وزارة التجارة والصناعة
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

تكنولوجيا مكبرات الصوت

لمهنة

صيانة واصلاح الاجهزة المسموعة والمرئية

الصف الثالث

إعداد

أ / صلاح حمدى محمد

رئيس قسم الراديو والتليفزيون- منطقة جنوب

مراجعة

م / مني حلمي محمود

مدير إدارة المواصفات والإمتحانات

مقدمـــة :

إن معظم أشكال الإشعاعات الموجودة فى الطبيعية إذا كانت حرارية أو ضوئية ..... إلخ تختلف عن بعضها البعض فقط من حيث التردد وتعتبر جميعها موجات كهرومغناطيسية فهى تنتشر فى الفضاء وتنطبق عليها القوانين والنظريات .

وتنحصر الترددات الصوتية فى المجال الترددى المحصور بين ١٦هيرتز و ٢٠ ك هيرتز وهى الجزء الأدنى من المجال الترددى .

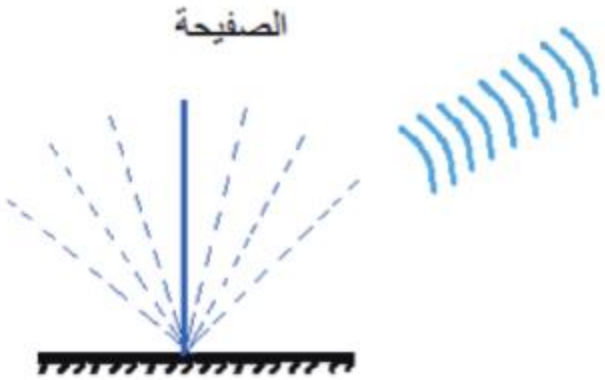
وتختلف إمكانية سماع هذة الترددات من شخص الى اخر وبشكل عام يستطيع الاطفال سماع التردد ٢٠ ك هيرتز وينقص سماع الترددات العالية بإزدياد العمر حتى يصل الى ١٠ ك هيرتز عند الشيوخ وتستطيع كثير من الحيونات سماع أعلى من ٢٠ ك هيرتز اى سماع الترددات فوق الصوتية كالكلاب مثلاً .

وتتناقص شدة الصوت كلما ابتعدنا عن المنبع الصوتى لذلك تستخدم مكبرات الصوت وخاصة فى المسارح والصالات الكبيرة لكن المهم عند تصميم وتركيب منظومة التوزيع الصوتى مراعاة طبيعة المكان وإستخدام العوازل لمنع الانعكاسات واتباع الطريقة المثالية عند ربط السماعات وتوصيلها مع مكبرات خرج الصوت من اجل التخلص من الضجيج للحصول على أفضل وأنقى صوت.

وسنحاول فى هذا الكتاب تقديم فكرة شاملة ومختصرة عن منظومة التوزيع الصوتى وطريقة تركيبها وكذلك صيانتها إبتداء من الميكروفون وكابلات التوصيل وإنتهاء بمكبرات الصوت المختلفة وطرق ربط السماعات إضافة الى كل ما يتعلق بالإجراءات الممكن إتخاذها لتحسين نوعية الصوت والتقليل من الضجيج.

١ـــ١ الصوت

١-١-١ طبيعة الصوت : حين يهتز جسم ما ، وليكن صفيحة مرنة ، فانها تحرك الهواء المحيط بها أى تنقل جزيئات الهواء من الاوضاع التى كانت فيها سابقا الى اوضاع جديدة ونلاحظ اثناء ذلك اننا نسمع صوتاً ، وبالتدريج تأخذ حركة الصفيحة بالاضمحلال حتى تسكن آخر الامر والسبب فى ذلك أن :



الشكل (١-١) يبين اهتزاز صفيحة مثبتة من أحد اطرافها

١ـ الصفيحة تحاول معارضة حركتها والعودة الى السكون .

٢ـ الهواء المحيط بالصفيحة يحاول بدوره أن يعارض حركتها.

ويبين الشكل (١-١) مثالا توضيحيا لحركة الصفيحة.

وعند تحريك الصفيحة الى الخلف تندفع جزيئات الهواء الموجودة خلفها الى الوراء ، وجزيئات الهواء بدورها تدفع ما بجوارها من جزيئات الى الوراء وهكذا .

وبما أن جزيئات الهواء تعارض دائما أى ضغط يقع عليها فهى تعارض حركة الصفيحة وتجعلها تضمحل .

أما جزيئات الهواء الموجودة أمام الصفيحة فانها تتباعد عن بعضها تاركة فراغاً بينها (تتخلخل)

فتندفع الجزيئات المجاورة لها لتملأ هذا الفراغ .

ولكن عندما تتحرك الصفيحة الى الامام فانها تدفع جزيئات الهواء التى امامها وتمتص الجزيئات التى خلفها الى الامام نتيجة لـتخلخل الهواء .

وبهذه الطريقة نحصل على زيادة دورية ونقص دورى فى ضغط الهواء اثناء اهتزاز الصفيحة، هذا التغير فى ضغط الهواء ينتشر فى جميع الاتجاهات ، ويؤثر هذا التغير فى الضغط على طبلة الأذن ويؤدى الى الإحساس بالصوت .

ويمكن القول أنه ليس للهواء أى صفات خاصة تجعله وحده يهتز اهتزازات صوتية ، فالاهتزازات الصوتية يمكن أن تنشأ فى أى جسم قابل للانضغاط .

يترواح التردد المسموع للإنسان بين (١٦ هيرتز الى ٢٠ كيلو هيرتز) وتسمى الترددات التى هى اكبر من ٢٠ كيلو هيرتز بالترددات فوق الصوتية والترددات الاقل من ١٦ هيرتز بالترددات تحت الصوتية ، الا أنه يمكن الاحساس بالترددات الاقل من ١٦ هيرتز اذا كان اتساعها كبيراً بما فية الكفاية ، ولاتشكل هذه الترددات نغمة بل هزة أو زلزلة .

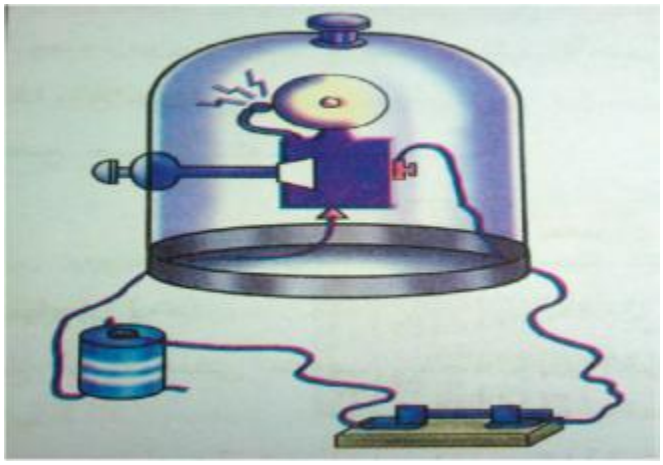
لايوجد فى الطرف العلوى من المجال الترددى حدود واضحة كما الحال فى الطرف السفلى حيث تختلف الحدود العليا وتتغير بتغير العمر فيستطيع الأطفال سماع التردد ٢٠ كيلو هيرتز وينقص سماع الترددات العالية بازدياد العمر حتى يصل الى حوالى ١٠ كيلو هرتز عند الشيوخ.

تستطيع الحيوانات سماع ترددات أعلى من ٢٠ كيلو هيرتز أى سماع الترددات فوق الصوتية ، فيستعمل مثلا مدرب الكلاب اجهزة صوتية يصدرون بواسطتها موجات صوتية ترددها أعلى من ٢٠ كيلو هيرتز ويعطون بذلك إشارات معينة تسمعها الكلاب دون أن يستطيع الانسان سماعها .

ويستطيع الوطواط التوجه أثناء طيرانه الليلى بواسطة موجات ترددها أعلى من ٢٠ كيلو هيرتز مستعملا بذلك مبدأ الرادار ولا يستطيع الانسان سماع إشاراته فوق الصوتية التى يرسلها ثم يستقبلها بعد انعكاسها.

١-١-٢ انتشار الصوت :

بما أن الصوت حركة اهتزازية فلابد له من وسط مرن ينقل الاهتزازات من المنبع الى الاذن ،واذا لم يتوفر هذا الوسط امتنع الصوت عن الانتشار ، فمثلا لايمكن للصوت أن ينتشر فى الفراغ، ويمكن البرهان على ذلك من التجربة الاتية :



الشكل(١-٢) جرس داخل مفرغ هوائي

نعلق جرساً كهربائيا تحت ناقوس مفرغ هوائي كما فى الشكل (١-٢) وتوصل دائرة الجرس الكهربائى فنسمع صوت رنينه، لكن إذا اخلينا الهواء بالتدريج تضعف شدة الصوت وتبدو خافتة جدا واذا تركنا الهواء يعود من جديد تعود شدة الصوت إلى الإزدياد .

نستنتج من هذه التجربة أنه لولا الهواء فى الناقوس لما انتشر الصوت ووصل إلينا .
وتدل التجارب على ان جميع الغازات والسوائل والاجسام الصلبة تنقل الصوت ، والشواهد على ذلك كثيرة إذ أن الهواء يؤلف الوسط الطبيعى لنقل الأحاديث فيما بيننا، كما أن الغاطس فى الماء يسمع الضجيج الذى يحدث حوله جيداً.
كذلك دقة الاجسام الصلبة فى نقل الأصوات معروفة إذ يكفى مثلا أن نحك بالظفر حكا خفيفا على مقعد الدرس فإذا أسندنا أذننا الى الطرف الآخر منه سمعنا الحك واضحا .
كما يضعف نقل الصوت كلما زادت مرونة الجسم الصلب، فتستعمل الستائر والأقمشة لعزل الغرف عن بعضها عزلاً صوتياً .

١-١-٣ سرعة الصوت :

ان بعض المشاهدات اليومية تبين لنا أن إنتشار الصوت فى محيط ما يستغرق زمناً يتناسب مع المسافة التى يقطعها ، فكلنا نرى البرق قبل سماع صوت الرعد ، ونسمع هدير محرك الطائرة صادراً من مكان غادرته الطائرة منذ مدة . كما ونرى لهب المدفع قبل سماعنا صوت فرقعته .
اذا فمشاهدة الحادثة بالنظر تسبق سماع الصوت الذى ينتج عنها ، فاذا اعتبرنا أن الضوء ينتشر لحظيا نظراً لسرعته العظمى ٣٠٠٠ km\s فإننا نستنتج أن الفترة التى تفصل بين الإحساس البصرى بالضوء والشعور السمعى بالصوت فى ملاحظة حادث واحد ، هى الزمن الذى يستغرقة الصوت ليتجاوز المسافة التى تفصل السامع عن مكان الحادث ، وتدل التجارب على أن هذه السرعة ثابتة فى شروط معينة ولاتتغير من صوت لآخر .
فأصوات فرقة موسيقية تصلنا كلها فى لحظة واحدة بالرغم من إختلاف آلاتها ، وتعطى سرعة الصوت بالعلاقة :

$$C = \lambda . f$$

حيث أن C: سرعة الصوت بالمتر/ ث .

F : التردد بالهرتز

λ : طول الموجة بالمتر .

مثال (١) :

احسب طول موجة الترددين Hz١٦ و ٢٠ k HZ علما بأن سرعة الصوت فى الهواء C = 340 M\S

الحل: **بما أن** : $C = \lambda . f$

إذن : طول الموجة العظمى = $\frac{\text{سرعةالصوت}}{\text{التردد}} = \frac{340}{16} =$ 21.25 متر

و طول الموجه الصغرى = $\frac{\text{سرعةالصوت}}{\text{التردد}} = \frac{340}{20} =$ 17 متر

<u>أولا : سرعة الصوت فى الغازات :</u>

قياس سرعة الصوت فى الهواء والغازات ودراسة العوامل المؤثرة عليها أدت الى النتائج التالية :

١ـ تأثيرالضغط : لاتتعلق سرعة الصوت بضغط الهواء أو الغاز .

٢ـ تأثير طبيعة الغاز : تنقص سرعة الصوت بازدياد كثافة الغاز .

٣ـ تأثير الحرارة : تزداد سرعة الصوت بازياد درجة الحرارة .

وفيما يلى سرعة الصوت فى بعض الغازات فى درجة حرارة **الصفر** المئوية .

- الهواء C = 311 M\S
- الاكسجين C = 315 M\S
- الهيدروجين C = 1263 M\S

كما دلت التجارب على أن سرعة الصوت فى الهواء تزداد بمقدار 0.5 - 0.6 M\S إذا ارتفعت درجة الحرارة درجة واحدة مئوية ، فسرعة الصوت فى الهواء عند درجة ٢٠ درجة مئوية هى تقريبا 340 M\S.

وبما أن سرعة انتشار الموجات الصوتية تتغير بتغير درجة الحرارة ، وبما أن لمختلف طبقات جو الارض درجات حرارة مختلفة ، لذلك يأخذ الصوت سرعات مختلفة فيها.

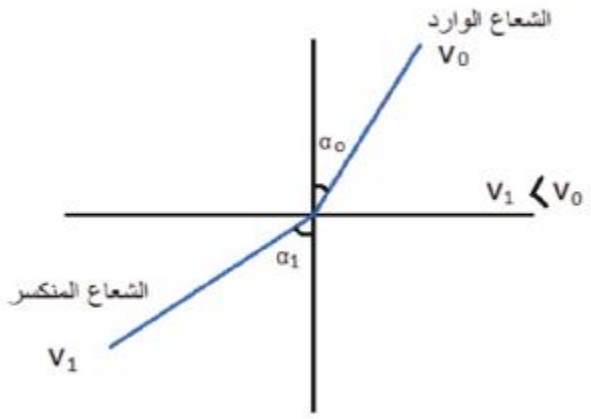
تتغير درجة حرارة الجو بشكل مستمر لذلك يأخذ مسار انتشار الصوت شكلاً منحنياً تبعاً لقانون الإنكسار وذلك حسب معامل الإنكسار :

$$n = \frac{V1}{V2}$$

ويعطى قانون الإنكسار بالعلاقة :

$$V_o \sin \alpha_o = V1 \sin \alpha 1$$

ويبن الشكل (١-٣) إنكسار الموجة الصوتية فى الجو عند الإنتقال من وسط إلى وسط آخر .



الشكل (١-٣) انكسار الموجة الصوتية

مثال (٢)

احسب سرعة الصوت فى الوسط الثانى إذا كانت سرعته فى الوسط الاول V_o=340 m\s وزاوية الوصول $\alpha_o = 30°$ وزاوية الانكسار $\alpha_1 = 45°$.

$$V_o \sin \alpha_o = V1 \sin \alpha 1$$

$$340 \sin 30° = V1 \sin 45°$$

$$V1 = \frac{340 \sin 30°}{\sin 45°} = \frac{340 \times 0.5}{0.707} = 240.4 \ m/s$$

ثانياً : سرعة الصوت فى الماء :

إن سرعة انتشار الصوت فى الماء أعلى بكثير منها فى الهواء وقد وجد بالتجربة أن هذه السرعة

تساوى 1435 m\s تقريباً .

ثالثاً : سرعة الصوت فى الاجسام الصلبة :

وسرعة الصوت فى الاجسام الصلبة أعلى منها فى السوائل وقد وجد أن هذه السرعة تساوى تقريباً 3500 m\s فى الحديد الصلب مثلاً.

4-1-1 : انعكاس الصوت :

اذا صادفت الامواج الصوتية حاجزاً اصطدمت بة ثم ارتدت وانعكست وقد ينعكس الصوت متجهاً نحو المنبع الصوتى وعندئذ تحصل لدينا مايسمى حادثة الصدى .

فالاذن البشرية تميز صوتين قصيرى الامد اذا كان الفاصل الزمنى بين سماعهما لاينقص عن عشر الثانية ، ولما كان الصوت يقطع 340 m\s فى الهواء فهو يقطع فى عشر الثانية مسافة قدرها 34 m، فينبغى أن تكون المسافة التى قطعها الصوت فى ذهابه ورجوعه بعد الانعكاس اكبر من 34 m أى أن يقع الحاجز على بعد يزيد عن 17 m من الشخص المتكلم حتى يستطيع سماع صوت الصدى .

كما يمكن للصوت أيضا ان ينعرج متخطباً الحاجز فاذا وقف شخصان بينهما جدار فان فى وسعهما ان يتحدثأ ، فالصوت يصل من أحدهما إلى الآخر بواسطة الانعراج ولكن شدته تضعف نتيجة ذلك .

5-1-1 علم الصوت (Acoustic phonetics) والعوازل الصوتية :

من الملاحظ انه فى بعض القاعات لا يكون الكلام واضحأ بالرغم من أن الصوت قوى بشكل كاف ، كما أنه فى قاعات أخرى ينبغى على المتكلم أن يرفع صوته لكى يسمعه الحاضرون .

وبالبحث عن العوامل الفيزيائية التى تحدد الصفات الصوتية لقاعة من القاعات .

تبين بالتجربة أن أهم عامل من هذه العوامل هو مايسمى بزمن الإنعكاس وهو الزمن اللازم لكى تنخفض شدة الصوت إلى مليون مرة . واستناداً الى علم الصوتيات تعتبر القاعة افضل مايكون حين يكون زمن الانعكاس لها ما بين 0.5 - 1.5 sec.

كما تعتبر جيدة إذا كان زمن الانعكاس أقل من ثلاث ثوانى ، بينما تعتبر الخواص الصوتية للقاعة سيئة والصوت فيها مدوياً مزعجاً إذا كان زمن الانعكاس أكثر من خمس ثوانى.

حين يصدر الصوت من مكان ما فى قاعة كبيرة فإنه ينعكس على الجدران والارض والسقف والاثاث والاشخاص فاذا كان الصوت أثناء كل انعكاس يفقد جزءا كبيرا من طاقته فإنه سرعان ما يتلاشى ويكون زمن الإنعكاس فى هذه الحالة صغيراً جداً.

أما صوت الرعد فيحدث حين ينعكس الصوت انعكاسات متتالية دون ان يفقد سوى جزاء صغيرا من طاقته ، ويسمع الانسان فى هذه الحالة الموجة المباشرة والموجة بعد انعكاس واحد وبعد انعكاسين .

فإذا كانت الفترة الفاصلة بين وصول الأمواج الصوتية لايزيد عن عشر الثانية ، فان الأذن لاتميز الأصوات كما فى حالة الصدى وانما تختلط الاصوات وتصبح غير واضحة.

