تقديم

يسعدنا تقديم هذا الكتاب لمادة الاتصالات الالكترونية لابنائنا طلبة الصف الثانى تخصص الكترونيات بالمدارس الثانوية الصناعية نظام الثلاث سنوات .

ويشمل محتوى الكتاب المنهج المقرر وقد حاولنا بقدر الامكان تبسيط هذا المحتوى ليستطيع ابنائنا الطلاب فهم واستيعاب اهداف هذا المنهج ، والتعرف على انواع الاتصالات بما تشمله من دراسة وافيه عن الاتصالات التليفونية والتعرف على المكونات اللازمة لإتمام الاتصال التليفونى.

ثم قدمنا دراسة وافية عن كل من خطوط المشتركين الرقمية (DSL) وكذا الموديم وجهاز الفاكس.

وفى المنهج المعملى :

تم وضع تجارب معملية لدراسة المرشحات و دراسة العدد التليفونية والنغمات المستخدمة فيها وكذا دراسة الموديم و كيفية توصيله و تشغيلة .

وقد تم تدعيم الكتاب بالرسومات التطبيقية لتسهيل فهم المحتوى العلمى للكتاب ، كما وضعت مجموعة اسئلة فى نهاية كل باب لقياس مدى استيعاب وفهم الطلاب لموضوعات المنهج.

ونسأل الله التوفيق للجميع.

المؤلفان

المنهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام الثلاث سنوات

المادة : اتصالات الكترونية **تخصص : الكترونيات**

الصف : الثانى **عدد الحصص2 حصة اسبوعيآ**

+1حصة معمل

الاهداف العامة للمادة :

- تعريف الطالب على انظمة الاتصالات الالكترونية السلكية .

- تعريف الطالب باجهزة الاتصالات السلكية المختلفة وكيفية التعامل معها .

- تطبيق الطالب لبعض التجارب المعملية على نظم الاتصالات .

اولآ : المنهج النظرى

الباب الاول :

نظم الاتصالات السلكية

١ ـ١ - مقدمة عن اساسيات نظم الاتصالات – انواع الاتصالات .
١ ـ٢ - انواع المرشحات (الفعالة – الغير فعالة).
١ ـ٣ - المسويات .
١ ـ٤ - المعدلات .

الباب الثانى :

الاتصالات التليفونية .

2-1- اساسيات الاتصالات التليفونية .

2-2- انواع العدة التليفونية .

2-3- النغمات المستخدمة فى الاتصالات التليفونية .

2-4- الوسط التراسلى .

2-4-1- الخطوط الهوائية – الكوابل الارضية (كابلات الاسلاك المجدولة – الكابلات المحورية – الكابلات المدرعة) – تمييز الخطوط فى الكابلات – تركيب الموصلات داخل الكوابل .

2-4-2- كابلات الألياف الضوئية – مزاياها – تركيبها – فكرة عملها .

2-5- السنترالات .

2-5-1- انواعها – عناصرها – سعتها .

2-5-2- الشبكة الخارجية للسنترال – فريم التوزيع الرئيسى – غرف التفتيش – كبائن التوزيع – صناديق التوزيع .

الباب الثالث :

خطوط المشتركين الرقمية وكيفية نقل المعلومات عبر الشبكة التليفونية DSL .

3-1- انواع الخطوط DSL – المكونات الاساسية لخطوط DSL – كيفية نقل المكالمات التليفونية و المعلوماتية .

3-2- المودیم – تركيبه - طريقة عمله – المواصفات الفنية .

3-3- الفاكس – تركيبه - طريقة عمله – المواصفات الفنية .

ثانيآ : المنهج المعملى

١ - دراسة خواص المرشحات المختلفة (فعالة وغير فعالة).

٢ - دراسة بعض الخواص التراسلية للمسويات .

٣ - دراسة العدد التليفوتية المختلفة والتعرف عليها (عدة النبضات– عدة النغمات)

٤ - توليد النغمات المختلفة المستخدمة فى التليفونات .

٥ - دراسة المودیم – كيفية توصيله – تشغيله .

اولآ : المنهج النظرى

الباب الاول

نظم الاتصالات السلكية

١ ـ١ مقدمة عن اساسيات نظم الاتصالات – انواع الاتصالات .

١ ـ٢ انواع المرشحات (الفعالة – الغير فعالة).

١ ـ٣ المسويات .

١ ـ٤ المعدلات .

الباب الأول

نظم الإتصالات

1-1- مقدمه عن أساسيات نظم الإتصالات – أنواع الإتصالات

مقدمه :

إن كلمة إتصالات Communications تعنى إتصال طرفين معا أحدهما مرسل Transmitter والآخر مستقبل Receiver وبينهما الوسط الناقل ، وهو الوسط الناقل للإتصال .

ولقد بدأت نظم الإتصالات فى القرن الثامن عشر بداية بالتلغراف وبعد ذلك بعدة سنوات أستخدم التليفون وذلك فى بدايات القرن التاسع عشر وكنتيجه للحرب العالميه الثانيه ولحاجة الجيوش للإتصالات فيما بينهم وإهتمام الدول بالأبحاث ظهر تطور كبير فى وسائل الإتصالات وكان لإكتشاف الأنابيب المفرغه (الصمامات) وإستخدامها فى تكبير الإشارات الصوتيه الفضل فى إمكانية نقل الإشارات التليفونيه عبر الأسلاك إلى مسافات بعيده كما ظهرت الإتصالات اللاسلكيه (إتصالات الراديو) وعند ظهور أشباه الموصلات وإختراع الترانزستور والدوائر المتكامله (I.C Integrated Circuite وظهور الأقمار الصناعيه Satellites وإستخدامها فى الإتصالات .

ومع ظهور الألياف الضوئيه Fiber optics وظهور الحاسب الآلى وشبكة الإنترنت أدى كل ذلك إلى إعطاء دفعه كبيره جداً لنظم الإتصالات مما أدى إلى أن أصبح العالم كله كقريه واحده تنتقل بها الأحداث بالصوت والصوره فى حينها .

وتقوم نظم الإتصالات الحديثه بالعديد من الوظائف تشمل تصنيف ومعالجة البيانات والمعلومات قبل إتمام عملية الإرسال .

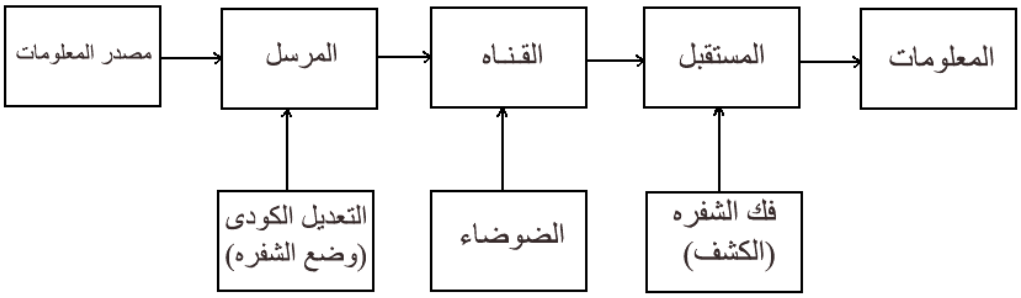
وعملية الإرسال لا يمكن أن تتم إلا بعد إجراء عملية معالجه للبيانات والمعلومات وكذلك موائمتهامع نظم الارسال ثم يتم الإرسال .

وعند الإستقبال يتم معالجة الإشاره المستقبله وإجراء عمليات فك شفرة الإشاره المستقبله وتخزينها وترجمتها إلى إشاره مماثله لنوعية المعلومات المرسله سواء كانت صوت أو صوره وقبل أن نبدأ فى التعرف على نظم الإتصالات وأنواعها سوف نتعرف أولاً على محتويات النظام العام للإتصالات ونظم الإرسال والإستقبال وأنظمة التعديل .

نظم الإتصالات Communication Systems

قبل الحديث عن نظم الإتصالات يجب التعرف على المصطلحات الفنية المختلفه المستخدمه فى أنظمة الإتصالات مثل الإشارات وقنوات الإتصال والضوضاء والتشويه الحادث للإشارات وكيفية التغلب عليه وكذا نظم التعديل للإشاره المرسله ثم كيفية كشف الإشاره المعدله بعد الإستقبال وذلك للحصول على الإشاره المرسله وما هى المعلومات وكيفية وضع شفرة للمعلومات عند الإرسال ثم فك هذه الشفره عند الإستقبال .

والشكل (1−1) يبين مخطط عام لنظام الإتصالات .



شكل(1−1) مخطط عام لنظام الإتصالات

١ −المعلومات Information :

أى نظام للإتصالات يجب أن يحقق نقل الرساله من المرسل إلى المستقبل وتأتى الرساله من مصدر المعلومات ، والمعلومات قد تكون معلومات صوت أو صوره أو بيانات يتم تحويلها إلى تغيرات كهربيه بصوره تماثليه أو رقميه ويمكن إرسالها عبر أسلاك مباشره فى حالة إرسال إشاره واحده على خط الإتصال ولكن فى حالة إرسال أكثر من رساله أو محادثه على الخط الواحد أو إتمام نظام الإتصال لاسلكياً فإنه يجب إجراء عملية تعديل فى المرسل ويتم التعديل بطرق منها التعديل بالإتساع أو التردد أو زاويه الوجه وهى عملية تحميل إشارة المعلومات على موجه حامله ذات تردد عالى .

٢ -المرسل Transmitter :

فى المرسل يتم إرسال المعلومات بعد تحويلها إلى صوره أو إشاره كهربيه وفى حالة الإرسال اللاسلكى يتم إجراء عملية التعديل وكذلك فى حالة الإرسال عبر الكابلات الألياف الضوئيه ويمكن فى حالة الإرسال السلكى أن لا يتم إجراء عملية التعديل وسوف نتعرف على عمليات التعديل وأنواعه فيما بعد .

٣ -ضوضاء قناة الإرسال Channel Noise :

عند إجراء عملية الإتصال أو نقل معلومات عبر الأسلاك أو الألياف الضوئيه فإنه مثلاً عند نقل قناه تليفزيونيه كمثال فإن ذلك يعنى نقل نطاق ترددى معين خلال عملية الإرسال .

ويحدث أن تتعرض الإشاره المرسله إلى بعض أنواع من التشويه للإشاره أو ضعف الإشاره مما يؤدى إلى عدم إمكانية إستقبالها أو يضاف اليها بعض الضوضاء المنتشرة على خطوط الإرسال وهذة الضوضاء هى طاقه غير مرغوب فيها تصاحب خطوط الارسال المختلفة .

٤ -المستقبل Receiver :

يعتمد نوع المستقبل على نوع نظام الارسال المستخدم . وعند إستقبال الاشارة يقوم المستقبل بكشف وفك شفرة المعلومات ثم تحويلها من صورتها الكهربيه (الإشاره الكهربيه) إلى نفس نوعية

المعلومات المرسله من المرسل ويتم ذلك إما بالسماعات أو وحدة عرض مرئيه فى صورة مستقبل كتابى ، أو شاشة عرض راداريه أو قلم مسجل أو أنبوبة شاشه تليفزيونيه أو حاسب آلى .

أنواع نظم الإتصالات :

نعلم أن الإتصالات هى عملية نقل وتبادل جميع أنواع المعلومات التى يمكن تحويها إلى تيار (إشاره) كهربي ويمكن تقسيم أنواع نظم الإتصالات على أساس شكل الرسائل أو المعلومات المرسلة إلى :

أولاً : الإتصالات التليفونيه . Telephone Communications

وهى من أوائل نظم الإتصالات وأقدمها وأوسعها إنتشاراً وتعتمد فكرة الإتصالات التليفونيه على تحويل الموجات الصوتيه الصادره من الشخص المتكلم المرسل إلى تغيرات كهربيه (إشاره كهربيه معبره عن الصوت) يتم ذلك عن طريق الميكروفون ثم يتم تكبيرهذه الاشارات قبل لإرسالها إلى أماكن بعيده إلى المستقبل خلال وصلات (خطوط) سلكيه . ويتم تحويلها عند المستقبل إلى صوت مره أخرى عن طريق السماعه .

ثانيا: الإتصالات التلغرافيه : Telegraph Communications

تستخدم الإتصالات التلغرافيه فى نقل وتبادل المعلومات الكتابيه عن طريق تحويل الحروف والأرقام إلى شفرات معينه قام بوضعها العالم صمويل مورس ولذا تسمى شفرة مورس ويتم تحويل هذه الشفرات إلى تيار كهربى متقطع يناظر مفردات شفرة مورس ثم يتم فى الإستقبال تحويل تلك الشفرات أو ترجمتها إلى حروف وأرقام مرة أخرى .

ثالثاً : إتصالات نقل الصور بالتلغراف :Facsimili Communications(Fax)

يتم فى هذا النوع نقل صوره طبق الأصل من المستندات والخرئط و الرسومات عن طريق خطوط الإتصالات التلغرافيه أو التليفونيه وتعتمد فكرة عمل هذا النظام على إعتبار أى مستند عباره

عن عدد كبيرمن النقط المتجاوره مع بعضها تتفاوت درجات الوانها بين الأبيض والأسود ولإرسال صوره لمستند تجرى عملية مسح لسطح المستند بإستخدام شعاع ضوئى قوى فتتغير شدة الضوء المنعكس من المستند على حسب درجة لون النقط التى يسقط عليها الضوء .

