد تنتج عنهما موجة منتشرة سعتها تتوقف على فرق الطور بين الموجتين . اما اذا كانتا تسيران باتجاهين متعاكسين وفي الوسط نفسه فان اجزاء الوسط سوف تهتز اهتزازا خاصا مولدة ما يسمى **بالموجات الواقفة** . وهذه الموجات ليس لها صفة الانتشار وتنعدم الحركة في بعض نقاط الوسط المتولدة فيها مكونة ما يسمى **بالعقد** وبين كل عقدتين تتحرك جسيمات الوسط حركة توافقية بسيطة حول موضع استقرارها وبسعات مختلفة تزداد تدريجيا حتى تبلغ اقصاها مكونة ما يسمى **البطن** .

اذن الموجات الواقفة هي موجات ناتجة عن تراكب سلسلتين من الموجات متساوية في السعة والتردد وتسيران بالانطلاق نفسه وفي وسط واحد وباتجاهين متعاكسين

ومن **مساوي** الموجة الواقفة انها تحدث اضطراب في الوسط الناقل فلا يحصل **نقل طاقة** ويفسر هذا بان الموجات المارة للهوائي مثلا والمرتدة منه **لعدم التوافق** تنقل الطاقة في اتجاهين متعاكسين وتتعارض فيما بينها مما تسبب خسارة كبيرة في الطاقة او القدرة .



شكل رقم (3-1) موجة واقفة في لحظات زمنية متتالية



شكل رقم (4-1) غلاف الموجة الواقفة

طبيعة الموجات اللاسلكية :

الموجات اللاسلكية عبارة عن ترددات كهرومغناطيسية بمجالين متعامدين مغناطيسي وكهربائي ولا يمكن فصل أحدهما عن الآخر ويسيران سوية بسرعة الضوء 300000 كيلو متر في الثانية بخطوط مستقيمة وبترددات مختلفة تصل إلى 10^{26} ذبذبة/ثانية .

وهذه الموجات لها القابلية على الانتشار والانعكاس والاختراق من بعض الحواجز هناك علاقة بين التردد والطول الموجي

$$\text{سرعة الضوء} = \text{طول الموجة} \times \text{التردد}$$

وهذه علاقة عامة أساسية يمكن بواسطتها إيجاد الطول الموجي أو التردد كما في المثال :

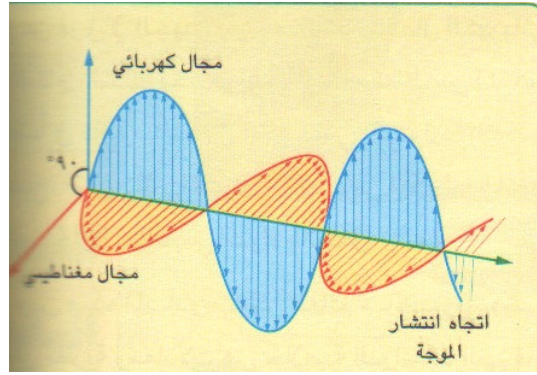
$$\text{سرعة الضوء} = 300,000,000 \text{ متر/ثانية}$$

$$\text{التردد} = 144,000,000 \text{ هيرتز}$$

$$\text{الطول الموجي} = ?$$

$$\text{بتطبيق القانون أعلاه : الطول الموجي بالمتر} = \text{سرعة الضوء} \div \text{التردد}$$

$$300,000,000 \div 144,000,000 = 2.083 \text{ متر الطول الموجي}$$



شكل رقم (5-1) موجة كهرومغناطيسية

الموجات اللاسلكية لها مسارين الأول هو المسار الأرضي ويطلق عليه **الموجة الأرضية** وتكون قصيرة المدى وتعتمد على طبيعة الهوائي والتردد وقدرة المرسل.

انتشار الموجة الأرضية : ground wave

الموجة الأرضية هي موجة راديوية وتنتقل على طول سطح الأرض لذا يشار لها أحيانا بالموجة السطحية . الموجة الأرضية يجب أن تكون ذات قطبية عمودية أي (المجال الكهربائي عمودي) إذ أن الأرض سوف تمتص المجال الكهربائي إذا كان المجال الكهربائي للموجة الأرضية ذو استقطاب أفقي .
التغير بالتضاريس الأرضية له تأثير قوي على الموجة الأرضية . فإذا كان سطح الأرض له قابلية توصيلية عالية فإن امتصاص طاقة الموجة والتوهين **attenuation** ستقل كثيرا .

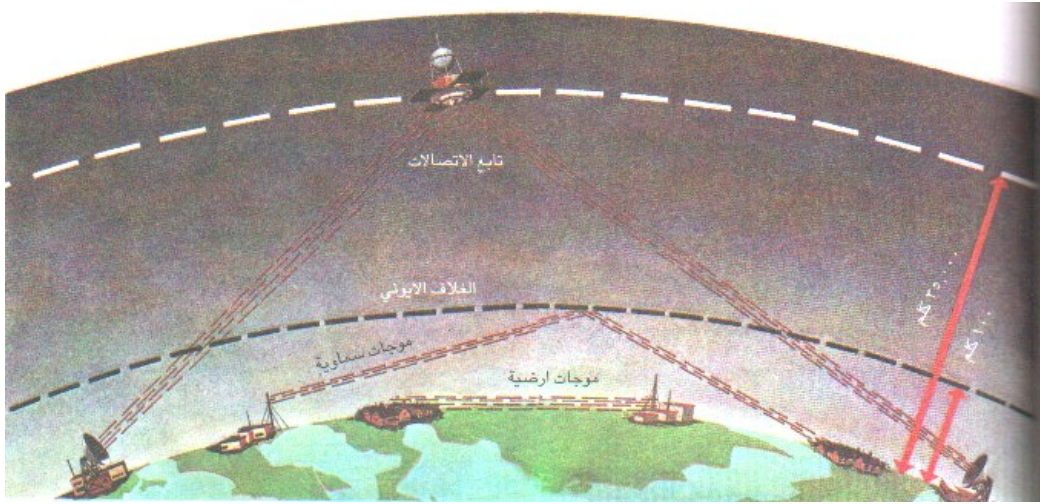
الموجة الأرضية تنتقل بصورة أفضل كثيرا على سطح الماء وخصوصا الماء المالح (ماء البحر) من انتقالها على سطح صحراء جافة جدا (توصيلية ضعيفة) لذا نرى استخدام الموجة الطويلة في اتصالات البواخر السفن البحرية يكون فعالا عبر البحار والمحيطات أكثر من أي تردد عدا الاتصال الفضائي الذي استحدث مؤخرا عبر الأقمار الصناعية والذي لا يخضع لشروط الموجات الأرضية والسماوية .

الفقد الأرضي يزداد بزيادة التردد , ولهذا السبب فالموجة الأرضية غير فعالة للترددات الأعلى من 2MHz أي من بداية مجال HF تقريبا . ومع ذلك فالموجة الأرضية يعتمد عليها كثيرا في الاتصالات وخصوصا الإذاعات إذ أن استقبال الموجة لا يتأثر بالتغيرات اليومية والفصلية لانتشار الموجات السماوية . **propagation**

ان انتقال الموجات الارضية ممكن ان يمتد حول العالم اذا كانت قدرة الارسال كبيرة بما فيه الكفاية وكان التردد منخفضا .

والمسار الثاني هو **الموجة السماوية** وهي المهمة والمستعملة للاتصالات بعيدة المدى والموجات فيها تسلك انماطا مختلفة تبعا لتردداتها فالترددات التي تبدأ من 3MHz وحتى 30MHz يطلق عليها الموجات عالية التردد HF تسلك سلوكا مختلفا عن بقية الموجات الا وهي قابليتها على الانعكاس من طبقة الاينوسفير المحيطة بالكرة الارضية مما يمكنها من الانتقال الى مسافات بعيدة للاف الكيلو مترات عبر عدة انعكاسات بالطبقة .

اما الموجات الاعلى ترددا VHF و UHF و SHF فانها تخترق هذه الطبقة وتنفذ الى الفضاء الخارجي لذا تستخدم للاتصالات للمدى المرئي (اقل من 80 كيلو متر) **Line of sight** بسبب كروية الارض ويمكن استخدامها ايضا للاتصالات الفضائية وخصوصا SHF و UHF وتقسم الترددات لاستخداماتها المختلفة قسم منها للمحطات الاذاعية وقسم للبث التلفزيوني وقسم منها للاتصالات الحكومية وقسم منها للهواة وقسم اخر للاتصالات الفضائية وقسم للهواتف النقالة وهكذا .



شكل رقم (1-6) اشكال الموجات الارضية والسماوية والاتصالات الفضائية .

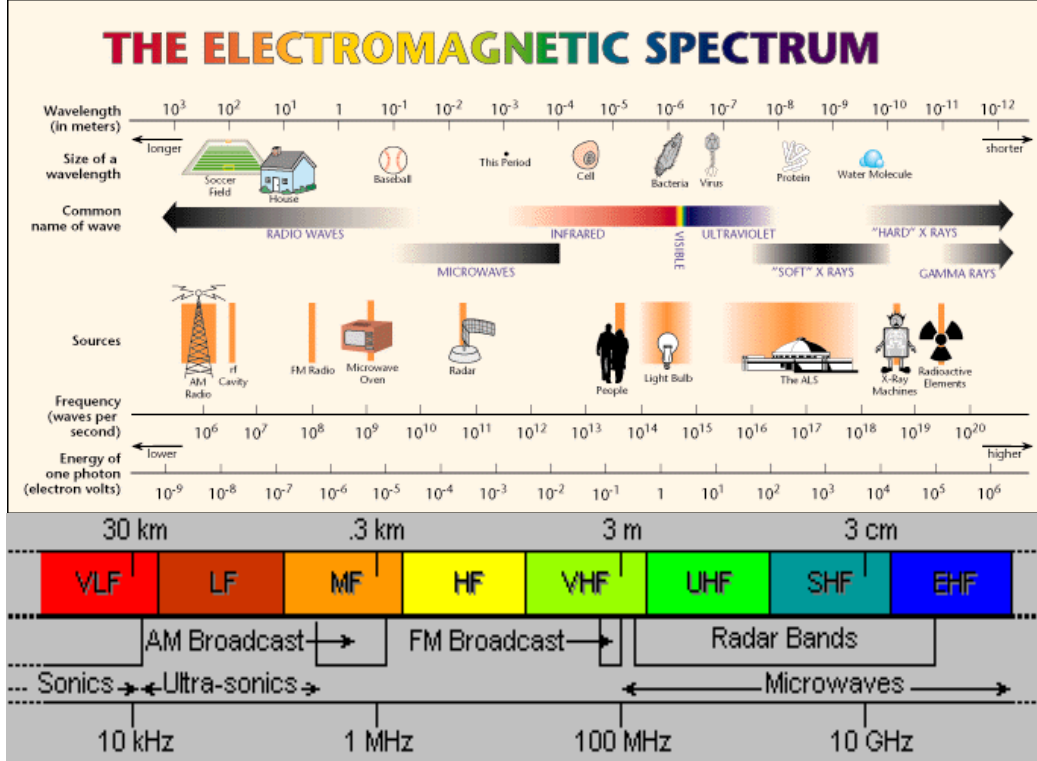
تقسيمات الموجات المستخدمة في الاتصالات اللاسلكية :

- 1- **LW** وتسمى الموجات الطويلة او المنخفضة التردد **Long wave** وتردداتها من 150KHz الى 300KHz وتستخدم في اتصالات السفن وبعض المحطات الاذاعية وتحتاج الى قدرة عالية جدا .
- 2- **MW** وتسمى الموجات المتوسطة **medium wave** وتردداتها من 300KHz الى 3MHz وتستخدم في المحطات الاذاعية بتعديل اتساعي AM وبعض محطات الهواة . وتحتاج الى قدرة عالية .
- 3- **HF** وهي تسمى الموجات عالية التردد **high frequency** وتردداتها من 3MHz الى 30MHz وتشمل المحطات الاذاعية للموجات القصيرة AM تعديل اتساعي ومحطات الهواة .
- 4- **VHF** وتسمى الموجات عاليا التردد جدا **very high frequency** وتردداتها من 30MHz الى 300MHz وتشمل محطات اذاعية بالتعديل الترددي FM واتصالات حكومية ومحطات هواة وقنوات تلفزيونية من قناة 1 الى قناة 12 .
- 5- **UHF** وتسمى موجات مافوق عالية التردد **Ultra high frequency** وتردداتها من 300MHz الى 3GHz وتشمل قنوات تلفزيونية من قناة 21 الى 69 واتصالات حكومية ومحطات هواة ومحطات اعادة البث والتقوية قنوات الهاتف المحمول وقنوات فضائية **L & S Band** ومنظومات الانترنت 2.4GHz .

نطاق الذبذبة	اسم الموجة
1←2 GHz	الموجة - L
2←3 GHz	الموجة - S
4←6 GHz	الموجة - C
7←8 GHz	الموجة - X
11←18 GHz	الموجة - Ku
20←30 GHz	الموجة - Ka

شكل (7- 1) اسماء الموجات المستخدمة وتردداتها في اتصالات الاقمار الصناعية

- 6- **SHF** وتسمى موجات فائقة العلو **supper high frequency** وتردداتها من 3GHz الى 30GHz وتشمل قنوات فضائية KU و C band و Ka واتصالات لنك ومنظومات انترنت 5.6 GHz
- 7- **EHF** وتسمى موجات متناهية العلو **Extremely high frequency** وتردداتها من 30GHz الى 300GHz وتشمل منظومات الرادار العسكرية والميكروويف واتصالات فضائية وعسكرية .

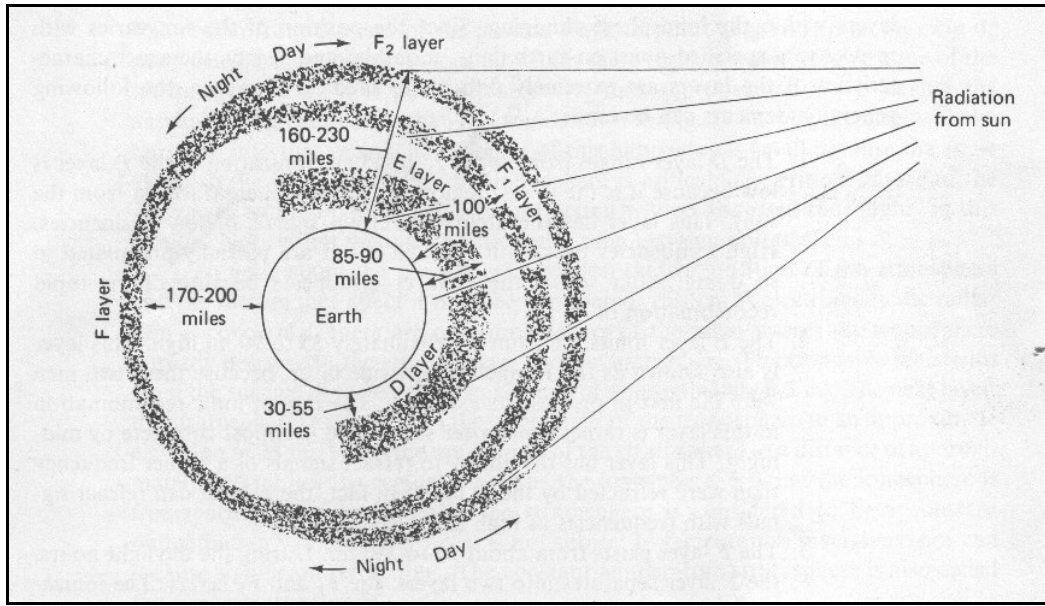


شكل (8-1) الطيف الترددي للموجات الكهرومغناطيسية وبالاطوال الموجية بالمتري والتردد بالهيرتز وطاقة الفوتون بالالكترون فولت

الانتشار وطبقات الاينو سفير :

تتكون طبقة الاينوسفير والتي هي عبارة عن عدة مستويات متأينة تحيط بالكرة الارضية على ارتفاع كبير من عدة طبقات الاولى طبقة **D** الاقرب الى الارض ثم طبقة **E** وتليها طبقة **F** والتي تنقسم بدورها الى طبقتين **F1** و **F2** التي تكون ابعد الطبقات عن الكرة الارضية واقرى الطبقات للشمس . تقوم الاشعة فوق

البنفسجية الآتية من الشمس بتأيين ذرات الهواء في هذه الطبقات الى ايونات موجبة وسالبة ومن هنا جاءت تسمية الاينوسفير اي الطبقة المتأينة . تعاني الامواج اللاسلكية في هذه الطبقة اما من الانعكاس او الانكسار او الامتصاص او التطاير بحسب الترددات . هذه الطبقات المختلفة تقوم بعكس بعض الامواج اللاسلكية HF المنبثة واعادتها الى الارض مرة ثانية وبذلك يتحقق الاتصال للمسافات البعيدة وسنتناول خواص كل طبقة ومدى تأثيرها باشعة الشمس والحرارة والانفجارات الشمسية والليل والنهار والدورات والبقع الشمسية .



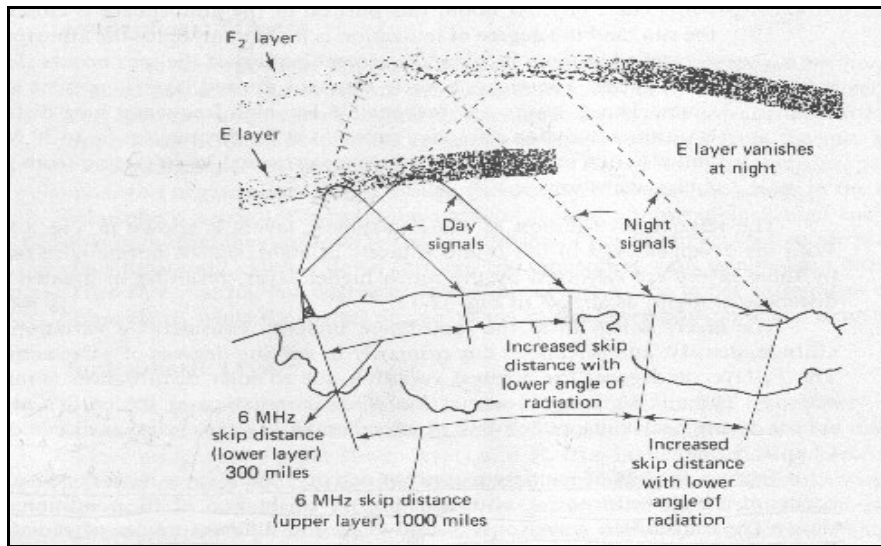
الشكل (9- 1) رسم توضيحي لطبقة الاينوسفير واجزائها

طبقات الاينوسفير:

1- الطبقة **D** وهي الاوطأ والاقرب الى سطح الارض في الاينوسفير وتعلو عن سطح الارض بمعدل من 48 الى 88 كيلومتر ولها القابلية على انكسار الموجات الواطئة التردد اما بالنسبة للترددات العالية فانها تستطيع اختراقها لكنها تعاني من الخفوت تظهر هذه الطبقة عند شروق الشمس وتختفي بغروبها بسبب التفكك السريع لايوناتها. نتيجة لتأين هذه الطبقة نهارا بالاشعة فوق البنفسجية الآتية من

الشمس تتسبب في تطاير وتشتيت امواج الموجة المتوسطة MW المنعكسة منها فلا نستطيع سماع الموجات المتوسطة البعيدة نهارا ويكون سماعها ليلا فقط

2- الطبقة **E** تبعد هذه الطبقة عن سطح الارض من 88 الى 145 كيلومتر وتسمى طبقة كينلي وهفيسايد نسبة الى العالمين اللذان اكتشفاها , معدل تفكك الايونات لهذه الطبقة سريع بعد غروب الشمس ويكتمل التفكك عند منتصف الليل الترددات العالية تعاني انكسارا خلال هذه الطبقة بعكس الطبقة **D** التي تقوم بتمريرها وفي الحقيقة الترددات الاعلى من 20 MHz تعاني من الانكسار في هذه الطبقة .

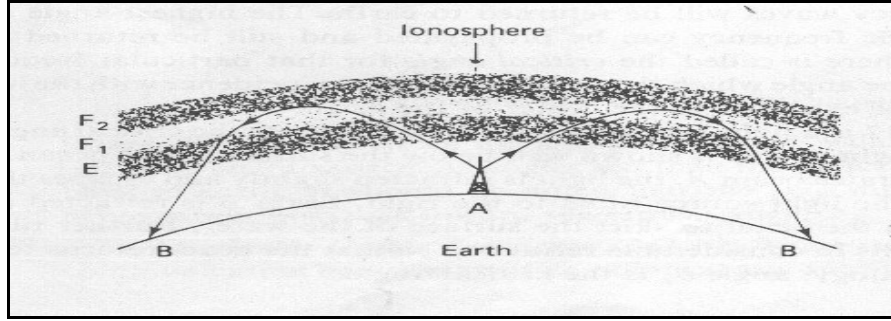


شكل (1-10) الانعكاس الليلي والنهاري عبر طبقتي E و F2

3- الطبقة **F** تبعد هذه الطبقة عن سطح الارض من 145 الى 400 كيلومتر وفي ساعات النهار تنفصل هذه الطبقة الى طبقتين **F1** و **F2** مستوى التاين لهاتين الطبقتين عالى جدا ويتغير بشكل واسع خلال النهار . عند الظهيرة تكون درجة التاين اعظم مايمكن وتبلغ الطبقة اعلى ارتفاعاتها وتقترب كثيرا الى الشمس . تفكك ايونات هذه الطبقة بعد غروب الشمس .

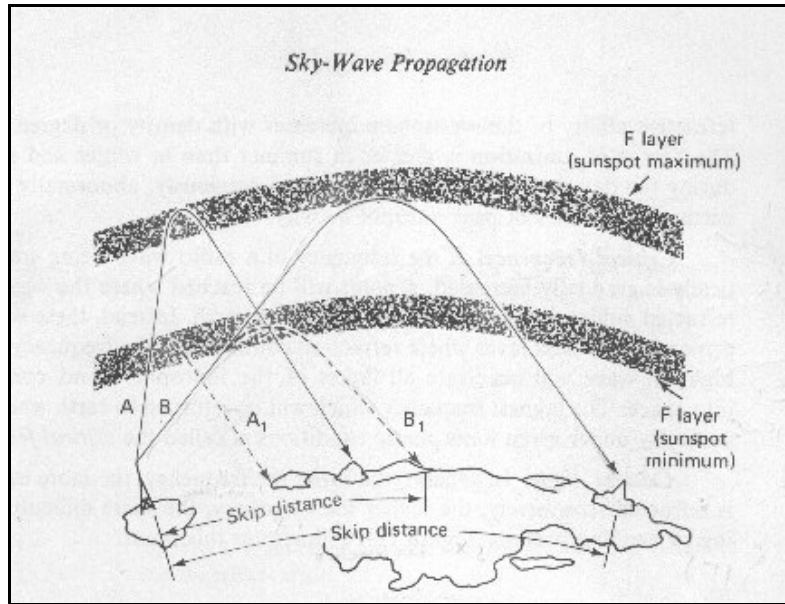
هذه الطبقة مسؤولة عن انعكاس الترددات العالية لمسافات بعيدة نتيجة لعلوها و قابليتها على الانكسار لحد 30 MHz ونحصل من خلالها على مناطق اخفاء

Skip distance.



شكل (1-11) يوضح انكسار الموجات عبر E و F1 وانعكاسها عبر F2

تختفي الطبقتان **D** و **E** ليلا , الاشارات التي كانت تنكسر عبر هذه الطبقتين نهارا ستنكسر عبر طبقات اعلى (طبقة **F**) ليلا ونتيجة لهذا الانكسار نحصل على قفزات اعلى ولمسافات ابعد . طبقات الاينوسفير تعاني من تغيرات بالارتفاع والكثافة والسبك نتيجة التغيرات في درجة النشاطات الشمسية . الطبقة **F2** تعاني من اعظم تغيير نتيجة الاضطرابات والبقع الشمسية . خلال الفترة التي تكون فيها نشاطات البقع الشمسية اعظم مايمكن فان الطبقة **F** تكون ذا كثافة عالية جدا وباعلى ارتفاع . اما خلال الفترة التي تقل فيها نشاطات البقع الشمسية يقل ارتفاع الطبقة **F** وتقوم بعكس الترددات الراديوية **HF** لمسافات اقل .

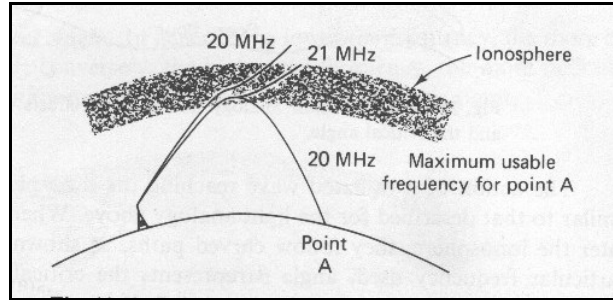


شكل (1-12) يوضح تأثير البقع الشمسية على انعكاس الموجات ويلاحظ ارتفاع الطبقة **F** بزيادة نشاط البقع الشمسية وزيادة مسافة **skip Distance** مسافة الاخفاء التي لايمكن فيها استلام اشارة

ان الترددات الاعلى من 30MHz تخترق طبقة الاينوسفير وتتفد الى الفضاء الخارجي فمن الممكن ان تشاهد محطة تلفزيونية معينة على سطح القمر الذي يبعد حوالي 400 الف كيلومتر ولا يمكن ان تشاهدها على بعد 200 كيلومتر على سطح الارض بسبب كروية الارض واختراق الموجات اللاسلكية لهذه الطبقة ولان الموجات اللاسلكية تسير بخطوط مستقيمة ولا يمكنها الانحناء على سطح الارض المتحدب .

التردد الحرج :

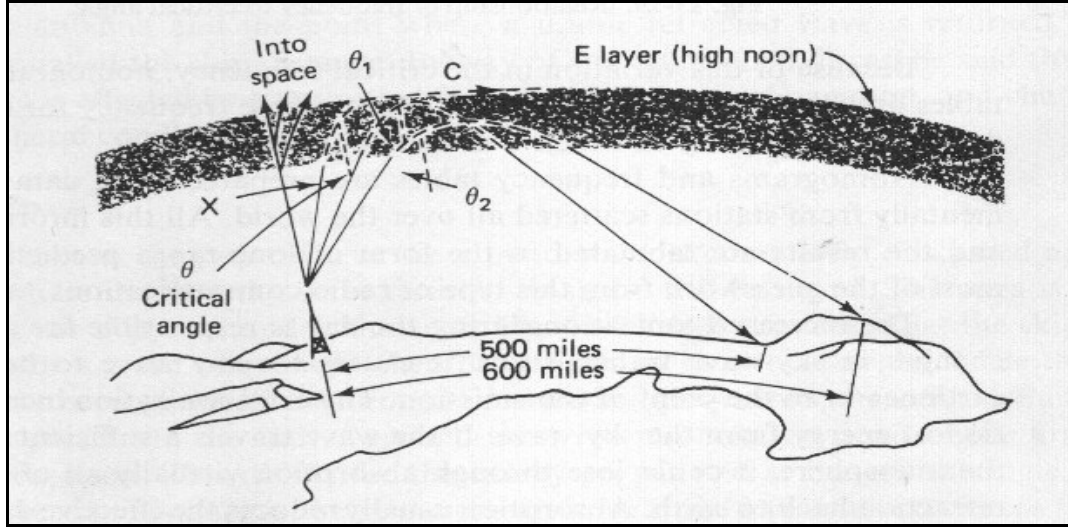
اعلى تردد ينعكس الى الارض عند ارسال موجة عمودية الى طبقة الاينوسفير وحسب الشكل فمثلا التردد 20MHz هو اعلى تردد ممكن ان ينعكس من طبقة الاينوسفير (التردد الحرج) ويلاحظ ان التردد 21MHz قد انكسر وصعد الى الاعلى ولم ينعكس نحو الارض .



الشكل (1- 13) يوضح انعكاس التردد الحرج

الزاوية الحرجة :

كلما كان تردد الموجة المرسله قليل كان انعكاسها لسطح الارض اسهل وبالعكس فزاوية الاشعاع تلعب دورا مهما لحساب فيما اذا كان التردد سينعكس من الاينوسفير الى الارض ام لا , لذا فان اكبر زاوية التي تنعكس عندها الموجة ذات تردد معين تسمى **الزاوية الحرجة** .
 الشكل - - يبين الزاوية الحرجة θ والتي بدأ فيها اول انعكاس للموجة المرسله (500 ميل) من خلال الطبقة E .



الشكل (1-14) يبين العلاقة بين مختلف زوايا الارسال الموجي والانعكاسات

زوايا ارسال الموجة السماوية:

1.5 ← 3MHz تستخدم زاوية بث صغيرة للاتصال للمسافات البعيدة . عند استخدام زاوية بث كبيرة تسبب تلاشي الموجة الارضية فاستعمال هوائي عمودي هو الافضل لهذه الترددات .

3 ← 7MHz الموجات السماوية لهذه الترددات تنعكس بصورة جيدة من اى زاوية بث وزوايا البث الكبيرة تستخدم للاتصال للمسافات القصيرة اما الزوايا الصغيرة تستخدم للاتصال للمسافات البعيدة .

7 ← 12MHz تستخدم زاوية البث من $30^\circ \leftarrow 45^\circ$ للاتصالات للمسافات القصيرة والمتوسطة , ويجب استخدام زوايا اصغر لاتصالات المسافات البعيدة . زاوية البث الكبيرة تستخدم للتغلب على التغيير في كثافة الايونات للطبقة خلال قمة نشاط البقع الشمسية .

12 ← 30MHz لاتستعمل للاتصال للمسافات القصيرة , افضل زاوية بث للتردد من 12 ← 16MHz حوالي 30° وفي حالة زيادة التردد الى 28MHz يجب ان تقلل زاوية البث الى 10° للحصول على نتائج اتصالات جيدة وعندما يكون التردد فوق 28.5MHz يجب استعمال زاوية اقل من 10°

الموجات اللاسلكية فوق 30MHz تشذ عن القاعدة ولا تنطبق عليها القواعد السابقة .

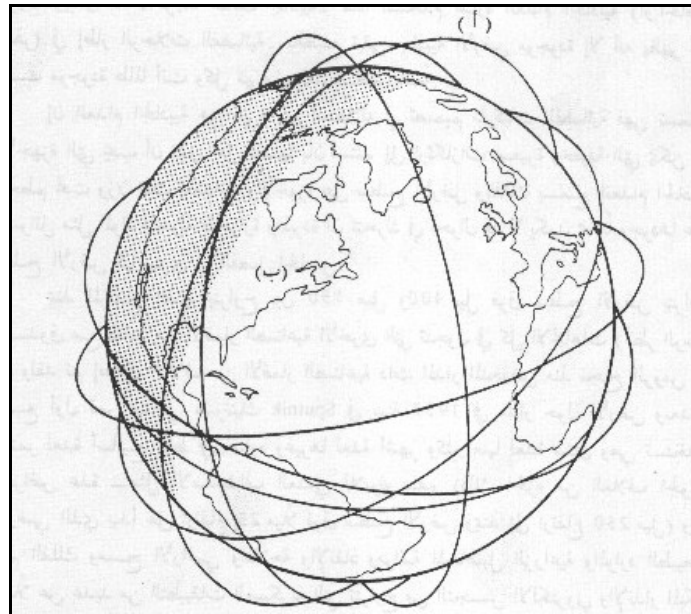
تستنتج من كل ماسبق ومن الرسوم التوضيحية ان لكل مدى من الترددات زاوية بث مفضلة ومدى معلوم سواء كان قصير او متوسط او بعيد المدى ونوع هوائي مفضل ووقت بث صباحا او مساءا والقدرة المناسبة للبث عموما تتناسب عكسيا مع التردد اي كلما ازداد التردد قلت القدرة اللازمة للبث لوصول الارسال الى المنطقة المطلوبة فاستخدام قدرة بث 1000 واط على الموجة المتوسطة يعطي مدى ارسال جيد بحدود 100 كيلو متر نهارا و300 كيلومتر ليلا بينما استخدام قدرة 50 واط على التردد 14MHz كافية ل3000 كيلومتر اذا كان الانتشار للموجة السماوية **propagation** ملائما .

الاتصالات الفضائية :

الاتصالات الفضائية تطبيق حديث للاتصالات التي تعتمد على اقمار صناعية وضعها الانسان في مدارات خاصة حول الكرة الارضية في بداية الستينات من القرن الماضي .

وشهد العالم اطلاق اول قمر صناعي (سبوتنيك) الروسي عام 1957 ثم توالى الاقمار الامريكية والفرنسية والانكليزية والعربية وغيرها .

الاقمار الصناعية على ثلاثة انواع الاولى **اقمار تجسس** وهي تدور في مدارات خاصة وبارتفاعات واطنة نسبيا لمسح وتصوير المواقع العسكرية وغيرها .



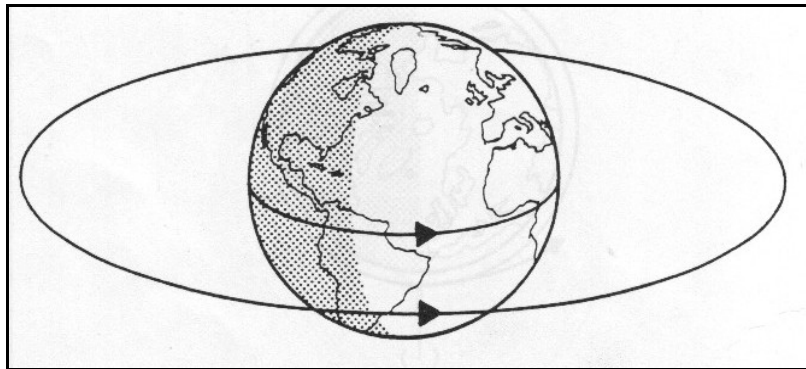
شكل رقم (1-15) مدارات الاقمار التجسسية (مدارات غير متزامنة)

والثانية **اقمار علمية** لمراقبة الطقس والانواء الجوية والنشاط الشمسي ومسح الاراضي واقمار **GBS** لتحديد المواقع واقمار الانذار المبكر للصواريخ والملاحة والفلك الى غير ذلك من التطبيقات العلمية .

والثالثة **اقمار الاتصالات** ففي عام 1945 اقترح الانكليزي ارثر كلارك وضع ثلاثة اقمار صناعية في الفضاء على ارتفاع 22 الف ميل وبزاوية 120° بينهما وبمدار موازي لخط الاستواء ويدورون حول الاض دورة واحدة كل 24 ساعة لعمل تغطية اتصالية ثابتة حول الكرة الارضية .

لذا فان القمر الصناعي عند ذلك الارتفاع يبدوللمرقب من سطح الارض ثابتا ولا يحتاج لمتابعة تحركاته فهو يستطيع وببساطة توجيهه صحن الهوائي نحوه وتثبيته.

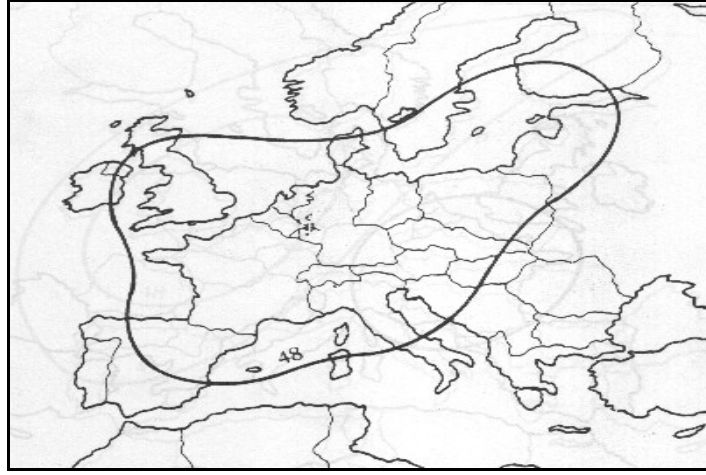
ولم يتم التحقق والاعتراف بهذا الاقتراح حتى سنة 1965 اى بعد 20 عاما عندما وضع اول قمر اتصالات في مدار تزامني فوق خط الاستواء وهو القمر الصناعي الامريكي ايرلي بيرد (الطائر المبكر) وحمل 240 خط هاتفيا .



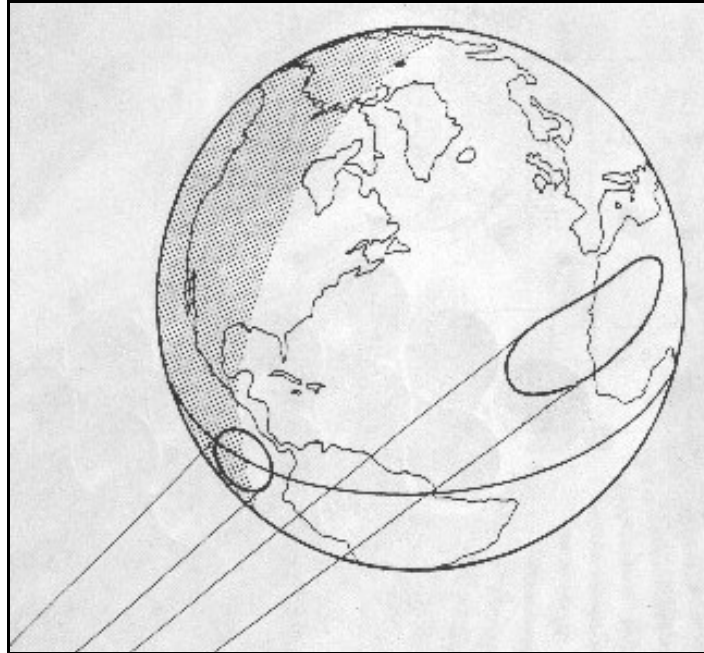
شكل (1-16) المدار الارضي التزامني هو المدار المناسب فقط للاتصالات

واقمار الاتصالات العامة كالنايل سات والعرب سات والهوت بيرد وغيرها الان تدور بمدار متزامن فوق خط الاستواء وباتجاه وسرعة دوران الكرة الارضية فتبدو ثابتة بالنسبة للمشاهد على الارض. ولكل قمر موقع خاص به ومقدر بالدرجات فموقع القمر العربي نايل سات 4W يعني ان موقع القمر هو 4 درجة غرب خط غرينيتش (الذي اعتبر هو المرجع والمقياس والتوقيت العالمي) وعلى خط الاستواء جنوب غربي القارة الافريقية فوق المحيط الاطلسي .

وقمر الهوت بيرد 13E يعني ان موقعه 13 درجة شرق غرينتش (فوق دولة الكابون في قارة افريقيا) وعلى خط الاستواء . وقمر الاسترا 19E (فوق دولة زائير وغيرها .



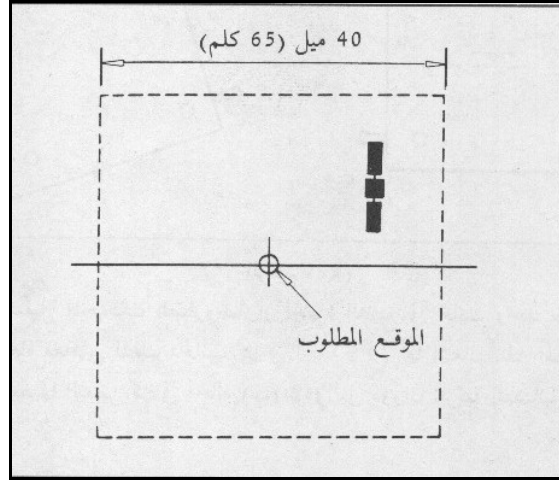
شكل (1-17) تغطية البث للقمر استرا 19E المتواجد فوق زائير ويغطي اوريا وحسب الشكل



شكل (1-18) شكل البث , الدائرة تحت القمر مباشرة والبيضوية عندما تتوجه الاشارة الى مكان اخر على سطح الكرة الارضية لتغطي المنطقة المطلوبة .

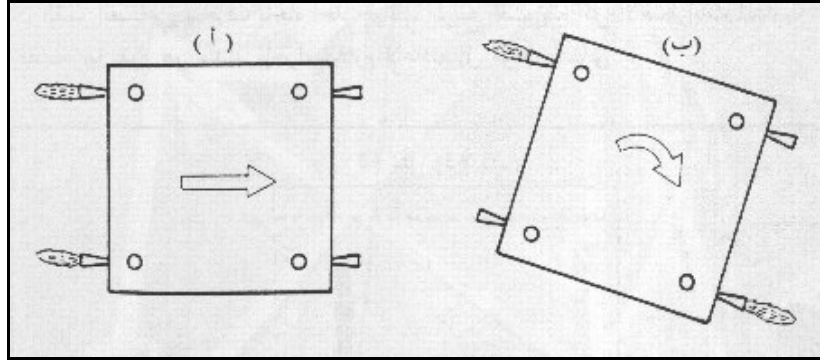
وينشر القمر عادة بثة بصورة مائلة اي لايوضع القمر فوق المنطقة التي يراد تغطيتها (لان التغطية ستكون دائرية وصغيرة تحت القمر) كما في الشكل -15-
انما يوضع على بعد مناسب خارجها لتكون التغطية ببيضوية الشكل وكبيرة الحجم
فقمر الهوت بيرد موضوع فوق زائير ويغطي اوربا والشرق الاوسط والنايل سات
موضوع فوق المحيط الاطلسي في غرب القارة الافريقية ويغطي شمال افريقيا
والشرق الاوسط وهكذا .

ان القمر الصناعي يجب ان يتواجد في موقع ثابت في الفضاء في مربع لا تتجاوز
ابعاده 40 X 40 ميل لضمان وصول الاشارة بصورة جيدة من والى المحطة
الارضية والى المشتركين على الارض وحتى لانضطر الى تغيير اتجاه الهوائي
كلما تغير الموقع وهذا غير مقبول من الناحية العملية لان ملايين هوائيات
الاستقبال (الصحون) على الارض تضطر لتغيير اتجاهاتها كلما تغير موضع
القمر .



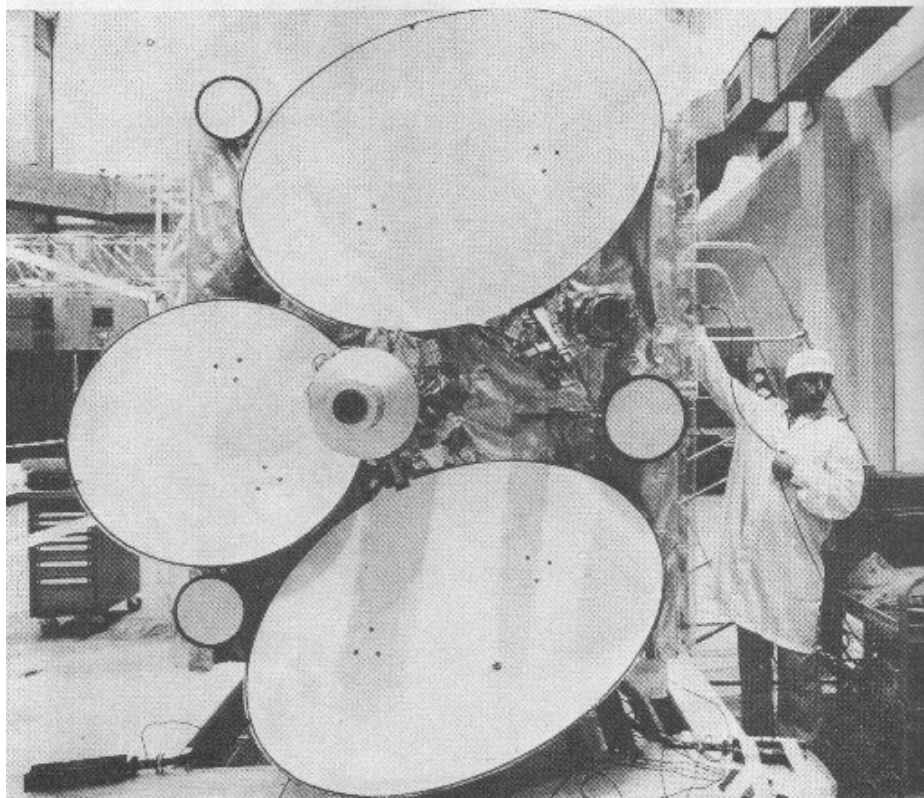
شكل (1-19) الشكل يوضح الابعاد المسموح للقمر التحرك بها دون تصحيح
الموقع

ولمعالجة هذه المشكلة عند تحرك القمر خارج 40 ميل توضع اربع محركات دفع
نفاث صغيرة في القمر لتصحيح موقعة واعادته الى الموقع الصحيح .
وعمر هذه الصواريخ هي التي تحدد العمر الافتراضي للقمر وتكون عادة بحدود
10 سنوات وفي نهاية فترة تشغيله يُخرج القمر من مداره بواسطة احد صواريخه
النفاثية ليدخل المجال الجوي ويحترق او يسقط على الارض وليفسح المجال لوضع
قمر جديد مكانه .



الشكل (1-20) الشكل يبين اشتغال صواريخ الدفع النفثة لتصحيح موقع واتجاه القمر عند الحاجة

الشكل أ يبين اشتغال صاروخين من الجهة اليسرى للقمر تقوم بدفعه نحو الجانب الايمن (عند تحرك موقعه الى اليسار)
 الشكل ب يبين اشتغال صاروخين متقابلين لتدوير القمر نحو اليمين (عند اختلاف اتجاهه نحو اليسار)



شكل (1-21) منظر للهوائيات المركبة على قمر تيليكون 1 الصناعي الفرنسي

اساسيات الاسلكي والالكترونيات

الفصل الثاني

تأليف قصي الفرضي

2008

الفصل الثاني

تعريف ومصطلحات الكترونية ولاسلكية

سنتناول في هذا الفصل تعاريف وشرح لبعض المصطلحات والمفاهيم المهمة للالكترونيات واللاسلكي وتبسيطها وعرض بعض الرسوم التوضيحية لها لغرض اصال المعلومة للقارئ بصورة متكاملة وصحيحة .

ماهو **التيار الكهربائي** ! هو ظاهرة معاكسة لمرور سيل من الالكترونات في موصل معين . فالالكترونات عادة تسري من القطب السالب (-) الغني بالالكترونات الى القطب الموجب (+) والتيار الكهربائي سيسري عكس هذا الاتجاه اي من الموجب الى السالب .

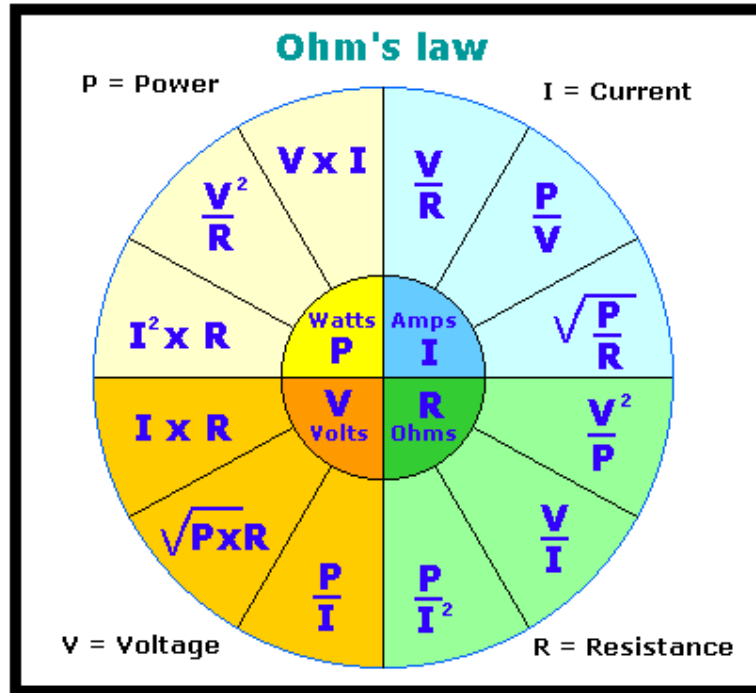
الفولت volt : هو القوة الدافعة الكهربائية التي تؤثر على التيار الكهربائي عبر موصل معين . فعند مرورتيار قدره 1 امبير في موصل مقاومته 1 اوم تكون القوة الدافعة على طرفيه 1 فولت . وحدة الفولت (V) نسبة الى العالم الايطالي الكسندر فولتا مخترع الخلية الكهربائية .

الامبير Ampere : هي شدة التيار الكهربائي المارة في موصل مقاومته 1 اوم وفرق الجهد على طرفيه 1 فولت ووحدتها الامبير (A) نسبة الى العالم الفرنسي امبير

المقاومة resistance : ماهي المقاومة ؟؟؟ هي الاعاقة التي يبديها الموصل تجاه التيار الكهربائي المار عبرها ووحدتها الاوم Ω نسبة الى العالم الالماني جورج اوم . فعند مرور تيار كهربائي شدته 1 امبير عبر موصل فرق الجهد على طرفيه 1 فولت تكون مقاومته 1 اوم .

قانون اوم

هنالك علاقة تربط الفولت والامبير والاوم ببعضها يدعى
فولت = الامبير X المقاومة



شكل (1 – 2) العلاقة بين التيار والفولتية والمقاومة والقدرة (قانون اوم)

القدرة power : هي القابلية على انجاز شغل وتقاس بالواط (**W**) نسبة الى العالم الانكليزي جيمس واط فاذا مر تيار شدته 1 امبير في موصل فرق الجهد على طرفيه 1 فولت فالقدرة الناتجة تساوي 1 واط .
 الواط = الفولت X الامبير

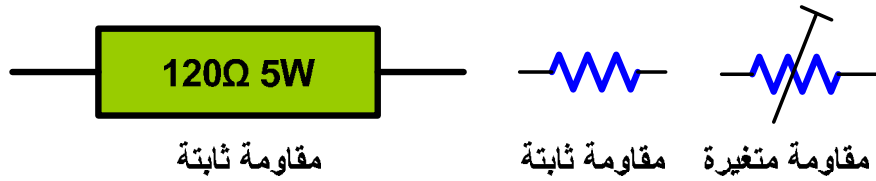
الكولوم coulomb : هو وحدة قياس تدفق الشحنة فاذا كان موصل ما يمرر تيارا قدرة 1 امبير فان الشحنة المارة في ثانية واحدة تساوي كولوما واحدا .
 وحدة الكولوم = امبير / ثانية , **amp / sec**

التيار الكهربائي المستمر Direct current : ويرمز له بالرمز **DC** ويعني تيار كهربائي ثابت الشدة والاتجاه مع الزمن مثال تيار البطارية الكهربائية .

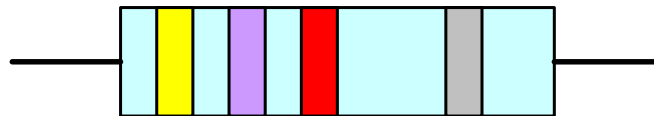
التيار الكهربائي المتناوب Alternative current : ويرمز بالرمز **AC** ويعني تيارا متغير الشدة والاتجاه مع الزمن مثل التيار العمومي 220VAC

الرموز الاصطلاحية لبعض القطع الالكترونية المهمة :

المقاومة resistance : تعتبر المقاومة من القطع المهمة والشائعة الاستعمال في كل الاجهزة الالكترونية وهي على عدة انواع واحجام منها الكربونية ومنها الفلم ومنها السلكية وبقدرات مختلفة ومنها الثابتة ومنها المتغيرة ووحدة قياسها الاوم Ω والكيلو اوم = 1000 اوم والميجا اوم = 1000000 اوم قيمة غالبية المقاومات وخصوصا ذات القدرات المنخفضة ترمز بالالوان والعالية القدرة والسلكية تكتب قيمتها وقدرتها على احد جوانبها .



شفرة الالوان الخاصة بقراءة المقاومات
الاسود = 0 البني = 1 الاحمر = 2 البرتقالي = 3 الاصفر = 4
الاخضر = 5 الازرق = 6 البنفسجي = 7 الرصاصي = 8
الابيض = 9 الذهبي = نسبة خطأ 5% الفضي = نسبة الخطأ 10%
بدون لون = نسبة خطأ 20%

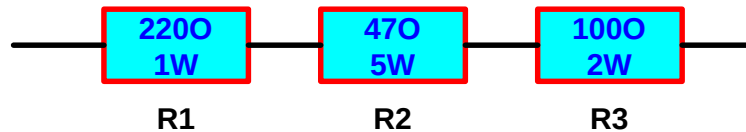


الأصفر = 4 (يكتب رقما) من اليسار
البنفسجي = 7 (يكتب رقما) بعده
الاحمر = 2 (تكتب قيمته اصفارا) بعده
الفضي = 10% نسبة خطأ

قيمة المقاومة = 4700Ω او $4.7k\Omega$ بنسبة خطأ بالقيمة 10 %

جمع المقاومات: تجمع المقاومات وترتبط اما على التوالي او التوازي او الاثنين معا للحصول على قيم او قدرات معينة لانتمكن من الحصول عليها بصورة منفردة .

ربط التوالي : تكون القيمة المكافئة اكبر من اكبر قيمة في المجموعة والقدرة الكلية تكون قدرة اقل قدرة مقاومة مربوطة .

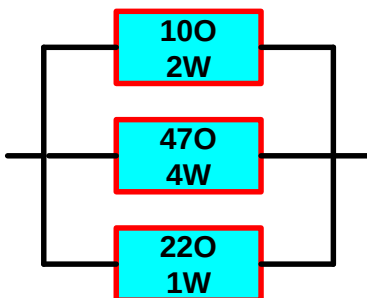


المقاومة المكافئة الكلية للمجموعة $R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = R_T$

$367\Omega = 100 + 47 + 220 =$ والقدرة الكلية للمجموعة $1W$ وهي قدرة اقل مقاومة مربوطة

والطريقة نفسها لاي عدد من المقاومات

ربط التوازي : تكون القيمة المكافئة للمقاومات عادة اقل من قيمة اي مقاومة مربوطة والقدرة المكافئة هي مجموع قدرات كل المقاومات .



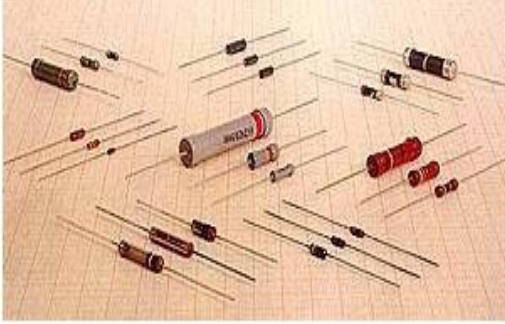
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$= \frac{1}{10} + \frac{1}{47} + \frac{1}{22} = \frac{1}{6}$$

$$R_T = 6 \text{ ohms} \quad 7W$$

وبنفس الطريقة لأي عدد من المقاومات

ربط التوازي والتوالي معا: تستخرج قيمة كل مجموعة على انفراد وتجمع سوياً حسب طريقة ربطها.



شكل (2 - 2) مقاومات ثابتة عالية القدرة (اليمين) وقليلة القدرة (اليسار)

هناك بعض انواع المقاومات المحدودة الاستعمال وسنتطرق اليها بشكل سريع

1- المقاومات الحرارية : وهي مقاومات تتغير قيمها بتغير درجة الحرارة وتستعمل كمتحسسات للحرارة (ثرموسترات) وهي على نوعين

ا- مقاومة ذو معامل حراري سالب (**NTC**) مقاومة تقل قيمتها بارتفاع درجة حرارتها **Negative temperature coefficient** وهي على قيم عديدة وحسب الدرجات الحرارية المطلوبة .

ب- مقاومة ذو معامل حراري موجب (**PTC**) مقاومة ترتفع قيمتها بارتفاع درجة حرارتها **Positive temperature coefficient** وهي على قيم عديدة وحسب الدرجات الحرارية المطلوبة .

2- المقاومات الضوئية photo resistor :

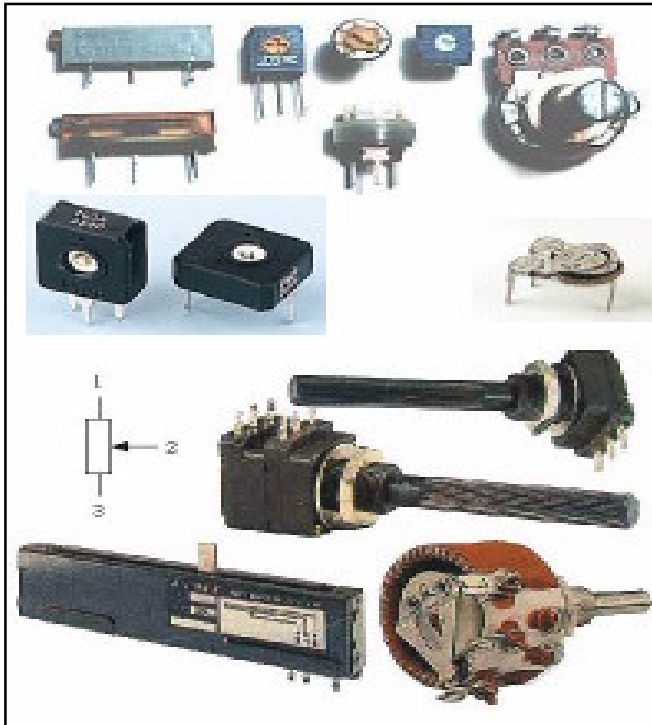
وهي مقاومة تعتمد في قيمتها على شدة الضوء الساقط عليها وقيمتها حوالي 100Ω في الضوء الساطع و $10M\Omega$ في الظلام ويمكن استعمالها كمتحسسات لشدة الضوء . تصنع المقاومة من كبريتيد الكاديوم وهي المادة الأكثر شيوعا لتمثيل حساسيتها حساسية العين البشرية ويمكن استخدامها أيضا للتحسس والكشف عن الأشعة تحت الحمراء .



الشكل (2 - 3) مقاومة ضوئية

3- المقاومة المتغيرة variable resistor

وهي مقاومات متغيرة القيمة منها الكربونية وهي على مدى واسع من 50Ω إلى حوالي $10M\Omega$ وذات قدرات مختلفة وتغير باليد أو المفك والسلكية ومداها أقل بكثير من 10Ω إلى $100K\Omega$ وقدراتها عادة تكون كبيرة وتغير باليد (سلايد) أو محور أو بالمفك أو متعددة الدورات .



شكل (2 - 4) مجموعة من المقاومات المتغيرة الكربونية والسلكية والسلايد والمتعددة الدورات multi turn

المتسعات Condenser :

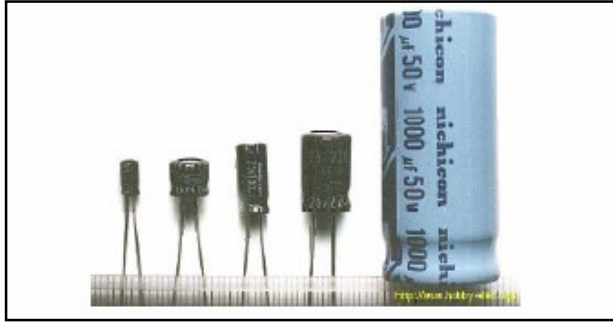
المتسعات من القطع الالكترونية المهمة والشائعة الاستعمال في كافة الاجهزة الالكترونية والمتسعات على عدة انواع منها الهوائية والورقية والسيراميك والبوليستر والبولي بروبيلين والمايكا والخزفية والالكتروليتية والتنتاليوم .

تقاس السعة للمتسعات بالمايكرو فراد μf or MF وللقيم الاقل نانوفراد nF والاقل قيمة بالبيكوفراد pf

مايكروفراد = 10^{-6} فاراد

النانوفراد = 10^{-9} فاراد

والبيكوفراد = 10^{-12} فاراد



متسعات كميأوية (الكتروليتية)



مكثفات متعددة الطبقة الخزفية:

هذه المكثفات يكون لها عازل من عدة طبقات ومع ذلك تمتاز بصغر الحجم ودرجة حرارة جيدة وخصائص تردد مستقرة. كما أنها ليس لها قطبية. وهي تستخدم في ترشيح إشارات التردد العالي الرقمية من خلال إمرار الترددات العالية غير المربعة على القطب الأرضي .



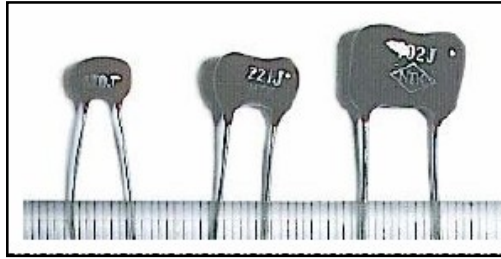
مكثفات Tantalum:

وهي أيضاً عبارة عن مكثفات اليكتروليتية ولها قطبية يشار إليها بـ + وتتميز هذه المكثفات بأنها مستقرة لذا تستخدم في الدارات التي تحتاج استقرار عالي في قيم السعة



مكثفات السيراميك :

المكثفات الخزفية مبنية بمواد مثل باريوم التيتانيوم الحامضي وتستخدم في تطبيقات الترددات العالية . سعيتهم صغيرة نسبياً وليس لها قطبية. المكثفات الخزفية لا يجوز أن تستخدم في الدارات التشابهية لأنهم يمكن أن يشوهوا الإشارة.



: Mica Capacitors

تستعمل هذه المكثفات مادة Mica كعازل .
تمتاز بأن لها استقرار جيد ، لأن معامل درجة حرارتها
صغير ، ولأن خاصية ترددها ممتازة .
هي تستعمل في دارات الرنين ، ومرشحات التذبذب
العالي أيضاً .
وهي معزولة جيداً ، ولذا يُمكن أن تستعمل في دارات
الجهد العالية . ليس لها قطبية ...

: Poly propylene Capacitors

هذه المكثفات تستخدم في مجال ترددات 100KHZ
ومادون .



: مكثفات الطبقة المضاعفة الكهربائية (ممتازة) :

هذه المكثفات تعتبر من أفخر الأنواع وأكثرها استقراراً
بالإضافة لسعاتها العالية رغم صغر حجمها.



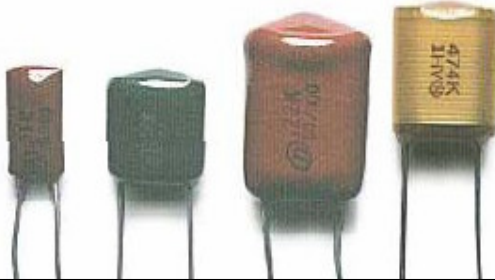
متسعات ضبط هوائية



متسعات بوليستر فلم معدني

: Polyester Film Capacitors

تستخدم هذه المكثفات مادة Polyester Film كعازل



: مكثفات Polystyrene Film

سميت كذلك لأن العازل فيها هم من المادة
Polystyrene Film .
هذا النوع من المكثفات ليس للاستعمال في دارات
التذبذب العالي ، لأنهم يبنون حلزون في داخله . هي
مستعملة في دوائر الترشيح أو التوقيت .



شكل (5 - 2) انواع متنوعة من المتسعات

جدول يبين انواع واستعمالات عدد من المتسعات الشائعة :

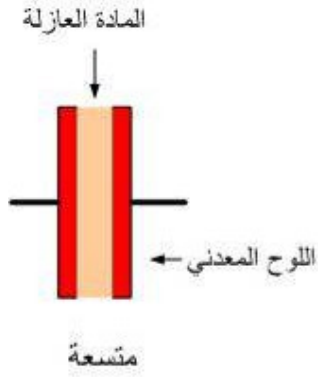
النوع	المميزات	البنية	الفولتية	السعة	الاستعمال
خزفي سيراميك	صغير الحجم قليل المحاثه	خزف مطلي بالايبوكسي	100V	2.2pf 100nf	بين مراحل المكبر للترددات العالية والمتوسطة ودوائر التغذية
الكتروليتي (كمياوي)	قيم كبيرة و مستقطبة	صفيحتي المنيوم ملفوفة و بينهما مادة الكتروليتية	6.3v 400v	1mf الى 30,000mf	دوائر التغذية ومراحل المكبرات و التخزين
فيلم معدن	كبير الحجم و غالي الثمن	فيلم معدن وغلاف فولاذ	600v	2mf الى 16mf	تصحيح عامل القدرة لل AC
مايكا	مستقر ومتدني معامل حرارة	مايكا مفضضة ومطلية بالسمنت	350v	2.2pf 10nf	المذبذبات عالية التردد / مؤقتات / المرشحات
بولي كاربونات	عالي استقرار حجم صغير	بولي كاربونات مغلف بالايبوكسي	63v الى 160v	1nf الى 10mf	دوائر الترشيح والتوقيت
بوليستر	عام الاغراض	بوليستر معدن مغمسة بالراتنج	400v	10nf الى 2.2mf	مرشحات و دوائر قدرة
بولي بروبيلين	عازل كهربائي قليل الفقد	بولي بروبيلين مغلفة بالايبوكسي	450v	1nf الى 470nf	دوائر عالية الفولتية ومرشحات
بوليسترين	رخيص الثمن وقيمته قليلة	بوليسترين ملفوف بشكل انبوبي	160v	10pf الى 10nf	دوائر التوقيت/ المرشحات/ المذبذبات
تنتاليوم	قيم كبيرة و حجم صغير	كرة تنتاليوم مسامية مملوءة بالالكتروليت	6.3v الى 35v	0.1mf الى 100mf	مرشحات و دوائر قدرة و مضخمات

شكل (6 – 2) جدول بانواع وخواص واستعمالات انواع من المتسعات

المتسعة عبارة لوحين من المعدن تفصل بينهما مادة عازلة قد تكون هواء , مايكا ورق مزيت او مادة الكتروليتية الخ

هنالك عوامل مهمة تحدد سعة المتسعة واقصى فولتية اشتغال وهي :

- 1- مساحة لوحى المتسعة حيث تتناسب المساحة تناسباً طردياً مع السعة
- 2- المسافة بين اللوحين حيث تتناسب المسافة تناسباً عكسياً مع السعة
- 3- تتناسب السعة مع ثابت العزل تناسباً طردياً ولك مادة ثابت عزل خاص بها
فثابت العزل للهواء = 1 , والمايكا = 5 - 7 , والزجاج = 8 وهكذا



شكل (7 - 2) متسعة

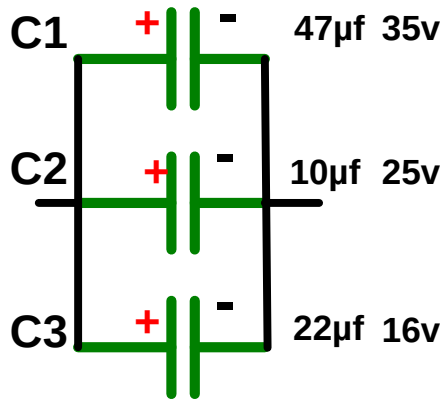
عند صناعة المتسعات وخصوصاً ذات السعات العالية لا يمكن عملياً استعمال لوحين معدنيين كبيرين جداً بسبب كبر الحجم غير الطبيعي لها ولذلك يستخدم شريطين من الألمنيوم بينهما العازل المطلوب ويلفان سوية كالسجادة لتقليل الحجم الى اقل ما يمكن . وبالنسبة للمتسعات الكيماوية فإن سائل الكتروليتي يستعمل كمادة عازلة بسبب ثابت عزله العالي للحصول على قيمة عالية للمتسعة وتكون المتسعة الكيماوية ذات قطبية + و - وتراعى القطبية عند الربط بالدائرة لتفادي انفجار المتسعة عند انعكاس القطبية عليها ولكل متسعة فولتية تشغيل خاصة مثبتة عليها ولا ينبغي تجاوزها لتجنب تلفها .

تختلف استعمالات المتسعات في الدوائر الالكترونية حسب موقع استخدامها فالمتسعات الالكتروليتية (الكيماوية) تستخدم في دوائر مجهزات القدرة كمرشحات للتيار ال DC وكذلك تستخدم بين مراحل المكبرات الواطئة التردد وتستخدم كأداة للشحن والتفريغ . وبالنسبة للمكثفات غير الالكتروليتية فلها استخداماتها كعزل التغذية وتمرير الإشارة بين مراحل المكبرات المتوسطة والعالية التردد ودوائر الموقتات والمذبذبات ومولدات النبضة وغيرها .

طرق جمع المتسعات :

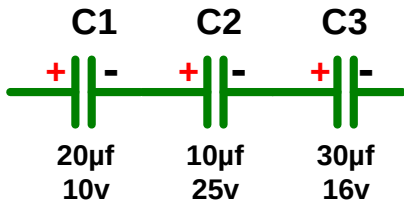
تربط المتسعات على طريقتين بغية الحصول على قيم غير متوفرة او زيادة فولتية التحمل والطريقة الاولى

رابط التوازي : تكون القيمة المكافئة للمجموعة اكبر من اكبر قيمة في المجموعة وفولتية التحمل للمجموعة تساوي اقل فولتية لاي متسعة مربوطة وتراعى ربط القطبيات المتماثلة في حالة استخدام المتسعات الكيماوية .



$$\begin{aligned} C_T &= C1 + C2 + C3 + C! \\ &= 47\mu f + 10\mu f + 22\mu f \\ &= \mathbf{79\mu f \ 16v} \end{aligned}$$

رابط التوالي : تكون القيمة المكافئة للمجموعة اصغر من قيمة اصغر متسعة مربوطة و فولتية التحمل للمجموعة تساوي مجموع فولتيات المتسعات و تراعى ربط القطبيات المختلفة في حالة استخدام المتسعات الكيماوية



$$\begin{aligned} \frac{1}{C_T} &= \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \frac{1}{C!} \\ &= \frac{1}{20} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} \\ C_T &= \mathbf{5.5 \mu f \ 51v} \end{aligned}$$

ممانعة المتسعة (XC) Condenser Reactance

ان المتسعة كالملف تعيق التيار المتردد الا ان المتسعة تتصرف عكس الملف حيث ان الملف تزيد اعاقته للتيار المتردد بزيادة حثه و زيادة التردد اما المتسعة فتتقص ممانعتها للتيار المتردد بزيادة سعتها و زيادة التردد اي ان الملف الكبير الحث له اعاقه كبيرة في تيار عالي التردد و ان المتسعة عالية السعة لها اعاقه صغيرة في تيار عالي التردد اي ان الاعاقه تتناسب عكسيا مع التردد في المتسعات .