ومن الواضح أن زمن تلاشى الصوت يتحدد بقابلية الاجسام الموجودة لإمتصاص الصوت ويختلف عامل الإمتصاص من جسم الى آخر ، فهو ذو قيم صغيرة للأجسام الصلبة المصقولة ويزداد عامل الإمتصاص بصورة كبيرة للمواد الطرية كالأقمشة والسجاد والستائر والتى يترواح ثابت الإمتصاص لها بين 0.5 - 0.9 بينما لا يتجاوز للزجاج والخشب المصقول 0.03

وهكذا يؤخذ بعين الإعتبار أثناء تصميم قاعات المحاضرات والموسيقى والسينما عامل الإمتصاص لمحتويات القاعة مثل المواد التى تغطى الجدران وتوزيع المقاعد وما الى ذلك بحيث يكون السماع جيداً فى انحاء القاعة ، هذا الى جانب الشكل الهندسى للقاعة.

يطلق اسم العوازل الصوتية على تلك المواد ذات ثابت الامتصاص الكبير.

ومن المعروف أن الاجسام الصلبة بصورة عامة تنقل الصوت بشكل جيد ولكن المواد الطرية كالاقمشة والصوف والمواد المسامية تمتص الصوت بشكل جيد

6-1-1 الصفات الطبيعية للصوت :

أ- النغمة : هى اهتزاز جيبى ذو تردد واحد فإذا كان هذا التردد منخفضا نسميه نغمة منخفضة ، واذا كان هذا التردد عاليا نسميه نغمة عالية .

ب خليط النغمات : يتألف من عدة نغمات أى من عدة اهتزازات ذات ترددات مختلفة

ج - الرنين : هو عدد من مضاعفات النغمة نسبة ترددااتها الى تردد النغمة الاساسية اعداد صحيحة (تنشأ من النغمة الاساسية)

د - التشويش (الضجيج) : هو عدد كبير من النغمات لايساوى ترددها تردد المضاعفات وتضاف الى النغمة الاساسية وهى مضرة بصفاء النغمة .

هـ - الفرقعة (الانفجار) : وهى صدمة صوتية لفترة زمنية قصيرة .

7-1-1 الصفات المميزة للصوت :

تتميز الاصوات بعضها عن بعض بفضل ثلاث صفات هى الشدة والإرتفاع والطابع وقد فسرت كل هذه الصفات وتم ارجاعها الى عوامل تتعلق بالحركة الإهتزازية .

أ ـ شدة الصوت (علو الصوت أو خفض الصوت)

هى الخاصية التى تميز بها الاذن الصوت القوى من الصوت الضعيف او المكتوم (الخافت) وتعليل اختلاف الاصوات فى الشدة هو اختلاف سعة اهتزاز غشاء طبلة الأذن ، فتزداد شدة الصوت بازياد هذه الشدة وتنقص بنقصانها . وتتوقف هذه السعة على القدرة الصوتية التى تتلقاها الأذن وتزداد بزيادتها وتتعلق هذه السعة بما يلى :

١ـ سعة اهتزاز مصدر الصوت : عند زيادة سعة اهتزاز المنبع تزيد القدرة الصوتية التى يعطيها ، كأن نضرب ضربات قوية على وتر عود .

٢ـ سطح مصدر الصوت : وزيادة سطح مصدر الصوت يجعله بمثابة عدة منابع ذات سطوح صغيرة لذلك يعطى قدرة صوتية أكبر .

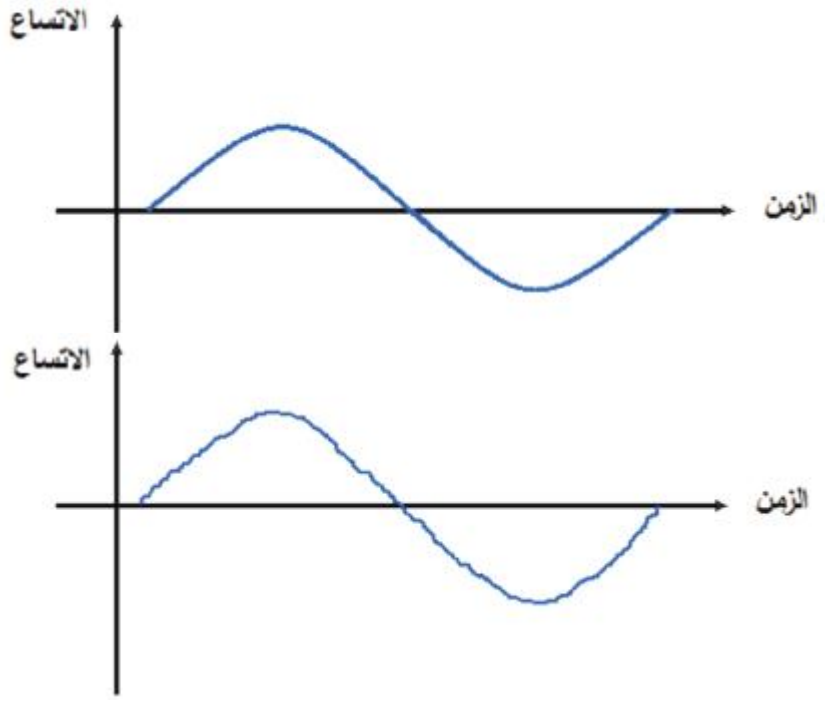
٣ـ البعد عن مركز الصوت : تنتشر القدرة التى يعطيها المنبع للهواء المحيط به على شكل موجات كروية اذا كان المنبع نقطة والوسط متجانساً.

٤ـ طبيعة الوسط : تسبب بعض الاجسام تخامداً شديداً فى الحركة الاهتزازية للصوت كالاجسام الطرية والمسامية

ب ـ ارتفاع الصوت : هى الخاصية التى تميز بها الاصوات الحادة الرفيعة من الاصوات الغليظة وتتعلق بتردد المنبع الصوتى ، وسبب اختلاف الاصوات فى الارتفاع هو اختلافها فى التردد فكلما كان التردد كبيراً كان الصوت حاداً ، أى أن ارتفاع الصوت يزداد بزيادة تردده .

ج ـ **طابع الصوت** : هى الخاصية التى تمكننا من تمييز الاصوات المتساوية فى الشدة وفى الارتفاع بعضها عن بعض (كتمييز صوت شحص عن شخص آخر).

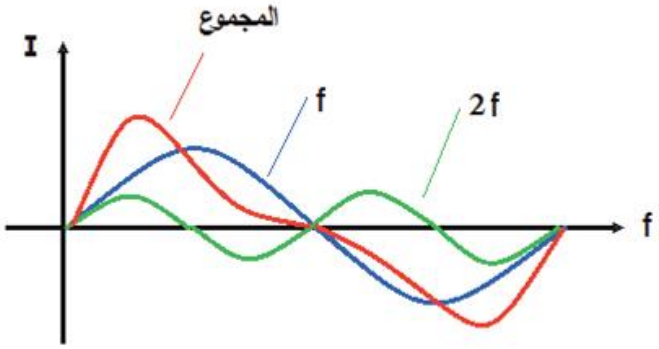
ولمعرفة سبب طابع الصوت نلجأ الى طريقة التسجيل فنسجل اهتزاز وتر واهتزاز مزمار لهما نفس السعة ونفس التردد ولكن شكليهما مختلفان كما يظهر فى الشكل (1-4) لذلك يمكن القول ان السبب العلمى فى اختلاف الطابع يعود الى اختلاف شكل الحركة الاهتزازية .



شكل بيانى لصوتين متساويين فى التردد والاتساع ومختلفين فى الطابع

8-1-1 النغمات التوافقية :

لقد برهن رياضيا على ان أى منحن دورى تردده (f) يمكن أن ينتج من تركيب عدة منحنيات جيبية ترددها هو (f.2f.3f)



شكل (1-5) منحنى ناتج عن تركيب منحنيين جيبيين مختلفين تردد الاول f والثانى 2f

ويظهر الشكل (1-5) المنحنى الناتج عن تركيب منحنيين جيبيين مختلفين فى سعتيهما تردد الاول f وتردد الثانى 2f ويلاحظ أن دور المنحنى المتعرج الناتج يساوى دور المنحنى ذو التردد الاصغر f

1-1-9 الصفات السمعية لأذن الانسان:

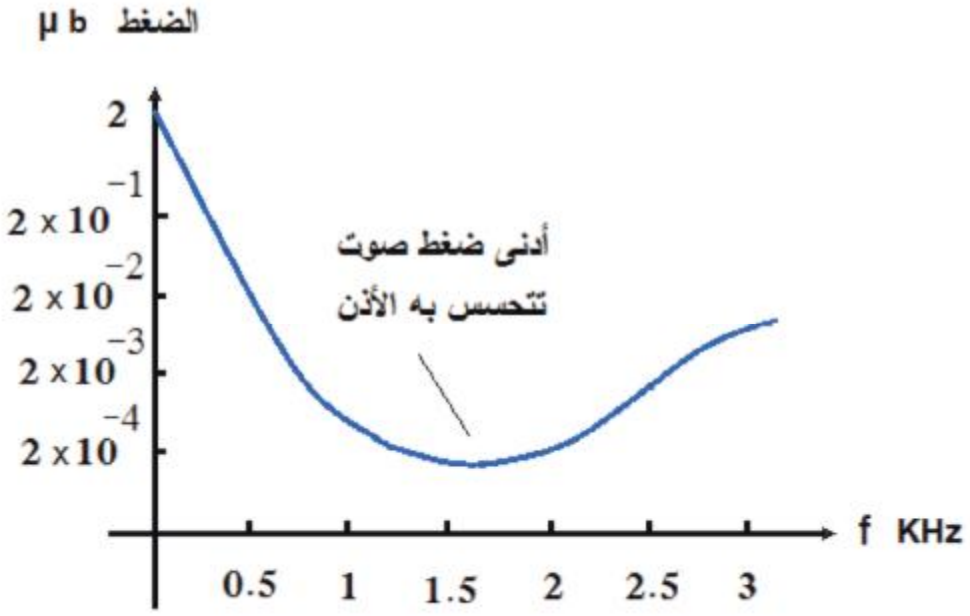
لاذن للانسان صفات سمعية خاصة يجب مراعاتها عند تقييم الحوادث الصوتية فمن هذه الصفات إن إحساس الاذن بعلو الصوت لا يشكل تناسبا طرديا مع القيمة الفيزيائية للصوت مقاسه بوحدات الضغط أو الشدة للصوت ويعود السبب فى ذلك إلى أن :

أ- لحساسية الاذن علاقة كبيرة بالتردد كما يوضح الشكل (1-6) فإن أكبر حساسية للأذن تقع فى المجال الترددى المحصور بين (1000-2000 HZ) حيث أن أقل قيمة للضغط

الصوتى الذى تتأثر به الاذن عند هذا المجال هو Po =2 * 10 – 4 u b

مع العلم أن الميكروبار (µ b) : هو وحدة لقياس الضغط (1 µ b = 0.001 gf / Cm2).

$1b=10^6$ µb= 10 4 Kgf/ m2



الشكل (1-6) العلاقة بين الضغط و التردد توضح أعلى حساسية للأذن

ويكون الضغط الصوتى اللازم لإثارة نفس الحساسية المذكورة أعلاه أكبر بكثير عند النغمات (الترددات) الصوتية المنخفضة والعالية .

ب- للأذن حافة إحساس بالسمع تدعى (العتبة الدنيا) حيث لا تتأثر أعصاب الأذن إلا بشدة (علو) الأصوات الواقعة فوق هذه العتبة .

يعرف الصفر فون بأنه يمثل علو الصوت لصوت يبلغ ضغطه $P0 = 2 * 10^{-4}$ µ b وتردده 1000 Hz على ان يأتى هذا الصوت من أمام السامع ليتم السمع بكلتا الأذنين .

وكذلك توجد حدود عليا للإحساس بعلو الصوت وهى ما تسمى بحد الألم أو العتبة العليا وينتج هذا الاحساس عن الاصوات ذات الشدة التى تسبب الشعور بالألم عند سماعها ، وقد دلت التجارب التى أجريت على عدد كبير من الاشخاص أن المعدل الوسطى لعلو الصوت المسبب للألم هو 120 phon فما فوق وقد تم قياس ضغط الصوت المقابل لهذا العلو عند التردد 1000 Hz فوجد أنه يساوى (120 p = 200 µ b)

ونورد فيما يلى جدولا يبين متوسط شدة الصوت لمصادر صوت مختلفة :

الحالة الصوتية	علو الصوت (بالفون)
العتبة الدنيا للسمع	٠
سقوط أوراق الشجر عندما يكون الجو هادئ	١٠
حديقة هادئة	٢٠
ضجيج الشارع فى منطقة سكنية هادئة	٣٠
الضجيج فى المنازل – محادثة كلامية هادئة	٤٠
محادثة كلامية عادية – ضجيج شارع هادئ فى مدينة كبيرة	٥٠
ألة كاتبة – مكنسة كهربائية – ترام – قطار – موسيقى الراديو	٦٠
ضجيج فى ساحة غاصة بالمارة – عزف البيانو فى المنزل	٧٠
صراخ عالى – صوت سيارة شحن	٨٠
غرفة الطائرة	٩٠
محرك بدون كاتم صوت على بعد 10 m	١٠٠
أصوات ورشة حدادة	١١٠
محرك طائرة على بعد 3 m (العتبة العليا للسمع)	١٢٠
ضجيج مؤلم للأذن	١٣٠

ولمراعاة صفات الأذن السمعية استحدثت طريقة لقياس شدة الصوت وتعتمد هذه الطريقة على

المقارنة بين شدة نغمة الصوت المراد قياس علوه مع نغمة صوتية ترددها ثابت و يساوى 1000 Hz مصدرها جهاز القياس و تتم طريقة القياس عن طريق الاستمرار بتغيير شدة الصوت الصادر عن الجهاز إلى أن تشعر الاذن بعلو الصوت

ملاحظة :

بهدف تسهيل عملية المقارنة المشار إليها أعلاه ولتجنب الأخطاء الناتجة عن الاختلافات الموجودة بين أذن وأذن أخرى تم تطوير جهاز لقياس علو الصوت يتملك جميع صفات الأذن البشرية ويقوم مقامها فى تحديد علو الصوت

1 -1 – 10 تعاريف هامة :

أ- المقاومة الصوتية المميزة لوسط ما : هى ثابت للوسط أو للمادة التى ينتشر فيها الصوت

ب- وتحسب المقاومة الصوتية من العلاقة التالية ، وذلك عندما يكون امتداد الوسط الذى ينتشر فيه الصوت لانهائيا وتعطى بالعلاقة :

$$Z = C \times P \ (g/ Cm^2.s)$$

حيث : Z : المقاومة المميزة، ووحدة قياسها $g/ Cm^2.s$

C : سرعة الصوت فى الوسط العازل ، ووحدة قياسها $cm\backslash s$

P: كثافة الوسط العازل ، ووحدة قياسها $g \backslash cm^3$

ويبين الجدول التالى قيم المقاومة لمواد مختلفة :

المادة	الومنيوم	زجاج	فولاذ
Z	١٩٨٠٠٠٠	١٣٨٠٠٠٠	٣٩٠٠٠٠٠٠
المادة	خشب قاسى	مطاط قاسى	ماء
Z	٢٧٧٠٠٠	١٨١٠٠٠	١٤٥٠٠٠
المادة	مطاط	شمع	هواء
Z	٥٠٠٠	٤٨٠٠٠	٤١,٥

ب ـ الأوكتاف Octave

هو المسافة الصوتية بين نغمتين تردد احداهما يساوى تردد الأخرى ، فاذا زدنا التردد على التوالى من قيمة ما ولتكن fo بمقدار اوكتاف واحد يصبح التردد مساويا F1= 2Fo واذا زدنا التردد على التتابع بمقدار اوكتاف واحد يصبح مساويا F2= 2F1 واذا زدنا فى الحالة العامة بمقدار n اوكتاف تصبح قيمتة Fn = fo 2^n كما هو موضح بالشكل (١-٧) ويبلغ مدى الترددات المسموعة حوالى ١٠ اوكتاف .

-

الشكل (١-٧) يبين قيمة الاوكتاف على طول المجال الترددى المسموع

ج ـ ظاهرة التغطية :

تتجلى هذة الظاهرة فى ان سماع الاذن لنغمة معينة يؤدى الى انخفاض حساسيتها للنغمات الاخرى وتتجلى ظاهرة التغطية ايضا فى ان سماع تردد نغمتين فى آن واحد يؤدى الى انخفاض درجة الاحساس بكل منهما بالمقارنة مع درجة الاحساس فى حالة سماع كل منهما على حدة .

١-٢ الاجهزة الكهروصوتية :

هى الاجهزة التى تحول الصوت إلى قيم كهربائية وبالعكس ولايجوز أن يسبب الجهاز الكهروصوتى أى تغيير فى التركيب النوعى للصوت او أى تشوية عند التحويل من صوت الى إشارات كهربائية أو التحويل العكسى من إشارات كهربائية الى صوت مرة اخرى كما فى السماعة ، والهدف هو جعل العلاقة بين ضغط الصوت والكمون الكهربائى علاقة خطية وغير متعلقة بالتردد.

يبين الجدول التالى بعض المجالات الترددية ومجال الاستخدام ونسبة التشويه فى كل منها عند عملية نقلها :

مجال الاستخدام	المجال الترددى	عامل التشويه
الكلام الهاتفى	300 – 3400HZ	5-10 %
الموسيقى	30HZ – 10 KHZ	3%
الصوت المعدل ترددیا	30HZ – 15 KHZ	٠,٥ -١%

وسنقوم بدراسة الاجهزة الكهروصوتية (الميكرفون والسماعة)

١-٢-١ **الميكروفون** microphone

هو جهاز كهروصوتى يقوم بتحويل الاهتزازات الميكانيكية المعبرة عن الصوت الى جهود كهربائية متناسبة معها .