يتم تجميع الأشعه المنعكسه بإستخدام عدسات معينه ثم يتم إسقاط هذا الضوء على سطح خليه كهروضوئيه فنحصل على إشاره كهربيه تمثل المعلومات المرسومة أو المكتوبة على سطح المستند.

وفى جهاز الإستقبال توصل الإشاره الكهربيه المستقبله إلى مصدر ضوئى يعطى شعاع ضوئى يتناسب مع شدة الإشاره .

وبنفس طريقة المسح المستخدمه فى جهاز الإرسال يسلط الضوء على ورق حساس للضوء ليمسح سطحه فنحصل على نقاط متراصه بجوار بعضها تتفاوت فى ألوانها بين الأبيض والأسود حسب شدة الضوء الساقط عليها فنحصل على صورة المستند التى تم إرسالها .

رابعاً : إتصالات الحاسبات والمعلومات : Computer(Data) Communications

لقد حدث تطور كبير فى نظم الإتصالات الرقميه حيث يتم تحويل الإشارات التماثليه مثل الإشارات الصوتيه والمرئيه إلى إشارات رقميه يسهل التعامل معها فى وحدات الإرسال حيث يتم تعديل هذه الاشارات قبل إنتقالها خلال وسائط النقل المختلفه ومن مميزات هذه الإشارات الرقميه أنها لا تتأثر كثيراً بالضوضاء كما انها تقاوم تأثير بعض أنواع للتشويه .

وقد تتطورت نظم الحاسبات الإلكترونيه بالتزامن مع تطور نظم الإتصالات مما أدى إلى بناء نظم قواعد بيانات ومعلومات فى كثير من مجالات العلوم الهندسيه والطبيه وغيرها من العلوم المختلفه .

وقد أدى ذلك إلى تراكم كميات هائله من المعلومات التى يمكن تبادلها بين الأماكن المختلفه وقد أدى ذلك إلى الإهتمام بتطوير شبكات الإتصالات وظهور شبكات المعلومات ذات النطاق الواسع .

ومع تطور نظم وشبكات المعلومات ظهرت الشبكات الرقميه للخدمات المتكامله Integrated Services Digital Networks (ISDN) حيث تقوم هذه النظم بنقل وتبادل جميع انواع المعلومات بصوره رقميه سواء كانت صورأومستندات أو محادثات تليفونيه وأيضاً الصور المرئيه والبيانات التى تتبادلها الحاسبات الإلكترونيه .

خامساً : إتصالات الأقمار الصناعيه : Satellite Communications

فكرة الأقمار الصناعيه فى الإتصالات هى أنها تعمل كمحطه فضائية وسيطه بين المرسل والمستقبل على الأرض حيث يتم إرسال الإشارات بعد تكويدها رقمياً وتحميلها على موجات تسمى موجات الميكروويف .

والأقمارالصناعيه تحتوى على هوائيات إستقبال تستقبل هذه الإشارات ثم تقوم بتكبيرها فى مكبرات موجوده بالقمر الصناعى ثم يعاد توصيلها إلى هوائيات إرسال وتوجيه تقوم بتوجيه هذه الإشاره إلى موقع المستقبل أياً كان موقعه فى العالم .

ترتفع الأقمار الصناعية عن الأرض حوالى 36000 كيلومتر فوق سطح الأرض وتدور حول الأرض فى نفس إتجاه دوران الأرض مره كل 24 ساعه وهى نفس سرعة دوران الأرض حول نفسها ، وتطلق هذه الأقمار بإستخدام سفن الفضاء الخاصه بإرسال الأقمار الصناعيه ووضعها فى موقعها ومدارها ، وبالدراسه العمليه وجد أنه يمكن الإتصال بأى مكان حول مجال الأرض بإستخدام ثلاثة أقمار توزع حول محيط الأرض .

١ ٢أنواع المرشحات (الفعاله – غير الفعاله) filters (Active, Passive)

المرشحات : filters

تعتبر المرشحات من الوحدات الأساسيه فى نظم التراسل المختلفه وتستخدم المرشحات لإنتقاء الحيز (النطاق) الترددى المرغوب الارسال فيه وتوهين أوالتخلص من الترددات الأخرى الغير مرغوب فيها ، والتى عادة ما تؤثر على الحيز الترددى المراد التعامل معه فى المراحل التالية لمراحل

الترشيح بالسلب ، أى تسمح بإمرار مجموعه من الإشارات التى يقع ترددها داخل نطاق ترددى معين بينما لا تسمح بمرور أى إشارات أخرى لها تردد خارج هذا النطاق ويمكن ايضاً ان تستخدم المرشحات كدوائر منع تقوم بمنع التردد المنغمه عليه دائرة المرشح بينما تسمح بمرور باقى الترددات خارج هذا النطاق .

ففى انظمة التراسل وخاصة التى تستخدم موجات حاملةCarriers ، يجب استخدام المرشحات لفصل الاشارة المرغوب فيها عن باقى الاشارات حتى نحد من تأثيرالتداخلات بين القنوات المتجاورة .

أمافى أنظمة التراسل الرقمية فنحتاج الى المرشحات للتخلص من الترددات التى تحدث نتيجة أخذ العينات Sampling والتقريب لقيم صحيحة فى حالة الارسال ،أماعند الاستقبال فإن الاشارة الخارجة من فاك الشفرة Decoder يجب ان تجرى لها عملية ترشيح وذلك لإزالة الترددات العالية الناتجة عن إعادة تكوين الإشارة المرسلة .

ويمكن تصنيف المرشحات تبعاً للحيز الذى يسمح المرشح بمروره الى:

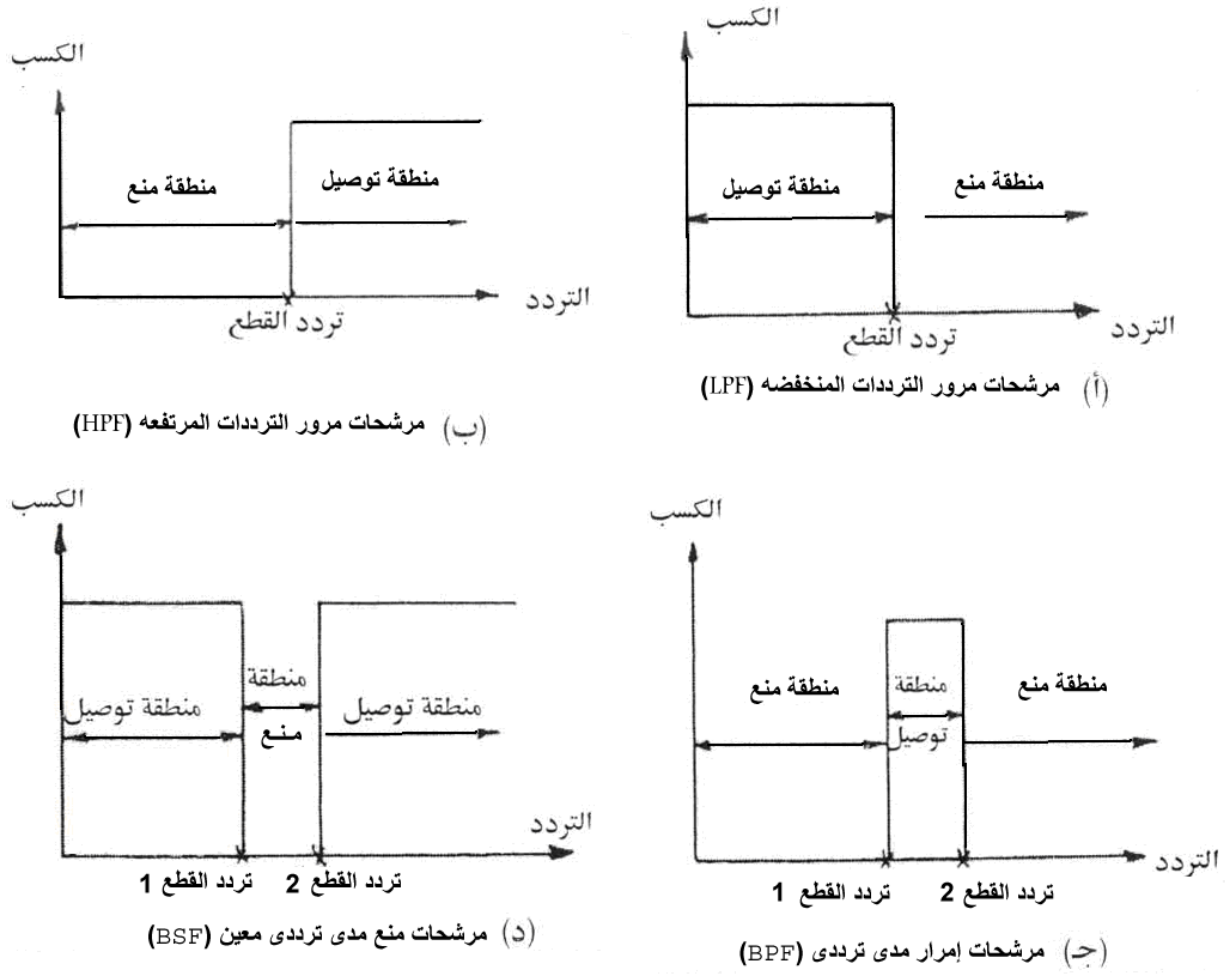
* مرشحات مرور الترددات المنخفضة Low Pass Filters (LPF)

* مرشحات مرور الترددات العالية High Pass Filters (HPF)

* مرشحات المدى الترددى Band Pass Filters (BPF)

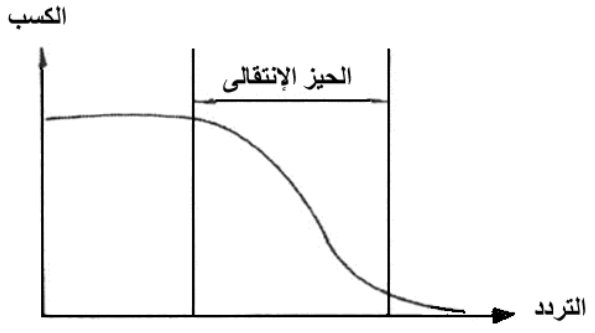
* مرشحات منع مرور مدىترددى معين Band Stop (Eliminate) Filters (BSF)

والشكل (1–2) يوضح مناطق القطع والتوصيل النموذجية للأنواع السابقه.

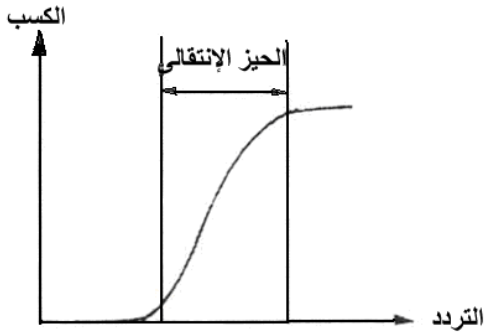


شكل(1-2) مناطق القطع والتوصيل النموذجية للمرشحات المختلفة

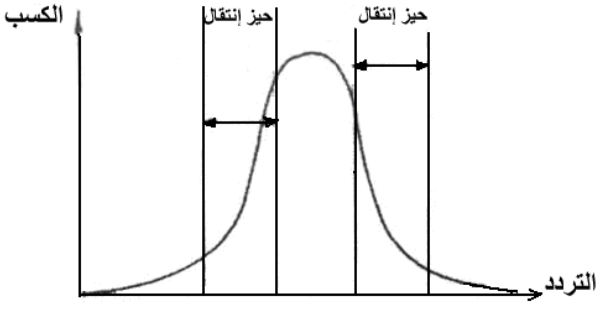
وعادة ما لا نستطيع تحقيق قطع او توصيل حاد عملياًكما بالشكل، لذلك فإنه دائما ما يوجد حيز انتقالى Transient Band بين اى منطقة قطع ومنطقة توصيل كما يظهر فى الشكل (1-3) ويراعى عند تصميم المرشح ان تكون الإشارة أو الحيز الترددى المراد امراره واقع بأكمله داخل منطقة التوصيل .