تحدد قيمة ممانعة المتسعة بالمعادلة التالية :

$$X_c (\text{Ohm}) = \frac{1000000}{2 \pi F C} = \frac{0.159}{F C}$$

$$X_c = \text{ممانعة المتسعة بالاووم } \Omega$$

$$\pi = 3.14 \text{ النسبة الثابتة}$$

$$F = \text{الذبذبة بالميكاهيرتز MHz}$$

$$C = \text{السعة بالمايكرو فاراد } \mu f$$

مثال: مكثف سعته 100 pf سلط عليه تردد قدره 1 MHz فما هي ممانعته؟

$$X_c (\text{Ohm}) = \frac{0.159}{F C} = \frac{0.159}{1 \times 0.0001} = 1590 \Omega$$

و ان المكثف نفسه لو سلط عليه تردد قدره 1000 MHz فإن الممانعة تساوي

$$\frac{0.159}{1000 \times 0.0001} = 1.59 \Omega$$

ولو سلط على نفس المكثف تردد قدره 100 Hz فإن الممانعة تساوي

$$\frac{0.159}{0.0001 \times 0.0001} = 15.9 \text{ M}\Omega$$

اشباه الموصلات Semiconductors

ان اكثر القطع الالكترونية اهمية وتأثيرا في الوقت الحاضر هي التي تصنع من البلورات والتي تسمى اشباه الموصلات .
هنالك العديد من المواد الموصلة الا ان السليكون (وهو العنصر الاساسي المكون للرمال) هو الاكثر شيوعا واستعمالا في الترانسسستورات والدوائر المتكاملة والدايودات والثايرسترات وغيرها .
السليكون النقي ليس بذي فائدة لذا يعتمد منتج السليكون الى اضافة بعض الشوائب مثل البورون او الفسفور للحصول على سليكون موجب + وسالب -

فارتباط ذرة السليكون مع ذرة **البورون** يترك فراغا لالكترون يمكن ان يضاف الى المدار وهذا الفراغ يشكل فجوة (Hole) وعندما تحصل هذه العملية فان الفجوة تتحرك من موقع الى اخر كما تتحرك الفجوة الهوائية خلال الماء . وتسمى هذا البلورة **بلورة سليكون نوع P** (موجب) .

وارتباط ذرة السليكون مع ذرة **الفسفور** يترك الكترونا فائضا يضاف الى المدار ويستطيع هذا الالكترون الفائض ان يتحرك خلال البلورة بسهولة وهذا يعني ان البلورة تستطيع ان تنقل التيار الكهربائي بسبب وجود الالكترونات الحرة فيها . . وتسمى هذا البلورة **بلورة سليكون نوع N** (سالبة) .

وبامكان البلورة **P** ان تنقل التيار الكهربائي ايضا لوجود الفجوات الموجبة فيها .

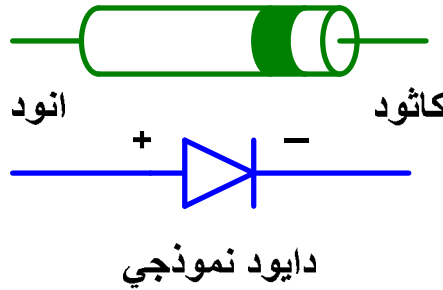
الدايودات Diodes

الدايودات هي مكونات ثنائية الاطراف تبدي مقاومة ضئيلة في وجه التيار الساري في اتجاه ما ومقاومة عالية في وجه التيار الساري في الاتجاه الاخر .
الوجهة التي يسري فيها التيار تسمى **الاتجاه الامامي (Forward)**
والوجه التي يسري بها تيار ضئيل جدا تسمى **الاتجاه العكسي (Reverse)**

تتضمن الدايودات بشكل عام عقدة واحدة من نوع P- N وتوصيلتها الموجبة **P** تسمى الانود (Anode) وتوصيلتها السالبة **N** تسمى الكاثود (Cathode)
واذا ربطنا بلورة سليكون **P** مع اخرى نوع **N** فان التداخل يدعى ملتقى او عقدة (P- N Junction) .

والدايودات عموما على نوعين الاول دايودات الجرمانيوم والثاني دايودات السليكون .
دايودات الجرمانيوم تصبح موصلة عند فولتيات انحياز امامية ادنى منها في دايودات السليكون (0.3V – 0.2V) جرمانيوم و (0.7V– 0.6V) سليكون

شكل (8 – 2) دايود نموذجي



انواع الدايدودات

هناك العديد من انواع الدايدودات والتي تستخدم لاجراض متباينة واهم هذه الانواع

- 1- **الدايود البلوري الكاشف Signal Diode**
يستخدم لتحويل التيارات المتناوبة AC الضعيفة الى تيارات مستمرة DC وكشف الاشارات الراديوية وامتصاص النبضات الكهربائية الموجية .



شكل (9 – 2) دايود كاشف جيرمانيوم وسليكون

- 2- **دايود القدرة Power Diode**
ويستخدم في دوائر تجهيز القدرة power supply لتحويل التيارات المتناوبة AC العالية التيار المستمر DC وتصنع انواع منه بغلاف معدني لتسريب الحرارة الى الواح التسريب Heat sink

شكل (10 – 2) دايود قدرة IN5408



3- دايود زنر Zenar Diode

يتميز دايود الزنر بكونه يختص بفولتية انهيار معاكسة محددة
Reverse Breakdown Voltage مما يعني امكانية استخدامه
كمحتسس للفولتية ويعمل كمفتاح في هذه الحالات وتتوفر دايودات مصممة
لفولتيات من 2V الى 200V وبقدرات مختلفة .

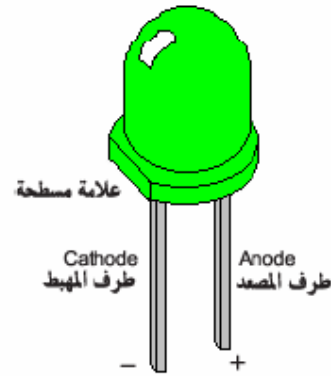
شكل (2 - 11) زنر دايود



4- دايود الانبعاث الضوئي Light Emitting Diode (LED)

ان جميع الدايودات تبعث اشعاعات كهرومغناطيسية عند توصيلها الى مصدر
تيار باتجاه امامي الا ان بعض الدايودات (المصنوعة من مركب الكاليوم -
زرنخ - فوسفات) تبعث باشعاعات اكثر بكثير من التي تصدر عن السلكون
وتكون ضمن المنطقة المرئية من الطيف الترددي وبعده الوان ولهذا تسمى

LED



شكل (2 - 12) دايود انبعاث ضوئي LED

Type	Colors	I _F max.	V _F type.	V _F max.	V _R max.	Luminous intensity	Viewing angle	Wavelength
Standard	Red	30mA	1.7V	2.1V	5V	5mcd @ 10mA	60°	660nm
Standard	Bright red	30mA	2.0V	2.5V	5V	80mcd @ 10mA	60°	625nm
Standard	Yellow	30mA	2.1V	2.5V	5V	32mcd @ 10mA	60°	590nm
Standard	Green	25mA	2.2V	2.5V	5V	32mcd @ 10mA	60°	565nm
High intensity	Blue	30mA	4.5V	5.5V	5V	60mcd @ 20mA	50°	430nm
Super bright	Red	30mA	1.85V	2.5V	5V	500mcd @ 20mA	60°	660nm
Low current	Red	30mA	1.7V	2.0V	5V	5mcd @ 2mA	60°	625nm

5- **الدايود الضوئي Photo Diode**

ان جميع الدايودات تستجيب للضوء بقدر او باخر الا ان هنالك انواع مصممة خصيصا لتحسس الضوء وتسمى الدايودات الضوئية وتزود هذه الدايودات بفتحة تسمح للضوء بالنفاذ ولها مساحة كبيرة نسبيا ويعتبر دايود السليكون من افضل الدايودات لهذا الغرض.



شكل (13 - 2) دايود ضوئي

6- **دايودات شوتكي Shockey Diode**

ان جميع الدايودات تأخذ فترة زمنية محددة لتعود الى حالتها الاصلية (الحالة الاولى) وينجم هذا عن التخزين الداخلي للشحنة والذي قد يسبب بأشكال اذا استخدمت في دوائر نبضية وتزداد الاشكالات بزيادة قدرة الدايود . الا ان دايودات شوتكي تتميز بهبوط الفولتية الامامية بنصف ما يحصل في الدايودات الاعتيادية وهي سريعة جدا في العودة الى حالتها الطبيعية وتستخدم بكثرة في مجهزات القدرة ذات النمط المتحول .
(Switched mode power supply) .



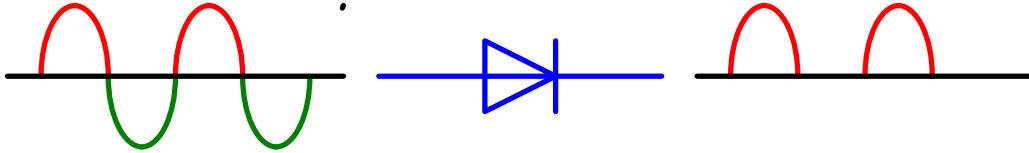
شكل (14 - 2) دايود شوتكي

7- **دايود سعوي (فاركتور) Virector**

ويعني مكثف متغير السعة (verbal capacitor) لهذا الدايود خاصية تغيير سعته الداخلية بتغيير فرق الجهد على طرفية لذا يستخدم كمستعة متغيرة مع ملف الرنين في المذبذبات بحيث يمكن تغيير تردد المذبذب عن بعد بتغيير فرق الجهد على طرفيه وقد ادى اكتشاف الفايكتور الى انقلاب وتطور هائل في صناعة مذبذبات الترددات الفائقة العلو حيث وقفت المستعة المتغيرة هي ومشاكلها الميكانيكية عند مستوى معين من الترددات لم يمكن تجاوزها .

مبدأ عمل الداىود

يستخدم الداىود بـأبسط صورته كمقوم للموجة المفردة



الشكل (15 - 2) يستخدم الداىود كمقوم للموجة حيث يقوم بتمرير جزء الموجة الموجب (الاحمر اللون) حسب اتجاه ربطه وفي حاله عكس ذلك يقوم بتمرير جزء الموجة السالب (الاخضر اللون) .

الترانسستور Transistor

يعتبر الترانسسستور من اهم مكتشفات القرن العشرين والذي احدث انقلابا هائلا في مجال الالكترونيات وخصوصا الحاسبات الالكترونية والاتصالات اكتشف الترانسسستور عام 1948 في مختبرات شركة بيل الامريكية الفيزيائيين الثلاثة (جون باردين , وليام شوتكلي , والتر براتين) واللذين حصلوا على جائزة نوبل بالفيزياء عام 1956 على اكتشافهم للترانسستور .

John Bardeen, William Shockley, and Walter Brattain

أن الترانسسستور هو اداة شبه موصلة لها ثلاثة اقطاب . حيث يستطيع تيار او فولتية ضئيلة مسلطة على قطب واحد السيطرة على تيار او فولتية كبيرة تمر خلال القطبين الاخرين

يعني هذا ان بالامكان استخدام الترانسسستور كمضخم Amplifier او كمفتاح Switch او مذبذب وغيرها من الاستخدامات و هناك نوعين من الترانسسستور :

الاول : يدعى ثنائي القطبية Bipolar Transistor

الثاني : يدعى ترانسستور تأثير المجال Field effect Transistor

الترانسسترات ثنائية القطبية :

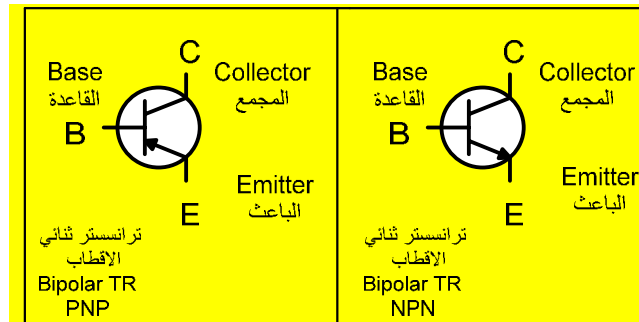
- 1- ترانسسترات **الكشف** **Signal Transistor**
يستخدم لتقوية و تكبير الاشارات الضعيفة و يدخل في هذا النوع
ترانسسترات الفتح والغلق **Switching** .



- 2- ترانسسترات **القدرة** **Power Transistor**
تستخدم في مكبرات القدرة العالية في مجهزات القدرة **Power Supply**
و تتميز بكبر حجمها و ذات سطوح معدنية واسعة لتسريب الحرارة .



- 3- ترانسسترات **التردد العالي** **High Frequency Transistor**
تستخدم في اجهزة الراديو و التلفزيون و اجهزة الاتصالات ذات التردد
العالي و تكون منطقة القاعدة فيها رقيقة جدا .



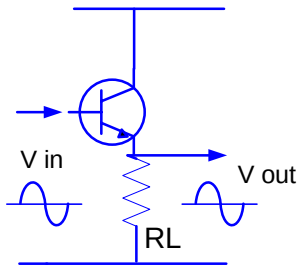
شكل (16 - 2) ترانسستر ثنائي الاقطاب Bipolar transistor

ملاحظات حول ترانستور ثنائي القطبية :
أن الترانسسترات تشترك مع الدايودات بعدد من الخواص أهمها :

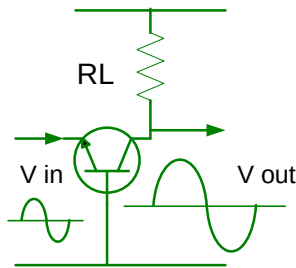
- 1- أن وصل القاعدة – الباعث (او الدايود) لن يعمل ما لم تصل الفولتية المسلطة أكثر من 0.6 V لترانسسترات السليكون و 0.3V لترانسسترات الجرمانيوم
- 2- أن القدرة الكبيرة (مرور تيار كبير) تتسبب في تسخين الترانسستور و بالتالي عدم اشتغاله بشكل صحيح . فإذا وجد أن الترانسستور قد أصبح ساخنا يجب قطع التيار عن الدائرة او يمكن ربط الترانسستور الى قطعة من المنيوم لتسريب الحرارة.
- 3- ينبغي عدم تسليط فولتية عالية الى اقطاب الترانسستور لأن ذلك سيؤدي حتما الى اتلافه تماما .

مميزات وطرق ربط الترانسستور الثنائي

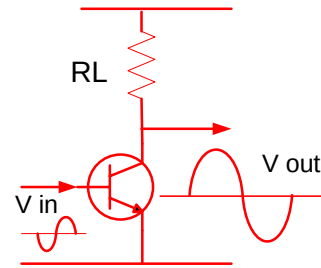
الخواص	الباعث المشترك	المجمع المشترك	القاعدة المشتركة
كسب الفولتية	متوسط / عال 50	1	عال 500
كسب التيار	عالي 200	عالي 200	1
كسب القدرة	عال جدا 10000	عالي 200	عالي 500
مقاومة المدخل	متوسطة $2.5\text{k}\Omega$	عالية $100\text{k}\Omega$	متدنية 200Ω
مقاومة المخرج	وسط عال $20\text{k}\Omega$	متدنية 100Ω	عالية $100\text{k}\Omega$
فرق الطور	180	0	0



مجمع مشترك

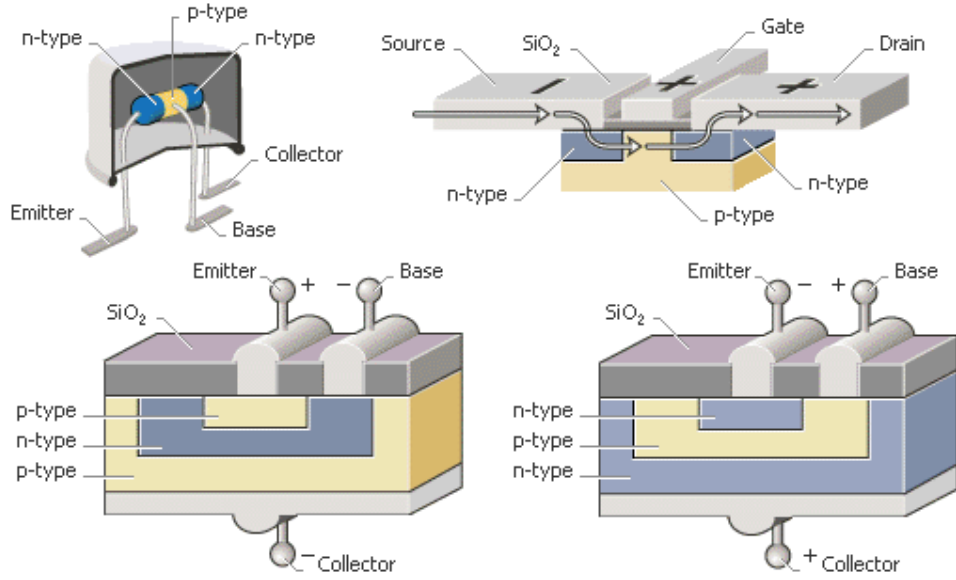


قاعدة مشتركة



باعث مشترك

شكل رقم (17 – 2) طرق ربط الترانسستور الثنائي



شكل (2 – 18) التركيبية الداخلية للترانزسترين الثنائي وتأثير المجال

ترانسسسترات تأثير المجال Field Effect Transistor

لقد اصبحت ترانسسسترات تأثير المجال (FIT) اكثر اهمية من ترانسسسترات ثنائية القطبية و يمكن تصنيعها بسهولة و تستخدم كمية اقل من السيليكون و هي على نوعين :

أ- ترانسسسترات اشباه موصلات الوصل Junction

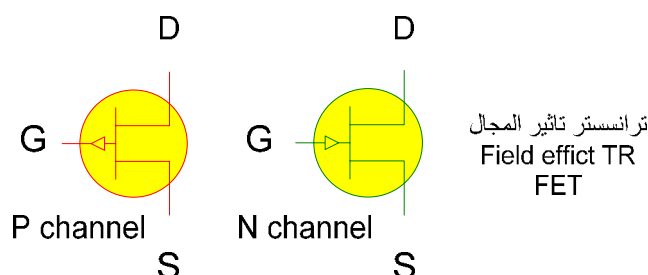
هناك نوعين اساسيين الاول يسمى نوع قناة N – (N-Channel) والثاني يسمى نوع قناة P – (P-Channel) والقناة تعمل كمقاومة سيليكونية توصل التيار فينقطة المصدر Source الى المصرف Drain . ان وجود فولتية على البوابة Gate (G) سوف يؤدي الى زيادة مقاومة القناة و تقلص التيار المار من Source (S) الى Drain (D) لذلك يمكن استخدام هذا النوع من الترانسسسترات بمثابة مكبر او مفتاح .

ب- ترانسسسترات اشباه موصلات الاكاسيد Metal – Oxide

و في كلا النوعين يتم السيطرة على تيار خرج كبير من خلال فولتية مدخل صغيرة و تيار ضئيل جدا .

الخواص	المصدر المشترك	المصرف المشترك	البوابة المشتركة
كسب الفولتية	متوسط 40	1	250 عال
كسب التيار	200000 عال جد	200000 عال جد	1
كسب القدرة	8,000,000 عال	200000 عال جد	250 عال
مقاومة المدخل	1MΩ عال جدا	1MΩ عال جدا	500Ω متدنية
مقاومة المخرج	20KΩ متوسطة	100Ω متدنية	100KΩ عالية
فرق الطور	180	0	0

شكل (19 - 2) ميزات طرق ربط الترانسسستر المجالي FET



شكل (20 - 2) ترانسستر تأثير المجال FET

ملاحظات حول ترانسسترات JFET

نظرا لأن هذه الترانسسسترات تعمل بسيطرة الفولتية فأن لها مزايا هامة بالمقارنة مع الترانسسسترات الثنائية القطبية :

- 1- ان مقاومة القناة - البوابة تكون كبيرة جدا (ملايين الاومات) لذلك فأن لهذه الترانسسسترات تأثير شبه معدوم على القطع و العناصر التي تربط مع البوابة.
- 2- ان المقاومة العالية بين القناة - البوابة تعني عمليا عدم مرور تيار في دائرة البوابة (و يعود السبب في ذلك الى ان ارتباط القناة مع البوابة يؤلف دايود و هذا الدايود لا يمرر اي تيار بالاتجاه المعاكس).
- 3- الا ان الترانسسسترات نوع JFET تماثل الترانسسسترات ثنائية القطبية في احتمالها للتيارات الكهربائية العالية حيث تتلف عندما تتعرض لتيار او فولتية عالية .

انواع ترانسسترات JFET

- 1- ترانسسترات الكشف
تستخدم ترانسسترات JFET في دوائر المدخل للمكبرات للحصول على مقاومة دخول كبيرة جدا و تستخدم كذلك كمفاتيح الكترونية .
- 2- ترانسسترات التردد العالي
تتوفر من هذه الترانسسترات انواع تتحمل ترددات عالية و تستخدم لغرض توليد الترددات العالية او تكبير هذه الترددات

ترانسسترات الاكاسيد الفلزية MOSFET

لقد اصبحت ترانسسترات تأثير المجال من نوع الاكاسيد الفلزية (MOSFET موسفيت) اكثر اهمية من غيرها . حيث ان معظم الحاسبات المايكروية و معظم دوائر الذاكرة المتكاملة تستخدم الالاف من هذه الترانسسترات و يعود سبب ذلك الى سهولة تصنيعها و صغر حجمها كما انها تستهلك قدرا ضئيلا من الطاقة .



شكل (21 - 2) ترانسسترات موسفيت

ملاحظات حول الموسفيت Mosfet

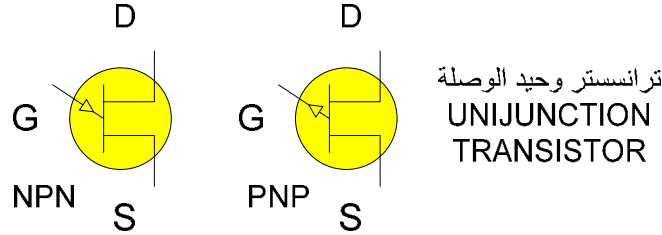
مقاومة الموسفيت هي اكبر من اي مقاومة في الترانسسترات الاخرى وهذه الخاصية تجعل للموسفيت فوائد هامة

- 1- ان مقاومة البوابة / القناة هي لانهاية (الف ميكا اوم) وهذا يعني ان البوابة لن تسحب اي تيار من الدائرة الخارجية عمليا .
- 2- ان الموسفيت يمكن ان يستخدم كمقاومة متغيرة تسيطر على الفولتية حيث ان فولتية البوابة تسيطر على مقاومة القناة .
- 3- ان الانواع الجديدة من الموسفيت يمكنها ان تفتح التيارات الكهربائية خلال اجزاء من البليون من الثانية .

بالنظر لرقعة شريحة اوكسيد السيليكون الموجودة تحت البوابة فأن من السهل خرقها اذا سلطت عليها فولتية عالية جدا او تولدت شرارة كهربائية بسبب الكهربائية المستقرة التي تتولد بأحتكاك الملابس او رقائق السيلوفين التي تستخدم للتغليف و هذا ما يتلف الترانسسستر كليا .

الترانسستر وحيد الوصلة Unijunction Transistor

ان الترانسسستر وحيد الوصلة (UJT) هو ليس ترانسستر بالمعنى الكامل بل هو دايود له كاثودين و هذا النوع من الترانسسستر يعمل كمفتاح مسيطر عليه بالفولتية ولا يقوم بالتكبير .



شكل (22 - 2) الترانسسستر وحيد الوصلة Unijunction Transistor

الدوائر المنطقية Logic circuits

لا تنفك الالكترونيات الرقمية تدهش العالم بوتائر نموها المتسارعة دون هوادة فحاسبات الجيب اليوم اقوى باضعاف و اصغر باضعاف اكثر من الحواسيب الالكترونية الضخمة الاولى التي سادت قبل ربع قرن . و اذا ما اخذنا بالاعتبار الكلفة النسبية لهذه الحاسبات الصغيرة تلك الحواسيب العملاقة من حيث الحجم و هي ربما بحدود واحد على مليون لازداد انبهارنا بما حققتة التقانة من تقدم .

و طبعا فان العامل الرئيسي الذي ساهم في ذلك هو توافر دوائر متكاملة على درجات متزايدة من التعقيد و التطور فبدلا من الصمام الالكتروني و المرحل اللذين سادا في الخمسينات انتشر منطق اشباه الموصلات القائم على وضع مئات الالاف من الترانسسسترات ضمن شريحة سيليكونية واحدة لا تجاوز مساحتها سنتيمترا

مربعا . ان قدرة و مرونة هذه المكونات الجديدة تمثل تحديا حقيقيا امام مصممي الدوائر في وقتنا الحاضر .

العائلات المنطقية و مميزاتها :

ليس من الضروري عادة امتلاك فهم تفصيلي للدوائر الداخلية لدائرة متكاملة رقمية كي نستطيع استعمالها بشكل فعال يكفي ان نكون ملمين ببعض القواعد الاساسية المتعلقة بفولتية التغذية و متطلبات الادخال و الاخراج اضافة الى ذلك نحن نهتم بشكل اساسي بالوظيفة المنطقية للعناصر المنطقية و ليس بمميزاتها الكهربائية بحد ذاتها .

تتنتمي الدوائر المتكاملة التي تعتمد عليها الدوائر الرقمية الحديثة الى واحدة من العائلات المنطقية اذ ان هذه التقنية هي التي تحدد مميزات المكون المعين و منها فولتية التغذية و تبديد القدرة و سرعة التبديل و المناعة ضد الضجيج.....

ان العائلات المنطقية الاكثر شيوعا هي عائلة اشباه الموصلات الاوكسي معدنية المكملة واختصارها (**CMOS**) وتعني

(**Complementary Metal Oxide Semiconductor**) , و عائلة المنطق الترانسسستوري (**Transistor Transistor logic**) , ويرمز لها **TTL** وهي تنقسم الى عدة عائلات فرعية من بينها نوع شوتكي القليل القدرة (**LS-TTL**) .

ان المدى الاكثر شيوعا من المكونات المنطقية التقليدية التي هي من نوع **TTL** , يعرف بسلسلة ال " 74 " . من هنا فأن المكونات المرمزة بالارقام بالارقام **7400 , 7408 , 7432 , 74121** , تنتمي جميعها الى هذه العائلة التي يشار اليها غالبا باسم عائلة " **TTL** القياسية " اما تنويعات شوتكي المتعددية القدرة من تلك المكونات فهي تتميز بواسطة **LS** . و هكذا فان الرموز **74LS00 , 74LS08 , 74LS32 , 74LS121** تشير الى مكونات من نوع شوتكي القليل القدرة .

ان سلسلة ال **74** القياسية التي هي من نوع **TTL** معدة للاشتغال ضمن مدى درجة حرارة يتراوح بين **0** و **70** درجة مئوية . اما مثيلتها من حيث الدوائر الداخلية و الوظائف المنطقية ولكن التي تلبي المواصفات العسكرية فهي سلسلة ال **54** .

الاحرف المستعملة لمكونات TTL

الاحرف	المعنى
C	نسخة عن مكون TTL ولكن مصنوعة بتقنية CMOS
F	النسخة العالية السرعة من المكون
H	نسخة عالية السرعة / عالية القدرة
S	شوتكي (و هو اسم مأخوذ من تشكيلة دائرة الادخال)
HC	CMOS عالية السرعة (مع مداخل متوافقة مع CMOS)
HCT	نسخة CMOS عالية السرعة (مع مداخل متوافقة مع TTL)
L	منخفضة القدرة
LS	شوتكي منخفضة القدرة (تشكيلة ادخال شوتكي)

شكل (23 - 2) الاحرف المستخدمة مع مكونات TTL

في معظم التطبيقات ينبغي استعمال مكونات (LS) قبل غيرها فهي مثال جيدة بين سرعة الاشتغال واستهلاك الطاقة , كما انها متوفرة بكلفة اقل من غيرها من الانواع (بعض مكونات ال TTL القياسية لم تعد قيد الانتاج) اذا كان استهلاك الطاقة مهم جدا يمكن اللجوء الى استعمال مكونات CMOS بدلا من ال LTTTL او LSTTL .

تشكل مكونات ال CMOS جزءا من سلسلة (4000) و لذا فان 4001 و 4175 و 4574 هي جميعها مكونات من نوع CMOS و في بعض الاحيان تعطى اسماء مكونات ال CMOS (تلفظ بشكل سي موس) حرفا لاحقا الحرف A يشير الى السلسلة الاصلية الغير مجهزة بمصد (Buffer) (بطلت الان) و الحرف B يشير الى سلسلة محسنة مجهزة بمصد اما الاحرف AUB فتشير الى مكون من السلسلة غير المجهزة بمصد .

توجد رموز المواصفات القياسية البريطانية (BS) و الامريكية (MIL/ANSI) لبعض البوابات المنطقية الاساسية و تلقي المواصفات القياسية الامريكية دعما قويا (حتى في بريطانيا) و هي غالبا ما تكون مفضلة لدى صانعي المعدات لسهولة استخدامها و وضوحها . من المهم معرفة كلتا المواصفتين القياسيتين و لكن لا يجب خلطهما في نفس المخطط المنطقي .

ان هذه الدوائر المتكاملة الحديثة قد احدثت ثورة عظيمة في مجال الصناعات الالكترونية و امكن تصغير الدوائر الالكترونية الى حجوم كانت تعتبر خيالية الى وقت قريب و انتجت دوائر متكاملة تحوي على اكثر من مليون ترانسستر في الدائرة الواحدة مما ادى الى ثورة صناعية خاصة في مجال الحاسبات .

هناك ملاحظة مهمة في الجانب العملي عند العمل بهذه الدوائر المتكاملة و خصوصا نوع ال CMOS حيث ان هذا النوع قابل للتلف بسرعة نتيجة تعرضه للكهربائية الساكنة (STATIC) لذا يجب الحذر من هذا الموضوع عند استخدامها و استخدام كاويات معزولة (12 او 24 فولت) ومؤرصة بصورة جيدة و عدم استخدام الموكيت او السجاد في ارضية مكان العمل لتجنب تولد هذه الكهرباء الساكنة و يفضل استخدام القواعد IC base بدلا من لحامها .

سنعرض الان بايجاز عمل كل من البوابات المنطقية الاساسية مع جدول الحقيقة لكل منها (truth table) المبيينة :

الوظيفة المنطقية	الرمز الأمريكي (MIL / ANSI)	الرمز البريطاني (BS3939)	جدول الحقيقة															
المصدر Buffer			<table><tr><th>X</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	X	Y	0	0	1	1									
X	Y																	
0	0																	
1	1																	
العاكس Inverter (NOT)			<table><tr><th>X</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	X	Y	0	1	1	0									
X	Y																	
0	1																	
1	0																	
بوابة تمام ثنائية المدخلات 2-input AND			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
بوابة نفي تمام ثنائية المدخلات 2-input NAND			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	Y																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
بوابة كفاية ثنائية المدخلات 2-input OR			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
بوابة نفي كفاية ثنائية المدخلات 2-input NOR			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	Y																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																
بوابة كفاية حصرية ثنائية المدخلات 2-input exclusive-OR			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																

شكل (24 - 2) اشكال الدوائر المنطقية الاساسية مع جداول الحقيقة

المصداات Buffers

X	Y
0	0
1	1

لا تؤثر المصداات على الحالة المنطقية للاشارة الرقمية اي ان دخلا منطقيا قدره (1) سينتج خرجا منطقيا قدره (1) و ان دخل (0) منطقيا سينتج خرجا (0) منطقيا و لكن المصداات تفيد في توفير تيار اضافي عند الخرج و يمكن استعمالها لتنظيم المستويات المنطقية التي تتواجد عند مشبك معين (interface) ولسوق دوائر ذات قدرات عالية .

العاكسات Inverters

X	Y
0	1
1	0

تستعمل العاكسات لتكميل الحالة المنطقية (اي ان الدخل المنطقي 1 سينتج خرجا منطقيا قدره 0 وبالعكس كذلك فان العاكسات توفر ايضا تيارا اضافيا , ومثلها مثل المصداات يمكن استعمالها لتنظيم المستويات المنطقية التي تتواجد عند مشبك ما مثلا.

بوابات التمام AND Gates

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

تنتج بوابات التمام خرجا منطقيا قدره 1 , عندما تكون جميع مدخلها بالتمام وفي نفس اللحظة في الحالة المنطقية 1 . واي انتلاف اخر للمدخل سينتج الخرج المنطقي 0 .

بوابات نفي التمام NAND Gates

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

تنتج بوابات نفي التمام الخرج المنطقي 0 فقط عندما تكون جميع مداخلها في الحالة المنطقية 1 . واي انتلاف اخر للمدخل سيؤدي الى انتاج الخرج المنطقي 1 , لذلك فان بوابه نفي التمام هي ببساطه عباره عن بوابه تمام (AND) ذات خرج معكوس والدائره الهندسيه التي تظهر على مخرج البوابه تشير الى هذا العكس .

بوابات الكفايه OR Gates

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

لانتاج الخرج المنطقي 1 , يكفي بوابات الكفايه ان يكون اي مدخل من مداخلها 1 . بكلمات اخرى , تنتج بوابه الكفايه الخرج المنطقي 0 فقط اذا كان جميع مداخلها في الحالة المنطقية 0 .

بوابات نفي الكفايه NOR Gates

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

تنتج بوابات نفي الكفايه الخرج المنطقي 1 فقط عندما تكون جميع مداخلها, وفي نفس اللحظة, في الحاله المنطقية 0 . واي انتلاف اخر للمدخل سيؤدي الى انتاج الخرج المنطقي 0 . لذلك فان بوابه نفي الكفايه , هي ببساطه بوابه كفايه ذات مخرج معكوس . والدائره الهندسيه التي تظهر على مخرج البوابه تشير هنا ايضا الى عمله عكس الخرج .

بوابه الكفايه الحصريه Exclusive OR Gates

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

تنتج بوابات الكفايه الحصريه الخرج المنطقي 1 كلما كان احد مداخلها في الحاله المنطقية 1 بينما الاخر في الحاله المنطقية 0 . وستنتج بوابات الكفايه المنطقية الخرج المنطقي 0 عندما يكون كلا مدخليها في الحاله المنطقية نفسها سواء كانت 0 او 1 .

تجدر الاشاره ان العاكسات والمصدات تملك مدخلا واحدا بينما تملك بوابه الكفايه الحصريه مدخلين. اما البوابات الاساسيه الاخرى التمام , الكفايه, نفي التمام, ونفي الكفايه فهي تتوافر عاده بعدد يصل الى 8 مداخل .
توفر جداول الحقيقه (Truth Tables) طريقه ملائمه لايضاح وظيفه البوابات المنطقية و تبيان حاله خرج البوابه الناتجه عن جميع الحالات المحتمله عند مداخله عندما يكون لدى البوابه المنطقية (n) مدخلا سيكون هناك 2^n حاله محتمله في المدخل . ومن هنا فان البوابه الثنائيه المدخل سيكون لديها 4 حالات محتمله لمدخلها اما البوابه الثلاثيه المداخل فسيكون لديها 8 حالات محتمله لمدخلها وهكذا.

متطلبات تغذيه الطاقه للدوائر المنطقية

ان معظم الانظمه المنطقية من نوع TTL او CMOS مصممه للعمل من خط تغذيه واحد ذات فولطيه قدرها 5V بالنسبه للمكونات من نوع TTL ومن المهم ان تكون هذه الفولطيه مثبتة ومنظمه جيدا والتغير فيها لا يتعدى $\pm 5\%$ (اي ان فولطيه التغذيه يجب ان تظل ضمن المدى من 4.75 الى 5.25 فولط) .
في الواقع تستطيع معظم مكونات الTTL ان تعمل جيدا حتى خارج هذا المدى من 4 الى 5.5 فولط وتبقى الوظيفة المنطقية للبوابه هي نفسها عند الاشتغال

على 4 فولت . لكن مميزات التبديل فيها تكون مختلفة كثيرا نظرا لان اعاقه الانتشار (و هي الوقت اللازم لتغيير منطقي عبر البوابة المنطقية) ستزداد بصورة ملحوظة مع هبوط فولتية التغذية . و مع ان هذا ليس مهما في عدد من التطبيقات فهو يفسر السبب الذي يجعل بعض دوائر العدادات (Counters) و مجزئات التردد (Dividers) لا تعمل بمواصفاتها الكاملة عندما تشغل بفولتيات منخفضة .

ان الحد الاعلى لفولتية تغذية المكونات من نوع TTL +7 V فإذا تجاوزت فولتية التغذية هذه القيمة ستتلف جميع مكونات ال TTL بشكل سريع جدا .

اما المكونات المنطقية من نوع CMOS فهي لحسن الحظ اكثر تحملا بكثير لفولتيات التغذية لمثيلاتها من ال TTL فمعظم مكونات ال CMOS تعمل بفولتية بين +5 الى +15 فولت و هي مناسبة جدا للمعدات المشغلة بالبطاريات لأن حاجتها الى التيار ضئيلة جدا (بضع مايكرو امبيرات) . و تتصف ال CMOS بسرعات تبديل مختلفة عند تشغيلها من فولتيات تغذية منخفضة كما في ال TTL و لذا فان سرعات التبديل ممكن ان تتضاعف اذا شغلت على فولتيات 10 او 12 بدلا من 5 فولت .

خطوط التغذية في الدوائر المنطقية يجب ان تكون ذات معاوقة ضئيلة جدا (0.1 اوم او اقل) ضمن مدى واسع من الترددات (لغاية 35MHz) لمكونات ال TTL و CMOS الاعتيادية و (150MHz) لمكونات ال TTL السريعة من نوع (S) شوتكي . يجب استعمال مرشحات (فك القرن) عند الترددات العالية بين مراحل التغذية بواسطة متسعات خزفية بقيمة من 10nf الى 100nf ومتسعات الكتروليتية او التنتاليوم للترددات الواطئة بقيمة من 1µf الى 47µf .

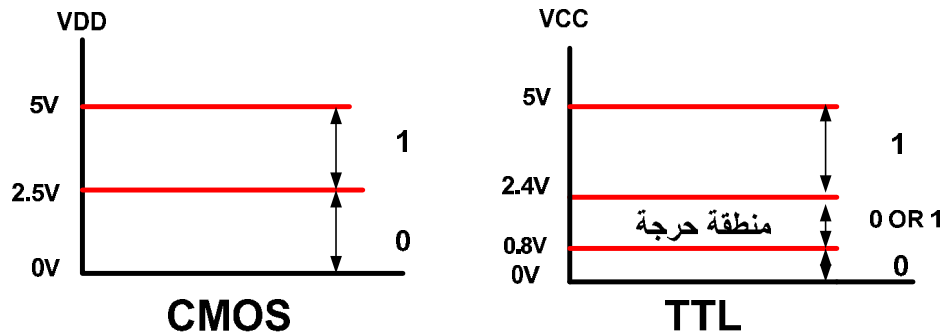
ويفضل وضع متسعة واحدة للترددات المنخفضة و اخرى للترددات المرتفعة كحد ادنى في اي دائرة . ووضع متسعات الترددات المرتفعة بجانب دبابيس التغذية لل IC و متسعات التردد المنخفض على مسافات منتظمة التباعد . و في الحالات الصعبة ينبغي وضع مرشحات من نوع π بملفات ذي قلوب من الفيراييت في خطوط التغذية على شكل محاثات خزفية فيراييتية و مكثفات خزفية تفرعية .

توجد انواع كثيرة للدوائر المتكاملة المنطقية من كلا النوعين TTL و CMOS فمنها العدادات التصاعدية او التنازلية (UP and DOWN Counter) والنطاطات (FLIP FLOP) و مقسمات التردد (Frequency Divider) و مضاعفات التردد (Frequency Multiplier) و مسجلات الازاحة (Shift Register) و ال (Multiplexer) وال (Display Driver) .

مقارنة بين ال TTL و CMOS

CMOS	TTL
استهلاك واطئ للقدره (مايكرو امبير)	استهلاك عالي للقدره (ملي امبير)
تعمل بجهد من 3V الى 15V	تعمل بجهد 5V
تعمل بسرع اقل لحد 5MHz	تعمل بسرع عاليه لحد 30MHz
لاستطيع تشغيل ال TTL تحتاج الى مصدات (buffer) لذلك وتشغل ال CMOS فقط	تستطيع تشغيل عدد من الدوائر المنطقية TTL و CMOS للمراحل التي تليها
زمن الانتشار بطئ وتتأثر بالاحمال السعوية (بمعدل 50 ns)	زمن انتشار سريع ولا تتأثر بالاحمال السعوية (بمعدل 10ns)

في المناطق التي بها ضوضاء عالية لا يفضل استخدام ال TTL وذلك لصعوبة تحديد المستوى المنطقي 1 و 0 حيث توجد منطقة حرجة بينها لذا تستعمل دوائر شمت لمعالجة هذه الحالة , بينما في ال CMOS لا توجد مثل هذه المنطقة الحرجة .

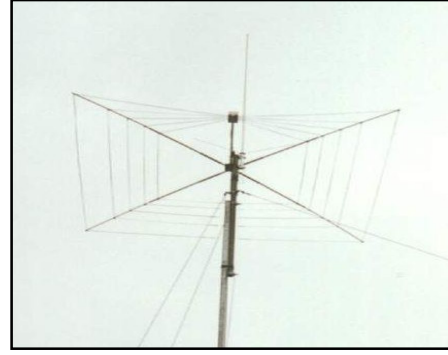


شكل (25 - 2) الفرق بين TTL وال CMOS

بعض المصطلحات اللاسلكية المهمة

الهوائي Antenna

اداة تستعمل لتحويل الذبذبات او الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة من جهاز الارسال الى اهتزازات كهرومغناطيسية تشع الى الفضاء من خلاله في حالة الارسال , ويقوم بتحويل الاهتزازات الكهرومغناطيسية الموجودة في الفضاء الى ذبذبات او موجات كهرومغناطيسية تذهب الى جهاز الاستقبال في حالة الاستلام . وهو على انواع واشكال كثيرة جدا وسنتناوله في فصل خاص.



شكل (26 - 2) هوائيات متنوعة

الهوائي الوهمي Dummy load

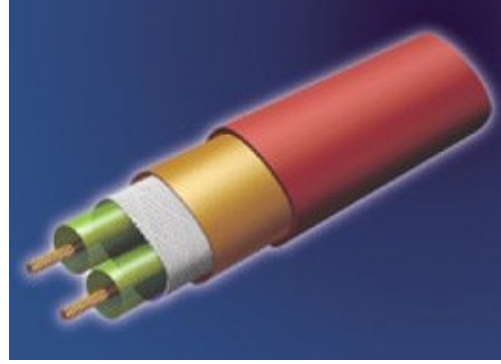
عبارة عن مقاومة كربونية قيمتها 50Ω وبقدرة عالية وتحوى على مشمتت حراري Heat sink لتبديد الحرارة المنبعثة من المقاومة وتكون قدرة المقاومة عادة من 2W فاكثر وتعتبر هذه المقاومة هوائي مثالي (50Ω) لجميع الترددات وتكون قياس القدرة الراديوية لجهاز الارسال بواسطتها دقيقة جدا . وهي على انواع واشكال كثيرة .



شكل (27 - 2) انواع من المقاومات الوهمية

الكابل Cable

سلك مزدوج يتكون من قلب وغطاء حاجب ينقل الموجة الراديوية بين الهوائي وجهاز الارسل او الاستقبال , ويعمل على منع بث اي جزء من الموجة وتوصيلها بكل قدرتها الى الهوائي في حالة الارسل ومنع اي تداخلات او تشويش في حالة الاستقبال . وهو على انواع كثيرة وممانعات متعددة 50 , 75 , 300 , 600 اوم ويجب ان تتساوى ممانعة الجهاز مع ممانعة الكابل مع ممانعة الهوائي لضمان انبعث كامل القدرة من الهوائي .



شكل (28 - 2) انواع مختلفة من الكابلات

قياس القدرة والقدرة الراجعة power & SWR

يمكن قياس القدرة الراديوية الخارجة من الجهاز بواسطة مقياس القدرة ويربط عادة بين جهاز الارسل والهوائي ويحوي على عدة تدريجات للقدرة وحسب الحاجة ويحوي كذلك على مفتاح لانتخاب مدى التردد المطلوب قياسه . حيث توجد اجهزة لقياس مدى HF او VHF او UHF او جميعهما معا في الاجهزة الغالية الثمن . اما بالنسبة لقياس نسبة القدرة الراجعة SWR فيتم بنفس الجهاز بعد تحويل قراءة الجهاز من ال power الى SWR ويعتبر تجاوز الرقم (2) فيه خطرا على الجهاز وربما ادى الى اتلاف مرحلة مكبر RF النهائي للجهاز.



شكل (29 - 2) جهاز قياس القدرة وال SWR رقمي وتمثالي معا من شركة MFJ

جهاز توفير الممانعة للهوائي Antenna tuner

يستخدم هذا الجهاز لموائمة الممانعة بين جهاز الارسال والهوائي عندما يكون تردد الهوائي المستخدم يختلف قليلا عن التردد المستعمل في الجهاز لانه من غير المعقول ان نصنع هوائي لكل تردد من ترددات الهواة الكثيرة , ولان الهوائي سيبتعد عن قيمة الموائمة مع جهاز الارسال نستخدم جهاز توفير الممانعة وهو بدوره يقلل او يزيد من ممانعة الهوائي بالنسبة لجهاز الارسال حتى تبقى قيمة ممانعة الهوائي 50Ω وال SWR في حدود المعقول واقل ما يمكن .



شكل (2 - 30) جهاز توفير الممانعة لمدى HF من شركة MFJ المتخصصة بهذه الاجهزة

مكبر القدرة الراديوية Liner Amplifier

جهاز يستعمل لتكبير القدرة الراديوية الى مديات تصل من 100W الى 3KW وخصوصا لل HF لان قدرة غالبية اجهزة HF لا تتعدى 100W في احسن حالاتها اما بالنسبة لل VHF فالمديات من 25W الى 500W وغالبية هذه الاجهزة وخصوصا عالية القدرة تشتغل على التيار العمومي 220VAC ولها مراوح للتبريد وتعمل بالصمامات المفرغة (للقدرات العالية) وتحتوي على دوائر موائمة بينها وبين الهوائي



شكل (2 - 31) جهاز مكبر للقدرة الراديوية (من صنع المؤلف)

جهاز قياس الهبوط Dip- meter



جهاز يستعمل لقياس شدة المجال النسبي و مولد اشارة فحص رنين الهوائيات وله استعمالات كثيرة وهو جهاز لايمكن للمختصين الاستغناء عنه والانواع المتوفرة منه تحوي على مدى واسع من الترددات من 0.7 الى 250 ميغا هيرتز ويقسم هذا المدى الواسع الى 6 او 7 اقسام كل قسم له ملفه الخاص ويبدل يدويا من خارج الجهاز , ويكتب على كل ملف مدى الترددات التي يشتغل عليها وبالوان مختلفة للتمييز بينها .

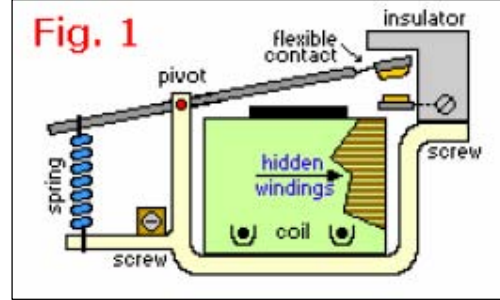
يستعمل لمعايرة محولات التردد المتوسط ومعايرة دوائر الرنين وفحص بلورات الكوارتز ورنين الهوائيات ويكون ذلك بتقريب الملف الخارجي لجهاز **Dip meter** من دائرة الرنين المراد فحصها ونحرك مؤشر الجهاز الى ان نلاحظ هبوط فجائي لابرءة مؤشر الجهاز عندها نقرأ الذبذبة على التدريجة وهي تمثل ذبذبة الرنين للدائرة المفحوصة .

شكل (2 - 32) جهاز قياس الهبوط

الريلى Relay

عبارة عن عنصر كهربائي يتكون من مفتاح ميكانيكي يمكن التحكم به كهربائيا من خلال تطبيق جهد على الملف الموجود بداخله . وتوجد باحجام وقدرات مختلفة وبفولتيات تشغيل من 3V الى 440V AC & DC . وبتيارات مختلفة تبدأ من 1 امبير الى 60 امبير .
الانواع الصغيرة والاعتيادية تحوي على مفتاحين او ثلاثة مفاتيح ميكانيكية مزدوجة او منفردة .

و بعض انواع الريلايات تحوي عدد كبير من المفاتيح الميكانيكية يصل الى 20 مفتاح مزدوج وكل مفتاح يحوى على نقطتي اتصال واحدة N.O وتعني عدم توصيل في الحالة الطبيعية والثانية N.C وتعني توصيل في الحالة الطبيعية (الحالة الطبيعية تعني عدم اشتغال الريلى) . وتكتب فولية التشغيل واقصى تيار مار بنقطة التلامس ورسم وارقام دبائيس التوصيل على احد جوانبه .
والريليات تستغرق وقتا بالمللي ثانية حتى تستجيب للوصل والفصل وهذا الزمن ناتج عن تركيبها الميكانيكية لذا لايمكن استخدامها في تطبيقات تحتاج الى سرعات عالية حيث يستعاض عنها بالتأثير ستر او الترياك او المفاتيح السليكونية ويستخدم الريلى في المصاعد والابواب الكهربائية وفي اجهزة السيطرة والمنظمات واجهزة الارسال و USB (للحاسبات) وتطبيقات كثيرة اخرى .

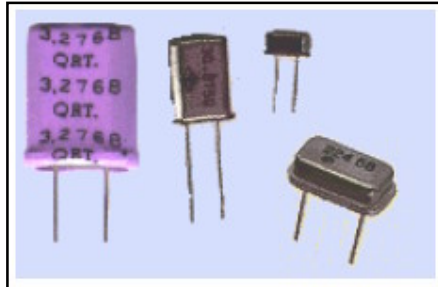


شكل (2 - 33) نماذج مختلفة
لأنواع من الريليات

بلورة الكرسنال Quartz

هي عبارة عن قطعة الكترونية صغيرة الحجم تستخدم في دوائر المذبذبات وتقوم بتوليد الذبذبات العالية التردد (الموجات الراديوية RF) وبدقة وثبات عاليين . ولاتتأثر بتغير درجات الحرارة .

بلورة الكوارتز موجودة في الطبيعة على هيئة SiO_2 ومن خواصها الطبيعية انها تولد تيارا كهربائيا عند تعرضها لاجهادات ميكانيكية وانها تهتز وتولد ترددات تعتمد على سمك مقطعها وابعادها عند تسليط فرق جهد على طرفيها , التردد المتولد يتناسب تناسباً عكسياً مع سمك المقطع وابعاده . وتردد البلورة عادة يكتب على جوانبها بالكيلو هيرتز او الميغاهيرتز . وتحاط بغلاف معدني مؤرض لمنع التداخلات .

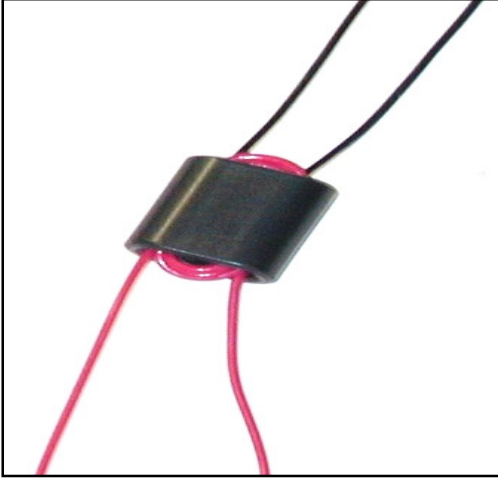


شكل (2 - 34) صورة تفصيلية لداخل
لبلورة الكوارتز وصور لأنواع منها

محولات البالون Balun

وهي محولات ترددات راديوية ذات قلوب هوائية او من الفيرايت تستخدم لموائمة الممانعة بين مراحل الاجهزة او بين الاجهزة والهوائيات وتكون على اشكال وحجوم وقدرات مختلفة . وهي تقوم بتحويل الممانعات بنسب مختلفة :

من 1:1 ومن 2:1 و 4:1 و 6:1 وبالعكس وتقوم كذلك بتحويل الخط من غير متوازن الى متوازن وبالعكس كما في حالة تحويل خط الكيبل المحوري غير المتوازن الى خط متوازن لربط الداي بول مثلا .



شكل (35 - 2) انواع من البالون

اساسيات الاسلكي والالكترونيات

الفصل الثالث

نالف قصي الفرضي

2008

الفصل الثالث

دوائر الرنين والمرشحات والقلوب الدائرية

دوائر الرنين Resonance circuits

تعتبر دوائر الرنين من اهم الدوائر في اجهزة الارسال والاستقبال لمختلف انواعها تتكون دائرة الرنين من ملف ومكثف . وعند توصيل الملف والمكثف على التوالي نحصل على دائرة رنين توالي , اما عند توصيل الملف والمكثف على التوازي فنحصل على دائرة رنين توازي . ويتوقف تردد رنين دائرة ما على سعة المكثف (C) والتأثير الذاتي للملف (L) ويزيد التردد المتولد كلما نقصت قيمة السعة والتأثير الذاتي, والعكس صحيح . ويمكن حساب تردد الرنين من المعادلة الاتية

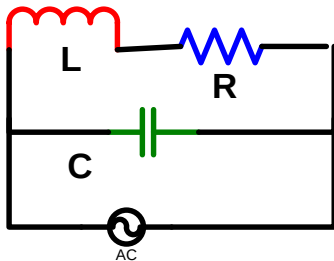
$$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

حيث F_r = التردد Hz , L = الحث الذاتي للملف (هنري) H , السعة = فاراد C

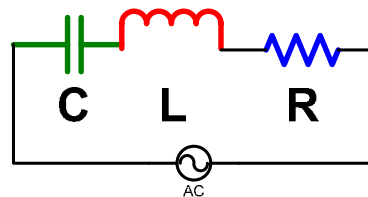
1- عند الرنين تتكون ممانعة الحث مساوية لممانعة السعة $Z_L = Z_C$ والاعاقة (محصلة ممانعة الملف والمتسعة) عند نهايتها الصغرى , والتيار عند نهايته العظمى تحده المقاومة فقط . فرق الوجه (الطور) بين المتسعة والملف يكون صفرا .

2- عند تردد أقل من الرنين تغلب ممانعة السعة في الدائرة , ويتقدم التيار على الفولتية .

3- عند تردد أعلى من الرنين تغلب ممانعة الحث في الدائرة و يتأخر تيار الخط عن الضغط المستخدم .



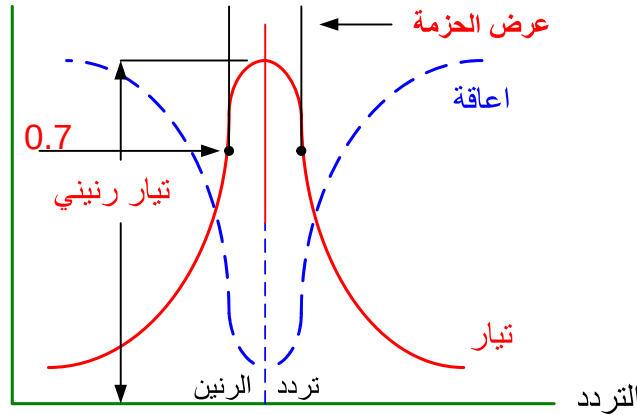
دائرة رنين توازي



شكل (1 - 3) دائرة رنين توالي

توجد لدوائر الرنين خاصية الاختيارية **Selectivity** فهي تقبل مدى ترددات معين و ترفض الترددات الأخرى و مدى الترددات الذي تقبله الدائرة يسمى عرض الحزمة **Bandwidth** وقد يكون عرض الحزمة عدة مئات أو آلاف من الذبذبات أو حتى عدة ملايين ذبذبة كما في حالة منتخب القنوات بجهاز التلفزيون مثلا و حتى نتمكن من مقارنة دوائر مختلفة من حيث عرض الحزمة يجب ان نعرفها أولا .

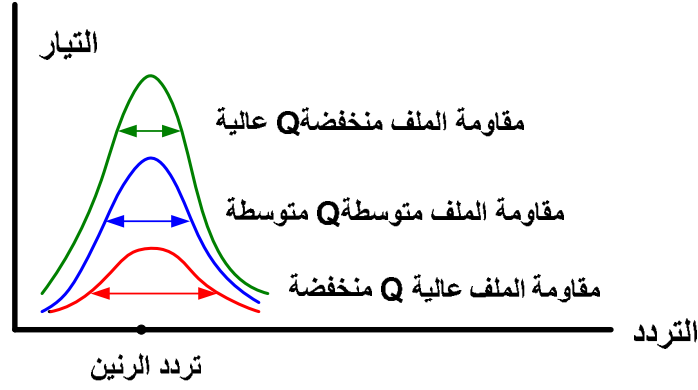
و يمكن تعريف عرض الحزمة بأنه مدى الترددات المحصور بين نقطتي نصف القدرة العليا و السفلى على منحنى الاستجابة للدائرة و بما ان منحنى الرنين هو رسم التيار في مقابل التردد أكثر منه رسم القدرة في مقابل التردد , فمن الملائم امكان تحديد نقطة ضعف القدرة على منحنى التيار دون الحاجة الى حساب القدرة و يمكن عمل ذلك بضرب قيمة التيار عند الرنين في **0.707** لنحصل على نقطة نصف القدرة .



منحنى الرنين للتيار والاعاقة

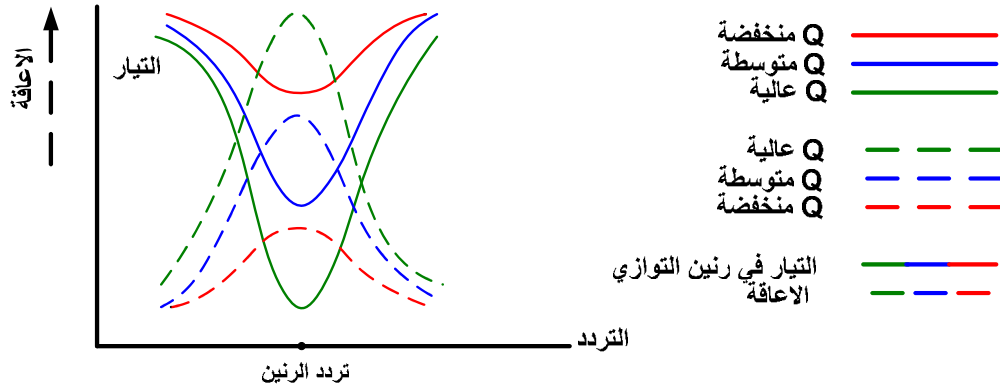
شكل (2 - 3) منحنى الرنين والاعاقة وعرض الحزمة

بما ان اغلب المقاومة في دائرة الرنين موجودة بالملف نعتبر قيمة Q للدائرة هي نفس قيمة Q للملف . و يعتمد عرض الحزمة و الاختيارية على Q للدائرة ففي حالة رنين التوالي تعطي قيمة Q العالية اختيارية عالية (عرض الحزمة ضيق) و خروج أو كسب كبير عند الرنين , أما قيمة Q الصغيرة فتوسع عرض الحزمة وتقلل الخروج . كما في الشكل ادناه .



شكل (3 - 3) العلاقة بين مقاومة الملف ومعامل الجودة Q في رنين التوازي

وفي حالة رنين التوازي نحصل على اختيارية عالية (عرض حزمة ضيق) كلما قلت المقاومة الموجودة على التوازي مع الملف , ويزيد عرض الحزمة كلما قلت المقاومة الموجودة على التوازي مع الملف والمكثف , كما في الشكل .



شكل (3 - 4) العلاقة بين رنين التوازي والاعاقة مع Q

عامل الجودة أو شكل التأهيل Q Figure of merit

يعتبر الملف المثالي خالي من المقاومة , ولكن لا يوجد مثل هذا الملف في الواقع بل توجد دائما مقاومة موزعة بالملف . ويعرف شكل التأهيل أو معامل الجودة للملف بأنه نسبة ممانعته الى مقاومته ويرمز له بالحرف Q .

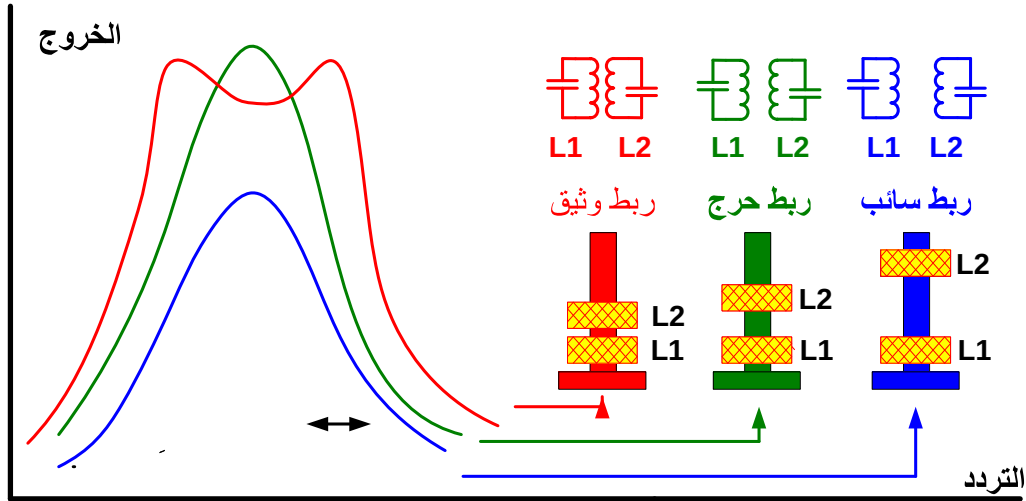
$$Q = \frac{X_L}{R_L}$$

حيث ان X_L هي الممانعة الحثية للملف , R_L هي المقاومة الاومية للملف والجدير بالذكر انه عند الترددات العالية , يميل جزء كبير من التيار الى السطح الخارجي للموصل كلما زاد التردد. وهذا يؤثر في تصغير مساحة المقطع الموصل

وزيادة المقاومة و ينتج عن ذلك زيادة الفقد . وهذا التأثير يسمى " مفعول القشرة **skin effect** ". و بزيادة التردد تزيد كل من ممانعة الملف ومقاومته مما يجعل Q للملف ثابتة نسبيا على مدى تردد محدود .

محولات الربط والتتغيم الخلفي الراديوية :

يمكن التحكم في عرض حزمة الترددات , باستخدام دائرتين منغمتين على تردد واحد , يربط بين ملفاتهما ازدواج مغناطيسي , وهذه هي حالة "محول الربط **coupling transformer** ". ويمكن ان يكون الازدواج بين الدائرتين اما حرج او وثيق أو سائب . وتأثير مختلف درجات الازدواج على منحنى الاستجابة يتضح من الشكل .

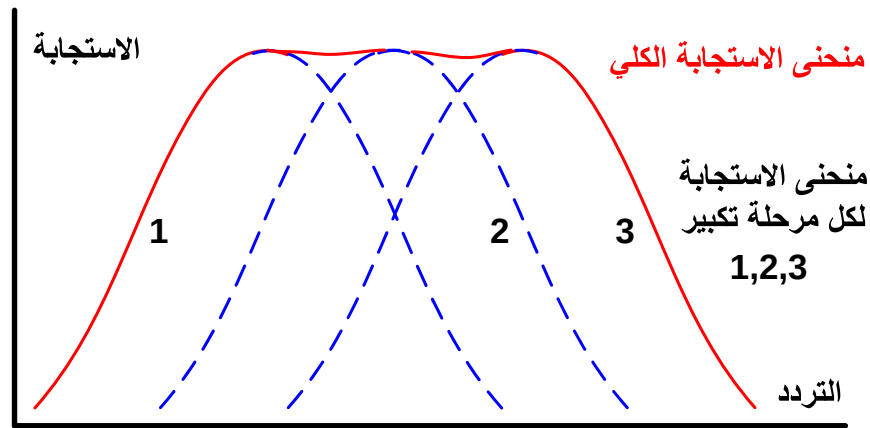


شكل (5 - 3) انواع الربط في محولات التردد وتأثيرها على منحنى الاستجابة

ففي حالة الازدواج الحرج يكون لمنحنى استجابة الثانوي قمة منفردة ذات أقصى ارتفاع , وفي تلك الحالة يحدد عرض الحزمة فقط حمل الدائرة أو Q لها . أما اذا كانت الدائرة سائبة الازدواج , يظهر منحنى له قمة واحدة ذات ارتفاع منخفض . وفي حالة الازدواج الوثيق - أي الاكبر من الحرج - فتظهر قمتان منفصلتان للمنحنى وينخفض ارتفاعه . أي في تلك الحالة الأخيرة يزيد عرض الحزمة ويقل كسب الدائرة . ومثل هذه الدائرة تستخدم في جهاز التلفزيون , وخاصة في مرحلة الترددات البينية . ويمكن التحكم في عرض حزمة مكبر بواسطة ما يسمى "تنغيم خلفي **staggered tuning** " فمثلا نأخذ مرحلة تكبير واحدة , تتصل قاعدة ترانسستورها بدائرة رنين , وكذلك تتصل مجموعها بدائرة رنين . فاذا نغمت كل من

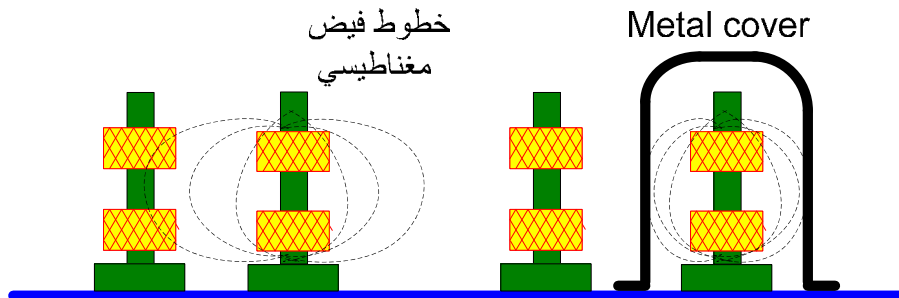
دائرتي الرنين في القاعدة والمجمع على تردد واحد , نحصل على اكبر كسب عند تردد الرنين . ولكن عرض حزمة الترددات في تلك الحالة تكون في العادة ضيقة جدا .

أما اذا وجد اختلاف قليل بين كل من دائرتي القاعدة والمجمع فإن الكسب ينقص ولكن عرض الحزمة يزيد . فإذا تعددت مثل تلك المراحل , وكانت كل من دوائر الرنين منغمة على تردد رنين مختلف , ولها درجات كبت مختلفة , ومتصلة مع بعضها على التوالي , نحصل على منحنى استجابة عام . ويسمى ذلك " تنعيم خلافي " . وبالاختيار المناسب لترددات الرنين , نحصل على منحنى استجابة عام له حزمة ترددات واسعة كما في الشكل ادناه تلائم استعمالات كثيرة منها التلفزيون .



شكل (6 - 3) منحنى الاستجابة لثلاث مراحل تكبير على التوالي

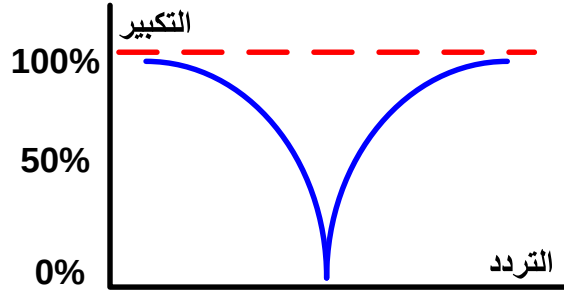
يحدث خاصة عند الترددات العالية , ربط غير مرغوب فيه بين دائرتين مختلفتين بواسطة خطوط قوى مغناطيسية شاردة أو بواسطة سعة شاردة . وللتغلب على ذلك تستخدم حواجز معدنية , كما في الشكل .



شكل (7 - 3) تأثير الحجب المعدني على خطوط الفيض المغناطيسي

مصائد الموجات wave trap

عند استخدام دائرة رنين لرفض حزمة من ترددات ضيقة وتمرير ترددات أخرى يطلق عليها اسم مصيدة موجات . وتنغم دائرة الرنين على التردد المطلوب رفضه فنحصل على منحنى استجابة كما في الشكل .



شكل (8 - 3) منحنى الاستجابة لمصيدة موجية لتردد معين

ولمصائد الموجات اشكال مختلفة منها ان تكون دائرة رنين توازي موصلة على التوالي مع الدائرة , او تكون دائرة رنين توازي موصلة على التوازي مع الدائرة او دائرة ملف ومتسعة مقفلة مزدوجة مغناطيسيا مع الدائرة . وفي هذه الحالة الاخيرة تسمى "مصيدة شفط " لانها تشفط التردد المنغمة عليه . يستفاد من مصائد الموجات في دوائر جهاز التلفزيون في مرحلة منتخب القنوات حيث يمكن لاشارة قوية كالصادرة من محطات تعديل تردد قريبة ان تفسح لنفسها طريقا الى داخل جهاز التلفزيون وتسبب تداخل في الصورة او الصوت . لذلك توضع مصائد موجات عند مدخل الجهاز في مثل هذه الحالات لتمنع التداخل . في مرحلة الترددات البينية يستفاد من مصائد الموجات للتخلص من تداخل القنوات المجاورة .