الشكل (١-٨) يوضح اشكال مختلفة للميكروفون

2-1-2-1 اهم انواع المكيروفونات هى :

- الميكروفون الكربونى
- الميكروفون الديناميكى
- الميكروفون الشريطى
- الميكروفون السعوى
- الميكروفون البلورى
-

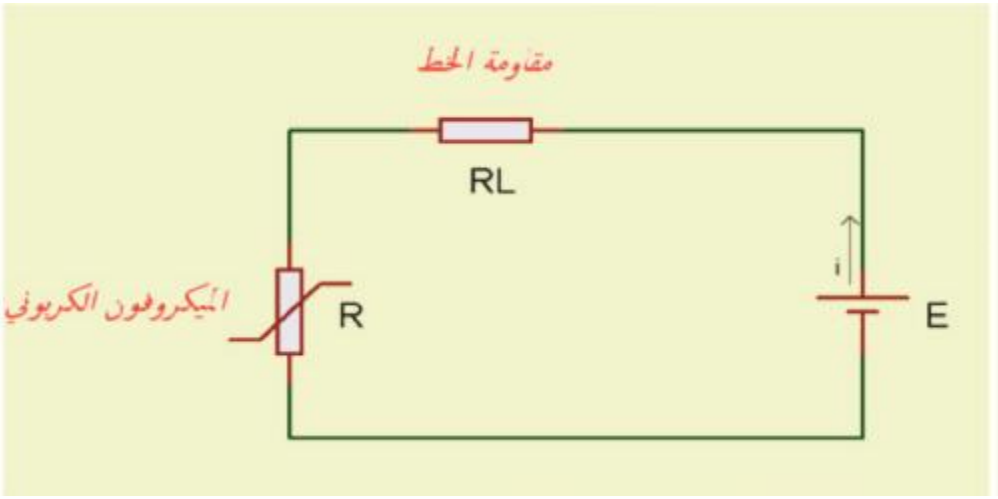
أولا : الميكروفون الكربونى CARBON MICRPHONE

هو أول أنواع الميكروفونات القابلة للاستعمال والذى يفرض نفسه حتى يومنا هذا كأرخص ميكروفون وأكثرهم حساسية فى الاجهزة الهاتفية .

أ ـ نظرية العمل :

تعتمد نظرية عمل الميكروفون الكربونى على تغيرالمقاومة الكهربائية لحبيبات الكربون تبعاً للضغط الناتج عن الصوت ويعمل الميكروفون الكربونى المعرض لضغط الصوت كمقاومة متغيرة يتحرك طرفها المتغير تبعاً لشدة الصوت حول مقاومة R (المقاومة فى حالة انعدام الصوت)

تزداد المقاومة أو تنقص تبعا لضغط الصوت ويستغل تغير المقاومة فى التحكم بالتيار الكهربائى وبذلك يعمل الميكروفون الكربونى كعنصر تحكم وبما أنه يعطى تغيرات كبيرة جداً فهو لايحتاج الى مكبر أولى للصوت ، انظر الشكل (1-9)



الشكل (١-٩) دائرة الميكروفون الكربونى

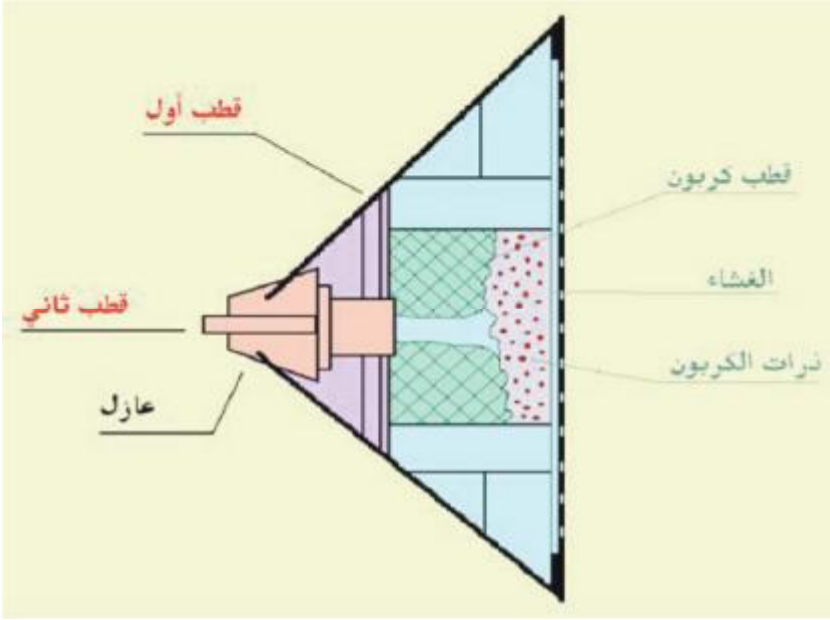
ومقاومة هذه الحبيبات الكربونية تكون فى العادة من ٢٠٠ الى ١٠٠٠ أوم وتيار التشغيل اللازم من ٥ الى ٤٠ ميلى أمبير ويحتاج إلى بطارية يترواح جهدها من ٤ الى ٨ فولت حسب نوع الميكروفون المستعمل .

تكون قيمة (R=40 Ω) عند تيار (I= 80 mA) ويجب أن لايقل التيار عن (25 mA) لكى يعمل الميكروفون بشكل جيد .

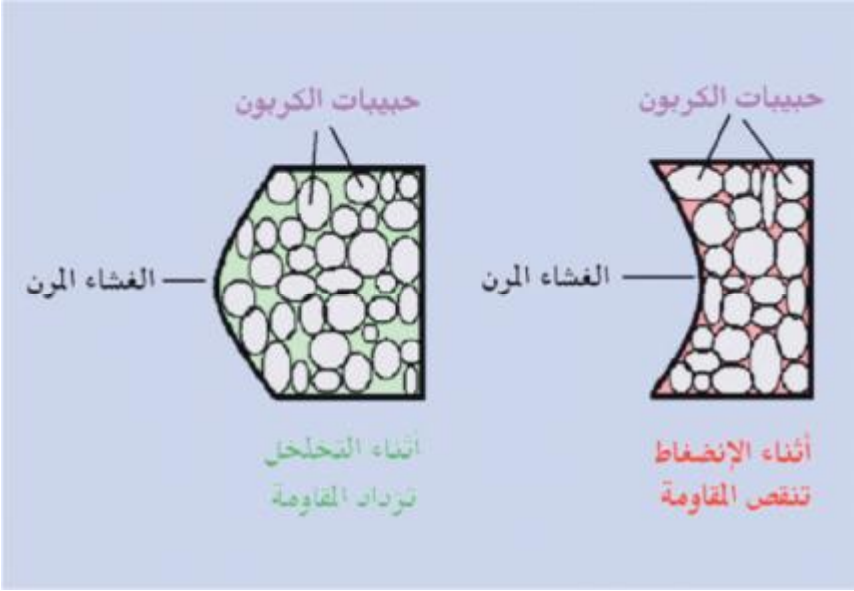
وعند الضغط أو تخلخل حبيبات الكربون يؤدى ذلك الى تغير مقاومة الميكروفون تبعاً لضغط الصوت .

ب ـ شرح الميكروفون الكربونى :

يوضح شكل (١-١٠) شرح الميكروفون الكربونى ويوضح الشكل (١-١١) مقطعاً فى كبسولة ميكروفون هاتفى ، القطب الاول فى هذا الميكروفون هو الصفيحة الرقيقة المهتزة (الغشاء) المستقبلة لضغط الصوت والتى تضغط باهتزازها على ذرات الكربون بضغوط مختلفة فيسرى التيار فى هذا الميكروفون عموديا على الصفيحة المهتزة .



الشكل (١-١٠)**الميكروفون الكربونى**



شكل (١-١١) يبين كيفية انضغاط أو تخلخل حبيبات الكربون

ج ـ حساسية الميكروفون الكربونى SENSITIVETY

هى الحساسية المتولدة بين طرفى الميكروفون نتيجة ضغط 1yp فى حالة اللاحمل (دائرة الميكروفون مفتوحة)

د- مميزات الميكروفون الكربونى:

١ـ نقل الاصوات بدون حدوث تشويه باستثناء احداثه steady hiss فى دائرة الخرج بسبب تغير مقاومة حبيبات الكربون .

٢ـ الحساسية حيث تسبب الضغوط الميكانيكية البسيطة عليه ضغوطا كهربائية كبيرة على طرفيه.

٣ـ قوة تحمل مع خفة وزنة ورخص ثمنه .

٤ـ يمكن توصيله بالمكبر مباشرة دون الحاجة الى وسيلة لرفع الضغط المتغير المتولد على طرفى التوصيل مع استعمال بطارية من ٤ الى ٨ فولت .

عيوبه :

١ـ استجابته للاهتزازات الميكانيكية التى يتعرض لها .

٢ـ تتلاصق حبيبات الكربون الصغيرة بشكل حبيبات كبيرة مع الوقت بفعل الرطوبة او الحرارة او الصدمات العنيفة .

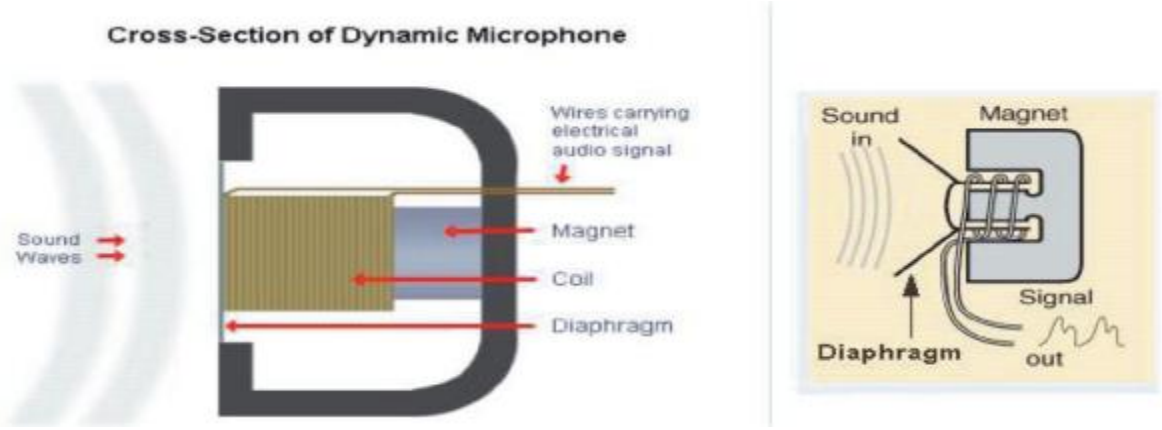
لايستجيب للنغمات الموسيقية بمقدار استجابته للأصوات .

استعمالاته :

يستخدم فى اجهزة الهاتف والأجهزة اللاسلكية.

ثانيا : الميكروفون الديناميكى Dynamic microphone

يبين الشكل (١-١٣) شكلين توضيحيين للميكروفون الديناميكى والذى يعتبر من أكثر الميكروفونات استعمالا.



الشكل (١-١٣أ ، ب) الميكروفون الديناميكى

هذا الميكروفون يشبة الى حد كبير السماعات التى تستعمل بأجهزة الراديو حيث يمكن تحويل أية سماعة راديو ذات مغناطيس ثابت الى ميكروفون ديناميكى . وعلى سبيل المثال نجد أن اجهزة الاتصال بين المكاتب (الإنتركم) وبعض اجهزة التسجيل تستعمل مكبر صوت كسماعة وميكروفون فى وقت واحد بواسطة مفتاح فصل فى حالة التكلم او الإستماع .

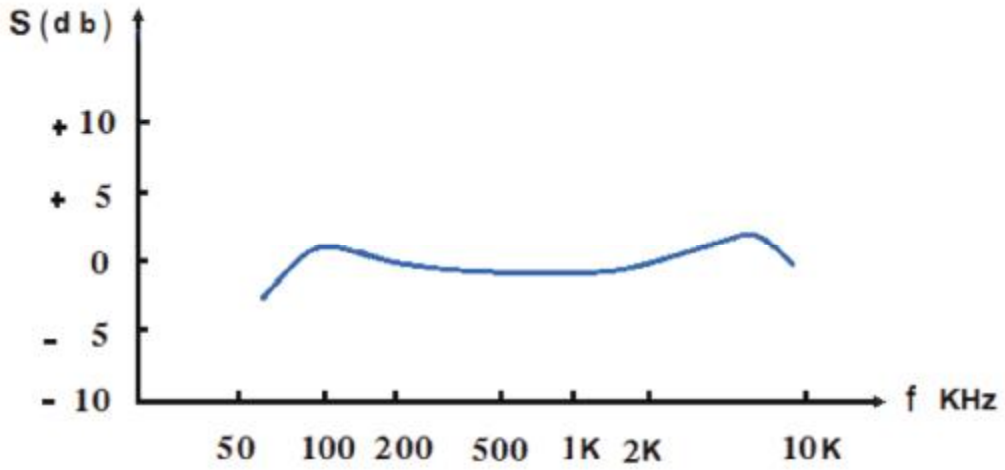
نظرية عمل الميكروفون الديناميكى

يتكون هذا الميكروفون من مغناطيس دائم وملف متحرك داخل المجال المغناطيسى وهذا الملف مثبت فى بؤرة بوق مصنوع من ورق مخصوص او من ميكا وتتوقف نظرية تشغيله على الحقيقة القائلة انه اذا تحرك ملف داخل مجال مغناطيسى تولدت على طرفية قوة دافعة كهربائية بالتأثير سواء تحرك الملف او المجال . وفى حالتنا هذه ناخذ النظرية الخاصة بتحريك الملف حيث أنه باهتزاز البوق يهتز الملف ويتحرك داخل المجال المغناطيسى حركة رأسية تكون نتيجتها الحصول على ضغط متغير صغير يرفع بواسطة محول رافع ثم يوصل الى المكبر .

شرح طريقة عمل الميكروفون الديناميكى

يتم تحويل اهتزازات الصوت الى قوة محركة كهربائية حيث يحرك الصوت صفيحة محدبة هزازة كما فى الشكل (١-١٣-أ) أو مستوية كما فى الشكل (١-١٣-ب) ويغوص هذا الملف فى الثغرة الهوائية لمغناطيس حلقى بحيث يكون المجال المغناطيسى شديد التجانس (منتظم) فتتولد فى الملف نتيجة الإهتزاز قوة محركة كهربائية .

تتراوح المقاومة الداخلية للميكروفون الديناميكى بين ٥٠ ≈ ٢٠٠ Ω أما حساسيته فتكون 0.1 mv\µb عندما تكون المقاومة ٥٠ Ω وتكون ٠,٢ mv\µb عندما تكون المقاومة ٢٠٠ Ω



منحنى الحساسية لميكروفون ديناميكى

<u>مميزات الميكروفون الديناميكى</u>:

١ـ منحنى الإستجابة عريض .

٢ـ لايحتاج الى مصدر قدرة خارجى .

٣ـ التشوه فى الصوت قليل جداً لايتجاوز ٠,٥ % عند ضغط 500 µb .

٤ ـ لايتأثر بالأحوال الجوية وتقلباتها .

٥ـ صغير الحجم

٦ـ يمكن توصيله الى مدخل دائرة اى مكبر بواسطة كابل

٧ـ طويل العمر.

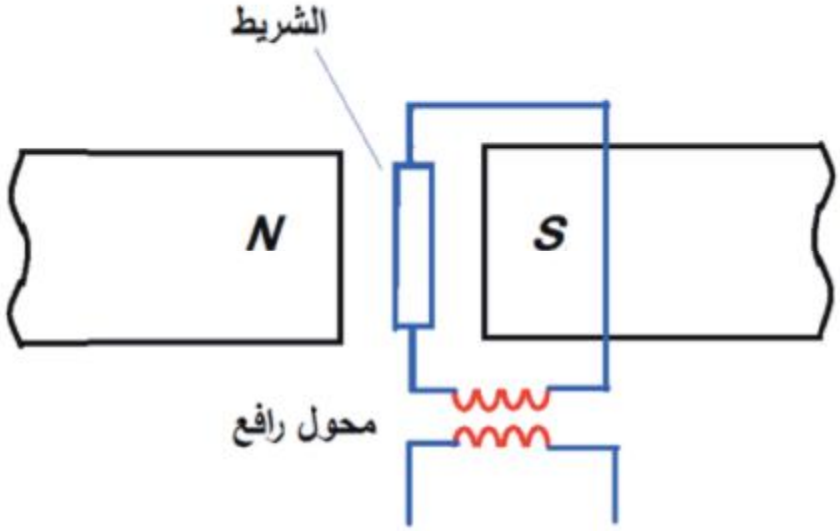
<u>استعمالاته :</u>

يستعمل فى استوديوهات التسجيل الصوتى نظراً لحساسيته العالية وخاصة فى الاعمال الاذاعية وكذلك فى الأعمال التليفزيونية والاجهزة الخاصة بالاتصالات السلكية بين المكاتب .

ثالثا : الميكروفون الشريطى :

يعتبر هذا الميكروفون تحسينا للميكروفون الديناميكى وقد سمى بالميكروفون الشريطى بالنظر الى تركيبه حيث انه دمج ناقل التيار والصفيحه الهزازة والشريط عبارة عن ناقل له صفات الصفيحه الهزازة ويبين الشكل (١-١٥) الميكروفون الشريطي

تبلغ مقاومة الشريط Ω ٠.1 وتتحول بوساطة رافع جهد الي Ω 200. كما يفيد المحول في رفع قيمة الجهد المتولد.



شكل (١-١٥) الميكروفون الشريطى

يتحرك الشريط بحرية داخل مجال مغناطيسي لمغناطيس قوي الي الامام او الخلف مع الحد من تحركه حركه جانبية ، ومعروف انه اذا تحرك موصل داخل المجال المغناطيسي تولدت به قوة دافعة تأثيرية ونري اننا بتعريض الشريط للاهتزازات الهوائية الناتجه عن التموجات الصوتية نحصل علي طرفية علي قوة محركة كهربائية متغيرة صغيرة مكافئة للتموجات الصوتية ثم نوصلها الي قاعدة المكبر كما هو فى حالة الميكروفون الديناميكي.

تبلغ حساسية هذا النوع من الميكروفونات mv\ub ٠,١

مميزات الميكروفون الشريطى:

١- يمتاز بحساسية نسبية واستجابة مرضية للتردد

٢- لا يحتاج الي مصدر قدرة خارجي

عيوبه :

١- اتجاهي اي لا يستجيب الا للتموجات الصوتية التي تنتشر أمامه مباشرة

٢- القوة المحركة الكهربائية الناتجة عنه قليلة نسبيا وعلي هذا يحتاج الي مراحل تكبير أولية يستعمل في الاذاعة واستوديوهات السينما وبعض الاغراض العملية.

رابعا: الميكروفون السعوى

تعد الميكروفونات السعوية من اجود انواع الميكروفونات وهي الوحيدة التي تستعمل لاغراض القياسات و المختبرات.