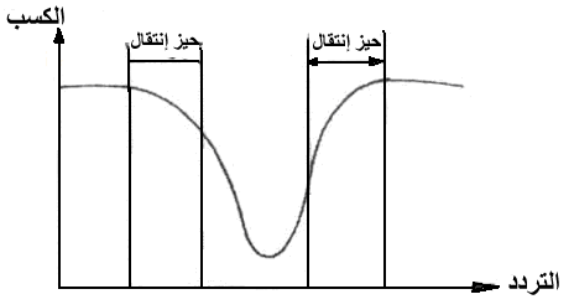
(أ) مرشحات مرور الترددات المنخفضة LPF



(ب) مشرحات مرور الترددات المرتفعة HPF



(جـ) مرشحات إمرار مدى ترددى BPF



(د) مرشحات منع مدى ترددى معين BSF

شكل(1-3) يبين الحيز الانتقالى بين منطقة القطع والتوصيل للمرشحات

كما يمكن تصنيف الرشحات وفقاً لبنية الدائرة الكهربية والعناصر المستخدمه الى ثلاثة انواع هى:

أ-مرشحات غير فعاله

ب-مرشحات فعاله

حـــ-مرشحات بللوريه

وسوف نتناول بالدراسه كل نوع من تلك المرشحات كالآتى :

أ - مرشحات غير فعاله Passive Filters :

تتكون هذه المرشحات من العناصر الإلكترونيه الغير فعاله مثل الملفات والمكثفات والمقاومات الماديه ولبساطة مكونات هذه المرشحات فإنه من السهل تنفيذ دوائرها ومن عيوبها أنها تسبب بعض

الفقد فى الإشارات المارة بها. ويتم تصميم المرشحات الغير فعاله بإستخدام العناصر الغير فعاله (ملفات – مقاومات – مكثفات) ويعتمد هذا التصميم على نظام الثابت K ، ولذا يعرف بإسم نظام الثابت K (K filter) وفيه يتم إختيار قيم الحث والسعه المطلوبه بحيث يكون حاصل ضرب الممانعه الحثيه X_L فى الممانعه السعويه X_C تساوى رقم ثابت K عند جميع الترددات .

$$X_L \cdot X_C = K$$

وفى الشكل نلاحظ ان منحنى الإستجابه لدوائر المرشح هو عباره عن علاقه بين التردد F وقيمة التكبير وهى تساوى $\frac{Vo}{Vi}$ (جهد الخرج / جهد الدخل) مقاسه بالديسيبل(decible)حيث :

$$\left(\frac{Vo}{Vi}\right)_{dB} = 20\log_{10}\left(\frac{Vo}{Vi}\right) \quad dB$$

ويكون نطاق الإمرار للمرشح قيمه معينه تقل عن أكبر خرج بمقدار (-3dB) وعندما تكون قيمة $\frac{Vo}{Vi}$ كبيره نسبياً يسمى النطاق نطاق إمرار وعندما تكون هذه النسبه صغيره يسمى نطاق منع .

وعند تصميم أى مرشح فإننا نحدد تردد القطع المطلوب الحصول عليه ثم نختار قيمة الثابت K ثم يتم تحديد قيم الملفات والمكثفات التى تعطى هذا الثابت ويتم تنفيذ المرشح على شكل L أو π أو T كما فى شكل (1–4– ا،ب،حـــ،د) .

ب– المرشحات الفعاله : Active Filters

يعتمد هذا النوع من المرشحات على وجود العناصر الإلكترونيه الفعاله مثل الترانزستورات ومكبرات التشغيل Opertional Amplifiers بالإضافه إلى المقاومات والمكثفات ولاتستخدم الملفات ، وهذا من مميزات المرشحات الفعالة إذ ان الملفات عادة ما تكون كبيرة الحجم وثقيلة الوزن ومكلفة كما تسبب مجالات مغناطيسية تؤثر سلباً على الخصائص الترددية للمرشح.

ومن مزايا المرشحات الفعاله ايضاً ان العناصر الفعاله تقوم بتعويض الفقد الناتج فى الإشاره عن طريق إعطاء كسب للإشارات لتعويض الفقد وتتميز هذه المرشحات بإمكانية ضبط قدرة الإشاره الخارجه منها ولكنها تحتاج مصدر تغذيه بالتيار المستمر حتى يمكن تشغيل عناصرها الفعاله

وكما سبق عند تصميم دائرة أحد المرشحات يجب تحديد تردد القطع المطلوب تحقيقه ثم إستخدام العلاقه التاليه لتحديد قيم العناصر المستخدمه . $Q = \frac{F_o}{Bw}$

حيث F_o تردد الرنين ، Bw هو عرض نطاق الامرارالمطلوب .

المبادئ الاساسية لتحليل دوائر المرشحات :

على الرغم من اختلاف الحيز الترددى الذى تسمح المرشحات بمروره فإن فكرة عملها لا تختلف كثيراً من حيث المبدأ، فالمرشح عامة ما يسمح للإشارة الداخلة اليه بالمرور إذا كانت فى حيز ما ، او يمنعها من المرور الى الخارج ، ويعتمدعملهاعلى العناصر المستخدمه فى تركيبه كمايلى :

*** الملفات : Coils**

من المعروف ان الممانعة الحثية للملف هى $J\omega L$ لذلك فإننا نعتبر الملف دائرة مغلقة Short Circuit عند الترددات المنخفضة ($\omega=0$)،ويعتبر دائرة مفتوحة عند الترددات العالية Open Circuit ($\omega=\infty$).

*** المكثفات : Capacitors**

ممانعة المكثف السعوية هى $\frac{1}{J\omega C}$ فنعتبره مفتوح عند الترددات المنخفضه

ω =0 (1/0=∞) ، وموصل عند الترددات العالية (1/∞=0).

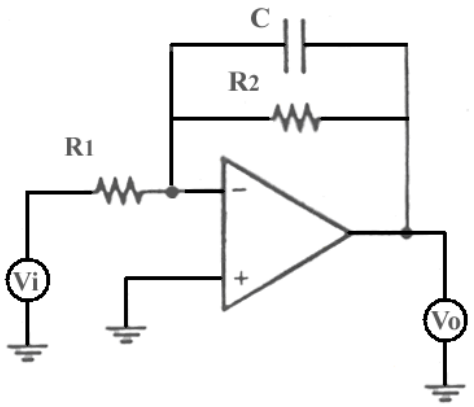
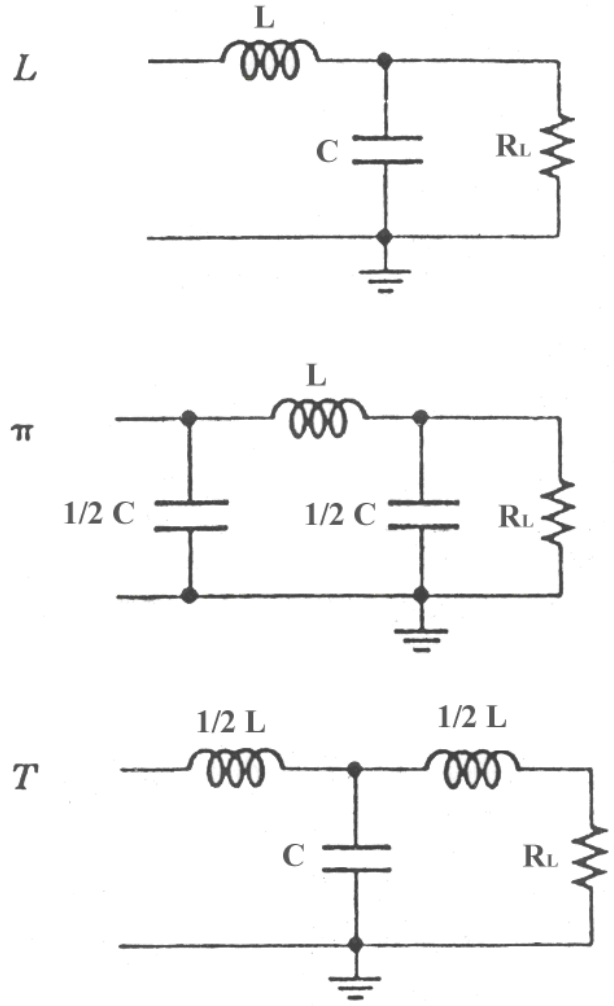
* المكبر التجهيزى (المكبر التشغيلى): Opertional Amplifier

ومن خواصه ان طرفى الدخل تسحب تيارضئيل جداً ، وانه اذا استخدم تغذيه خلفية من الخرج الى الدخل ($-V_e$) negative feedback يكون:

كسب المكبر=مقاومة التغذية الخلفية ÷ مقاومة الدخل

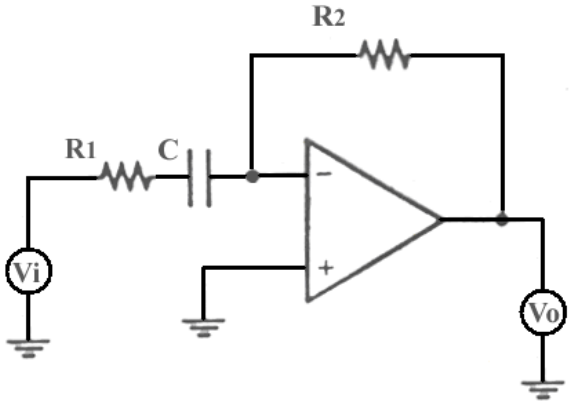
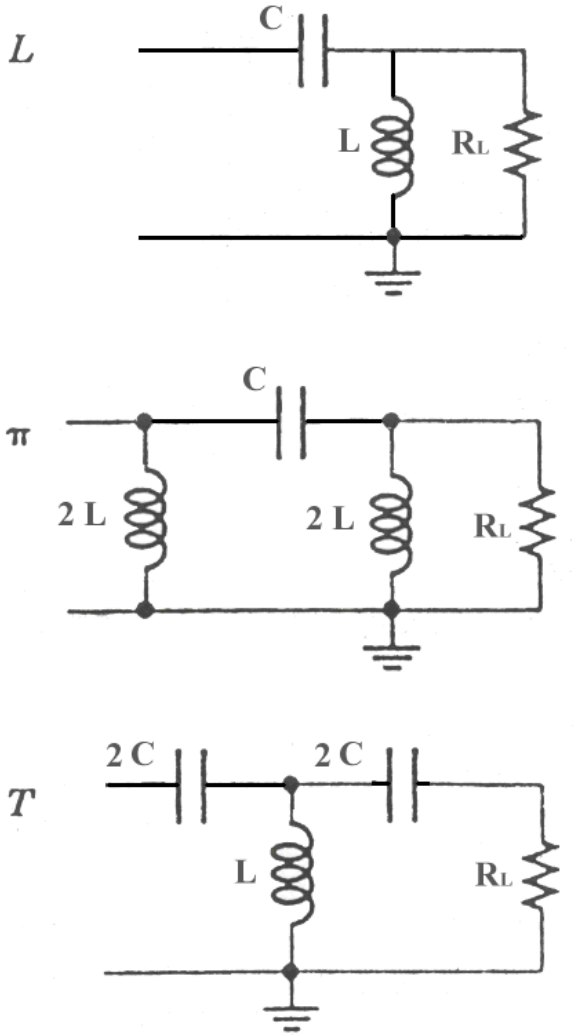
وفيما يلى بعض دوائر المرشحات بمختلف أنواعها وتشمل رسم المرشح واساسيات التصميم لكل نوع

أ – مرشح مرورالترددات المنخفضة (Low Pass Filters (LPF

دوائر فعالة	دوائر غير فعالة
	
كسب المرشح فى الترددات المخفضه = K	
$K = \frac{R2}{R1}$	
تردد القطع F_{CL}	تردد القطع F_{CL}
$F_{CL} = \frac{R1}{2\pi R2C}$	$F_{CL} = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$

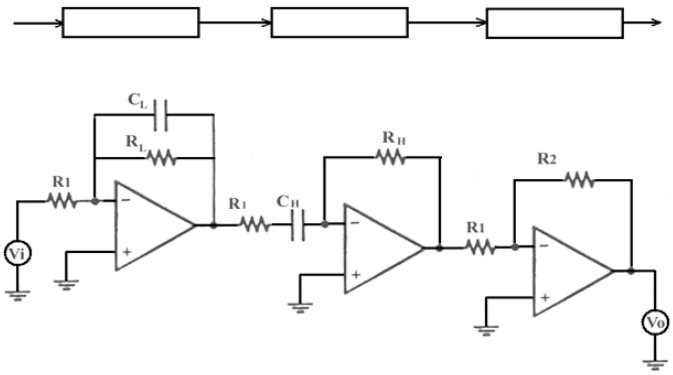
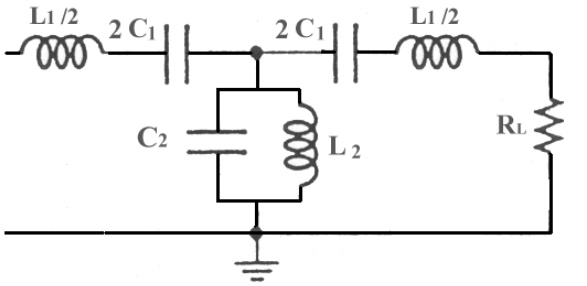
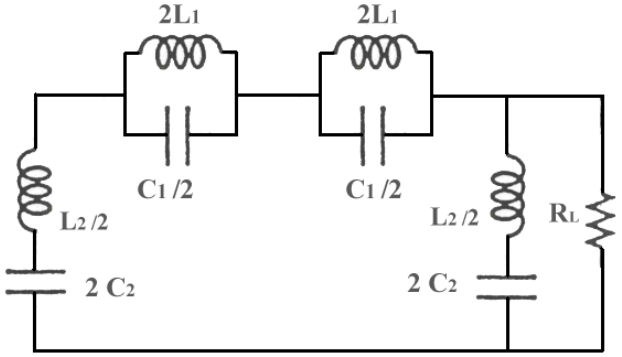
شكل(1-4-ا)

ب–مرشحات مرور الترددات العالية High Pass Filters (HPF)

دوائر فعالة	دوائر غير فعالة
	
كسب المرشح فى الترددات العاليه = K	تردد المرور = F_{CH}
$= \frac{R2}{R1}$	$F_{CH} = \frac{1}{4\pi\sqrt{LC}}$
تردد المرور = F_{CH}	
$= \frac{1}{2\pi R_1 C}$	