موقع لحساب قيم مرشحات للترددات العالية

<http://www.csgnetwork.com/hfreqfiltercalc.html>

المرشحات Filters

تعتبر المرشحات من القطع الالكترونية المهمة في اللاسلكي خصوصا والاجهزة الالكترونية عموما اذ بواسطتها يمكن تمرير الذبذبات المطلوبة ومنع مرور غير المطلوبة كما يمكن تمرير او منع حزم من الترددات ومنع التوافقيات Harmonic من الوصول الى الهوائي مع الاشارة الاصلية وتستعمل ايضا لمنع التشويش Noise من الاجهزة الكهربائية كالمكانس الكهربائية و مجففات الشعر ومختلف الاجهزة التي تحوي على محركات ذوات الفرش خصوصا .

المرشحات على نوعين رئيسيين :

1- مرشحات السعوية – المقاومة RC

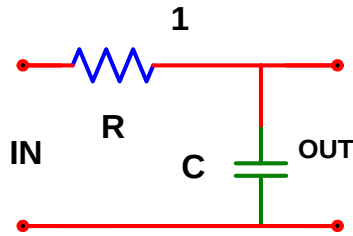
وتسمى بالمرشحات الخاملة وتتكون من متسعات ومقاومات وتستعمل لتمرير الترددات المتدنية والعالية لدى تغذيتها باشارات جيبيهة .

2 - مرشحات السعوية – الحثية LC

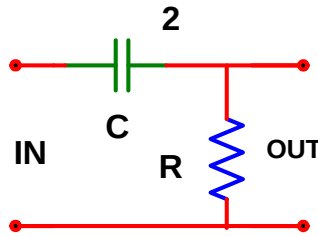
وتسمى بالمرشحات الفعالة وتتكون من متسعات وملفات لتمرير الترددات المتدنية والعالية لدى تغذيتها باشارات جيبيهة .

1- المرشحات السعوية – المقاومة

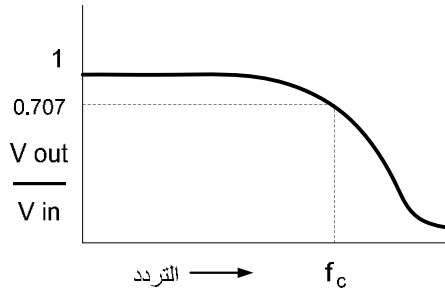
تستعمل المتسعات والمقاومات لتمرير ترددات متدنية وعالية على السواء الا ان هذا النوع من المرشحات يعاني من مشاكل في الترددات فوق 100KHz ولايجب استخدامه عندها . ويصلح عمليا للترددات الواطئة فقط (للترددات الصوتية) .



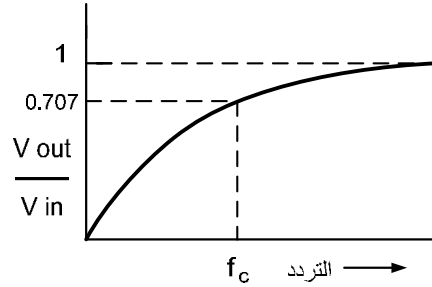
مرشح ترددات واطئة



شكل (9 – 3) مرشح ترددات عالية



الاستجابة الترددية لمرشح
ترددات واطئة (1)



الاستجابة الترددية لمرشح
ترددات عالية (2)

شكل (3 - 10) الاستجابة الترددية للمرشحات السعوية المقاومة

$$f_c = \frac{1}{2 \pi C R}$$

f_c = تردد القطع بالهيرتز

C = قيمة المتسعة بالفاراد

R = قيمة المقاومة بالاووم

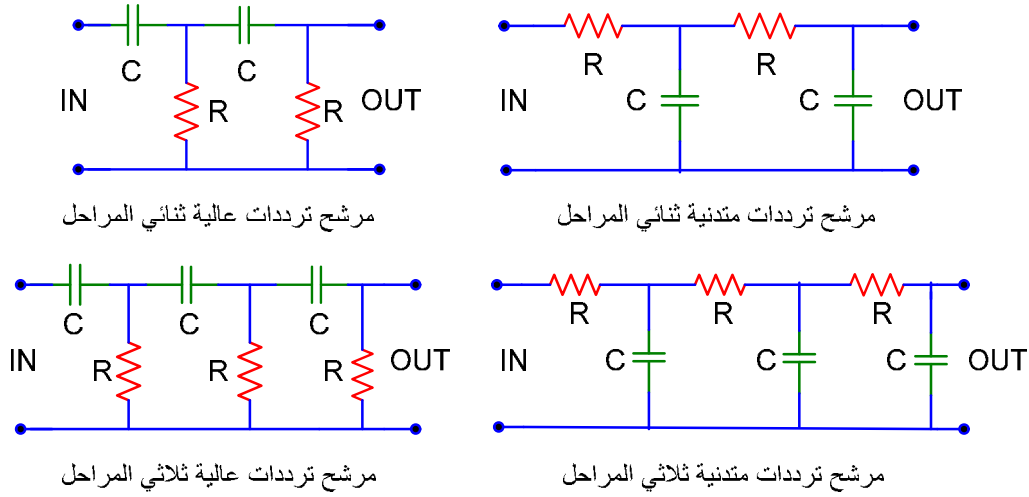
$$2.14 = \pi$$

لو نظرنا الى الشكل (4 - 10) نرى ان دائرة تمرير الترددات المتدنية تبدأ ثابتة مسطحة ثم تهبط تدريجيا مع ارتفاع التردد الى ما فوق قيمة تردد القطع f_c .

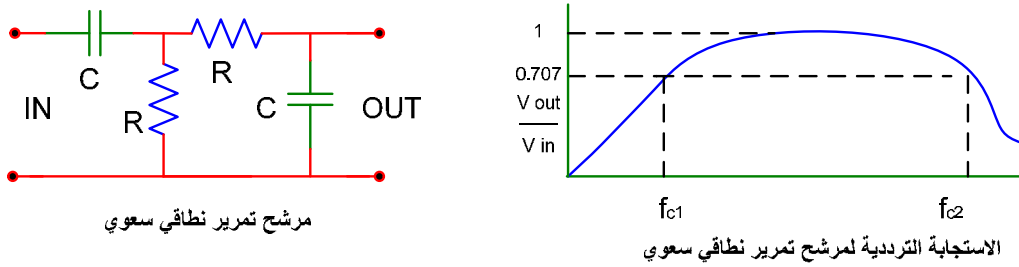
اما دائرة تمرير الترددات العالية تعطي استجابة ترتفع تدريجيا مع ارتفاع التردد ثم تتواصل مسطحة مع تجاوز التردد قيمة القطع.

في كلا الدائرتين يكون تردد القطع f_c هو التردد الذي تهبط عنده فولتية الخرج الى 0.707 من فولتية الدخول و للحصول على تدرجات اكثر انحدارا ينبغي توصيل مرشحين احادي المرحلة او اكثر بشكل تعاقبي.

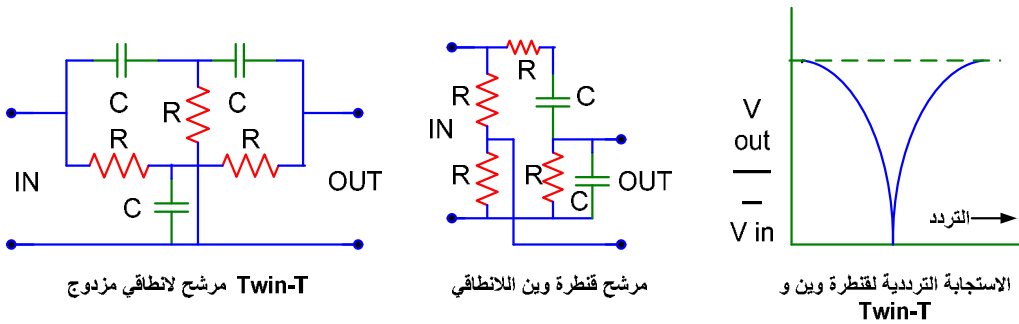
معدل الهبوط (التوهين **Attenuation**) يزداد بزيادة المراحل 6 ديسبل للمرحلة الاولى و 12 ديسبل للمرحلة الثانية و 18 ديسبل للمرحلة الثالثة



شكل (11 - 3) مرشحات سعوية مقاومة متعاقبة



شكل (12 - 3) مرشح تمرير نطاقي (حزمة) سعوي مقاومي



شكل (13 - 3) الاستجابة الترددية في كل من قنطرة وين و Twin-T

2 - المرشحات الحثية السعوية LC

كما نوهنا سابقا بان المرشحات السعوية المقاومة RC تعاني من مشاكل كبيرة في الترددات العالية (فوق 100KHz) لذا يفضل استعمال مرشحات LC للترددات المتدنية والعالية والانواع الرئيسية هي π و T و L وسبب تسميتها بهذه الاسماء انها تمثل شكل رسمها على الخارطة ليس الا .

المعادلات التصميمية لمرشحات LC بانواعها

$$Z_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

المعاوقة المميزة / وحدتها اوم Ω

$$f_c = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

تردد القطع / وحدته هيرتز Hz

$$L = \frac{Z_o}{2\pi f_c}$$

الحث / وحدته هنري H

$$C = \frac{1}{2\pi f_c Z_o}$$

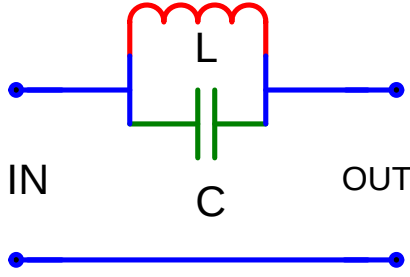
السعة / وحدتها فاراد F

حيث Z_o بالاوم , f_c بالهيرتز , L بالهنري , C بالفاراد

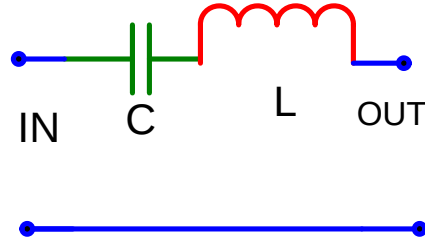
يراعى عند تصميم المرشحات ضرورة ابعاد تاثير القوى والسعات الشاردة للملفات في ما بينها وخصوصا في الترددات العالية جدا لمنع تاثير الواحد على الاخر (عدم وضع الملفات بصورة متجاورة بل توضع بصورة متقاطعة) .

	المرحلة T	المرحلة π
للترددات المتدنية		
للترددات العالية		

الشكل (3 - 14) المرشحات الحثية والسعوية لتمرير الترددات المتدنية والعالية

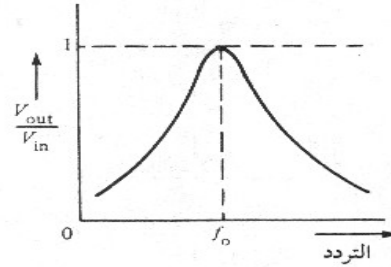
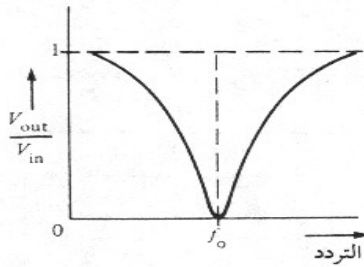


مرشح تمرير متوازي



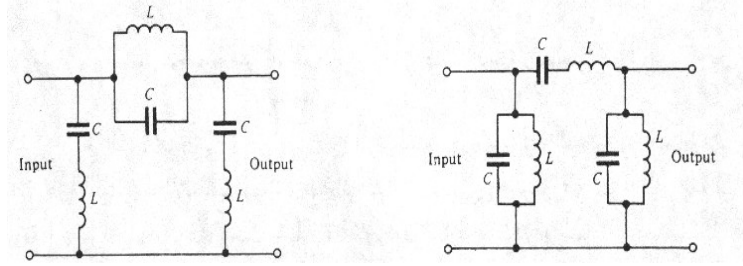
مرشح تمرير متوال

الشكل (3 - 15) مرشحات دوائر مؤلفة على ربط التوالي والتوازي



الشكل (3 - 16) الاستجابة الترددية لربط التوالي والتوازي

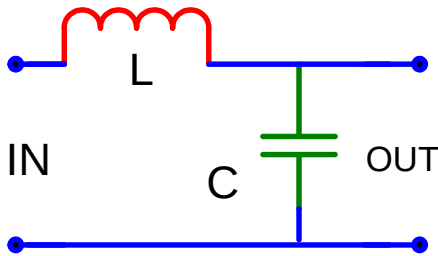
يمكن تحسين اداء المرشحات البسيطة السابقة الى حد كبير جدا باضافة عناصر تفرعية على طول الخطوط كما في الشكل الاتي ولاحظ ان العناصر المفرعة يجب ان تاخذ شكلا معاكسا للعنصر الاساسي في الدائرة ويتم تحسين الاداء اذا تم تجنب الاقتران العرضي والمحاثات تحديدا ينبغي تركيبها بحيث يتم تجنب الاقتران الكهرومغناطيسي .



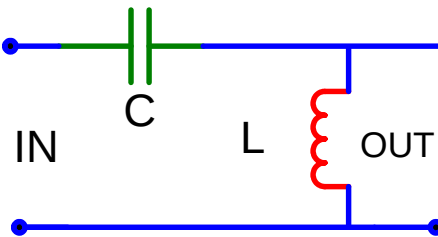
شكل (3 - 17) تحسين اداء المرشحات باضافة عناصر تفرعية

من خلال ماسبق يمكن تلخيص نوع وعمل المرشحات الحثية السعوية LC

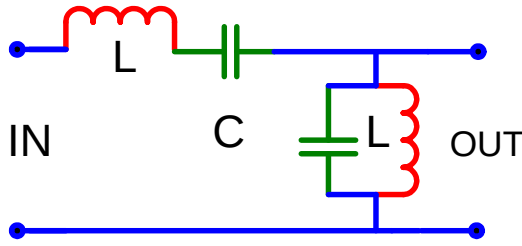
أ- مرشح نوع L



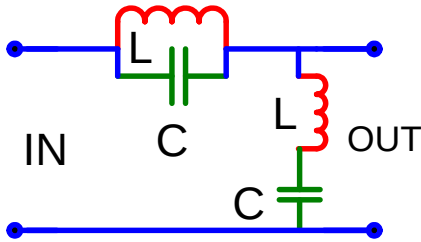
1- مرشح تمرير منخفض يمرر جميع الترددات الاقل من تردد القطع و يسبب اضمحلال الترددات الاعلى من تردد القطع .
شكل (3 - 18)



2- مرشح تمرير مرتفع يمرر جميع الترددات الاعلى من تردد القطع و يسبب اضمحلال الترددات لاقل من تردد القطع .
شكل (3 - 19)



3- مرشح تمرير حزمة يمرر حزمة الترددات بين ترددي القطع و يسبب اضمحلال الترددات الاعلى و الاقل .
شكل (3 - 20)

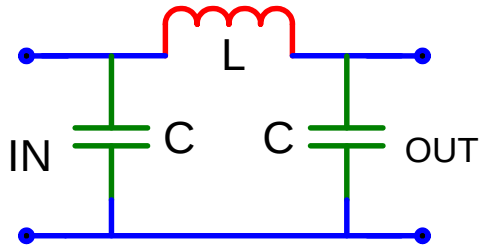


4- مرشح تضيق حزمة يسبب اضمحلال الترددات بين ترددي القطع و يمرر الترددات الاعلى و الاقل من تردد القطع .
شكل (3 - 21)

يختلف تصميم المرشحات تبعا للخواص المطلوبة و احد الخواص الهامة هو حدة القطع هو اصطلاح يعبر به عن مقدار السرعة التي تضحل بها الترددات بعد تردد القطع و في الاستعمالات التي لا تتطلب قطع حاد يستخدم احيانا مرشح (متسعة ومقاومة) بدلا من مرشح (ملف ومتسعة) و ذلك توفيراً للتكاليف لان المقاومة ارخص ثمناً من الملف .

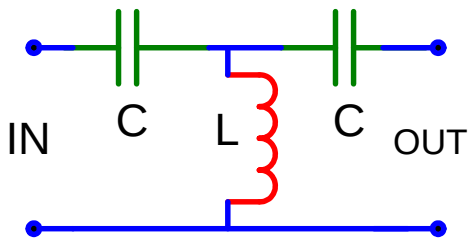
يمكن اضافة اكثر من قطاع للحصول على قطع اكثر حدة باستخدام مرشحات تسمى مستخلص M و تتكون من اضافات متعارضة (اضافة مكثف الى ملف او بالعكس) في اي من فرعي التوالي او التوازي للدائرة الاصلية .

يمكن استخدام بلورة الكوارتز كمرشح ضيق جدا **Very Narrow Band** وبتردد البلورة نفسها



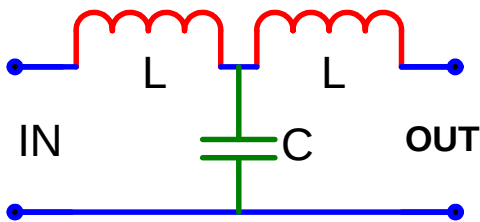
ب- مرشحات نوع π

شكل (3 - 22)



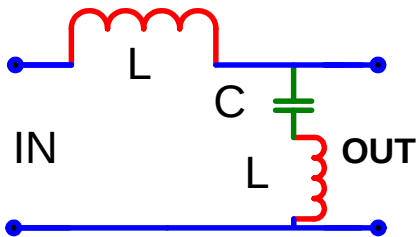
ج- مرشحات نوع T

شكل (3 - 23)



د- مرشحات متعددة القطاعات M

شكل (3 - 24)



و- مرشحات مستخلص M

شكل (3 - 25)

القلوب الدائرية والفيرايث Ferrite

ملفات التردد الراديوي يجب ان تكون صغيرة الحجم بسبب صغر اجهزة الاستقبال الحديثة لذا يجب لف الملفات الراديوية على قلب له نفاذية مغناطيسية عالية وحلقة هسترة مغناطيسية ضيقة ومقاومة عالية للتيارات الدوامية حتى لا تبديد طاقة التيار الراديوي .

وللحصول على هذه المواصفات تستعمل برادة الحديد او المادة المغناطيسية الناعمة جدا (كالغبار الدقيق) وتخلط بمادة لاصقة عازلة وتصب بقوالب تحت ضغط معين لتكوين القلب حسب الشكل المطلوب فاما ان يكون مسنن لتحريكه داخل محولات التردد المتوسط IF او على هيئة قضبان لللف الملفات عليه او حلقيه او انابيب مثقبة مزدوجة او ثلاثية الثقوب واشكال عديدة وحسب الحاجة والاستعمالات . والفيرايث عادة هو اوكسيد الحديد المغناطيسي $fe o + fe_{2}o_{3}$ اما الفيروكسكيوب $mfe_{2}o_{4}$ فهو مادة ذات نفاذية مغناطيسية عالية مما يجعله ملائما لتطبيقات الترددات الراديوية .

القلب الدائري (تورويد Toroid) هو القلب الدائري الحلقي المغناطيسي والذي يشبه الكعكة الدائرية او اطار السيارة المطاطي الداخلي ومادة القلب الدائري (مسحوق الحديد او الفيرايث) تزيد من المحاثية الفعالة للملف الدائري اكثر من الفراغ او اي مادة اخرى .

هذا الامر يؤدي الى اقلال الحيز اللازم للتجميع وخفض الفقد المتأني من مقاومة اسلاك الملف فالمقاومة المتناقصه تحقق قيمة عالية مرغوبة لعامل الجودة Q للملف لذا يمكن استخدام اسلاك ذو قطر كبير والنتيجة بشكل عام ملف ذو ابعاد قليلة ومقاومة قليلة للحصول على Q عالية .

من ميزات القلوب الدائرية هي الملف او المحولة الملفوفة على القلب لها حجب ذاتي كبير وهذا يعني انه لا وجود لتداخل المجالات المغناطيسية بين الملفات او المحولات فيما بينها .

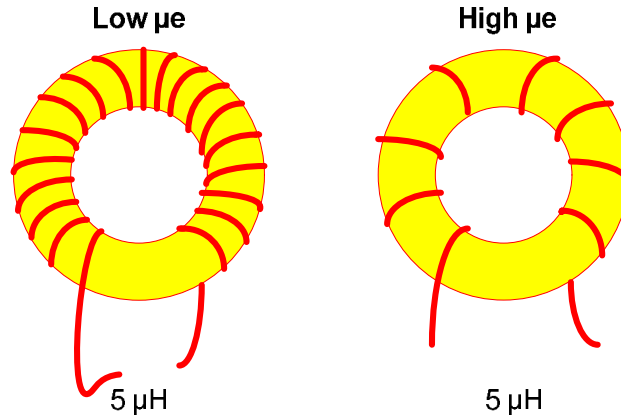
تتوفر القلوب الدائرية باحجام واشكال واقطار متنوعة فالحجوم تبدأ من عدة مليمترات الى حوالي 15 سم والاقطار المستخدمة في اجهزة الاتصالات عادة من 5 ملم الى 5 سم وهي تبدو متشابهة في اشكالها ولكنها في الحقيقة توجد فروق في خصائصها ومميزاتها وهناك جداول خاصة بذلك وبشكل عام ان **قلوب مسحوق الحديد powdered-iron** هي الاكثر ملائمة لدوائر التردد الراديوي عندما

نحتاج دوائر تنعيم ذات قيمة Q عالية وحزم تنعيم ضيقة Narrow-band القلوب الحديدية التقليدية تعمل جيدا في المنطقة السمعية من طيف الترددات وصعودا اما عند الترددات الراديوية العالية فان القلوب الحديدية لا يمكن استخدامها ونلجأ الى استخدام قلوب الفيرايث او قلوب مسحوق الحديد .

خلطة المادة المصنوع منها القلب وطريقة صناعته تكون سببا في اعطاء القلب خواصه النفاذية المميزة **specific permeability** μ_i ويعبر عنها بالعامل μ_i او بالرمز μ_e **effective permeability** وكلما عظمت نفاذية القلب كلما تحقق حث اكبر لنفس عدد اللفات وهو المطلوب لزيادة عامل الجودة **Q** للملف .

من المهم معرفة خصائص القلب قبل استعماله فالقلب الخطا ممكن ان يعيق عمل الدائرة وخاصة عند القدرات العالية للتردد الراديوي لهذا السبب يتعين علينا الانتباه عند استخدام قلوب غير معروفة من الاجهزة المستعملة لان الاحجام واحدة لكن الخصائص مختلفة .

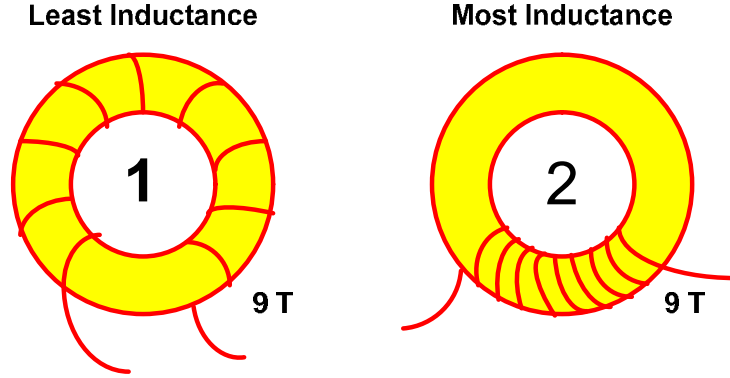
نفاذية القلب ممكن ان توضح بشكل دقيق من خلال استعمل ملفين على قلبين دائريين حيث كل من الملفين لهما حث $5\mu H$ القلب ذو النفاذية الكبيرة **high- μ_e** له عدد قليل من اللفات بينما القلب ذو النفاذية الواطئة **low- μ_e** يتطلب عدد اكبر من اللفات للحصول على نفس الحث $5\mu H$. وهذا راجع الى مواصفات وطبيعة القلب المستخدم حيث تجهز الشركات المصنعة جداول قياسية باحجام وقدرات وخصائص ونفاذية القلوب .



قلب ذو نفاذية مغناطيسية عالية يحتاج لعدد لفات اقل من اخر ذو نفاذية واطئة لتحقيق نفس مقدار الحث

شكل (26 – 3) الفرق بين النفاذية للقلوب الحلقية

يمكن التحكم بحث الملف عن طريق نشر او ضغط لفاته قليلا وكلما نشرنا اللفات على كامل مساحة القلب كلما حصلنا على حث اقل للملف ككل . هذا الموضوع ممكن ان يكون مفيدا عند اجراء الضبط النهائي في دوائر التنعيم حيث قطرة صمغ او شمع منصهر ممكن ان تعيد تثبيت اللفات في مكانها .



افضل النتائج يمكن الحصول عليها عند نشر اللفات بمقدار 330° حول القلب كما في الشكل 1 ولا ينصح بلم الملف كما في الشكل 2

شكل (27 - 3) الفرق في الحث بين نشر ولم الملفات الحلقية

تشبع القلب وقدرة القلب Saturation And Power Rating

يجب ان لا يختار القلب فقط ليحقق لنا قيمة Q المطلوبة والعامل μ_e علينا ان ننتبه للقدرة التي يمكن للقلب ان يتحملها بشكل امن . زيادة القدرة المحملة للقلب تؤدي الى :

- 1- سخونة القلب الغير الطبيعية
- 2- تغير نفاذية القلب μ_e
- 3- توليد توافقيات غير مرغوب بها Harmonic
- 4- تكسر القلب

قلب **الفيراييت** الذي يتعرض الى قدرة تفوق تحمله تتغير نفاذيته المغناطيسية وحتى عندما يبرد لا ترجع نفاذيته الى قيمتها الاصلية . اما قلوب **غبار الحديد** وتحت نفس الظروف لا تتعرض الى التغيرات اعلاه ولا تعاني من تغيير نفاذيتها المغناطيسية .

ان μ_e لقلوب الفيراييت اكبر كثيرا من قلوب غبار الحديد لكن كثافة الفيض المغناطيسي مقدرة بالكاوس لقلوب غبار الحديد اكثر بكثير من مثيلاتها من قلوب الفيراييت وهذا يعني ان قلوب غبار الحديد مهيئة لحمل قدرة اكبر من مثيلاتها من قلوب الفيراييت .

لف الملفات على القلوب الدائرية وعامل حث القلب AL

من الصعوبات التي تجابهنا عند لف الملفات الدائرية هو معرفة الطول الكافي للسلك المستخدم لللف الملف . اذ ان التخمينات غالبا ماتكون مخيبة وخاصة اذا كان الملف يحوي عدد كبير من اللفات واذا لم يكفي طول السلك سنضطر الى فك اللفات وابدال السلك باخر اطول واعادة اللف . السلك الطويل يكون عقبة في العمل والطريقة العملية هي صنع لفة كاملة حول القلب ثم ضرب طول هذه اللفة في عدد اللفات المطلوبة واعطاء بعض السانتمترات الاضافية لطول الاطراف .

القلوب بصفة عامة لها عامل يسمى **AL** عامل حث القلب وهو مشتق من دوران المجال المغناطيسي دورة واحدة خلال مادة القلب والشركة الصانعة تذكر هذا الرقم على كل قلب مصنع وهو يختلف من قلب لآخر ووحدته الهنري **H** او اجزائه , ملي هنري , مايكروهنري .

يمكن حساب عدد اللفات التي تحقق الحث المطلوب لملف قلب دائري بالاستعانة ب **AL** المعطى للقلب وحسب العلاقة :

$$\text{Turns} = 100 \sqrt{\frac{L (\mu H)}{AL}}$$

حيث **L** هو الحث المطلوب من الملف و **Turns** عدد اللفات وال **AL** المعطاة مع القلب .

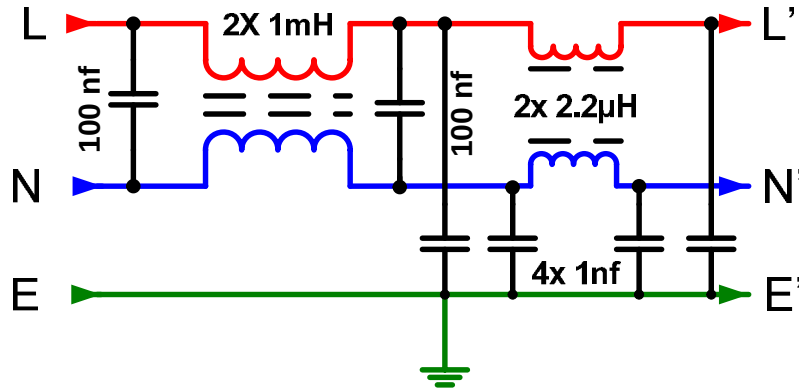
فلو اردنا معرفة عدد اللفات اللازمة للحصول على ملف يحقق حث مقداره **5μH** ب **AL** قدره **50μH** فيمكن حسابها من العلاقة السابقة

$$\text{Turns} = 100 \sqrt{\frac{5}{50}} = 31.6 \text{ Turns}$$

وليس من المعقول ان نلف **0.6** لفة فاما ان نلف **32** او **31** لفة ويجب لف الملف على جميع مساحات القلب (توزيعه) كما في الشكل **1 / 24** لتحقيق العلاقة السابقة . ويمكن ضبط المحاثة بلم او توزيع اللفات كما سبق توضيحه .

تستعمل القلوب الدائرية وخرز الفييرايت لكبح الترددات الطفيلية في مكبرات **VHF** و **UHF** ويجب وضعها اقرب مايكون من الترانسسترات وتستعمل كذلك في منع التردد الراديوي من الانتقال عبر مراحل خط التغذية داخل اجهزة الاتصالات , وتوضع عدة خرز متوالية كخوانق للتردد الراديوي بين مرحل المكبرات الراديوية وتستعمل كذلك في الاجهزة المنزلية التي تتولد فيها الضوضاء الكهربائية كمجففات الشعر والمكانس الكهربائية وفواكه (ست البيت)

كما تستعمل قلوب الفيراييت كمحولات عزل في الهوائيات لمنع الموجات الراديوية المنبعثة منه من السريان عبر كابل الهوائي (على الضفيرة الخارجية للكابل) وتوليد تداخلات لاسلكية مضرّة حول وداخل المحطة والتشويش على الاجهزة المختلفة اثناء الارسال كالتلفزيون والحاسبات والتليفونات .



شكل (28 - 3) مرشح للتغذية العمومية بقلوب فيرايت يستخدم مع الاجهزة الكهربائية التي تصدر ضوضاء وضجيج كهرومغناطيسي او كهروستاتيكي لمنع هذه الضوضاء من التأثير على الاجهزة المجاورة ويوضع داخل صندوق معدني صغير مغلق ومؤرض جيدا داخل الجهاز الذي يصدر الضوضاء . وطبعا يستخدم مع الاجهزة الجيدة والغالية الثمن .

اساسيات الاسلكي والالكترونيات

الفصل الرابع

تأليف قصي الفرضي

2008

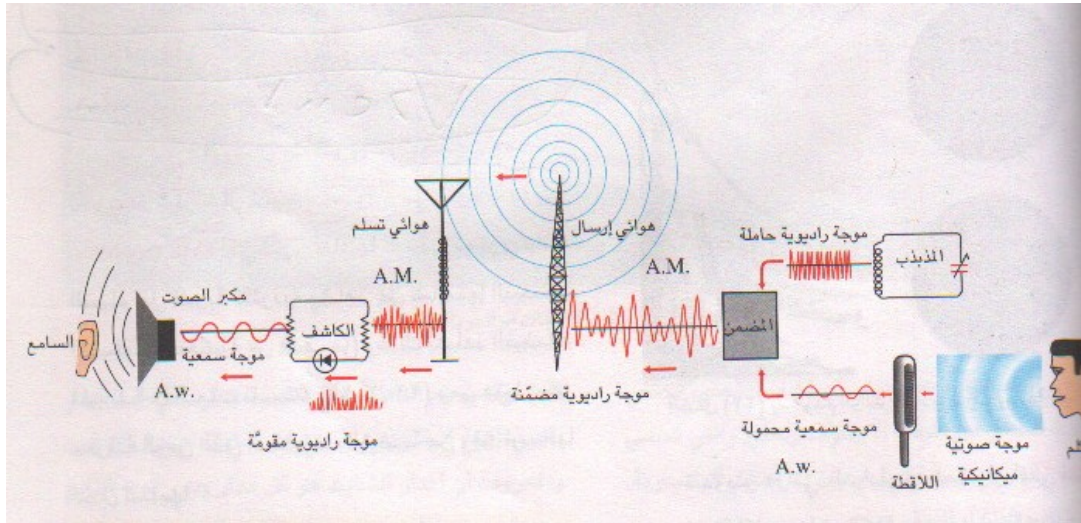
الفصل الرابع

توليد الامواج الكهرومغناطيسية والارسال والاستقبال والتحميل

ان نقل الصوت لمسافات بعيدة غير ممكن بسبب تلاشي الموجة الصوتية في الهواء كلما ابتعدنا عن مصدر الصوت لذا تطلب طريقة ما لنقله الى مسافات شاسعة فاستعملت الامواج الكهرومغناطيسية العالية التردد والتي لها القابلية على الانتشار في الهواء والفراغ بسرعة الضوء (300,000 كلم / ثانية) بعد تحميل الصوت عليها وامكن نقل الصوت والموسيقى والبيانات الى مسافات شاسعة وحتى خارج الكرة الارضية (عند الاتصال مع رواد المركبة الفضائية ابولو 11 وهي على سطح القمر مثلا) .

ان توليد الامواج الكهرومغناطيسية في اجهزة الاتصالات يتم عبر دوائر الكترونية تولد هذه الموجات وبالاترددات المطلوبة ويتم تحميل الصوت او البيانات Modulation عليها بعدة طرق وسنتطرق الى انواع وطرق التحميل لاحقا في هذا الفصل .

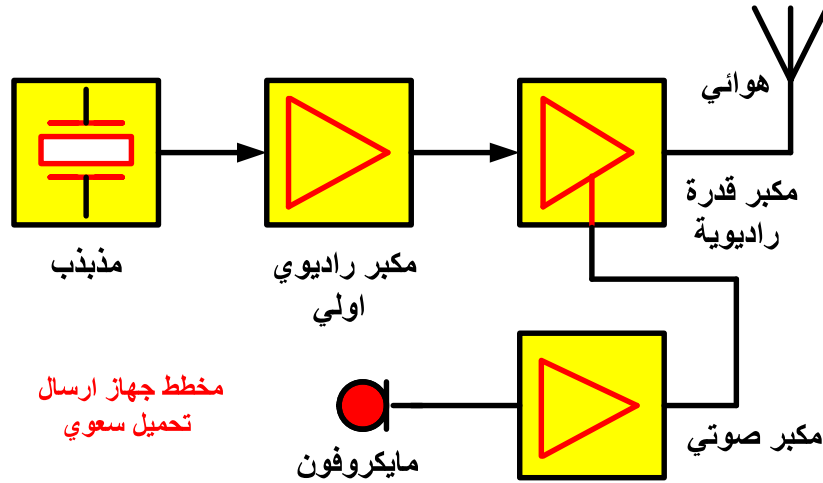
لو ربطنا ملف ذو حث مناسب بمتسعة على التوازي لامكن الحصول على ايسط دائرة رنين و يربط هذه الدائرة مع ترانسستور او صمام مفرغ (valve) لامكن الحصول على دائرة مذبذب (oscillator) تستخدم كدائرة اساسية لتوليد الموجة الكهرومغناطيسية والتي ستكبر قدرتها ويتم تحميل الصوت عليها ثم تبث الى الفضاء او الجو ومن ثم استلامها من قبل اجهزة الاستقبال حيث تكبر الاشارة الراديوية المستلمة ثم تستخلص الاشارة الصوتية منها (بعد اهمال الموجة الراديوية الكهرومغناطيسية الحاملة) .



شكل (1-4) جهاز ارسال واستقبال تحميل (تضمين) سعوي AM

الارسال transmit

يعتبر المذبذب الجزء الرئيسي والمهم في عملية الارسال اذ هو الذي سيحدد تردد الموجه الحاملة (carrier) للإشارة الصوتية او المعلوماتية وتستخدم بلورة الكوارتز كعنصر اساسي في المذبذب لتوليد هذا التردد الذي سيضخم في ما بعد وتحمل الإشارة الصوتية عليه ثم يدخل مرحلة التكبير النهائي فالهوائي . الشكل الاتي يبين مراحل جهاز الارسال بابط صوره .

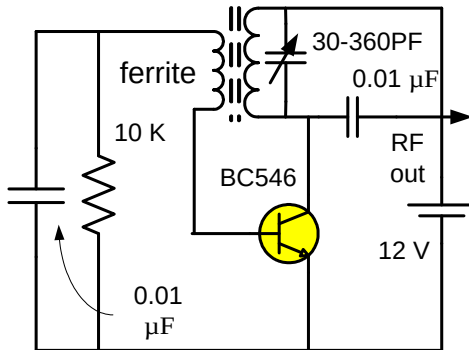


شكل (2 - 4) مخطط كتلي لجهاز ارسال تحميل سعوي AM

المذبذب oscillator

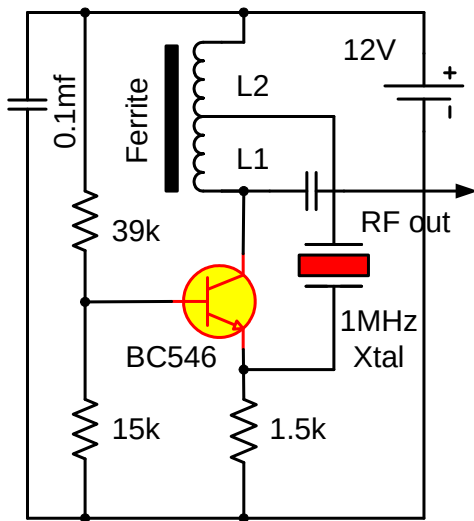
المذبذبات على انواع كثيرة ومتنوعة منها تستخدم دوائر رنين (ملف + مكثف) ومنها تستخدم بلورات الكوارتز ومنها المتغيرة ومنها الثابتة ومن انواع المذبذبات مذبذب هارتلي وكولبيتز وتيكلر وهي جميعا تؤدي الغرض نفسه بتصاميم مختلفة .

شكل (3 - 4) مذبذب راديوي بدائرة رنين



الدائرة عبارة عن مذبذب راديوي باستخدام دائرة رنين (ملف ومكثف متغير) وملف للتغذية العكسية feed back وبقلب من الفيريت (اوكسيد الحديد المغناطيسي) التردد المتولد يعتمد على قيمة الملف و المتسعة المتغيرة 30-360pf حيث يمكن تغيير التردد بتغيير قيمة المتسعة وكلما قلت قيمة المتسعة والملف كان التردد

المتولد اعلى , فعندما تسلط فولتية ما على دائرة الرنين فان المكثف يشحن و يتولد فيه مجال كهربائي ولما كان الملف متصلا بالمكثف على التوازي فان المكثف سيفرغ شحنته في الملف فيولد فيه مجال مغناطيسي وبذلك تبقى الدائرة بحالة شحن وتفريغ الى ان تتلاشى ولما كانت الدائرة مرتبطة بترانسستور مكبر فان الضغط المتردد يبقى متوصلا مادام الترانسسور شغالا حيث ان الضغط المتولد في مجمع الترانسسور ينتقل الى قاعدته عن طريق ملف التغذية العكسية (تغذية عكسية موجبة) لاستمرار عمل المذبذب . تستخدم قلوب الفيراييت (مسحوق اوكسيد الحديد المغناطيسي مع مادة لاصقة لاعطائه الشكل المطلوب) في محولات الترددات الراديوية بدلا من الحديد, وفي حالة الترددات العالية جدا تستعمل القلوب الهوائية فقط وسنتناول هذا الموضوع تفصيليا في فصل لاحق .



الدائرة عبارة عن مذبذب راديوي باستخدام بلورة الكوارتز (1MHz) ويلاحظ عدم وجود دائرة رنين بسبب ان البلورة هي التي تقوم بالاهتزاز وتوليد الدذبذبة التي لايمكن تغييرها الا بتغيير البلورة استقرارية هذا النوع من المذبذبات تجعله مفضلا في الاستعمال لثباته واستقراره

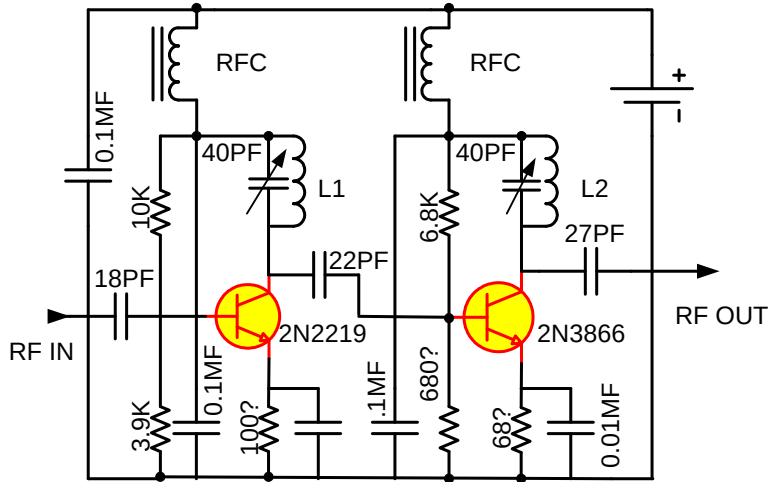
شكل (4 - 4) مذبذب راديوي بلوري

مكبر التردد الراديوي RF Amplifier

يقوم هذا المكبر بتكبير اشارة التردد الراديوي الناتجة من المذبذب والتي عادة تكون ضعيفة القدرة الى قدرة مناسبة بحيث يستطيع المكبر النهائي ان يكبر الاشارة بالقدرة المطلوبة ويتكون من مرحلة تكبير واحدة او اثنتين او ثلاثة حسب الحاجة .

يلاحظ في مرحلة التكبير الاولى والثانية وجود دوائر رنين على مجعبي الترانسسورين لزيادة التكبير لان المكبر حين يعمل على تردد واحد يكون تكبيره اكبر بكثير من مكبر يعمل على حزمة من الترددات , وتضبط دوائر الرنين على التردد المطلوب بتغير المتسعة المثبتة مع الملف ويمكن ان تضبط دائرة الرنين

بتردد التوافقية الاولى او الثانية او الثالثة للذبذبة الاصلية (التوافقية الاولى تعني ضعف التردد والثانية ضعف التردد وهكذا) للحصول على ترددات اعلى



بكثير من تردد المذبذب الاصلي ويستخدم ملف خائق RFC لمنع مرور الترددات الراديوية وتداخلها ما بين المراحل من خلال خط التغذية (+) المقاومات المربوطة على قاعدة الترانسسسترات لعمل فولتية الانحياز اللازم لها (Bias) لتشغيل الترانسسستر على مستوى فولتية الإشارة الداخلة .

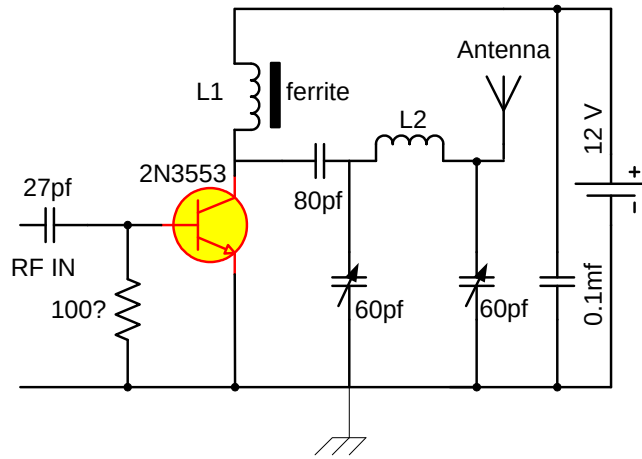
شكل (4-5) مكبر التردد الراديوي

تستخدم طريقة ربط المتسعات بين المراحل C- coupling لمنع دخول فولتية التغذية من مجمع المرحلة الاولى الى قاعدة المرحلة الثانية (تمرير الإشارة الراديوية فقط) ومن الممكن استخدام طريقة ربط المحولات بين المراحل الا انها اكثر كلفة واكثر صعوبة في الضبط . القدرة الخارجة من هذه الدائرة قليلة (اجزاء من الواط) ولا يمكن بثها من خلال الهوائي لذا تحتاج الى مرحلة تكبير نهائية للحصول على القدرة المطلوبة .

مكبر القدرة الراديوية RF power amplifier

يقوم هذا المكبر بتكبير الإشارة الراديوية الخارجة من مرحلة مكبر التردد الراديوي (المرحلة السابقة) و جعلها بقدرة مناسبة (حوالي 3 واط في هذا المخطط) و بممانعة خروج 50 اوم و هذا الموضوع ضروري جدا في اجهزة الارسل لأن ممانعة غالبية الهوائيات هي 50 اوم و يجب استخدام كيبل بممانعة 50 اوم ايضا ليتم التوافق بين الجهاز والكيبل والهوائي لخروج الإشارة بكامل قدرتها من الهوائي دون ضياع فيها لأن اي اختلاف في الممانعات بين العناصر

الثلاثة (الجهاز , الكيبل , الهوائي) يزيد من مقدار القدرة الراجعة ال SWR الى الجهاز والتي تسبب في تلف هذه المرحلة اذا ازدادت كثيرا (اكثر من 2) .



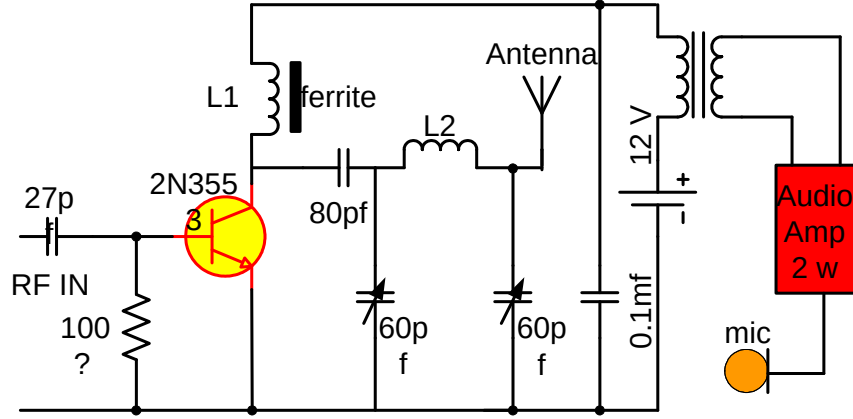
شكل (4 - 6) مكبر قدرة راديوية 3W

المخطط يبين مرحلة تكبير القدرة النهائية ذو قدرة خروج حوالي 3 واط وهذه القدرة تعتمد على نوعية الترانسسستر المستخدم والمراحل السابقة له يلاحظ عدم وجود دائرة رنين على مجمع ترانسستر القدرة لأعطاء الامكانية للدائرة للأشتغال عبر حزمة من الترددات و يستخدم الملف L1 كمقاومة حمل للترانسستر و يلاحظ في مكبرات ال RF استعمال الملفات كمقاومة احمال (بدلا من المقاومات الكربونية الاعتيادية كما في دوائر الصوت) لممانعتها العالية لترددات الراديوية وممانعتها الواطنة للتيار المستمر (فولتية التغذية) .

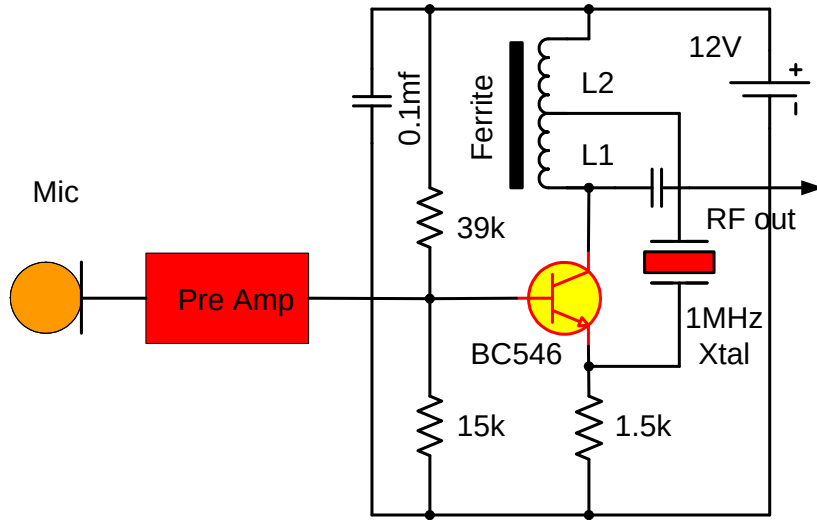
تستخدم دائرة ال π (باي) المتكونة من الملف L2 والمكثفين المتغيرين 60pf لتغيير ممانعة الخروج الى 50 اوم لعمل التوافق اللازم كما بينا سابقا ولعمل مرشح للتوافقيات الغير مرغوب بها والتي يجب ان تصل الى الهوائي .

الفرق بين مرسلات ال AM & FM

الدوائر السابقة هي ارسال موجة راديوية مستمرة CW (Continuous wave) بدون اي تحميل صوت او اشارة و هي تستخدم عادة في ارسال اشارات المورس يمكن اضافة مرحلة تكبير صوتية لتحميل الصوت على هذه الموجة المستمرة بطريقتين تحميل سعوي AM و تحميل ترددي FM التحميل السعوي يكون على الاغلب من مرحلة مكبر القدرة الراديوية النهائية و يحتاج لقدرة صوتية مناسبة (حوالي 2/3 من قدرة الارسال) لعمل هذا التحميل . التحميل الترددي يكون من مرحلة المذبذب ولا يحتاج الى قدرة عالية لذلك بل يجب ان تحدد وبدقة لمنع التغيير الكبير في تردد المذبذب في حالة زيادتها . و سنتناول كل منهما بالتفصيل و بالاستعانة بالدائرة السابقة و لغرض التوضيح فقط

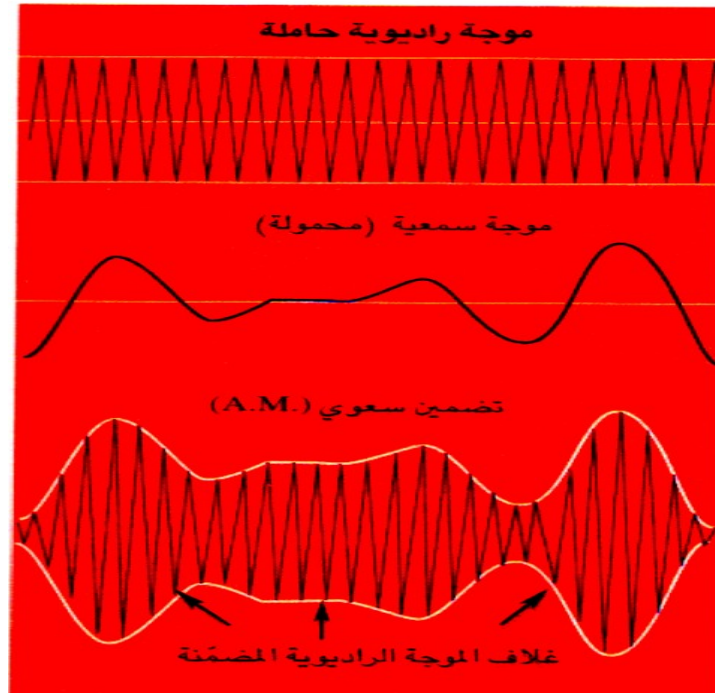


الشكل (4 - 7) يبين مرحلة تكبير القدرة الراديوية بتحميل سعوي AM



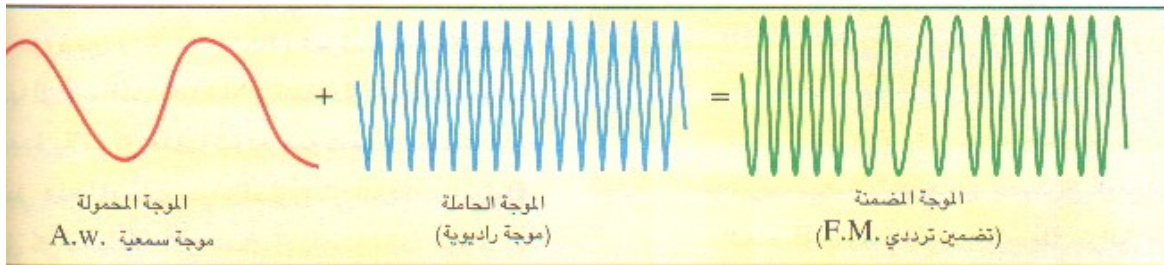
الشكل (4 - 8) يبين طريقة التحميل الترددي FM من مرحلة المذبذب

من الشكلين السابقين نرى ان التحميل السعوي ال AM يتم عادة من مرحلة التكبير النهائية للمرسل عبر محوطة صوتية (كما هو ظاهر في الشكل الاول) و تتغير الفولتية المسلطة (على مجمع الترانسستر 2N3553 والمارة من خلال الملف الثانوي للمحوطة) وفقا للتغير الصوتي و بذلك تزداد سعة الموجة المكبرة و تقل حسب التغير في الصوت و كما في الشكل الاتي



شكل (9 - 4) تحميل (تضمين) سعوي AM

اما التحميل الترددي FM فيتم عادة من مرحلة المذبذب حيث يتغير تردد المذبذب بالزيادة والنقصان حسب الاشارة الصوتية و يكون ذلك عبر تغيير الفولتية على قاعدة الترانسستر المذبذب BC546 و حسب الاشارة الصوتية و ان هذا التغيير في التردد $\pm$ بثبوت سعة الموجة يكون مماثلا للاشارة المحمولة (الصوت مثلا)



شكل (10 - 4) تحميل (تضمين) ترددي FM

الاستقبال Receivers

مبدأ اجهزة الاستقبال AM & FM مبدأ واحد تقريبا الا ان الاختلاف في مرحلة الكشف والتردد الوسط فقط حيث ان مرحلة كشف موجة AM هي مرحلة بسيطة و يتم عبر دايود كشف فقط , اما مرحلة كشف موجة ال FM تتم عبر دائرة معقدة نوعا ما و تسمى المميز (Discriminator) و يتم تحويل الفرق في التردد الى تغيير في الفولتية و مشابهها للاشارة الصوتية الاصلية .

اما بالنسبة للتردد الوسط ال IF (Intermediate Frequency) فاجهزة الاستقبال AM يكون التردد الوسط فيها 455 KHz اما بالنسبة لاجهزة استقبال FM فهي على انواع الغالبية منها بذبذبة 10.7 MHz وقسم منها بذبذبة 455 KHz وقسم منها بذبذبة 42 MHz وبالنسبة لاجهزة الاستقبال التلفزيوني فان التردد الوسط هو حزمة وليس تردد واحد وهو من 33.4 MHz (للصوت) الى 38.9 MHz (للصورة) اي بعرض 5.5 MHz وهو ما يمثل عرض الحزمة الصورية (video) .

يتكون جهاز الاستقبال من دائرة رنين (ملف + مكثف) تضبط على التردد المطلوب استقباله و تكون مربوطة بهوائي الاستلام , يتم تكبير الموجة المستلمة بواسطة مرحلة تكبير اولية RF pre Amp لأن الاشارة القادمة من الهوائي تكون من الضعف (بالميكرو فولت) بحيث يتعذر اجراء اي تغيير عليها . تولد ذبذبة من مذبذب محلي Local oscillator داخل الجهاز عموما بتردد يزيد بمقدار 455KHz في مستقبلات ال AM و 10.7 OR 9.1MHz في مستقبلات ال FM عن التردد المستلم تمزج هذه الذبذبة المولدة مع الذبذبة المستقبلية والخارجة من مرحلة التكبير الاولى فتنتج لدينا اربع ذبذبات

- 1- الذبذبة المولدة
- 2- الذبذبة المستقبلية
- 3- مجموع الذبذبتين المولدة + المستقبلية
- 4- فرق الذبذبتين المولدة – المستقبلية وهي فقط التي سیتفاد منها .

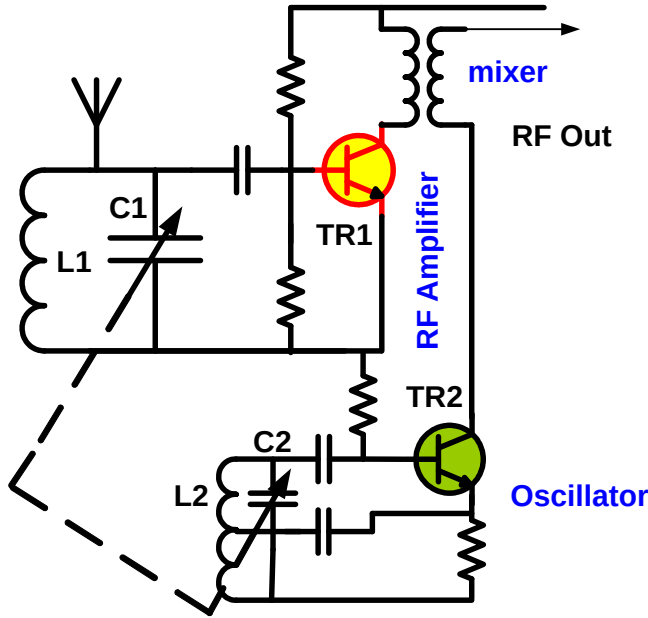
تدخل هذه الاربعة ذبذبات الى مرحلة التكبير الوسط IF (التي تكون عادة مصممة لتكبير وامرار ذبذبة واحدة هي ذبذبة الفرق بين المولدة – المستقبلية و تكون اما 455KHz في اغلب AM و 10.7 MHz في ال FM) و يتم تكبير الفرق فقط و تهمل بقية الذبذبات .

يتم كشف الإشارة الصوتية بعد هذه المرحلة (مرحلة التردد الوسط IF) بطريقتين كما اسلفنا سابقا

- 1- بكاشف بلوري (دايمود) جيرمانيوم اذا كانت الموجة المحملة AM
- 2- بالمميز Discriminator اذا كانت الموجة المحملة FM

ثم تدخل الإشارة المكشوفة الى مكبر للترددات الصوتية و من ثم الى السماعة و سنتناول كل مرحلة بالشرح والتوضيح . هذا النوع من المستقبلات يسمى بالسوبر هيتروداين (Supper Heterodyne) وهو ذو حساسية عالية وقدرة انتخاب جيدة والمستقبلات كانت في السابق تعمل بشكل خطي وكانت قليلة الحساسية و قدرتها على الانتخاب رديئة اذ كانت تسمع اكثر من محطة على الموقع الواحد و بخاصة اذا كانت المحطات قوية كما ان المحطات الضعيفة لا يمكن ان تسمع بسبب تداخل المحطات القوية معها لذلك برزت الحاجة الى استخدام مستقبلات اكثر حساسية و اكثر قدرة على الانتخاب و هي السوبر هتروداين

مرحلة انتخاب الذبذبة ومكبر الإشارة الراديوية والمذبذب والمزاج



لمختلف المحطات الاذاعية وينتخب تردد واحد بواسطة دائرة الرنين المتكونة من $L1$ و $C1$ وتهمل بقية الترددات تم تكبر هذه يستلم الهوائي ملايين الترددات الإشارة والتي تكون ضعيفة جدا (بالميكروفولت) بواسطة $TR1$ مكبر الإشارة الراديوية وفي الوقت نفسه يتم توليد تردد راديوي اعلى من التردد المستلم بمقدار $455KHz$ في مستقبلات AM بواسطة $TR2$ في مرحلة المذبذب Oscillator

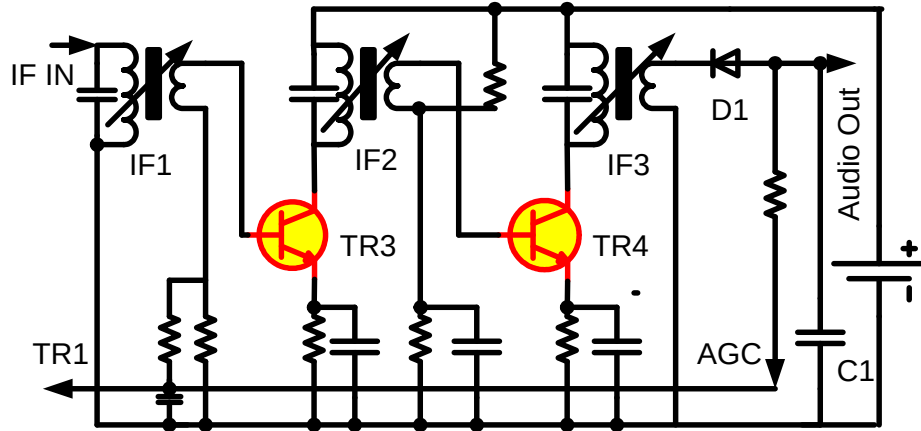
شكل (4 - 11)

بواسطة $C2$ و $L2$. $C1$ و $C2$ عبارة عن متسعتين متزامنتين (على محور واحد) ليبقى الفرق في التردد بين الموجة المولدة والمستلمة $455KHz$ على اي محطة مستلمة فعند استلام التردد $1000KHz$ مثلا يكون تردد المذبذب $1455KHz$, تمزج هاتين الذبذبتين في المازج Mixer وتنتج لدينا 4 ذبذبات

1455 – 1000 = **455 KHz** وهي التي سنستفيد منها وتهمل البقية
 تهمل 2455 KHz = 1000 + 1455
 تهمل 1000 KHz
 تهمل 1455 KHz

مرحلة التردد الوسط IF Intermediate frequency

تتكون هذه المرحلة عادة من مرحلتي او ثلاث مراحل تكبير ومزودة بدوائر
 رنين على التردد 455KHz لغرض زيادة كسب المرحلة وامرار 455KHz
 فقط ويتم السيطرة على التكبير المرحلة هي ومرحلة مكبر RF بواسطة
 ضابط كسب اوتوماتيكي AGC Automatic Gain Control يقوم
 بارجاع تغذية خلفية عكسية الى المكبرات لتقليل التكبير اذا كانت الاشارة قوية
 وزيادته اذا كانت ضعيفة كي لاتؤثر المحطات القوية على الضعيفة وجعل
 استلام المستقبل بمستوى واحد قدر الامكان .
 والدائرة مشابهة لل FM عدا بعض الاختلافات فالذبذبة الوسط 10.7MHz
 والترانسسترات تشتغل على ترددات اعلى مما في AM



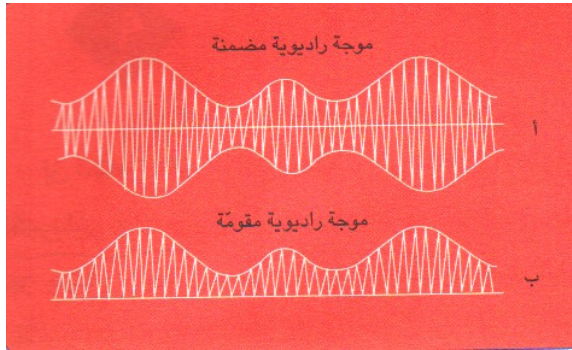
شكل (4 – 12) مرحلة التردد الوسط و AGC ومرحلة الكشف

مرحلة الكشف

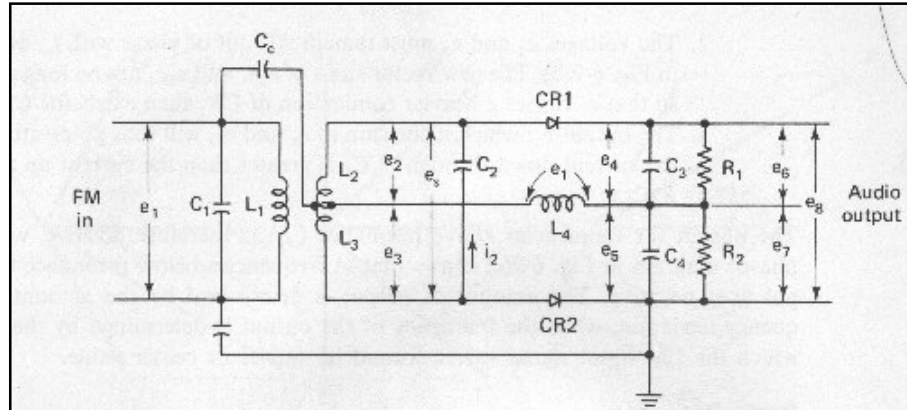
تتم بواسطة دايود الجيرمانيوم D1 الذي يمرر الجزء الموجب او السالب حسب اتجاهه من الاشارة مع المرشح C1 الذي يقوم بتمرير الذبذبات العالية RF الى الارضي فتبقى الموجة الصوتية فقط هذه الطريقة لكشف التحميل السعوي AM

اما FM فيكشف بدائرة تسمى المميز Discriminator وهي تختلف في عملها عن دائرة AM وهي تقوم بتحويل تغير الذبذبة في الموجة الحاملة الى فولتية وتكون شبيهة بالاشارة التي حملت عليها (الصوتية) مثلا في جهاز الارسال .

غالبية مراحل الكشف للاشارات الراديوية تستخدم دايودات الجيرمانيوم بدلا من السيلكون لكون دايودات الجيرمانيوم تصبح موصلة عند فولتيات انحياز امامية ادنى منها في دايودات السيلكون ($0.2V - 0.3V$) جرمانيوم و ($0.6V - 0.7V$) سليكون وتكون مناسبة جدا خصوصا بالاشارات الضعيفة .



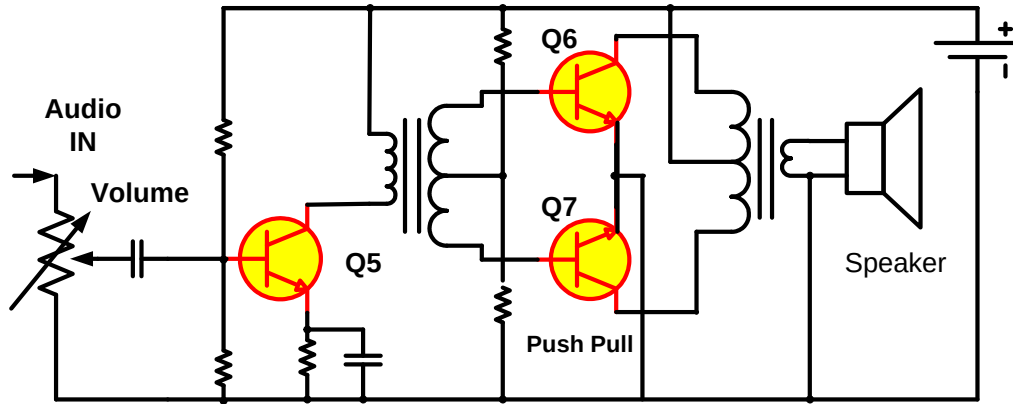
شكل (4 - 13) يبين موجة راديوية محملة 455KHz خارجة من اخر مرحلة IF والرسم الثاني يبين شكلها بعد خروجها من دايود الكشف (دائرة AM) قبل المرشح (المتسعة)



الشكل (4 - 14) يبين دائرة المميز (Discriminator) لكشف الاشارة الصوتية في دوائر الاستقبال (FM) .

المكبر الصوتي Audio Amplifier

الإشارة الصوتية الخارجة من مرحلة الكشف ضعيفة القدرة (لا تتجاوز $0.3V$) وهي بطبيعة الحال غير كافية لتشغيل السماعة لذا يجب تكبير هذه الإشارة للوصول بها إلى القدرة المطلوبة ($1W$ وأكثر) .
ومرحلة المكبر الصوتي تتكون عادة من مرحلة أو مرحلتين تكبير أولية ثم يتبعها دائرة دفع وجذب **Push- Pull** وهذه الدائرة لها استطاعة عالية لتكبير القدرة أكثر مما لو استخدمت الترانسسترات لوحدها في مكبر اعتيادي .
في بداية الدائرة توجد مقاومة متغيرة **Volume** لتحديد مستوى الصوت وفي بعض الأجهزة الغالية توجد مؤثرات على الصوت مثل **Bass** ال **Treble** أو **Echo** وغيرها .



شكل (15 - 4) مكبر صوتي من نوع دفع وجذب **Push- Pull**

الفوليوم لتحديد مستوى الصوت **Q5** مرحلة تكبير أولية و **Q6** و **Q7** ترانسستري مرحلة الدفع والجذب **Push- Pull** .

التحميل او التضمين Modulation

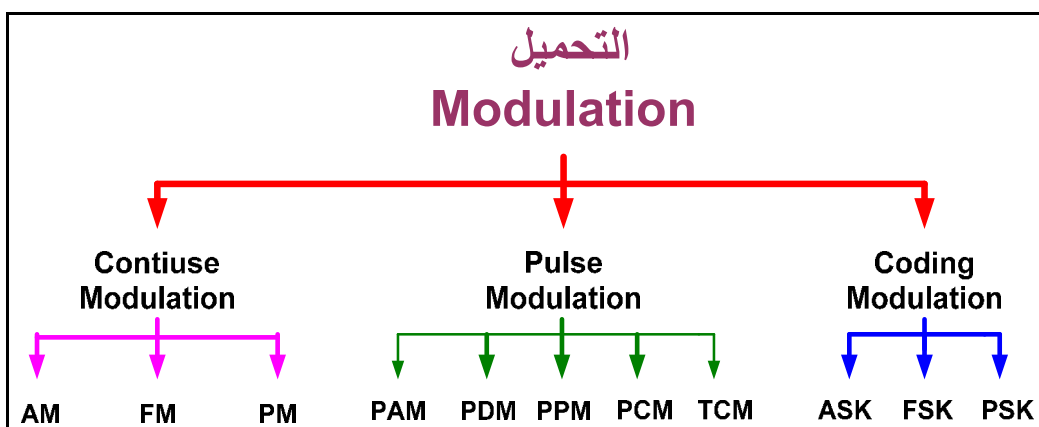
هو اجراء تتم بواسطته تغيير في خواص اشارة نسبة الى اشارة اخرى وهو على انواع :

1- **التحميل المستمر CW Continuous wave modulation** وفيه يتم تغيير اشارة جيبية المقدار (**Analog**) في , الطور , او التردد او السعة نسبة الى اشارة اخرى مثل تحميل الطور PM , تحميل التردد FM , تحميل سعوي AM

2- **التحميل النبضي Pulse Modulation** وفيه يتم تغيير سلسلة من النبضات الدورية الرقمية (**Digital**) في المقدار , العرض , الموقع , السعة او الزمن نسبة الى اشارة اخرى PAM, PDM / PWM, PCM, DM

3- **التشفير Coding** وفيه يتم تغيير تماثلي (**Analog**) لاشارة رقمية (**Digital**) في السعة , التردد , الطور , PSK , FSK , ASK

4- **قفل الطور الحلقي PLL Phase lock loop** نظام سيطرة الكترونية لتوليد اشارة لها علاقة ثابتة بطور الاشارة الاصلية (اشارة المرجع) .