ا- نظرية العمل:

تشكل الصفيحة المهتزة مع صفيحة اخري ثابتة مكثفا تتغير سعتة نتيجة تحرك الصفيحة بتأثير ضغط الصوت فتعطي تغيرا فى السعة بالعلاقه التالية:

$$C_0 = \frac{\varepsilon A}{d0}$$

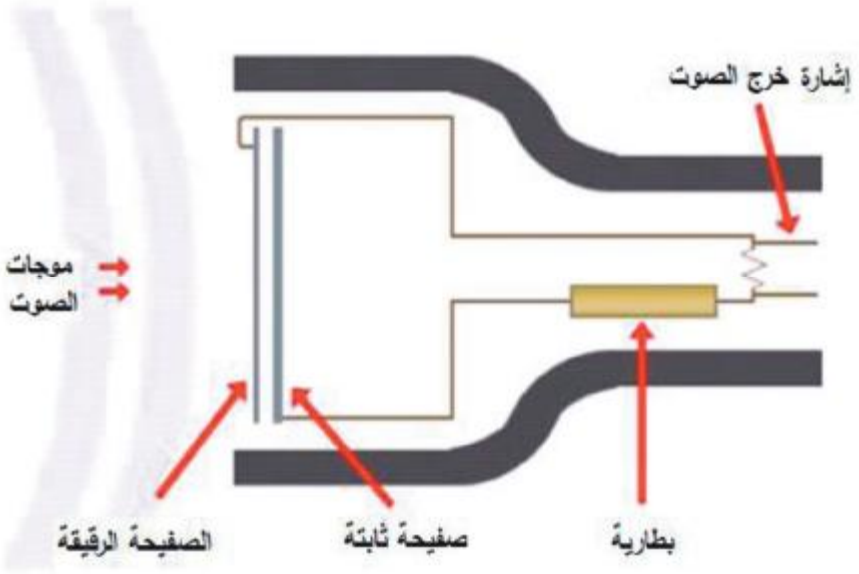
حيث: ε : ثابت العزل للهواء.

A : سطح الصفيحة.

d_0 : المسافة بين الصفيحتين.

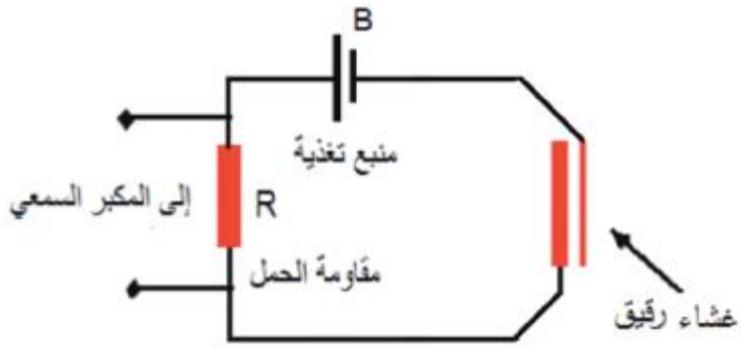
ان تغير السعة يؤدى الى تغير شحنة المكثف $Q = C.V$ حيث Q الشحنة و V فرق الجهد بين طرفى المكثف المكثف ، تتسبب بمرور تيار كهربائى $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ حيث ΔQ هو تغير الشحنة و Δt هو تغير الزمن و i هو التيار الناتج .

ب **ـ تركيب وعمل الميكروفون** : يتكون قطبا المكثف من صفيحة معدنية رقيقة ومن قرص معدنى اخر سميك بينهما فاصل هواء كما هو مبين فى الشكل (١- ١٦)



الشكل (١- ١٦) الميكروفون السعوى

ويبين الشكل (١-١٧) دائرة الميكروفون السعوى ، كما يبين الشكل (١-١٨) شكل الميكروفون ورمزه



دائرة الميكروفون السعوى

الشكل (١- ١٧)

شكل (١- ١٨) الميكروفون السعوى ورمزه

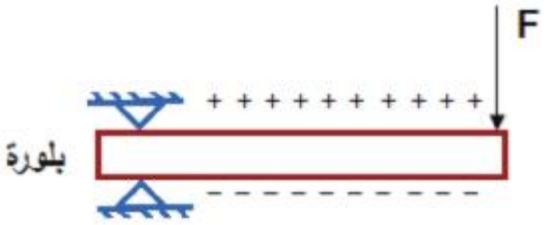
يشحن المكثف من البطارية B بشحنة Q فاذا اهتزات الصفيحة المرنة نتيجة لاصطدام الأمواج الصوتية بها فإن المسافة بين لوحى المكثف تتغير فتتغير السعة ونتيجة لتغير السعة يمر تيار ضعيف فى الدائرة فيولد جهد بين طرفى المقاومة *R*.

تقدر سعة الميكروفون بحوال (100 PF =Co)

خامسا : الميكروفون البلورى (الكريستالى) ***Crystal microphone***

أ ـ نظرية العمل :

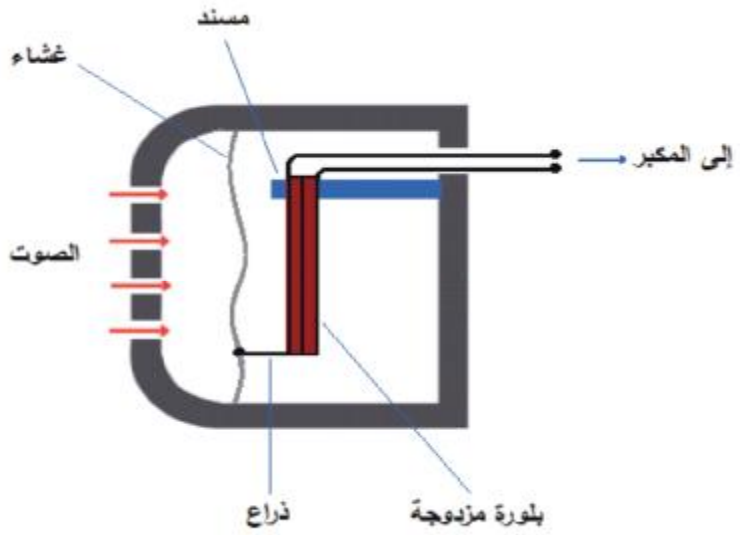
يعتمد هذا النوع من الميكروفونات فى عمله على ظاهرة البيزو الكهربائية التى تحدث فى بعض البلورات فى الطبيعة كاملاح روتشيل والكوارتز والتى نسميها احيانا أثر بيزو الكهربائى واثر بيزو الكهربائى يعنى ان هذه البلورات تعطى بين طرفيها جهداً كهربائيا اذا تعرضت لاجهادات ميكانيكية (كالضغط أو النقل) وتعتمد قيمة الجهد المتولد وقطبيته على إتجاه الاجهاد وشدتة .



نظرية عمل الميكروفون البلورى

ب ـ نظرية عمل الميكروفون البلورى :

يوضح شكل (١-٢١) أجزاء الميكروفون البلورى حيث يتكون من غشاء مرن يتابع حركة الهواء فى ضغطه بفعل الموجات الصوتية ، مما ينتج فرق جهد متغير على البلورة فتعمل البلورة وكأنها مولد تيار متناوب . وتثبت البلورة عادة من احد الأطراف وتوصل الى الغشاء الرقيق من الطرف الآخر (الحر)



شكل الميكروفون البلورى

ويشكل سطح البلورة بحيث يأخذ مباشرة شكل الغشاء ويدعى فى هذه الحالة بالخلية الصوتية ويتركب هذا الميكروفون فى النوع ذى الخلية cell من شريحتين من البلورات مساحة كل منهما حوالى 1.4 mm2 وسمك كل منهما حوالى 2 mm تقريبا ، وتثبت بحيث يلامس ظهر كل منهما الأخرى ، وتتصل البلورة بذراع متصل مع غشاء (سطح معدنى رقيق) مرن ينقل الاهتزازات الميكانيكية التى يتعرض له الغشاء الى البلورة ، فيتولد جهدا كهربابيأ متغيراً يتناسب مع شدة الصوت الحادث حيث ينقل الى المكبر بالطريقة العادية مباشرة دون الإستعانة بأية طريقة للتحويل (محول) كما أن ممانعة الميكروفون العالية ١٠-٢٠ ك اوم تمكننا من توصيله بقاعدة المكبر (الترانزستور) عن طريق مكثف .

<u>مميزات المكيروفون البلورى :</u>

١ـ الحساسية العالية للصوت وبكافة الاتجاهات .

٢ـ يعطى جهد مرتفع للأصوات متوسطة الشدة .

٣- لايحتاج الى بطارية خارجية .

٤ـ خفيف الوزن وصغير الحجم

٥ـ دقة عالية فى نقل الأصوات .

عيوب المكيروفون البلورى:

١ـ تتأثر البلورات كثيرا بدرجات الحرارة المرتفعة

٢ـ يتأثر الميكروفون بالأحوال الجوية

٣ـ ضعيف التحمل للصدمات

الاستعمال :

شائع الاستعمال جدا بأجهزة التسجيل الصوتى فى استوديوهات الإذاعة وأجهزة التسجيل الصغيرة.

١-٢-١-٣ أنواع الميكروفونات من حيث جهة الإلتقاط للميكروفون :

ويقصد بذلك المجال الصوتى الواقع فى إطار حساسية الميكروفون ، او بمعنى أدق الجهة او الجهات التى يمكن للميكروفون أن يلتقط منها الصوت ، وهناك ثلاثة أنواع للميكروفونات منها :

أ ـ الميكروفون أحادى الإتجاه .

ب ـ الميكروفون ثنائى الإتجاه .

ج ـ الميكروفون متعدد الإتجاهات.

اولا : الميكروفون أحادى الإتجاه :

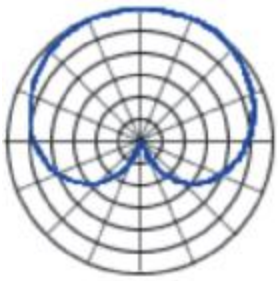
وهو يلتقط الصوت من إتجاه واحد وينقسم الى نوعان :

١ـ الميكروفون القلبى Cardiod :

حيث يكون شكلة الخارجى فى صورة قلب Heart ويلتقط الصوت من إتجاه يمثل نصف دائرة المساحة الموجهة لفم الميكروفون .

٢ـ الميكروفون البندقية SHUT GUN MIC :

وهو يلتقط الصوت من مساحة صغيرة وهى المساحة المصوب نحوها فم الميكروفون فقط والرسم البيانى فى الشكل (١ -٢٢) يظهر جميع الزوايا ، وتخيل أنك تنظر للميكروفون من أعلى وأنت تنظر لهذه الدوائر ، والآن انظر لزواية الإلتقاط الفعالة لهذا الميكروفون فى الرسم الآتى :



الشكل (١ -٢٢) زواية الإلتقاط الفعالة للميكروفون

ب ـ الميكروفون ثنائى الإتجاه .

وهو يلتقط الصوت من إتجاهين متضادين (اليمين ، الشمال ، الشرق ، الغرب) ويكون هذا الميكروفون فعالا عندما نريد إلتقاط أصوات أشخاص يجلسون أو يقفون فى وضع متقابل.

ج ـ الميكروفون متعدد الإتجاهات .

وهو يلتقط الصوت من جميع الإتجاهات ويكون هذا الميكروفون فعالا فى حالات المائدة المستديرة كالندوات والمناقشات وكذلك عندما نريد التقاط الصوت من المكان كله .

١-٢-١-٤ من حيث اسلوب الاستخدام ونمطه :

تتعدد الميكروفونات من حيث أسلوب أو طريقة الاستخدام ، فهناك الميكروفون الذى يثبت فى ياقات الملابس او يعلق حول العنق او يوضع فوق الرأس وهناك ذو الذراع المثبت على الارض بحيث يمكن تحريكه اذا اقتضى الأمر ، وهناك الميكروفون الذى يعلق فى سقف المكان و هذه الميكروفونات اليدوية العادية والميكروفونات المثبتة على البلاتوه بالاستوديو. كذلك افرزت تكنولوجيا الاتصالات انواعا متقدمة من الميكروفونات منها على سبيل المثال الميكروفون التليفونى الذى يتصل بعدة تليفونات بسيارة النقل الخارجى وكذلك الميكروفون العاكس الذى يمكن توجيه تكوينه الداخلى صوب الجهة المطلوبة دون تحريك الميكروفون .

السمـاعـات

١-٢-٢-١ تعريف السماعة :

هى دائرة كهروصوتية تقوم بتحويل التغيرات الكهربائية الناتجة من خرج مكبر الترددات السمعية الى تغيرات صوتية .

١-٢-٢-٢ نظرية عمل السماعة :

تتم عملية تحويل التغيرات الكهربائية الى تغيرات صوتية فى السماعة بمساعدة الهواء او اى وسط غازى اخر وذلك لان التيار المار فى السماعة (مهما كان نوعها) يحرك الغشاء المرن وهذا بدوره يؤدى الى تحريك الهواء الموجود بتماس مباشر مما ينتج عنه نشوء أمواج منتشرة على هيئة انضغاطات وتخلخلات هوائية تنتقل الى الأذن لتتحول هناك الى موجات سمعية .

١-٢-٢-٣- انواع السماعات :

١- السماعة المغناطيسية .

٢- السماعة الكهروحركية .

٣- السماعة السعوية

٤- السماعة البلورية

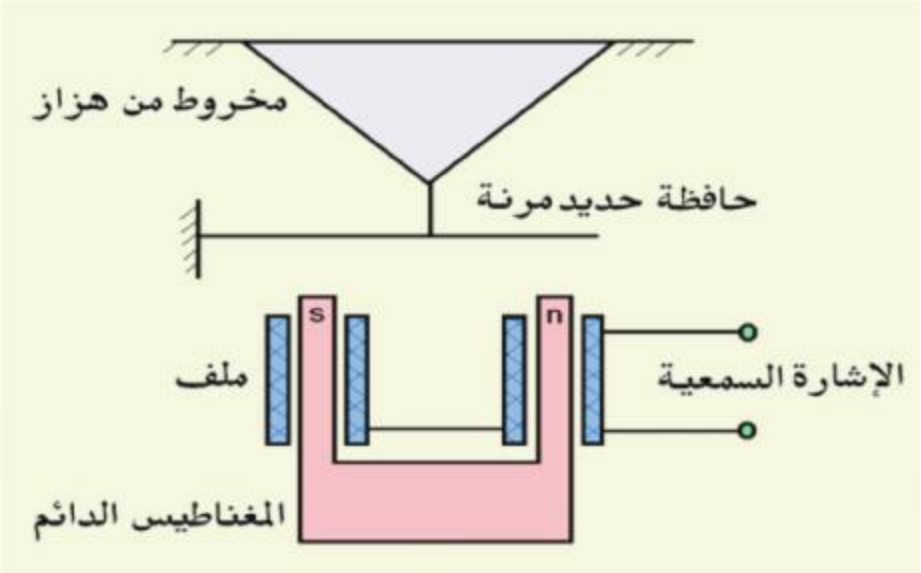
٥- السماعة القمعية (الهورن)

ويبين الشكل (١-٢٣) عدة انواع اشكال للسماعات

الشكل (١-٢٣) اشكال مختلفة للسماعات

اولا : السماعة المغناطيسية :

أ ـ تركيب السماعة المغناطيسية يبين شكل (١-٢٤) التركيب للسماعة المغناطيسية .



الشكل (١-٢٤) التركيب المبدئى للسماعة المغناطيسية

ب ـ نظرية العمل :

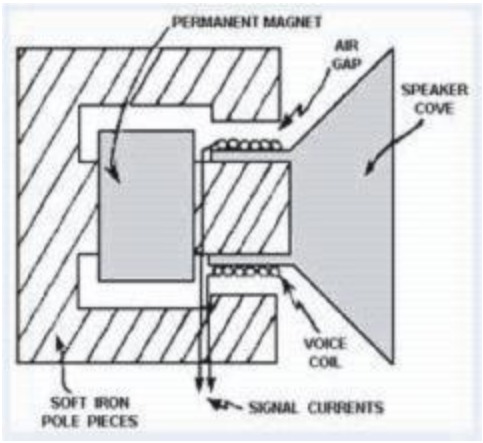
يولد التيار المتناوب المار فى الملف تحريضاً مغناطيسيا متناوباً ، الا ان القوة الناتجة عنه لا تكفى وحدها لتحريك الصفيحة الهزازة لذلك يستعان بالمغناطيس الدائم الذى ينتج عنه تحريض مغناطيسى مستمر كبير يوثر بقوة كبيرة على الحافظة القابلة للحركة وتحافظ هذه الحافظة على وضع الهدوء بواسطة مرونتها ويتم التحكم بالقوة التى يؤثر بها المغناطيس الدائم على الحافظة بواسطة الملف الملفوف على المغناطيس الدائم نفسه .

وتتميز السماعة المغناطيسية بمردودها الكبير ومن مساوئها صغر المجال الترددى .
ومقاومتها تساوى (٦٠ الى ١٨٠ اوم) فى مستقبلة الهاتف العادية وآلاف الأومات فى السماعات الرأسية .

ثانيا: السماعة الكهروحركية Electro dynamic speaker

أ ـ تركيب السماعة :

تتركب من ملف حلقى موجود فى الثغرة الهوائية لمغناطيس دائم ويغذى هذا الملف بتيار ذى تردد سمعى وتثبت صفيحة مخروطية هزازة على اطار السماعة وتملك قوة ارتداد صغيرة واحيانا تزود بنوابض ، ويبين الشكل (١-٢٥) تركيب هذه السماعة .



الشكل (١-٢٥) تركيب السماعة الكهروحركية

يصنع الملف من سلك رفيع تبلغ مقاومتة عدة اومات لذلك فإن مقاومة السماعة منخفضة (٤- ١٦ Ω) ولهذا توصل السماعات الى مكبرات الخرج عن طريق محول توفيق كما يمكن تصميم مكبرات ذات ممانعة خرج منخفضة تربط مباشرة مع السماعة .

ب ـ نظرية العمل :

تستخدم القوة الناتجة عن مرور تيار كهربائى فى ناقل موجود فى المجال المغناطسيى لتحريك صفيحة هزازة هذه القوة تحسب بالعلاقة

$$F=B.L.I$$

F: القوة بالنيوتن .

L: طول الناقل بالمتر

B: كثافة الفيض المغناطيسى بالويبر .

I: شدة التيار المار فى ملف السماعة بالأمبير .