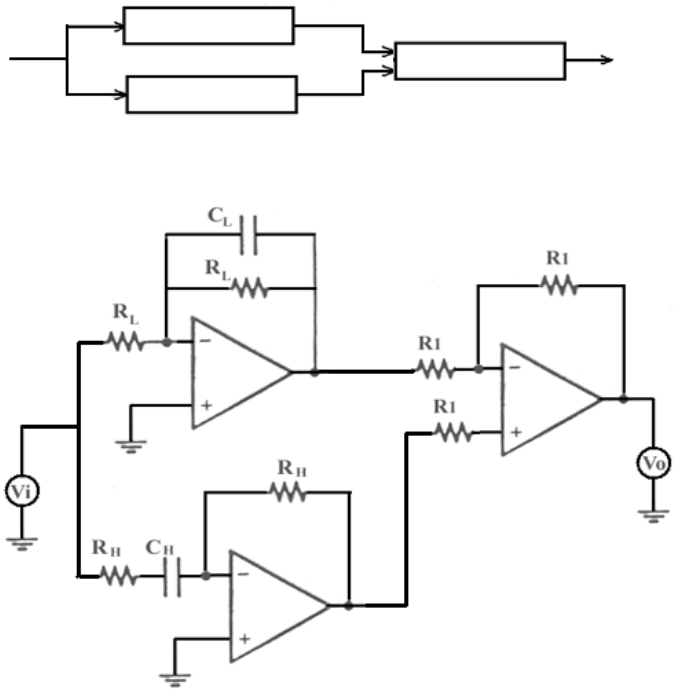
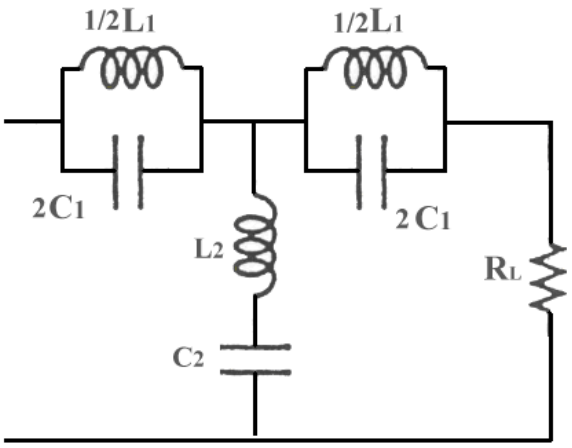
شكل(1–4–ب)

جـــ–مرشح مرور حيز ترددى Band Pass Filters (BPF)

دوائر فعالة	دوائر غير فعالة
	 
$f_{C1} = \frac{1}{R_H C_H}$	$f_1 = \frac{1}{2\pi}\left(\sqrt{\frac{1}{L_1C_1}+\frac{1}{L_1C_2}} - \sqrt{\frac{1}{L_1C_1}}\right)$
$f_{C2} = \frac{1}{R_L C_L}$	$f_2 = \frac{1}{2\pi}\left(\sqrt{\frac{1}{L_1C_1}+\frac{1}{L_1C_2}} + \sqrt{\frac{1}{L_1C_1}}\right)$

شكل(1–4–جـــ)

د–مرشح تلاشى حيز ترددى Band Eliminate Filters (BEF)

دوائر فعالة	دوائر غير فعالة
	
$f_{C1} = \frac{1}{R_L C_L}$	$f_1 = \frac{1}{8\pi}\left(\sqrt{\frac{1}{L_2C_1} + \frac{16}{L_1C_1}} - \sqrt{\frac{1}{L_2C_1}}\right)$
$f_{C2} = \frac{1}{R_H C_H}$	$f_2 = \frac{1}{8\pi}\left(\sqrt{\frac{1}{L_2C_1} + \frac{16}{L_1C_1}} + \sqrt{\frac{1}{L_2C_1}}\right)$

شكل(1–4–د)

هـــ–المرشحات البللوريه Crystal Oscilators :

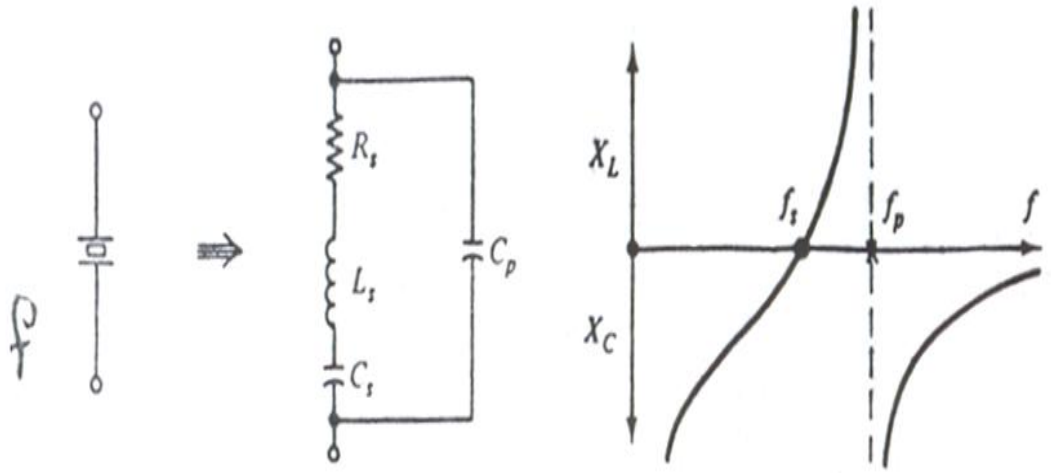
تتركب هذه الأنواع من المرشحات من بللوره من الكوارتز لها خاصية البيزوالكهربيه وهى إذا سلط على سطحى بللوره من الكوارتز جهد كهربى فإنها تهتز أو تتذبذب فى حركه ميكانيكيه

والعكس إذا سلط عليها ضغط ميكانيكى فإنه يتولد على سطحيها جهد كهربى وعلى ذلك فإنها تكافئ دائرة رنين توالى وتوازى كما بالشكل (1–5) ويتوقف تردد دائرة الرنين على سمك وحجم البللوره . ويوضح الشكل أيضاً منحنى الإستجابه للبلوره حيث تكافئ دائرة رنين توالى عند تردد F_s بينما تكافئ دائرة دائرة رنين توازى عند تردد F_p وعند التردد الأقل من F_s فإنها تعمل كممانعه سعويه

$$Xc = \frac{1}{J\omega c}$$

وعند تردد أكبر من F_s وأقل من F_p تعمل البللوره كممانعه حثيه

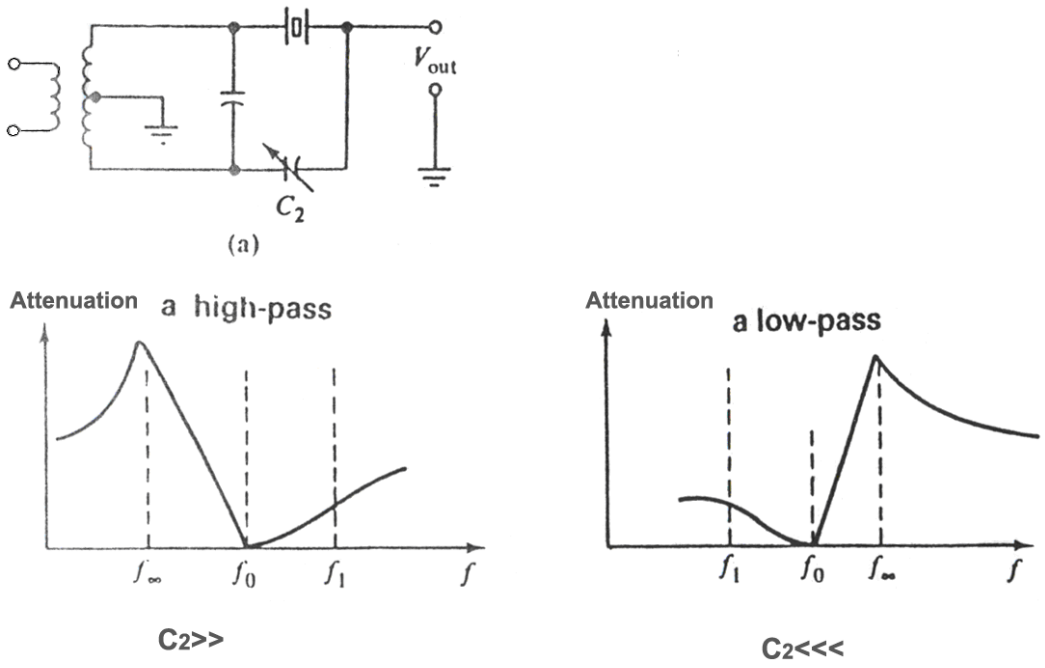
$$XL = J\omega L$$



شكل (1–5) بللورة الكوارتز (الرمز – الدائره المكافئه – منحنى الإستجابه الترددیه)

والشكل (1–5) يوضح بللوره الكوارتز (الرمز – الدائره المكافئه – منحنى الإستجابه الترددیه) والشكل (1–6) يبين دائره مبسطه لمرشح بللورى . ويلاحظ أنه إذا كانت قيمة C_2 كبيره فإن الدائره تعمل كمرشح إمرار ترددات عاليه (HPF) .

أما إذا كانت قيمة C_2 صغيره فإن الدائره تكون مرشح إمرار ترددات منخفضه (LFP)



شكل (1–6) دائره مبسطه لمرشح بللورى

من ناحية أخرى تقسم المرشحات حسب عملها فى نظم الإتصالات بغض النظر عن ما إذا كانت مرشحات فعاله أو غير فعاله .

وسوف نتناول هذه الأنواع بالشرح المبسط .

١ –مرشح إمرار الترددات المنخفضه Low Pass Filter (LPF)

يقوم هذا النوع من المرشحات بإمرار الترددات المنخفضه والتى يقل ترددها ما بين الصفر إلى تردد معين (f_o) وذلك عن طريق توهين (إضعاف) جميع الإشارات التى لها ترددات أكبر من f_o والشكل(1–7) يبين منحنى الإستجابه لهذا النوع من المرشحات .

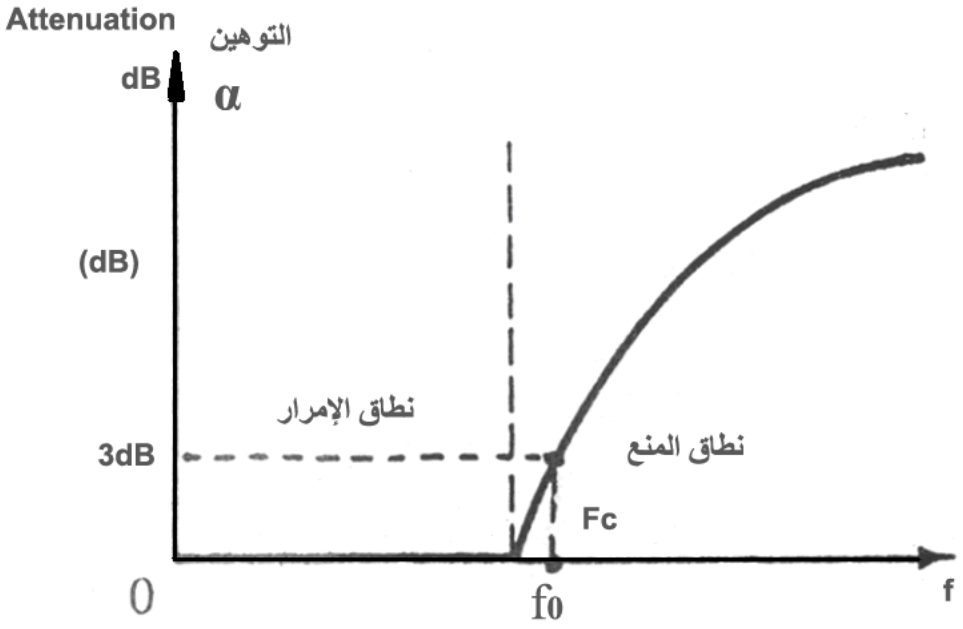
ويلاحظ فيه أن قيمة التوهين مقاسه بالديسبل لجميع الترددات من صفرإلى f_o تساوى الصفرأى أن الترددات الأقل من f_o لا تتعرض للتوهين بينما الترددات الأكبرمن f_o فإنها تتعرض لتوهين كبير وبذلك لا تمر من المرشح.

وعملياً يعرف نطاق التردد الذى يكون فيه التوهين أقل من 3db بعرض نطاق الإمرار

pass bandwidth والتردد الذى يبدأ عنده التوهين فى الزياده عن 3db يعرف بتردد القطع cut off frequency (f_c) وكما بالشكل فإنf_c أكبر قليلاً من f_o ، وعلى ذلك يكون عرض النطاق للمرشح كما يلى :

عرض النطاق= الفرق بين أعلى وأقل تردد يسمح المرشح بإمراره ، وعنده يكون التوهين أقل من 3db

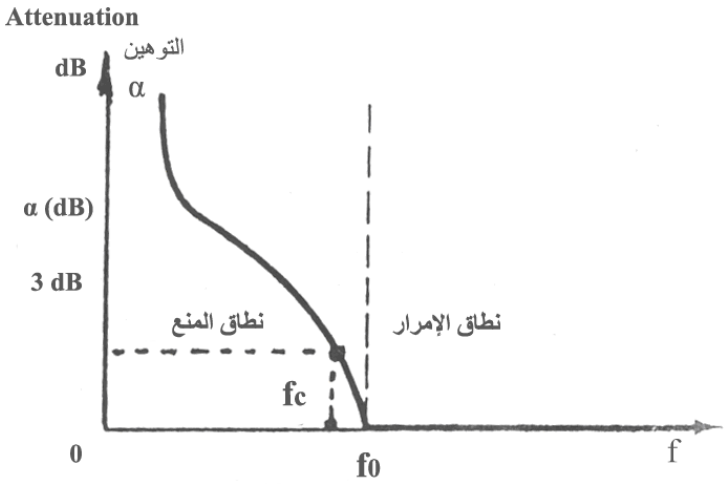
$$Bw = fc - fo$$



شكل (1–7) منحنى الإستجابه لمرشح امرار التردد المخفض

٢ –مرشح إمرار الترددات العاليه High Pass Filter (HPF)

فى هذا النوع يتم عمله بطريقه عكس عمل المرشح السابق حيث يسمح بمرورالاشارات ذات الترددات الأعلى من تردد القطع f_c بينما يمنع (يوهن) الاشارات ذات الترددات الأقل من f_c والشكل (1–8) يبين منحنى الاستجابة لهذا النوع من المرشحات.