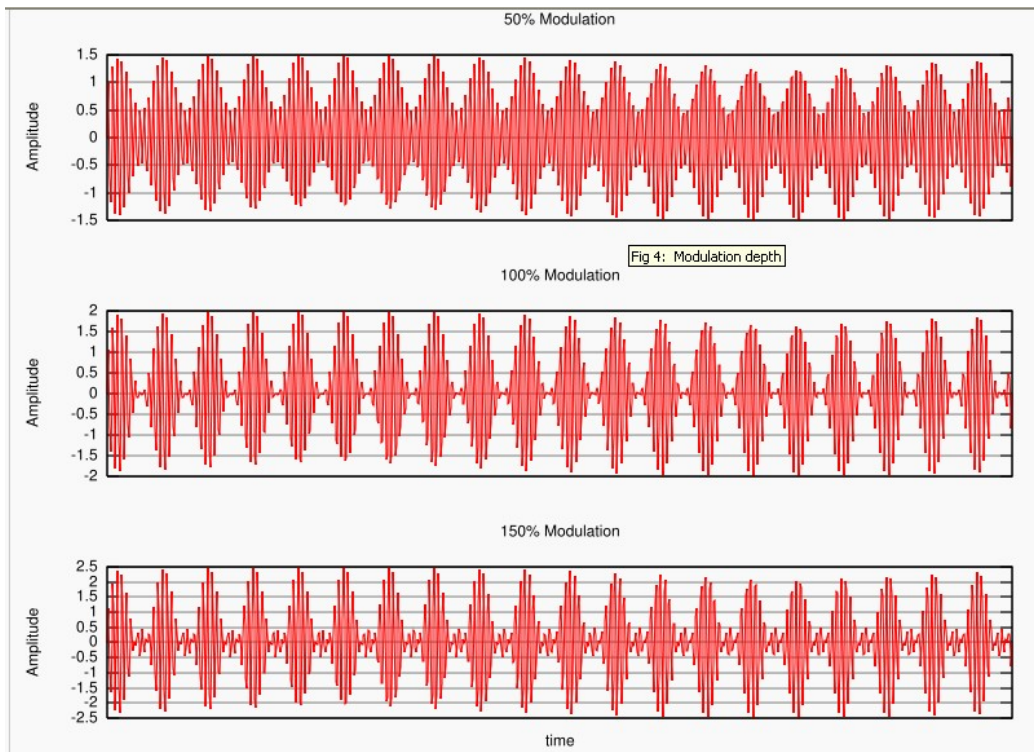


الشكل (4 – 16) مخطط كامل لانواع التحميل

1- التحميل المستمر CW Continuous wave modulation

تحميل السعة AM Amplitude Modulation

يتم التحميل السعوي بتغير سعة الموجة الراديوية الحاملة RF carrier بحسب تغيرات الموجة المحمولة (الصوتية) AF (audio frequency) ويكون ذلك بتغيير الفولتية المسلطة على مرحلة تكبير القدرة للتردد الراديوي غالبا وتتم بمحولة صوتية كما في الشكل (3 - 7) ويجب ان لا تتجاوز نسبة التحميل 100% لضمان عدم تشوه الاشارة المحمولة .

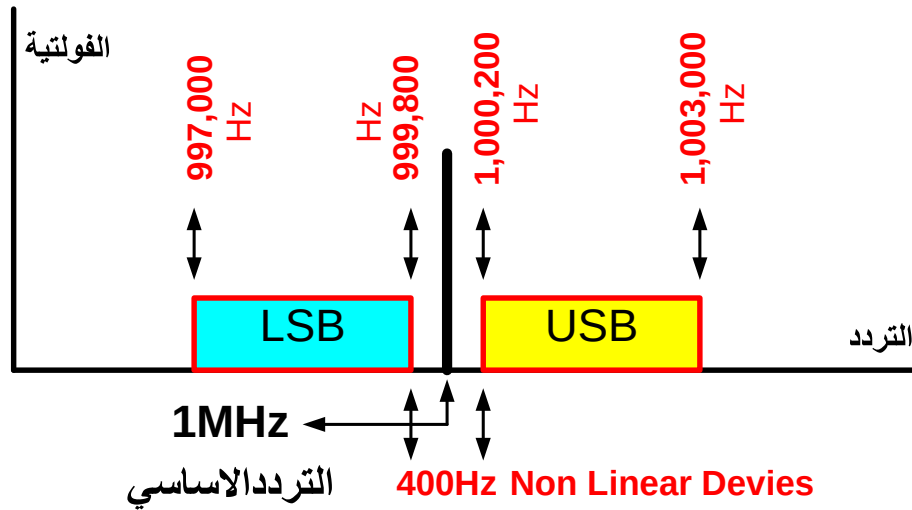


شكل (4-17) تحميل سعوي بنسب 50 , 100 , 150 %

التحميل السعوي اول ما استخدم في الاتصالات اللاسلكية في بداياتها وهو اكثر الانواع شيوعا وتستخدم المحطات الاذاعية لحد 30MHz وذلك لسهولة استخدامه وسهولة مرحلة الكشف الخاص به الا انه يتاثر بالضوضاء والعوامل الجوية كالبرق والمجالات الكهربائية القوية (خطوط الضغط العالي لنقل الطاقة الكهربائية) ويستعمل ايضا لنقل اشارات الصورة والتزامن في اجهزة التلفزيون . تردد الموجة الحاملة ثابت ويكون التغير في السعة فقط .

تحميل نصف الموجة المنفرد السعوي Single side band SSB

ففي التحميل السعوي لاجهزة الاتصالات مثلا تكون عرض الحزمة الراديوية المرسلية 6 KHz اي ± 3 KHz من التردد الرئيسي فاذا كان التردد الرئيسي 1MHz فهناك ترددين الاول 1,003,000 والثاني 997,000 MHz والفرق بينهما 6KHz يمثل عرض الحزمة وتتوزع طاقة المرسلية على هذه الحزمة فلو امكنا ان نأخذ جزء واحد من الاثنين لامكنا ان نخفض طاقة المرسلية الى النصف وان تبقى طاقة الموجة المرسلية على ماهي عليه او اذا بقيت القدرة الاصلية نفسها فان طاقة الموجة المرسلية ستتضاعف مما يؤدي الى زيادة المدى بشكل كبير, الجزء الاعلى ترددا من الجزئين يسمى الجزء الاعلى الموجي Upper Side Band USB والجزء الاوطأ من التردد يسمى الجزء الاوطأ الموجي Lower Side Band LSB ولا تتأثر الموجة المحمولة (الموجة الصوتية مثلا) بهذا التقسيم وتبقى على كافة تفاصيلها . والشكل التالي يوضح ذلك :



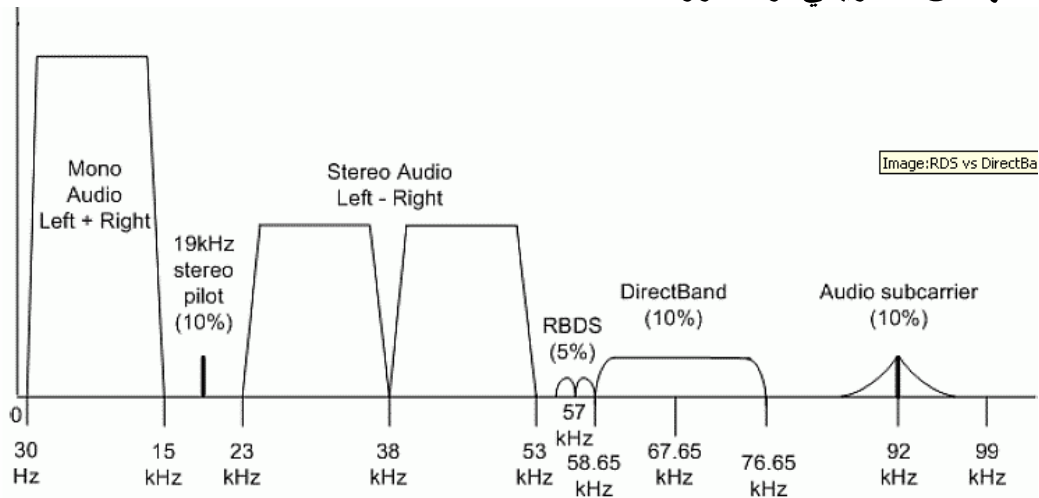
شكل (4 – 18) يبين حزمتي USB و LSB

فاز حذف الجزء السفلي LSB واخذ الجزء العلوي سمي البث USB وبالعكس ويتم الحذف بواسطة مرشحات حثية سعوية فعالة او بواسطة بلورات الكوارتز ويستفاد من هذا النظام في مضاعفة عدد القنوات المستخدمة في حيز موجي معين فمثلا اذا كانت هناك 10 محطات تبث في مدى 60Kz اي لكل قناة 6Kz فبهذا النظام نستطيع ان نبث 20 محطة بعرض 3Kz لكل محطة كذلك تخفيض قدرة المرسلية الى النصف مع بقاء قدرة الاشارة على ماهي عليه وتستخدم هذه الطريقة في نظام FM للاتصالات البعيدة ايضا .

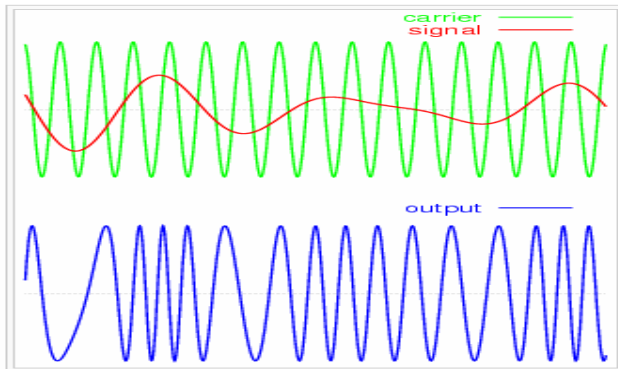
تحميل التردد FM

يتم تحميل التردد بتغير تردد الموجة الراديوية الحاملة RF carrier بحسب تغيرات الموجة المحملة (الصوتية) AF audio frequency ويكون ذلك بتغيير فولتية الانحياز لقاعدة ترانسستر المذبذب oscillator الشكل (3 - 8) ضمن حدود معينة لاتتجاوز $\pm 3\text{KHz}$ في اجهزة الاتصال المحملة و 15kHz في الاذاعات الاعتيادية و 38KHz في اذاعات FM الستريو. سعة الموجة الحاملة ثابتة والتغير في التردد فقط .

يستعمل النظام ايضا لارسال الصوت في اجهزة التلفزيون , ولايستعمل في HF ويكون استعماله في VHF وما فوق ولا يتأثر النظام بالمؤثرات الجوية الطبيعية ولا بالمجالات الكهربائية ولا بالتشويش وهو المفضل باتصالات المعلومات (Link) والانترنت وغيرها . اكتشف هذا النظام عام 1935 المهندس الامريكي ارمسترونك .



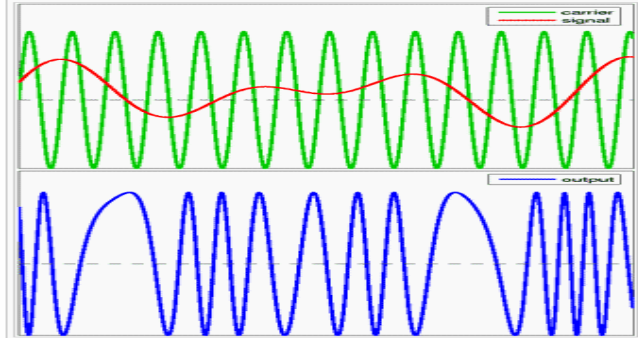
الشكل (4 - 19) مخطط يبين عرض الحزم الترددية المستعملة في FM



الشكل (4 - 20) يبين تغير تردد الموجة الحاملة بحسب تغير الموجة الصوتية (المحملة)

تحميل الوجه PM

يتم التحميل بهذا النظام بتغيير طور **phase** للموجة الحاملة بحسب تغييرات الموجة المحمولة (الصوتية مثلا) ويكون التغير اما 0° او 180° وهو من الانظمة المعقدة والتي تحتاج الى دوائر الكترونية متعددة يمكن ان تسبب بعض المشاكل في اجهزة الاستقبال وهو قليل الاستعمال في الوقت الحاضر .
سعة الموجة الحاملة ثابت ويكون التغير في الطور فقط .



الشكل (21 - 4) يبين تغير طور الموجة الحاملة (Carrier) بتغير الموجة المحمولة (الصوتية مثلا) .

2- التحميل النبضي Pulse Modulation

التحميل النبضي يستخدم لتحميل النبضات الدورية الرقمية Digital بعد تحويلها من تماثلية الى رقمية A/D Analog to Digital .

تحميل النبضة السعوي PAM Pulse – Amplitude Modulation

اسهل وابسط انواع التحميل العددي ويتم التحميل بتوليد نبضات من الموجة الحاملة (Carrier) بعرض ثابت وسعة متغيرة تعتمد على الموجة المحملة (الصوتية مثلا) و يتم التحميل هنا على مقدار الموجة حيث تشبه الاشارة الخارجة من عملية التقطيع (Sampler) حيث يتم تقطيع الاشارة بمعدل $(F_s \geq 2 f_{max})$ و يتم ضرب الاشارة بدالة $g(t)$ و هي دالة عبارة عن سلسلة من النبضات المربعة . الشكل (15 - 3)

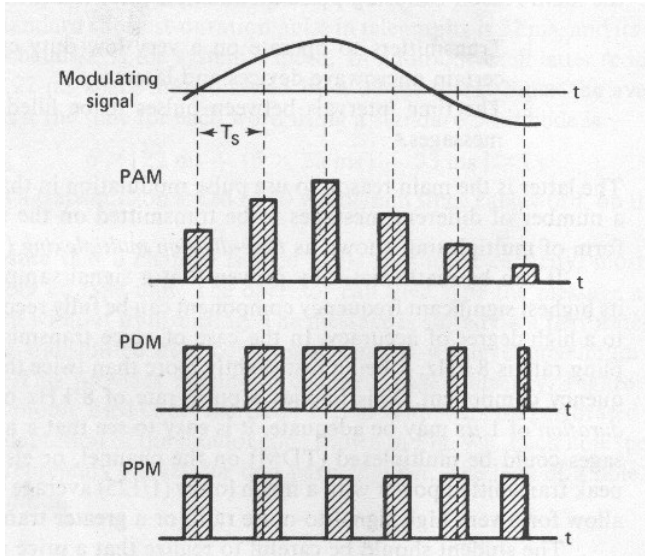
تحميل النبضة العرضي PDM / PTM / PWM / PLM

Pulse – Duration / Time / Width / Length Modulation

مسميات واحدة لنوع واحد من التحميل و هو قليل الاستخدام في نظام الاتصالات الان و المبدأ هنا هو تحميل العرض للنبضات بدلا من ارتفاعها حيث اكبر قيمة من الدالة (الاشارة) يمثل عرض النبضة و هذا النوع من التضمين يستخدم في الكترونيات القدرة اكثر من الاتصالات ويتم بتوليد نبضات رقمية مختلفة العرض من الموجة الحاملة (Carrier) وبسعة ثابتة معتمدة في عرضها على التغير في الموجة المحملة (الصوتية مثلا). الشكل (3 – 15)

تحميل النبضة الموقعي PPM Pulse - Position Modulation

موقع النبضات المتولدة ضمن الفترة T_s تتغير حسب مستوى الاشارة $X(t)$ هذا ايضا قليل الاستخدام في نظام الاتصالات حاليا والمبدأ هنا توليد نبضات رقمية من الموجة الحاملة (Carrier) بعرض ثابت (زمن واحد لكل النبضات) وسعة ثابتة لكنها تختلف في مواقعها بالنسبة لتغيرات الموجة المحملة (الموجة الصوتية مثلا) الشكل (3 – 15)



الشكل (4 – 22) يوضح الشكل و الفرق بين PAM , PDM , PPM

التحميل التشفيري النبضي PCM Pulse - Code Modulation
و هذا النوع واسع الاستعمال في الارسال الرقمي حيث يتم تقطيع الإشارة كما في [PAM] ثم يتم ادخالها على [Analog to Digital Converter] [ADC] تحويل من تماثلي الى رقمي ثم يتم ارسالها عبر (Channel) و عند الاستلام يتم تحويلها من رقمي الى تماثلي [DAC]

التحميل التشفيري الشعري TCM Trellis – Code Modulation
من احدث انواع التحميل اكتشفه Gottfried Ungerboeck عام 1980
ويستخدم في الاتصالات بصورة واسعة الان وخصوصا بالتليفونات والمودم
والارسال المعلومات بكفاءة وحجم كبيرين فوق حدود القنوات كما في التليفونات

3 - التشفير Coding

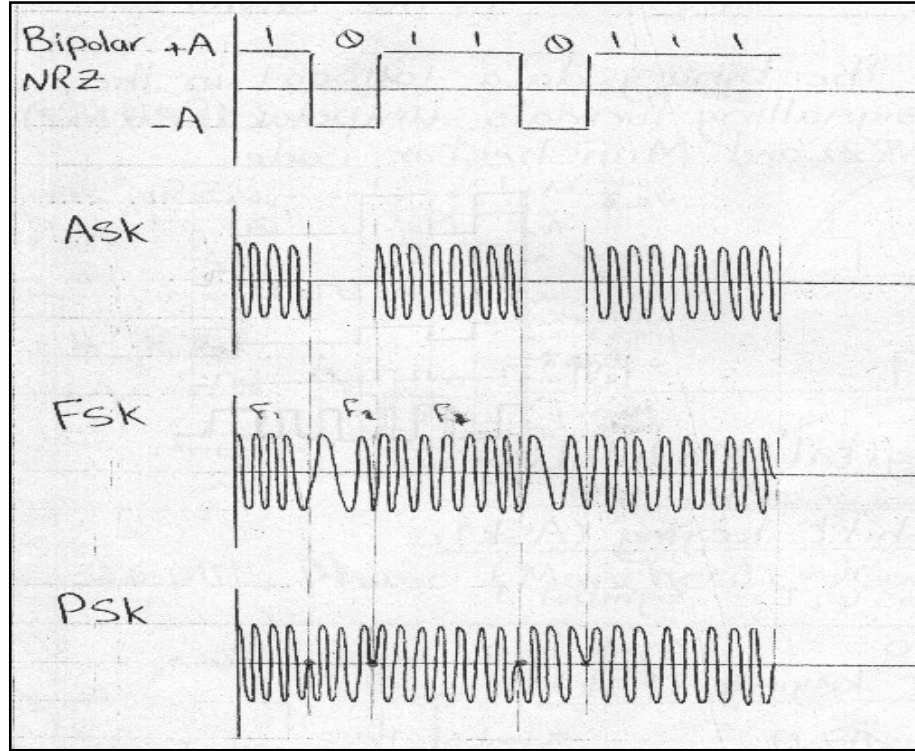
وفيه يتم تغيير تماثلي (Analog) لإشارة رقمية (Digital)
هناك انواع من التحميل الخاص بهذا النوع و هي :

مفتاح الانحراف السعوي ASK Amplitude Shift Keying
و في هذا النوع الإشارة الرقمية 1 (بقيمة معينة) تحول الى تردد تماثلي ثابت من الموجة الجيبية الحاملة (Carrier) والإشارة الرقمية 0 لا تحول فيها . وكما في الشكل (3 – 16)

مفتاح الانحراف الترددي FSK Frequency Shift Keying

و هو اعطاء كل إشارة رقمية من 0 او 1 قيمة معينة من التردد للموجة الحاملة
تختلف عن الاخرى كما في الشكل (3 – 16) .

مفتاح انحراف الطور PSK Phase Shift Keying
و هو تمثيل كل إشارة رقمية من 1 او 0 بفرق طور يختلف بين الاثنين بالنسبة الى الموجة الحاملة (Carrier wave) كما في الشكل (3 – 16) .



الشكل (23 - 4) الشكل و الفرق بين ASK , FSK , PSK

فوائد التحميل الرقمي Digital Modulation

- 1- لاعطاء مقاومة اعلى لضوضاء القناة والتشويه .
- 2- يمكن استخدام الاجزاء المادية الرقمية بشكل اكثر مرونة (مثل المعالج الدقيق و المفاتيح الرقمية) .
- 3- يمكن تشفيره لكي يتم ارسال الاشارة بدون ضوضاء .
- 4- عمل ال multiplex للاشارة الرقمية بسهولة.
- 5- يمكن استخدام (مكررات اعادة بث الاشارة repeaters) بمرونة اكبر ولمسافات ابعد مما في المكررات التماثلية .

4. قفل الطور الحلقي PLL Phase lock loop

هو نظام سيطرة الكترونية واسع الاستخدام لتوليد ترددات لها علاقة ثابتة مع طور (Phase) اشارة تعتبر مرجعا (Reference) . دوائر PLL تستجيب لكل من التردد والطور للاشارة الداخلة او توماتيكيا صعودا او هبوطا بالتردد المتولد حتى توافق الطور والاشارة الاصلية , وتعتبر مثالا جيدا لنظام سيطرة يستخدم التغذية الخلفية العكسية السالبة (Negative Feedback) .

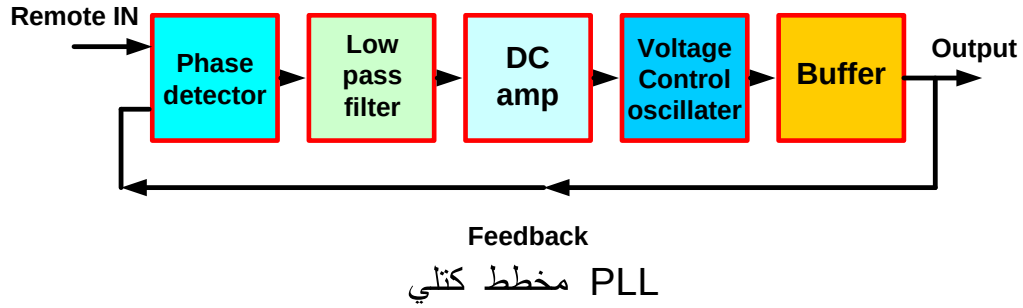
له استخدامات واسعة في التطبيقات الصناعية ونظم السيطرة والسيطرة على سرعة المحركات الكهربائية حيث بإمكان النظام تغيير السرعة او تثبيتها حسب الحاجة .

يتكون ال PLL من كاشف الطور Phase detector حيث يقوم بكشف اي فرق في التردد او الطور لتوليد اشارة DC level تدخل الى ال Low pass filter الذي يليه لترشيح وتميرير هذه الاشارة التي عادة تكون ضعيفة ويتم تكبيرها بواسطة ال DC Amp وهي المرحلة التي تلي الفلتر وهذه المرحلة هي التي تسيطر على الذبذبة المتولدة في ال voltage control oscillator (Vco) هي المرحلة التي تلي ال DC amp , ثم تاتي المرحلة النهائية ال buffer وهي ضرورية لمنع تاثر ال Vco بالاحمال المربوطة عند الخرج (output) .

فاذا كان هناك فرق في التردد او الطور بين الاشارة المتولدة والداخلة فسوف تتولد اشارة خطأ (error signal) من مخرج كاشف الطور وهذه الاشارة الخطأ تغذي ال VCO عن طريق الفلتر من نوع low pass filter ومكبر ال DC (DC Amp) لتوليد فولتية لتصحيح الخطأ المتولد .

PLL يستخدم بشكل واسع في اجهزة الاتصالات ويستخدم ايضا للحصول على تقسيمات عشرية من الترددات المولدة بواسطة بلورة الكوارتز والتي يكون ترددها عادة تردد واحد ثابت (يمكن اخذ التوافقية الاولى والثانية والثالثة من البلورة ولكن لايمكن الحصول على تقسيمات عشرية منها بالطرق التقليدية) .

ويستخدم كذلك في تشكيل اشارة شبيهة بالاشارة الاصلية وبدون ضوضاء في بعض اجهزة الاستقبال, فإذا كانت الاشارة الداخلة FM فان الVCO (voltage control oscillator) يتبع الانحراف في التردد المتسبب بواسطة التحميل, والاشارة الخارجة ال DC لمكبر ال DC تتضمن اشارة الصوت ويستعمل لمضاعفة او تقسيم الترددات ويستخدم في اجهزة AM و FM و PM .



شكل (4 – 24) مخطط كتلي لدائرة PLL

اساسيات الاسلكي والالكترونيات

الفصل الخامس

تأليف قصي الفرضي

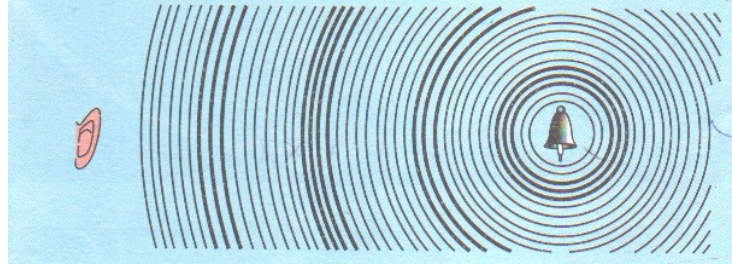
2008

الفصل الخامس

الصوت والميكروفونات والصمامات الالكترونية

طبيعة الصوت

الصوت عبارة عن سلسلة من التضاغطات والتخلخلات تنتقل في الاوساط المادية التي تصل الاذن وتتحسس بها .
فالموجات الصوتية التي يولدها الجسم المهتز في الهواء هي سلسلة من التغيرات في ضغط الهواء التي تسببها حركة جسيماته المهتزة عن موضع استقرارها فتولد الاحساس بالصوت بواسطة الاذن .



شكل (1 - 5) الموجات الصوتية سلسلة من التضاغطات والتخلخلات

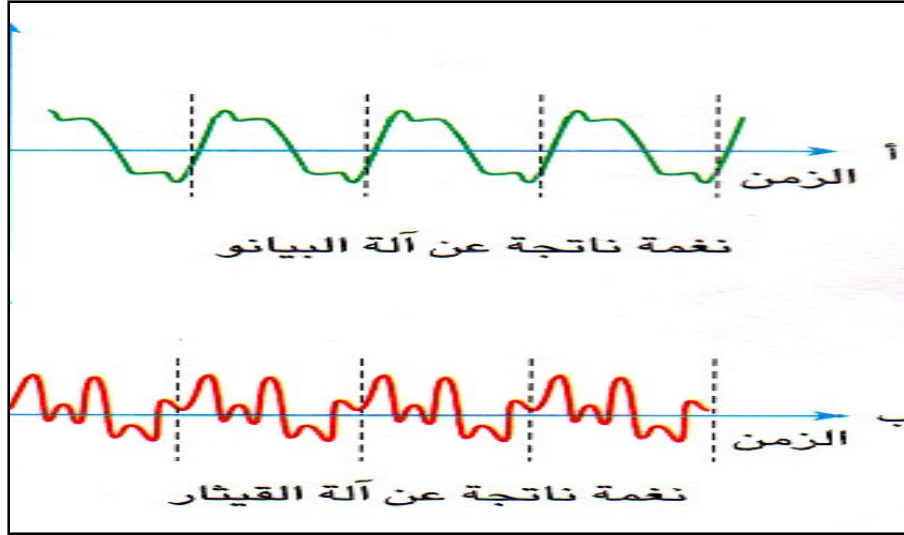
الذبذبات التي تتحسسها الاذن البشرية في الثانية الواحدة تتراوح بين (20 - 20000) هيرتز عند الاطفال واليا فعين ويقل مدى هذه الذبذبات بتقدم العمر نتيجة لقلة الاستجابة للاذن البشرية .

يتطلب توليد الصوت وانتشاره مصدرا مهتزا يولده ووسط مادي ينقله ولذا فان سرعة الصوت تعتمد على طبيعة الوسط الذي ينتقل فيه , فسرعته في الجوامد يكون اكبر من سرعته في السوائل وفي السوائل اكبر مما في الغازات فسرعة الصوت في الحديد في صفر مئوي (5100 متر/ ثانية) وفي الماء (1540 متر/ ثانية) وفي الهواء (331,5 متر/ ثانية) وعموما ان سرعة الصوت في اغلب المعادن تتراوح بين (4000 - 6000 متر/ ثانية) . اما في الغازات فيتوقف على نوع الغاز ودرجة حرارته .

خصائص الصوت

تختلف الاصوات بعضها عن بعض بخصائص اساسية ثلاثة :

- 1- علو الصوت : ويمكن للاذن تحسسها والتمييز بين صوت وآخر فلكشدة الصوت تاثير في الاذن تعطينا الاحساس بعلو الصوت او خفوته فالاصوات التي نسمعها قد تكون عالية كصوت الرعد او دوي المدافع وقد تكون خافتة كالهمس .
- 2- درجة الصوت : تردد الصوت له تاثيرا في الاذن يسمى الدرجة فدرجة صوت المرأة اعلى من درجة صوت الرجل وبالمفهوم الدارج ارفع منه ويعني ان تردده اعلى من تردد صوت الرجل .
- 3- نوع الصوت : تتمكن الاذن من تمييز بعض الاصوات الصادرة من الالات الموسيقية المختلفة فهي تميز صوت الكمان عن صوت العود حتى عند تساويهما بالشدة والتردد اي (بعلو الصوت ودرجته) .



شكل (2 - 5) اختلاف شكل الموجة باختلاف نوع مادة المصدر رغم انهما بتردد واحد

ملاحظات حول الصوت

يزداد علو الصوت بازدياد شدة الصوت عند ثبوت التردد .

تردد الموجة الصوتية ليس له علاقة بنوعية الصوت وبالعكس . فالشكل (2) يبين صوتين مختلفين بالنوعية (صوت قيثارة وصوت بيانو) وان كان ترددهما واحد .

خاصية الصوت المتولد تتوقف على نوع مادة المصدر وطريقة توليد الصوت والتوافقيات (التوافقية هي موجة مصاحبة للموجة الاصلية وتكون بضعف او ضعفي او ثلاث اضعاف التردد الاصيلي) المرافقة للنغمة الاساسية وهذا الامر هو سبب اختلاف طبيعة اصوات الالات الموسيقية المختلفة عند نفس التردد .

الموجات فوق الصوتية :

موجات ميكانيكية طويلة قصيرة الطول الموجي يزيد ترددها (20000 هرتز) ولا تستطيع الأذن البشرية سماعها بينما يمكن سماعها من قبل بعض الحيوانات (مثل الكلاب والخيول والطيور وغيرها وهي تنتقل في الأوساط المادية بسرعة الصوت في تلك الأوساط) .

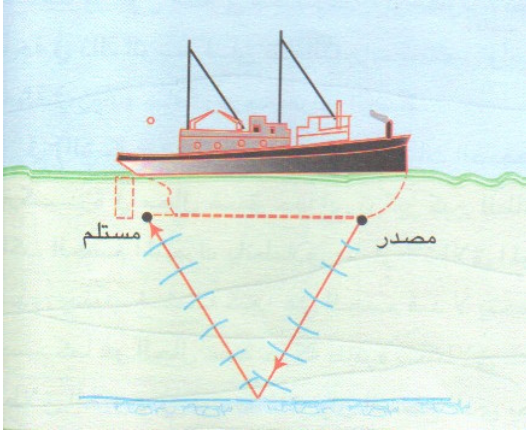
وبما ان طبيعتها مماثلة لطبيعة موجات الصوت ولقصر طول موجتها (مقارنة مع طول موجة الصوت في الوسط نفسه) امكن استثمارها لتحقيق الكثير من الظواهر الموجية التي يتعذر تحقيقها بموجات الصوت

يمكن الحصول على الموجات فوق الصوتية من اهتزاز اجسام ذات ابعاد مناسبة يكون ترددها اكبر (20000 هرتز) وذلك بطرائق تقنية خاصة (بواسطة الاهتزازات المرنة لبلورة الكوارتز التي تتجاوب مع اهتزازات المجال الكهربائي المتناوب بتردد يزيد عن 20000 هرتز) وهي حالة رنين , فالموجات الصوتية تنتشر بحزم ضيقة يمكن توجيهها في اتجاهات معينة وتركيز طاقتها في تلك الحزمة وبذلك تكون شدتها عالية .

التطبيقات العملية للموجات فوق الصوتية :

1 - حساب اعماق البحار :

وذلك بارسال اشارة Pulse من الموجات فوق الصوتية من السفينة لفترة قصيرة من الزمن نحو قاع البحر وتستقبل الاشارة المنعكسة عنه بمستقبل خاص وبحساب زمن ذهاب واياب الموجة ومعرفة سرعة الموجات فوق الصوتية في ماء البحر يمكن معرفة مقدار العمق وتستخدم ايضا لرسم قيعان البحار وفي الغواصات وتستعمل هذه الطريقة كذلك في الكشف عن اسراب الاسماك ومناطق تجمعها تمهيدا لاصطيادها .



شكل (3 - 5) يبين طريقة ارسال موجات صوتية من المصدر وانعكاسها من قعر البحر وارتدادها الى المستلم حيث يقوم الجهاز بحساب عمق القاع

2 - الكشف عن مواضع الصدوع والشقوق في المعادن. وذلك بوضع مصدر الموجات فوق الصوتية ملاصقا لاسطح المعدن المراد فحصه وتستقبل الحزمة المارة خلال المعدن من الجهة الاخرى المقابلة للمصدر ويقاس مقدار الامتصاص الحاصل في طاقة الموجة ويتم فحص جميع اجزاء القطعة . فاذا ظهر اختلاف في مقدار الامتصاص الحاصل للموجات فوق الصوتية النافذة من المعدن فهذا يدل على وجود ثقب او صدع ويمكن تحديد مكانة .

3 - في التعقيم والتفتيت والصقل . عند مرور الموجات فوق الصوتية في سائل تزداد سرعة وتعجيل جسيمات الوسط المتذبذبة ونتيجة لذلك تحدث انقطاعات في اتصالات السائل تظهر وتختفي باستمرار. هذه الانقطاعات تمثل فقاعات بالغة الدقة . وعند اختفاء الانقطاع يحدث الارتفاع لحظي في الضغط يصل الى الاف المرات بقدر الضغط الجوي لذا تقوم بتفتيت ما يوجد في السائل من اجسام صلبة او كائنات حية او جزيئات وبهذه الطريقة ايضا يتم ازالة الدهون وطبقات الاكاسيد من سطوح الاجسام كتنظيف محركات السيارات المتسخة والمكائن وغيرها والتي لايمكن تنظيفها بالطرق العادية وتخريم الزجاج والسيراميك.

4 - في الطب . تستعمل الموجات فوق الصوتية للتدليك بامرارها على الجلد فتسبب اهتزازاتها السريعة تدليك العضلات كما تستعمل في العلاج لتدمير الخلايا السرطانية وتحطيم الحصى في الكلى والمرارة وان جهاز السونار يعد وسيلة فعالة لاستعمال الموجات فوق الصوتية للكشف عن وضع الجنين داخل الرحم وفي تشخيص امراض القلب وغيرها من الاورام دون التسبب باي اضرار للجنين او للبالغين كما عند استعمال الاشعة السينية (X-Ray) للغرض نفسه .

المايكروفونات

المايكروفون هو اداة لتحويل الموجات الصوتية المسموعة الى اهتزازات ميكانيكية ومن ثم تحويلها الى ترددات كهربائية مشابهة للصوت الاصلي .
تستخدم المايكروفونات على نطاق واسع في اجهزة الاتصالات ومكبرات الصوت و اجهزة التسجيل وغيرها .
الاشارة الكهربائية الخارجة من المايكروفون تكون في العادة ضعيفة حوالي من 0.01 الى 0.3 ملي فولت وتعتمد على نوع المايكروفون وهي بوضعها هذا لايمكن الاستفادة منها الا بعد تكبيرها بواسطة مكبرات سمعية .

انواع المايكروفونات

1 - المايكروفون الكربوني Carbon microphone

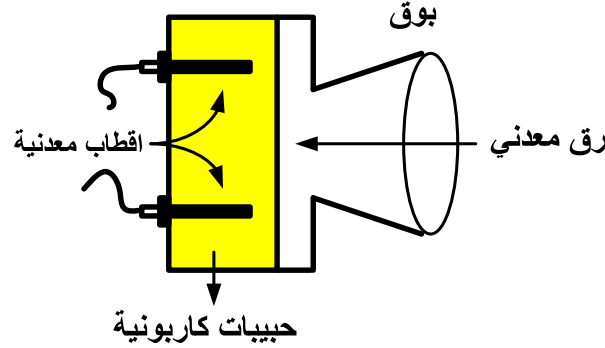
وهو اول المايكروفونات المكتشفة يتكون من وعاء عازل يحوي على حبيبات كربونية وفي داخل الوعاء قضيبين معدنيين , ويثبت في الجهة العلوية التي تقابل المتكلم رق معدني يسمح له تركيبته بالاهتزاز تبعا للموجة الصوتية فيحدث تضاعف وتخلخل للحبيبات الكربونية تبعا لانبعاج الرق المعدني وهذا ممايغير المقاومة الداخلية لحبيبات الكربون وحسب الصوت وتتراوح مقاومة حبيبات الكربون من 200 الى 1000 اوم وتيار التشغيل من 5 الى 40 ملي امبير ويحتاج المايكروفون الى فرق جهد من 4 الى 8 فولت للاشتغال وحسب النوع المستعمل .



شكل (4 - 5) انواع من المايكروفونات الكربونية

مميزاته :

- 1 - الامانة في نقل الاصوات بدون تشويه باستثناء احداثه ازيزا مستمرا في دائرة الاخراج بسبب تغير مقاومات الحبيبات الكربونية .
- 2 - حساسيته العالية حيث تسبب الضغوط الميكانيكية البسيطة عل الرق الداخلي نتيجة للصوت الى ضغوطا كهربائية كبيرة على طرفيه .
- 3 - رخص ثمنه وقوة احتماله وخفة وزنه .
- 4 - لا يحتاج الى محولات ربط بالمكبرات ويمكن توصيله مباشرة .



شكل (5 - 5) مايكروفون كربوني

عيوبه :

- 1 - استجابته للاهتزازات الميكانيكية التي يتعرض لها .
- 2 - تلاصق حبيباته الكربونية اذا لم يستعمل لفترة طويلة .
- 3 - حساسيته عالية للصوت البشري ولكنه لا يستجيب جيدا للترددات العالية كالموسيقى مثلا .
- 4 - احتياجه الى مصدر تغذية للاشتغال

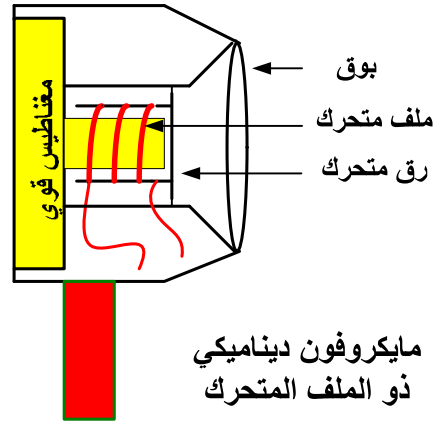
استعمالاته :

يستخدم على نطاق واسع في التليفونات والاجهزة اللاسلكية المترتبة بالمحطات

2 - المايكروفون الديناميكي dynamic microphone

يتكون هذا المايكروفون من مغناطيس دائم وملف متحرك داخل المجال المغناطيسي وهذا الملف مثبت في مركز رق مصنوع من مايكا او من ورق خاص وتتوقف نظرية تشغيله على الحقيقة القائلة انه اذا تحرك ملف داخل مجال مغناطيسي فانه تتولد بالملف قوة دافعة كهربائية على طرفيه مشابهة للصوت الاصلي . هذا المايكروفون يشبه سماعة الراديو الى حد كبير , بحيث يمكن استعمال سماعة الراديو الى مايكروفون ديناميكي كما في اجهزة الانتركم

المستعملة في المكاتب وبعض اجهزة التسجيل التجارية تستعمل السماعة
كمايكروفون وسماعة .



شكل (5 - 6) مايكروفون ديناميكي

مميزات المايكروفون الديناميكي :

- 1 - يمتاز بحساسيته العالية للترددات المنخفضة .
- 2 - صغر الحجم وخفة الوزن .
- 3 - لايتأثر بالحرارة والرطوبة والاحوال الجوية السيئة .
- 4 - لايتحتاج الى مصدر تغذية للاشتغال .

عيوب المايكروفون الديناميكي :

- 1 - يحتاج لمحولة رفع بنسبة عالية .
- 2 - مرتفع الثمن بالنسبة لبقية المايكروفونات .



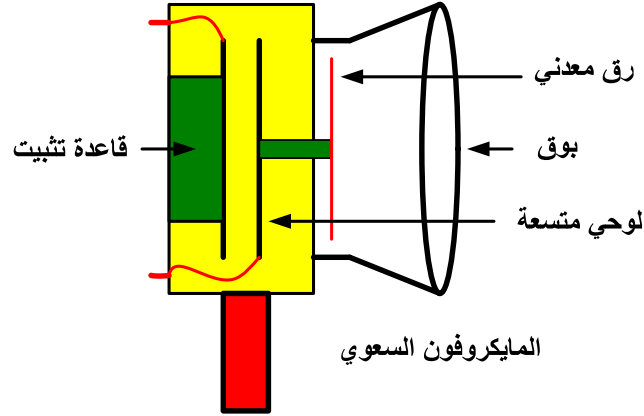
شكل (5 - 7) انواع من
المايكروفون الديناميكي

الاستعمالات :

يستعمل في استوديوهات الاذاعة والتسجيل واجهزة الاتصالات وبعض التليفونات.

3 - المايكروفون السعوي او ذو المكثف Condenser microphone

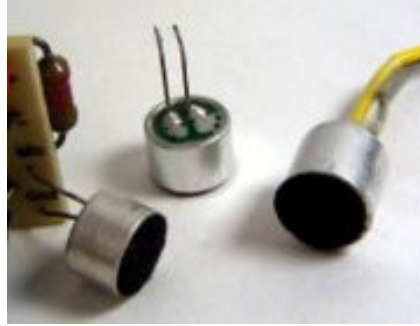
يتكون هذا الميكروفون من مكثف متغير لة تركيب خاص , لوحة الثابت مصنوع من المعدن و لوحة المتحرك من الألمنيوم المرن و تتوقف نظرية تشغيله على التغير السعوي الذي يتبع تغير المسافة بين لوحي المكثف حيث ان سعة المكثف تتناسب عكسيا مع المسافة بين اللوحين اي انه اذا زادت المسافة بين اللوحين قلت السعة



شكل (8 - 5) المايكروفون السعوي (ذو المكثف)

وعملها تكون المسافة بين لوحي المكثف ففي هذا الميكروفون حوالي جزء من الالف من البوصة . فعند اهتزاز اللوح اللوح المتحرك الذي يعتبر قرص الميكروفون تتغير السعة تبعا لشدة الصوت الحادث ونحصل على طرفي لمكثف على ضغط متغير يكافئ الاهتزازات الصوتية التي يتعرض لها الميكروفون نظرا لعدم حساسية هذا الميكروفون فانه لا يستخدم لعمليات الانتاج الصوتي العامة واقتصر استعماله في اغراض الفحص والاختبار بالمعامل وباعتبار ان ضغط الاساس اللازم في حالة التشغيل يتراوح ما بين 100 الى 200 فولت عبر مقاومة توالي عالية القيمة.

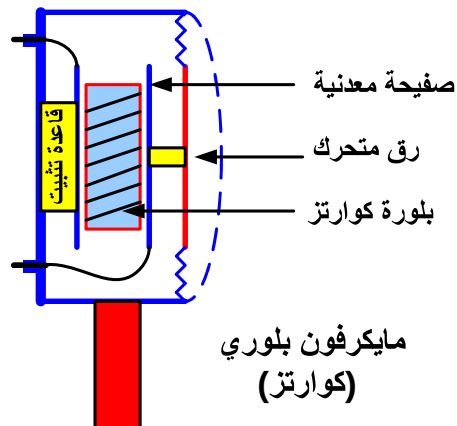
ويكون المايكروفون هو ووحدة تكبيره الاولى الخاصة بة معا كوحده واحدة.وقد امكن حاليا انتاج ميكروفونات سعوية ذات حساسية عالية تكون ملحقة في واجهة اجهزة تسجيل الكاسيت الحديثة وان تكون فولتية اشتغالها بضعة فولتات فقط .



شكل (9 - 5) اشكال مختلفة من المايكروفون السعوي

4 - المايكروفون البلوري او الكريستال crystal microphone

وجد لبعض البلورات الطبيعية كاملاح روتشيل والكوارتز خواص كهربائية يمكن الاستفادة منها حيث انه بتعرض هذه البلورات للضغط الميكانيكي تتولد بها قوة دافعة كهربائية مكافئة للقدرة الميكانيكية الواقعة عليها . وعلى هذا الاساس تم صنع المايكروفون ذو البلورة الذي لا يحتاج الى ضغط كهربائي او محولة رفع للتشغيل .



شكل (10 - 5) مايكروفون بلوري

ويتركب هذا المايكروفون من النوع ذي الخلية Cell من شريحتين من البلورات مساحة كل منهما 1.5 ملمتر و سمك كل منهما حوالي 2 ملمتر تقريبا تثبت بحيث يتماس ظهر كل منهما مع الأخرى و يتصل مركز البلورة برق معدني مرن ينقل الاهتزازات الميكانيكية التي يتعرض لها الى البلورة التي تهتز مولدة ضغوطا كهربائية متغيرة تتناسب و شدة الصوت حيث تنتقل الى المكبر بالطريقة الاعتيادية مباشرة بدون الاستعانة بأي محول كما ان ممانعته العالية تمكنه من توصيله الى قاعدة الترانسسستر مباشرة .



شكل (11 - 5) انواع من المايكروفونات البلورية (الكوارتز)

مميزات المايكروفون البلوري :

- 1- حساسيته العالية و عدم وجوب توجيهه تجاه المتكلم او الالة الموسيقية .
- 2- لا يحتاج الى بطارية خارجية .
- 3- لا يتأثر كثيرا بالاهتزازات الميكانيكية الخارجية .
- 4- خفيف الوزن صغير الحجم .

عيوب المايكروفون البلوري :

- 1- تتأثر البلورات كثيرا بدرجات الحرارة المرتفعة و قد تتلف اذا زادت درجة حرارتها على 125 درجة لذا يجب ابعاده عن اي مؤثر يمكن ان يشع الحرارة اليه كالشمس والمصابيح الكهربائية القوية او كاوية اللحام اذا كان تحت التصليح مثلا .
- 2- يتأثر بالاحوال الجوية لاي كسر او شرخ بغلافه الخارجي نتيجة امتصاص البلورة لرطوبة الجو .

3- لا يسمح بدخول اي ضغوط كهربائية مهما كانت منخفضة على البلورات لان هذا يسبب تلفها و على ذلك يجب عدم اختبار طرفيه بواسطة الافوميتر في وضع قياس المقاومة كما يحدث في حالة اختبار الملف المتحرك بالميكروفون الديناميكي

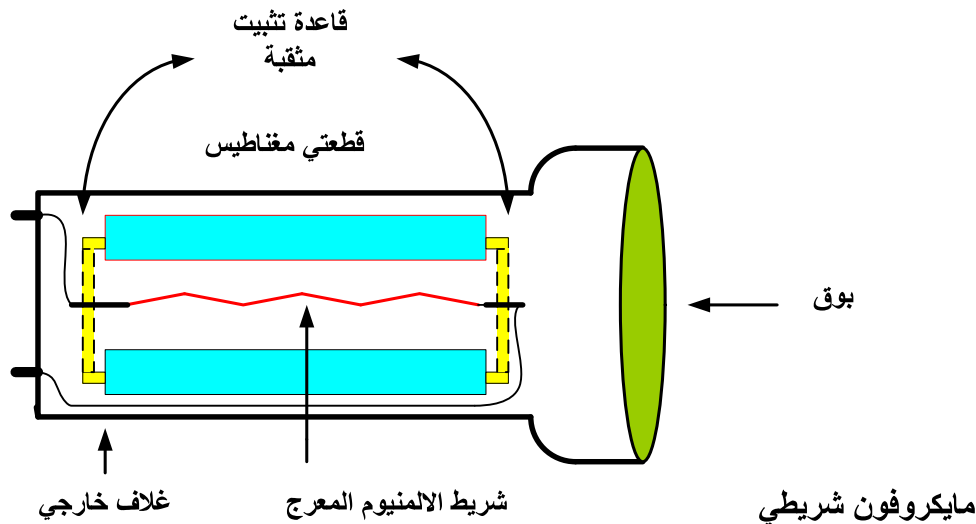
الاستعمالات :

شائع الاستعمال جدا باجهزة التسجيل الصوتي باستوديوهات الاذاعة و اجهزة التسجيل الصغيرة و كذلك مع اجهزة التكبير .

خامسا – المايكروفون الشريطي Ribbon mike

يعتبر هذا المايكروفون تحسينا للمايكروفون الديناميكي و قد سمي المايكروفون الشريطي بالنظر الى تركيبته حيث انه يتركب من شريط معرج رقيق جدا يتحرك بحرية داخل مجال مغناطيسي لمغناطيس قوي الى الامام او الخلف مع الحد من تحركه حركة جانبية و كما هو معروف اذا تحرك موصل داخل مجال مغناطيسي تولدت به قوة دافعة تاثيرية , اننا بتعرض الشريط للاهتزازات الهوائية الناتجة عن التموجات الصوتية نحصل من طرفيه على قوة دافعة كهربائية متغيرة صغيرة مكافئة للتموجات الصوتية ثم توصل الى محول رافع ثم الى المكبر كما في حالة المايكروفون الديناميكي .

والشريط في العادة من الالمنيوم طوله 1 انج و عرضه حوالي 0.1 انج و سمكه 0.00003 انج و يحتاج الى محول رافع للممانعة لموائمة ممانعة المايكروفون المنخفضة جدا مع ممانعة المكبر العالية .



شكل (5 – 12) المايكروفون الشريطي

مميزات مايكرفون الشريط :

- 1- يمتاز بحساسية نسبية و استجابة مرضية للتردد .
- 2- لا يحتاج الى مصدر قدرة خارجي .

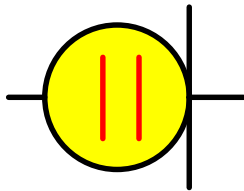
عيوب مايكرفون الشريط :

- 1- اتجاهي اي انه لا يستجيب الى للتموجات الصوتية التي تنتشر امامه مباشرة .
- 2- القوة الدافعة الكهربائية المستنتجة منه قليلة نسبيا و على هذا فانه يحتاج الى مراحل تكبير اولية متعددة .

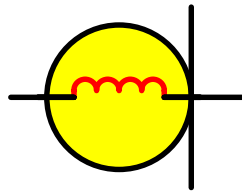


استعمالاته : يستعمل بالاذاعة و استوديوهات السينما و بعض الاغراض العلمية .

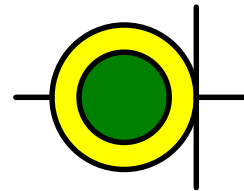
شكل (5 - 13) مايكروفون شريطي



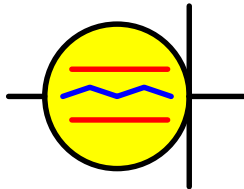
مايكروفون المكتف



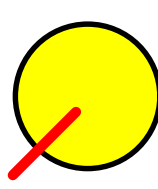
مايكروفون ديناميكي



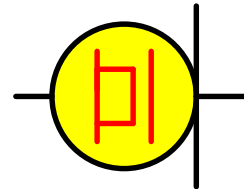
مايكروفون كاربوني



مايكروفون الشريطي



مايكروفون لاقط
اسطوانات



مايكروفون بلوري

شكل (5 - 14) الرموز الهندسية للمايكروفونات

الصمامات الالكترونية Vacuum tube

اكتشف المخترع الامريكي توماس اديسون اول صمام الكتروني مفرغ , لكنه لم يقدر اهمية اكتشافه في بداية الثمانينات من القرن التاسع عشر عندما اضاف اديسون قطبا اضافيا للمصباح الكهربائي , ولاحظ مرور تيار كهربائي بين شعيرة المصباح والقطب الاضافي اذا كان موجب الشحنة . واصبحت هذه الظاهرة تعرف بتأثير اديسون ولم يتمكن اديسون من معرفة السبب والاستفادة من هذا الاكتشاف في حينه والذي كان في الواقع هو الصمام الثنائي المفرغ .

بدأ العالم البريطاني جون فلمنك في اجراء التجارب على تأثير اديسون وقادته تجاربه الى تطوير الصمام الثنائي عام 1904 م ليستخدمه في النقاط اشارات الراديو الاسلكية وكان صمام فلمنك اول صمام راديو عملي يستخدم في جهاز المذياع .

في عام 1906 م سجل المخترع الامريكي لي دي فورست براءة اختراع صمام ثنائي القطب يشبه كثيرا صمام فلمنك واطلق عليه اسم اوديون او الصمام (الثرموايوني) وفي عام 1907 م سجل دي فورست صماما ثرموايوني اخر ذا سلك متعرج يصل بين القطبين الاخرين وكان هذا اول صمام ثلاثي .

يعتبر لي دي فورست رائد الصمامات المفرغة باضافة العنصر الثالث (الشبكة) للصمام الثنائي وفتح بهذا الاكتشاف الابواب على مصراعيها للتقدم التكنولوجي الهائل وخصوصا في مجال الاتصالات حيث امكن تكبير الاشارات الراديوية الضعيفة المستلمة من مسافات بعيدة مما امكن زيادة مدى الارسال الى مديات كبيرة غطت الكرة الارضية بأكملها .

وبدأ الفيزيائي الامريكي هارولد ارنولد عام 1912 م في اجراء تجاربه على الصمام الثرموايوني فغير في تصميمه الداخلي وقام بتفريغه من الهواء لاحداث فراغ جزئي داخل الصمام وفي عام 1914 م استخدم فورست الصمام الثرموايوني كمكبرا ضمن خط هاتف بعيد المدى .

ومنذ عام 1912 م شارك العديد من المبتكرين في تطوير الصمام الثرموايوني ليستخدم كمذبذب . ومن بين هؤلاء كل من فورست ورائد الراديو الامريكي ادوين ارمسترونك وخلال الحرب العالمية الاولى (1914 - 1918 م) ابتكر والتر شوتكي وهو فيزيائي الماني صماما ذا اربع عناصر واستخدم البرت هل المهندس الامريكي هذا الابتكار في تطوير صمام رباعي عملي عام 1924 م وفي عام 1926 م ابتكر المهندس الهولندي بنجامين تليجين الصمام الخماسي .

انصرف الاهتمام عن الصمامات بعد اختراع الترانسسستور في نهايات الاربعينات من القرن العشرين والدوائر المتكاملة في الستينات وحلت هذه المكونات الصلبة محل الصمامات بصورة كبيرة تكاد تكون كاملة .

الصمامات في الواقع تنقسم الى قسمين

1 - **صمامات التسخين المباشر (Direct Heating)** وفيها تسخن الفتيلة بواسطة تيار مستمر من 1.4 الى 8 فولت (الانواع الاولى القديمة للصمامات وللجهزة المتنقلة والتي تشتغل على البطاريات ويكون استهلاكها للتيار قليل نسبيا) وتتبعث الالكترونات من الفتيلة مباشرة باتجاه الانود ويقابلها سريان تيار كهربائي من الانود الى الفتيلة التي تعتبر ككاثود .

2 - **صمامات التسخين الغير المباشر (Indirect Heating)** وفيها يسخن قطب اخر يحيط بالفتيلة يدعى المهبط ويتم التسخين بنوعي التيار الكهربائي (AC & DC) ويكون استهلاكها للتيار اكثر من النوع الاول . وهذا النوع اكثر حداثة من النوع الاول واكثر قدرة منه .

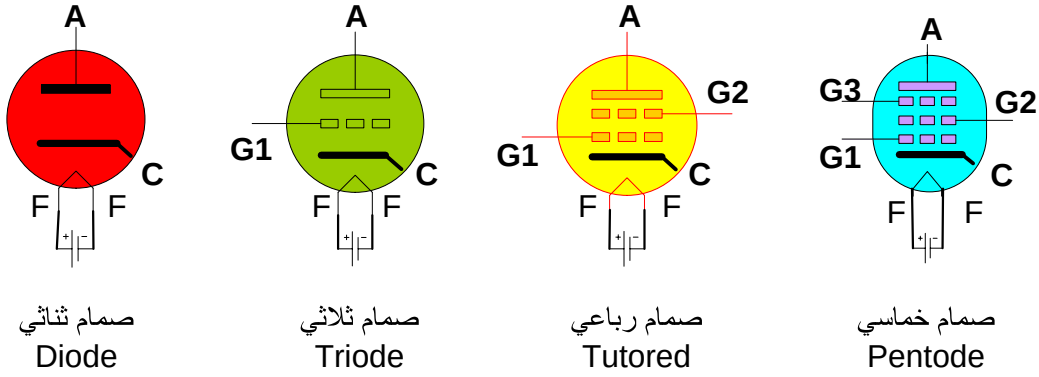
تحتاج الصمامات الى عدة فولتيات للاشتغال وحسب انواعها :
1 - من 90 فولت الى 500 فولت في الانواع الاعتيادية وتصل الى الاف الفولتيات في صمامات الارسال ذات القدرة العالية **للمصعد (Anode)** وبتيار من عدة ملي امبيرات الى عشرات الامبيرات عند القدرات العالية في صمامات الارسال .

2 - من 1.4 فولت الى 100 فولت لتسخين الفتيلة وبتيار من اعشار الامبير وبضعة امبيرات في الصمامات الاعتيادية الى مئات الامبيرات في صمامات الارسال و لتقريب الفكرة فصمام الارسال RS1828 ذو قدرة اخراج 500KW يحتاج الى تيار لتسخين الفتيلة بحدود 950 امبير و 10 فولت وهذا التيار هو خمسة اضعاف ما تنتجه ماكينة لحام القوس الكهربائية (Wilding Arc) من تيار في حالة القطع وهي اعلى طاقة لها .

3 - من 70 فولت الى 250 فولت للصمامات الاعتيادية و بضع الاف الفولتيات لصمامات الارسال للشبكة المعجلة G2 .

4 - من 0 فولت الى 70 - فولت (بالسالب) للشبكة الحاكمة G1 .

5 - من 0 فولت الى 50 فولت للمهبط (cathode) .

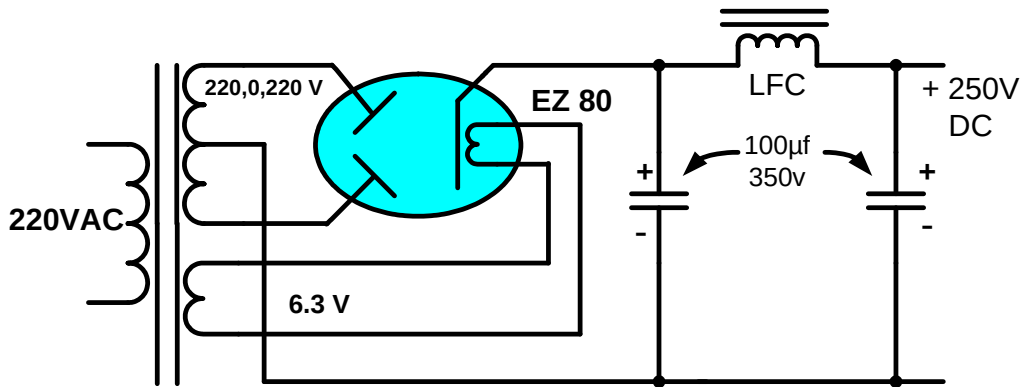


شكل (5 – 15) بعض من انواع الصمامات الرئيسية

تركيب الصمام الالكتروني او المفرغ

1 - الصمام الثنائي (Diode)

هو ابسط انواع الصمامات يتكون من قطبين احدهما يدعى المصعد (Anode) والاخر يدعى المهبط (Cathode) ومن قطبين اخرين لايتمادان في حساب الاقطاب لانهما موجودان في كل انواع الصمامات بغض النظر عن تسميتهما يسميان الفتيلة (filament) وتحيط بهذه المكونات بصيلة زجاجية مفرغة من الهواء ذات ارجل معدنية باعداد مختلفة وحسب نوع الصمام . وتكون بعض الصمامات ذات اغلفة معدنية وتكون خاصة بالاستخدامات الثقيلة والعسكرية وتكون مقاومة للصدمات وضد الكسر . (وقسم منها يحوي على غازات خاملة كالاركون وماشابه وقسم منها تحوي بخار الزئبق وهي صمامات ثنائية خاصة . (Rectifier)



شكل (5 – 16) مجهز قدرة موجة كاملة بصمام EZ80 ذو انودين

يستخدم الصمام الثنائي لغرض الكشف وتحويل التيار ال AC الى DC وتوجد انواع تحوي على انودين للغرض السابق للتحويل بطريقة الموجة الكاملة (full wave) كالصمام الامريكي 6X4 ويقابلة (نفس الصمام) الاوربي EZ90 .

2 - الصمام الثلاثي (Triode)

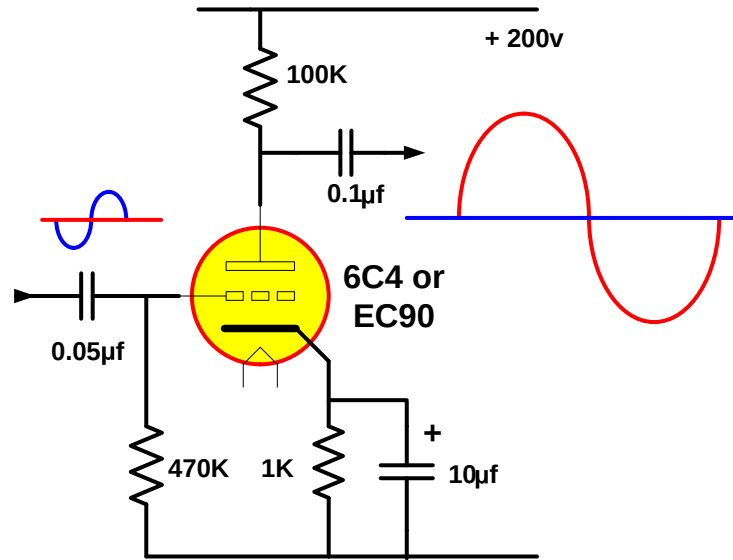
الصمام الثلاثي عبارة عن صمام ثنائي مضاف له قطب ثالث بين الانود والكاثود ويكون اقرب الى الكاثود ويدعى الشبكة الحاكمة (control grid) وترمز G , ويتم التحكم بكمية الالكترونات المنبعثة من الكاثود الى الانود بتغيير فولتية الشبكة الحاكمة بالفولتية السالبة وتكون عادة من (0 فولت الى مديات بالقيمة السالبة وحسب نوع الصمام) اكبر كمية من الالكترونات تمر من خلال الشبكة عندما تكون فولتيتها (0 فولت) وتقل كلما اصبحت الفولتية سالبة الى حد ينقطع فيه مرور الالكترونات وتسمى هذه الفولتية فولتية القطع وهو رقم خاص بكل صمام وحسب نوعه .

التغير القليل الذي يحدث في فولتية الشبكة يقابله تغير كبير في فولتية الانود نتيجة هبوط الفولتية على طرفي مقاومة الحمل RL في الانود نتيجة مرور تيار كهربائي من الانود الى الكاثود وهذا التغير يكون مشابها للتغير في فولتية الشبكة الحاكمة ويكون بعكس طور الإشارة بفرق (180) وهذا هو مبدأ التكبير عموما في الصمامات ومن النادر ان يكون الصمام الثلاثي وحيدا في تركيبته اذ يوضع مع صمام ثلاثي او رباعي او خماسي اوسداسي او سباعي اخر للاستفادة من حجم الفراغ واقطاب الصمام (الارجل) .

تركيبية الصمام عموما تتكون من انبوب معدني دائري او بيضوي بالنسبة للكاثود ويحيط بالفتيلة (filament) ويكون معزولا عنها ومغطى بطبقة من اوكسيد الباريوم الابيض اللون ويتم اشعاع الالكترونات منه عند تسخينه بواسطة الفتيلة هذا بالنسبة لصمامات التسخين الغير مباشر اما صمامات التسخين المباشر فيتم اشعاع الالكترونات مباشرة من الفتيلة لعدم وجود كاثود , وتوصل احد اطراف الفتيلة بالقطب السالب الارضي وتعامل معاملة الكاثود .

اما الشبكة الحاكمة فهي عبارة عن سلك معدني رفيع ملفوف بشكل نابض حلزوني حول الكاثود وقريب منه جدا , اما الانود فهو عبارة عن انبوب معدني دائري او بيضوي يحيط بالمجموعة السابقة وكلما كان الانود بعيدا عن الكاثود كلما احتجنا الى فرق جهد اعلى بينهما (فولتية التشغيل) وكذلك كلما زاد حجمهما ازادت كمية التيار المارة في الصمام , وتثبت محتويات الصمام الداخلية على قطعتين دائريتين من المايكا الشفافة في الاعلى والاسفل والتي تستند على جسم

الصمام الزجاجي من الداخل . يعاني الصمام الثلاثي من سعته الداخلية الكبيرة نوعا ما ولذا يجعله غير ملائم في التكبير للترددات العالية جدا اذ ينتج عنه تذبذب وصغير يعوق عملية التكبير . يستعمل الصمام الثلاثي كمكبر اولي ومذبذب وغير ذلك من الاستعمالات مثل PC900 و 6C4 وتوجد صمامات تحتوي على صمامين ثلاثيين مثل ECC83 و PCC88 .



شكل (5-17) مكبر صمام ثلاثي 6C4 ويلاحظ فرق الطور 180°

3- الصمام الرباعي (tutored)

يتكون من انود وكاثود وشبكة حاكمة كما في الصمام الثلاثي وتضاف شبكة ثانية لتقليل السعة الداخلية تسمى الشبكة المعجلة (Accelerator Grid) ويطلق عليها اختصارا G2 ، فتصبح محتويات الصمام الرباعي الانود A والكاثود C والشبكة الحاكمة G1 والشبكة المعجلة G2 والفتيلة F . الشبكة المعجلة توضع بين الشبكة الحاكمة و الانود لتسريع حركة الالكترونات وسحبها نحو الانود وتكون فولتيته موجبة بالنسبة للكاثود و اقل من فولتية الانود (حوالي 2/3 من فولتية الانود) . وتبرز مشكلة هي ان الشبكة المعجلة ستجذب بعض الالكترونات المنعكسة من الانود (الاشعاع الثانوي) مما يسبب تقليل تيار الانود وهذا يؤدي الى تقليل التكبير .

غالبية الصمامات تكون فولتية الفتيلة لها 6.3 فولت او 12.6 فولت واختيار هذه الارقام ليس مصادفة بل يمثل فولتية البطاريات الرصاصية المركم الرصاصي الخاص بالسيارات (قديما كانت فولتية البطارية 6 فولت وابدلت فيما بعد الى 12 فولت) وهذا لا يمنع من وجود صمامات تشتغل فتائلها على فولتيات اعلى واقل من الفولتيات السابقة .

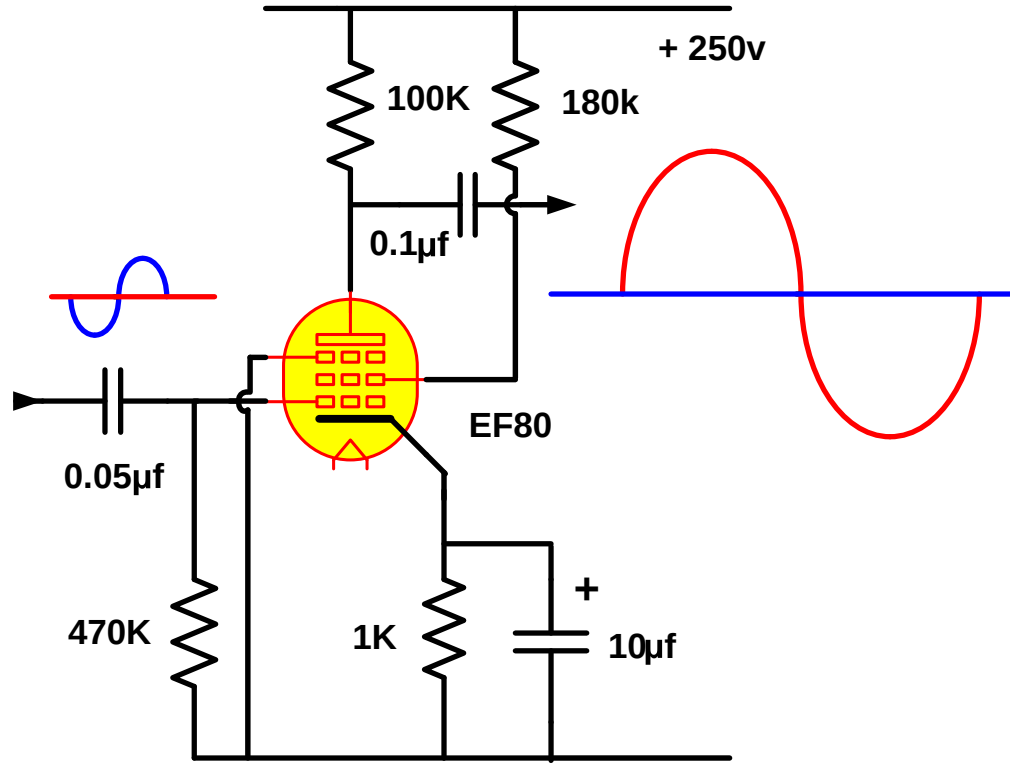
يستخدم الصمام الرباعي كصمام قدرة في اجهزة الارسال عموما .
لكل صمام قاعدة خاصة به تعتمد على عدد ارجله فهناك قاعدة NOVAL ذي تسعة ارجل وهناك قاعدة REM LOCK ذات القفل الاطاري بثمانية ارجل OCTAL وال HEPTODE بسبعة ارجل وغيرها .