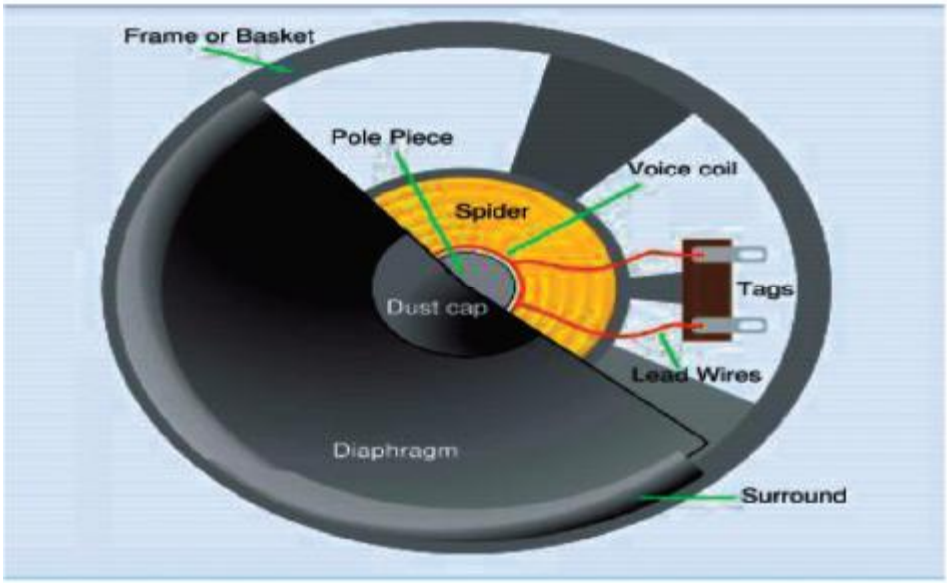
المغاطيسية الثابتة للمغناطيس الدائم والمغناطيسية الناتجة عن التيار تجعل الملف فى حالة اهتزاز بحيث يتحرك فى الثغرة الهوائية للمغناطيس ، تنتقل هذه الاهتزازات الى المخروط المرن الذى يشع هذه الموجات الصوتية الى الوسط المحيط

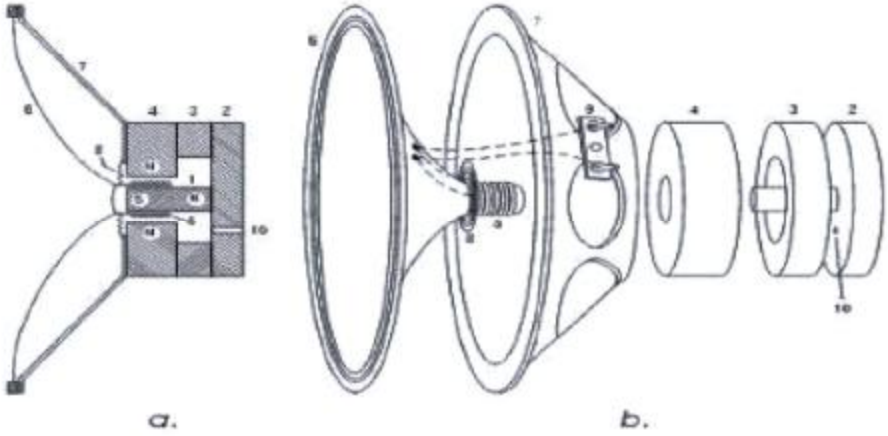
يبين الشكل (١-٢٦) صورة تشريحية للسماعة الكهروحركية.

ويظهر فى الصورة التشريحية للسماعة المثبت المخروطى فى السماعة وهو حلقة تمسك الغشاء المخروطى وهى المسؤولة عن حمل ذلك الغشاء

لاحظ أن الغشاء المرن ذو شكل متعرج ليعمل كماسك للملف الذى سيتحرك مسبباً اهتزاز الغشاء المخروطى لانتاج الصوت ؛ وعلى هذا فهو متعرج ليسمح بتحريك الملف بحريه تامة ؛ لأنه أقل اعاقة للملف تتسبب فى نسبة تشويه فى الصوت الصادر.

يصنع الغشاء المخروطى من الورق المقوى المرن وليس من الورق المقوى العادى (الكرتون) لأن المرونة مطلوبة لنقاء عال وقوة صوت عالية ، ولأن الورق المقوى العادى يجعل السماعة لا تتحمل استطاعة عالية ، وفى الشكل (١-٢٧) مخططين توضيحيين للسماعة الكهروحركية .





الشكل (١-٢٧) مخططين توضيحيين للسماعة الكهروحركية

<u>مميزاتها</u> :

أ- أكثر السماعات شيوعآ

ب - بسيطة التركيب

ج - يمكن صنع عدة نماذج منها لتتجاوب مع كامل المجال الترددى السمعى

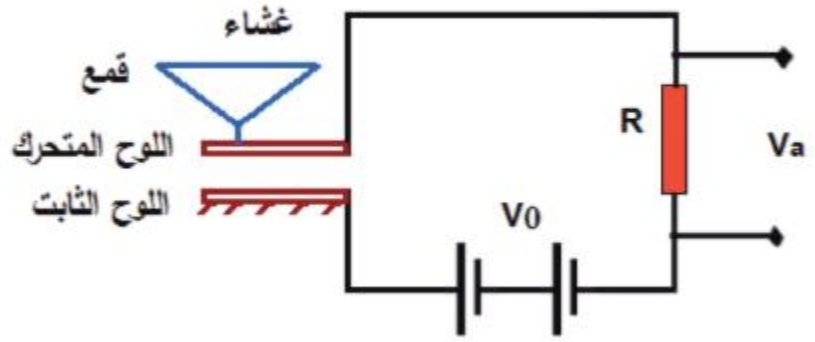
د - امكانية التحكم بممانعتها الاسمية واستطاعتها

ه - رخيصة الثمن

ثالثا.السماعة السعوية

تعتبر الشكل المعكوس للميكروفون السعوى ، وتمثل فى أبسط أشكالها بمكثف كهربى يثبت أحد أطرافه والطرف الآخر يتحرك حركة اهتزازية كالمكبس .

يسلط على هذا المكثف جهد مستمر بين لوحيه Vo وجهد متناوب Va الذى يمثل الاشارة السمعية ويؤدى تغير فرق الجهد بين لوحى المكثف الى تغير قوة تجاذبها فيتحرك اللوح المرن حركة تذبذية ويحرك معه غشاء السماعة كما هو موضح بالشكل (١- ٢٨) .



الشكل (١-٢٨) دائرة السماعة السعوية

يستخدم هذا النوع من السماعات عادة فى مجال الترددات المنخفضة ولاتعطى مردودا جيدا الا اذا صنعت بأبعاد كبيرة واستقطبت بجهد مستمر عالى نسبيا وهى بشكل عام نادرة الاستخدام.

رابعآ : السماعة البلورية

تعتبر الشكل المعكوس للميكروفون البلورى حيث تعتمد فى عملها على ظاهرة بيزو .فاذا وضعنا البلورة فى مجال كهربائى نلاحظ تغيرات ميكانيكية (كالإنضغاطات أو التمددات).

قليلا ما يستخدم هذا النوع من السماعات وهى تعمل بشكل عام فى مجال الترددات المرتفعة وفى الترددات فوق السمعية لبعض الأغراض حيث تقوم بتحويل الاشارة الكهربائية الى اهتزازات ميكانيكية (٣-٤٠KHZ) وتعتبر من ارخص انواع السماعات .

خامسأ : السماعة القمعية (الهورن):

لايعتبر الهرون نوعأ مستقلا بذاته وذلك لانه يستخدم فيه كأساس احدى السماعات المذكورة كالسماعة الكهروحركية مثلا ومن ثم يركب عليها القمع لذلك تدعى بالسماعة القمعية .

أ- نظرية العمل:

يوضع القمع عادة بهدف تحقيق التوفيق بين الفتحة الحرة للسماعة وبين المجال الجوى الحر الموجود بتماس مباشر معها .

الشروط الأساسية لنجاح عملية التوفيق :

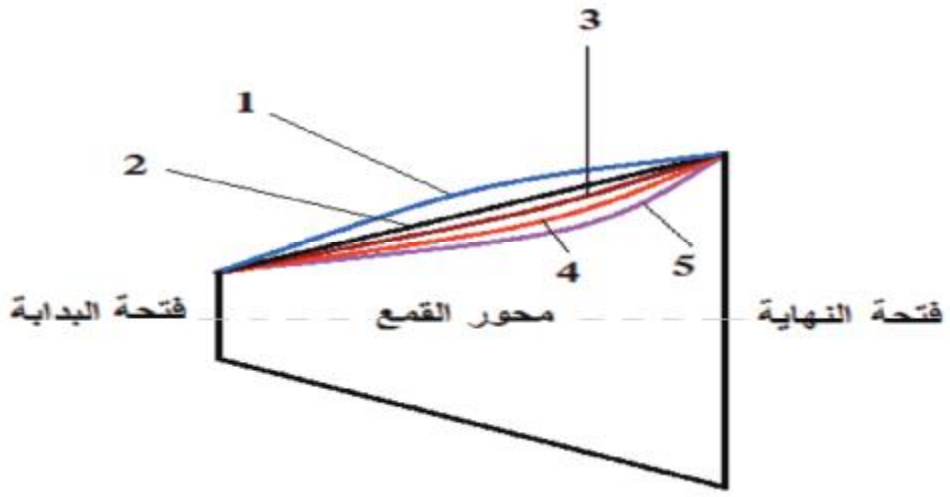
١- التوفيق الجيد بين بداية القمع ومصدر الصوت (السماعة) .

٢- التوفيق السليم بين نهاية القمع والهواء الحيط (الحمل) .

تتحدد المواصفات الفنية للهورن بشكل اساسى بأبعاده الهندسية (كفتحة البداية وفتحة النهاية وطول القمع) وبشكله الهندسى .

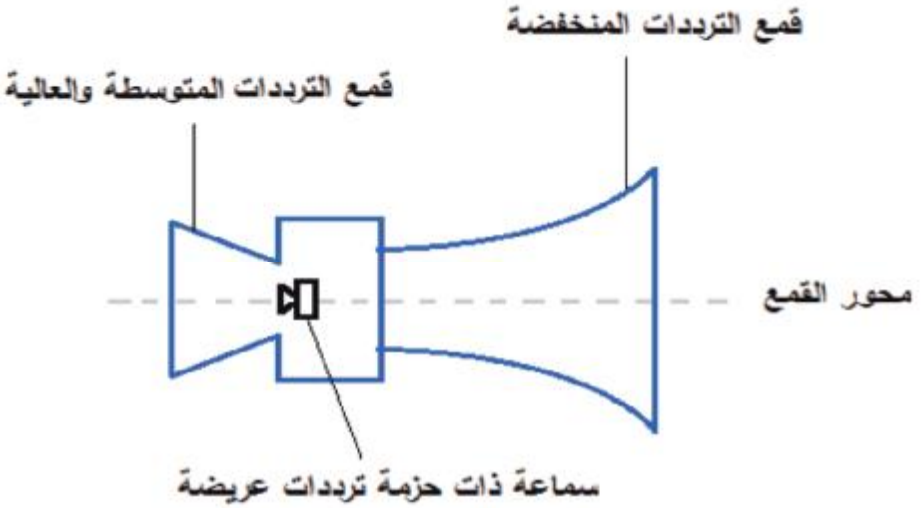
ويبين الشكل (١-٢٩) مقطعا طولياً لكافة الاشكال الهندسية التى يمكن ان يأخذها القمع .

يسمى المنحنى رق (١) بشكل القطع المكافىء والمنحنى (٢) بالشكل المخروطى والمنحنى (٣) بشكل القطع الزائد والمنحنى (٤) بالشكل الأسى نسبة للتابع الأسى والمنحنى (٥) بشكل التراكتريكس Tractrix وهو الشكل المستخدم بكثرة فى الآلات النحاسية .



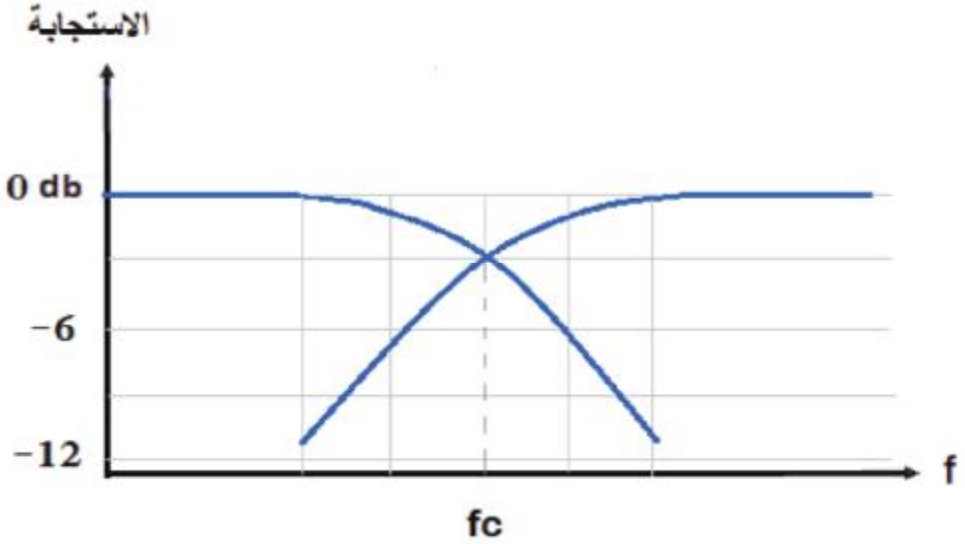
الشكل (١-٢٩) يبين مقطعا طولانياً لكافة الاشكال الهندسية للهورن

كما يبين الشكل (١-٣٠) التركيب العملى لقمع يعمل بسماعة ذات حزمة ترددات عريضة



الشكل (١-٣٠) التركيب العملى لقمع يعمل بسماعة ذات حزمة ترددات عريضة

بما ان السماعة المستخدمة فى الشكل (١-٣٠) تبث الاصوات من الامام والخلف ولكن بفرق (١٨٠درجة مئوية) لذلك يجب ان يكون الطول الكلى للقمعين معا مساويا عددا صحيحا من انصاف أطوال موجة التردد التقاطعى fc المبين فى الشكل (١-٣٠)



الشكل (١-٣٠) التردد التقاطعى

وقد دلت الدراسات انه لكى يتحقق التوافق الجيد بين نهاية القمع والهواء المحيط يجب أن يتحقق الشرط التالى :

$$P_m > 4\ \lambda_c$$

Pm: محيط نهاية القمع

λC: طول موجة تردد القطع السفلى للسماعة المستخدمة .

ب ـ مميزات الهورن:

١ـ يعتبر مشعأ صوتياً مثالياً وعنصر توافق جيد .

٢ـ مردوده الصوتى جيد.

٣ـ امكانية التكيف باستجابته للترددات بالشكل الذى نريده عن طريق التحكم بشكله وابعاده الهندسية .

٤ـ الضجيج الناتج عنه قليل .

ج ـ عيوب الهورن :

١ـ صناعته مكلفة .

٢ـ يحتاج تصميمه لخبرة فنية عالية .

٣ـ ابعاده الهندسية ضخمة ووزنه ثقيل وهذا يؤدى الى صعوبة فى وضعة ونقلة .

ويبين الشكل (١-٣٢) الشكل الحقيقى للهورن .

الشكل (١-٣٢) الشكل الحقيقى للهورن

د ـ مجالات الإستخدام للهورن :

يحتل الهورن مكان الصدارة فى الاستوديوهات والاماكن المهمة التى تتطلب جودة عالية فى بث الاصوات .كما يستخدم بكثرة فى الاستخدامات الخارجية مثل مآذن المساجد وسيارات الاسعاف واجهزة الإنذار وفى الساحات العامة .

١-٣ ربط السماعات (الاوم – الجهد)

اذا أردنا زيادة قوة الصوت فى القاعات والأماكن الكبيرة فمن غير المناسب أن نضع سماعة واحدة أو اثنتان فقط اعتماداً على ارتفاع صوتهما وعلى قوة المكبر فان هذا يتم بصورة مؤقتة فى الأفراح وبطريقة عشوائية ، اما القاعات المخصصة والمساجد الكبيرة وأماكن المحاضرات فلا يمكن الإعتماد على سماعة او اثنين ورفع صوتهما لان هذا يسبب الصفير المتكرر وازعاج من بجوار السماعة ومن يكون مبتعدا عن السماعة كمن كان فى آخر القاعة فلن يستطيع السماع أو تسجيل المحاضرة بوضوح كما أن إرتفاع الصوت يكون مصحوبا بشوشرة كبيرة . لذلك يتم خفض الصوت لدرجة تكون مسموعة بوضوح فلا يكون مرتفعا عن آخرة ولايكون منخفضا ومع تعدد السماعات فى المكان فإن الصوت يكون ممتازا وبشكل عام يتم توصيل عدد من السماعات الى مخرج واحد لمكبر الصوت لتحقيق هدفين :

١ـ توزيع استطاعة الخرج على أكثر من سماعة .

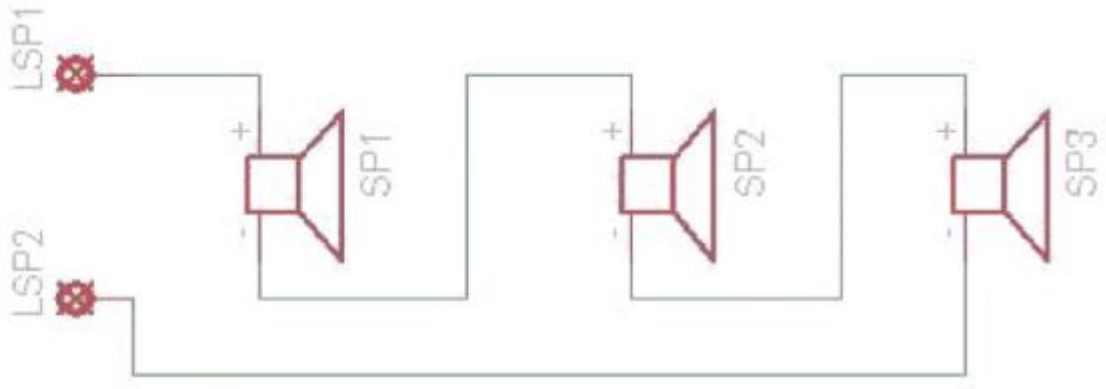
٢ـ تحقيق القيمة المطلوبة للممانعة حيث يتم التوفيق بين ممانعة خرج المكبر والممانعة المكافئة للسماعات.

تتم عملية الربط مباشرة ودون وجود مرشحات صوتية ، ويتم ربط السماعات ذات الإستطاعة المتساوية على

طريقة ربط المقاومات الأومية اى ان هناك ربط التوالى وربط التوازى وكذلك ربط مختلط وفيما يلى طرق ربط وتوصيل السماعات .