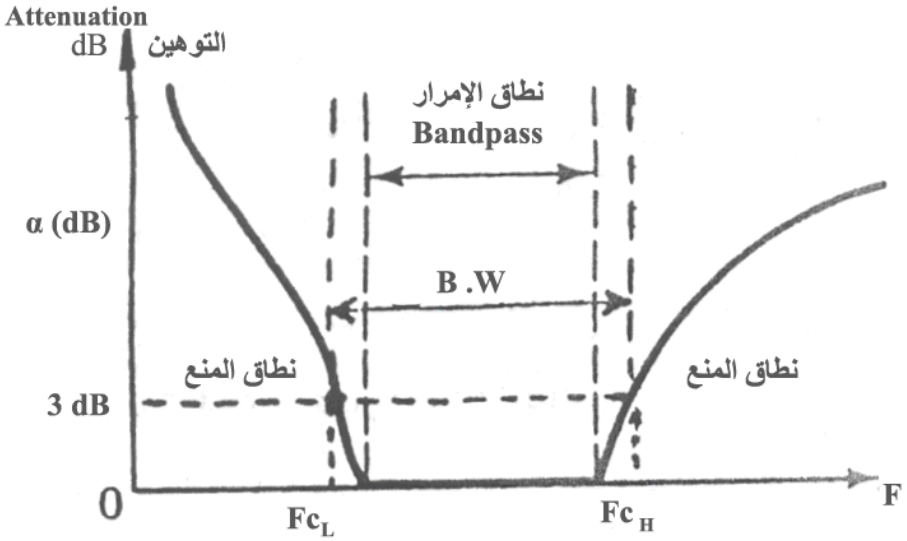
شكل (1–8) منحنى الإستجابه لمرشح امرار التردد العالى

٣ –مرشح إمرار نطاق ترددى Band Pass Filter (BPF)

يسمح هذا المرشح بإمرار الاشارات التى تقع ترددها داخل نطاقترددى يتم تحديده من خلال ترددين الأول يعرف بتردد القطع المرتفع high cut off frequency(f_{ch}) والثانى يعرف بتردد القطع المنخفض Lowcut off frequency(f_{cL}) ويتم تحديد هذين الترددين بتوقيع الترددات التى يقل عندها التوهين عن3db كما بالشكل (1–9)

ولحساب قيمة عرض نطاق الإمرار فى هذا النوع من المر شحات تستخدم العلاقه التاليه :

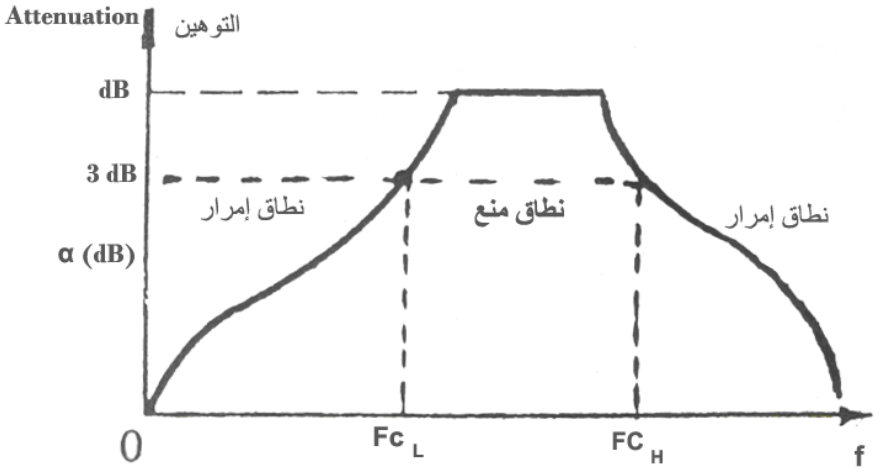
$BW= f_{ch} - f_{cL}$



شكل (1–9) منحنى الإستجابه لمرشح امرار نطاق ترددى

٤ –مرشح منع نطاق ترددى Band-Stop Filters(BSF)

هذا النوع يعمل بطريقه معاكسه لمرشح إمرار نطاق ترددى وفيه يكون التوهين فى النطاق الواقع بين F_{CL} , F_{CH} كبير ، والشكل (1–10) يبين منحنى هذا النوع من المرشحات ويمكن الحصول على هذا المرشح بتوصيل مرشح إمرار تردد منخفض مع مرشح إمرارتردد عالى معاً بالتوازى .



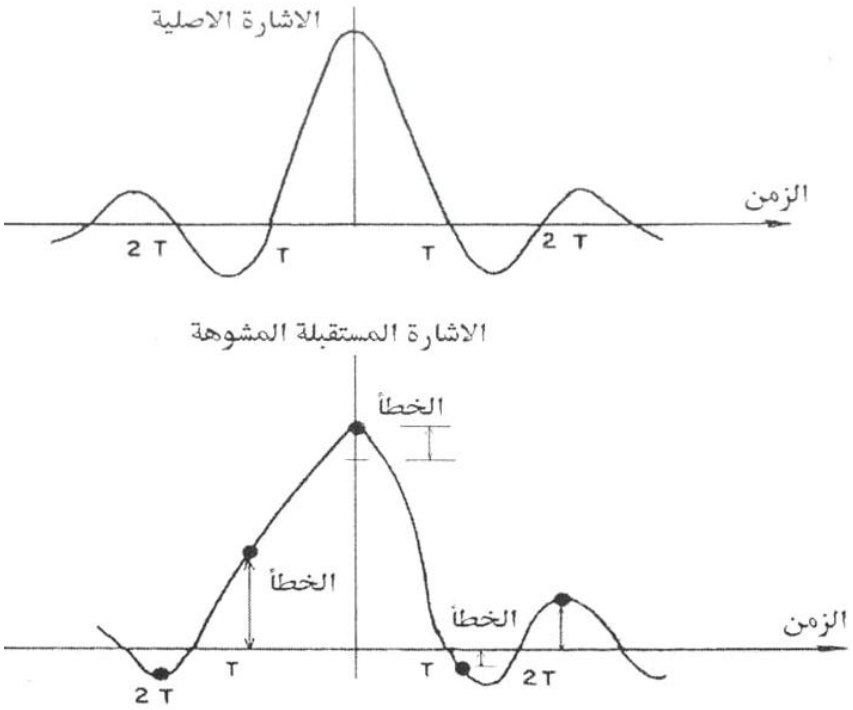
شكل (1–10) منحنى الإستجابه لمرشح منع نطاق ترددى

١ ٣المسويات Equalizers

عند إنتقال الإشاره الصوتيه (التغيرات الكهربيه المعبره عن الصوت) خلال خطوط التراسل وحيث أن هذه الخطوط ليست مثاليه لذلك يحدث تشويه للإشاره كتشويه زاوية الوجه أو تشويه فى القيمه (الإتساع) .

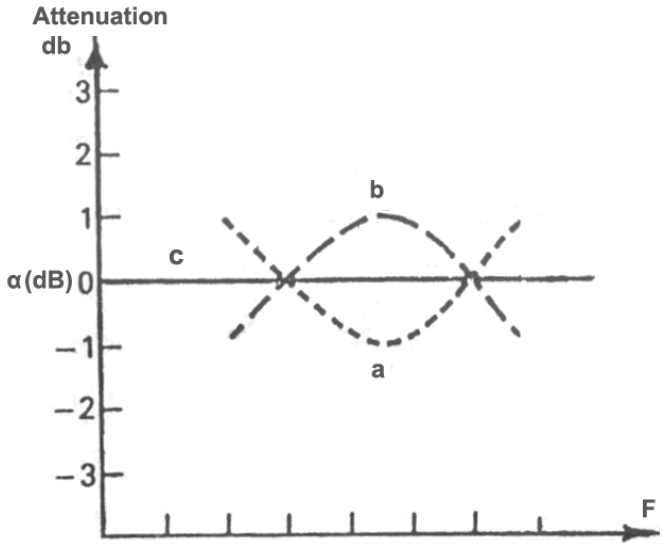
وللتغلب على التشويه الناتج عن عدم جودة خطوط التراسل تستخدم المسويات . والمسويات هى دائره إلكترونيه تقوم بتوليد إختلاف معاكس لقيمة التشويه الحادث بالخط وتقوم المساويات بمعادلة الخطأ فى الاشارة المستقبلة وذلك بإضافة أو طرح القيمة المكافئة للتشويه الحادث وذلك عند نقطة أخذ العينات

... 2T، T كما هو مبين فى شكل (1–11)



شكل (1–11) طريقة معادلة الخطأ فى الاشارة المستقبلة

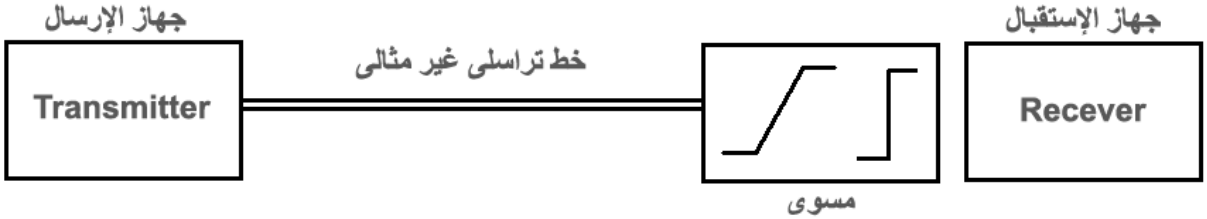
كما يبين شكل (1–12) منحنى الإستجابه الترددى لخط تراسل وعند حدوث إضمحلال وبالتالى نقص فى مستوى الإشاره عند قيمة معينه للتردد كما فى المنحنى (b) فإن أجهزة المسويات تقوم بتكبير الإشاره بقيمة الإضمحلال كما فى المنحنى (a) وبالتالى يظل مستوى الإشاره عند مستوى الإشاره ثابت كما فى المنحنى (c) .



شكل (1–12) يبين منحنى الإستجابه الترددى لخط تراسل

واذا نظرنا الى الشكل (1–13) نجد ان المسوى يتم توصيله عند نهاية الخط التراسلى جهة الإستقبال وبهذه الطريقة فإن وحدة الإستقبال لا ترى منحنى إستجابة الخط وإنما ترى محصلة منحنى الإستجابه للخط مع وحدة المسوى والممثل بالخط (c) فى شكل (1–12) .

أي أن وحدة الإستقبال ترىإجمالى الخط التراسلى وهو أقرب ما يكون الى الحاله المثاليه .



شكل (1–13) توصيل المسويات على الخط التراسلى

وتنقسم انواع المسويات الى :

* مسويات ثابتة الإعداد Preset Equalizers ويمتاز بأن معاملات المساوى تكون ثابتة لاتتغير .

* مسويات متكيفة Adaptive Equalizers وتقوم بتغيير قيم معاملاتها أوتوماتيكياً لتتكيف مع القياسات المأخوذة لقناة التراسل والتى تتغير مع الزمن .

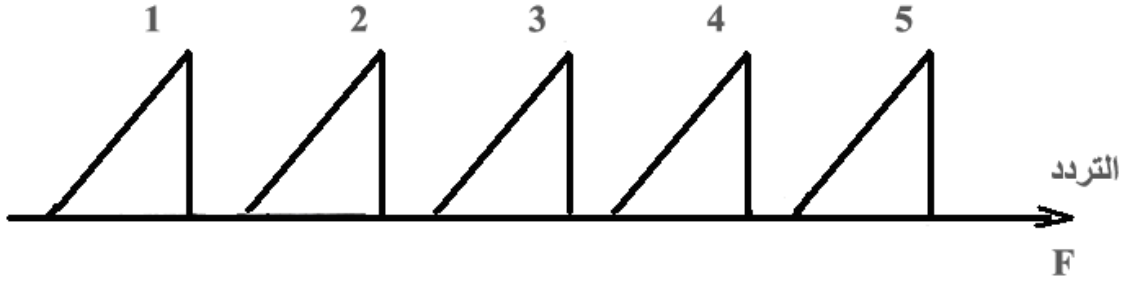
1-4- المعدلات (المشكلات) Modulators

نظراً للتقدم الحادث فى الإتصالات وكثرة الخطوط ظهرت فكرة إستخدام خط التراسل الواحده لنقل مجموعه من الإشارات الصوتيه لمجموعة محادثات تليفونيه إلى مسافات بعيده ، وحيث أن تردد الإشارات السمعيه (الصوتيه) للمحادثات التليفونيه تقع بين (3400:300) هرتز(ذ/ث) . ولإمكان نقل أكثر من محادثه على خط واحد فى نفس الوقت يلزم عمل إزاحه للنطاق الترددى للإشارات المختلفه للمحادثات بحيث تصبح متتاليه بجوار بعضها بحيث تشغل كل منها نطاق ترددى يختلف عن الأخرى

وقد استحدمت عدة طرق لإرسال الإشارات منها :

ا- **تعدد الإرسال بتقسيم التردد** Frequency Division Multiplexing

كما بالشكل (1-14) ويتم ذلك بواسطة المعدلات .