5 - الصمام الخماسي (pentode)

يتكون من الانود A والكاثود C وشبكة حاكمة G1 وشبكة معجلة G2 وفتيلة F كما في الصمام الرباعي تضاف له شبكة مانعة G3 وتدعى Suppressor grid توصل عادة بالارضى او الكاثود وتكون فولتيته صفرا لارجاع الالكترونات المتطايرة من الانود اليه نتيجة لاصطدامها السريع به . يستخدم الصمام الخماسي للتكبير والاخراج والمزج وغالبية المكبرات سواء كانت الصوتية او الراديوية تستخدمه لقدرة اخراجه العالية ويستعمل كذلك في دوائر اخراج التردد الافقي في اجهزة التلفزيون (Line transformer) ويشغل مع هذه الدوائر بفولتية انود تصل الى 1000 فولت ويكون الانود عبارة عن قطب معدني (قبة) في اعلى الصمام وهذا الترتيب يستعمل في الصمامات التي تشتغل على فولتيات اعلى من 1000 فولت كالصمام 6DQ6 و PL36 .

وتوجد بعض الصمامات الخماسية قليلة القدرة (اقل من 10 واط) ملحق بها صمام ثلاثي مثل الصمام ECL82 و PCF80 .
يكون العمر التشغيلي للصمام حوالي 1000 ساعة (الصمامات القدرة خصوصا)
الا ان هذا لا يمنع وجود صمامات عمر طويل بنفس الارقام مثل الصمام E83CC وهو نفس الصمام الاعتيادي ECC83 وتستخدم صمامات العمر الطويل في الاجهزة الغالية الثمن والاجهزة العسكرية .

والصمام الالكتروني عادة لا يتأثر بالاشعاعات الذرية والتاين كما في الترانسسستور والدوائر المتكاملة ولذا نرى ان المؤسسة العسكرية الروسية لا تزال تستخدم الصمامات وخصوصا في اجهزة الاتصالات الاستراتيجية خوفا من اي ضربة ذرية معادية غير متوقعة وتعطل وسائل الاتصال اذا كانت الاجهزة من نوع الترانسسستور او الدوائر المتكاملة .



شكل (5-18) دائرة تكبير صمام خماسي EF80 ويلاحظ ان فولتية الشبكة الثالثة G3 صفر فولت وفولتية الشبكة الثانية G2 اقل من فولتية الانود .

6 - صمامات سداسية و سباعية وثمانية

HEXODE , HEPTODE S , OCTODE

تكون نفس محتويات الصمام الخماسي وبأضافة شبكات اخرى G4 و G5 و G6. وتستخدم عادة في دوائر المزج والفصل في الراديو والتلفزيون .

بعض الرموز المهمة للصمامات

من الممكن معرفة بعض خواص الصمام من الرقم الخاص به وخصوصا الارقام الاوربية اذ توجد شفرة تبين ذلك وسنتناول المهم والرئيسي منها , و توجد ايضا شفرات للصمامات الامريكية والروسية واليابانية والانكليزية العسكرية وتوجد بعض الشفرات لصمامات خاصة بشركات عملاقة لانتاج الصمامات مثل شركة مولارد وبريمار الانكليزيتين وشركتي RCA و GE الامريكيتين وشركة TESLA اليوغسلافية وشركة فيلبس الهولندية وشركة NEC و MATSUSHETA اليابانيتين وOSRAM الالمانية وغيرها .

المصطلحات الاوربية الرئيسية المهمة للصمامات :

اول حرف	D = 1.4V	فولتية الفتيلة
=	E = 6.3V	فولتية الفتيلة
=	P = 300mA	تيار الفتيلة
=	U = 100mA	تيار الفتيلة
ثاني حرف	A =	صمام ثنائي كشف اشارة
=	B =	صمام ثنائي يحوي كاشفين
=	C =	صمام ثلاثي
=	F =	صمام خماسي تكبير
=	K =	صمام سداسي
=	H =	صمام سباعي
=	L =	صمام خماسي قدرة
=	M =	صمام عين سحرية (مؤشر)
=	Y =	صمام ثنائي انود واحد قدرة
=	Z =	صمام ثنائي انودين قدرة
الارقام بعد الحروف	90 الى 99 =	صمام بسبعة اقطاب
=	40 الى 49 =	صمام بثمانية اقطاب
=	80 الى 89 =	صمام بتسعة اقطاب
اول حرفين ويليهما رقم خاص مثل CV1638	CV =	صمامات عسكرية

لمعرفة الخواص العامة مثلا للصمام ECL82 من الجدول السابق نلاحظ ان اول حرف E يشير الى فولتية الفتيلة 6.3V .
 ثاني حرف C يشير الى ان يحوي صماما ثلاثيا .
 ثالث حرف L يشير الى انه يحوي صماما خماسيا للقدرة (اخراج) .
 رابعا الرقم 82 يشير انه ذو تسعة اقطاب ذو قاعدة NOVAL .
 ذكر الرقم وسط الشفرة يشير الى ان الصمام ذو عمر طويل فالرقم السابق يعني ذلك اذا ذكر بهذه الصورة E82CL وبالطبع يكون اقل ثمنا .

وهناك بعض الصمامات بالارقام فقط مثل الصمام الرباعي 807 الخاص بالارسال والصمام 5869 الخماسي مكبر اولي وتوجد جداول خاصة لبدائل الصمامات كما هو الحال في الترانسسستورات فالصمام الامريكي 6AQ5 يقابله الصمام الاوربي EL90 والصمام الاوربي ECC83 يقابله الصمام 12AX7 والصمام الياباني 25EA يقابله الصمام الاوربي PL36 وهكذا و الصمامات ذات الترقيم الخاص (العسكرية) CV1753 مثلا لها جداول خاصة بها ..

اساسيات الاسلكي والالكترونيات

الفصل السادس

تأليف قصي الفرضي

2008

الفصل السادس

الهوائيات

تعتبر الهوائيات الجسر الموصل بين جهازي الارسال والاستقبال وعن طريقها يتم بث الموجات الكهرومغناطيسية الى الفضاء واستلامها .

الهوائي Antenna

عبارة عن اداة لاشعاع الموجات الكهرومغناطيسية بتحويلها من موجات كهربائية من جهاز الارسال الى اهتزازات كهرومغناطيسية تبث الى الفضاء اما الهوائي في جهاز الاستقبال فانه يقوم بتحويل الاهتزازات الكهرومغناطيسية المستلمة الى ترددات كهربائية .

الطول الموجي Wave length

الطول الفيزيائي للهوائي (نصف موجة مثلا) يكون اقل قليلا من نصف الطول الموجي الطبيعي لأن سرعة انتشار الموجة في المعادن هي اقل ب 5% من سرعتها في الهواء او في الفراغ و سرعة انتشار الموجة في الكيبل المحوري هي اقل ايضا من سرعتها في المعادن فمثلا سرعة الموجة في كيبل نوع RG-58 (velocity factor) هو 0.66 من سرعة الضوء.

سرعة الموجة اللاسلكية في الفضاء او في الهواء هي 300 000 Km/s و هي نفس سرعة الضوء .

العلاقة التي تربط الطول الموجي بالتردد : $F = \text{التردد}$, $C = \text{سرعة الضوء}$
 $\lambda = \text{الطول الموجي}$

$$\lambda_1 = \frac{C}{F} = \frac{300000000}{F}$$

الطول الموجي في الفضاء
او في الهواء

$$\lambda_2 = \frac{0.95 C}{F} = \frac{0.95 \times 300000000}{F}$$

الطول الموجي في المعدن
(معدن الهوائي)

$$\lambda_3 = \frac{0.66 C}{F} = \frac{0.66 \times 300000000}{F}$$

الطول الموجي في كيبل
RG-58

الممانعة Impedance

الممانعة هي المعاوقة التي يبديها الموصل تجاه التيار المتناوب (سواء كان تيار كهربائي او اشارة راديوية) وتختلف باختلاف التردد ووحدتها الاوم . اما **المقاومة** فهي المعاوقة التي يبديها الموصل تجاه التيار المستمر وتكون ثابتة ولا علاقة لها بالتردد ووحدتها الاوم ايضا .

يجب ان تكون ممانعة جهاز الارسال و خطوط النقل (الكيبلات) و الهوائي متساوية . جهاز الارسال يصمم عادة بممانعة 50 اوم و كذلك ممانعة الكيبلات المستخدمة (توجد انواع اخرى ممانعتها مختلفة) و الهوائي , الهوائي الكفوء يجب ان تكون ممانعته 50 اوم لبث كامل الطاقة . وتوجد بعض الانواع من دوائر (موائمة الممانعة) التي تستخدم لتحويل ممانعة الهوائي الى 50 اوم في حالة اختلافه عن هذه القيمة .

الموجة الواقفة و القدرة المنعكسة VSWR and Reflected Power

VSWR هو اشارة الى صفة موائمة الهوائي تختصر عادة الى **SWR** قيمة **VSWR** العالية تشير الى ان الاشارة التي ارسلت عبر الهوائي قد ارتدت (رجعت) و القدرة المرتدة هي طرق مختلفة للتعبير و لقياس نفس الشيء . **VSWR** (Voltage Standing Wave Ratio) التي قيمتها 2:1 او اقل تعتبر مقبولة والهوائيات التجارية تضبط لتكون النسبة 1.5:1 (الحالة المثالية 1:1) نسبة الى جهاز ارسال 100 Watt و **VSWR** 1.5:1 اي ما يعادل 96 Watt القدرة الامامية و 4 Watt للقدرة المرتدة او تعطى كنسبة مئوية 4.2 من القدرة الامامية .

عرض الحزمة Band Width

وهو مدى الترددات التي يكون عندها الهوائي فعالا وعادة يتم تصميم الهوائي عند منتصف تردد الرنين لاعطاء المجال للهوائي للاشتغال باقل واعلى من تردد الرنين ضمن الحزمة او المدى المصمم عليها وباقل **SWR** .

عرض الحزمة للهوائي يمكن زيادتها بعدة طرق منها استخدام عناصر هوائي اسمك او تحجيبها ليحاكي زيادة السمك بالعنصر , تقليل عدد عناصر الهوائي , جمع عدة هوائيات بهوائي واحد والسماح للممانعة الطبيعية لاختيار الهوائي الصحيح , الهوائي الصغير يفضل عادة لانه مناسب ولكن هناك حدود اساسية لعرض الحزمة هي الحجم والكفاءة .

و يعبر عن عرض الحزمة عادة بدلالة النسبة المئوية لها و ذلك لأن النسبة المئوية لعرض الحزمة هي ثابتة نسبة الى التردد . اذ ان عرض الحزمة يعبر عنه بوحدات مطلقة للتردد مثال :

عرض الحزمة يختلف اعتمادا على التردد اذا كان مثلا 150 MHz او 450 MHz او 825 MHz .

و النسبة المئوية لل Band Width هي :

$$BW = 100 \times \frac{F_h - F_l}{F_c}$$

F_h = اعلى تردد في الحزمة

F_l = اقل تردد في الحزمة

$$F_c = \text{التردد المركزي للحزمة} = \frac{F_h + F_l}{2}$$

مثال إذا أردنا هوائي يعمل بتردد (حزمة) من (150 - 156MHz) فنحتاج الى هوائي يغطي على الاقل 3.9% من عرض الحزمة.

$$BW = 100 \times \frac{F_h - F_l}{F_c}$$

$$BW = 100 \times \frac{156 - 150}{153} = 3.9 \% \text{ عرض الحزمة}$$

الديسبل Decibel

هو طريقة لوصف التحصيل (الكسب) او الفقد او قوة الاشارة في نظام الاتصالات او غيره . والعلاقة العامة لحساب القدرة بالديسبل .

$$dB = 10 \log \frac{\text{Power A}}{\text{Power B}}$$

A هو القدرة المجهزة الى الهوائي او الداخلة الى اي مكبر او المجهزة الى احد نهايات خطوط النقل للاشارة.
B هو القدرة الواصلة الى الجزء او النهاية الاخرى لخط النقل او الخرج للمكبر او اعظم قدرة مشعة من الهوائي.

اذا كانت **A** اكبر من **B** فالنتيجة عدد موجب وهو الكسب (التحصيل gain)
اذا كانت **A** اصغر من **B** فالنتيجة عدد سالب وهو الفقد (loss)

انواع الديسبل

1- dBi وهو مرجع للهوائي النقطي (Isotropic) وهذا الهوائي افتراضي ونظري وغير ممكن عمليا لذا يستخدم كوحدة للقياس فقط .

2- dBd وهو مرجع للهوائي الداي بول نصف طول الموجة وهو من احد اسس التصميم للهوائيات ويقاس كسبه بال **0 dBd = 2.14 dBi** .

3- dBq وهو مرجع لهوائي ربع طول الموجة العمودي وقيمة كسبه بين قيمه كسب هوائي الداي بول والهوائي النقطي وهو غير شائع الاستعمال .

4- dBc وهو وحدة تعبير عن القدرة باستخدام قدرة الموجة الحاملة كمرجع , وتشير الى العلاقة النسبية للضجيج او جزء الموجة الجانبي الاعظم (side band peak power) الى الموجة الحاملة .

5- dBm هذه الوحدة تشير الى ان الديسبل بوحدة الملي واط عبر مقاومة حمل 50 اوم وتستخدم بحسابات اجهزة الاستقبال والمكبرات .

6- dBμv هذه الوحدة تشير الى ان فولتية الاشارة بوحدة μv نسبة الى ان 1μv عبر مقاومة 50 اوم هو **0dBμv** وتستخدم على الاغلب في اجهزة الاستقبال والهوائيات .

7- dB(old) كانت هذه الوحدة تستخدم في التلفونات قبل الحرب العالمية الثانية ويقاس ب 6mv بمقاومة حمل 500 اوم ويعادل **0 dB** واستبدلت بوحدة VU وتعادل 1mv عبر مقاومة حمل 600 اوم وتستخدم الان في الاجهزة والتسجيلات الصوتية.

8- **dBw** وحدة لقياس القدرة بالواط وتشبه dBm عدا ان قياس المرجع هو 1 واط . $0\text{dBw} = +30\text{dBm}$ و $30\text{dBw} = 0$ - وتستخدم في قياس قدرة الخروج للأجهزة عموما والصوتية خصوصا .

9- **dBu** وحدة لقياس الفولتية V_{RMS} نسبة الى مرجع 0.775 V

10- **dBv** وحدة لقياس الفولتية V نسبة الى مرجع 1 فولت

11- **dBmv** هذه الوحدة تشير الى الديسبل بوحدة Milivolt , عبر مقاومة 75 اوم 1mv يساوي 0dBmv وتستخدم في حسابات اجهزة التلفزيون والاشارة 1mv هي اقل اشارة مستلمة لازمة لجهاز التلفزيون لعدم ظهور الثلج (snow) في الصورة .

12- **dB(spl)** (Sound Pressure Level) وحدة لقياس مستوى ضغط الصوت في الهواء و الغازات الاخرى نسبة الى 20 micropascals (مايكروباسكال) . و بالنسبة للصوت في الماء و السوائل النسبة تصبح $1\text{ }\mu\text{Pa}$.

13- **dB(sil)** (Sound Intensity level) وحدة لقياس كثافة الصوت نسبة الى 10^{-12} واط / متر مربع (بداية مستوى السمع البشري في الهواء) .

14- **dBswl** (Sound Power Level) وحدة لقياس مستوى قدرة الصوت نسبة الى 10^{-12} واط .

15- **dB(A) / dB(B) / dB(C)** وحدات لقياس مختلف الذبذبات لاستجابة الاذن البشرية للصوت و وحداتها نفس وحدات $20\text{ }\mu\text{Pa}$ dB(spl) . تستخدم في الاغراض الطبية . dB(C) تستخدم ايضا في الاتصالات التليفونية والتلغرافية

16- **dBj** وحدة لقياس الطاقة نسبة الى 1 جول = 1 واط / ثا و تستخدم لقياس كثافة الضجيج (Noise Density) $0\text{dBj} = 0\text{dBw/Hz}$.

17- **dBμ** وحدة قياس شدة المجال الكهربائي نسبة الى $1\text{ }\mu\text{v} / \text{m}$ (1 مايكرو فولت / متر) . وتستخدم في الهوائيات .

18- **dBf** وحدة قياس قدرة نسبة الى 1 femtowatt .

19- dBk وحدة قياس قدرة نسبة الى 1Kilowatt تستخدم لحساب القدرة .

20- dBfs وحدة قياس سعة الاشارة مقارنة بأعلى تدريجة للجهاز , 0dBfs تساوي 1 في النظام الرقمي Digital system تستخدم في اجهزة الاتصالات.

21- dBo (overload) قياس سعة الاشارة مقارنة بأعلى تدريجة للجهاز و مشابهة لل dBfs لكنها تستخدم في النظام التماثلي analog system .

22- dB-Hz وحدة لقياس bandwidth نسبة الى 1 هيرتز تستخدم في Link budget calculation , $20\text{dB-Hz} = 100\text{Hz}$.

23- dBic (isometric circular) قدرة مقاسة نسبة الى هوائي مستقطب دائري قياسي . تستخدم في حسابات الهوائيات .

24- dBrn (reference noise) وحدة لقياس الضجيج .

التوجيهية والكسب Directivity and Gain

التوجيهية هو قابلية الهوائي على تركيز طاقة البث في اتجاه محدد عند الارسل او لاستلام افضل طاقة باتجاه معين عند الاستلام .

هناك علاقة بين التوجيهية والكسب , ويمكن رؤية ظاهرة زيادة التوجيهية عند مقارنة ضوء مصباح كهربائي اعتيادي مع ضوء مصباح كشاف مثلاً, حيث 100 واط من الضوء الموجه سيكون اكثر بكثير ولا مجال للمقارنة من 100 واط من ضوء المصباح الاعتيادي المنتشر ضوئه في كل الاتجاهات . فالضوء الموجه يقارن بانه كالهوائي مع زيادة التوجيهية .

الكسب هو القيمة العملية من التوجيهية , والعلاقة بين التحصيل والتوجيهية هي

$$G = \eta \times D$$

G = الكسب

η = الكفاءة

D = التوجيهية

قياس الكسب Gain measurement

أحد الطرق العملية لقياس الكسب هو مقارنة الهوائي (تحت الفحص) المراد قياس كسبه مع هوائي قياسي (معلوم الكسب) .
لقياس كسب هوائي VHF مثلا يثبت الهوائي المراد فحصه مع هوائي قياسي (يمكن استخدام داي بول { كسب الداي بول $0\text{dBd} = 2.15\text{ dBi}$ } كهوائي قياسي) على نفس العمود وب نفس الاتجاه والارتفاع ويبث من محطة صغيرة من مسافة حوالي 5 كلم بقدرة 1 او 2 واط ويقاس مقدار الإشارة المستلمة من الهوائيين ومن الفرق بينهما يمكن معرفة كسب الهوائي (تحت الفحص) ويراعى ان يتم فحص كل هوائي على انفراد لضمان عدم تأثير احدهما على الآخر .
وفي حالة فحص الترددات المتناهية العلو UHF و SHF يستعمل الهوائي البوقي (Horn) بكسب معلوم ويعتبر هوائي مرجع Standard .

قياس شدة الإشارة الراديوية المستلمة والفقد في الهواء

تتعرض الإشارة الراديوية الخارجة من جهاز الارسال الى عدة عوامل فقد , تفقد الإشارة جزء من قوتها من خلال الكيبل المستخدم ولذا يجب استخدام انواع جيدة منه لتقليل الفقد لاقل مايمكن حيث ان السعة (لكل قدم او متر) العالية هي السبب الرئيسي في الفقد . وعموما كلما كان قطر الكيبل اكبر وثابت الغزل اقل كانت السعة اقل والكيبل اكثر جودة وخصوصا بالترددات العالية جدا .

ففي المثال الاتي طريقة حساب شدة الإشارة المستلمة من جهاز ارسال 5W (37 dBm) بتردد 144 MHz عبر كيبل بفقد قدره 10 dB والى هوائي بكسب 4 dBi ومن ثم تتعرض الإشارة الى فقد كبير في الهواء قدره 95 dB - حسب ما موضح بالمعادلة , ثم يضاف 5dBi كسب هوائي الاستلام ثم تفقد الإشارة المستلمة 8dB بكيبل هوائي الاسقبال لتصبح بعد اجراء العمليات الرياضية 67 dBm - .

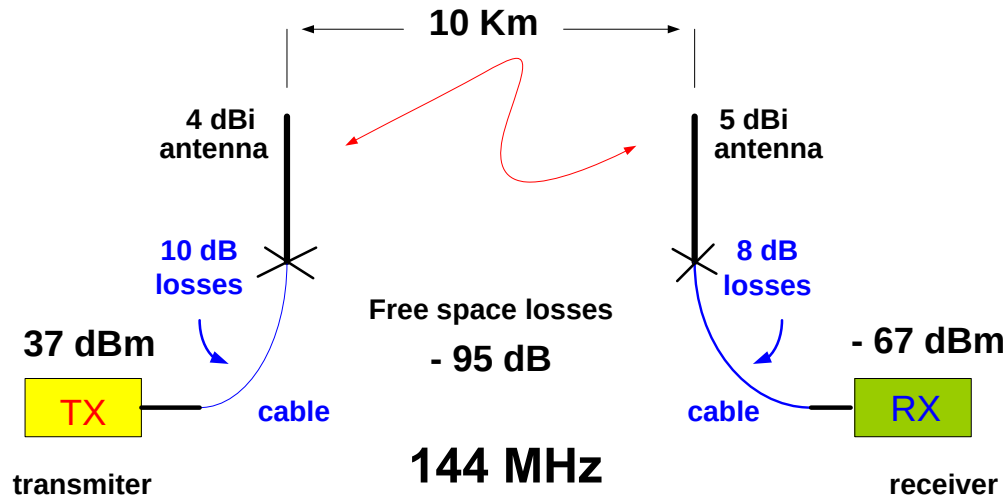
حساب الفقد في الكيبلات يتم ببرنامج بسيط من الانترنت cable losses

<http://www.ocarc.ca/coax.htm> calculation

وحساب الفقد في الهوائي يتم ببرنامج free space losses

<http://www.terabeam.com/support/calculations/free-space-loss.php#calc>

او بالمعادلة المرفقة والفقد في الهواء يزداد بازدياد التردد والمسافة بين الهوائيات .



Tx power = 37 dBm = 5 watt
 Tx Cable losses = 10 dB
 Tx antenna Gain = 4 dBi
 Free space losses = $20 * \text{Log}_{10}(\text{frequency in MHz}) + 20 * \text{Log}_{10}(\text{Distance in Miles}) + 36.6 = -95 \text{ dB}$
 Rx antenna Gain = 5 dBi
 Rx cable losses = 8 dB
 Rx power = -67 dBm according to the equation below :-

$$37 \text{ dBm} - 10 \text{ dB} + 4 \text{ dBi} - 95 \text{ dB} + 5 \text{ dBi} - 8 \text{ dB} = -67 \text{ dBm}$$

This equation is used to calculate the losses power
 From transmitter to receiver through cable & antenna

شكل (6-1) مخطط لحساب الاشارة الراديوية المستلمة عبر الهواء

حساب كسب النظام (System Gain)

لكل جهاز لاسلكي له حساسية استلام خاصة به تسمى (receiver sensitivity) وهي تمثل اقل مستوى للاشارة (فولتية) يمكن للجهاز تحسسها عند الاستلام وكلما كانت قيمتها عالية يكون الجهاز افضل , فعند حساب الكسب للنظام يتم اضافة القدرة المرسله (output power) الى حساسية الجهاز . ويمكن من خلالها التمييز بين كفاءة الاجهزة المختلفة واختيار الافضل .

$$\text{System Gain} = \text{output power} + \text{receiver sensitivity}$$

مثال :- اذا كانت حساسية الجهاز $-113 \text{ dBm @ BER } 10^{-6}$ والقدرة المرسله 37 dB فان الكسب للنظام هو $37 + 113 = 150 \text{ dB}$

حدود التلاشي Fade margin

وهو الفرق بين قوة الاشارة المستلمة وبين حساسية الجهاز وكلما كانت قيمتها اعلى من 20 dB يكون افضل ,وقيمتها تعتمد على قدرة الارسال للمرسله والمسافة بينها وبين جهاز الاستقبال .

$$\text{Fade Margin} = \text{received power} - \text{receiver sensitivity}$$

مثال :- اذا كانت قوة الاشارة المستلمة هي 67 dBm وحساسية الجهاز هي -113 dBm فان حدود التلاشي هي : $67 - (-113) = 180 \text{ dB}$

الهوائيات

الهوائيات بصوره عامه تنقسم الى ثلاثة اقسام رئيسية:

- 1- هوائيات عمودية (Vertical omni direction) وانواعه
- 2- هوائيات غير موجهه مثل الدايبول (dipole) وانواعه
- 3- هوائيات موجهه مثل الياكي (yagi) و الصحون اللاقطه وغيرها.

توجد انواع كثيره وتطبيقات عديده للهوائيات الا ان المبدء واحد وحجم الهوائي يعتمد على الطول الموجي للموجه ويتناسب معها تناسباً طردياً وعكسياً مع ترددها فهوائيات الموجات القصيره جدا مثلاً (VHF و UHF) تكون اصغر حجماً و اسهل صنعا من هوائيات الموجات الطويله مثلاً .

ولكل هوائي شكل بث وكسب خاص به يعتمد على تركيبته وتصميمه . عند حساب الاطوال للهوائيات عامه لا تستخدم سرعه الضوء مباشره في الحسابات $300000 \text{ كلم / ثانيه}$ بل تضرب في ثابت 0.95 لان سرعه الموجه اللاسلكيه في الموصلات (المعادن) اقل من سرعتها في الفضاء ب 5% فتصبح سرعه الموجات اللاسلكيه لحسابات اطوال الهوائيات 285000 كلم/ثانيه .

هناك برامج تصميم لمختلف انواع الهوائيات وضعها هواة مشكورين في الانترنت مجاناً ليتمكن الجميع من صناعه ما يرغبون به من هوائيات .

هنالك البرنامج المشهور للهاوي الكندي VE3SQB والذي بواسطته يتم تصميم عدة انواع من الهوائيات بعد اعطاء بعض المعلومات اللازمه مثل التردد وعدد العناصر (ELEMENT) وقطر الانابيب المعدنيه المتوفره .

انواع الهوائيات العمودية : Vertical omni direction

وهي هوائيات تبث بكل الاتجاهات (بث دائري) وهذه بعض الانواع المشهورة منها والشائعة الاستعمال .

- 1 - هوائي ربع الموجة Vertical antenna with ground plane
- 2 - هوائي $5/8$ طول الموجة ذو الملف
- 3 - هوائي متعدد الموجات Multi bands antenna
- 4 - هوائي نوع j pole
- 5 - هوائي نوع Supper j pole
- 6 - هوائي $1 \frac{1}{4}$ طول الموجة Slim Jim antenna
- 7 - هوائي Collener
- 8 - هوائي الدسك Discone
- 9 - هوائي ماركوني Marconi vertical antenna
- 10- هوائي بازوكا Bazooka antenna

الهوائيات غير الموجهة

يعتبر الدايبول dipole ابسط انواع الهوائيات وخير مثال على الهوائيات غير الموجهة واغلب انواع الهوائيات العمودية والموجهة وغير الموجهة هي عبارة عن دايبول بشكل او باخر وهو يعتبر المرجع الرئيسي للقياس في الهوائيات هو والهوائي الافتراضي isotropic (الهوائي النقطي الذي يبث بكل الاتجاهات وبالاحداثيات الثلاثة وهو هوائي وهمي افتراضي ولا وجود له) .

- 1 - هوائي دايبول $\lambda / 2$ Dipole antenna
- 2 - هوائي دايبول متعدد Multy dipole antenna
- 3 - هوائي دايبول مقلوب Inverted V dipole antenna
- 4 - هوائي دايبول مصيدة Trap dipole antenna
- 6 - هوائي دايبول دائري Circular dipole antenna
- 7 - هوائي دايبول مطوي Folded dipole antenna
- 8 - هوائي سلك السماء Loop Skye wire antenna
- 9 - هوائي خفاقة البيض Egg Beater antenna
- 10- هوائي المعدن السائل Liquid metal antenna

الهوائيات الموجهة

يعتبر الياكي من افضل الهوائيات الموجهة ويعتبر اساسيا فيها ويستعمل لمدى واسع من الترددات من HF الى SHF

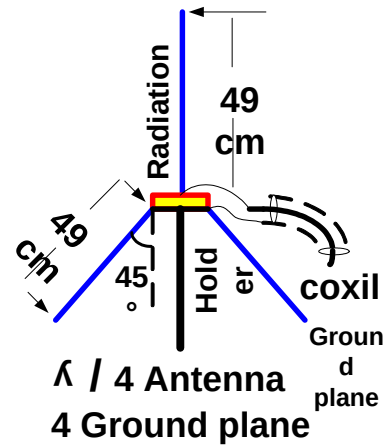
- | | |
|----------------------|---------------------------|
| yagi antenna | 1 - هوائي ياكي تقليدي |
| Cubical quad antenna | 2 - هوائي المكعب الرباعي |
| Log periodic antenna | 3 - هوائي |
| Helical antenna | 4 - هوائي |
| horn antenna | 5 - هوائي بوقي |
| Dish antenna | 6 - هوائي صحن |
| Sectoral antenna | 7 - هوائي قطاعي |
| Moxon antenna | 8 - هوائي موكسون |
| Curtain Quad antenna | 9 - هوائي الستارة الرباعي |

الهوائيات العمودية : Vertical antenna

1 - **هوائي ربع طول الموجة** من الهوائيات العمودية الاساسية في ويتكون ببساطة صورته من عنصر (element) عمودي وثلاثة او اربع او اكثر من العناصر الافقية او المائلة بزاوية كمستوى ارضي (Ground plane) وكلما زادت كان الهوائي اكفاً وميل الزاوية 45° تقرب ممانعة الهوائي من 50 اوم كسب هذا الهوائي 0 dBd ويعادل 2.14 dBi طول العناصر متساوي $\lambda / 4$ مثال قياس العناصر لهوائي يعمل على التردد 145MHz تفاصيل كاملة للهوائي في موقع جمعية العراق لهواة اللاسلكي <http://www.iraqi-ars.org> بعنوان مشاريع (project) هوائي VHF & UHF .

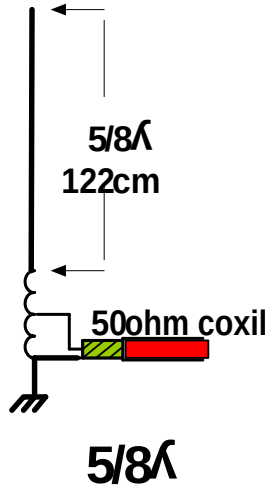
$$\lambda = \frac{300,000,000 \times 0.95}{145,000,000} = 196 \text{ cm}$$

$$\frac{\lambda}{4} = 49 \text{ cm}$$



شكل (6-2) هوائي ربع طول الموجة

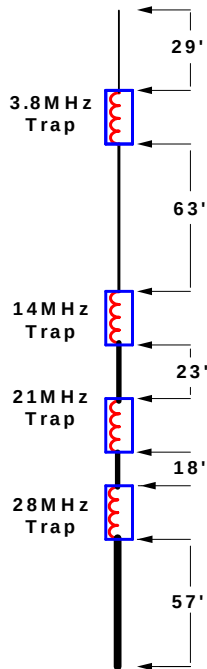
2 - هوائي 5/8 طول الموجة من الهوائيات السوطية البسيطة والمستعملة في السيارات والزوارق يحوي على ملف موازنة (Matching coil) ويثبت على سطح المركبة المعدني ليعمل عمل (ground plane) انتشار موجاته يكون قريبا وموازيا تقريبا لسطح الارض لذا يكون ملائما للاراضي والمساحات المنبسطة ويستخدم لل VHF , UHF .



Vertical antenna

نموذج هوائي 5/8 طول الموجة بتردد 145MHz يتكون من سوط معدني بقطر مناسب (3 الى 6 ملمتر) بطول 122 سم ويكون مرنا قابلا للانثناء اثناء سير المركبة بتأثير الهواء . ومن ملف موازنة 10 لفات قياس 12 على عازل بقطر 3/4 انج وطول 3.5 انج ويغير موقع لحام الكيبل بالملف للحصول على اقل SWR .

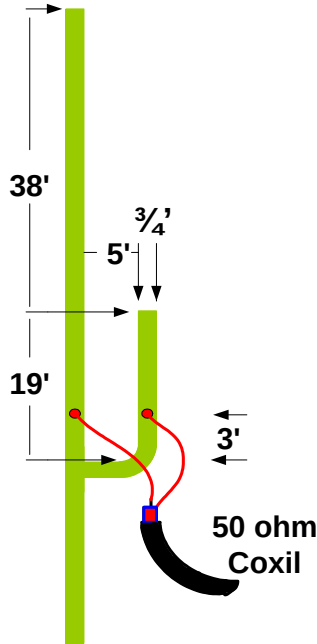
شكل (3-6) هوائي 8/5 طول الموجة



5 Band vertical antenna

3 - هوائي متعدد الموجات من الهوائيات المركبة والمعقدة لاحتوائها على مصائد موجات (Trap) لكل تردد في الحزمة . المصيدة 28MHz تمنع الموجة 28MHz من الانتشار عبر طول الهوائي وتقف الموجة عند نهاية الطول الاول 57' وكانما الهوائي يمثل هذا الطول فقط اما بالنسبة للموجة 21MHz فالمصيدة 28MHz لاتمثل لها شيئا وتمر من خلالها وتقف عند المصيدة التي بنفس ترددتها ويضاف الطول 18' الى 57' اليا وهكذا بالنسبة لبقية الموجات . الاطوال مثبتة في الرسم المجاور وبقياس الانج ويكون قطر العناصر السفلية اسماك من العلوية للضرورات الفيزيائية التصميمية من ناحية المتانة وقابلية الانثناء عند الرياح والوزن .

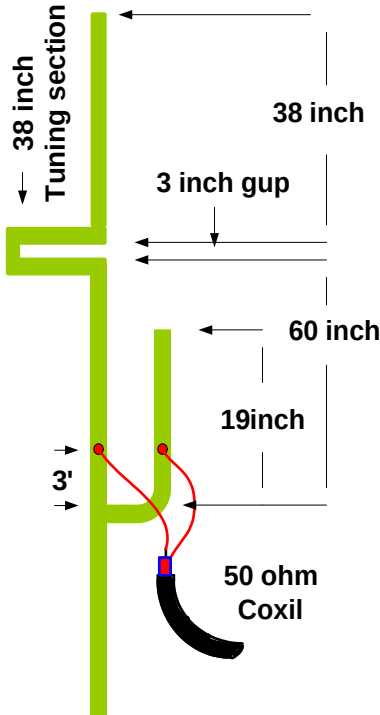
شكل (4-6) هوائي متعدد الموجات



J pole antenna

4 - هوائي نوع J pole من الهوائيات الكفوة والبسيطة التكوين يتكون من قضيب او انبوب (افضل لغرض الوزن والمتانة) وتستعمل عادة انابيب التبريد النحاسية بقطر 1' او 3/4' او حسب الاختيار لخفتها وسهولة ثنيها ولحامها بالصولدر الاعتيادي (هنالك تقاسيم على شكل T و L يمكن استخدامها بدل الثني) الذراع القصير يمثل Ground plane الذي يلحم به الشيلد من الكيبل وقلب الكيبل يلحم على الجزء الطويل كما هو موضح في الرسم والمسافة 3' يمكن تغييرها للحصول على اقل SWR الابعاد موضحة في الرسم لهوائي على تردد 144MHz

شكل (5-6) هوائي J Pole



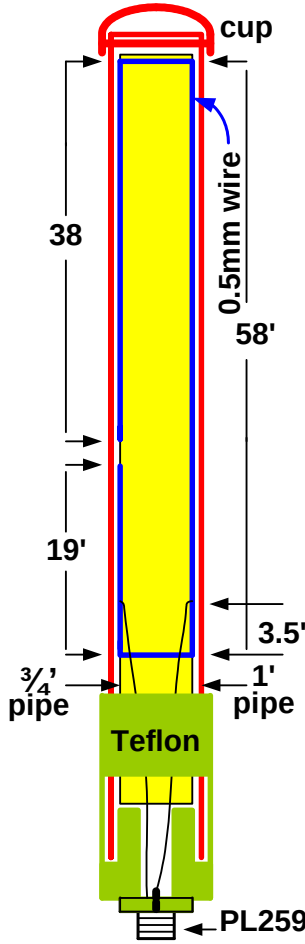
Supper J pole antenna

5 - هوائي نوع Supper j pole

من الهوائيات الكفوة ومن نفس تكوين J pole عدا الاضافة في الوسط وتكون على شكل دائري او U وطول الانبوب الملوي 38' ويمثل هذا الرقم نصف الطول الموجي للتردد المستعمل والهوائي المجاور مصمم على تردد 144MHz وكافة الابعاد والقياسات موجودة بالرسم الهندسي المجاور .

شكل (6-6) هوائي Supper j pole

6 - هوائي Slim jim 1 1/4 λ



145MHz
Slim jim antenna

من الهوائيات الكفوّه جدا والمجربة والعملية والبسيطة التكوين ولايحتوي على ملفات و Ground plane وشكله يشبه مصباح الفلورسنت تم اختبار زوج منه المسافة بينهما حوالي 20 كيلومتر داخل المدينة وبارتفاع 9 متر لكل هوائي وبقدرة 3 واط لكل جهاز وكانت النتيجة جيدة جدا وتم تأمين الاتصال بوضوح وبلغت قوة الإشارة 5/6 لكل منهما . كسب هذا الهوائي 4.5 dBi .

يتكون من انبوب بلاستيكي بقطر 3/4 او 1 انج ويلف على طوله سلك نحاسي بقطر 0.5 او 1 ملم وتترك فجوة 1 انج وكما في الرسم التوضيحي ويلحم الكيبل على بعد حوالي 3.5 انج من الاسفل ويتم ضبط SWR بتغيير هذه المسافة صعودا او نزولا . يلحم قلب الكيبل على الجهة الطويلة من الهوائي والشيلد يلحم على الطرف القصير . من الممكن تغطية هذه المحتويات بانبوب بلاستيكي اخر اكبر حجما بقليل 1 او 1.25 انج لاعطاء المتانة والجمالية للهوائي ويلصق كب بلاستيكي من الاعلى لمنع دخول الاتربة والمطر الى الداخل وتضاف قطعة من التفلون العازل كقاعدة من الاسفل لتثبيت فيها الفيشة ويثبت بها الهوائي الى العمود . التفاصيل الفنية في الرسم التوضيحي المجاور ,

رسوم توضيحية وتفصيلية في موقع جمعية العراق لهواة اللاسلكي (مشاريع / بعنوان هوائي VHF)

<http://www.iraqi-ars.org>

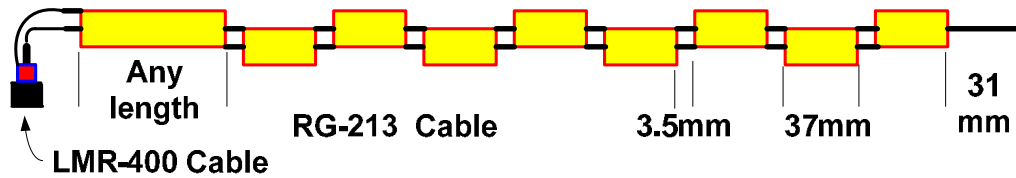
شكل (6- 7) هوائي Slim jim

7 - هوائي collener هوائي جيد جدا بالحجم والكسب ويغلب استعماله

في الترددات فوق العالية جدا الا ان هذا لايمنع استخدامه ببقية الترددات كسب هذا الهوائي يكون مرتفع عادة لتكوينه من عدة هوائيات مجتمعة على التوالي وهو باشكل وتطبيقات كثيرة وسنتناول هوائي 2.4GHz للانترنت وهو هوائي جيد جدا الا انه يحتاج الى دقة في الصناعة لحراجه الاطوال بسبب كون التردد عالي جدا 2.4 GHz . يتكون من 8 قطع من كيبل RG-213 او اي كيبل مماثل ويجب ان تكون سرعة الانتشار للكيبل (Velocity factor) 0.66 لان القياسات المعطاة حسب هذا الرقم وتلحم هذه الكيبلات بصورة

مخالفة الواحد مع الآخر (الشد بالقلب والقلب بالشد) لتكوين مجموعة من الدايبولات والكسب الكلي هو مجموع كسب كل قطعة من الدايبول الشكل المجاور يبين التفصيلات والقياسات للهوائي وتم تجربته مع جهاز انترنيت يبعد حوالي 400 متر وكان الاتصال جيدا وقوة الإشارة 80% وكسبه 9 dBi وهو صغير الحجم وبطول 50 سم فقط .

رسوم توضيحية وتفصيلية في موقع جمعية العراق لهواة اللاسلكي (مشاريع / بعنوان هوائي 2.4GHz) <http://www.iraqi-ars.org>

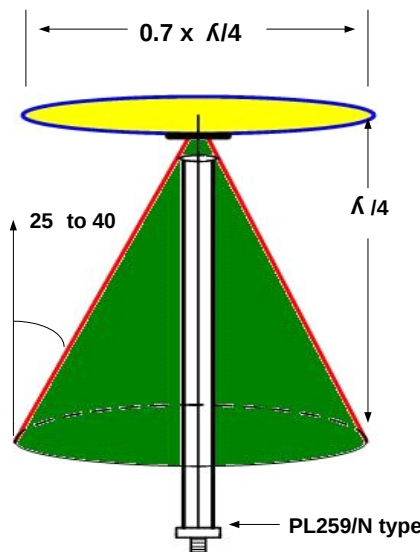


2.4 GHz collinear antenna

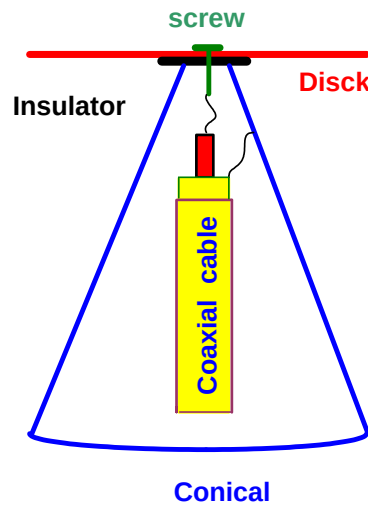
شكل (6- 8) هوائي انترنيت نوع collener

8 - **هوائي القرص Discone** من الهوائيات النموذجية له 3 تراكيب القرص والمخروط والعازل .

القرص يجب ان يكون بقطر كلي يعادل 0.7 من ربع طول الموجة للتردد الواطيء للهوائي . نقطة التغذية (feed point) للهوائي يجب ان تكون في مركز القرص وترتبط عادة بكابل 50 اوم (يربط قلب الكابل بالقرص والشيلد بالمخروط) . طول المخروط يجب ان يكون ربع طول الموجة للتردد الواطيء المستعمل في الهوائي . وزاوية المخروط تكون عادة بين 25 الى 40 درجة .



Discone Antenna



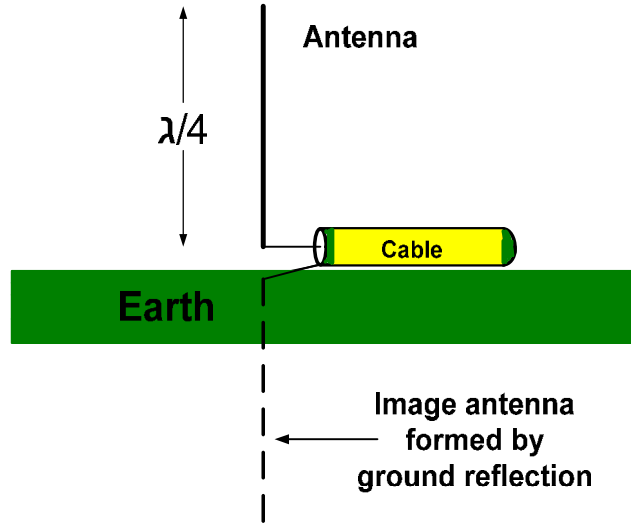
شكل (6- 9) هوائي القرص

9 – هوائي ماركوني Marconi antenna

من اغلب الهوائيات العمودية الشائعة هو هوائي ماركوني وهو هوائي

$\lambda/4$ ويستخدم كدايول عمودي ويعتبر الارض كمرآة عاكسة له Ground plane .

في الترددات الواطئة (اقل من 2MHz) من الصعوبة عمل هوائي دايول افقي بسبب طوله الكبير واحتياجه الى نصف الطول الموجي على الاقل فوق سطح الارض فعلى سبيل المثال هوائي 2MHz يحتاج الى طول حوالي 75m وهذا غير منطقي من الناحية العملية اضافة الى ذلك ان الموجة الارضية لل 2MHz تحتاج الى قطبية عمودية للبث وهذا ما لا يتوفر في الهوائي الافقي كما نوهنا سابقا , وانه من غير الممكن عمليا وضع هوائي بطول 75m على مركبة متحركة باستقطاب افقي لذا برزت الحاجة الماسة الى استخدام الهوائيات العمودية مثال على ذلك هوائي عمودي يثبت على سطح الارض بطول $\lambda/4$ ويستخدم الارض كمرآة عاكسة بطول الهوائي كما في الرسم المرفق .



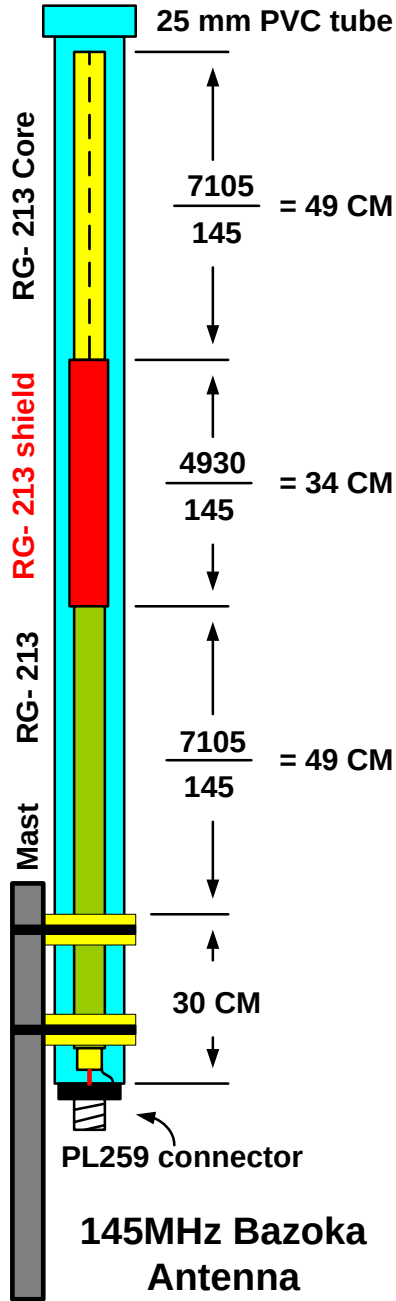
The image antenna formed in the ground under a Marconi antenna

شكل (10 - 6) هوائي ماركوني

10 – هوائي بازوكا Bazooka antenna

من الهوائيات البسيطة والسهلة التكوين وهو عبارة عن دايبول عمودي يتكون من قطعة من كابل RG-213 او RG-8 او اي كابل بنفس Velocity factor (0.66) .

يقشط اعلى الكابل بالطول المبين بالرسم التوضيحي وحسب التردد 145MHz بطول 49cm ويستخدم القلب كمشح اما الشيلد فيقلب الى الاسفل كما هو موضح وبالطول 34cm وتعتبر هذه النقطة هي نقطة التغذية (feed point) ثم يضاف طول 49cm (ربع الطول الموجي) للبعد عن الشيلد ويضاف 30cm لمرحلة التثبيت كما هو موضح بالرسم ثم يستعمل انبوب بلاستيكي من PVC بقطر 1 انج (25mm)



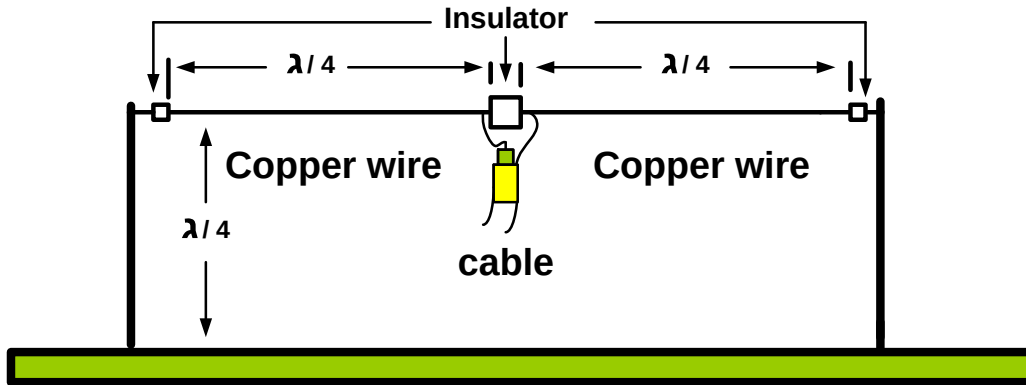
شكل (6- 11) هوائي بازوكا

الهوائيات غير الموجهة

1 - هوائي الدايبول نصف طول الموجة $\lambda / 2$

من اشهر واسهل انواع الهوائيات واكثرها انتشارا واستخداما ويتكون من جزئين كل جزء يمثل ربع طول الموجة ويثبت بصورة افقية بواسطة ساريتين خشبيتين او معدنيتين (وتفضل الخشبية لغرض العزل التام عن الارض) معزولتين عنه ولضمان عمله بصورة جيدة يجب ان يرتفع عن سطح الارض بما لا يقل ربع طول الموجة . يتكون من سلك نحاسي من المستخدم في التأسيسات الكهربائية و بقطر مناسب (من 1 الى 6 ملم) ولايهم ان يكون عاريا او مغلف ويفضل المغلف لضمان عدم تاثير الظروف الجوية عليه من رطوبة ومطر وحصول التأكسد الذي يؤثر على اداءه .

من الممكن ربط عدة دايبولات سوية كل منها بطول موجي مختلف على نفس العمود وبنفس الكيل , وتوضع ثلاثة عوازل كهربائية اثنان في الاطراف وواحدة في الوسط لعزل الهوائي عن الارض كما هو موضح بالرسم .



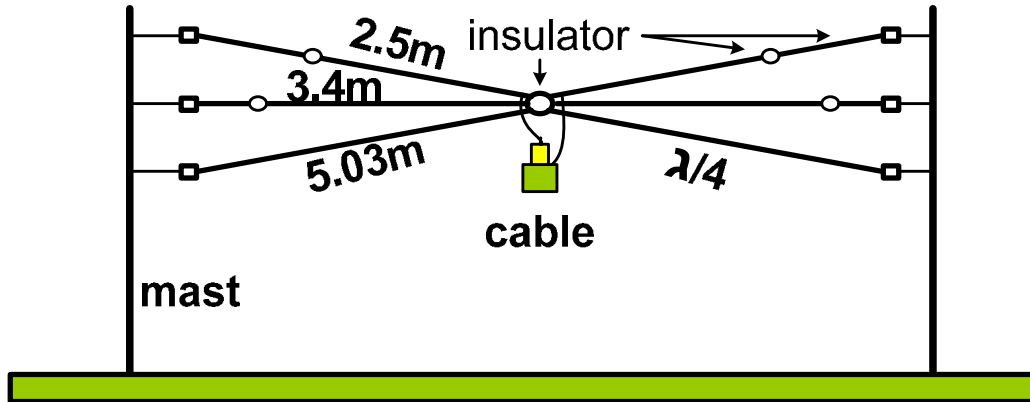
$$\lambda / 4 = \frac{71.5}{f \text{ MHz}} \text{ Meter}$$

Simple dipole

شكل (12 - 6) هوائي دايبول نصف طول الموجة $\lambda / 2$

2 - هوائي دايبول متعدد

هذا الهوائي يستخدم عدة اطوال موجية لعدة ترددات وتربط سووية في المنتصف وتربط بكبيل واحد ولكل جزء منها طول يمثل ربع الطول الموجي لكل تردد مستعمل ولا تتأثر بقية الاطوال بهذا النوع من الربط اذ ان كل تردد سواء كان مرسل او مستقبل سيختار الجزء الملائم له (الهوائي المناسب) والذي يكون فيه ال SWR اقل ما يمكن باعتبار ان الهوائي مصمم على ذلك التردد, فالشكل يوضح هوائي مكون من ثلاثة دايبولات (ممكن اكثر او اقل) بثلاثة ترددات الاسفل بتردد 14 MHz ويكون اكثرها طولاً والوسط بتردد 21 MHz والاعلى بتردد 28 MHz وهو الاقل طولاً . وتربط سووية من كل طرفي العازل الوسطي بكبيل التغذية والذي تكون في العادة ممانعته 50 ohm وهي نفس ممانعة الهوائي ويجب استعمال كبيل مناسب مثل RG213 or RG8 او الاقل كفاءة RG58 ذو السعة الداخلية الكبيرة والفقد الاكبر ويجب استخدام اقصر طول ملائم من الكبيل لتقليل الفقد في الاشارة .

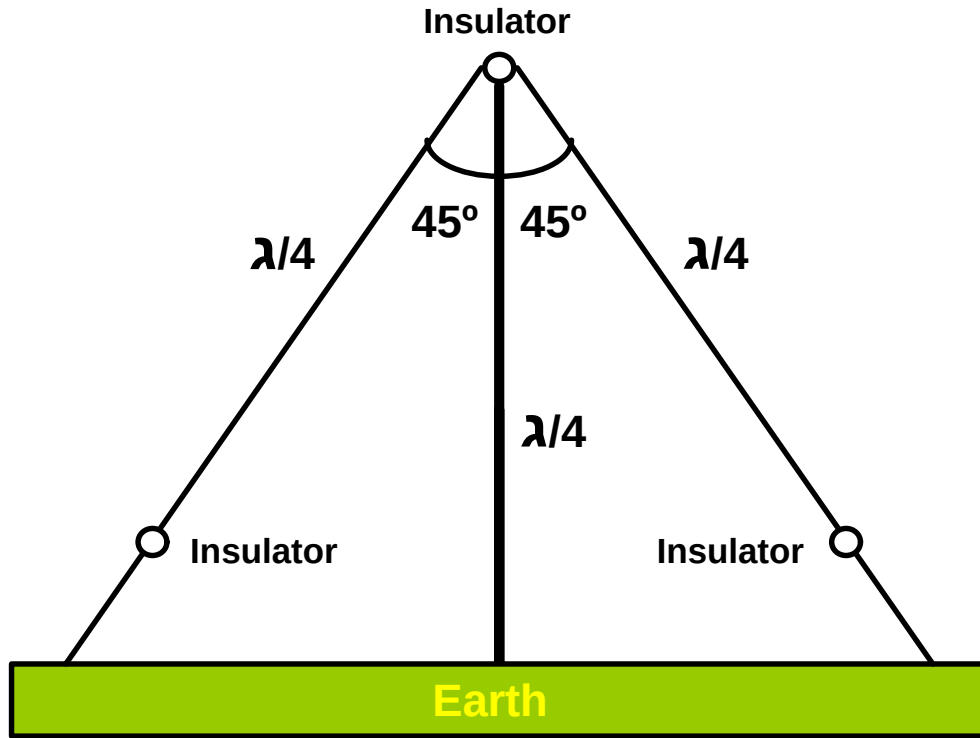


Multiband dipole

شكل (13 - 6) هوائي دايبول متعدد

3 - هوائي دايبول مقلوب inverted V

هذا الهوائي شبيه بالدايبول الاعتيادي الا انه يركب بصورة مقلوبة على شكل Λ ويستخدم عمود واحد للثبيت وتكون الزاوية بين طرفيه اكبر من 90 يستخدم هذا الهوائي في الاماكن الضيقة والتي ليس بها فسحة لربط دايبول اعتيادي وطول العمود يجب ان لا يقل عن ربع طول الموجة ويربط بعوازل من الاطراف وتبعد نهاياته السفلى عن الارض قدر الامكان . طول الدايبول المقلوب هو اقصر بنسبة 4% من الدايبول الاعتيادي ولنفس التردد .



Inverted V dipole

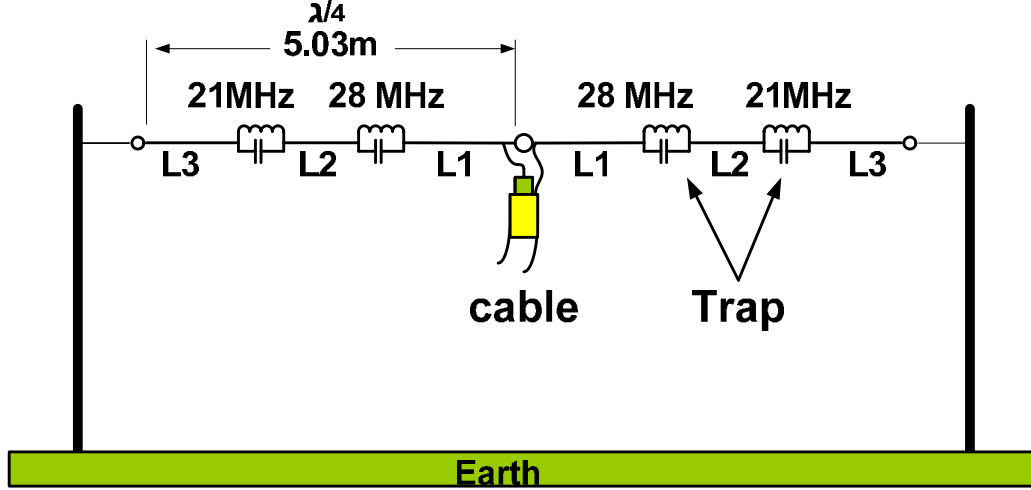
شكل (14 - 6) هوائي دايبول مقلوب

4 - هوائي دايبول مصيدة Trap antenna

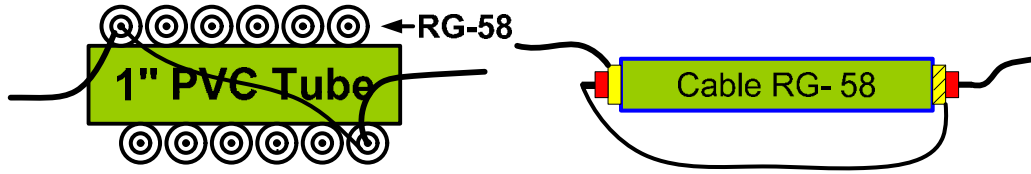
هذا الهوائي شبيه بهوائي الدايبول المتعدد الا انه يحوي على دوائر رنين تعمل كمصيدة لترددات مصمم عليها ليكون فعالا على اكثر من تردد بدلا من استخدام هوائي منفصل لكل تردد , دوائر الرنين عبارة عن ملف ومتسعة منغمة على تردد معين وهذه الدوائر تتعرض للتغيرات الجوية من حرارة ورطوبة مما يؤدي الى تغير ترددها وتقليل كفاءة الهوائي مما حدا الى استخدام طريقة مبتكرة ثابتة التردد باستخدام ملف من كابل 58-RG واستخدام سعته الداخلية الثابتة (باعتبار ان طولها ثابت) كمتسعة لدائرة الرنين مما ينتج عنه دائرة رنين ثابتة التردد لا تتأثر بالظروف الجوية .

الهوائي التالي هو هوائي بثلاث ترددات 28 MHz & 21 MHz & 14 MHz ويحتوي على دائرتي رنين الاولى 28 MHz والثانية 21 MHz

الدائرة الاولى تقوم بقطع التردد 28 MHz وتمنعه من المرور الى دائرة الرنين الثانية ليبقى الجزء L1 هو الجزء الفعال من الهوائي والذي يمثل $\lambda/4$ من طول الموجه 28 MHz والموضوع نفسه بالنسبة للتردد 21 MHz حيث يكون L1 + L2 هو الجزء الفعال اما بالنسبة للتردد 14 MHz فلا يلقي اي ممانعة من دائرتي الرنين السابقتين حيث يكون L1 + L2 + L3 هو الجزء الفعال لهذا التردد والذي يمثل ربع طول الموجه (5.03 m) .



Tri band antenna

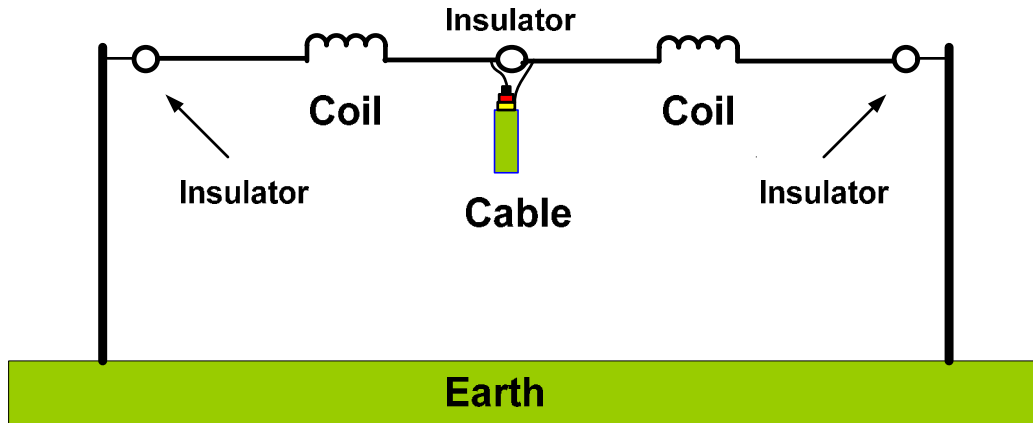


Trap (tuning circuit) L + C

شكل (6- 15) هوائي دايبول مصيدة

5 - هوائي ملف

هذا الهوائي عبارة عن دايبول بسيط الا انه يستخدم ملف لعمل توافق Matching لتقصير طول الهوائي شائع الاستعمال وخصوصا في ترددات HF الواطنة حيث ان الطول الموجي بعشرات الامتار مما لا يكون عمليا صنع هوائي بهذا الحجم .

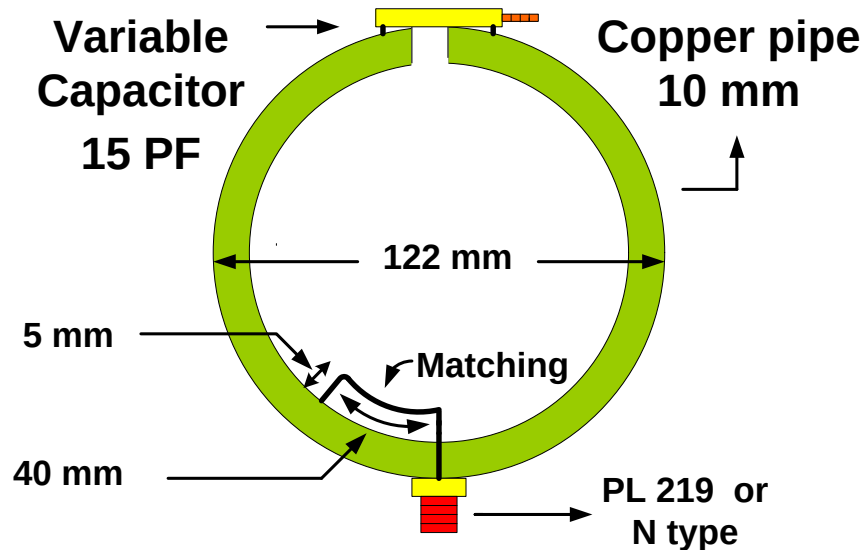


Dipole with coil

شكل (16- 16) هوائي ملف

6 – هوائي دايبول دائري circular dipole antenna

هذا الهوائي من الهوائيات الصغيرة الحجم والسهولة الصنع ويستخدم في ترددات VHF & UHF صغير الحجم ووخفيف الوزن وذو كفاءة جيدة الشكل ادناه لهوائي بتردد 144 MHz يستعمل انبوب من النحاس الخاص بمنظومات التبريد بقطر 10 cm وبقطر 12.2 cm من الخارج ومتسعة متغيرة بمقدار 15 pf خط الموازنه (matching) يبعد عن مركز خط التغذية بمقدار 40 ملم وعن الانبوب النحاسي 5 ملم .



144 MHz VHF Circular Antenna

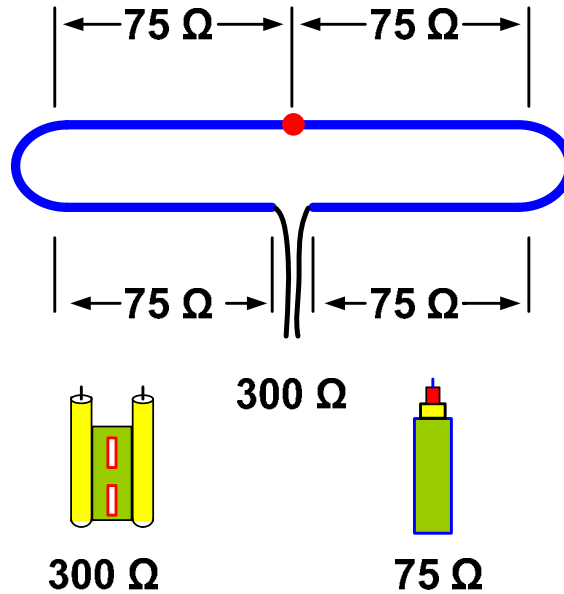
شكل (6-17) هوائي دايبول دائري

7 - هوائي دايبول مطوي Folded dipole

من الهوائيات الشائعة الاستعمال وخصوصا في VHF & UHF وهو عبارة عن انبوب مطوي كما في الشكل المرفق ويثبت من المنتصف (النقطة الحمراء) وبدون عازل لكون الفولتية صفر في المنتصف وتستعمل انابيب الالمنيوم في بنائه كونها خفيفة الوزن وغير قابلة للصدأ وقابلة للانثناء مماثلة لهذا الهوائي 300Ω مما يجعله غير مناسب للاستخدام مباشرة في اجهزة الاتصالات الا بعد استعمال محولة موائمة (balun) من 6:1 او 4:1 لجعل ممانعته 50Ω او 75Ω حسب الحاجة .

يستخدم هذا الهوائي عموما مع اجهزة الاستقبال التلفزيونية الا ان هذا لا يمنع من استخدامه مع اجهزة الاتصالات بعد اضافة محول موائم 6:1 لجعل ممانعته 50Ω كممانعة الاجهزة مع استخدام كيبيل محوري ذو 50Ω . ومن الممكن استخدامه بقطبية افقية (موازي للارض) او بقطبية عمودية (عمودي على الارض) .

عند عدم استخدام محولة الموائمة يستخدم الكيبل الشريطي (300Ω) مباشرة وكان هذا الكيبل يستخدم سابقا في اجهزة التلفزيونات الابيض والاسود حيث كانت ممانعة الدخول لها 300Ω اما التلفزيونات الحديثة (الملونة) فان ممانعة الدخول لها 75Ω لذلك يستخدم الكيبل المحوري coaxial cable ذو 75Ω مثل (RG- 59) بعد اضافة محول موائمة من 4:1 .