١-٣-١ طريقة الربط على التوالى :

يتم ربط سماعتين او أكثر بطريقة متشابهة لربط المقاومات على التوالى كما هو موضح بالشكل (١-٣٦)



الشكل (١-٣٦) طريقة الربط على التوالى

الدائرة المكافئة :

$$ZS = Z1 + Z2 + Z3$$

اذا كان

$Z1 = Z2 = Z3$ فان ZS = 3Z1

ولو كان لدينا عدد N سماعة فان ZS = n Z1

الاستطاعة المكافئة

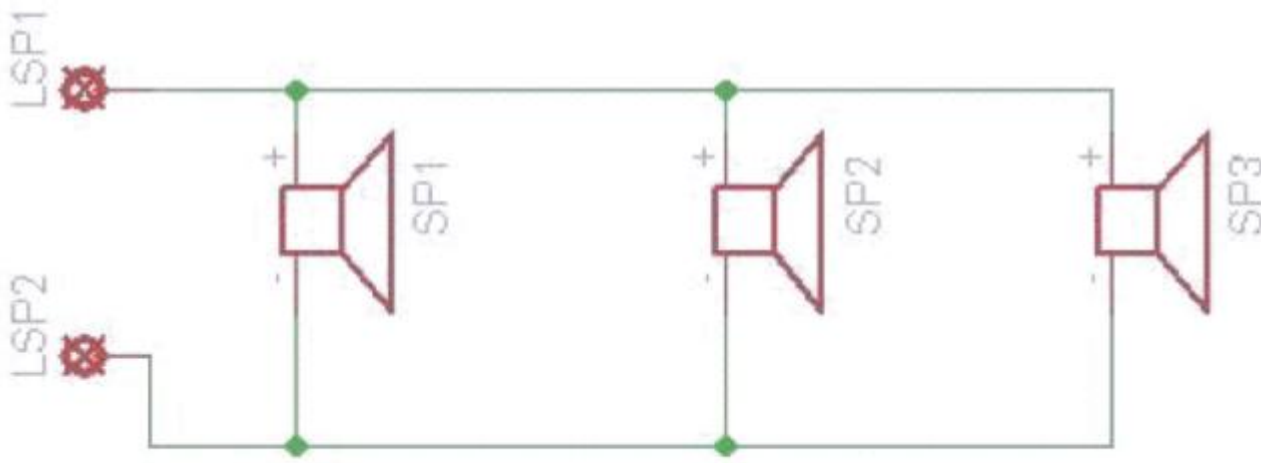
Ps = P1+P2+P3

اذا كان P1= P2= P3 فان Ps = 3P1

ولو كان لدينا n سماعة فان : Ps = n P1

١-٣-٢ طريقة الربط على التوازى :

يتم ربط سماعتين او اكثر ايضا بطريقة متشابهة لربط المقاومات على التوازى كما فى الشكل (١-٣٧)



الشكل (١-٣٧) طريقة الربط على التوازى

الدائرة المكافئة :

$$\frac{1}{Zs} = \frac{1}{Z1} + \frac{1}{Z2} + \frac{1}{Z3}$$

ولو كان لدينا nسماعة فان

$$\frac{1}{Zs} = \frac{1}{Z1} + \frac{1}{Z2} + \frac{1}{Z3} + \cdots + \frac{1}{Zn}$$

الاستطاعة المكافئة

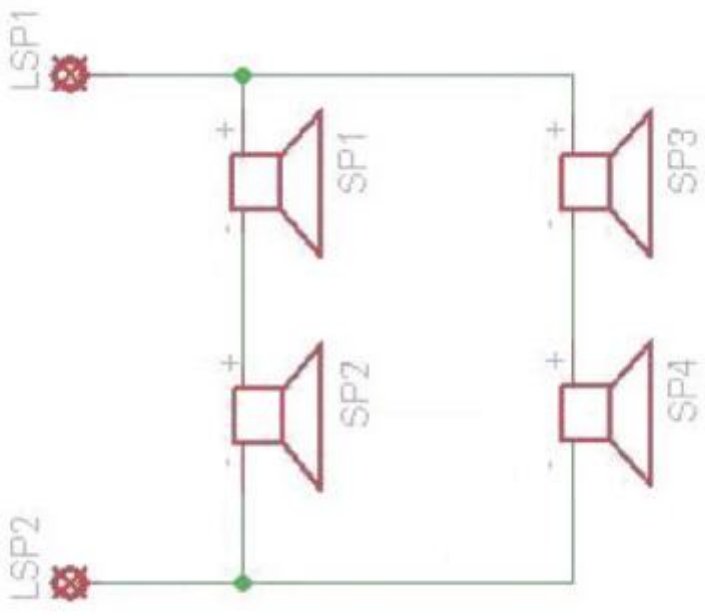
$Ps = P1+P2+P3$

اذا كان $P1=P2=P3$ فان $Ps = 3P1$

ولو كان لدينا n سماعة فان : $Ps = nP1$

١-٣-٣ طريقة الربط المركب :

يتم اللجوء الى ربط السماعات بالشكل المركب والمختلط من اجل الحصول على ممانعة مكافئة مناسبة لممانعة خرج المكبر والشكل (١-٢٨) يبين طريقة الربط المركب .



الشكل (١-٢٨) طريقة الربط المركب

الدائرة المكافئة :

$$Z_s=\frac{(Z1+Z2)(Z3+Z4)}{Z1+Z2+Z3+Z4}$$

اذا كان

$Z1 = Z2 = Z3 = Z4$ فان ZS = Z1

الاستطاعة المكافئة

Ps = P1+P2+P3+P4

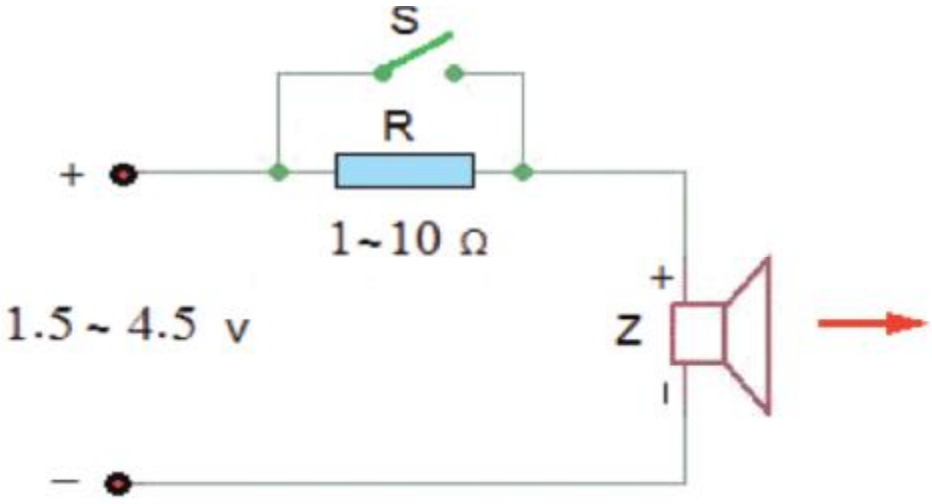
اذا كان P1=P2=P3=P4 فان Ps = 4 P1

ولو كان لدينا n سماعة فإن : Ps = n P1

وبناء على عدد السماعات المطلوب نقوم بتجربة عدة طرق لتوزيعهم بالتخطيط على ورقة واجراء الحسابات حتى يتم التوصل لاختيار القيم المناسبة للسماعات من حيث الدائرة المكافئة والإستطاعة المطلوبة .

ملاحظة :

لتجربة الإشارة عند ربط السماعات يجب ان يتم مع الاخذ بعين الاعتبار القطبية المبينة على كل سماعة والمشار اليها باشارة (+) او (-) وهذا ما وضحناه فى الاشكال السابقة ، أما عند عدم وجود قطبية للسماعة فعلينا تحديدها قبل القيام بعملية الربط من خلال عملية اختيار بسيطة كما هو موضح ومبين فى الشكل (١-٣٩)



الشكل (١-٣٩) طريقة قياسية لتحديد قطبية سماعة مجهولة

١-٣-٤ طريقة الربط اعتماداً على الجهد

أنواع الربط السابقه كانت هى المستخدمة فقط ، ولكن حالياً تم ايجاد طريقة جديدة لتوصيل السماعات على أساس الجهد (المعروف فى السوق بنظام الترانس) وغالباً ما يستخدم للسماعات الخارجية

أجهزة تكبير الصوت المستخدمة فى القاعات الكبيرة والمسارح والمساجد تحتوى فى خرجها على عدة منافذ وكل منفذ مصمم بنظام محدد (الأوم أو الجهد) ويتم توصيل السماعات بالطريقه المناسبة .

فالمنفذ المصمم بطريقة الجهد يكتب بجانبة كجهد الخرج (٢٥ V او ٧٠ V او ١٠٠ V) و يربط عليه سماعة مزودة بمحول طرفه الإبتدائى يوصل مع المنفذ والطرف الآخر مع السماعة ويمكن وصل عدة سماعات على التوازى مع مراعاة عدم تجاوز استطاعة المجموع لاستطاعة هذا المخرج .

اذا لم تتوفر لدينا سماعات مزودة بمحول فيمكن ربط سماعات على التوالى بشكل مدروس فيتوزع الجهد على هذه السماعات واذا كان للمكبر عدة مخارج فيتم اختيار المخرج ذى الجهد الأقل .

يبين الشكل (١-٤٠) اللوحة الخلفية لمكبر صوت يعمل بهذين النظامين حيث المنفذين العلويين خرجهما عالى لذلك يتم توصيل السماعات ذات المحول عليهما بالتوازى أو سماعات الأوم بالتوالى ، و المنفذين الأسفلين خرجهما منخفض لذلك يتم توصيل سماعات الأوم بهما.

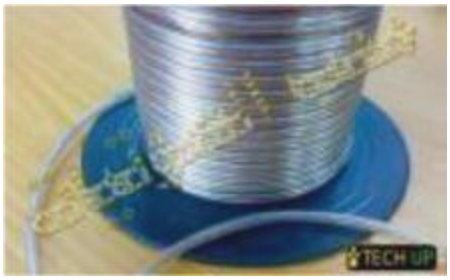
الشكل (١-٤٠) مخرج مكبر صوت يحتوى على مخرجين مختلفين

١-٣-٥ أسلاك التوصيل :

يمكن إستخدام أى نوع من الاسلاك اذا كانت المسافة قصيرة (أقل من متر) ، اما اذا كانت المسافة كبيرة فيفضل استخدام كابلات محورية مشابهة للكابلات الموضحة فى الشكل (١-٤١)

الشكل (١-٤١) كابلات محورية مستخدمة للصوت

بالنسبة لأسلاك السماعات الخارجية (الهورنات) فيجب استخدام الأسلاك الشفافة الموضحة فى الشكل (١-٤٢) وذلك لأنها مصنوعة من الليف فلا تتأثر بالعوامل الجوية (حرارة الشمس والرطوبة والامطار) بينما الأسلاك العادية سرعان ماتتلف لأنها مغطاة بالبلاستيك ومع أشعة الشمس تقسو ثم تتقشر وتتلامس الأسلاك ، وهذا يؤدى الى احتراق السماعات واحيانا مكبر الصوت ايضا كما يجب تركيب الغطاء العازل على الأسلاك لحمايتها أكثر من الجو وبالتالى زيادة عمرها الافتراضى .



الشكل (١-٤٢) الاسلاك الشفافة

١- ٣- ٦ مخرج (جاكات) التوصيل : يوجد نوعين من المنافذ التى تستخدم لتوصيل السماعات مع الأسلاك المستخدمة ، فبعض الاجهزة يوجد بها منافذ من النوع الثانى وبعضها يوجد فية منافذ من النوعين معأ والأفضل إذا وجد فى الجهاز منافذ من النوعين وهى موضحة فى الشكل (١-٤٣)

الشكل (١-٤٣) مخرج التوصيل

١-٣-٧ المرشحات المستخدمة للسماعات :

أ – مفهوم المرشحات :

غالبا ما نلجأ الى استخدام اكثر من سماعة واحدة فى علبة السماعات والهدف ليس فقط توزيع استطاعة خرج المكبر على اكثر من سماعة بل الهدف الاساسى هو توزيع الاستطاعة الصوتية تبعاً لترددتها بحيث تقوم كل سماعة على حدة بنقل جزء محدد من حزمة الترددات الصوتية ولهذا الامر اهمية كبيرة وذلك لصعوبة تصميم سماعة واحدة قادرة على نقل جميع الترددات الصوتية دون احداث تشوية فيها . وبهذا نستطيع ايضا تصميم دائرة ذات استطاعات اعلى وبعبارة اخرى يمكننا القول بان تقسيم حزمة الترددات الى عدة اقسام واعطاء كل قسم لسماعة مستقلة يقلل كثير من التشوهات الترددية التى يمكن ان تحدث دون وجود هذا التقسيم . وتوضع عادة فى علبة السماعات سماعتان او ثلاث او حتى اربع فى بعض الحالات التى تتطلب دقة عالية فى نقل الاصوات الى اذن المستمعين كما ان تشغيل كل سماعة فى المجال الترددى الخاص بها يجعلها اكثر كفاءة ويزيد من مردودها .

إن أرخص الطرق وأبسطها لتحقيق هذا الغرض هو استخدام دائرة خاصة تسمى المرشحات L C وهى عبارة عن دائرة تعتمد فى عملها على علاقة اعاقة العناصر الالكترونية (الملفات والمكثفات) بتردد الاشارة المارة خلاله .

فكما نعلم من دراستنا السابقة ان اعاقة الملف تعطى بالعلاقة الاتية : $FL\ XL= WL= 2\pi$

حيث :

L: طول الملف الذاتى ويقاس بالهنرى

W: السرعة الزاوية وتعطى من العلاقة $W = 2\pi f$

π : ط عدد ثابت ٣,١٤

F: التردد ويقاس بالهرتز.

يلاحظ من العلاقة السابقة وبوضوح ان اعاقة الملف XL تتعلق بتردد التيار المار به حيث تتناسب الاعاقة طرديا مع التردد .

فاذا زاد التردد ازددات اعاقة الملف والعكس صحيح وهذا يعنى بعبارة اخرى ان اعاقة الملف تساوى الصفر عند مرور التيار المستمر (لان تردد التيار المستمر يساوى الصفر) وتأخذ قيمة كبرى عند الترددات العالية .
كما نعلم ايضا ان اعاقة المكثف تقاس بالعلاقة الآتية :

$$X_C = \frac{1}{WC} = \frac{1}{2\pi f C}$$

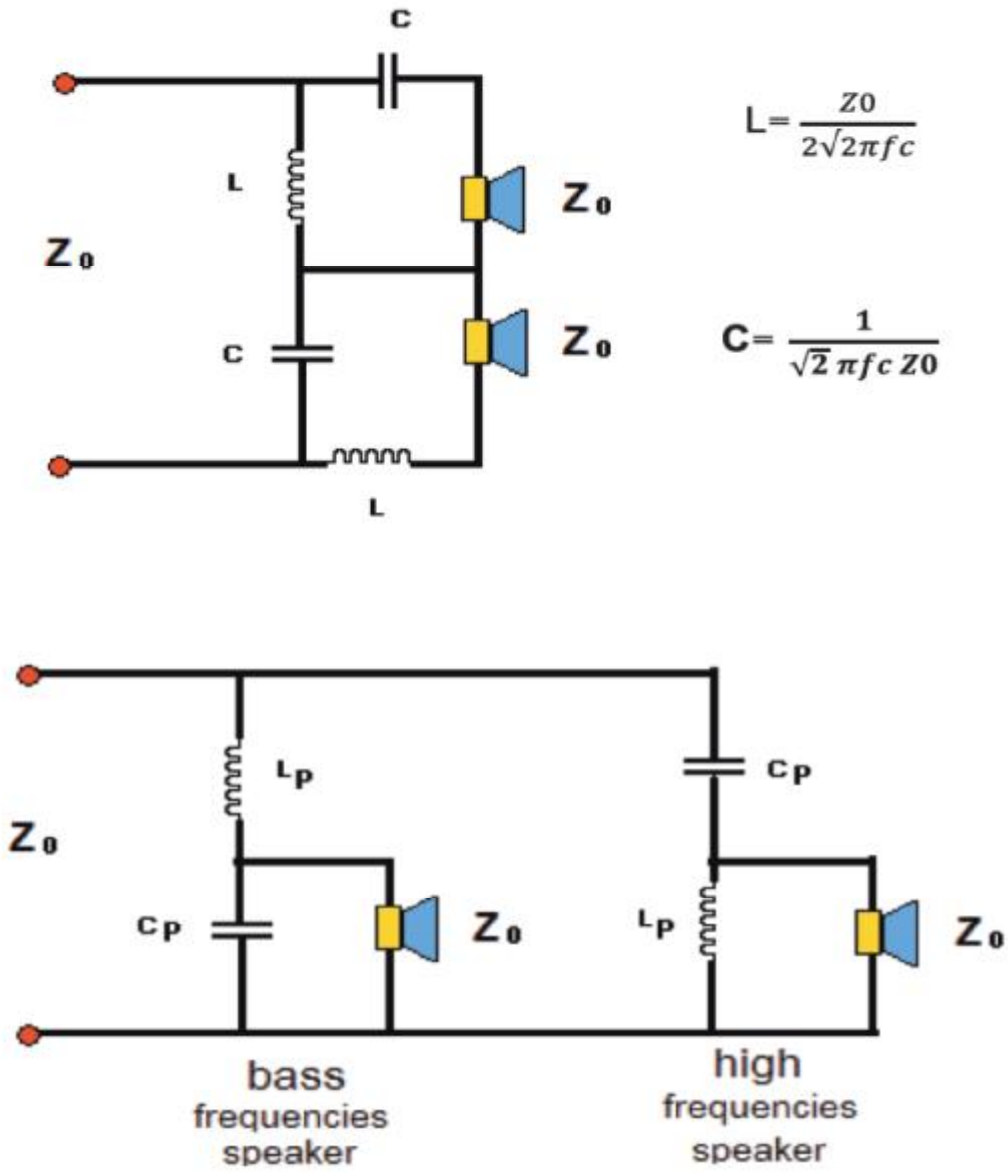
حيث C : سعة المكثف وتقاس بوحدة الفاراد

نلاحظ من هذه العلاقة أن إعاقة المكثف Xc تتعلق أيضا بتردد تيار الاشارة المارة عبره ، فكلما انخفض تردد الاشارة كلما ازدادت اعاقته، الى أن يتغير مقاومة لانهائية بالنسبه للتيار المستمر (ذى التردد صفر) لذلك نقول أن المكثف لايسمح بمرور التيارات المستمرة عبره بل يشحن بها فقط.