شكل(1-14) تعدد الإرسال بتقسيم التردد

وكما هو مبين تقوم العدلات بنقل نطاقات المكالمات المختلفه الى نطاقات أعلى بحيث تكون متجاوره

وعلى ما سبق فإن عمل المعدلات هو عمل إزاحه لنطاق من الترددات السمعيه للمحادثات التليفونيه لتشغيل كل محادثة نطاق ترددى يختلف عن المحادثات الأخرى حتى لا تتداخل أثناء نقلها خلال

خط تراسل واحد وتعرف هذه الطريقه بتعدد الإرسال عن طريق تقسيم التردد Frequency Division Multiplexing كما هو مبين فى شكل (1-14) ويراعى عند نقل النطاقات المختلفه أن لايحدث تداخل بينها.وبهذه الطريقه يمكن نقل مجموعة النطاقات المتجاوره على خط تراسلى واحد .

ب- تعدد الإرسال بالتقسيم الزمنى Time Division Multiplexing

وقد أدى التقدم العلمى الهائل فى نظم الإتصالات الرقميه إلى الإتجاه نحو استخدام نظم تعدد الإرسال بالتقسيم الزمنى Time Division Multiplexing كبديل متميز لنظم الإرسال بالتقسيم الترددى .

ولقد امتدت تطبيقات نظم الإرسال بالتقسيم الزمنى لتشمل نقل الصور المرئيه والمعلومات علاوة على نقل المكالمات التليفونيه بين مختلف دول العالم ، وتعتمد فكرة عمل نظم تعدد الإرسال بتقسيم الزمن على نظرية أخذ العينات والتى تنص على ما أنه يمكن إرسال الإشارات التماثليه التى لها عرض نطاق محدد عن طريق إرسال عينات فقط منها على أن تكون هذه العينات مأخوذه بصفه دوريه على فترات بحيث تكون المسافه بين العينه والتى تليها أقل من أو تساوى زمن معين يرمز له بالرمز T_s ثانيه ، وشرط إمكانية إستعادة الإشاره التماثليه من عيناتها مرة أخرى هو أن T_s لا يجب أن تزيد عن $(1/2f_m)$حيث يمثل f_m أعلى تردد موجود فى نطاق الإشاره التماثليه المراد إرسالها ، وكمثال اذا أخذنا إشاره سمعيه تشغل النطاق الترددى $4KH_Z$:0 إى إن إعلى ترددبها يساوى $4KH_Z$ فإن

$T_s \leq 125\mu$ Sec وبالتالى يمكن حساب سرعة أو تردد أخذ العينه كما يلى :

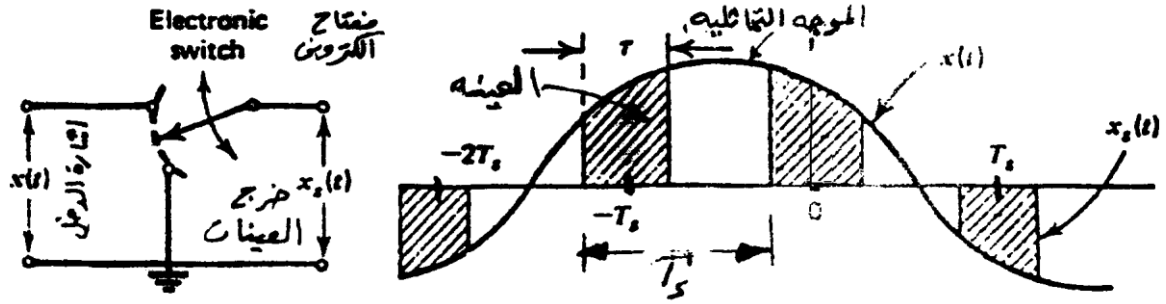
$f_s = 1/T$

$fs \geq$ أى أن

8KHz

$fs \geq 2\ f_m$

وشكل (1-15) يوضح كيفية أخذ العينه حيث يستخدم المفتاح الالكترونى لأخذ العينات من الاشاره التماثليه عن طريق الغلق والفتح وتؤخذ عينات إشارات القنوات المختلفه بالتتابع بحيث تلى بعضها البعض على محور الزمن وترسل على خط تراسل واحد ، ويتم ذلك عن طريق عملية التعديل وفيها يتم تحميل الإشاره الصوتيه ذات التردد المنخفض على موجه حامله ذات تردد عالى وهى موجه جيبيه لها تردد ثابت وسعه (جهد) ثابته تولد بدائرة مذبذب .



شكل(1-15)

وتوجد ثلاثة طرق للتعديل وهى :

أ - تعديل الإتساع Amplitude Modulation (AM)
وفيه يتم تغير إتساع الموجه الحامله حسب تغيير إتساع الإشارات السمعيه (الصوتيه) .

ب -تعديل التردد Frequency Modulation (FM)
وفيه يتم تغيير تردد الموجه الحامله حسب تغير إتساع الإشارات السمعيه (الصوتيه) .

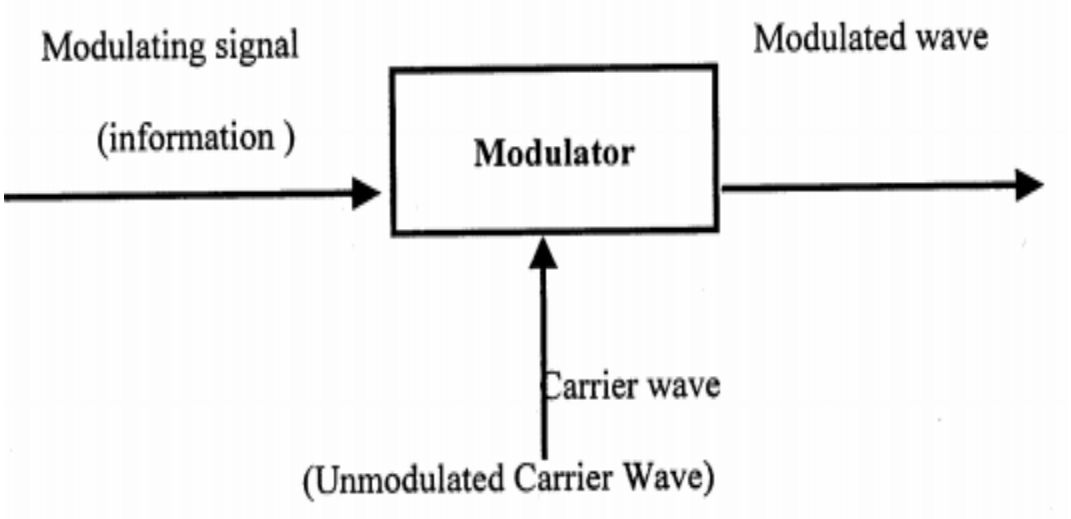
جـ تعديل زاوية الوجهه Phase Modulation (PM)
وفيه يتم تغيير زاوية الوجهه للموجه الحامله حسب تغيير إتساع الإشاره السمعيه (الصوتيه)

وفيما يلى نعرض لبعض التفاصيل بالنسبه لأنواع معدلات الاشاره المختلفه

أ - تعديل الإتساع AM :

فى هذا النوع من التعديل (التشكيل) يتم التحكم فى سعة (جهد) الموجه الحامله عن طريق جهد الاشاره الصوتيه .

والشكل (1–16) يبين دائرة تخطيطيه لطريقة تعديل الإتساع وتتكون من دائرة لها دخلين إحداهمامخصص لإشارة المعلومات (الاشاره السمعيه) والأخر مخصص للموجه الحامله والخرج عبارة عن الموجه المشكله Modulated Wave .



شكل(1–16)

وعملياً يكون تردد الموجه الحامله فى نطاق(HF) high frequency بينما يكون تردد إشارة التعديل فى النطاق المسموع (AF) Audio frequency.

ويمكن تعريف التعديل السعوى بأنه عملية تعديل إتساع الموجه الحامله ذات التردد العالى على حسب تغير إتساع الموجه المحموله ذات التردد المنخفض وإذا كان جهد الموجه الحامله V_C ، وجهد الموجه الصوتيه المحموله V_m فإنه يمكن التعبير عنهما فى الصوره الجيبيه كما يلى :

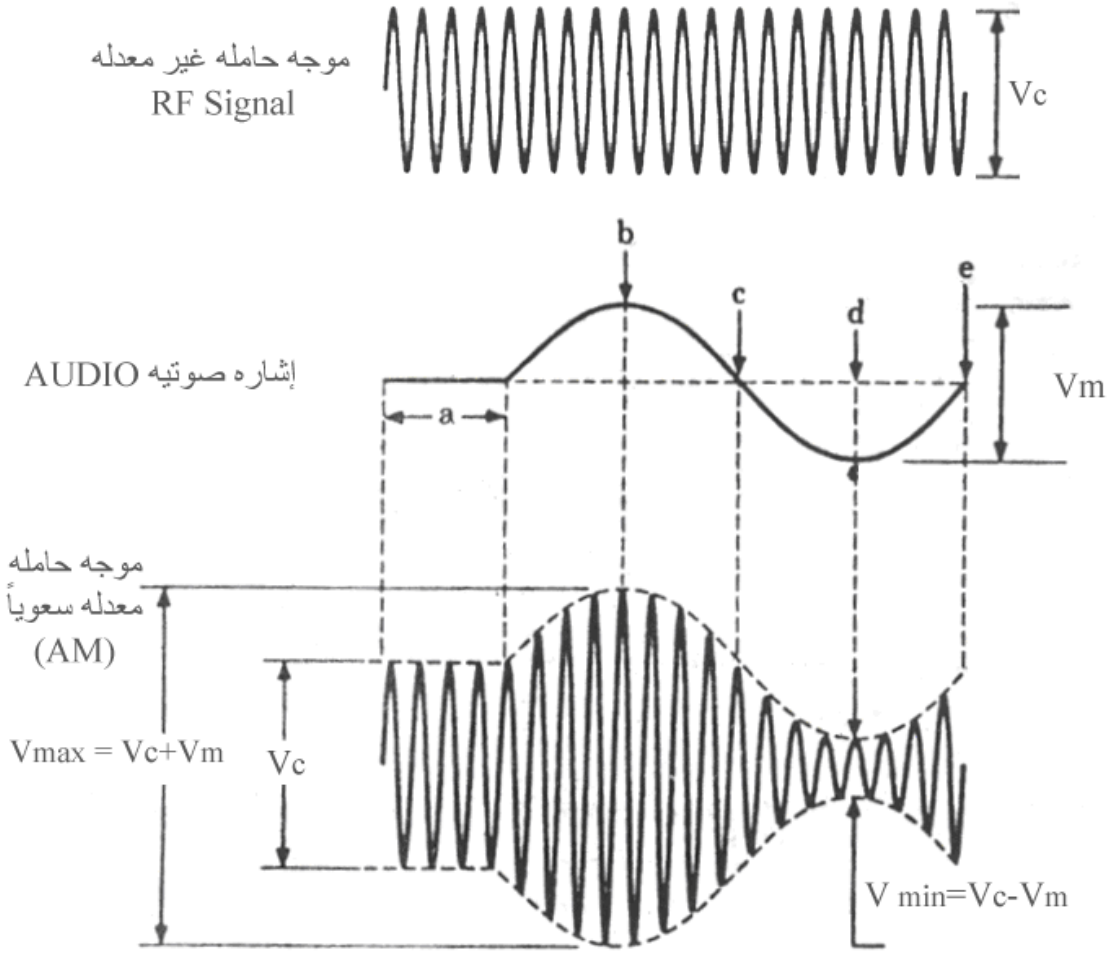
$$V_C(t) = V_C \sin \omega_c t$$

$$V_m(t) = V_m \sin \omega_m t$$

ω_c هو التردد الزاوى للموجه الحامله

ω_m هو التردد الزاوى للموجه الصوتيه المحموله.

والشكل(1–17) يبين الموجه المعدله سعوياً فى الشكل النهائى والذى يتم إرساله .