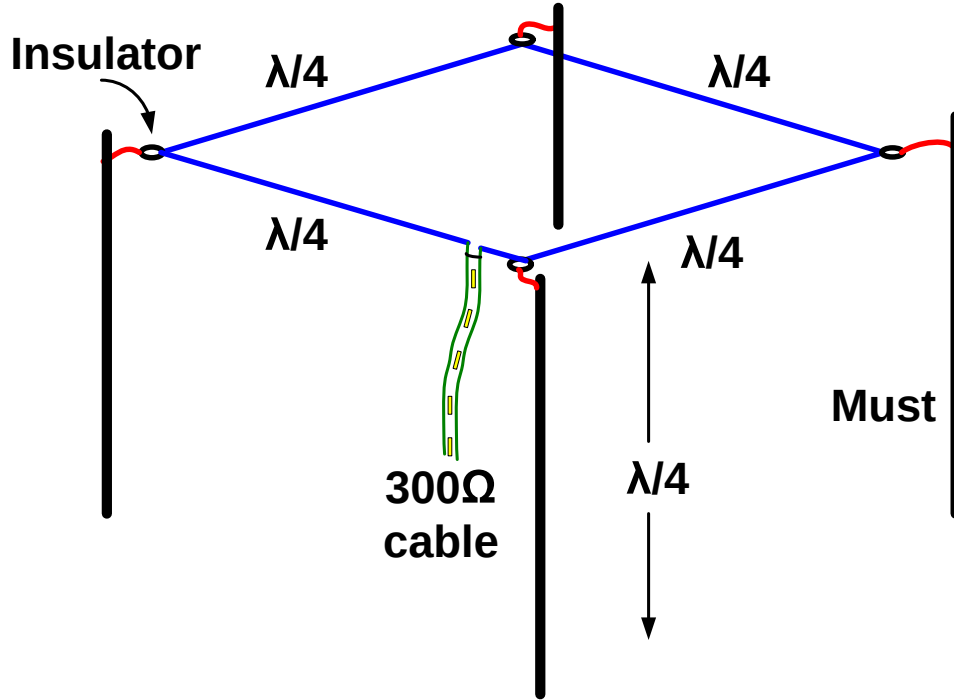
Folded dipole
300 Ω

شكل (18 - 6) هوائي دايبول مطوي

8 - هوائي سلك السماء Loop Skye wire antenna

من الهوائيات الكفوءة جدا والسهلة الصنع يتكون من سلك نحاسي بطول الموجة كاملا و على شكل مربع كل ضلع منه يمثل ربع طول الموجه $\lambda/4$ ويثبت من اركانه على اربعة اعمدة ارتفاعها لا يقل عن ربع طول الموجه يستخدم عادة في ترددات HF وامكن به تحقيق اتصالات جيدة DX مع نيوزيلندا واستراليا وكندا . ويعتبر من الهوائيات الدائرية الانتشار Omni direction وامكن العمل به على الترددات 14MHz و 21 MHz و 28 MHz بواسطة MFJ Antenna tuner (الهوائي مصمم على التردد 7MHz) .

يبلغ طول كل ضلع منه 10m ويفضل ان يرتفع اكثر مايمكن عن سطح الارض (في التجربة كان ارتفاع العمود 5m) ممانعة الهوائي 300Ω لذا يجب استعمال كابل شريطي ذو ممانعة 300Ω ثم استخدام محولة موائمة Balun 4:1 او 6:1 حسب الحاجة او استعمال قطعة بطول 10m من كابل RG59 ذو ممانعة 75Ω بدلا من الكابل الشريطي لتغيير ممانعة الهوائي بدلا من البالون ثم ربط كابل اعتيادي بعده (ممانعته 50Ω) باي طول . قطر سلك الهوائي 2.5mm او اكثر ولايهم ان كان مغلفا (اسلاك التأسيس الكهربائية المفردة) .



Sky wire antenna

شكل (6- 19) هوائي سلك السماء

9 - هوائي خفاقة البيض Egg Beater antenna

من الهوائيات الجيدة والصغيرة الحجم ووسهلة الاستعمال الاستقطاب لهذا الهوائي هو استقطاب دائري وهو مناسب جدا للاتصالات مع الاقمار الصناعية اذ هذا النوع من الاتصالات يحتاج الى الاستقطاب الدائري لان القمر الصناعي في حالة دوران مستمر وكذلك حركة الكرة الارضية .

شكل الانبعاث (pattern) له عبارة عن نصف كرة تقريبا اذ يمكنه الارسل والاستلام من كل الجهات ومن فوقه تحديدا وهذا ما لاتستطيعه اغلب الهوائيات التقليدية , فشكل الانبعاث لهوائي ال Vertical مثلا عبارة عن شكل شبيه باطار السيارة المطاطي الداخلي حول الهوائي ولاتوجد تغطية عمودية له .
ففي حاله مرور القمر فوق الهوائي لايستطيع Vertical الاستلام بعكس الهوائي الدائري موضوع البحث .

الهوائي سهل الصنع ولا يحتوي على ملفات او اجزاء اضافية وذو استقطاب دائري , يتكون من حلقتين بالطول الموجي + 4% (في VHF و 10% في حالة UHF) متعامدتين على بعضهما مع موجهاً ارضية (ground plane) عدد اربعة او اكثر ويمكن استخدام المشبك الخاص بالشبابيك (مانع البعوض) على شكل قرص محل الموجهاً الارضية لزيادة الكفاءة.

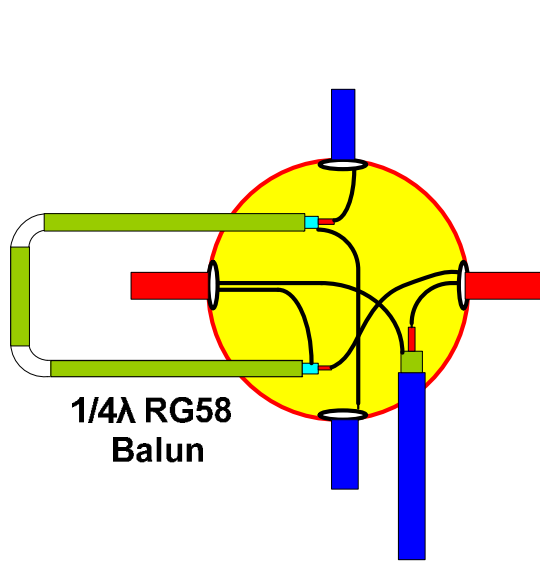
وهناك برامج لحسابات اطواله وضعها بعض الهواة مشكورين على الانترنت مثل برنامج الهاويين البلجيكي ON6WG والفرنسي F5VIF

<http://pagesperso-orange.fr/on6wg/Doc/Antenne%20Eggbeater-Engl-Part1-Full.pdf>

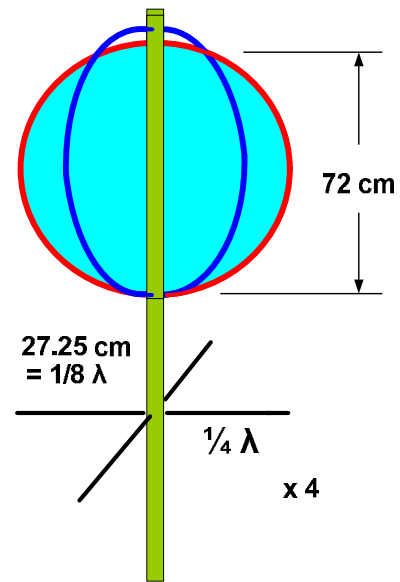
مواصفات الهوائي :

- 1- التردد 137.6 MHz (تردد اقمار Nawa) على سبيل المثال .
- 2- طول القوس (محيطه) 226cm = 218 cm + 8 = 300 / 137.6
- 3 - قطر القوس = 72 cm انبوب نحاسي او المونيوم قطر 10 mm
- 4- طول الموجه الارضي ((ground plane)) = 1/4 λ = (54.5 cm)
- 5- بعد الموجه عن قاعدة القوس = 1/8 λ = 27.25 cm
- 6- الزاوية بين القوسين = 90
- 7- طول كابل تحويل الهوائي الى استقطاب دائري 36 cm = 1/4 λ x 0.66
- نوع الكابل RG58 (0.66 معامل السرعة للكابل Velocity factor)
- 8 - انبوب PVC بقطر 40 mm وطول 150 cm

دائرتي الهوائي rink لكل منهما ممانعة 100 وتربط على التوازي لتصبح ممانعتها 50Ω وباستقطاب دائري باضافة قطعة من الكابل RG58 بطول 1/4 λ وتوضع 4 موجهاً ارضية على بعد 1/8 λ من اسفل القوسين كما هو موضح بالرسم .



Bottom side to conver to right hand circular polarization



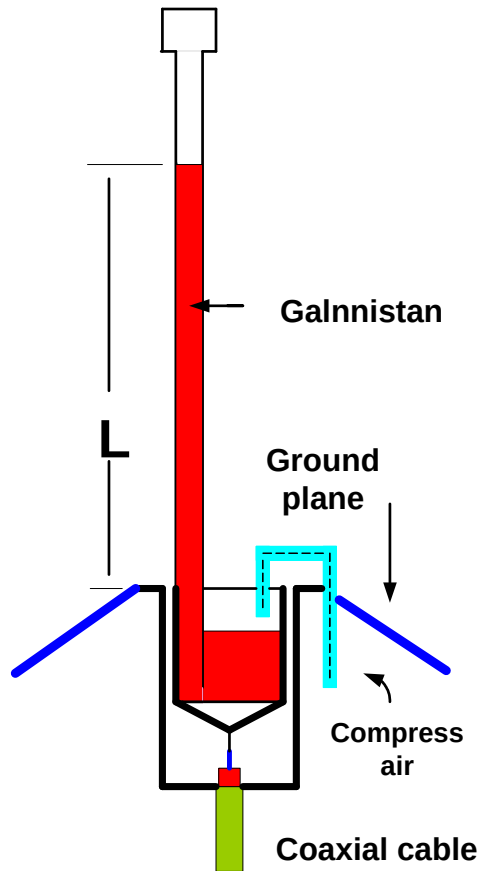
VHF Egg Beater antenna



شكل (20 - 6) هوائي خفاقة البيض مع موجه ارضي من سلك مانع البعوض الخاص بالشبابيك

10- هوائي المعدن السائل Liquid metal antenna

من الهوائيات المبتكرة حديثا والغير منتشرة, من الهواة الذين عملوا عليه وطوره الهواوي Mike Lake KD8CIK واثرتا التطرق اليه لغرابته وفكرته المميزة الجديدة . يسمى هذا الهوائي ايضا LM Antenna الفكرة الاساسية لهذا الهوائي تتكون من معدن سائل كالزئبق مثلا يتحرك خلال انبوب عمودي مع خزان صغير له شبيهه بالثرموميتر (ميزان الحرارة) وهذا الخزان يتصل بمضخة للهواء لتحديد ارتفاع الزئبق في الانبوب العمودي وهذا الارتفاع يمثل طول الهوائي الذي يمكن تغييره وضبط التردد وال SWR بواسطة تغيير الضغط في الخزان . وقد صنع نفس الهواوي هوائي ياكى بنفس الطريقة ويتم تغير الاطوال بصورة كلية (جماعية) بنفس المضخة الا انه يحتاج الى تقنية ميكانيكي عالية .



عمليا لايمكن استخدام الزئبق بهذه الصورة لكميته الكبيرة وارتفاع سعره وتأثيره السمي لذا استعوض عنه بمركب يدعى Galinstan يتكون من عنصر الكاليوم ومواد اخرى وله قابلية توصيلية ويتصرف كالمعدن السائل الا انه يحذر من استخدام مادة الالمنيوم معه لسهولة ذوبان الالمنيوم فيه ويستعاض عن الالمنيوم بالزجاج او البلاستيك ومن الممكن استعمال الماء المالح او الحوامض المعتدلة الطبيعية كالخل او التارتاريك او حامض الليمون ويترك الامر للتجربة واختيار الافضل والشكل المرفق يوضح شكل خزان الكالينستان والانبوب البلاستيكي ومكان دخول الهواء المضغوط .

Liquid metal antenna

شكل (6-21) هوائي المعدن السائل

الهوائيات الموجهة Directional antenna

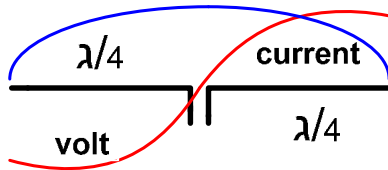
يعتبر هوائي الياكي (Yagi) خير مثال للهوائيات الموجهة يتكون هوائي الياكي من انبوب رئيسي طويل (boom) وتثبت عليه عدد من الموجهات وعنصر الاشعاع والعاكس . يكون العاكس عادة اطول العناصر ويليه طولا عنصر الاشعاع (radiation element) ثم الموجهات المسافات بين هذه العناصر تخضع لمعادلات حسابيه تعتمد اساسا على التردد . هوائيات الياكي عموما تصمم للعمل على ذبذبه واحده الا ان هذا لا يمنع من وجود هوائيات ياكى في ال HF تثبت على اكثر من تردد باستخدام دوائر رنين تسمى دوائر المصيده (Trap) حيث يوضع لكل تردد مستخدم دائره رنين (Trap) خاصه به .

كلما ازداد عدد الموجهات زاد كسب الهوائي وضافت عرض حزمه البث مما يزيد من كفاءة الهوائي وزيادة مدى الارسل والاستقبال .

هناك نوعين من عنصر الاشعاع في الياكي النوع الاول هو الدايبول المطوي (Folded Dipole) وتكون ممانعته بحدود 300 اوم . و النوع الثاني الدايبول الاعتيادي وتكون ممانعته بحدود (50 الى 75) اوم .

النوع الاول يحتاج لمحول موائمه (Balun) 6:1 او 4:1 لان ممانعه اجهزه الارسل والاستقبال عادة هي 50 اوم .

من الممكن ربط عناصر الياكي (عاكس وموجهات و اشعاع) مباشره على المحور الرئيسي ال (boom) بدون عوازل بسبب ان الفولتيه تكون صفرا في منتصف العنصر .



Dipole antenna

يضاف عنصر العاكس (الخلفي) لزياده الكسب بالاتجاه الامامي و منع البث بالاتجاه الخلفي لغرض تركيز وحصر قدره البث كلها بالاتجاه الامامي تثبت الياكيات الكبيره المتحركه (HF) على محركات لتدويرها بالاتجاه المطلوب ويوجد مؤشر خاص في جهاز سيطره الهوائي يبين اتجاه الهوائي بالارقام بالنسبه للاتجاهات الاربعه .

ومن الممكن جمع اكثر من هوائي ياكى على التوازي (الواحد فوق الاخر) بمسافات محسوبه وعلى شرط تماثل جميع الهوائيات في الشكل والكسب لزيادة الكسب الكلي للمجموعه بصورة كبيره . لانه من الافضل والمنطقي زيادة كسب الهوائي على زيادة قدرة الارسل فما فائدة ان يسمعك الاخرون ولاستطيع سماعهم

1 - هوائي ياكى تقليدي

نتناول تصميم لهوائي ياكى على التردد 145 MHz والخاص بالهواة وعادة يختار التردد التصميمي في منتصف الحزمة ليتمكن الهوائي من الاشتغال ب SWR مناسب (أقل من 1.5) على طول الحزمة . يمكن استخدام الياكى بقطبية افقية او عمودية حسب وضعية النصب والتشغيل. توجد عدة برامج وضعها هواة على شبكة الانترنت لعمل تصاميم دقيقة لمختلف انواع الهوائيات ومنها الياكى ومن البرامج الجيدة في هذا الموضوع برنامج تصميم هوائي الياكى للهاويين DL6WU & VK5DJ .

<http://vk5dj.mountgambier.org/Yagi/Yagi.html>

التردد = 145 MHz
كسب الهوائي = 10dBi
الطول الموجي = 208.8 cm
عرض حزمة البث beam width ب 3 dB = 64 deg
قطر البوم المعدني = 25 mm
قطر العاكس والموجهات = 10 mm
طول البوم الكلي = 1446 mm
طول العاكس = 1015 mm يثبت على بعد 30 mm من نهاية البوم الخلفية.
طول المشع = دايبول مفرد 974 mm يثبت على بعد 444 mm من نهاية البوم الخلفية .
طول المشع = دايبول مطوي 993 mm يثبت على بعد 444 mm من نهاية البوم الخلفية .
طول الموجه 1 = 915 mm المسافة بينه وبين المشع 155 mm وبين نهاية البوم الخلفية 599 mm .
طول الموجه 2 = 906 mm المسافة بينه وبين الموجه 1 372 mm وبين نهاية البوم الخلفية 971 mm .
طول الموجه 3 = 897 mm المسافة بينه وبين الموجه 2 445 mm وبين نهاية البوم الخلفية 1415 mm
تضاف مسافة 30 mm في مقدمة البوم ليصبح طول البوم الكلي 1446mm ويتضمن النهايات المضافة الامامية والخلفية .

قياسات الدايبول المطوي مقاسة من داخل الانحناء :

طول قطعة الدايبول المطوي الكلية (المشع) = 2019 mm

منتصف الدايبول = 1009 mm

الفتحة بين نهايتيه = 25 mm

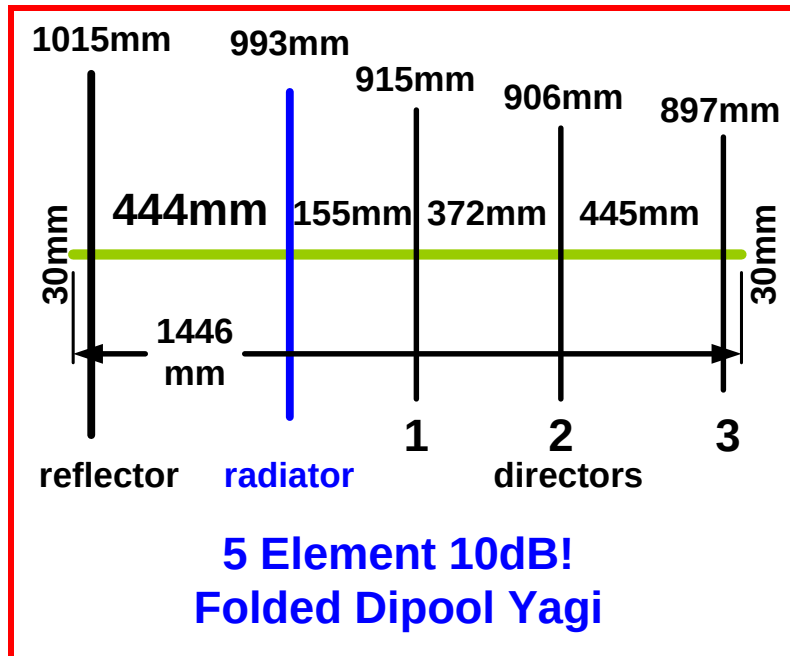
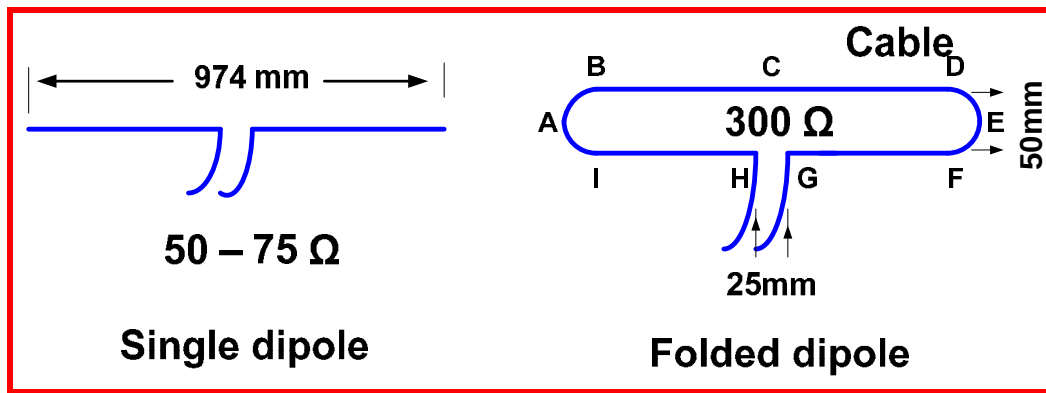
قطر الانحناء (الثاني) = 50 mm

المسافة GF = HI = 459 mm

المسافة GE = HA = 498 mm

المسافة HB = GD = 538 mm

المسافة HC = GC = 1009 mm

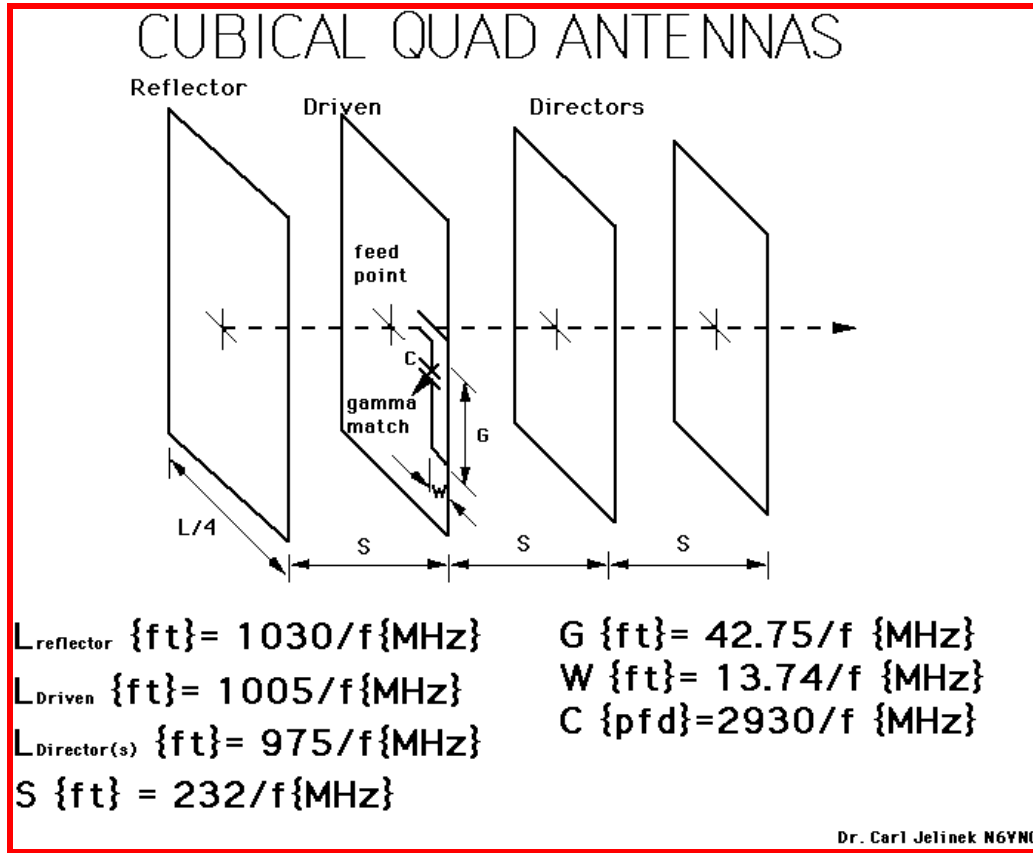


شكل (6-22) هوائي ياجي

2 - هوائي المكعب الرباعي Cubical quad antenna

من الهوائيات الجيدة وذات الكفاءة العالية وهي تشبه اليائي الى حد ما وتتكون عناصرها من مجموعة من الموجهات والعاكس والمشع المربعة الشكل والتي تصمم بنفس المقاييس وتكون المسافات بينها متساوية ويستعمل gamma tuner والتي تكون عبارة عن متسعة متغيرة للحصول على اقل SWR يستخدم هذا الهوائي في ال VHF & UHF وخصوصا في ال 2m و 70 cm لصغر طول الموجة وصغر الهوائي .
هناك عدة برامج لتصاميم هذا الهوائي ومنها هذا البرنامج

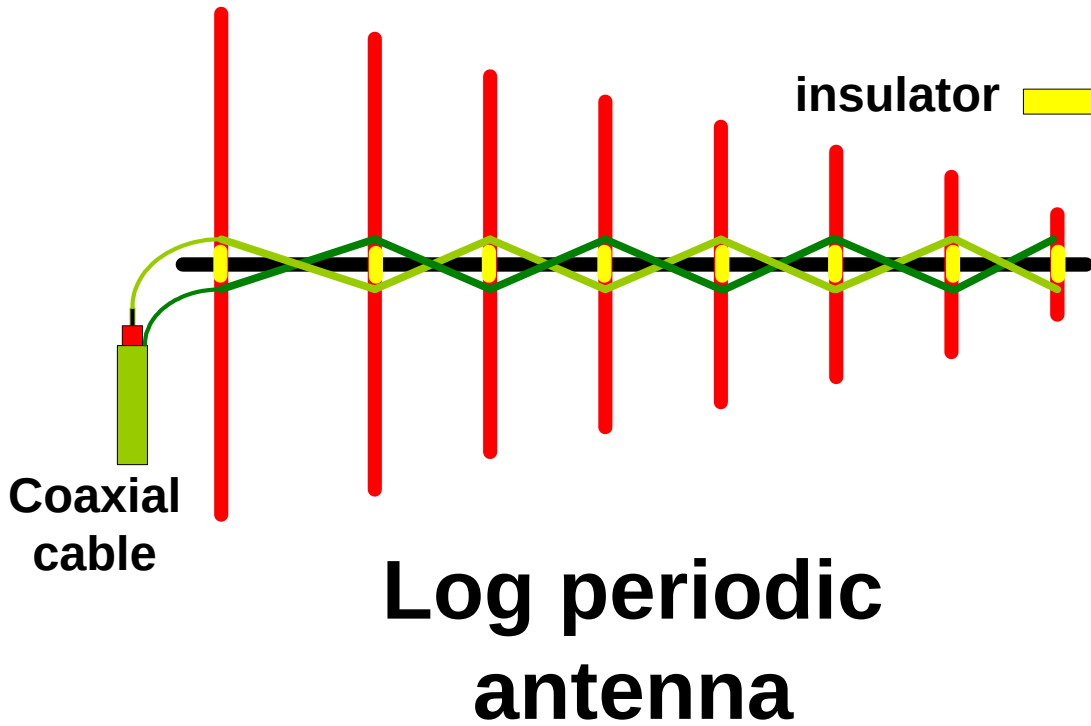
<http://www.csqnetwork.com/antennae5q2calc.html>



شكل (23- 6) هوائي المكعب الرباعي

3 - هوائي Log periodic antenna

هذا الهوائي هو احد انواع الياكي والفرق بينه وبين الياكي ان الموجهات عبارة عن مصفوفة باطوال تتناقص اطوالها تدريجيا باتجاه مقدمة الهوائي وفقا للتصميم وبعلاقة لوغارتمية بين الواحد والاخر , يكون فرق الطور بين العناصر (الموجهات والمشح والعاكس) 180° وذلك بعكس خط التغذية بين عنصر والذي يليه وخط التغذية لا يكون من المشع كما في الياكي بل يكون من مقدمة او مؤخرة الهوائي و حسب التصميم , يعمل هذا الهوائي على مدى واسع من الترددات (broad band) ويستخدم في ال HF & VHF & UHF .
توجد عدة مواقع على الانترنت لتصميم هذا النوع من الهوائيات مثل هذا الموقع



شكل (6-24) هوائي log periodic

4 - هوائي Helical antenna

من الهوائيات الخاصة بال VHF & UHF & Micro wave وذلك لقصر اطولهما الموجية وهو صغير الحجم وذو كسب عالي , ويستعمل كذلك لاتصالات الاقمار الصناعية لانه ذو استقطاب دائري وهذا مايتطلبه هذا النوع من الاتصالات لان القمر الصناعي هي دوران دائم وكذلك حركة الكرة الارضية .
لذا لايمكن استعمال الهوائيات التقليدية ذات الاستقطاب الواحد كالدايبول وماشابهه . الاستقطاب الدائري لهذا الهوائي على نوعين الاول باتجاه عقرب الساعة ويسمى (Clock wise polarization) والآخر عكس اتجاه عقرب الساعة ويسمى (Anti Clock wise polarization) ويجب ان يتماثل نوعي الاستقطاب بين المرسل والمستقبل (القمر الصناعي والمحطة الارضية) لضمان الاستقبال الجيد .

نموذج لهوائي 2.4GHz وبكسب 18dBi يتكون من انبوب PVC بطول 550mm وقطر خارجي 42mm وقطر داخلي 40mm وقطعة نحاس بقطر 130mm وسمك حوالي 0.7mm كعاكس خلفي وسلك نحاسي بقطر 1mm يلف 12 لفة وغطائي انبوب PVC قطر 40mm و 150mm وقفيصين على شكل U للثبيت من الخلف كما في الشكل . الموضوع من كتاب ARRL ولمزيد من التفاصيل الفنية ادخل على هذا الموقع :

<http://www.wireless.org.au/~jhecker/helix>

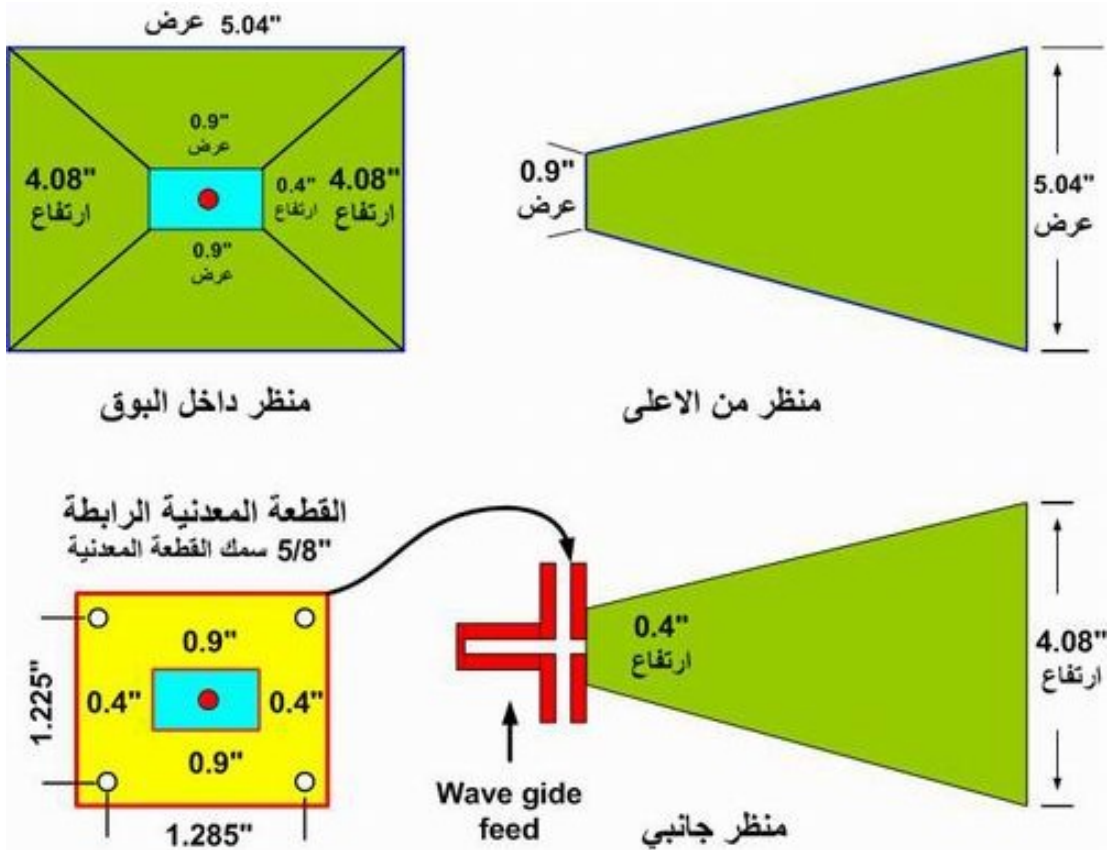


شكل (6-25) هوائي Helical

A horn antenna

5 - هوائي بوقي

يستخدم هذا الهوائي لمدى واسع من الترددات VHF& UHF microwave ومن الممكن استخدامه مع ترددات اقل الا ان كبر الحجم هي المشكلة الرئيسية كسبه عالي وصغير الحجم وحجمة يتناسب عكسيا مع التردد يحتاج الى خبرة ميكاتيكية عالية ودقة في قطع الابعاد ولحامها بصورة صحيحة هذا النموذج لهوائي بوقي 10GHz بكسب 18.5dBi ويستعمل بقطبية افقية او عمودية حسب الحاجة , الابعاد والقياسات موجودة في الرسم الهندسي المرفق .



هوائي بوقي موجه
10GHz 18.5 dBi

شكل (6-26) هوائي بوقي موجه

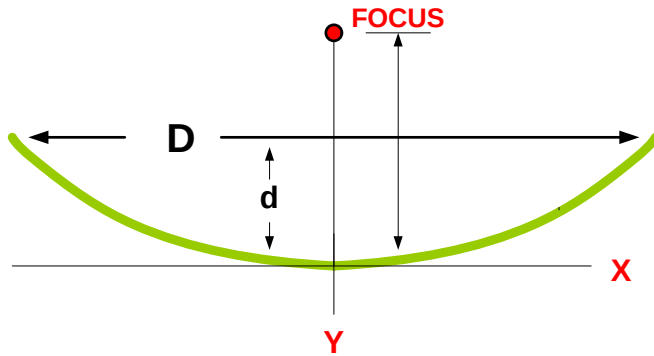
Dish antenna

6 - هوائي صحن

من الهوائيات الواسعة الانتشار والمستعملة بكثرة في المايكروويف والاتصالات الفضائية وخاصة مع اجهزة الاستقبال للقنوات الفضائية وهي على نوعين الاول دائري وتكون بؤرته في مركز الدائرة وتبعد بمسافة تعتمد على تصميم الصحن والاخر اهليجي (بيضوي) وتكون بؤرته خارج محيطه ويدعى ايضا Offset antenna ويكون في العادة اكثر كفاءة من الصحن الدائري لان LNB سيحجب جزء من الاشارة بسبب وجوده في منتصف الصحن وعلى العكس من الصحن البيضوي فان وجود LNB خارج الصحن سوف لا يحجب اي جزء من الاشارة .

ويمكن اضافة اكثر من LNB واحد على نفس الصحن البيضوي باستعمال مسطرة خاصة و يوضع LNB الرئيسي في منتصف المسطرة ويوجه الصحن نحو القمر الاوسط وال LNB يمين الرئيسي يستقبل القمر الذي يقع يسار القمر الاوسط وبالعكس . الشكل الهندسي لهذه الهوائيات هو Parabolic . لحساب البؤرة للصحن الدائري تستخدم العلاقة الاتية :

$$\begin{aligned} F &= \text{البعد البؤري} \\ D &= \text{قطر الصحن من الاعلى} \\ d &= \text{المسافة من قعر الصحن الى حافته العليا} \end{aligned}$$



$$F = \frac{D^2}{16 d}$$

Parabolic antenna

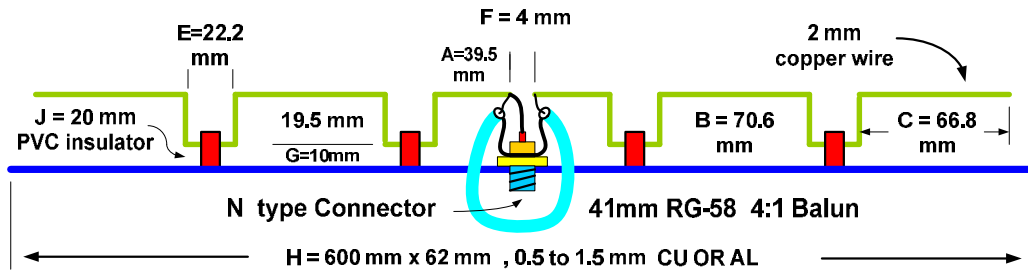
شكل (6-27) هوائي صحن دائري ومعادلة ايجاد البعد البؤري للصحن

Sect oral antenna

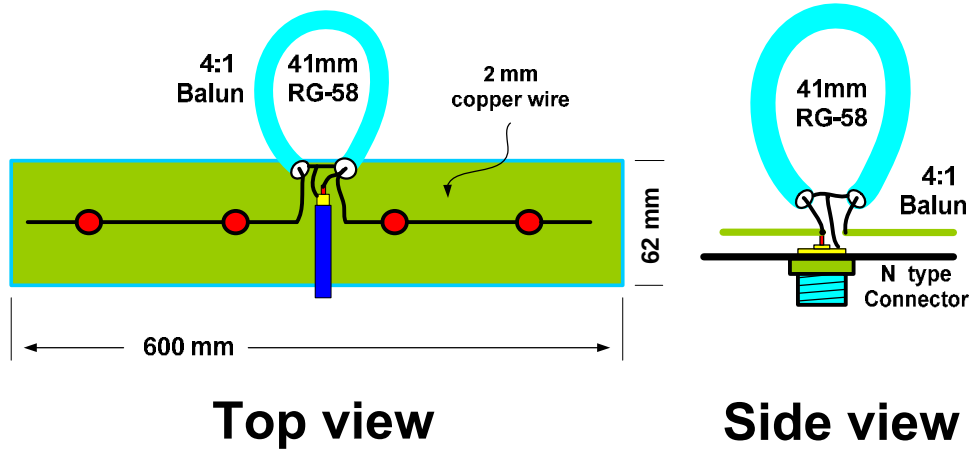
7- هوائي قطاعي

من الهوائيات الشائعة الحديثة والكفوءة جدا وتستخدم في الانترنت والهواتف الخلوية (Mobil) يغطي كل هوائي عادة زاوية قدرها 120 وتستخدم 3 هوائيات لتغطية دائرة كاملة 360 ومن الممكن زيادة العدد الى اربعة هوائيات ليغطي بزاوية 90 ويتم اماله الهوائي من 8 الى 15 مع العمود لعمل التغطية اللازمة للبلث .

نتناول تصميم هوائي بتردد 2.4 GHz والخاص بمنظومات الانترنت لسهولة صنعه وصغر حجمه وكفاءته العالية يتكون من قاعدة 600 x 62mm من الالمنيوم او النحاس او PCB المطلي بالنحاس ومن سلك نحاسي بقطر 2 mm واربعة عوازل PVC يمكن ان نأخذها من قلب كيبل RG-213 بطول 10mm للقطعة وفيشة نوع N type وقطعة من كيبل RG-58 بطول 41mm لعمل Balun 4:1 لان ممانعة الهوائي 200 Ω ولتحويله الى 50 Ω كافة التفاصيل الفنية موجودة في الرسم المرفق .



120° 13 dBi sector antenna



شكل (28 - 6) هوائي قطاعي

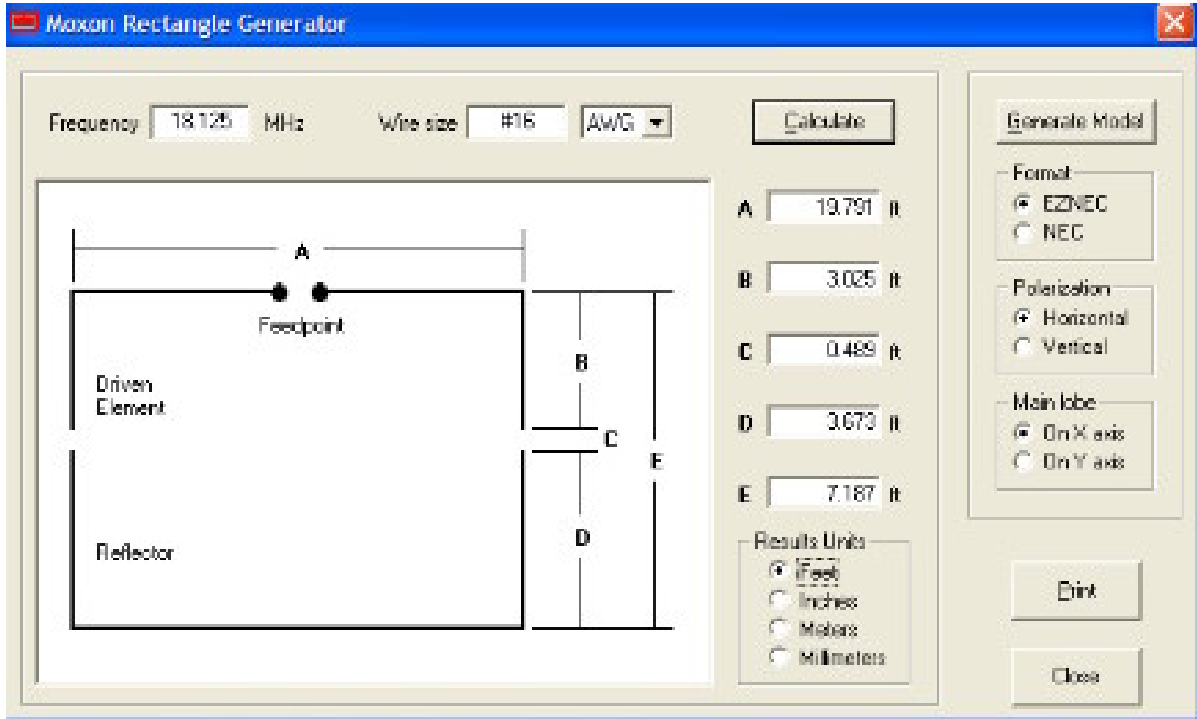
8 – هوائي موكسن Moxon antenna

من الهوائيات الحديثة والبسيطة الصنع والكفوءة في عملها وصممت لاستعمالها في نطاق HF لأول مرة، ابتكره الهوائي الانكليزي ليز موكسن **Les Moxon, G6XN** وعمل عليه هواة كثيرون وطوروه باشكال وترددات عديدة يمتاز هذا الهوائي بصغر حجمه وخفة وزنه وامكانية تدويره 360 ويمكن ان يعمل بقطبية افقية وعمودية كذلك يمتاز بنسبة عالية لل **Forward to back ratio emition** والتي تعني بان اشعاعه للجبهة الخلفية قليل جدا مما يزيد في كفاءته بالاتجاه الامامي . **SWR** له في منتصف التردد لايزيد على 1.1 مما يضعه في مصاف الهوائيات الممتازة ويراعى دقة القياسات المعطاة للحصول على نتائج جيدة. يمكن استخدام هذا الهوائي بالقطبية الافقية او العمودية حسب الاستعمال كسب هذا الهوائي حوالي 5.5dBi

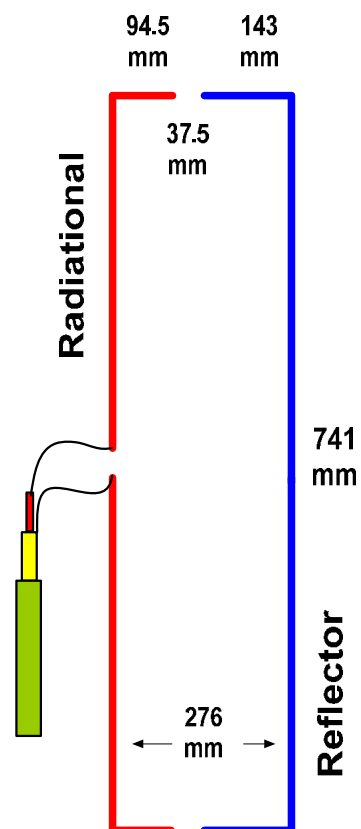
هذا الرابط للهوائي **KD6WD** ويحوي على برنامج شامل لحساب ابعاد هذا الهوائي بمختلف الترددات واقطار الاسلاك او الانابيب المتوفرة لدى الهوائي :

<http://www.moxonantennaproject.com/design.htm>

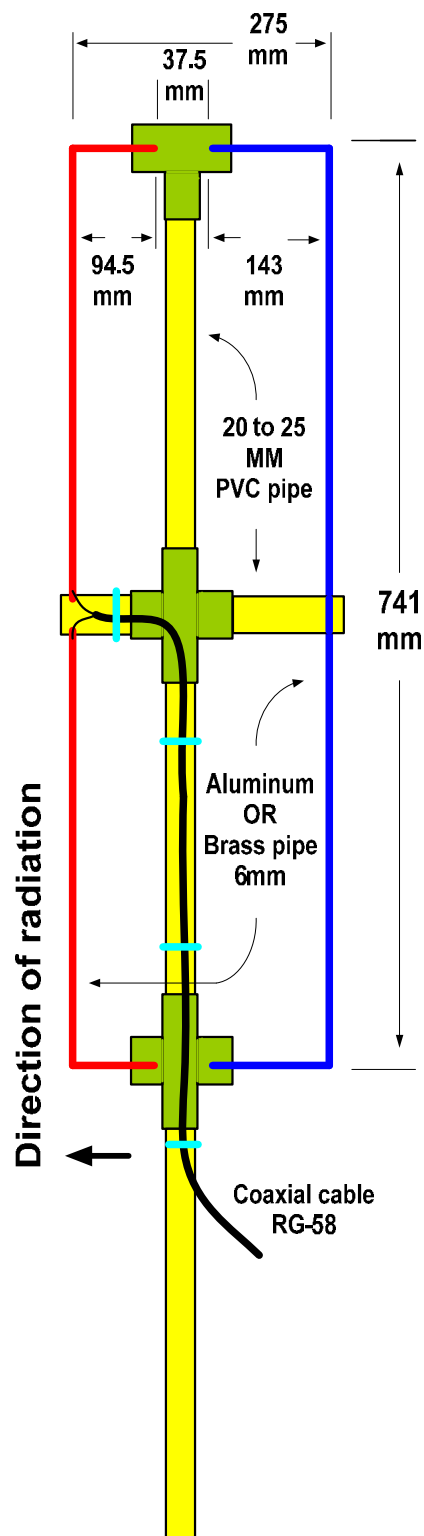
نتناول نموذج منه صمم على التردد 145 MHz ويستعمل انابيب بلاستيكية **PVC** كحامل وكافة القياسات والتفصيلات الفنية في الرسم الهندسي: صفحة برنامج التصميم ويثبت فيها التردد وقطر السلك او الانبوب المعدني المستعمل واختيار نظام الابعاد بالانج او الملمتر : موجودة في الرابط اعلاه



YI1QEA 2008 Baghdad IRAQ



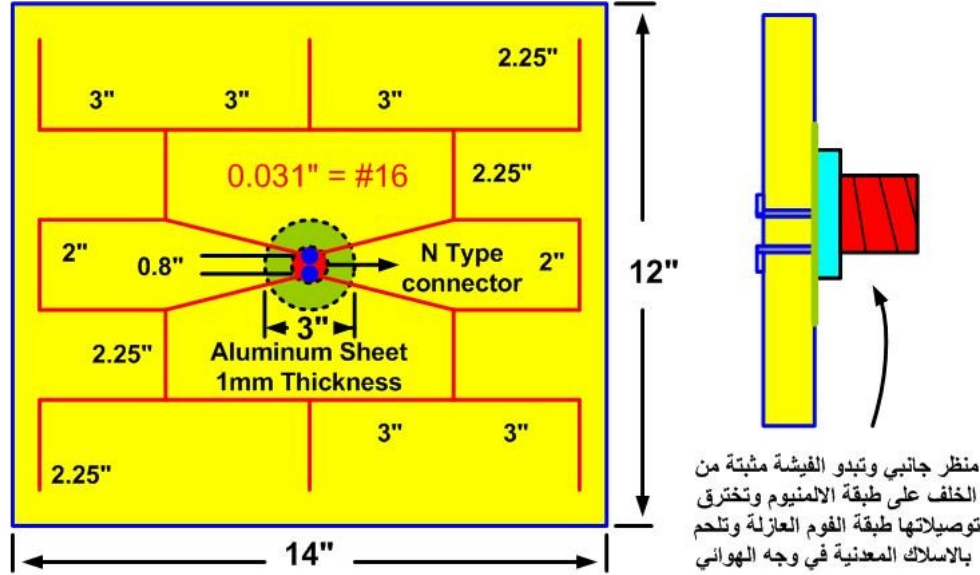
Moxon antenna
5.5 dBi
145 MHz



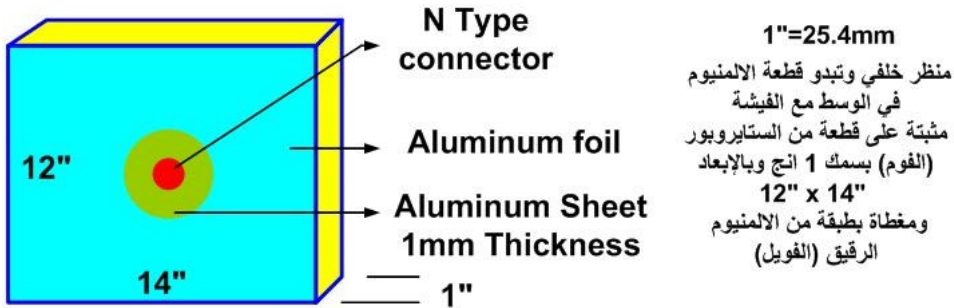
شكل (6-29) هوائي موكسون VHF بتردد 145 MHz وكسب 5.5 dBi

9 - هوائي الستارة الرباعي Curtain Quad antenna

من الهوائيات البسيطة والكفوءة جدا يمتاز ببساطته وكسبه العالي وصغر حجمه وعدم احتوائه على أجزاء معقدة ويمكن صناعته بكل سهولة على قطعة من الفوم بسمك 1 انج مغلفة من الخلف بورق الألمنيوم (foil) ومثبت عليها قطعة الألمنيوم الدائرية .كسبه 17dBi ويعتبر من الهوائيات الموجهة . الهوائي منقول عن الهاوي Ross Anderson W1HBQ كافة التفاصيل الفنية موجودة في الرسم الهندسي المرفق .

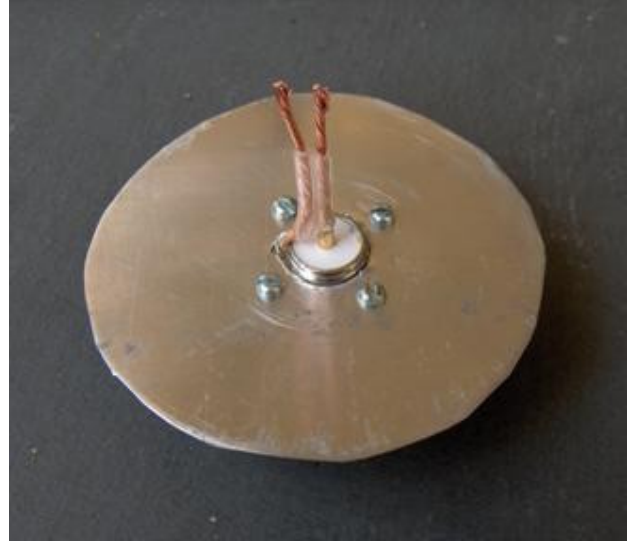


منظر امامي لوجه الهوائي وعليه الابعاد من سلك معدني نحاسي او مغنون والقطعة الخضراء الدائرية في الوسط تمثل قطعة الألمنيوم والدائرة الحمراء تمثل الفيشة من الخلف



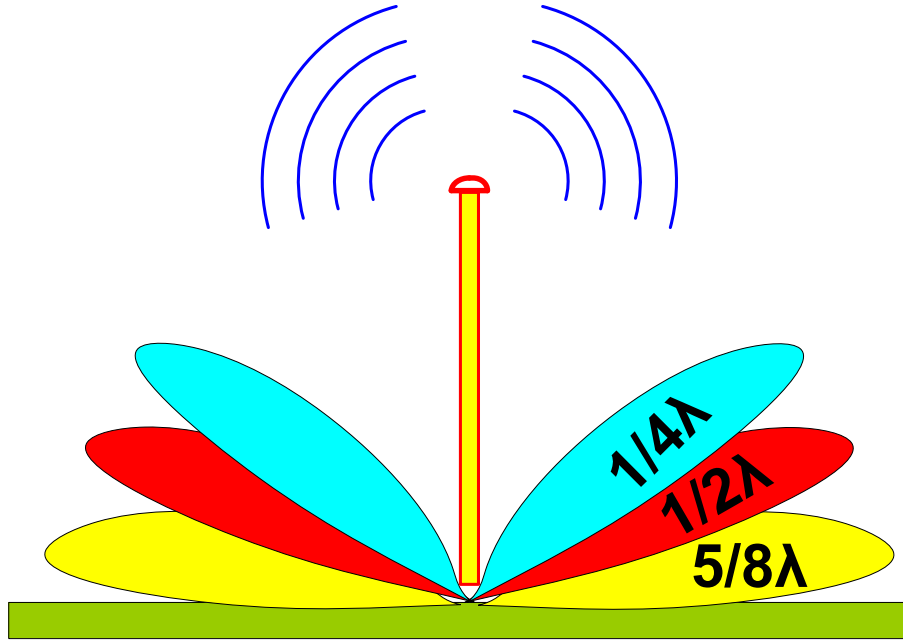
2.4 GHz Curtain Quad 17dBi YI1QEA 2008

شكل (6-30) هوائي الستارة الرباعي 2.4GHz وكسب 17dBi



شكل (6-31) صور متنوعة للهوائي

شكل البث والتغطية له علاقة وثيقة بنوع الهوائي المستعمل وخصوصا في نطاق VHF & UHF لذا يجب اختيار نوع الهوائي الملائم للتغطية بصورة صحيحة وحسب طبيعة المنطقة فالمناطق التي تحوي مرتفعات عالية وغير منبسطة يفضل استعمال هوائيات $1/4\lambda$ لكون زاوية البث لها كبيرة مع الارض . اما المناطق التي تكون طبيعتها غير منبسطة و متموجة يفضل استخدام هوائيات $1/2\lambda$ حيث تكون زاوية البث مع الارض اقل من النوع الاول . المناطق المستوية والمنبسطة تماما يفضل استخدام هوائيات $5/8\lambda$ كون زاوية بثها مع الارض صغيرة والتغطية تكون بموازاة الارض تقريبا . والشكل يوضح الحالات الثلاثة لذلك .



شكل (6-30) إشكال بث الهوائي بالنسبة للطول الموجي

اساسيات الالاسلكي والالكرونيات

الفصل السابع

نالف قصي الفرضي

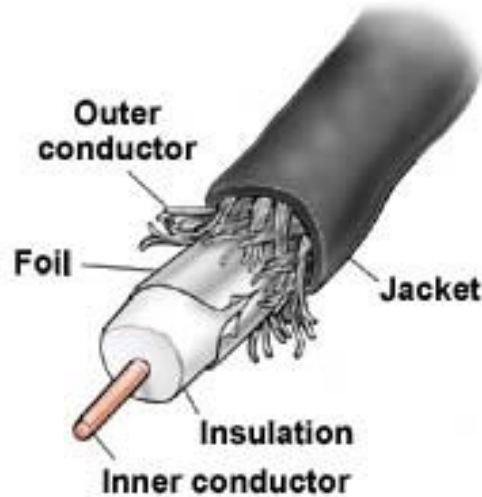
2008

الفصل السابع

الكبيلات والموصلات ومجهرات القدرة

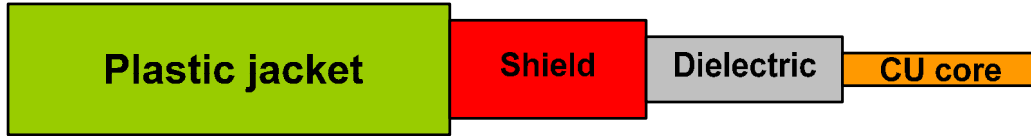
الكبيلات

الكبيل هو الاداة التي تقوم بنقل الاشارة الراديوية او الكهربائية بأمانة من موقع الى آخر ودون حصول انبعاث راديوي او كهربائي او التاثر بالتشويش او المجالات المغناطيسية او الضوضاء وباقل فقد ممكن .
وعادة يستخدم الكبيل لنقل القدرة الراديوية من جهاز الارسال الى الهوائي وبالعكس , او يستخدم لنقل القدرة من جهاز الارسال الى المكبر الراديوي او موائم الهوائي او جهاز قياس القدرة الراجعة SWR الخ .
والكبيلات انواع كثيرة ولتطبيقات عديدة الا ان ما يهمنا هو ما يتعلق بكبيلات الاشارة الراديوية ومكوناتها واستعمالاتها وانواعها .
يتكون الكبيل الناقل للاشارة الراديوية من قلب معدني من مادة النحاس عادة بقطعة واحدة (Sold) او صغيرة من عدة اسلاك (strand) او انبوب معدني مجوف في بعض الانواع الكبيرة الحجم باعتبار ان الاشارة الراديوية تأخذ مسار تأثير القشرة السطحية (skin effect) لان الترددات الراديوية تميل الى الانتقال عبر سطح الموصل وليس بداخله وبتناسب طردي اي كلما زاد التردد كلما كان تأثير القشرة السطحية اكبر وكذلك لتقليل وزن الكبيل لوحدة الطول .



شكل (1- 7) علي اليمين كبيل اعتيادي (RG-58) وعلى اليسار مقطع لكبيل (LDF5) ويلاحظ ان القلب انبوب نحاسي مجوف وان العازل الرئيسي هو الهواء وهذا الشريط البلاستيكي الحلزوني الابيض هو لتثبيت القلب في المركز .

يحيط بهذا القلب عازل بلاستيكي من PVC او Polyethylene او Foam او اي عازل اخر وقد تحوي هذه العوازل على فجوات هوائية لغرض تقليل ثابت العزل لان ثابت العزل للهواء 1 ولان ثابت العزل كلما كان قليلا كان الكيبل اكثر جودة واقل فقدا للاشارة الراديوية لان السعة الداخلية بين القلب والظفيرة الحاجبة ستكون اقل ما يمكن والهواء هو من اقل ثوابت العزل , وتوجد انواع من الكيبلات الغالية الثمن والكبيرة الحجم والمصممة للاطوال الكبيرة والقدرات العالية يكون الهواء هو العازل الرئيسي فيها بغية تقليل الفقد الى اقل حد ممكن وبعض الكيبلات الخاصة بالارسال لمحطات الاذاعة والتلفزيون والاستخدامات العسكرية تملأ بغازات خاصة بدلا من الهواء وتحت ضغوط معينة لتجنب تغيير اقطارها في مواقع الانتثانات وبالتالي تغيير خواص الكيبل من ممانعة وSWR .



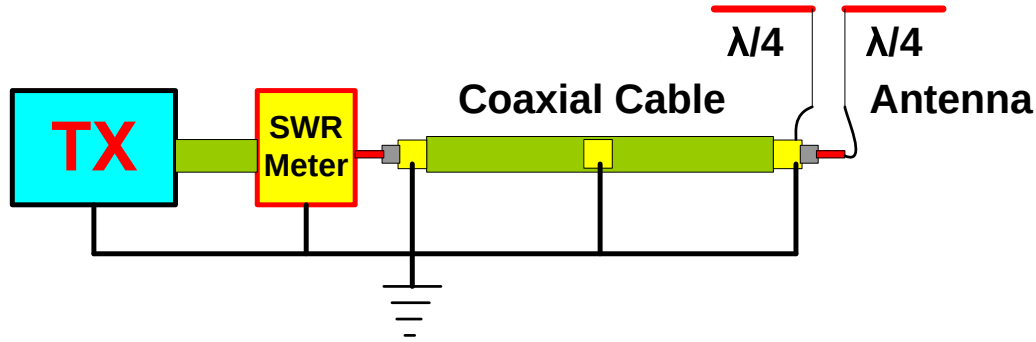
Coaxial Cable

يحيط بهذا العازل ظفيرة من اسلاك تكون من النحاس او من سبيكة قابلة للحام وكلما كانت الظفيرة متشابكة اكثر كان الكيبل اكثر جودة لمنع التسرب بالاشعاع من المسافات مابين الظفيرة وقد يكون شريط من النحاس او الالمنيوم او اي معدن مناسب اخر قابل للحام بدلا من الظفيرة لعمل الحجب الجيد وتستخدم الفضة لطلاء القلب او سطح الظفيرة او المعدن الحاجب لقابلية توصيلها الفائقة وسهولة اللحام معها .

ويغلف العازل احيانا ببعض الانواع من الكيبل بطبقة رقيقة من الالمنيوم (foil) تحت الظفيرة زيادة في الجودة ولمنع اي اشعاع كهرومغناطيسي من فتحات الظفيرة الصغيرة وخصوصا في الترددات العالية جدا VHF & UHF حيث تكون الاطوال الموجية صغيرة جدا مما يسهل عملية نفوذها .

تغطي هذه الاجزاء بطبقة بلاستيكية لحمايتها وضمان عدم تأكسدها وتسرب الرطوبة او مياه الامطار اليها وتكون هذه الطبقة مقاومة للاشعة فوق البنفسجية (التي تأتي من الشمس) ومقاومة للاحماض والتآكل او مقاومة للحرارة كما في بعض انواع الكيبلات وحسب التصميم والحاجة . وبالرغم من كل هذه الاجراءات والاحتياطات المار ذكرها فان جزء من الموجة الكهربائية لا بد من انه سيشع على

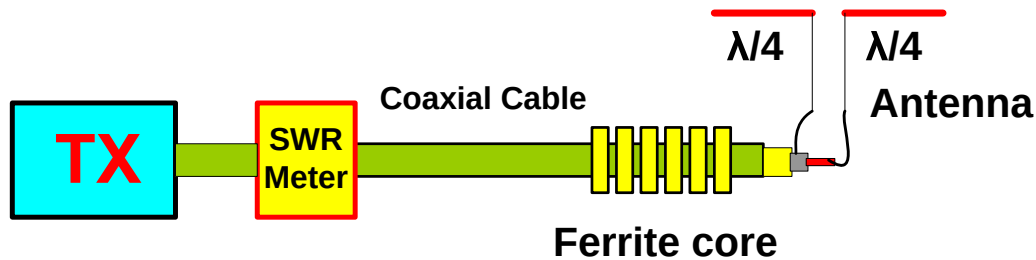
شكل موجة كهرومغناطيسية تسبب فقدا في القدرة وتشويشا على الاجهزة المجاورة وخصوصا التلفزيون TVI والطريقة الجيدة لمنع ذلك هو تأريض الكيبل من نهايتيه العليا والسفلى والوسط بموئرض جيد وكذلك بقية الاجهزة .



Coaxial Cable Grounded

شكل (7-2) يوضح طريقة تأريض الكيبل

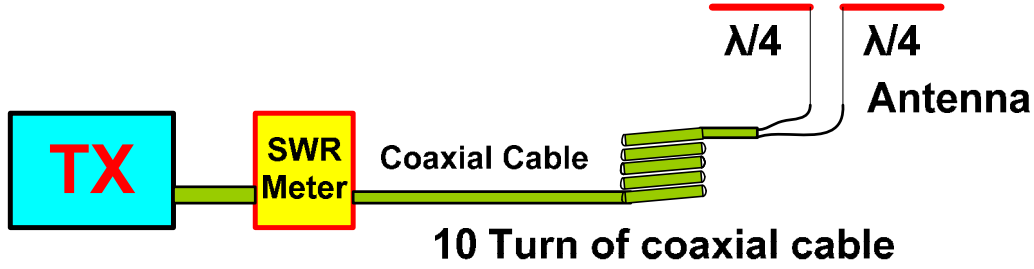
كما ان وضع عددا من حلقات الفيراييت في النهاية العليا (قرب الهوائي) تمنع رجوع الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة من الهوائي واعادة اشعاعها من الكيبل ويجبرها على الانبعاث من الهوائي فقط مما يحسن كثيرا من اداء الهوائي



شكل (7-3) طريقة حلقات الفيراييت لمنع رجوع الموجات المنعكسة من الهوائي

. وكذلك لف عدد من اللفات من الكيبل في النهاية العليا قرب الهوائي في ترددات HF تعمل عمل قطع الفيراييت وفي الترددات VHF وما بعدها لاتلف اكثر من لفة واحدة لمنع دخول الامطار الى داخل الكيبل والا سيكون لهذه اللفات تأثير سيء على القدرة الخارجة الى الهوائي .

كذلك يجب تجنب الانحناءات الحادة للكابل وانضغاطة في بعض المناطق كحافات الابواب والشبابيك مما ينتج عنه تغير في الممانعة ويؤدي الى زيادة القدرة المرتدة SWR .



شكل (4- 7) طريقة لف الكابل لمنع رجوع الموجات المنعكسة

السعة الداخلية للكابل

تنشأ سعات داخلية صغيرة بين القلب والحجاب (الظفيرة) وتزداد قيمتها كلما ازادت حجومهما وقلت المسافة بينهما وكبر معامل ثابت العزل بينهما وتزداد قيمتها كذلك بزيادة طول الكابل وتكون هي السبب في الفقد (Losses) الذي ينشأ في الكابل والتي يتسرب جزء من الإشارة من خلالها باعتبارها متسعة مربوطة على طرفي الكابل (القلب والحجاب) , والسعة تكون عادة ثابتة لوحدة الطول وحسب نوع الكابل اما الفقد فيزداد بازدياد التردد (علاقة طردية) و يتصرف الكابل كاي متسعة ورقية اعتيادية وحسب العلاقة التالية :

$$C = \epsilon \frac{A}{D}$$

السعة = C

سمحية العازل = ϵ

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ سمحية الفراغ}$$

$$\epsilon_r = \text{سمحية العازل} = 1 \text{ للهواء}$$

مساحة الألواح = A

$$\epsilon = \epsilon_0 + \epsilon_r$$

المسافة بين الألواح = D

السعة الداخلية للكابل تحسب لوحدة الطول كأن تكون بالقدم او المتر وحدتها بيكوفاراد pf (10^{-12} Farad) وتحسب من العلاقة التالية :

$$C = \frac{7.36 \text{ } \epsilon}{\text{Log } (D / d)} \quad \text{السعة بالبيكوفاراد لكل قدم}$$

$$L = 0.14 \text{ Log } \frac{D}{d} \quad \text{الحث بالمايكروهنري لكل قدم}$$

ممانعة الكابل

تصمم ممانعة الكيبلات الراديوية عادة 50Ω & 75Ω & 93Ω & 300Ω و 450Ω & 600Ω وفقا للاحتياج . وهناك جداول بارقام واقطار وممانعات ونوع العازل ومعامل السرعة والسعة لكل قدم واقصى فولتية للتحمل . وهذه الممانعات تكون ثابتة لكل الترددات مهما تغيرت . والسبب في ذلك ان ممانعة السعة الداخلية للكابل (بين القلب والحاجب الشيلد) تقل بزيادة التردد يقابلها زيادة الحث بنفس النسبة فتبقى الممانعة ثابتة مهما تغير التردد وحسب هذه العلاقة :

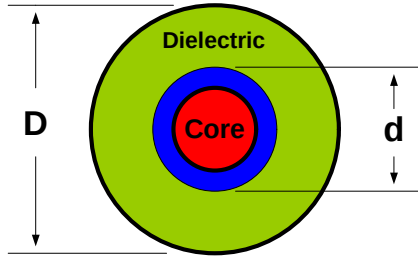
$$Z_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Z_o = \text{الممانعة بالاووم } \Omega$$

$$L = \text{الحث بالهنري } H$$

$$C = \text{السعة بالفاراد } F$$

تعتمد ممانعة الكابل على نوع العازل بين القلب والحاجب (shield) وقطر القلب والمسافة بينهما ويمكن حسابها بالعلاقة التالية :



$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{138}{\epsilon} \log \frac{D}{d}$$

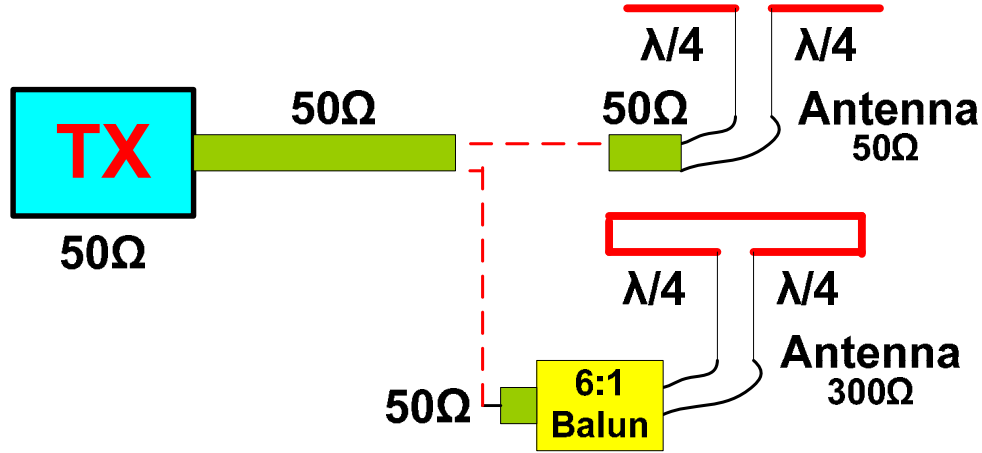
Coaxial Cable

شكل (7-5) حساب ممانعة الكيبل المحوري

$\epsilon = 1$ في حالة كون العازل هواء او قيمة ثابت العزل في حالة كون العازل غير الهواء .

يجب ان تتساوى ممانعة جهاز الارسال مع ممانعة الكيبل المستخدم مع ممانعة الهوائي لضمان انبعاث كل القدرة الراديوية الخارجة من جهاز الارسال وبدون اي ضياع في هذه الحالة يكون SWR مساويا 1:1 الا ان هذا الامر صعب من الناحية العملية وتعتبر النسبة 1.5:1 مقبولة . ويجب عدم الارسال عند تجاوز النسبة 2:1 لاحتمال تعرض المكبر الراديوي النهائي الى التلف بسبب ازدياد القدرة الراجعة الى الجهاز .

ممانعة اجهزة الاتصالات تكون عادة 50Ω وهي مقدار ثابت ولا يمكن ان يغير وحسب تصميم الجهاز وكذلك ممانعة الكيبل فيجب اختيار النوع الملائم للاستعمال وبنفس الممانعة 50Ω وهو رقم غير قابل للتغيير ايضا يبقى الهوائي وهو اساس المشكله اذ ان اي تغير في الاطوال عن التردد المصمم عليه سيخرجه عن الممانعة 50Ω مما يتسبب زيادة القدرة الراجعة وزيادة SWR لذا يجب العناية بضبط اطوال الهوائي لتجنب الفقد في القدرة ولزيادة كفاءة الهوائي , اما في حالة الهوائيات التي ممانعتها اكثر من 50Ω كالياكي المطوي مثلا والذي تبلغ ممانعته 300Ω يجب وضع محول موائمة Balun بنسبة تحويل 6:1 او 4:1 لكي نحصل على توافق تام بين ممانعات الهوائي والكيبل وجهاز الاتصال للحصول على اعلى قدرة بث من الهوائي وبدون اي فقد .