نستنتج مما تقدم أنه يمكننا بنجاح استخدام هذين العنصرين (الملف والمكثف) فى دوائر الترشيح التى نريد بمساعدتها فصل بعض الترددات عن بعض الترددات الأخرى ،وهذا ما يحدث عملياً بالرغم من المساوئ الكبيرة التى تتصف بها هذه الدوائر ، وهى أن منحنى الإستجابة لايكون حادا بالدرجه التى نتمناها ، ولكن يمكن التغلب على هذه السلبية باستخدام عدد أكبر من الملفات والمكثفات . وفيما يلى بعض الأمثلة عن الدوائر (LC) البسيطة المستخدمة عمليا فى علب السماعات ، ومن ثم ننتقل الى الدوائر الأكثر تعقيداً والتى تحقق شروط ترشيح أفضل .

ب-المرشحات الأساسيه :

يبين الشكل (١- ٤٤) دائرتين أساسيتين تستخدمان بكثرة لتصميم علب السماعات التى تحتوى على سماعتين فقط ، وتقسم الترددات الصوتية المراد بثها من العلبة الى جزئين فقط ، و يلاحظ أن الشكل (١ـ٤٤ـ أ) يبين توصيلا على التوالى ويبن الشكل (١-٤٤- ب) توصيلا على التوازى للسماعات ويوجد بجانب كل شكل العلاقات الرياضية اللازمة لحساب قيم عناصر المرشحات .



الشكل (١ـ٤٤)

$$L_P = \frac{Z0}{\sqrt{2}\,\pi\, fc}$$

$$C_P = \frac{1}{2\sqrt{2}\,\pi\, fc\, Z0}$$

نحصل على العناصر بوحدات الفاراد والهنرى اذا عوضنآ عن قيم المقاومات بالأوم والتردد بالهرتز.

وحيث :

Zo : الممانعة الكلية (محصلة الممانعة لكافة السماعات المربوطة).

L: عامل التحريض الذاتى للملف المربوط على التوالى.

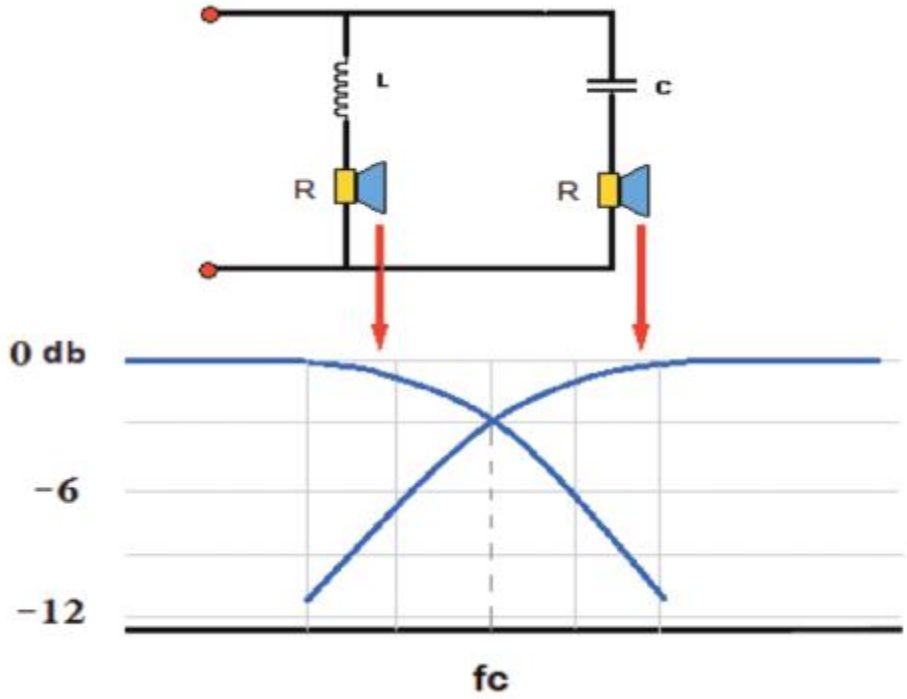
Lp: عامل التحريض الذاتى للملف المربوط على التوازى.

C: سعة المكثف المربوطة على التوالى .

C: سعة المكثف الربوط على التوازى .

Fc: التردد التقاطعى .

يقصد بالتردد التقاطعى التردد الذى عنده يلتقاطع منحنيا الإستجابة لكل جزء من أجزاء الحزمة الكاملة مبين بالشكل (١-٤٥).



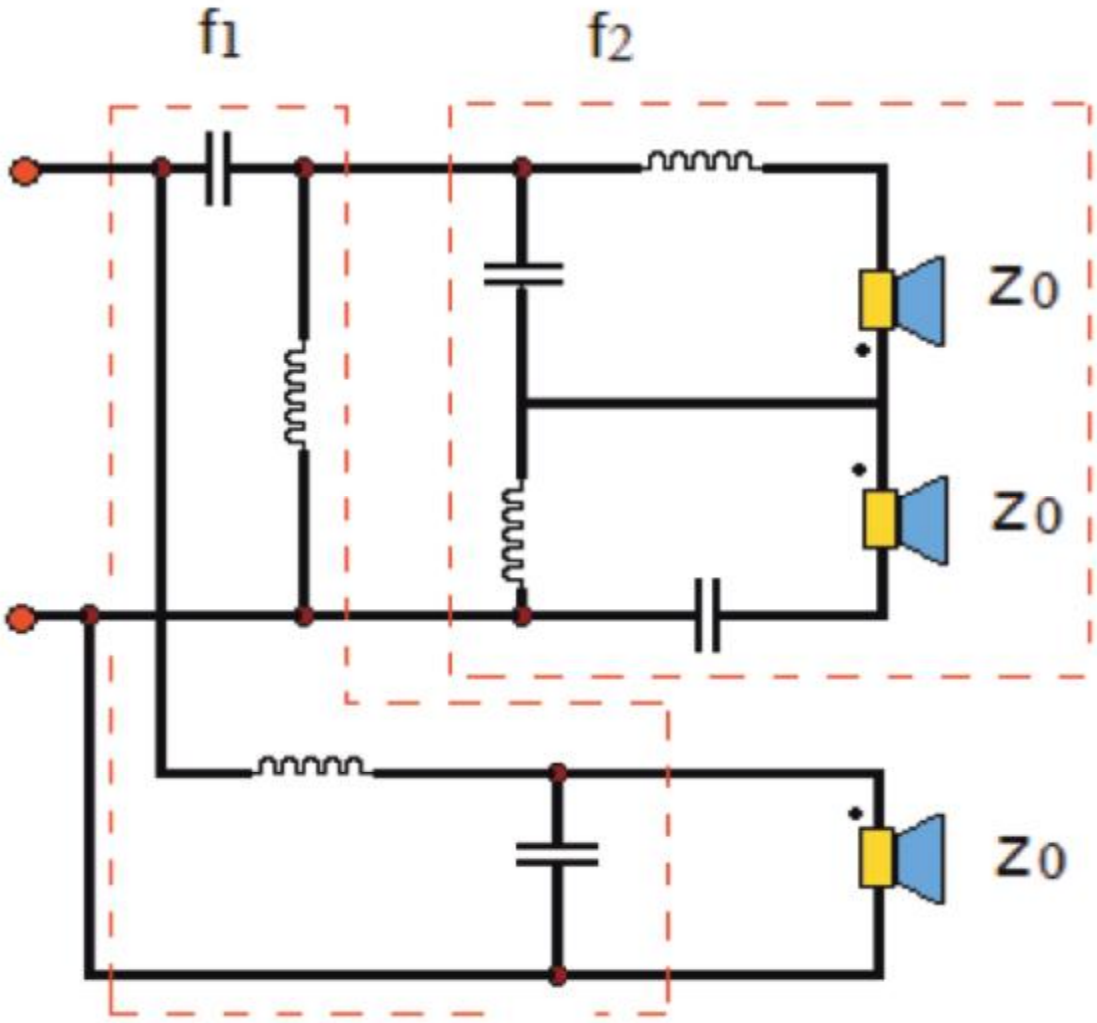
الشكل (١- ٤٥) منحنيآ الإستجابة لمرشحين (تردد عالى وتردد منخفض) ويظهر التردد التقاطعى

إن لقطبية السماعات التى نريد ربطها بواساطة المرشحات أهمية بالغه هنا ، لأن الملفات والمكثفات تتمتع بخاصية تأخير أو تقديم صفحة الأشارة . لذلك يجب الإنتباه جيدا لموضوع القطبية . وإذا لم يكتب على السماعه اشارة (+) ، (ــ) فيشار بنقطة سواده الى جانب أحد أقطاب السماعة للدلالة على القطب الموجب ، ويلاحظ من الشكل (١ــ٤٦) أنه من غير الضرورى ربط الأقطاب على التوالى الذى تحدثنا عنه فى بحث ربط السماعات بل يجب جعل قطبية الربط لكل سماعة بالسماعة الأخرى اعتمادا على دراسة مفصلة لصفحة الاشارة الواصلة الى تلك السماعة

حـ ــ مرشح يحوى ثلاثة سماعات :

يبين الشكل (١ـ٤٦) توصيل ثلاثة سماعات بحيث يمكن حساب قيم عناصر الدائرة بالإعتماد على العلاقات الرياضية

لاحظ أن هذه الدائرة تحوى على ثلاثة سماعات وتم تقسيم حزمة الترددات الى قسمين فقط f1 و f2

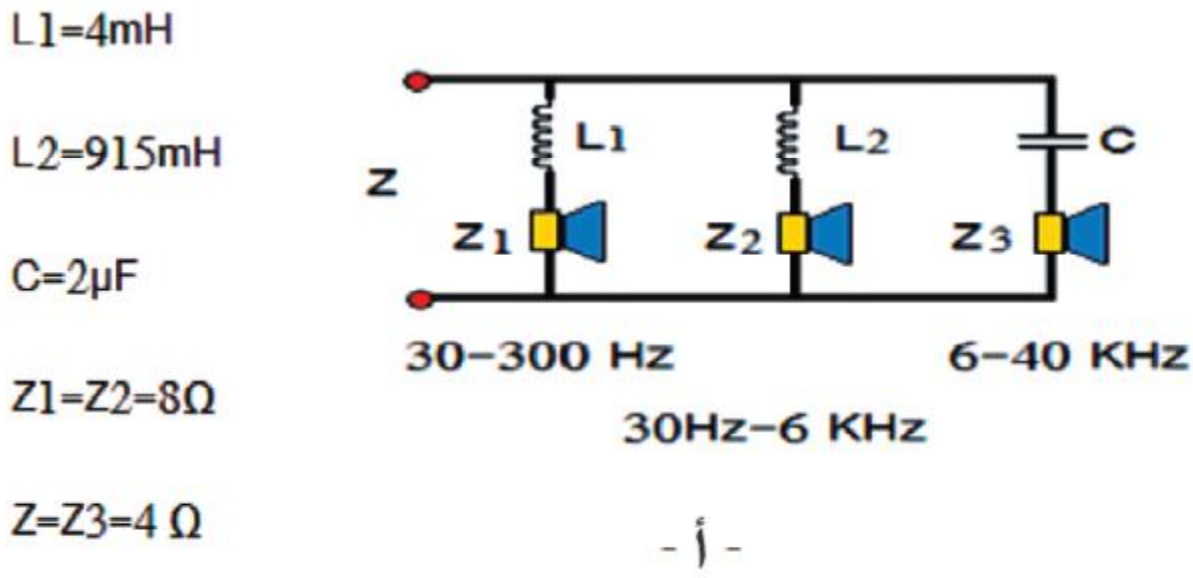


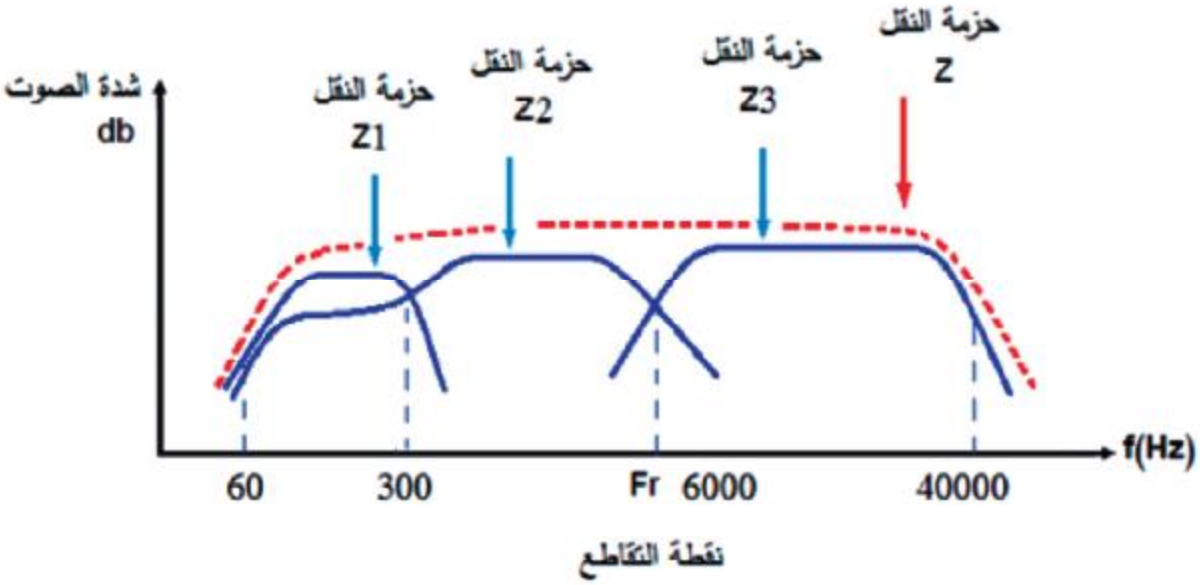
الشكل (١ـ٤٦)

خ ـ أمثله لمرشحات عملية مستخدمة فى علب السماعة :

مثال (١) :

يبين الشكل (١ـ٤٧ ـ أ ـ ب) كيفية تجزىء حزمة الترددات وتوزيع الصوت الى عدة سماعات كل حسب مجال عملها ، اضافة الى القيم العملية للعناصر الموجودة فى الدائرة، كما لكل فرع من الدائرة والدوائر ككل.

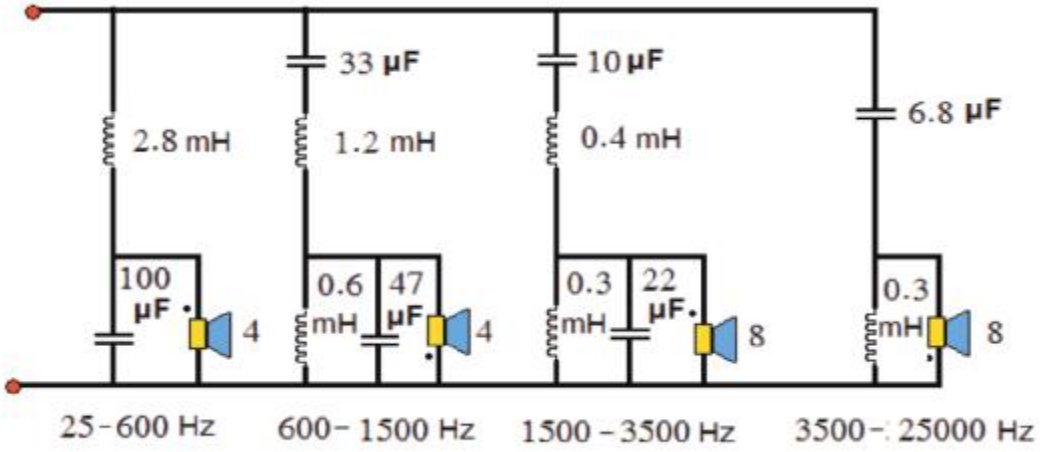




الشكل (١-٤٧) منحنى الإستجابة لدائرة مرشح بثلاث حزم للترددات

مثال (٢) :

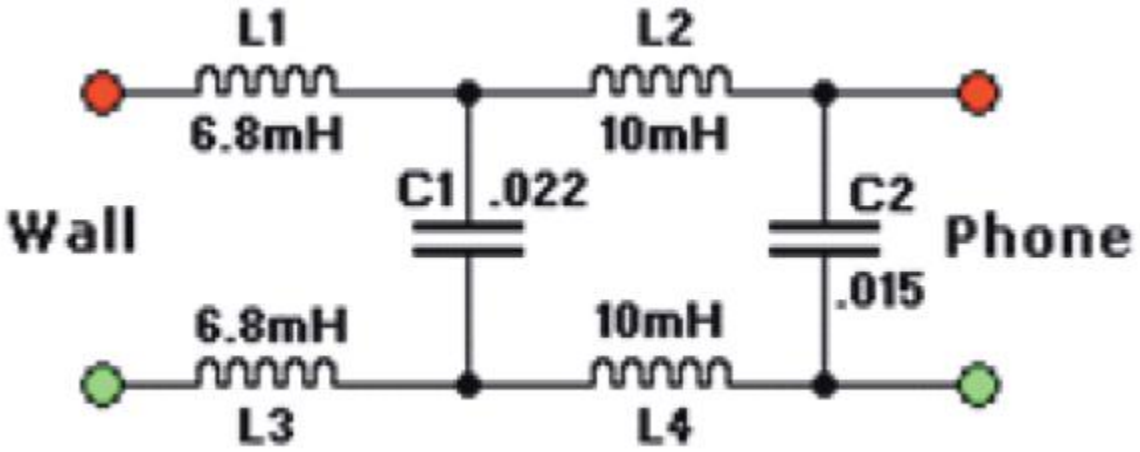
يبين الشكل (١ـ٤٨) دائرة ترشيح مستخدمة فى علبة سماعات نوع Vigo ذات الابعاد 27×31.5×55 cm والممانعة الكلية للدائرة 4Ω واستطاعة العلبة من 100الى 250 W وحزمة الترددات لهذا العلبة من ٢٥ الى ٢٥٠٠٠ هرتز