شكل(1–17) الموجه المعدله سعوياً

ومن الشكل نلاحظ أن الموجه المعدله لها غلاف علوى يتبع العلاقه

$$V_{max}(t) = V_C + V_m \sin \omega_m t$$

أما الغلاف السفلى فيتبع العلاقه

$$V_{max}(t) = -(V_C + V_m \sin \omega_m t)$$

القيمه العظمى للموجه المعدله (ذات التردد المنخفض)

$$V_m = \frac{V_{max} - V_{min}}{2}$$

أما القيمه العظمى للموجه الحامله فتكون

$$V_C = V_{max} - V_m$$

$$\because V_m = \frac{V_{max} - V_{min}}{2}$$

$$\therefore V_C = \frac{V_{max} - V_{min}}{2}$$

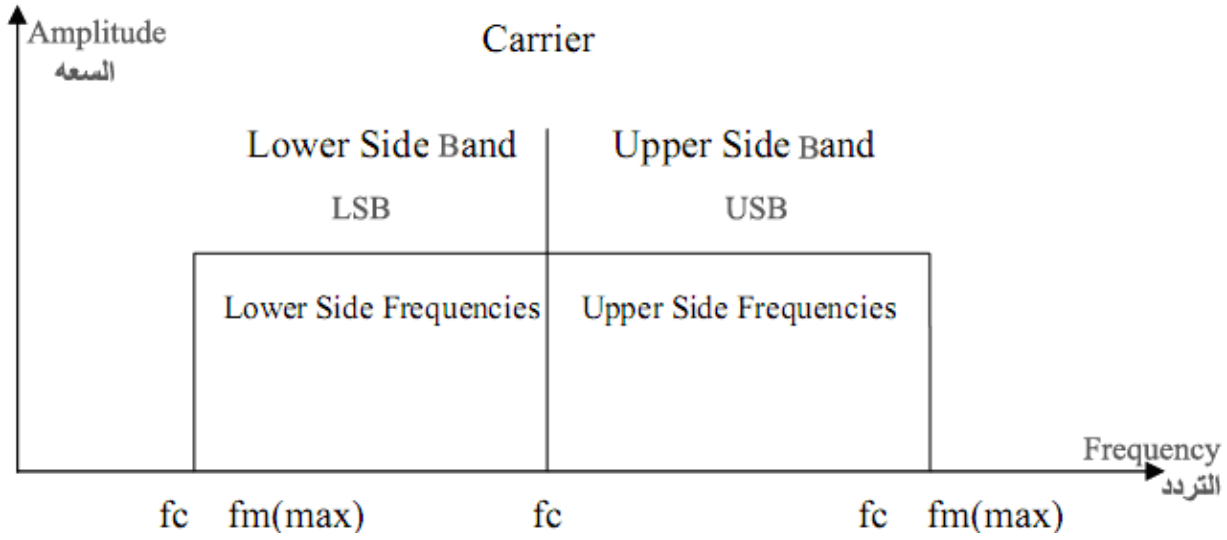
ومن المعادلتين يمكن حساب معامل التعديل m (نسبة التشكيل)

$$m = \frac{V_m}{V_c} = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}}$$

m% هى النسبه المئويه لمعامل التعديل (نسبة التشكيل) وتكون

$$m\% = \frac{V_m}{V_c} = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}} \times 100$$

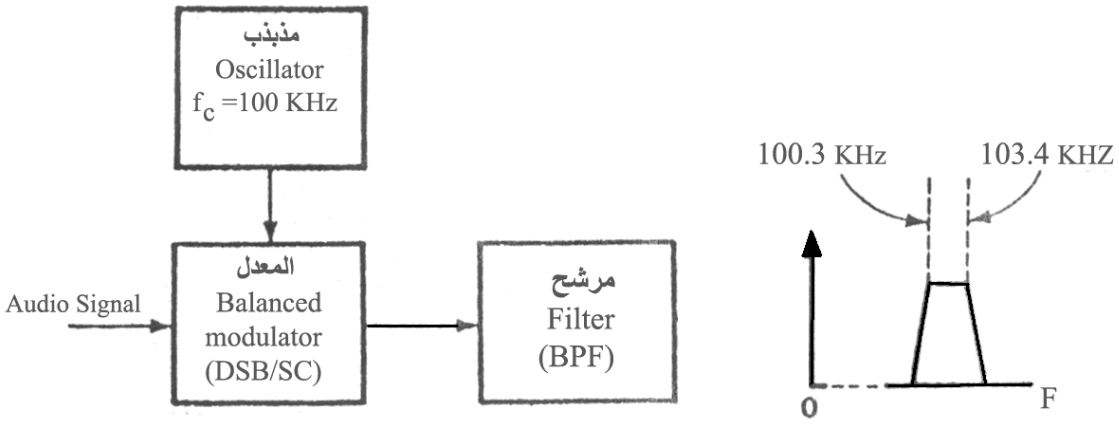
ويلاحظ أن عملية التشكيل ينتج عنها نطاقي تردد أحدهما (Fc+Fm) والأخرى (Fc-Fm) وتعرف الترددات (Fc+Fm) بمركبة النطاق العلوى Upper Side Band (USB) كما تعرف الترددات (Fc-Fm) بمركبة النطاق السفلى(LSB Lower Side Band كما بالشكل (1–18)



شكل (1–18) نطاق الارسال فى التشكيل السعوى

ويمكن إرسال الإشاره المشكله بنطاقيها العلوى والسفلى أو إرسال أحد النطاقين فقط أو إرسال أحد النطاقين + جزء من النطاق الآخر . والشكل (1–19) يبين دائره تخطيطيه لمعدل AM وتتكون من دائوة مذبذب يولد تردد عالى100KH يوصل الى دائرة معدل سعوى كما توصل الاشاره السمعيه الى دائرة المعدل فتتم عملية التشكيل (التعديل) ثم تقوم دائرة المرشح بإمرار النطاق المطلوب .

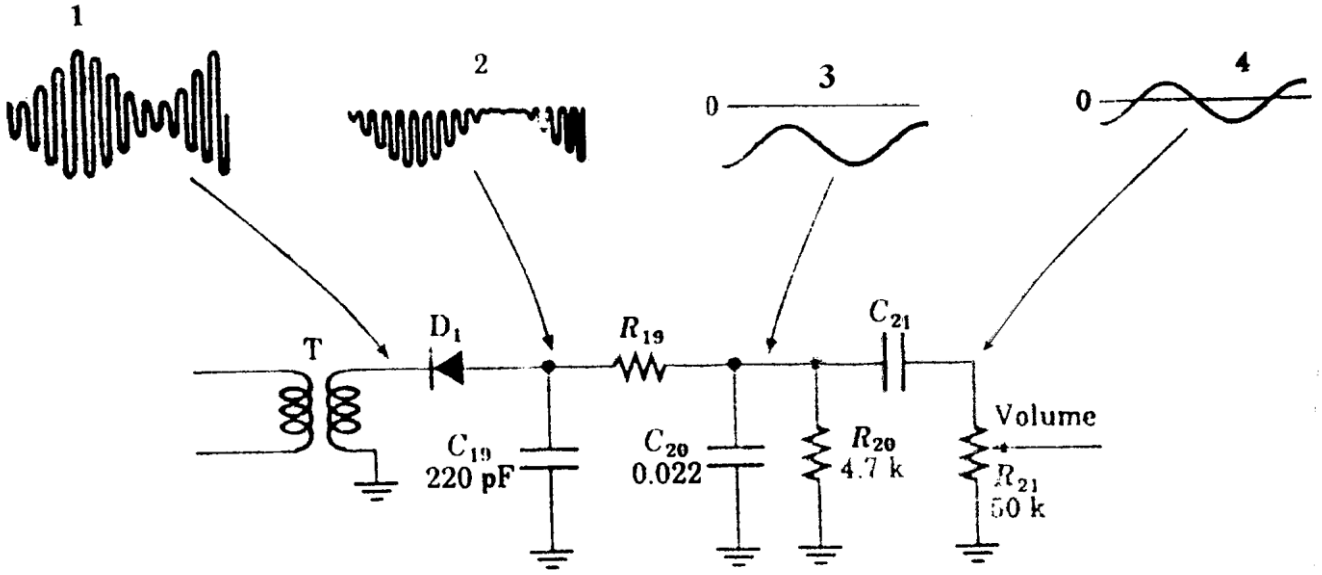
وكمثال 3.1 KH = (100.3 - 103.4) وفى هذه الحاله يلاحظ ان المرشح قام بإمرار النطاق العلوى فقط .



شكل(1–19) دائره تخطيطيه لمعدل AM

كشف الموجات المعدله سعوياً: AM Detection

توجد عدة دوائرلكشف الموجات المشكله بالإتساع منها الدائره الموضحه بالشكل (1–20)



شكل(1–20)

وتتكون دائرة الكاشف AM من موحد نصف موجه (D_1) موصل بمرشح لإمرار الترددات المنخفضة (R_{19},C_{20}) والذى يقوم بتسريب الترددات العاليه بينما يقوم المكثف C_{21} بمنع مركبة التيار المستمر التى تنتج من عملية الكشف من المرور إلى دائرة الخرج وبالتالى نحصل فى الخرج على الإشارات السمعيه تقوم المقاومه المتغيره R_{21} بضبط مستوى الإشاره السمعيه المطلوبه قبل توصيلها الى المكبر.

ب –تعديل التردد FM

تقوم معدلات التردد بالتحكم فى تردد الموجه الحامله $W_C = 2\pi f_C$ بحيث يتناسب مع قيمة جهد الإشاره السمعيه ويمكن كتابة معادلة الموجه المعدله ترددياً كما يلى :

$$e_{FM}(t) = A_C \cos(w_c t + K_{FM} \int \times(t)\, dt)$$

وبإستخدام العلاقه $w(t) = \frac{d\theta(t)}{dt}$ يمكن حساب القيمه اللحظيه لتردد الموجه الحامله (Wi) نتيجة عملية التعديل الترددى كما يلى :

$$W_i(t) = \frac{d}{dt} A_C \cos\left(w_c t + K_{FM} \int \times(t)\, dt\right)$$

$$= W_c + K_{FM} \times (t)$$

$$f_i = f_c + \frac{K_{FM}}{2\pi} \times (t) \qquad \text{أو}$$

حيث K_{FM} هو ثابت التناسب للتعديل الترددى . يلاحظ من المعادله السابقه أن القيمه اللحظيه لتردد الموجه الحامله fi تتناسب طرديا مع جهد الإشاره السمعيه $x(t)$ وثابت التناسب هو $\frac{K_{FM}}{2\pi}$. يطلق على القيمه $\frac{K_{FM}}{2\pi} \times (t)$ إنحراف التردد للموجه الحامله نتيجة عملية التعديل ويرمز لإتحراف التردد بالرمز Δf .

وبالتعويض عن Δf فى المعادله السابقه نجد :

$$\therefore f_i = f_c + \Delta f$$

فإذا فرضنا أن أعلى تردد فى نطاق الإشاره السمعيه يساوى f_m فإن النسبه $\frac{\Delta f}{f_m}$ تعرف بدليل التعديل الترددى ويرمز لها بالرمز m_f .

$$\therefore \text{دليل التعديل الترددى} = \frac{\text{أقصى إنحراف فى تردد الموجه الحامله } (\Delta f)}{\text{أعلى تردد موجود فى نطاق الإشاره السمعيه } (fm)}$$

$$m_f = \Delta f / f_m$$

وفى الحياه العمليه فإن تعديل الإتساع وتعديل التردد هما الأكثر شيوعاُ .

ومن مميزات تعديل التردد أن الموجه المشكله ترددياً أنها لا تتأثر كثيراً بتشويه الجهد أثناء الارسال .

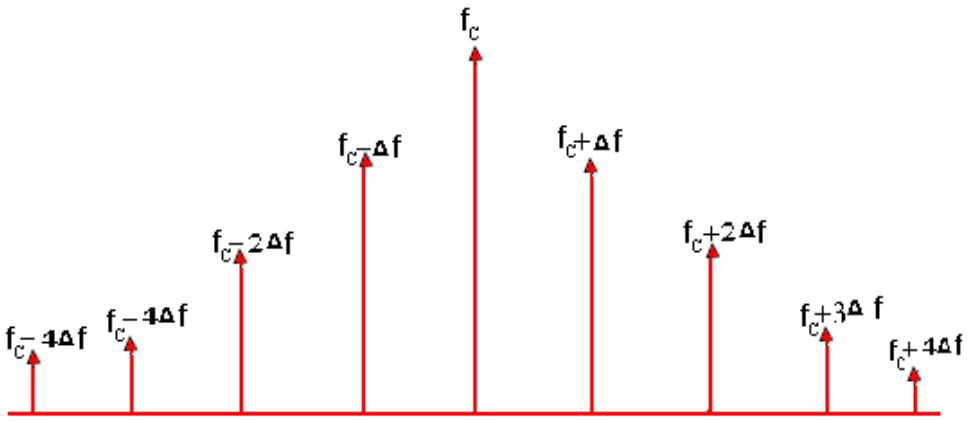
والشكل(1-25) يوضح مثالاً لموجه جيبيه لإشارة سمعيه audio استخدمت فى تعديل تردد موجه حامله لينتج الموجه المعدله FM .