شكل (7-6) يبين تساوي ممانعات خط النقل مع الهوائي والجهاز

معامل السرعة للكيبل velocity factor

لكل كيبل معامل سرعة خاص به و يعتمد بصورة اساسية على نوع العازل المستخدم وكلما كان ثابت العزل قليلا كان معامل السرعة للكيبل اكبر ومعامل السرعة يمثل سرعة الموجة الكهربائية في الكيبل مقارنة بسرعة الضوء والتي تبلغ 3×10^8 متر لكل ثانية ويبلغ معامل السرعة للكيبل RG-58 مثلا 0.66 وللكيبل LMR-400 0.87 وكلما كان معامل السرعة كبيرا (يقترب من 1) كان الكيبل اكثر جودة ولا يمكن ان يكون معامل السرعة لاي كيبل 1 لان سرعة الموجة الكهربائية في اي موصل معدني تبلغ 0.95 من سرعة الضوء وهي سرعة لا يمكن تجاوزها فيزيائيا ويحسب معامل سرعة الكيبل من العلاقة التالية وهو دائما اقل من 1 وبالنسبة المئوية من سرعة الضوء :

$$Vf = \frac{100}{\sqrt{\epsilon}}$$

$$Vf = \text{معامل السرعة}$$

ويتراوح معامل السرعة لغالبية الكيبلات بين 0.66 الى 0.90 من سرعة الضوء وتحسب الاطوال الموجية في الكيبلات استنادا لهذه السرعة وليس لسرعة الضوء . فمثلا اذا كان الطول الموجي لتردد 150MHz هو 2m فالطول الموجي لهذا التردد في كيبل RG-58 (VF=0.66) يساوي $1.32m = 2 \times 0.66$ والفرق يساوي 0.68m وهو طول لا يمكن التغاضي عنه في التصميم الهندسية الخاصة بالهوائيات والكيبلات .

تردد القطع Cut off frequency

يزداد الفقد في الكيبل عموما بزيادة التردد ويصل الى حد يصبح الفقد به كبيرا جدا وغير عمليا ولكل نوع كيبل تردد قطع خاص به مذكور في الجداول الخاصة بالكيبلات وتكون عادة مقاسة بال GHz ويعتمد تردد القطع على نوع العازل وابعاد الكيبل (D + d) ويمكن حساب تردد القطع لاي كيبل من العلاقة التالية :

$$F = \frac{7.5}{\sqrt{\epsilon} (D + d)} \quad F = \text{تردد القطع بالكيكا هيرتز}$$

زمن التأخير Time delay

لكل كيبل زمن تأخير خاص به يعتمد على نوعه . زمن التأخير يعتمد بالاساس على طبيعة المادة العازلة ومعامل العزل له وكلما كانت قيمة ثابت العزل قليلة كان زمن التأخير اقل وهو المطلوب. يقاس هذا الزمن بالنانو ثانية / قدم nsec/feet (النانو = 10^{-9}) وكلما كان هذا الزمن اقل كان الكيبل اكثر جودة . يمكن حساب زمن التأخير T_d من العلاقة التالية :

$$T_d = 1.016 \times \sqrt{\epsilon} = \text{nsec/feet} \quad T_d = \text{زمن التأخير نانوثانية/قدم}$$

ممانعة الكيبل الشريطي تختلف عن ممانعة الكيبل المحوري الذي سبق شرحه تبلغ ممانعة الكيبل الشريطي 300Ω وقل استعماله في الوقت الحاضر وكان يستخدم مع اجهزة التلفزيون الاسود والابيض القديمة وهو معرض للتأثيرات الكهربائية والمغناطيسية والعوامل الجوية بسبب عدم وجود حجاب له وتكونه من طبقة واحدة من المادة العازلة .

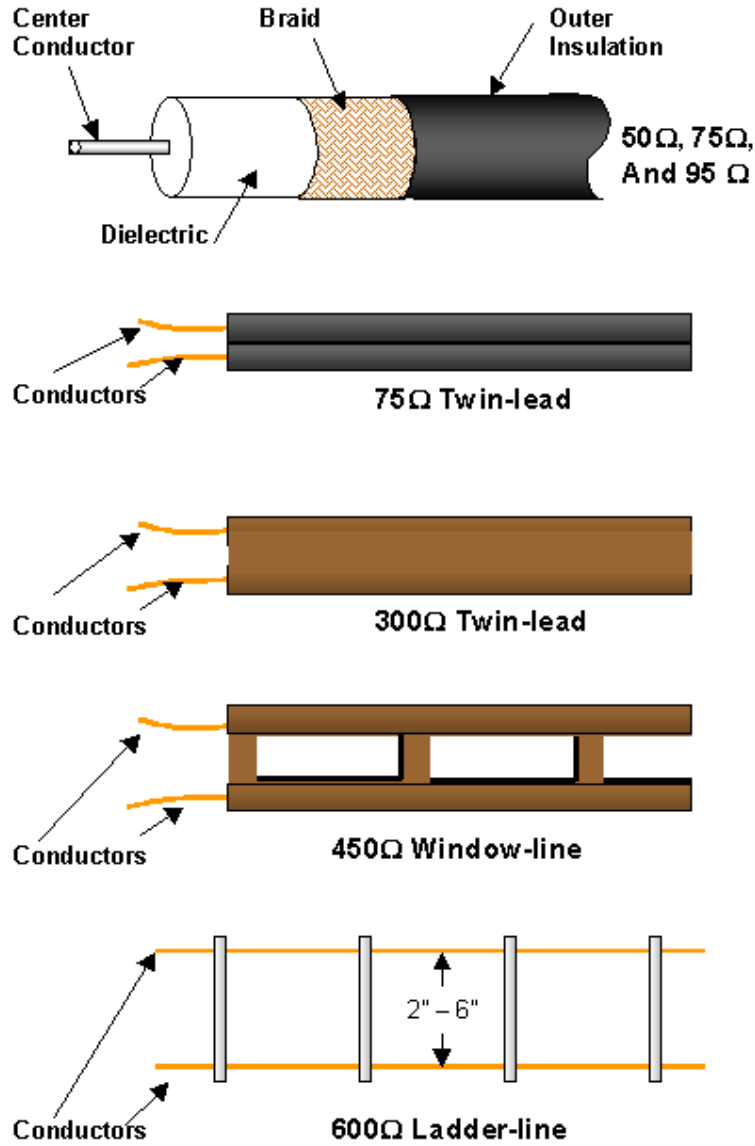
شكل (7-7) جدول يبين القدرة والفقد لبعض الكيبلات الشائعة لترددات مختلفة

Power Capacity (In watts 104°F, 40°C)										
MHz:		30	50	150	220	450	900	1500	2000	
#0985	LMR-100A	230	180	100	80	60	40	30	25	
#2619	RG-58U	400	300	160		80				
#3603	LMR-200	1020	790	450	370	260	180	140	120	
#2910	RG-59	500	400	250						
#2247	RG-8X	350	280	150		80				
#3604	LMR-240	1490	1150	660	540	380	260	200	170	
#3605	LMR-240 Ultra	1490	1150	660	540	380	260	200	170	
#2929	RG-213	1800	1200	620		300				
#0390	RG-214	1800	1200	620		300				
#3606	LMR-400	2100	1700	1000	830	550	380	290	250	
#3607	LMR-400 Ultra	2100	1700	1000	830	550	380	290	250	
#0075	9913	2200	1700	900		450	280	200	160	
Values indicated are <i>approximate</i> and for comparison purposes only.										
Attenuation (dB per 100 feet)										
MHz:		30	50	100	146	150	440	450	1000	2400
#2632	RG-174	5.5	6.6	8.8	13.0		25.0		30.0	75.0
#0985	LMR-100A	3.9	5.1		8.8	8.9	15.6	15.8		
#2619	RG-58A/U	2.5	4.1	5.3	6.1	6.1	10.4	10.6	24.0	38.9
#3603	LMR-200	1.8	2.3		3.9	4.0	6.9	7.0		16.5
#2910	RG-59		2.4	3.5			7.6		12.0	
#2247	RG-8X	2.0	2.1	3.0	4.5	4.7	8.1	8.6		21.6
#3604	LMR-240	1.3	1.7		3.0	3.0	5.2	5.3		12.7
#3605	LMR-240 Ultra	1.3	1.7		3.0	3.0	5.2	5.3		12.7
#2248	RG-8/U FOAM		1.2	1.8					7.1	
#2929	RG-213	1.2	1.6	1.9	2.8	2.8	5.1	5.1	8.0	13.7
#0390	RG-214	1.2	1.6	1.9	2.8	2.8	5.1	5.1	8.0	13.7
#3606	LMR-400	0.7	0.9		1.5	1.5	2.7	2.7		6.6
#3607	LMR-400 Ultra	0.7	0.9		1.5	1.5	2.7	2.7		6.6
#0812	9086			1.4			2.8	2.8		
#0075	9913	0.8			1.5		2.8			7.5
Values indicated are <i>approximate</i> and for comparison purposes only.										

Send e-mail to dx@universal-radio.com
Copyright 2002-2006 Universal Radio, Inc.

انواع من الكيبلات Type of cables

توجد انواع عديدة من الكيبلات ولكن ما يهنا هو كيبلات RF الخاصة بالاتصالات وهي على انواع واشكال وممانعات مختلفة , منها الكيبل الاعتيادي ذو ممانعة 50Ω و 75Ω والمزدوج ذو 75Ω والشريطي ذو 300Ω والمشبك ذو 450Ω والسلمي ذو 600Ω وكما في الاشكال التالية :



شكل (8 - 7) انواع من الكيبلات

ماذا يعني حرفي RG الخاصة بالكيبلات (اكثر انواع الكيبلات انتشارا)

حرفي RG مع الرقم والخط المائل (RG8/U مثلا) هي مختصرات وضعت بدلا من الكلمات الطويلة وتكتب على الكيبل او تسمى به .

R = الموجات الراديوية Radio frequency وتعني ان الكيبل مخصص لذلك
G = الحكومة الامريكية American Government
8 = الرقم الحكومي المصدق والموافق عليه
/u = الخصائص العالمية المستعملة للكيبل

يعني هذا ان الكيبل للموجات الراديوية RF وخاضع للشروط والمواصفات القياسية الحكومية الامريكية المصدقة مع خصائص استعمالاته .

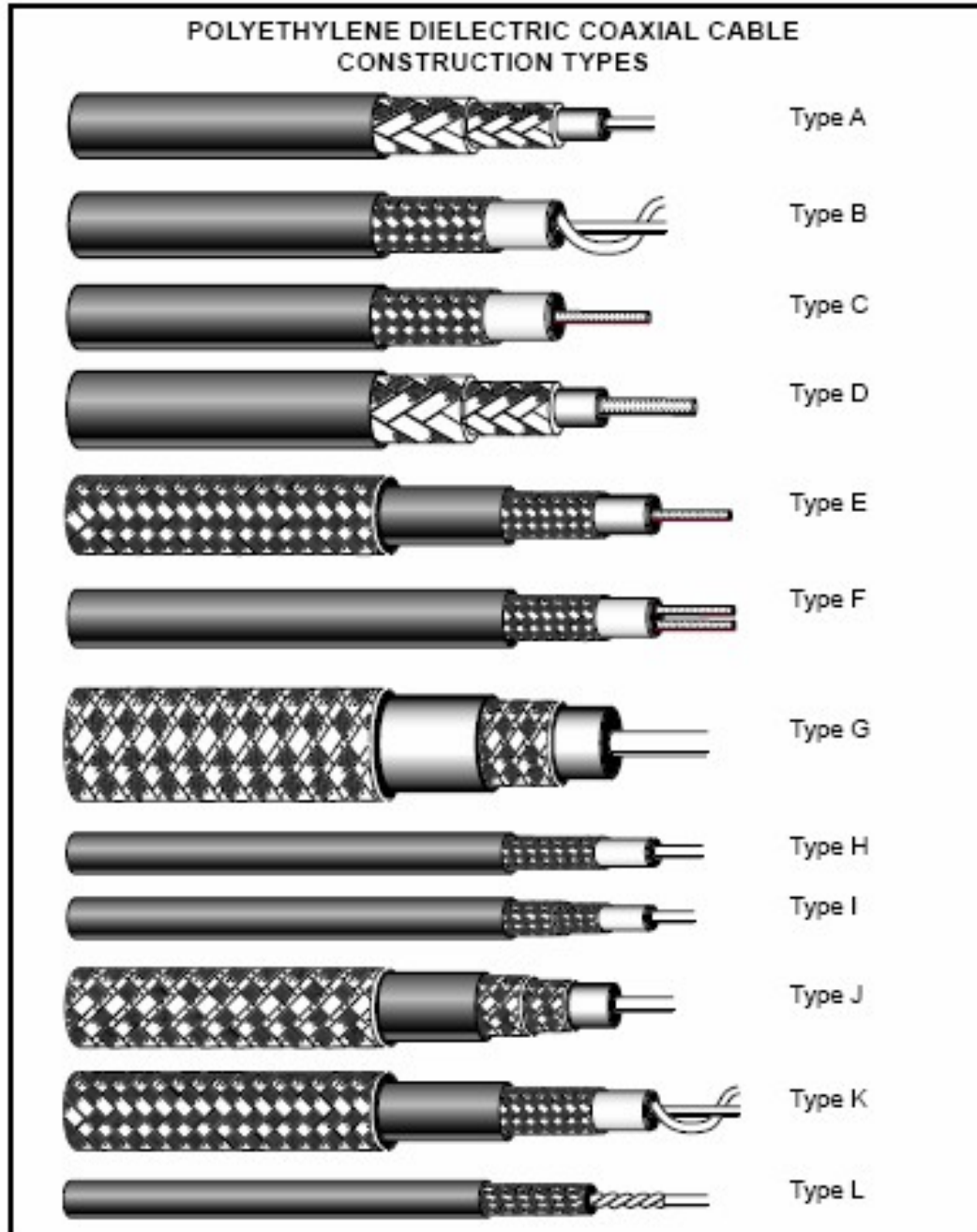
اذا كتبت حروف قبل الخط المائل (RG8A/U مثلا) يعني هذا الكيبل قد طور بمواصفات افضل ويمكن ان يحل محل RG8/U .



AWG مختصر لكلمات "American Wire Gauge"

وهي تعني القياسات الامريكية لأحجام الموصلات (الاسلاك)

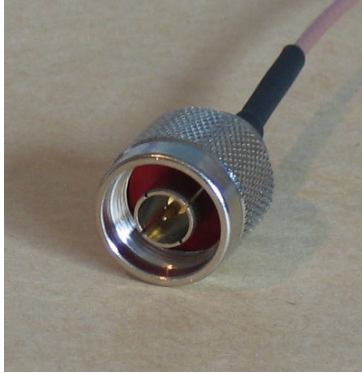
جدول بانواع وتركيب الكيبلات ذي العازل البولي اثيلين



Connectors type انواع الموصلات

توجد انواع كثيرة من الموصلات التي تستعمل مع الكيبلات بمختلف انواعها واحجامها وسنتناول الشائع منها بنبذ مختصرة .

N type -1



شكل (7-9) N type

هذا الموصل استخدم في التطبيقات العسكرية في الاصل وصمم ليعمل على ترددات لغاية 1GHz وابتكره نيلز من شركة بل عام 1940 وسمي بالحرف الاول من اسمه, المتوفر حاليا يصل مداه الى 11GHz لكن شركة HP الامريكية استطاعت تطويره ليصل مداه الى 18GHz بتقنيات خاصة وهو على نوعين 50Ω و 75Ω ويستخدم مع الانواع السميكة والرفيعة من الكيبل على السواء مثل RG-8 و RG-58 وهو شائع الاستعمال في الاتصالات والانترنت والاجهزة المختبرية ذات الترددات العالية .

BNC – 2



شكل (7-10) BNC

استحدث هذا النوع من الموصلات في بداية الخمسينات واستخدم في بداية السبعينات ويستخدم في الاجهزة الالكترونية كالاوسيلسكوبات ومولدات الاشارة وفي الهوائيات وللهواة , هذا النوع مقارب للموصل RCA وهو موصل اشارة جيد للترددات اللاسلكية المستخدمة في الاتصالات التناظرية والرقمية ويتوفر على نوعين 50Ω و 75Ω يصل مدى عمله الى 2GHz . وهو سهل الاستخدام وصغير الحجم .

TNC – 3



شكل (7-11) TNC

هذا الموصل ابتكر في نهاية الخمسينات وهو نسخة مطورة من ال BNC ويعمل لغاية 11GHz وهو صغير الحجم ايضا ويستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات منها في اجهزة اللاسلكي والتطبيقات السلكية واجهزة ال wi fi وهو على نوعين 50Ω و 75Ω .



F Type - 4
يستخدم غالبا في الاتصالات التلفزيونية واجهزة الستلايت
ويستخدم مع الكيبل RG-6 و RG-59 وهو ذو
ممانعة 75Ω ابتكر سنة 1950 صغير الحجم وسهل
التركيب ويعمل لغاية تردد 1 GHz .

شكل (7-12) F Type



SMA - 5
من الموصلات الصغيرة الحجم والعالية التردد حيث يصل
مداهها الى 18GHz وممانعته 50Ω ويستخدم في
اجهزة الاتصالات العالية التردد وخصوصا اجهزة ال wi
fi .

شكل (7-13) SMA

SMB - 6
من الموصلات الصغيرة الحجم وحجمها اصغر من SMA وتستخدم مع كيبل رفيع
3mm وتكون بممانعه 50Ω و 75Ω استحدثت في الستينات .

SMC - 7
من الموصلات الصغيرة الحجم متوفرة بممانعة 50Ω و 75Ω وهي توفر الاداء
الممتاز لترددات لحد 10GHz .



TV Aerial plug - 8
موصل من اقدم الموصلات في الترددات اللاسلكية صنع
في انكلترا سنة 1922 ولا زال يستخدم لحد الان وكان
استخدامه في البداية في الترددات الاذاعية وله ممانعة
 75Ω ويستخدم حاليا في التلفزيونات المحلية ولا
يستخدم في اجهزة الاتصالات الفضائية , وهو غير صالح
للاتصالات التناظرية ذات التردد العالي جدا .

شكل (7-14) TV Aerial plug



9 – MCX

من الموصلات الحديثة صنع سنة 1980 ويستخدم في هوائيات واتصالات المطارات في الترددات العالية جدا وما فوق العالية جدا له ممانعة 50Ω ويعمل لغاية 6GHz وهو صغير الحجم وسهل الاستعمال.

شكل (7-15) MCX



10 - MMCX

وهو من الموصلات الحديثة جدا صنع 1990 وهو يشبه ال MCX ولكنه اصغر منه ويحوي على مفصل له القابلية على الدوران 360 وله ممانعة 50Ω ويعمل لغاية 6GHz ويستخدم في ال wi fi وكرتات ال PCI .

شكل (7-16) موصل MMCX



11 – C connector

هو نوع ممتاز من الموصلات يستخدم للتوصيل بين الكيبلات المختلفة اخترعه المهندس كارل كونسلمان وهو مقاوم جيد للظروف الجوية وذو حجم متوسط ويتوفر بممانعتين 50Ω و 75Ω وقريب الشبه بال BNC ولكن اكبر منه حجما . ويلاحظ المخروط البلاستيكي في المنتصف والذي يعشق مع المخروط بالجهة الاخرى لمنع الرطوبة والأتربة من الدخول .

شكل (7-17) موصل C



12 – UHF OR PL259

من الموصلات الشائعة الانتشار لحد الان ومصمم منذ الحرب العالمية الثانية حيث كان يستخدم في تطبيقات الرادار . هذا الموصل لا يعمل بشكل جيد في الترددات فوق 300MHz ومن الخطأ ان يسمى UHF يمكن استخدامه مع كابل محوري ذو قطر كبير مثل RG-8 وصغير مثل RG-58 ويسمى ايضا PL259 ويستخدم في هوائيات الاتصالات ومن قبل هواة الراديو ايضا .

شكل (7-18) موصل UHF



13 – MOTOROLA CONNECTOR

هذا الموصل من الانواع القديمة ولايزال يستخدم لحد الان في هوائيات راديوات السيارة ويستخدم ايضا مع هوائيات اجهزة السكائر (المسح الراديوي) . ويستخدم مع الكيبلات الرفيعة مثل RG-58 .

شكل (7-19) موصل موتورولا



14- musa

من الموصلات المتعددة الاستخدام وهو طور اساسا لاستخدام التحويل اليدوي لاشارات الرادار له ممانعة 50Ω يستخدم في الاتصالات السلكية واللاسلكية والفديو وهو من الموصلات الجيدة الاداء وكذلك المحطات الراديوية .

شكل (7-20) موصل musa

15 - Mini – Utlf

وهو نوع مصغر من موصلات ال UHF صمم في البداية للاستخدام في اجهزة الموبايل وتطبيقات مماثلة حيث صغر الحجم يؤخذ بنظر الاعتبار .

16 - QMA & QN

من الموصلات التي صممت بدل من موصلات SMA (حيث يستخدم لبث بقدرة عالية ولتردد 18ghz) وبدل موصل N-Type (الذي يستخدم للبث بقدرة متوسطة وبتردد 11GHz) وهو متوفر منذ سنة 2003 , الهدف الرئيسي من تصميمه هو :-

1- تقليل حجم الموصل مع بقاءه ملائم لاداء الالكتروني .

2 – لتوفير امكانية الدوران ل 360 للكيل.

ومن اهم التطبيقات التي يستخدم فيها هذه الانواع من الموصلات في محطات الهاتف الخليوي والهوائيات .

APC-7 – 17

وهو من الموصلات التي تستخدم في اجهزة المايكرويف المختبرية ويعمل لغاية 18GHz وهو غير ملائم للاجهزة الحديثة التي تعمل بترددات اعلى من 18GHz ولذلك فهو ليس شائعا ويعتبر من الموصلات الباهضة الثمن لذلك قلما يستخدم خارج المختبر وهو يستخدم في نطاق المايكرويف لان له معامل انعكاس قليل ومن صفات هذا الموصل :-

- 1- يمتلك سطح عاكس
- 2- له معامل انعكاس قليل و SWR قليل وقلة معامل الانعاس تعني الدقة في القياس حيث اكبر SWR تصل الى 1.04:1 عند تردد 18GHz .



EIA – 18

يستخدم هذا الموصل للربط بين خطوط نقل غير مرنة او نصف مرنة بقدرات وترددات عالية يتم تصميم موضع الاتصال (flange) وفق قياسات ثابتة حسب مواصفات الموصل RS225 ذو الممانعة 50Ω او RS259 ذو الممانعة 75Ω

شكل (7-21) موصل EIA

Hirose U.FL - 19



وهو موصل مصغر لموصلات ال RF عالية التردد اعلى من 6GHz صنعت من قبل مجموعة Hirose الالكترونية اليابانية وهي واسعة الاستخدام في اجهزة اللاب توب وفي ربط هوائيات ال wi fi الى PCI كارت ويمكن لحام هذا الموصل بالكارت مباشرة وهو ذو ممانعة 50Ω .

شكل (7-22) موصل Hirose U.FL

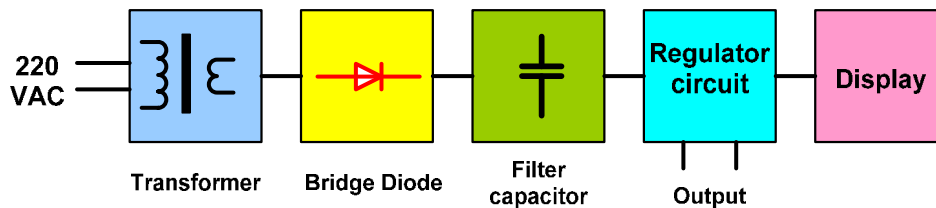
Power supply **مجهزات القدرة**

تعتبر مجهزة القدرة من الاجهزة الضرورية والمهمة في عالم الالكترونيات وخصوصا لاجهزة الاتصالات والمختبرات وغيرها .
وتستخدم لامداد الاجهزة الالكترونية بالفولتيات المختلفة التي تحتاجها سواء كانت AC OR DC وتستخدم كذلك لشحن البطاريات المختلفة وهي على انواع :
1 - Transformer type وهي المثالية والغالية الثمن والاطول عمرا والاقل ضوضاءا والاكثر كفاءة واستقرارا والاثقل وزنا والاكثر حجما.
2 - witching mod وهي المنتشرة والارخص ثمننا والاكثر استعمالا والاكثر ضوضاءا والاقل كفاءة واستقرارا والاخف وزنا والاصغر حجما.
3 - UPS وهي المجهزة الخاص بالحاسبات الالكترونية .

Transformer type – 1

تحتوي هذه المجهزة على محول كهربائي لتقليل فولتية التيار العمومي من 220v الى فولتية اقل حسب المطلوب وتكون عادة بين 5-24 VAC وبتيار من 1A الى 20A تقريبا حسب نوع المجهز يتم تحويل هذا التيار المتناوب الى تيار مستمر بواسطة ثنائي قنطرة (bridge diode) اما على شكل full wave او Center tap او Half wave ولكل نوع مزياء ومساوئه . ثم ينعم هذا التيار النبضي الناتج بواسطة متسعات كيميائية كبيرة السعة (Filter) قيمتها تعتمد على تيار المحولة وتكون بحدود 2000 μ f تقريبا لكل 1A وفولتية التحمل للمتسعة تكون عادة اعلى من الفولتية الناتجة بحوالي 30 % , تجهز بعض الانواع بدائرة تنظيم الفولتية لتثبيت الفولتية الخارجة بغض النظر عن تيار الحمل وكذلك دائرة تحديد التيار الخارج . وفي الانواع الجيدة من هذه المجهزة توضع شاشة الكترونية لبيان مقدار الفولتية او التيار الخارج وكذلك تجهز بمشتتات حرارة ومراوح داخلية للتبريد لاحتمال ارتفاع درجة حرارتها في الاجواء الحارة ولتيارات الحمل العالية .

توجد انواع اخرى تكون الفولتية والتيار الخارجين قابلة للتغيير ومزودة بمقاومات متغيرة (volume) من الخارج لاختيار الفولتية والتيار المطلوب وتكون مزودة بمقاييس تماثلية او رقمية لتبيان التيار والفولتية الخارجيين .

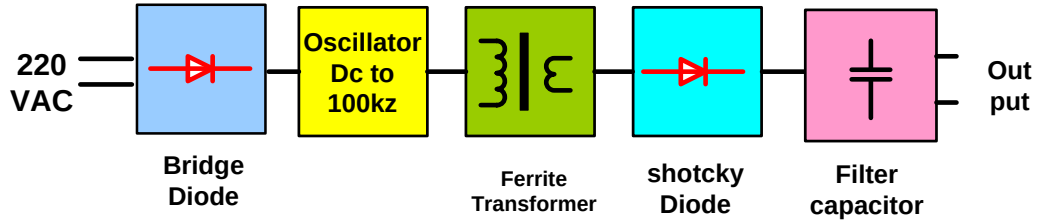


Block Diagram of regulated power supply

شكل (7-23) مخطط مجهز القدرة ذو المحولة

Switching mode - 2

هذه المجهزات لاتحتوي على محولات قدرة و السبب الرئيسي في انتشارها كونها رخيصة الثمن ومقبولة الاداء وتيار الخروج فيها عالي بالنسبة لحجومها الصغيرة واخراجها بعدة فولتيات وحسب الحاجة تستخدم على نطاق واسع في الوقت الحاضر في الحاسبات (Computer) واجهزة الاتصالات وشاحنات الموبايل وغيرها . مبدأ عملها يتركز في توليد تردد حوالي 100KHz من التيار العمومي بعد تحويله ال DC لغرض استخدام محولات الفيراييت الصغيرة الحجم جدا والخفيفة الوزن والتي تشتغل على الترددات العالية مقارنة بالمحولات التقليدية الثقيلة ذي 50Hz اضافة الى سهولة توحيد وتنعيم (Filters) بثنائيات شوتكي ومتسعات صغيرة القيمة والحجم بسبب التردد العالي للتيار الخارج . من مساوئها احداث ضوضاء احيانا في بعض الاجهزة التي تستخدمها او التي بالقرب منها بسبب التوافقيات التي يولدها المذبذب الرئيسي فيها وتجهز بمراوح للتبريد لمنع ارتفاع درجة حرارتها .



Block Diagram of switching mod. power supply

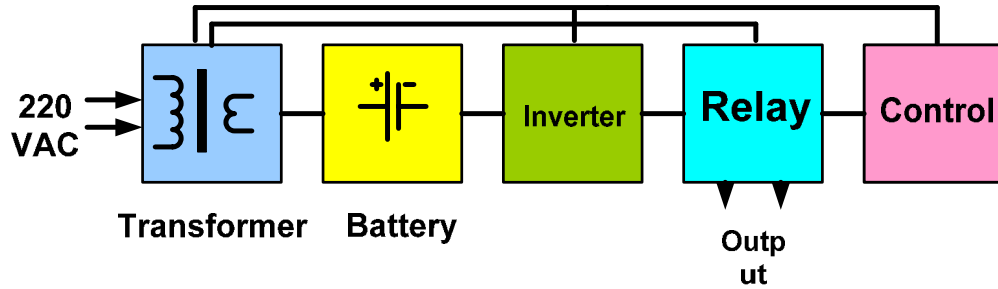
شكل (7-24) مخطط لمجهاز قدرة بدون محولة



شكل (7-25) جهاز قدرة للحاسبات

-3 UPS Uninterruptible power supply

وهي المجهزات الخاصة بالحاسبات الالكترونية وتعني المجهزات الدائمة الامداد او غير القابلة للقطع . وتستخدم لامداد الحاسبة بالتيار الكهربائي 220VAC لفترة قصيرة تعتمد على حجم UPS وسعة البطاريات وهي فترة لا تتجاوز الساعة الواحدة في الانواع الجيدة الصغيرة (1200W) وذلك لتجنب توقف الحاسبة عند انقطاع التيار الكهربائي فجأة وضياع المعلومات غير المخزونة .
تتكون من بطارية 12V or 24V حسب نوع المجهز ومن شاحنة صغيرة له ودائرة عاكس (Inverter) لتحويل فولتية البطارية المستمرة الى 220VAC بموجة مربعة (Squire Wave) لتشغيل الحاسبة . في الحالة الطبيعية (عند وجود التيار الكهربائي) تقوم بامرارته مباشرة (By pass) وشحن البطارية وعند انقطاعه يتحول اليا الى Inverter عبر مرحل (Relay) في زمن قصير جدا لتستمر الحاسبة بالعمل وعند رجوع التيار الكهربائي يتوقف Inverter اليا ويرجع التيار عبر By pass وتستمر العملية بهذه الصورة .



Block Diagram of UPS power supply

شكل (7- 26) مخطط لمجهز القدرة للحاسبات غير القابل للقطع



شكل (7- 27)
مجهز القدرة للحاسبات
غير القابل للقطع

المحولات Transformers

تعتبر المحولات من القطع الكهربائية المهمة والتي لاغنى عنها في كافة الاجهزة الالكترونية وبعض الاجهزة المنزلية كإفران المايكروويف وبعض الاجهزة الصناعية كمكائن لحام القوس الكهربائي (Arc welding) وغيرها من الاجهزة التي سهلت وخدمت البشرية في الحياة العامة .

تستخدم المحولات عادة لرفع او خفض الفولتية المتناوبة ويعتمد التيار الناتج على قدرة المحولة والتي تتحدد بمساحة مقطعها الداخلي اي قلبها (Core) وكلما زادت مساحة القلب ازدادت قدرة وحجم المحولة . المحولات على انواع واحجام وفولتيات مختلفة وسنتناول شرح عام وبعض العلاقات الرياضية البسيطة لغرض التوضيح اذ ان الموضوع واسع ولايمكن ان يكتمل في صفحة او صفحتين .

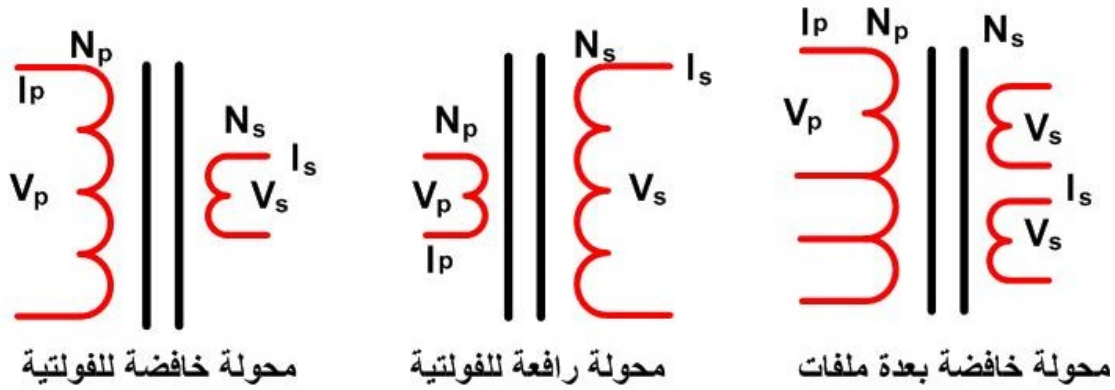
تتكون المحولة عموما من ملفين الاول يسمى الملف الابتدائي (primary) وهو ملف الدخول , والملف الثانوي (Secondary) وهو ملف الخروج ولايوجد اي اتصال مباشر بينهما اذ تنتقل الطاقة على شكل حث مغناطيسي بين الملفين . تعتمد المحولة في رفع او خفض الفولتية على عدد اللفات لكل من الملفين والنسبة بين عدد لفات الملف الابتدائي والثانوي في حالة كون الملف الثانوي اقل عددا من الملف الابتدائي تعتبر محولة خافضة للفولتية وتعتبر رافعة للفولتية في الحالة العكسية وهذا لايمنع من وجود ملفات اخرى للحصول على فولتيات متنوعة . اقطار اسلاك الملف الثانوي تكون اسمك من الابتدائي (محولة خافضة) وبالعكس لان تقليل فولتية الملف الثانوي يصاحبه زيادة في تياره لان الطاقة ثابتة تقريبا في الجهتين الواط = (الفولت X الامبير) الابتدائي = (الفولت X الامبير) الثانوي .

يلف الملفين على قلب من الحديد المطاوع على شكل صفائح متجاورة متماسكة لتقليل الفقد المغناطيسي والهسترة لزيادة كفاءة المحولة هذه المحولات تصمم عادة على تردد 50Hz او 60Hz وتسمى محولات التيار العمومي (Main) وتوجد محولات للترددات الصوتية تختلف بالشكل والتصميم والذبذبة وهناك ايضا محولات للترددات العالية تستخدم مادة الفييرايت كقلب وسبق شرحها في الفصل الثالث .

توضع مادة عازلة بيت كل طبقة من الملفات كالورق المشمع او مادة المايلاز العازلة والشبيهة برقائق اشعة X الطبية او غيرها .

القدرة الخارجة من المحولة تقل بحوالي 15% عن القدرة الداخلة (كفاءة المحولات عموما من 80% الى 90%) بسبب ضياعها كحرارة او فقد مغناطيسي . قدرة المحولة تقاس بالواط وتثبت عليها مع فولتيات الدخول والخروج في لوحة معدنية او ورقية مثبتة عليها او بارقام خاصة تستخرج من جداول المحولات الخاصة بالشركة الصانعة .

المحولات الجيدة والغالية الثمن تغلف بغطاء معدني مؤرض لمنع الاشعاع المغناطيسي منها او التأثير على القطع الالكترونية المجاورة وخصوصا في المكبرات .



شكل (28 - 7) رسوم تخطيطية للمحولات مع القلوب المعدنية

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

المعادلة العامة للمحولات

N_p = عدد لفات الملف الابتدائي

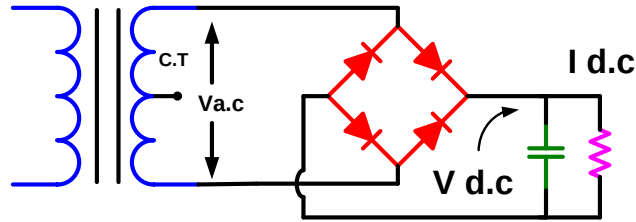
N_s = عدد لفات الملف الثانوي

V_p = فولتية الملف الابتدائي

V_s = فولتية الملف الثانوي

I_p = تيار الملف الابتدائي

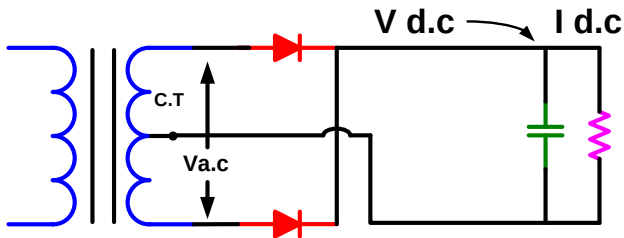
I_s = تيار الملف الثانوي



$$V_{d.c.} = 1.41 \times V_{a.c.}$$

$$I_{d.c.} = 0.62 \times I_{a.c.}$$

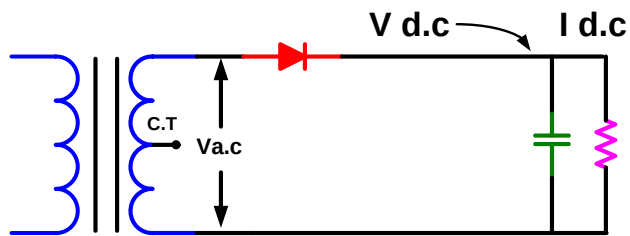
Full- wave Bridge capacitive input filter



$$V_{d.c.} = 0.71 \times V_{a.c.}$$

$$I_{d.c.} = 1.0 \times I_{a.c.}$$

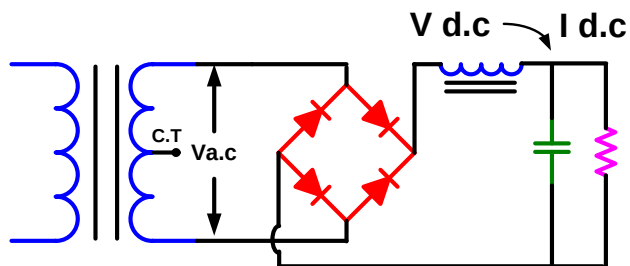
Full- wave capacitive input filter



$$V_{d.c.} = 1.41 \times V_{a.c.}$$

$$I_{d.c.} = 0.28 \times I_{a.c.}$$

Half- wave capacitive input filter

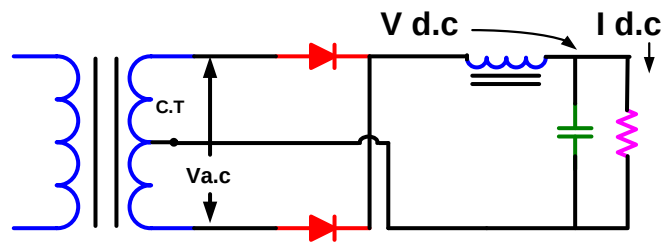


$$V_{d.c.} = 0.90 \times V_{a.c.}$$

$$I_{d.c.} = 0.94 \times I_{a.c.}$$

Full- wave Bridge choke input filter

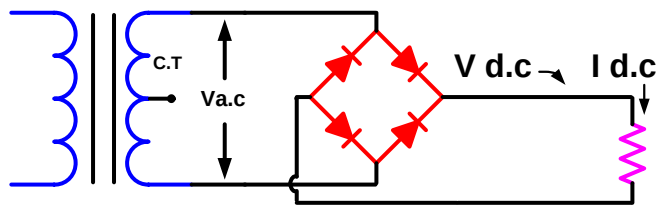
شكل (29 - 7) طرق ربط الثنائيات (Rectifier) مع المحولات والفولتيات والتيارات الناتجة .



Full- wave choke input filter

$$V_{d.c.} = 0.45 \times V_{a.c.}$$

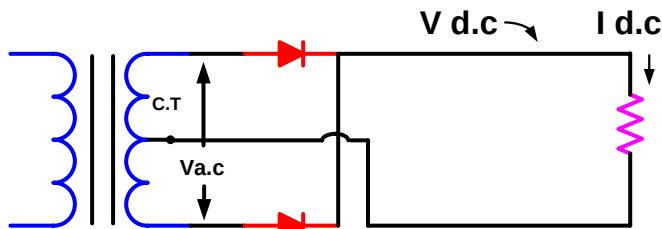
$$I_{d.c.} = 1.54 \times I_{a.c.}$$



Full- wave Bridge resistive load

$$V_{d.c.} = 0.90 \times V_{a.c.}$$

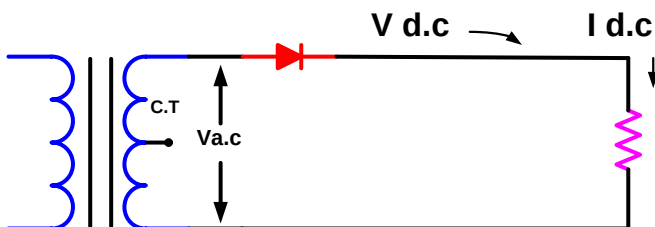
$$I_{d.c.} = 0.90 \times I_{a.c.}$$



Full- wave Resistive Load

$$V_{d.c.} = 0.45 \times V_{a.c.}$$

$$I_{d.c.} = 1.27 \times I_{a.c.}$$



Half- wave Resistive Load

$$V_{d.c.} = 0.45 \times V_{a.c.}$$

$$I_{d.c.} = 0.64 \times I_{a.c.}$$

شكل (30 - 7) طرق ربط الثنائيات (Rectifier) مع المحولات والفولتيات
والتيارات الناتجة .

البطاريات Batteries

تعتبر البطاريات في الوقت الحاضر من القطع المهمة والتي لا يمكن الاستغناء عنها في كثير من الأجهزة الالكترونية مثل الموبايل والحاسبات و الكاميرات واجهزة الاتصال المحمولة (وكي توكي) والسيارات وغيرها .

البطاريات تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وبالعكس في حالة الشحن . عمر البطارية وادائها له صلة وثيقة بطريقة شحنها واستعمالها اذ ان الشحن العالي السريع والسحب العالي للتيار يقلل من عمرها كثيرا لذا يجب الانتباه الى ذلك . تقاس البطارية بفولتيتها وسعتها التي تقاس بال **Ampere / Hour** فمثلا البطارية التي يكتب عليها **12V 10A/h** تعني ان فولتيتها 12 فولت وان سعتها 10 امبير لكل ساعة اي انها تستطيع تجهيز 10 امبير لمدة 1 ساعة او 5 امبير لمدة ساعتين وهكذا (نظريا) والحقيقة ان هبوطا تدريجيا بالفولتية يبدأ في الثلث الاخير تقريبا من زمن السحب اذا اقترب من سعتها الكلية ففي المثال السابق تستطيع البطارية تجهيز 10 امبير لمدة 45 دقيقة ثم يبدأ التيار والفولتية بالتناقص التدريجي (عمليا) .

تيار الشحن للبطارية يعتمد على الفولتية المسلطة عليها يزداد بزيادته ويقل بنقصانه تيار الشحن المناسب والقياسي لغالبية البطاريات بانواعها هو حوالي 5% من قيمة سعتها الكلية فمثلا تيار الشحن لبطارية السيارة ذات السعة **60A/h** يبلغ **3A** الا ان هذا التيار ممكن ان يزداد في بداية الشحن وخصوصا اذا كانت البطارية غير مشحونة.

ناخذ مثال البطارية الرصاصية المستخدمة في السيارة (المركم الرصاصي) تستخدم حامض الكبريتيك المخفف **H₂SO₄** مع اقطاب رصاصية احدهما يمثل القطب الموجب او كسيد الرصاص ذو اللون البني (**PbO₂**) والاخر القطب السالب (**Pb**) ذو اللون الرصاصي . تتكون البطارية من ستة خلايا معزولة عن بعضهما البعض وموصلة على التوالي كل خلية تنتج 2V فيكون المجموع 12V .

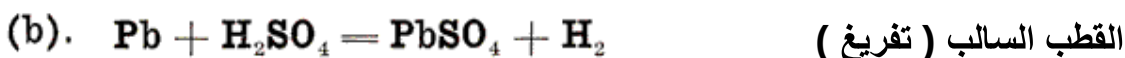
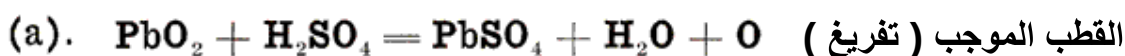
تجهز البطارية الحديثة المشحونة شحنا جافا (**dry charge**) من المنشأ بدون محلول حامضي وهذا لا يعني انها شحنت في المنشأ انما صنعت الاقطاب الموجبة من مادة (**PbO₂**) والاقطاب السالبة من الرصاص النقي (**Pb**) وبمجرد اضافة المحلول الحامضي اليها يبدأ العمر الفعلي التشغيلي لها والذي يقدر بحوالي سنتان وتبدأ بتجهيز التيار بدون الحاجة الى شحن (بعد تركها 24 ساعة بعد اضافة المحلول بدون استعمال لتصل الى حالة الاستقرار) .

كثافة المحلول المضاف 1.3 بقراءة الهيدرومتر (المكثاف) وهذه القيمة تكون في كون البطارية مشحونة تماما, كثافة المحلول تقل في حالة فقد البطارية لشحنتها وعندما تصبح 1.1 بسبب تكون الماء من التفاعل الكيميائي وتخفيف المحلول تكون البطارية فاقدة الشحن وعند شحنها ثانية ترتفع كثافة المحلول الى 1.3 .

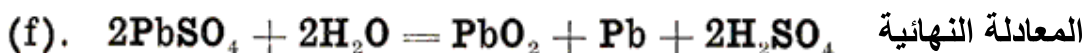
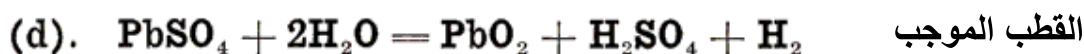
full charge	(البطارية مشحونة)	1.3	كثافة المحلول
half charge	(البطارية نصف مشحونة)	1.2	كثافة المحلول
empty charge	(البطارية فارغة)	1.1	كثافة المحلول

تتصاعد بعض الأبخرة المؤذية من أكاسيد الكبريت خلال عملية الشحن لذا يجب التأكد من وجود فتحات في أغطية الخلايا أو فتح أغطية الخلايا خلال الشحن والشحن في مكان جيد التهوية .

المعادلات الكيميائية في حالة التفريغ Discharge



المعادلات الكيميائية في حالة الشحن Charge



شكل (31- 7) بعض انواع البطاريات الحديثة المستخدمة في الاجهزة الالكترونية



تصنف البطاريات على حسب طريقة التفاعل الكيميائي المستخدمة في إنتاج الطاقة ..

نوع البطارية	الجهد	قوة البطارية	المقاومة الداخلية	قابله للشحن	التكلفة
Carbon Zinc	1.5 فولت	ضعيفة	عالية	لا	منخفضة
Alkaline	1.5 فولت	عالية	عالية	لا	متوسطة
Lithium	3.0 فولت	عالية جدا	منخفضة	لا	عالية
Nickel Cadmium	1.2 فولت	متوسطه	منخفضة	نعم	متوسطة
Lead Acid	2.0 فولت	متوسطة	منخفضة	نعم	متوسطة
Nickel Hydride	1.2 فولت	عالية	X	نعم	عالية جدا
Lithium Polymer	1.2 فولت	عالية	X	نعم	عالية جدا
Sodium Sulfur	X	عالية	X	نعم	عالية جدا
Zinc Air	1.5 فولت	عالية جدا	عالية	نعم	عالية جدا
Zinc Bromine	X	عالية	X	نعم	عالية جدا

بطاريات قصيرة العمر من النوع الرخيص تستخدم في تشغيل الأجهزة الإلكترونية

البطاريات الأصلية المستخدمة في تشغيل الأجهزة الإلكترونية

البطاريات القديمة المستعملة في أجهزة الجوال وأجهزة التلفون اللاسلكية

بطارية السيارة

البطاريات الحديثة ولمستخدمه بشكل واسع الآن في أجهزة الجوال والتلفونات اللاسلكية

اساسيات الاسلكي والالكترونيات

الفصل الثامن

تأليف قصي الفرضي

2008

الفصل الثامن

نتناول في هذا الفصل بعض الدوائر الالكترونية المفيدة والتي تستخدم في تطبيقات عديدة وبعض الجداول المهمة والتي لاغنى عنها للمهتمين بالالكترونيات ومواقع على شبكة الانترنت خاصة باللاسلكي والالكترونيات .
بعض الاجهزة والدوائر الالكترونية التي تم تصميمها أو تصنيعها عراقيا 100%

1 - مفتاح الليزر

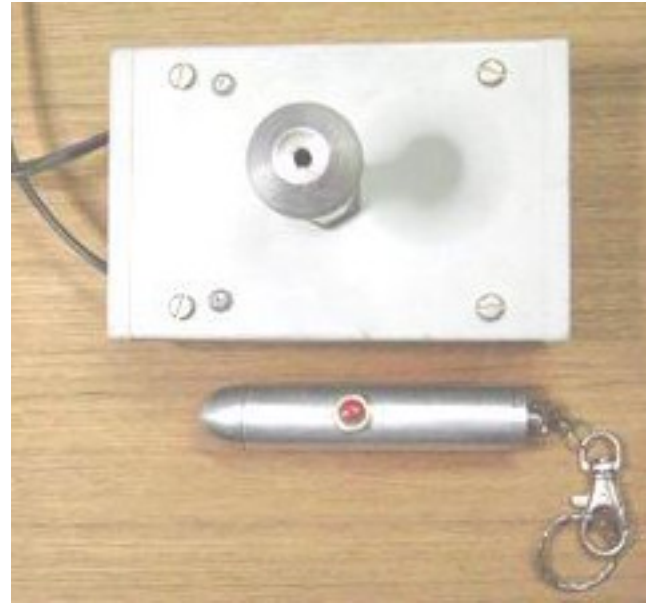
جهاز صغير يستعمل في فتح الابواب او الاماكن التي يدخلها مخولون فقط او للاجهزة المهمة التي تحوي معلومات خاصة او سرية كالحاسبات او ماشابه .
فكرة الجهاز تعتمد على التميز بين شعاعي ليزر احدهما مشفر والاخر شعاع ليزر اعتيادي فحين يستعمل الليزر المشفر يتم تشغيل ريلي بالجهاز لفتح الباب او الجهاز المراد تشغيله ويكون اصبع الليزر هذا بيد الشخص المخول فقط اما محاولة استعمال ليزر اخر لايشغل الريلي المذكور ويصدر الجهاز صوت انذار مبينا ان شخصا غير مخول يحاول تشغيل الجهاز باصبع ليزري ثاني



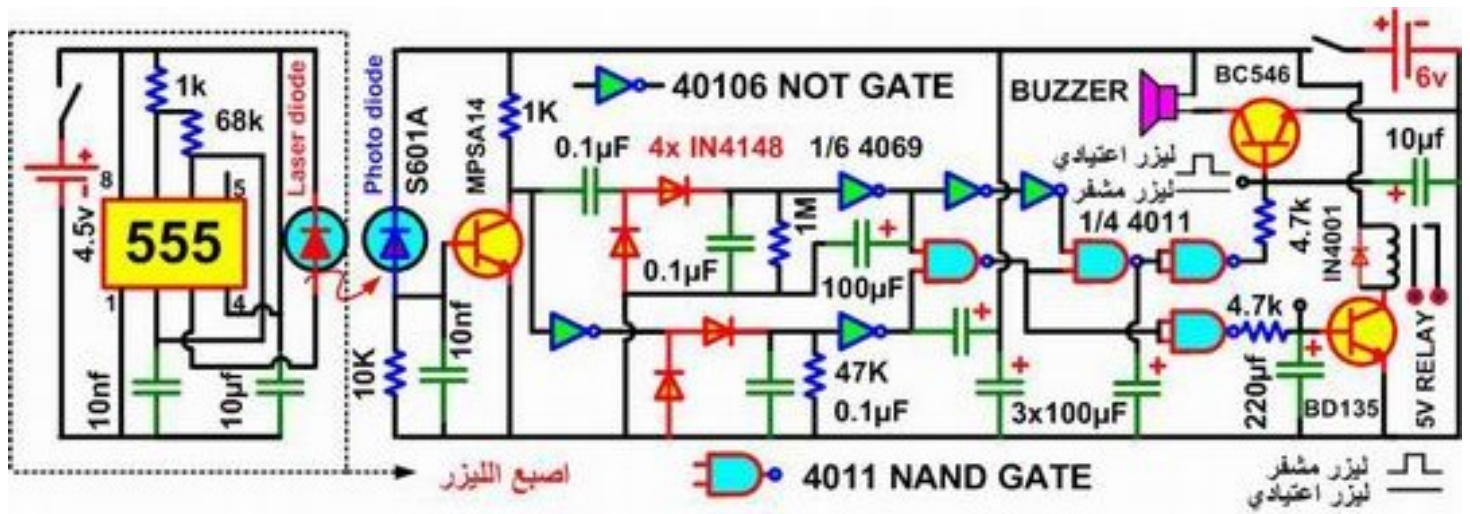
ومن الممكن جعل التشفير رقميا (Digital)
بإضافة بعض الدوائر المتكاملة IC الا ان هذا
سيجعل الدائرة معقدة وخصوصا اصبع الليزر
الصغير الذي سيكون حجمه ويكون غير عمليا
بحمله كسلسلة المفاتيح .
التفاصيل الفنية وارقام القطع الالكترونية موجودة
بالرسم الهندسي المرفق .

الصور توضح الجهاز وقطعة الالمنيوم البارزة من
الجهاز تكون بسمك الباب وتكون فتحتها للخارج
والجهاز من داخل الغرفة (عند استعمال الجهاز
لفتح باب المكتب او المنزل مثلا) كالعين السحرية
التي تثبت على الابواب وعندما نريد ان نفتح الباب
نضع اصبع الليزر على الفتحة من الخارج وبضغطة
واحدة سيتم فتح الباب كهربائيا ويمكن استعماله مع
المفتاح الاعتيادي سوية لزيادة الامان . يشغل

الجهاز على الكهرباء العمومية او بطارية 6V لضمان فتح الباب في حالة انقطاع
التيار الكهربائي اما في حالة استعماله مع الاجهزة والحاسبات فلا توجد ضرورة
لوضع البطارية لان الاجهزة نفسها لن تشتغل في حالة انقطاع التيار الكهربائي عنها



شكل (1 - 8) صور توضيحية لجهاز القفل الليزري

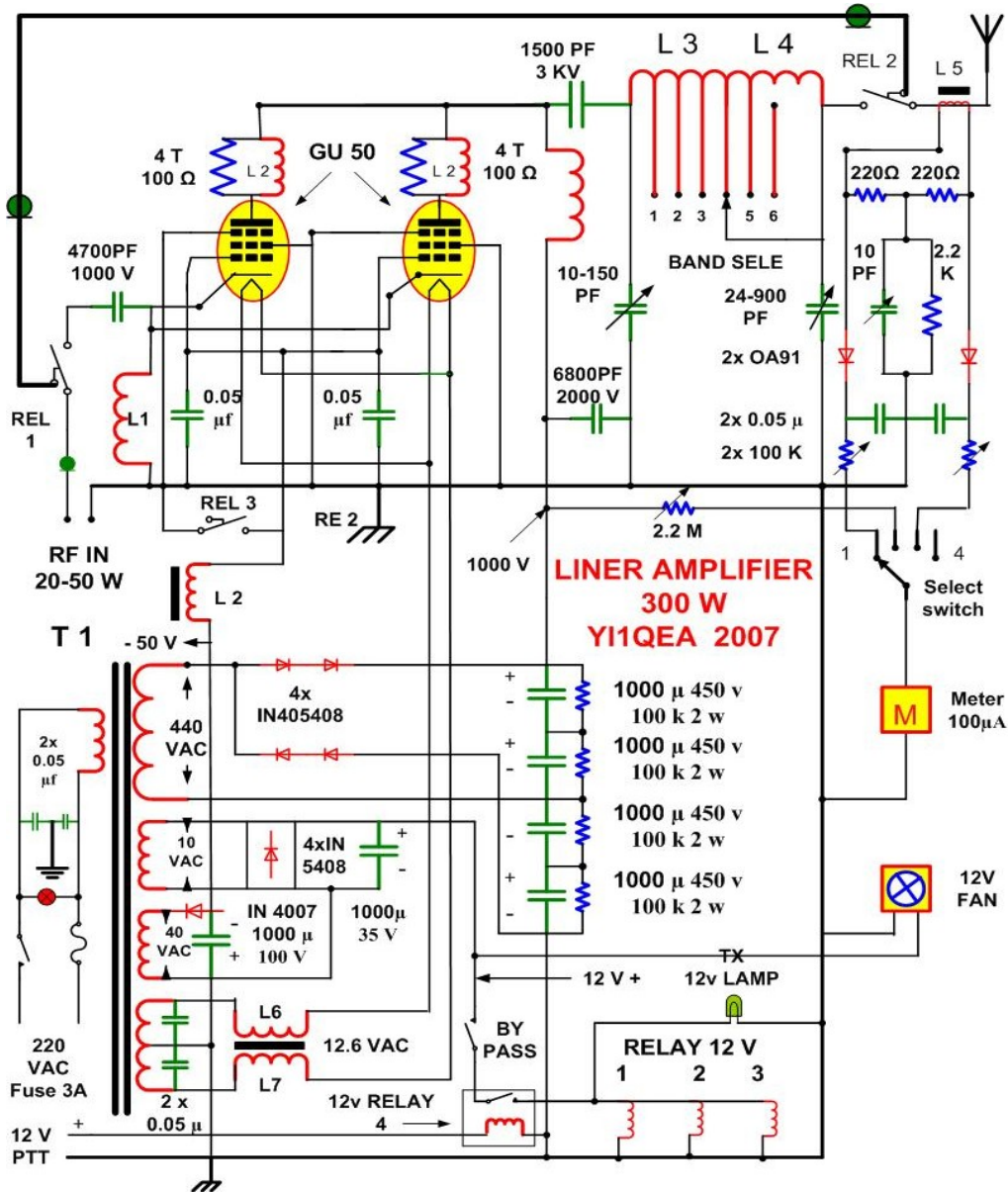


مفتاح ليزري تصميم قصي الفرضي 2003

شكل (2 - 8) الرسم الهندسي للجهاز

2- مكبر اشارة راديوية HF Liner amplifier

مكبر يستخدم لتكبير الاشارة الراديوية بقدرة خروج 300W وقدرة دخول من 30W الى 50W الدائرة روسية الاصل وبإضافة وتحويل بعض القطع الالكترونية للصور والمزيد من التفاصيل والصور راجع موقع <http://www.iraqi-ars.org> بعنوان مشاريع Projects .



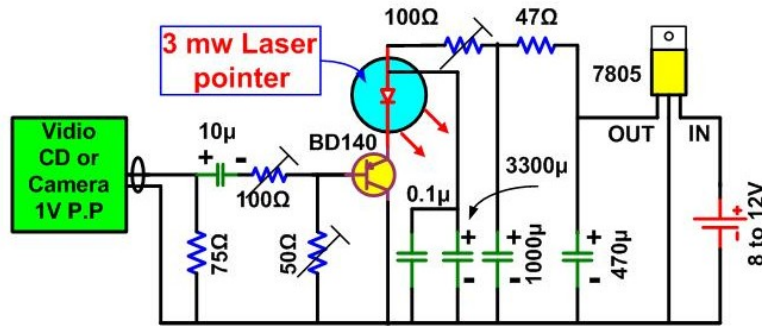
شكل (3 - 8) مكبر اشارة راديوية HF Liner amplifier 300w

3 - جهاز ارسال واستقبال صوري بالليزر

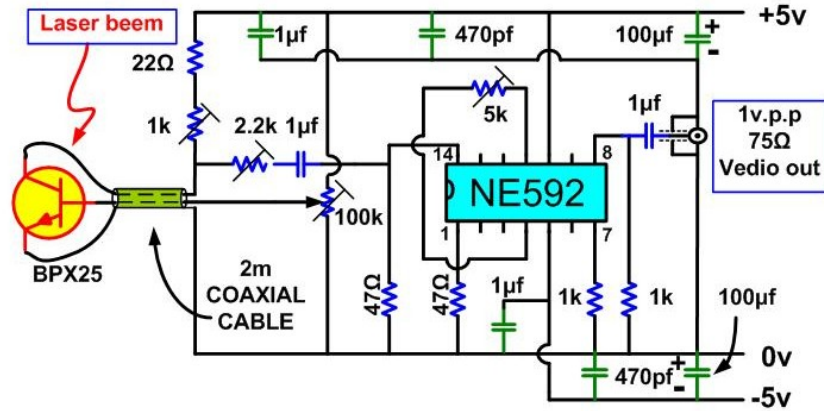
جهاز يستخدم المؤشر الليزري البسيط الاحمر اللون ذو 650nm لنقل صورة ملونة من كاميرة مراقبة او فيديو او ماشابه بنظام بال لمسافة تصل الى 300m بوضوح جيد التفاصيل الفنية موجودة في الرسم الهندسي وللمزيد من التفاصيل والصور راجع موقع [جمعية العراق لهواة اللاسلكي](http://www.iraqi-ars.org) او الرابط

Projects. بعنوان مشاريع. <http://www.iraqi-ars.org>

YI1QEA Design 2002 Baghdad Iraq



N.P Video (PAL) Laser
Beem transmitter



N.P Video (PAL) Laser
Beem Recever

شكل (4 - 8) جهاز ارسال واستقبال صوري ملون بال بالليزر

مجهز قدرة ذو محولة يستخدم مع الاجهزة اللاسلكية وكذلك لشحن البطاريات الرصاصية الدائرة يابانية قديمة وباضافة بعض القطع الالكترونية واستخدام قطع اخرى اكثر تحملا للتيار التفاصيل الفنية موجودة في الرسم الهندسي الجهاز مجرب ومصنع باعداد كبيرة ولايزال يشتغل بصورة جيدة منذ سنوات .

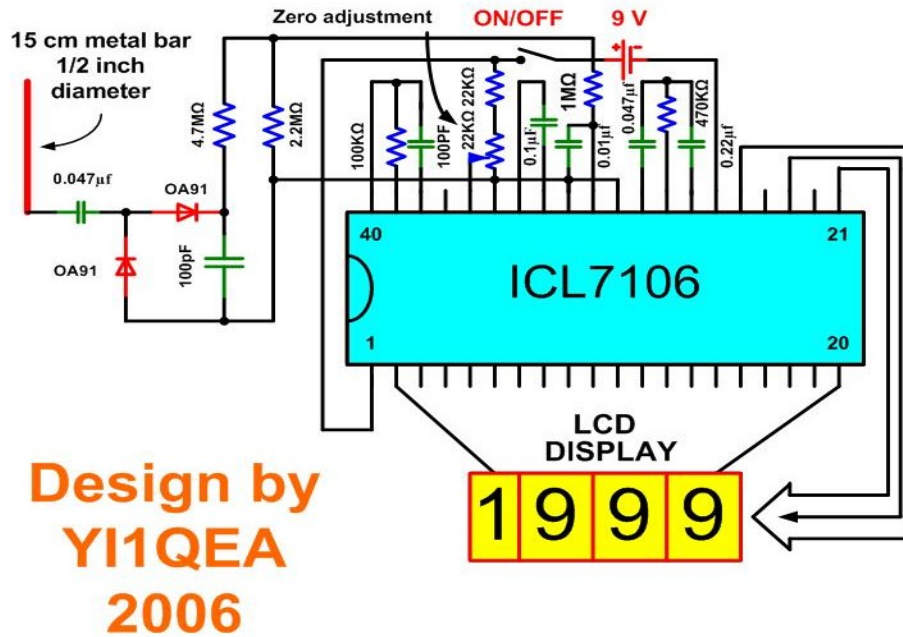


193

5 - جهاز قياس شدة الاشعاع الكهرومغناطيسي Mili Gauss meter

جهاز يستخدم لقياس شدة الاشعاع الكهرومغناطيسي الممتص من الجسم البشري مقدرا بالملي كاوس الجهاز مهم من ناحية معرفة الخطورة المترتبة على الجسم من اشعاعات الاجهزة المختلفة كالحاسبات والتلفزيونات واجهزة الارسال وافران المايكروويف وابراج الضغط العالي لنقل الطاقة الكهربائية التفاصيل موجودة بالرسم الهندسي المرفق وللمزيد من التفاصيل راجع موقع <http://www.iraqi-ars.org> الاسلكي او جمعية العراق لهواة . بعنوان مشاريع Projects .

MILLIGAUSS METER



3 ملي كاوس اشعاع كهرومغناطيسي منخفض
25 ملي كاوس اشعاع كهرومغناطيسي ذو خطورة
100 ملي كاوس اشعاع كهرومغناطيسي عالي الخطورة
250 ملي كاوس اشعاع كهرومغناطيسي اعلى درجات الخطورة

جهاز يستعمل لقياس شدة
الاشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة
من الاجهزة الكهربائية واجهزة
الارسال والهوائيات مقدره بالملي
كاوس والممتصة من الجسم البشري

شكل (6-8) جهاز قياس شدة الاشعاع الكهرومغناطيسي الممتص من الجسم

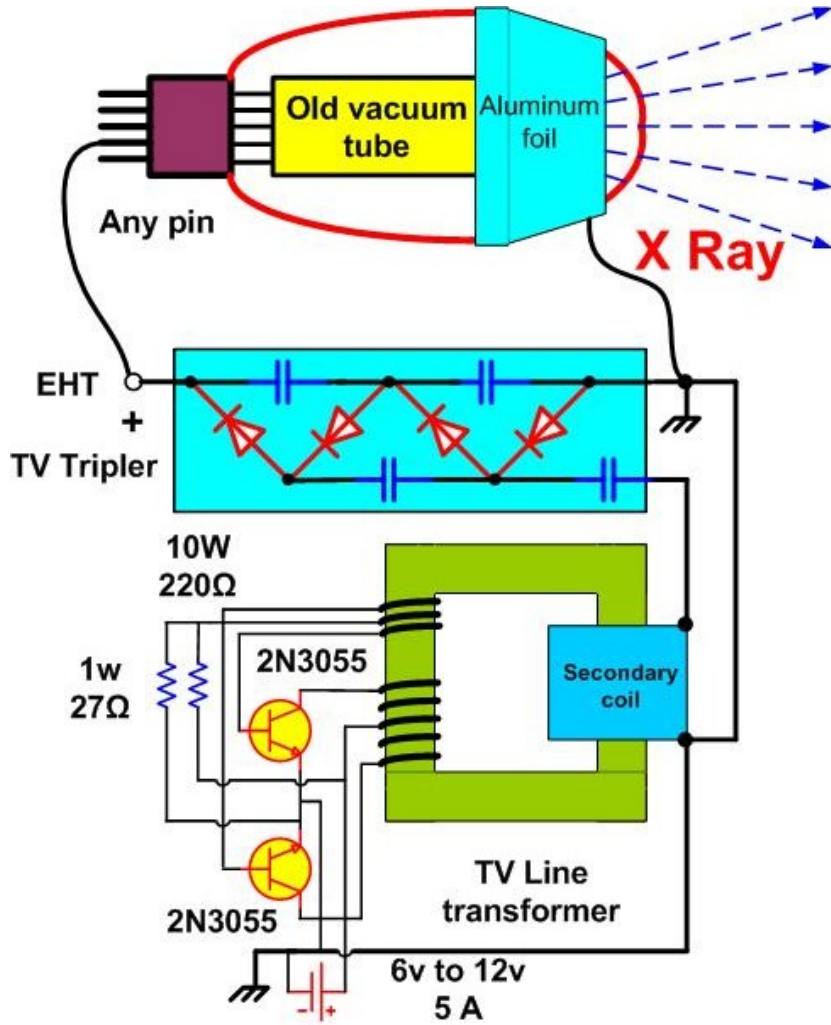
جهاز بسيط وفعال يقوم بأطفاء جهاز الارسل لحمايته من ارتفاع SWR عن قيمة معينة يمكن التحكم بضبطها مسبقا تجنباً لتلف مرحلة التكبير النهائية RF Power amp نتيجة لحصول عطب في الهوائي او الكيبل او اختلاف التردد بالنسبة للهوائي كافة التفاصيل موجودة في الرسم الهندسي المرفق .



شكل (7 - 8) جهاز حماية الاجهزة الاسلكية من ارتفاع SWR

7 - جهاز توليد اشعة X

جهاز بسيط ورائع لتوليد اشعة X للاستخدامات الطبية والصناعية الصغيرة باستخدام اي صمام قديم كبير الحجم وتغطيته بالالمنيوم الورقي Foil وعمل فتحة في مقدمته لخروج الاشعة . الفولتية المتولدة عالية جدا حوالي **25kv** وهي من الخطورة العالية هي والاشعة المنبعثة لذا يجب العمل والتشغيل باشراف مختصين في الموضوع والوقاية من هذه الاشعاعات بالطرق الامنه لضمان السلامة . التفاصيل الفنية كافة موجودة بالرسم الهندسي المرفق ويمكن التحكم بشدة الاشعة المتولدة بتغير فولتية الدخول من 6V الى 12V تيار الدائرة حوالي 5A .