عرض نطاق الموجه المعدله ترددياً .Babdwidth Of FM Signal

الشكل (1-21) يبين الطيف الترددى لموجه معدله ترددياً وذلك عند قيم مختلفه لدليل التردد mf ولحساب عرض النطاق الترددى لموجه معدله ترددياً تستخدم العلاقه التاليه:

$$Bw_{fm} = 2F(mf + 1)$$

ومن الناحيه النظريه نجد أن النطاقات الترددیه تتكرر عدة مرات إلى مالانهايه من النطاقات العلويه والنطاقات السفليه وعمليا نكتفى بنطاق عرضه $Bw_{fm} = 2F(mf + 1)$



الطيف الترددى للتشكيل الترددىF.M

شكل(1-21)

معدل التردد : FM Modulator

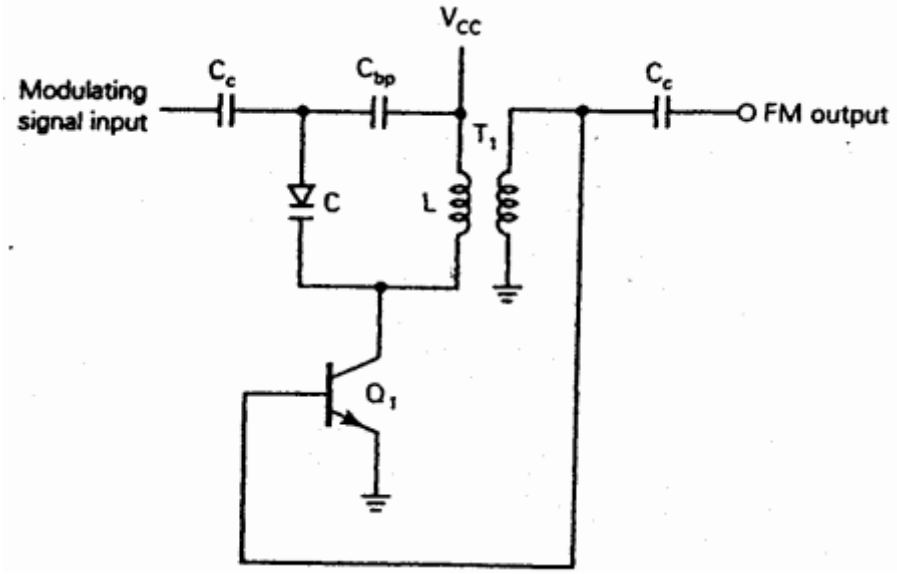
والشكل (1−22) يبين الدائره الإلكترونيه التى يمكن إستخدامها من أجل توليد موجه معدله (مشكله) FM . وفى هذه الدائره يستخدم ثنائى الفاركتور الذى تتغير السعه بين أقطابه عند تغير الجهد العكسى على طرفيه ، وبذلك يقوم بتحويل كل تغير يحدث فى إتساع إشارة المعلومات (الإشاره الصوتيه) إلى تغير فى السعه والذى يؤدى إلى تغير فى التردد ، وحيث أن تردد المذبذب يعطى من العلاقه :

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

وعند تطبيق إشارة المعلومات فإن تردد المذبذب يصبح

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C + \Delta C)}}$$

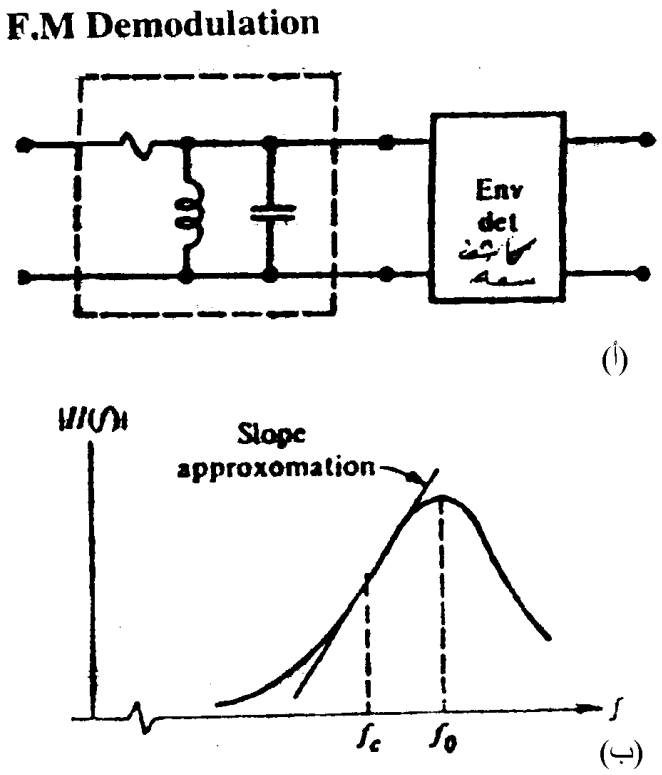
حيث f هو التردد الجديد للمذبذب ، ΔC هو التغير الذى حدث فى سعة الفاركتور نتيجة تطبيق إشارة المعلومات ، أما L فهى قيمة حث الملف وتقاس بالهنرى .

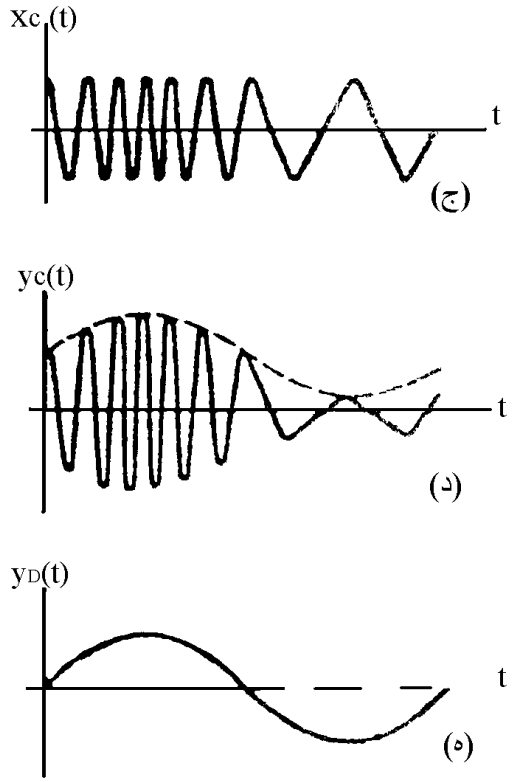


شكل(1−22) إحدى الطرق للحصول على تعديل ترددى بإستخدام معدل زاوية الوجه

كشف الموجات المعدله ترددياً :

توجد عدة طرق تستخدم لكشف وإستخلاص الموجات الصوتيه من الموجه الحامله المعدله ترديا (FM) وشكل (1– 23) يوضح إحدى الطرق المستخدمه فى كشف الموجات المعدله ترديا وفيها يستخدم منحنى الإستجابه الترددى (شكل ب) لدائرة رنين توازى (شكل أ) لتحويل تعديل التردد إلى تعديل سعة (AM) كما هو مبين فى شكل (جـــ) و (د) ويتم ذلك عن طريق الإستعانه بالعلاقه شبه الخطيه بين التردد وقيمة الجهد الموضحه فى شكل (ب) تستخدم العلاقه الخطيه فى منحنى الإستجابه لتحويل تغيرات التردد إلى تغيرات مقابله لها فى السعه . وبهذه الطريقه يكون شكل الموجه عند خرج دائرة الرنين التوازى (yc فى شكل أ) كما هو موضح فى شكل (د) أى موجه معدله سعوياً يسهل كشفها عن طريق دائره بسيطه لكشف السعه (Envelop detector) تستخدم ثنائى توحيد مع مرشح إمرار نطاق الترددات المنخفضه . ويكون خرج وحدة الكشف السعويه كما هو موضح فى شكل (هـــ) وهو يمثل الموجه السمعيه .





شكل(1-23)

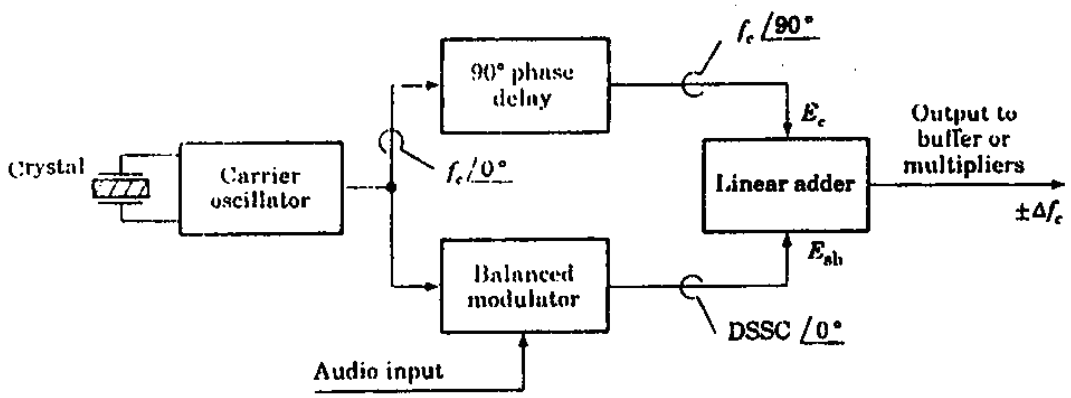
جـ - تعديل زاوية الوجه PM

لبيان نظرية تعديل الوجه نفترض موجه حامله فى صورتها العامه A_C يمثل سعة الموجه الحامله ، W_C يمثل ترددها الزاوى .

وللحصول على موجه حامله معدلة الوجه بمعنى أن تصبح زاوية الوجه $\Phi(t)$ تتناسب طردياً مع إتساع الإشاره السمعيه .

ويلاحظ أن إتساع الموجه الحامله يظل ثابت بينما تتغير زاوية الوجه لها بتغيير إتساع الموجه السمعيه

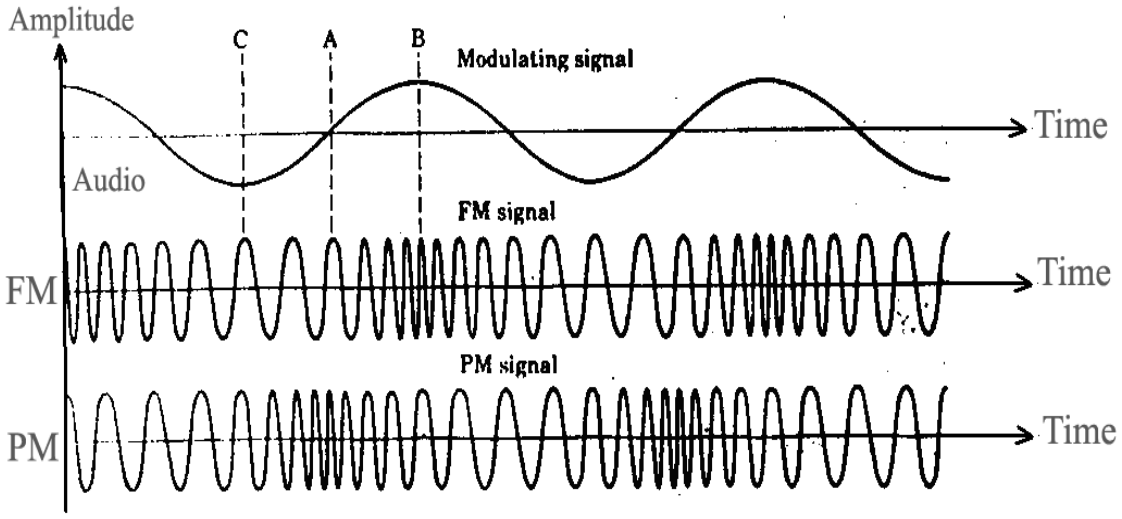
والشكل (1-24) يبين معدل زاوية الوجه بطريقة أرمسترونج وفيه يتم عمل إزاحه ثابته لزاوية وجه الموجه الحامله مقداره 90°.



شكل (1–24) معدل زاوية الوجه بطريقة أرمسترونج

ثم تضاف الموجه الحامله الناتجه إلى موجه معدله سعوياً بإستخدام معدل متوازن وعملياً يستخدم مذبذب الكريستال لتوليد الموجه الحامله وذلك لضمان ثبات التردد وعن طريق دائرة الجامع يتم إضافة خرج دائرة الإزاحه مع خرج المعدل فنحصل على الموجه المعدلة الوجه .

ويلاحظ أن تغيير الوجه يصاحبه دائماً تغيير فى التردد والشكل (1–25) يبين الموجه المعدله بالتردد والموجه المعدله بالوجه ومعهما الإشاره السمعيه .



شكل (1–25) الموجه المعدله بالتردد والموجه المعدله بالوجه

أسئلة الباب الأول

١ -إشرح مع الرسم مخطط عام لنظام الإتصالات .

٢ -إذكر أنواع نظم الإتصالات .

٣ -عرف المرشح . ثم إذكر تصنيفها تبعاً للحيز الذى يسمح بمروره . ثم إرسم منحنى لكل نوع يوضح مناطق القطع والتوصيل النموذجيه .

٤ -قارن بين المرشح الغير فعال والمرشح الفعال .

٥ -إرسم دائرة مرشح مرور ترددات منخفضه (فعال وغير فعال) .

٦ -إرسم مع الشرح دائرة مرشح بللورى .

٧ -عرف المسوى وفيم يستخدم مع رسم منحنى الإستجابه ؟

٨ -إذكر أنواع المسويات .

٩ -لماذا تستخدم المعدلات فى الإتصالات ؟

١٠ -وضح كيفية الإرسال(بتقسيم التردد- بتقسيم الزمن)

١١ إذكر الطرق المختلفه للتعديل . ثم إشرح الشكل الموجى للتعديل السعوى .

١٢ إرسم دائرة تخطيطيه لمعدل السعوى A.M .

١٣ إشرح مع الرسم دائره لكشف الموجه المعدله سعوياً.

١٤ إرسم دائره تستخدم لعمل تعديل التردد F.M .

١٥ إشرح مع الرسم إحدى الطرق المستخدمه فى كشف الموجات المعدله ترددیا .

١٦ إرسم دائره تخطيطيه لمعدل زاوية الوجه بطريقة أرم سترونج .