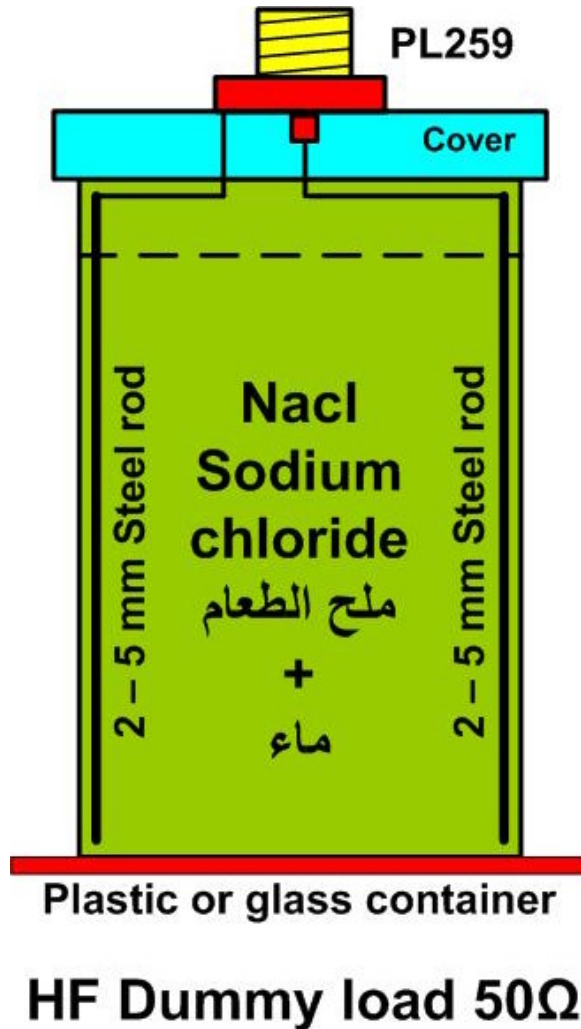


X- RAY high voltage power supply

شكل (8 - 8) جهاز توليد اشعة X

8 – هوائي وهمي او مقاومة حمل 50Ω Dummy load

نحتاج كثيرا الى Dummy load لغرض معايرة الاجهزة اللاسلكية او فحص الكيبلات او ماشابه ذلك ولعدم توافرها احيانا اصبح من الممكن صناعتها يدويا بدون تكلفة تقريبا وذلك بوضع قطبين من النحاس او الستيل في محلول ملح الطعام باناء عازل وغطاء تثبت عليه فيشة PL259 مثلا ويربط جهاز لقياس SWR مع جهاز ارسال بقدرة مناسبة (20W) مثلا ويضاف قليل من الملح تدريجيا الى المحلول حتى نحصل على 1:1 SWR عندها تصبح ممانعة 50Ω Dummy load وهذا هو المطلوب وتستخدم لحزمة HF , في التجربة ارتفعت درجة حرارة المحلول من 20 الى 45 درجة مئوية في 8 دقيقة باستخدام 100W كقدرة لجهاز الارسال .
التفاصيل الفنية موجودة في الرسم الهندسي المرفق .



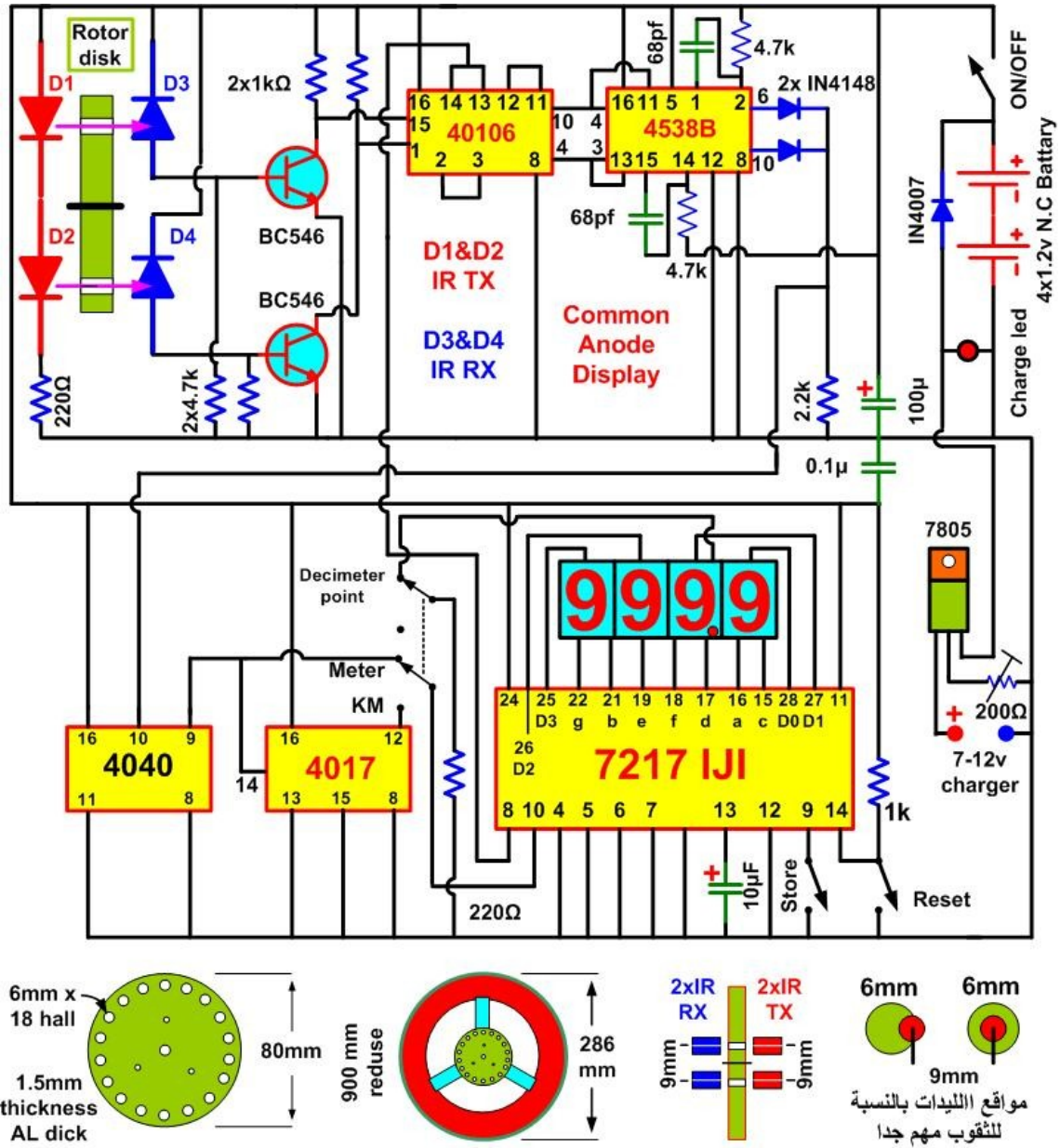
شكل (8 – 9) هوائي وهمي 50Ω Dummy load

9 - عجلة قياس المسافات

تبرز الحاجة احيانا لقياس اطوال ومسافات على الارض بصورة دقيقة لايمكن قياسها بالطرق التقليدية بشرط القياس او بالتقدير او ماشابه وهذا ما دعى الى تصميم عجلة رقمية لقياس المسافات بدلا من الميكانيكية التي يكون عمرها قصير وذلك لتكسر المسننات في الغالب ولكون قياسها لحد 1000 متر . العجلة المصممه تقيس المتر واجزاءه (ديسي متر) لغاية 1000 متر وتقيس لغاية 10 كيلومتر اي مايعادل 10000 متر وبصورة دقيقة للغاية وبدون مسننات واي اجزاء ميكانيكية العجلة المستخدمة من النوع الجيد ذي المحامل الكروية (Ball bearing) للدرجات الهوائية الصغيرة ومثبت عليها قرص من الالمنيوم الاسود (لمنع انعكاس الاضوية واشعة الشمس على المتحسسات) مثبت عليه زوجين من ليدات الاشعة تحت الحمراء (ارسال واستقبال) المسافة بينهما مهمة جدا لاشتغال العداد وهناك عداد تصاعدي وتنازلي لحساب المسافة ويوجد مفتاح لتصفير القراءة واخر لتثبيتها عند الحاجة . الجهاز يشغل باربعة بطاريات نيكل كادميوم قابلة للشحن وهناك مصباح احمر صغير للدلالة على الشحن وهي سهلة الاستخدام وخفيفة الوزن (2 كيلوغرام) هذه بعض الصور التوضيحية وكافة التفاصيل الفنية موجودة بالرسم الهندسي المرفق .



شكل (8 - 10) صور لعجلة القياس



عجلة قياس المسافات تصميم قصي الفرضي 2005 YI1QEA

شكل (8 – 11) الرسم الهندسي لعجلة قياس المسافات

10 – جهاز قياس المتسعات Capacitor meter

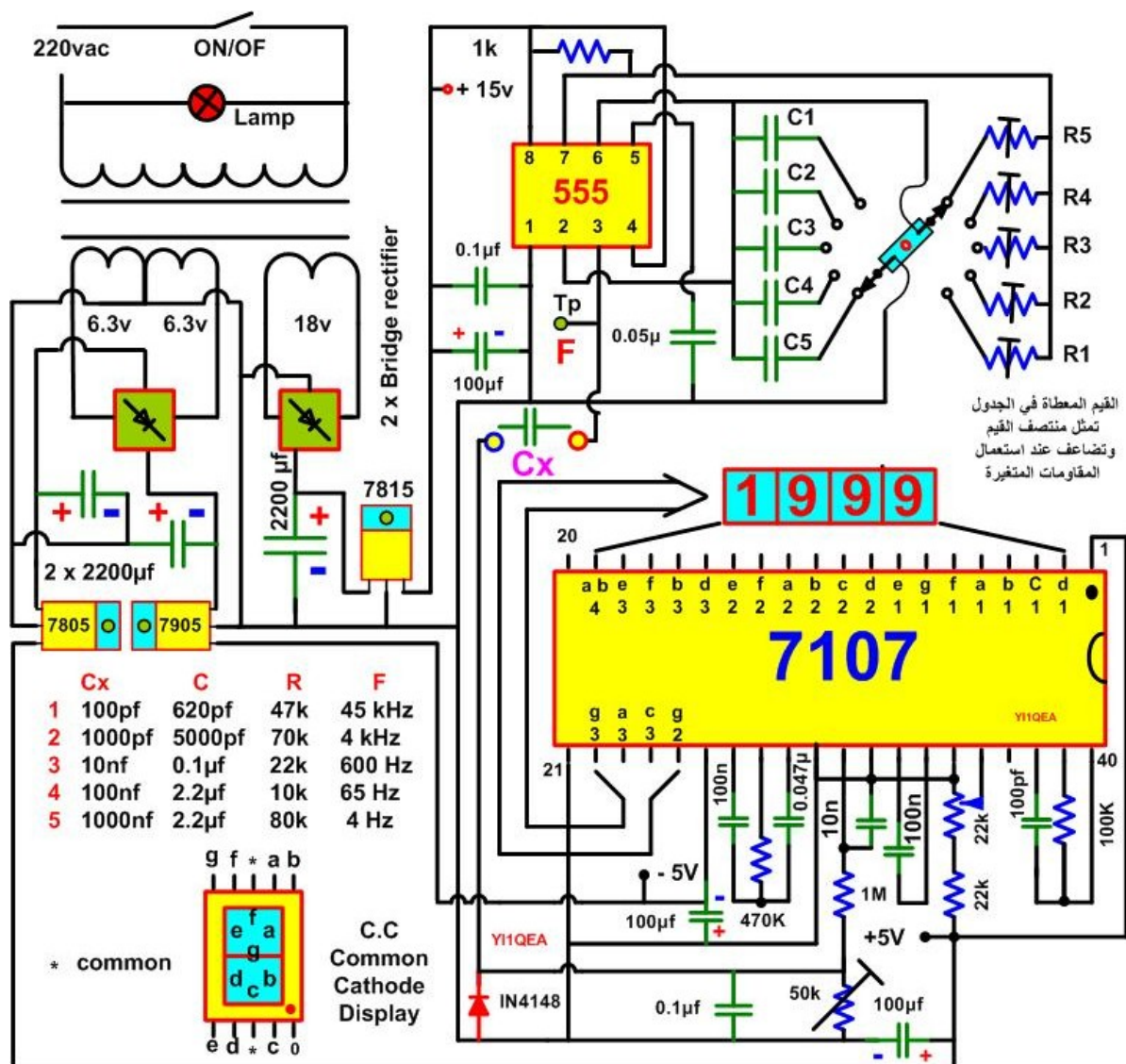
جهاز صغير ودقيق جدا لقياس المتسعات صمم وصنع في عام 2001 لاجل الدوائر الحكومية اقصى دقة للجهاز 0.1pf في مدى 100pf يحوي على خمسة مراحل للقياس 100pf & 1000pf & 10nf & 100nf & 1000nf سهل الاستعمال وصغير الحجم التفاصيل الفنية موجودة بالرسم الهندسى المرفق . يمكن ملاحظة التغير البسيط في السعة باعشار البيكوفاراد (البيكوفاراد = 10⁻¹² فاراد) بوضع سلكين معدنيين في موضع القياس وتقريبهما من البعض قليلا وملاحظة زيادة السعة الواضحة حين تقاربهما من بعض. الجهاز مصمم بالاساس للقرانات الواطئة في مجال الترددات مافوق العالية VHF&UHF لصعوبة ودقة العمل فيها .



لاجراء عملية الضبط بعد التجميع يربط جهاز لقياس الذبذبة في النقطة TP كما موجود بالرسم الهندسي ويتم تغير المقاومة المتغيرة للحصول على الذبذبة المطلوبة في كل مرحلة كما في الجدول الملحق بالرسم . يتم تصفير القراءة من خلال المقاومة 22k المتغيرة المربوطة مع IC رقم 7107 (DPM) ثم توضع متسعة جيدة النوعية ومعلومة القيمة وبالسعة القصوى للمرحلة (100pf) للمرحلة الاولى مثلا) وتصحح القراءة على الشاشة من خلال المقاومة المتغيرة 50k المربوطة مع نفس IC وبالطريقة نفسها لبقية المراحل اما اذا حصل اختلاف

بسيط في القراءة من الممكن تصحيحه بتغير المقاومة المتغيرة لكل مرحلة في المذبذب 555 .

شكل (8-12) جهاز قياس المتسعة



جهاز قياس المتسعة

تصميم قصي الفرضي 2001

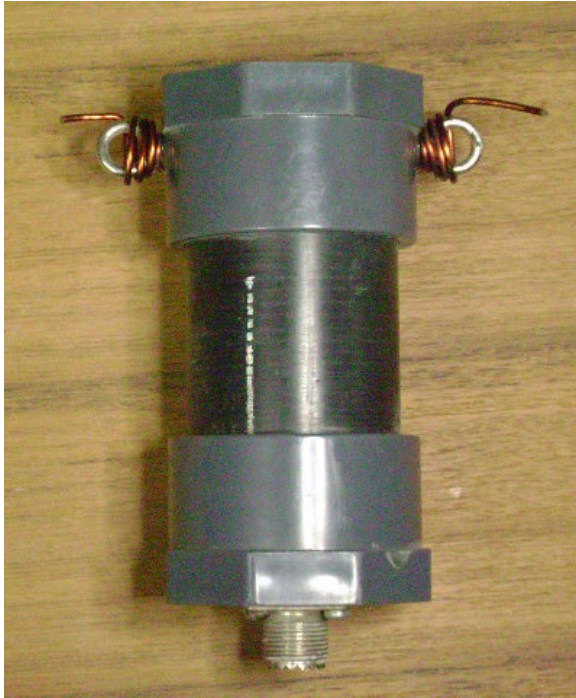
YI1QEA

شكل (8 - 13) الرسم الهندسي لجهاز قياس المتسعة

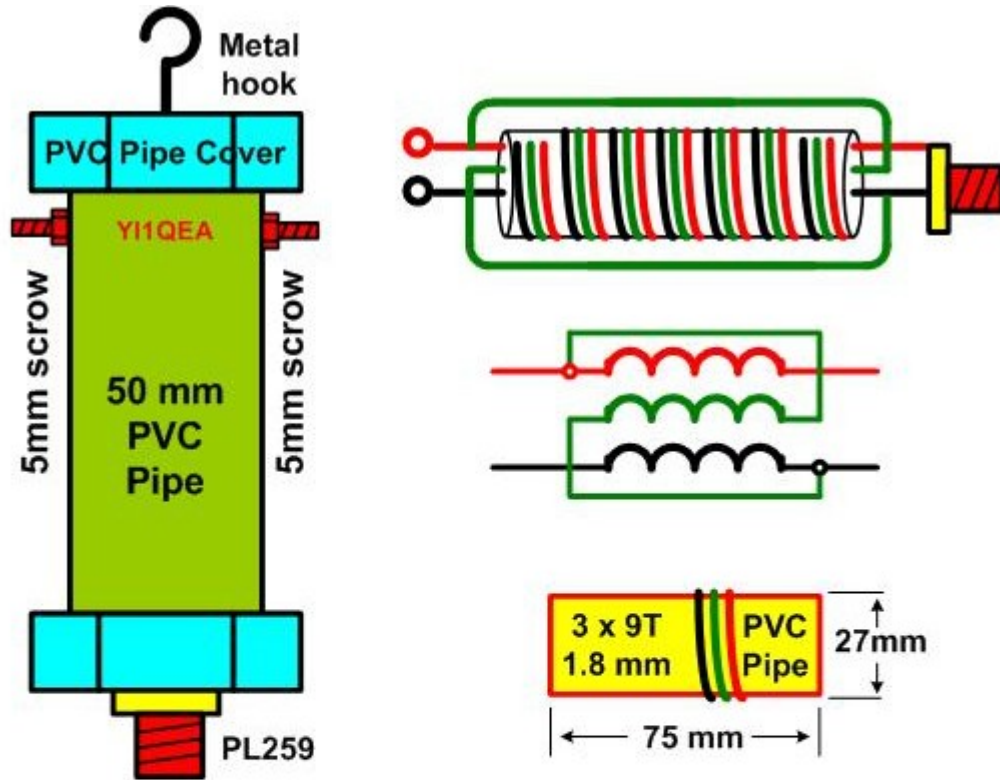
11 – محول موائمة (بالون) Balun

في احيان كثيرة نعاني من مشكلة تشويش التلفزيون والستلايت (TVI) وللتغلب على هذه المشكلة وكذلك مشكلة البث من الكيبل نفسه مما يؤدي الى فقد جزء من الطاقة الراديوية نتيجة الضياع وتقليل كفاءة الهوائي نتيجة اضافة طول جديد الى الهوائي من طول الكيبل نفسه نستخدم محول موائمة بالون بنسبة 1:1 حيث لا تتغير الممانعة بين الهوائي والجهاز لانه لا توجد نسبة تحويل .

البالون المستخدم سهل التركيب والصنع ويتكون بصورة رئيسية من ثلاثة ملفات ملفوفة سووية بنفس الاتجاه وبدون اي فجوات فيما بينهم جميعا (كما موضح بالرسم الهندسي المرفق) على انبوب من PVC بقطر 22mm وطول 75mm ومن سلك نحاسي معزول بقطر 1.8mm وتربط احد الجهات بالفيشة (PL259) والجهة الاخرى ببراعي نحاسية او اي معدن مقاوم للصدأ او حوامل تعليق الصور واللوحات لضمان عدم الصدأ (في حالة استعماله مع الداى بول) او بفيشة ثانية من الجهة الاخرى (لم توضح بالصورة) في حالة استعماله مع الهوائي العمودي مثلا .



شكل (8 – 14) محول موائمة بالون 1:1 لحزمة HF من 3 الى 30 ميغا هيرتز

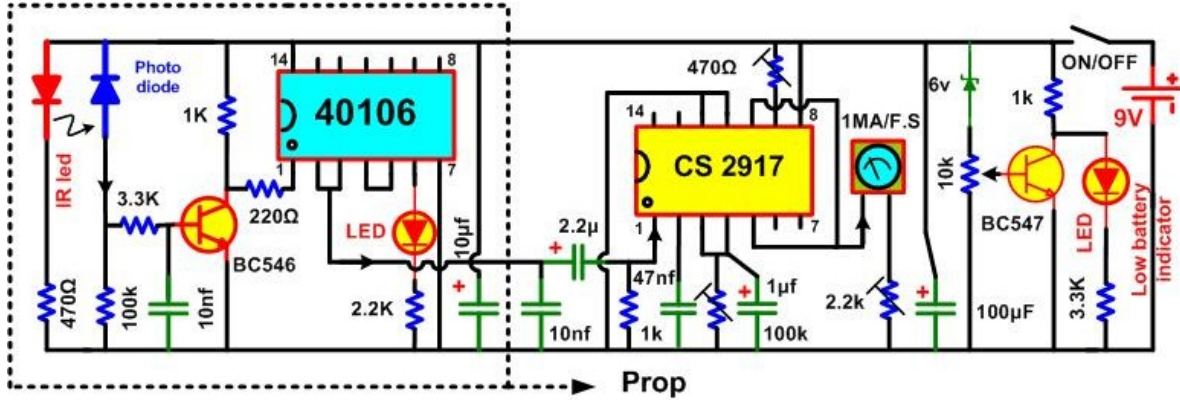


1:1 HF Balun 3 to 30MHz YI1QEA 2004

شكل (8 - 15) الرسم الهندسي للبالون 1:1

12 - جهاز قياس سرعة المحركات Tachometer

تبرز الحاجة احيانا لقياس سرعة محرك ما سواء كان كهربائيا او ميكانيكيا كمحرك المولدة مثلا لمعرفة عدد دوراته لغرض ضبط تردد التيار الكهربائي المتولد من خلاله , وغالبية اجهزة قياس السرعة تعتمد على الربط المباشر مع الجزء الدوار من المحرك وهذا من الصعوبة في بعض الاماكن لذا تم تصميم هذا الجهاز البسيط والعملي لقياس سرعة دوران المحرك بدون اي تماس او توصيل باستخدام الاشعة تحت الحمراء لارسال حزمة من الشعاع واستقبالها من مجس صغير معد لهذا الغرض وبعد وضع لاصق او خط ابيض على المحور الدوار كما في الصورة حتى تنعكس الحزمة وترتد الى المتحسس في المجس . هذه الدائرة يصل مدى قياسها الى 3000 دورة / دقيقة ويمكن مضاعفة المدى بتغيير المتسعة 47nf (المربوطة على توصيلة رقم 2 في ال IC 2917) وجعل قيمتها 22nf . يضيئ ال LED الاحمر في المجس (Prop) عند استلام الإشارة المنعكسة من الجزء الدوار . وكذلك يضيئ ال LED الاحمر في صندوق الجهاز عند انخفاض فولتية البطارية ويجب تغييرها لضمان دقة القراءة . يتم القياس بتقريب المجس الى حوالي 1 انج من القرص الدوار مقابل القطعة الورقية البيضاء . ضبط قراءة الجهاز تتم بتسليط ذنبية مربعة 50Hz بفولتية 1v علي القطب 1 في IC 2917 وتغيير المقاومة 2.2K لجعل القراءة 3000 دورة/ دقيقة .



Tachometer 3000 RPM تصميم قصي الفرضي 2006

شكل (16 - 8) الرسم الهندسي لجهاز قياس سرعة المحركات



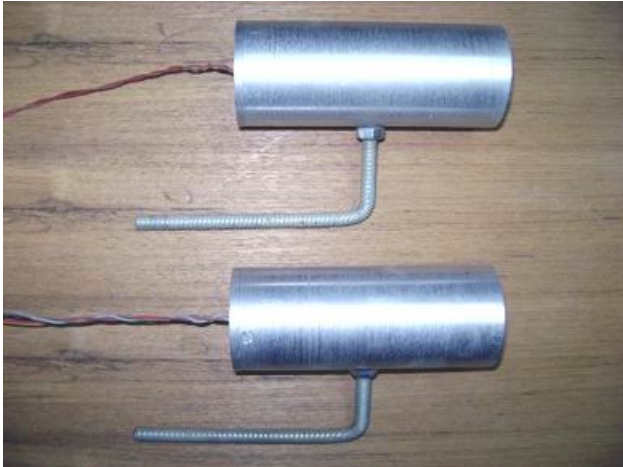
شكل (17 - 8) صور توضيحية لجهاز قياس سرعة المحركات

13 - جهاز ارسال واستقبال الاشعة تحت الحمراء IR

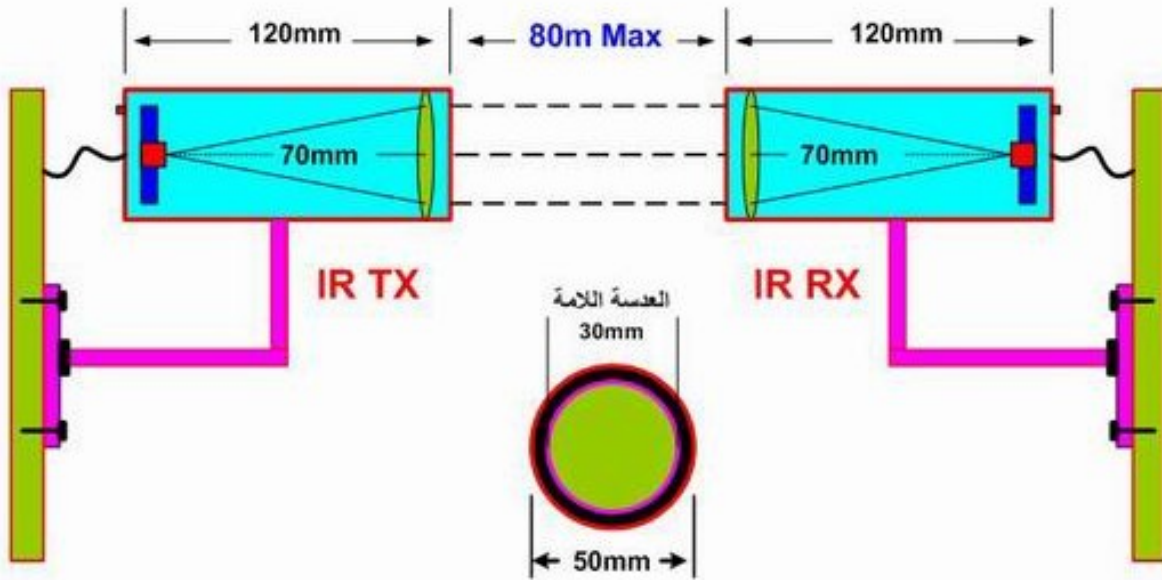
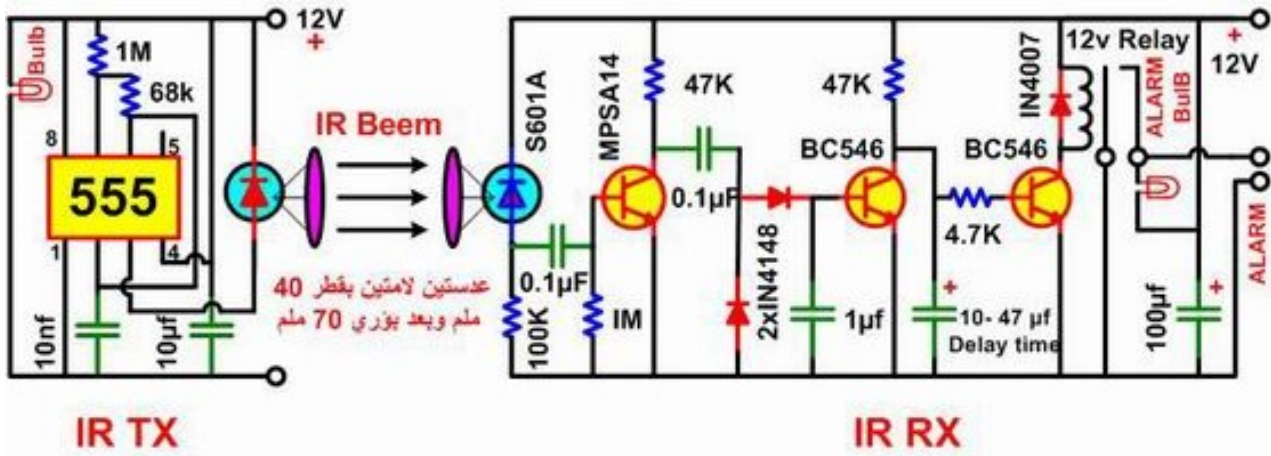
جهاز يستعمل لارسال حزمة من الاشعة تحت الحمراء والغير منظورة من جهاز واستلامها من قبل جهاز اخر وتستعمل لاغراض الحماية الالكترونية فحين قطع الحزمة نتيجة عائق ما كقطع كيبيل التغذية او الاشارة او مرور شخص متسلل بغية الدخول خلصة سيقوم الجهاز باعطاء انذار بذلك.

يميز الجهاز بين قطع سريع وصغير الحجم كمرور طائر او ماشابه ذلك مثلا ومرور انسان و يوجد مؤشر ضوئي (LED) خلف جهاز الاستقبال يضيء عند اعطاء الانذار او خروج الحزمة عن المسار المستقيم ويفيد في عملية ضبط الاستقامة بين جهازي الارسال والاستقبال ولايضيء في الاحوال الاعتيادية لتقليل التيار المستهلك يتم ارسال الاشعة تحت الحمراء بنبضات لتقليل التيار المستهلك والارسال بقدرة اعلى بزيادة الفولتية المسلطة على ثنائي IR وكذلك لاطالة عمره ويتم الارسال بتردد 1.5Kz لتلافي المؤثرات من اشعة الشمس والاضوية الصناعية والتي قد تؤثر على عمل الجهاز ومن الممكن اضافة مرشح IR على مقدمة الجهاز ليمنع ذلك . استهلاك الجهاز قليل 25 ملي امبير في الحالة الطبيعية و75 ملي امبير في حالة الانذار .

يشتغل الجهاز على 12V.DC وتربط بطاريات لضمان اشتغاله اثناء انقطاع التيار الكهربائي . اقصى مدى مجرب للجهاز 80 متر ويفضل ان تكون المسافة اقل من ذلك لتسهيل ضبط الجهاز واشتغاله بصورة مستقره . التفاصيل كافة موجودة بالرسم الهندسي المرفق مع الصور التوضيحية .



شكل (8 - 18) صور للجهاز ويلاحظ المؤشر الضوئي خلف المستقبل

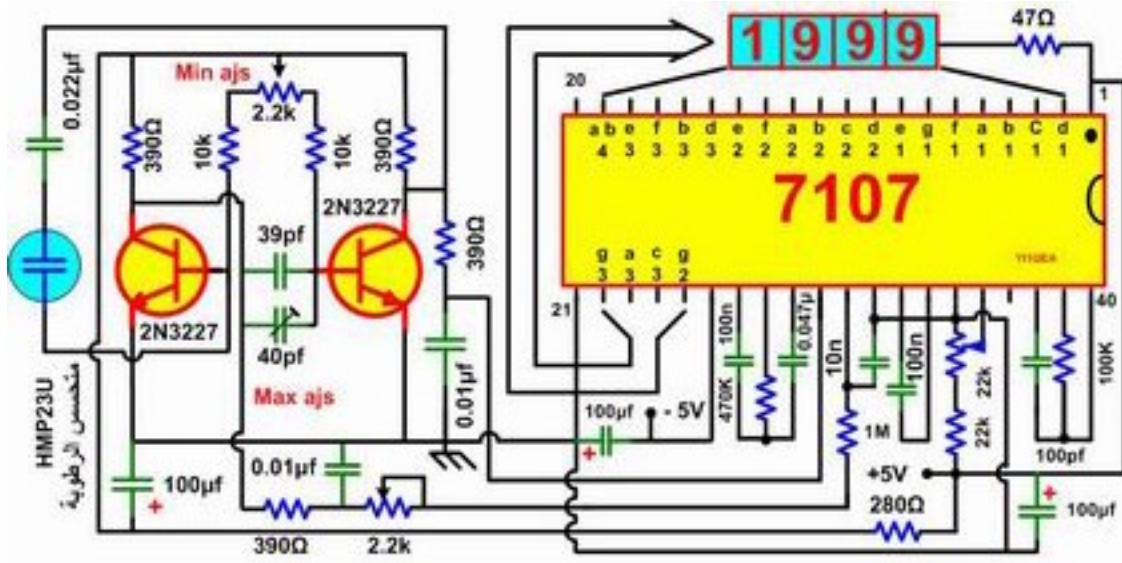


جهاز ارسال واستقبال الاشعة تحت الحمراء تصميم قصي الفرضي 2003

شكل (8 - 19) جهاز ارسال واستقبال الاشعة تحت الحمراء

14 - جهاز قياس الرطوبة الرقمي

جهاز صغير لقياس الرطوبة النسبية ودون الحاجة الى المحارير والبصلة المبللة وفرق درجات الحرارة (الطريقة التقليدية) استجابته للتغير سريعة جدا . تم تصميمه في 2003 واختبر في دائرة الانواء الجوية واثبت نجاحه وكفاءته ودقة قياساته . يتكون من متحسس حديث الصنع مكون من مادة عضوية Organic بين صفيحتين معدنيتين كالمتسعة وتتغير قيمة هذه المتسعة بتغير درجة الرطوبة هذا المتحسس يستعمل في اجهزة Radio sound الخاصة بالانواء الجوية والتي تطلق بواسطة بالونات الى اعالي الجو وهو من انتاج شركة (VISALA) الفنلندية وهي من اشهر شركات تصنيع اجهزة الانواء الجوية . نسبة قراءة DPM هو $1\text{mv}/1^{\circ}\text{RH}$ والدائرة تخرج من 0 الى 100ma وتعادل 0 الى 100%RH .



جهاز قياس الرطوبة النسبية الرقمي تصميم قصي الفرضي 2003

شكل (20- 8) الرسم الهندسي لجهاز قياس الرطوبة الرقمي



شكل (21 - 8) على اليسار صورة توضيحية للجهاز وعلى اليمين صورة لمتحسس الرطوبة في اعلى الجهاز والمغلف بغطاء بلاستيكي بني لحمايته

جدول کیبلات (LMR + RG)

Type of Line	Zo Ω	VF %	PF/foot	OD	Material	Max V
RG – 6	75	75	16.6	0.266	Foam PE	—
RG - 6X	52	75	26	0.242	Foam PE	—
RG – 8	52	66	29.5	0.405	PE	4000
RG – 8 foam	50	80	25.4	0.405	Foam PE	1500
RG – 8A	52	66	29.5	0.405	PE	5000
RG – 9	51	66	30	0.420	PE	4000
RG – 9A	51	66	50	0.420	PE	4000
RG – 9B	50	66	30	0.420	PE	5000
RG – 11	75	66	20	0.405	PE	4000
RG – 11 foam	75	80	16.9	0.405	Foam PE	1500
RG -11 A	75	66	20.6	0.405	PE	5000
RG – 12	75	66	20.6	0.475	PE	4000
RG – 12A	75	66	20.6	0.475	PE	5000
RG – 17	52	66	29.5	0.570	PE	11000
RG – 17A	52	66	29.5	0.570	PE	11000
RG – 55	53.5	66	28.5	0.216	PE	1900
RG – 55A	50	66	30.8	0.216	PE	1900
RG – 55B	53.5	66	28.5	0.216	PE	1900
RG – 58	53.5	66	28.5	0.195	PE	1900
RG – 58 foam	53.5	79	28.5	0.195	Foam PE	600
RG – 58A	53.5	66	28.5	0.195	PE	1900
RG – 58B	53.5	66	26.5	0.195	PE	1900
RG – 58C	50	66	30.8	0.195	PE	1900
RG - 59	73	66	21	0.242	PE	2300
RG – 59 foam	75	79	16.9	0.242	Foam PE	600
RG – 59A	73	66	21	0.242	PE	2300
RG – 62	93	66	13.5	0.242	Air space PE	750
RG – 62 foam	95	79	13.4	0.242	Foam PE	700
RG – 62A	93	66	13.5	0.242	Air space PE	750

RG – 62B	93	66	13.5	0.242	Air space PE	750
RG – 133A	95	66	16.2	0.405	PE	4000
RG – 141	50	70	29.4	0.190	PTFE	1900
RG – 141A	50	70	29.4	0.190	PTFE	1900
RG – 142	50	70	29.4	0.206	PTFE	1900
RG – 142A	50	70	29.4	0.206	PTFE	1900
RG – 142B	50	70	29.4	0.195	PTFE	1900
RG – 174	50	66	30.8	0.100	PE	1500
RG – 213	50	66	30.8	0.405	PE	5000
RG – 214	50	66	30.8	0.425	PE	5000
RG – 215	50	66	30.8	0.425	PE	5000
RG – 216	75	84	20.6	0.425	PE	5000
RG – 223	50	75	30.8	0.212	PE	1900
LMR - 195	50	80	24.5	0.187	PEF	1000
LMR - 200	50	83	24.5	0.187	PEF	1000
LMR - 240	50	84	24.2	0.25	PEF	5000
LMR - 400	50	85	23.9	0.405	PEF	8000
LMR - 600	50	87	23.4	0.59	PEF	8000
LMR - 900	50	87	23.4	0.87	PEF	8000

Type of line = رقم الكيبل
$Z_0 = \Omega$ ممانعة الكيبل بالاووم
VF = Velocity factor سرعة الموجة في الكيبل
PF / foot = السعة بالبيكو فراد لكل قدم
OD = Outer diminution قطر الكيبل الخارجي بالانج
Material = تعني بولي اثيلين PE نوع العازل
Max V = RMS اعلى جهد تشغيل بالفولت

جدول بقياس اقطار الاسلاك المعدنية بقياس الانج والملمتر

Gauge قياس السلك	Inch قطر السلك أنج	m/m قطر السلك ملمتر
1	0.300	7.62
2	0.276	7.06
3	0.252	6.40
4	0.232	5.89
5	0.212	5.38
6	0.192	4.88
7	0.176	4.46
8	0.160	4.06
9	0.144	3.66
10	0.128	3.24
11	0.116	2.94
12	0.104	2.642
13	0.092	2.336
14	0.080	2.03
15	0.072	1.828
16	0.064	1.625
17	0.056	1.422
18	0.048	1.219
19	0.040	1.016
20	0.036	.914
21	0.032	.821
22	0.028	.711
23	0.024	.61
24	0.022	.558
25	0.020	.508
26	0.018	.457

27	0.016	.406
28	0.0148	.376
29	0.0136	.345
30	0.012	.304
31	0.0116	.29
32	0.0108	.274
33	0.010	.254
34	0.009	.228
35	0.008	.203
36	0.0076	.193

جدول الطيف الترددي العام

BANDWIDTH DESCRIPTION	FREQUENCY RANGE		
Extremely Low Frequency (ELF)	0 KHz	to	3 KHz
Very Low Frequency (VLF)	3 KHz	to	30 KHz
Radio Navigation & Maritime/Aeronautical Mobile	9 KHz	to	540 KHz
Low Frequency (LF)	30 KHz	to	300 KHz
Medium Frequency (MF)	300 KHz	to	3000 KHz
AM Radio Broadcast	540 KHz	to	1630 KHz
Travellers Information Service	1610 KHz	---	---- -----
High Frequency (HF)	3 MHz	to	30 MHz
Shortwave Broadcast Radio	5.95 MHz	to	26.1 MHz
Very High Frequency (VHF)	30 MHz	to	300 MHz
Low Band: TV Band 1 - Channels 2-6	54 MHz	to	88 MHz
Mid Band: FM Radio & Broadcast	88 MHz	to	174 MHz
High Band: TV Band 2 - Channels 7-13	174 MHz	to	216 MHz
Super Band (mobile/fixed radio TV)	216 MHz	to	600 MHz

Ultra-High Frequency (UHF)	300 MHz	to	3000 MHz
Channels 14-70	470 MHz	to	806 MHz
L-band:	500 MHz	to	1500 MHz
Personal Communications Services (PCS)	1850 MHz	to	1990 MHz
Unlicensed PCS Devices	1910 MHz	to	1930 MHz
Superhigh Frequencies (SHF) (Microwave)	3 GHz	to	30.0 GHz
C-band	3600 MHz	to	7025 MHz
X-band:	7.25 GHz	to	8.4 GHz
Ku-band	10.7 GHz	to	14.5 GHz
Ka-band	17.3 GHz	to	31.0 GHz
Extremely High Frequencies (EHF) (Millimeter Wave Signals)	30.0 GHz	to	300 GHz
Additional Fixed Satellite	38.6 GHz	to	275 GHz
Infrared Radiation	300 GHz	to	810 THz
Visible Light	810 THz	to	1620 THz
Ultraviolet Radiation	1.62 PHz	to	30 PHz
X-Rays	30 PHz	to	30 EHz
Gamma Rays	30 EHz	to	3000 EHz

VSW R	% Power to antenna	Power loss in dBs	% loss in potential range
1	100	0	0
1.5	96	0.18	2.02
2	89	0.51	5.7
2.5	82	0.88	9.65
3	75	1.25	13.4
3.5	69	1.6	16.85
4	64	1.94	20.00
4.5	60	2.25	22.86
5	56	2.55	25.46
6	49	3.1	30.00
7	44	3.59	33.86
8	40	4.03	37.15
9	36	4.44	40.00
10	33	4.81	42.5

جدول يبين مقدار القدرة الواصلة للهوائي والفقد الحاصل ب dB والنسبة المئوية عند ارتفاع SWR من 1 الى 10 يستفاد منه في حساب القدرة الفعلية الواصلة الى الهوائي في كل حالات ارتفاع SWR .

جدول تحويل dBm الى الواط والفولتية لنظام 50 اوم يستعمل في الاتصالات

Table 13. dBm-Watts-Volts Conversion—for 50 Ohm Systems

dBm	V	Po	dBm	V	Po	dBm	mV	Po	dBm	μ V	Po
-53	100.0	200W	0	.225	1.0mW	-49	0.80		-98	2.9	
-50	70.7	100W	-1	.200	.80mW	-50	0.71	.01 μ W	-99	2.51	
-49	64.0	80W	-2	.180	.64mW	-51	0.64		-100	2.25	.1pW
-48	58.0	64W	-3	.160	.50mW	-52	0.57		-101	2.0	
-47	50.0	50W	-4	.141	.40mW	-53	0.50		-102	1.8	
-46	44.5	40W	-5	.125	.32mW	-54	0.45		-103	1.6	
-45	40.0	32W	-6	.115	.25mW	-55	0.40		-104	1.41	
-44	32.5	25W	-7	.100	.20mW	-56	0.351		-105	1.27	
-43	32.0	20W	-8	.090	.16mW	-57	0.32		-106	1.18	
-42	28.0	16W	-9	.080	.125mW	-58	0.286				
-41	26.2	12.5W	-10	.071	.10mW	-59	0.251				
-40	22.5	10W	-11	.064		-60	0.225	.001 μ W			
-39	20.0	8W	-12	.058		-61	0.200		-107	1000	
-38	18.0	6.4W	-13	.050		-62	0.180		-108	900	
-37	16.0	5W	-14	.045		-63	0.160		-109	800	
-36	14.1	4W	-15	.040		-64	0.141		-110	710	.01pW
-35	12.5	3.2W	-16	.0355					-111	640	
-34	11.5	2.5W							-112	580	
-33	10.0	2W							-113	500	
-32	9.0	1.6W							-114	450	
-31	8.0	1.25W							-115	400	
-30	7.10	1.0W							-116	355	
-29	6.40	800mW							-117	325	
-28	5.80	640mW							-118	285	
-27	5.00	500mW							-119	251	
-26	4.45	400mW							-120	225	.001pW
-25	4.00	320mW							-121	200	
-24	3.55	250mW							-122	180	
-23	3.20	200mW							-123	160	
-22	2.80	160mW							-124	141	
-21	2.52	125mW							-125	128	
-20	2.25	100mW							-126	117	
-19	2.00	80mW							-127	100	
-18	1.80	64mW							-128	90	
-17	1.60	50mW							-129	80	.1fW
-16	1.41	40mW							-130	71	
-15	1.25	32mW							-131	61	
-14	1.15	25mW							-132	58	
-13	1.00	20mW							-133	50	
-12	.90	16mW							-134	45	
-11	.80	12.5mW							-135	40	
-10	.71	10mW							-136	35	
-9	.64	8mW							-137	33	
-8	.58	6.4mW							-138	29	
-7	.500	5mW							-139	25	
-6	.445	4mW							-140	23	.01fW
-5	.400	3.2mW									
-4	.355	2.5mW									
-3	.320	2.0mW									
-2	.280	1.6mW									
-1	.252	1.25mW									

جدول خاص بترددات التلفزيون VHF & UHF

VHF TELEVISION FREQUENCIES

BAND	CH#	FREQUENCY	BAND	CH#	FREQUENCY
VHF LOW	02	54-60 MHz	VHF HIGH	07	174-180 MHz
VHF LOW	03	60-66 MHz	VHF HIGH	08	180-186 MHz
VHF LOW	04	66-72 MHz	VHF HIGH	09	186-192 MHz
VHF LOW	05	76-82 MHz	VHF HIGH	10	192-198 MHz
VHF LOW	06	82-88 MHz	VHF HIGH	11	198-204 MHz
			VHF HIGH	12	204-210 MHz
			VHF HIGH	13	210-216 MHz

UHF TELEVISION FREQUENCIES

CH #	FREQUENCY	CH #	FREQUENCY	CH #	FREQUENCY
14	470-476 MHz	38	614-620 MHz	62	758-764 MHz
15	476-482 MHz	39	620-626 MHz	63	764-770 MHz
16	482-488 MHz	40	626-632 MHz	64	770-776 MHz
17	488-494 MHz	41	632-638 MHz	65	776-782 MHz
18	494-500 MHz	42	638-644 MHz	66	782-788 MHz
19	500-506 MHz	43	644-650 MHz	67	788-794 MHz
20	506-512 MHz	44	650-656 MHz	68	794-800 MHz
21	512-518 MHz	45	656-662 MHz	69	800-806 MHz
22	518-524 MHz	46	662-668 MHz	70	806-812 MHz
23	524-530 MHz	47	668-674 MHz	71	812-818 MHz
24	530-536 MHz	48	674-680 MHz	72	818-824 MHz
25	536-542 MHz	49	680-686 MHz	73	824-830 MHz
26	542-548 MHz	50	686-692 MHz	74	830-836 MHz
27	548-554 MHz	51	692-698 MHz	75	836-842 MHz
28	554-560 MHz	52	698-704 MHz	76	842-848 MHz
29	560-566 MHz	53	704-710 MHz	77	848-854 MHz
30	566-572 MHz	54	710-716 MHz	78	854-860 MHz
31	572-578 MHz	55	716-722 MHz	79	860-866 MHz
32	578-584 MHz	56	722-728 MHz	80	866-872 MHz
33	584-590 MHz	57	728-734 MHz	81	872-878 MHz
34	590-596 MHz	58	734-740 MHz	82	878-884 MHz
35	596-602 MHz	59	740-746 MHz	83	884-890 MHz
36	602-608 MHz	60	746-752 MHz		
37	608-614 MHz	61	752-758 MHz		

الألوان والأطوال الموجية والترددات للضوء المرئي

color	Wavelength (nm)	Frequency (THz)
Red	780 - 622	384 - 482
orange	622 - 597	482 - 503
Yellow	597 - 577	503 - 520
Green	577 - 492	520 - 610
Blue	492 - 455	610 - 659
violet	455 - 390	659 - 769

الطول الموجي والتيار والفولتية لأنواع الدايودات (LED)

لون الدايود	جهد العتبة	الشدة	الطول الموجي
احمر	1.6 V – 2V	6 – 20 ma	650 – 660 nm
اصفر	1.8 V – 2V	6 – 20 ma	565 – 570 nm
اخضر	1.8 V – 2V	6 – 20 ma	585 – 590 nm
ازرق	2.7V – 3.2V	6 – 20 ma	470 nm
ابيض	3.5V – 3.8V	30 ma	MIX

**جدول يبين ثابت العزل لبعض المواد المستخدمة في صناعة
المتسعات**

TABLE C-1
DIELECTRIC CONSTANTS FOR VARIOUS MATERIALS

Vacuum:	1.0
Air:	1.004
Mylar:	3
Paper:	4-6
Mica:	4-8
Glass:	3.7-19
Alumina (Al_2O_3):	9
Titania (TiO_2):	85-170, (varies with crystal axis)
Barium Titanate (BaTiO_3):	1500
Formulated ceramics with discrete characteristics:	20-18,000

جدول عام لترددات الهواة HF و VHF و UHF

KENWOOD HIGH FREQUENCY PRIVILEGES CHART

5 W PM
CODE TEST
FOR ALL THESE
BANDS!
EFFECTIVE APRIL
15, 2000

LICENSE CLASS	28000 kHz	28100	28200	28300	28500	29300	29600	29700	
EXTRA	CW	DIGITAL	CW BEACONS	PHONE	SSB PHONE	SATS	FM		
★ ADVANCED	CW	DIGITAL	CW BEACONS	PHONE	SSB PHONE	SATS	FM		
★ GENERAL	CW	DIGITAL	CW BEACONS	PHONE	SSB PHONE	SATS	FM		
★ NOVICE/TECHNICIAN	.....	DIGITAL	CW BEACONS	PHONE	.....	.....	.....		
EXTRA	24890 kHz				24930			24990	
★ ADVANCED		CW		DIGITAL				PHONE	
GENERAL									
EXTRA	21000 kHz	21025	21100	21200	21225	21300	21450		
★ ADVANCED	CW	CW	DIGITAL	CW	DX PHONE	SSB PHONE	SSB PHONE		
★ GENERAL	.....	CW	DIGITAL	CW	.....	SSB PHONE	SSB PHONE		
★ NOVICE/TECHNICIAN	.....	CW	DIGITAL	CW	.....	SSB PHONE	SSB PHONE		
				Now/Tech CW					
EXTRA	18068 kHz			18100	18110			18168	
★ ADVANCED	CW	CW	DIGITAL	PACKET				PHONE	
GENERAL									
EXTRA	14000 kHz	14025	14100	14150	14175	14225	14350		
★ ADVANCED	CW	CW DIGITAL			DX PHONE	SSB PHONE			
★ GENERAL	.....	CW DIGITAL	.....		SSB PHONE				
EXTRA	10100 kHz			10120	10130		10140	10150	
★ ADVANCED	CW	CW		CW DATA	CW DATA		CW PACKET		
GENERAL									
EXTRA	7000 kHz	7025	7100	7150		7225		7300	
★ ADVANCED	CW	CW	DIGITAL	CW		SSB PHONE	PHONE		
★ GENERAL	.....	CW	DIGITAL	CW		SSB PHONE	PHONE		
★ NOVICE/TECHNICIAN	.....	CW	DIGITAL	CW	.....	PHONE			
				Now/Tech CW					
EXTRA	3500 kHz	3525	3675	3725	3750	3775	3850	4000	
★ ADVANCED	CW	CW	DIGITAL	CW		PHONE DX	SSTV	PHONE	
★ GENERAL	.....	CW	DIGITAL	CW	.....	SSTV	PHONE		
★ NOVICE/TECHNICIAN	.....	CW	DIGITAL	CW	.....	PHONE			
				Now/Tech CW					
EXTRA	1800 kHz	1830	1840	1850				2000	
★ ADVANCED	CW	RTTY	CW DX	PHONE DX				PHONE	
GENERAL									

10 METERS
Best Days

12 METERS
Best Days

15 METERS
Best Days

17 METERS
Best Days & Evenings

20 METERS
Best Days & Nights

30 METERS
CW & Data

40 METERS
Best Days & Evenings

80 METERS
Best Evenings & Nights

160 METERS
Night Owl Band

Save a Copy

= GRANDFATHERED PRIVILEGES

by Gordon West For Kenwood Communications
062200

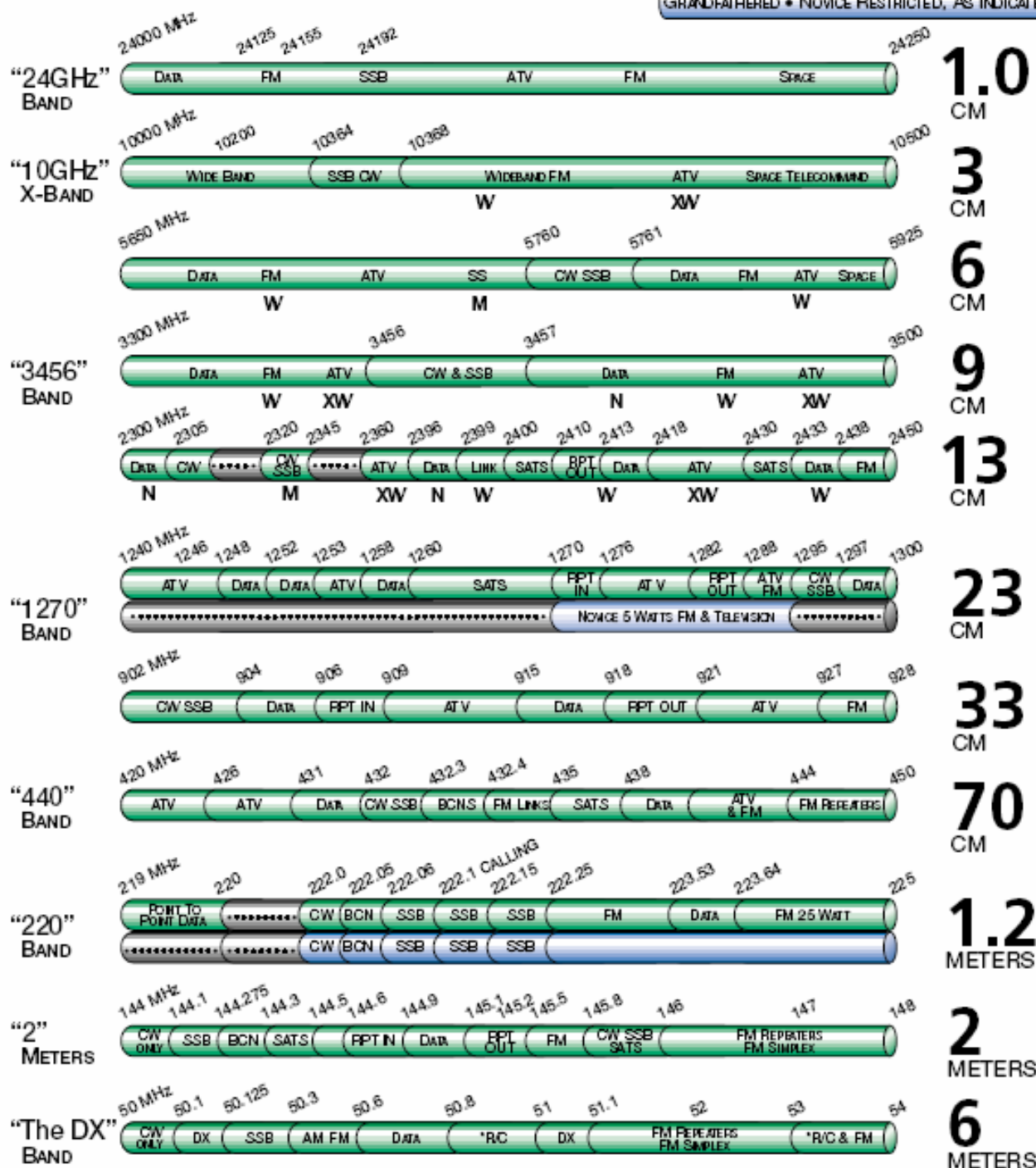
Maximum Power
200 Watts on
Novice/Tech+ Subbands

100kHz = 1MHz (ie 7.225kHz = 7.225MHz)
..... = No Privileges Until Upgrade!

KENWOOD VHF/UHF/Microwave Band Plan

EXTRA • ADVANCED • GENERAL
TECHNICIAN NO: CODE & TECH + CW

GRANDFATHERED • NOVICE RESTRICTED, AS INDICATED



Bandwidth
XW = 6MHz + BW
W = 1MHz BW
M = 100kHz BW
N = 50kHz BW

AM - Amplitude Modulation
ATV - Amateur Television
BCNS - Automatic Propagation Transmitter (Beacon)
CW - Morse Code
Data - packet, RTTY, Amlor
DX - distant station contacts (longer range than usual)
FM - Frequency Modulation
FM Links - FM relay from one repeater to another

FM Repeaters - FM relay stations
FM Simplex - FM direct contacts
Link - relay stations for data & voice
Phone DX - long distance voice transmission
Point to Point Data - automatic packet radio transfer stations
*R/C - radio control models
RPT IN - your transmit frequency to a repeater
RPT OUT - output side of FM repeaters

SATS - Satellite & Space Shuttle Communication
Space - Satellite Operation
Space Telecommand - uplinks to control satellites
SS - Spread Spectrum
SSB - Single Sideband Weak-Signal Work
SSB/CW - both Sideband & Morse Code
SSTV - slow scan TV
Wide Band FM - television audio
Wide Band - FM, AM, Spread Spectrum, Television

روابط مفيدة على الانترنت لمواقع علمية ولبرامج تصاميم ولهواة

1 - <http://www.iraqi-ars.org> موقع جمعية العراق لهواة اللاسلكي موقع علمي للجمعية يحوي على مشاريع الكترونية واسماء الهواة العراقيين المرخصين ومواقع خاصة ببرامج الهواة .

2 - <http://www.laselki.net> موقع لمنندى هواة اللاسلكي العرب موقع علمي يناقش الاراء والاجهزة والهوائيات ومواضيع متعلقة بهواية اللاسلكي .

3 - <http://www.qariya.com/vb> موقع القرية الالكترونية موقع علمي شامل للالكترونيات واللاسلكي وكهربائيات السيارات والتبريد والحاسبات وغيرها .

4 - QRZ.COM موقع عالمي لجميع هواة اللاسلكي مع اشارات النداء وايميلاتهم وصورهم .

5 - <http://www.cmc.iq/> موقع الهيئة العامة للاتصالات والاعلام وهي الجهة الوحيدة المسؤلة عن ترخيص الهواة والمحطات الاذاعية والتلفزيونية في العراق .

6 - <http://www.ocarc.ca/coax.htm> موقع لحساب الفقد في الكيبلات وحساب القدرة الحقيقية الواصلة الى الهوائي لكل انواع الكيبلات الشائعة.

7 - http://www.comsearch.com/satellite/tools_fsl.jsp

<http://www.afar.net/rf-link-budget-calculator>

موقعين لحساب الفقد في الهواء بالنسبة للإشارات اللاسلكية بكل الترددات والمسافات ولمختلف الكيبلات والهوائيات .

8 - <http://ac6v.com/frequencies.htm> دليل شامل لترددات الهواة بكل انواعها واستعمالاتها وكذلك المدنية العسكرية والجوية والبحرية .

9 - <http://www.csqnetwork.com/freqwavelengthcalc.html> برنامج لحساب الاطوال الموجية بالمتر والقدم والانج والملمتر وكذلك انصاف وارباع ومضاعفات الاطوال الموجية لكل الترددات .

10 - <http://www.csgnetwork.com/hfreqfiltercalc.html>
برنامج صغير لتصميم وحساب المرشحات Filter للترددات العالية مع قيم المتسعات والملفات .

11 - <http://www.datasheetcatalog.net> موقع Data sheet
للترانسستور والدايود والدوائر المتكاملة IC لكثير من الشركات العالمية المشهورة.

12 - <http://www.educypedia.be/electronics/antennatypeslist.htm>
موقع لانواع كثيرة من الهوائيات بمختلف اشكالها وانواعها وتردداتها .

13 - <http://www.discovercircuits.com/list.htm> موسوعة رائعة
للدوائر الالكترونية تضم اكثر من 25000 دائرة بمختلف المجالات .

14 - http://www.mikrotik.com/test_link.php موقع لحساب قوة
الاشارة المستلمة بين محطتين بحساب كسب الهوائيين وفقد الكيبلات والتردد المستخدم .

15 - <http://vk5dj.mountgambier.org/Yagi/Yagi.html> موقع
لبرنامج تصميم هوائيات ياكى كفاءة لنطاقي VHF&UHF.

16 - <http://www.ve3sqb.com> موقع متميز للهواي الكندي ve3sqb
برامج تصاميم لمختلف انواع الهوائيات.

17 - <http://www.eham.net> موقع شامل لهواة الراديو يحوي على اخبار
ومقالات علمية ومشاريع وغيرها.

18 - <http://www.hamradioindia.org> موقع هواة الراديو الهنود موقع
يحوي على دوائر الكترونية وهوائيات واجهزة متنوعة.

19 - <http://www.ac6v.com/antprojects.htm> موقع شامل
لل هوائيات والتصاميم لكل الترددات.

تم بعونه تعالى في 10 / 5 / 2008

الفهرس

الفصل الاول

الموضوع	رقم الصفحة
طبيعة الموجات	4
خواص الحركة الموجية	6
الموجات الواقفة	6
طبيعة الموجات اللاسلكية	7
انتشار الموجات الارضية	8
الموجات السماوية	9
تقسيمات في الاتصالات اللاسلكية	10
الانتشار وطبقة الايونسفير	11
التردد الحرج والزاوية الحرجة	15
زوايا ارسال الموجات السماوية	16
الاتصالات الفضائية	17

الفصل الثاني

تعريف بعض المصطلحات الالكترونية	23
الرموز القطع الالكترونية المهمة	25
جمع المقاومات	26
انواع المقاومات	27
المتسعات	29
جمع المتسعات	33
اشباه الموصلات	35
دايودات	35
انواع الدايودات	36
مبدأ عمل الدايود	39
الترانسستور وانواعه	39
مميزات وطرق ربط الترانسستور الثنائي	41
ترانسسترات تأثير المجال	42

43	مميزات ربط الترانسستر المجالي
44	انواع الترانسسترات JFET
44	ترانسسترات الاكاسيد الفلزية
45	ترانسسترات وحيدة الوصلة
45	الدوائر المنطقية
46	العائلات المنطقية ومميزاتها
49	الجداول المنطقية مع جداول الحقيقة
53	مقارنة بين TTL و CMOS
54	بعض المصطلحات اللاسلكية المهمة

الفصل الثالث

60	دوائر الرنين
62	عامل الجودة
63	محولات الربط والتنعيم الخلافي الراديوية
65	مصائد الموجات
66	المرشحات السعوية المقاومة
69	المرشحات الحثية السعوية
69	المعادلات التصميمية لمرشحات LC
74	القلوب الدائرية والفيرايت
76	تشبع وقدرة القلب
77	لف القلوب الدائرية وعامل حث القلب

الفصل الرابع

80	الارسال
80	المذبذب
81	مكبر التردد الراديوي
82	مكبر القدرة الراديوية
83	الفرق بين مرسلات AM و FM
86	الاستقبال
87	انتخاب الذبذبة والمذبذب والمازج
88	مرحلة التردد الوسط

89	مرحلة الكشف
90	المكبر الصوتي
91	التحميل او التضمين Modulation
92	التحميل المستمر
93	تحميل SSB
94	تحميل FM
95	تحميل الوجه Phase Mod.
95	التحميل النبضي
97	التشفير
99	قفل الطور الحلقي PLL

الفصل الخامس

101	طبيعة الصوت
102	خصائص الصوت
103	الموجات فوق الصوتية
103	التطبيقات للموجات فوق الصوتية
105	المايكروفونات
105	المايكروفون الكربوني
106	المايكروفون الديناميكي
108	المايكروفون السعوي
109	المايكروفون البلوري
111	المايكروفون الشريطي
113	الصمامات الالكترونية
114	اقسام الصمامات
115	تركيب الصمام الالكتروني
116	الصمام الثلاثي
117	الصمام الرباعي
118	الصمام الخماسي
119	رموز الصمامات

الفصل السادس

121	الهوائي والطول الموجي
122	الممانعة وال SWR
122	عرض الحزمة
123	الديسيبيل وأنواعه
126	التوجيه والكسب
127	قياس الكسب
127	قياس شدة الإشارة والفقد في الهوائي
128	حساب كسب النظام
129	حدود التلاشي
129	اقسام الهوائيات
130	انواع الهوائيات العمودية
130	الهوائيات الغير الموجهة
131	الهوائيات الموجهة
131	الهوائيات العمودية
131	هوائي ربع طول الموجة
132	هوائي 5/8 طول الموجة
132	هوائي متعدد الموجات
133	هوائي J pole
133	هوائي Supper J pole
134	هوائي Slim jim
134	هوائي Colliner
135	هوائي القرص
136	هوائي ماركوني
137	هوائي بازوكا
138	هوائي دايبول $\lambda / 2$
139	هوائي دايبول متعدد
139	هوائي دايبول مقلوب
140	هوائي دايبول مصيدة
141	هوائي ملف
142	هوائي دائري
143	هوائي دايبول مطوي
144	هوائي سلك السماء

145	هوائي خفاقة البيض
147	هوائي المعدن السائل
149	هوائي ياكى
151	هوائي المكعب الرباعي
152	Log periodic هوائي
152	Helical هوائي
154	هوائي بوقي
155	هوائي صحن
156	هوائي قطاعي
157	هوائي موكسن
159	هوائي الستارة الرباعي
161	اشكال بث الهوائي

الفصل السابع

162	الكيبلات
165	السعة الداخلية للكيبلات
166	ممانعة الكيبل
168	معامل سرعة الكيبل
169	تردد القطع
169	زمن التأخير
173	أنواع الكيبلات
174	Connectors أنواع الموصلات
179	مجهز القدرة ذو المحولة
181	Switching mode مجهز القدرة
181	UPS
182	المحولات
184	طرق ربط الثنائيات مع المحولة
186	البطاريات
187	المعادلات الكيميائية للبطاريات
188	أنواع البطاريات

الفصل الثامن

189	جهاز مفتاح الليزر
191	جهاز HF Linear Amplifier
192	جهاز إرسال واستقبال صوري بالليزر
193	مجهز قدرة وشاحنة
194	جهاز قياس شدة الإشعاع
195	جهاز حماية الاجهزة اللاسلكية
196	جهاز توليد اشعة X
197	هوائي وهمي
198	عجلة قياس المسافات
200	جهاز قياس المتسعات
202	محول موائمة Bulon
204	جهاز قياس سرعة المحركات
206	جهاز إرسال واستقبال الأشعة تحت الحمراء
208	جهاز قياس الرطوبة الرقمي
210	جدول كيبيلات (LMR+RG)
212	جدول قياس اقطار الاسلاك المعدنية
213	جدول الطيف الترددي العام
214	جدول الفقد لل SWR
215	جدول تحويل dBm الى الواط والفولطيه
216	ترددات التلفزيون VHF+UHF
217	ألوان وأطوال وترددات الضوء المرئي
218	جدول يبين ثابت العزل للمتسعات
219	جدول ترددات الهواة
221	روابط لمواقع علميه مهمه على الانترنت

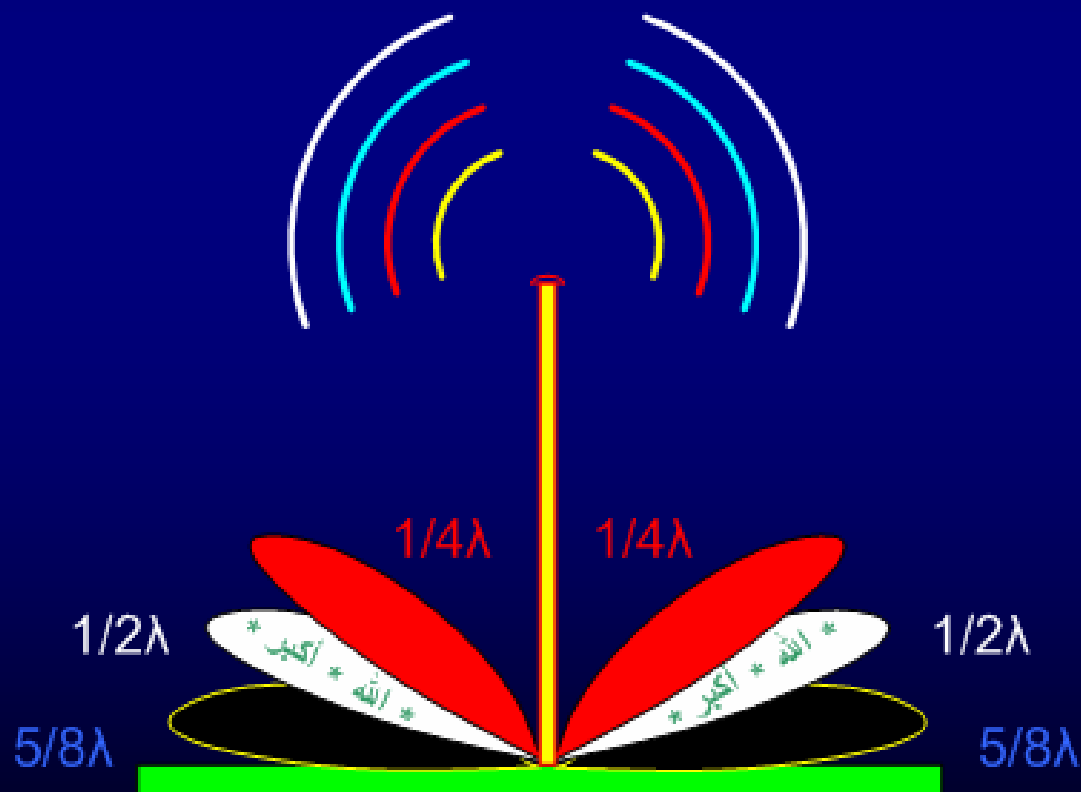
مراجع الكتاب

- كتاب جمعية هواة الراديو الامريكية ARRL .
- كتاب اجهزة الارسال (المؤلف عبد الخالق معروف) .
- كتاب Communications Satellites by Larry Blonsten .
- كتالوك شركة RS البريطانية .
- كتاب فن التلفزيون (المؤلف د. رشدي الحديدي) .
- كتاب Modern Electronic Communication by Miller .
- كتاب الفيزياء للصف السادس العلمي .
- كتاب الالكترونيات في زمن الحصار (المؤلف سرمد نافع) .
- كتب د.نادر عبد الحميد
- موقع القرية الالكترونية .
- مواقع علمية للهواة على الانترنت .

المؤلف في سطور

ولد في بغداد 1953 واكمل الدراسة فيها .
خريج كلية العلوم قسم الفيزياء الجامعة المستنصرية 1978 .
من الرواد الاوائل في مديرية الرعاية العلمية العامة .
حاز على المراتب الاولى في مسابقات مديرية الرعاية العلمية .
صمم ونفذ العديد من الاجهزة الالكترونية منها اذاعة الجامعة المستنصرية 1976 .
واول تلفزيون عراقي بالاسود والابيض عام 1972 واجهزة خاصة بالانواء الجوية .
وتصنيع اجهزة وهوائيات الاتصالات لبعض الدوائر الحكومية .
شارك بدورات الكترونية هندسية تدريبية خارج وداخل العراق .
عضو جمعية العراق لهواة اللاسلكي ويحمل اشارة النداء YI1QEA .
له اهتمامات ميكانيكية ورياضية وموسيقية .

FUNDAMENTAL OF WIRELESS AND ELECTRONICS



QUSAY. I. ALFAFADI
2008