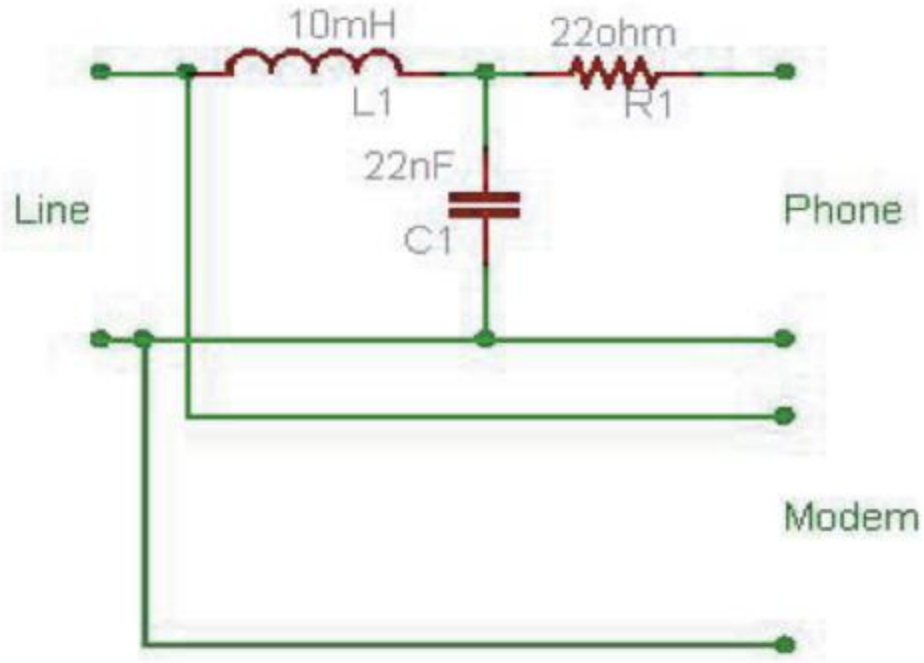
الشكل (١-٤٨) دائرة ترشيح مستخدمة فى علبة سماعات نوع Vigo

مثال (٣)

يبين الشكل (١-٤٩) دائرة ترشيح لصوت الهاتف واللتان تستخدمان للتخلص من الضجيج الحاصل عند الاشترك بخدمة ADSL



- أ -



- ب -

الشكل (١-٤٩) دائرة ترشيح لصوت الهاتف عند الاشترك بخدمة ADSL

١-٣-٨ أجهزة تحسين بث الصوت (علبة السماعات المغلقة)

- السماعة كدائرة بث صوت:

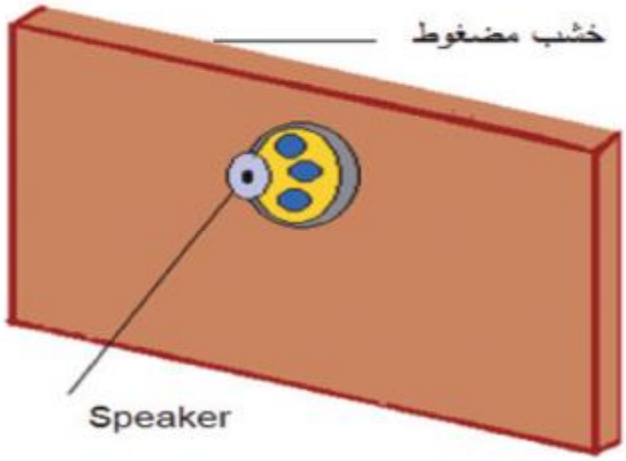
إن السماعة بحد ذاتها غير قادرة على تحديد الهدف المطلوب منها وذلك نظرا للمردود السيى جدا الذى تعطية وخاصة فى مجال الترددات المنخفضة وكلما أردنا بث اصوات ذات أمواج أطول (ذات ترددات ادنى) بواسطة سماعة غشاؤها اقل مساحة كلما كان المردود اقل وظروف البث اسوأ.

ذلك لأن صغر مساحة غشاء السماعة بالنسبة لطول الموجة المراد بثها يولد على جانبى الغشاء أمواجا كروية تكون عند أحد الجانبين معاكسة للأمواج بعضها بعضا وبالتالى لايصدر أى صوت عن السماعة بالرغم من تحرك غشائها .

وتسمى هذه الظاهرة بالقصر السمعى Acoustic short لذلك كان الهدف من تصميم علب السماعات هو تحسين التوافق بين السماعة والهواء المحيط بها بهدف زيادة المردود من جهة وتجنب ظاهرة القصر السمعى من جهة أخرى .

جدار الصوت المستوى The infinite baffle

رأينا مما تقدم أنه لكى نتمكن من بث الأصوات ذات التردد المنخفض ولكى نتغلب على ظاهرة القصر السمعى نحتاج لسماعة ذات أبعاد هندسية كبيرة ولتحقيق المساحة الكبيرة عمد فى بادىء الأمر الى صناعة مايسمى جدار الصوت المستوى وهو عبارة عن مستوى من الخشب المضغوط ذو أبعاد هندسية معينة تركب عليه السماعة كما فى الشكل (١-٥٠) ولكن هذا الحل لم يكن عمليا لأنه تبين أن بث صوت يبلغ تردد القطع السفلى له ٢٥٠ هرتز يحتاج لجدار صوت مستوى بمساحة 0.5 m2 اما بث الصوت ذى تردد القطع السفلى ٥٠ هرتز يحتاج لمساحة تصل الى 12 m2



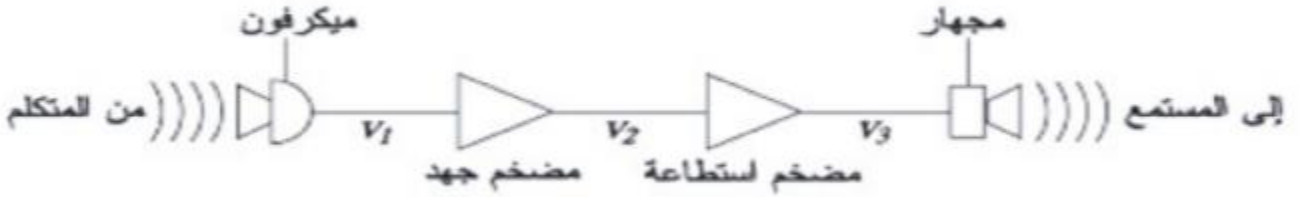
الشكل (١-٥٠) جدار الصوت المستوى

١-٤ مكبرات (مضخمات) الصوت

مكبر الترددات الصوتية او المكبر السمعى Audio Amplifier هو مكبر الكترونى يقوم بتكبير الاشارات ضمن المدى الترددى السمعى Audio Frequency Range الواقع فى المدى المحصور بين ٢٠ هرتز و٢٠٠٠٠ هرتز

نظرية عمل المكبر السمعى ودائرتة :

يتكون المكبر السمعى عادة من مكبر جهد Voltage Amplifier ومكبر استطاعة ويمكن ان يصمم كمكبر متكامل يشتمل ضمنا على مراحل تكبير جهد ومراحل تكبير استطاعة .



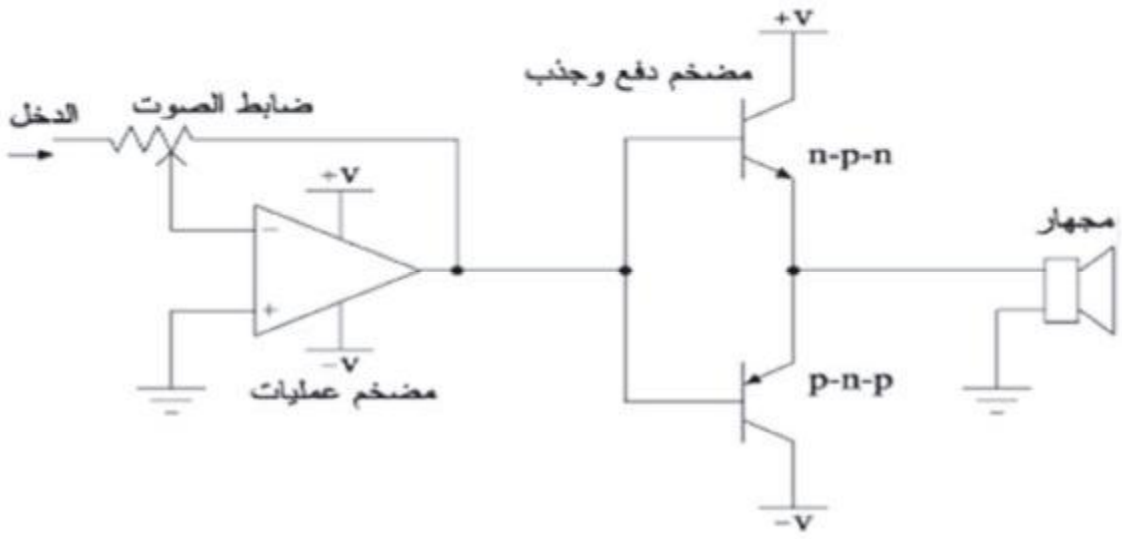
الشكل (١-٥٥) نظام بسيط لتقوية الصوت

تتضح وظيفتا مكبر الجهد السمعى ومكبر الاستطاعة السمعى من خلال الشكل (١-٥٥) الذى يمثل أبسط دائرة لتقوية الصوت ويتألف من ميكروفون صوتى Microphone ومكبر جهد ثم مكبر استطاعة ويتبعة سماعة Loudspeaker.

يقوم الميكرفون بتحويل صوت المتكلم الى إشارة صوتية أو سمعية Audio signal ويرمز بـ V1 للقيمة الفعالة او المنتجة لجهد خرج (الميكروفون) وتكون قيمة V1 عادة بين ٠,١ و ١٠ ميلى فولت

صممت المكبرات السمعية قبل ابتكار الترانزستور عام ١٩٤٧ باستخدام الصمامات الالكترونية وبدأ استخدام الترانزستورات فى المكبرات السمعية بعد عام ١٩٥٠ بديلا عن الصمامات وأصبحت معظم مراحل التضخيم ترانزستورية بعد مطلع السبعينات من القرن العشرين . وبدأ انذاك ايضا الاعتماد المتزايد على الدوائر المتكاملة Integrated Circuits وخصوصا مكبر العمليات Operational Amplifiers لتصميم المكبرات السمعية .

وانتجت لاحقاً الدوائر المتكاملة خصصت للعمل كمكبرات سمعية بعد اضافة مقاومات ومكثفات خارجية لها .



الشكل (١-٥٦) مضخم سمعى يستخدم فيه مكبر عمليات ومكبر دفع وجذب بترانزستورين

لتصميم معظم مراحل التكبير فى المكبرات السمعية الترانزستورية تستخدم ترانزستورات من نوع BgT (اى ترانزستورات ثنائية القطبية) ويقتصر استخدام الترانوستورات من نوع FET (اى ترانزستورات تأثير المجال الحلقى) عادة على أول مرحلة تكبير فى بعض مكبرات الجهد السمعية ومرحلة الخرج فى بعض مكبرات الاستطاعة السمعية .

تطبيقات على المكبر السمعى :

تستخدم المكبرات السمعية فى كل التجهيزات الصوتية (السمعية) المخصصة للاستخدامات المنزلية ومختلف التطبيقات التجارية والصناعية وتجهيزات الاتصالات والاذاعة والتليفزيون وصالات الحفلات والمسارح وغيرها

ومكبر الترددات الصوتية او المكبر السمعى Audio Amplifier هو مكبر الكترونى يقوم بتكبير الاشارات ضمن المدى الترددى السمعى AUDIO frequency Range الواقع بين نحو ٢٠ هرتز و٢٠٠٠٠ هرتز .

حيث تقوم دائرة تكبير الصوت بتحويل استطاعة التيار المستمر المأخوذة من وحدة التغذية الى استطاعة صوتية ويمكن أن تتألف هذه الدوائر من ترانزستورات او دائرة متكاملة كما تتم عملية التكبير على عدة مراحل أهمها مرحلة الخرج (مرحلة تكبير الاستطاعة) .

إن معظم مكبرات الصوت ذات الاستطاعات العالية تعمل بمرحلة خرج تسمى دفع – جذب من النصف AB او B لكون مردود استطاعة هذه الدائرة يعتبر عالياً نسبياً حيث تصل قيمته النظرية الى 78.5 % و لكن عمليا تتروح هذة القيمة بين (٧٠ % الى ٧٥ %) فقط .

ونستطيع من الفكرة السابقة استنتاج الحقيقة الآتية :

لكى نصنع مكبر صوت باستطاعة خرج N وات يجب ان تكون وحدة التغذية قادرة على اعطاء مايترواح بين (١,٣٤ – ١,٤٣) N وات .

وبعبارة اخرى لكى نصنع مكبر صوت باستطاعة ٢٠٠ وات يجب ان تترواح استطاعة وحدة التغذية بين ٢٦٨ – ٢٨٦ وات مضافا الى ذلك طبعا الاستطاعة التى تتطلبها المراحل الاولية المختلفة للمكبر (كمراحل تكبير الجهد ومراحل القيادة) مع العلم أن هذه الاستطاعة تمثل جزاء يسيراً من استطاعة خرج المكبر .

ومن الجدير بالذكر هنا أنه عند التصميم يجب الأخذ بعين الاعتبار احتمال انخفاض جهد الشبكة العامة التى تمد المكبر بالتغذية اللازمة، ذلك الانخفاض الذى يترواح بين (١٠ الى ١٥%) من القيمة المفترضة .

لذلك يجب تنظيم (تثبيت) جهد الخرج لوحدة التغذية وإلا توجب علينا الأخذ بالحسبان الانخفاض الذى ستعانى منه استطاعة خرج المكبر نتيجة انخفاض جهد الشبكة العامة . ويجب أن ننوه الى أنه يتوجب على العناصر الالكترونية الموجودة فى المرحلة النهائية للمكبر أن تتميز بالقدرة على اشعاع الحرارة الناشئة فيها حيث أن قيمة المردود لايتجاوز ال ٧٥% عمليا .

أى أن ربع الاستطاعة المسحوبة من وحدة التغذية او حتى فى بعض الحالات ثلثها تتحول الى استطاعة حرارية تعمل على تسخين ترانزيستورات الخرج ، وماتبقى من الاستطاعة فقط هو الذى يتحول الى استطاعة صوتية .

لذا يجب دائما التخلص من هذه الحرارة التى قد تتلف ترانزستورات الخرج وتؤدى الى إنهيارها ويتم التخلص من هذه الحرارة عن طريق تثبيت الترانزستورات الموجودة فى مرحلة تكبير الاستطاعة على اجسام مبردة (مشعات حرارية) تصنع عادة من الألومينوم لما لهذا المعدن من خواص تبريد وإشعاع جيدة ، إضافة الى خفة وزنه .كما يتم التبريد احياناً بمساعدة مراوح كهربائية .

مكبرات الصوت

١-٤-١ المخطط الصندوقى لمكبر الصوت :

اذا ألقينا نظرة عامة على اى مكبر صوت عملى نجده يحتوى على عدد من المراحل يمكن تقسيمها على النحو الاتى

١- مرحلة تكبير أولى Pre Amplifier

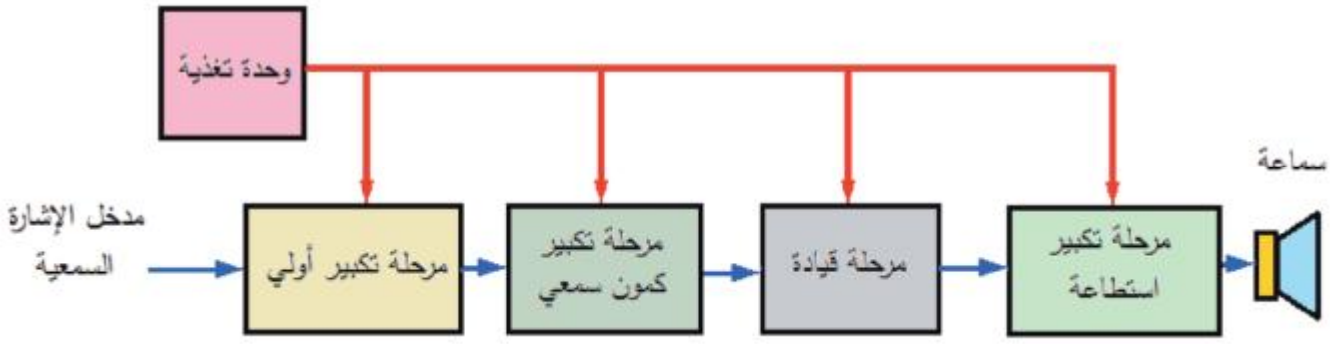
٢- مرحلة تكبير سمعى Audio Amplifier

٣- مرحلة قيادة Driver Stage

٤ - مرحلة تكبير استطاعة ، او مرحلة الخرج Power Amplifier

وجميع هذه المراحل تحصل على التغذية المستمرة المطلوبة من وحدة تغذية خاصة مثبتة ومنظمة بحيث تحافظ على تغذية هذه المراحل بالجهود المستمرة المختلفة الثابتة القيمة وغير المتأثرة بتغير الحمل .

ويبين الشكل (١-٦١) المخطط الصندوقى لأى مكبر صوت عملى ويلاحظ إحتواء المخطط على المراحل المذكورة أعلاه وبالتسلسل المنطقى لها وسنعطى فكرة عملية لكل مرحلة من هذه المراحل على حدة .



الشكل (١-٦١) المخطط الصندوقى لمكبر الصوت

١-٤-٢ مرحلة التكبير الأولى :

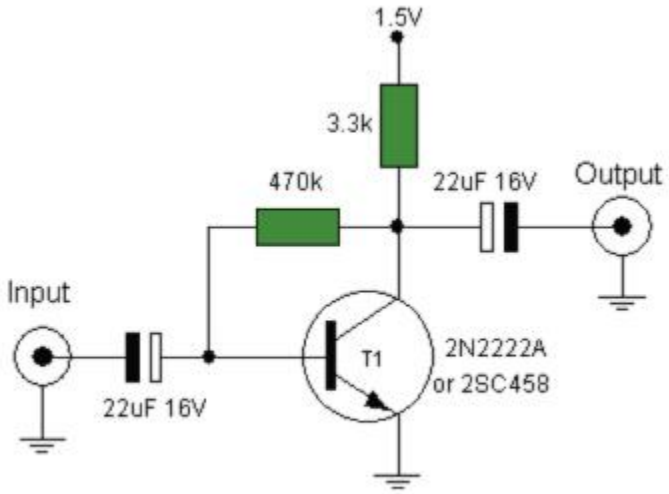
تنحصر مهمة هذه المرحلة فى اكثر الحالات فى تأمين ممانعة دخل عالية نسبيا للمكبر ككل (تأمين التوافق فى الممانعات بين ممانعة خرج منبع الصوت كالميكروفون مثلا وبين ممانعة دخل المكبر) لكى لايصبح المكبر وكأنه حمل كبير بالنسبة لمنبع الصوت .

ففى حالة المكبرات الترانزستورية يمكن تحقيق ممانعة دخل تصل الى عدة عشرات او حتى عدة مئات من الكيلو أوم دون أية صعوبة تذكر وذلك باستخدام دائرة ترانزستور توصلة مجمع مشترك مثلاً وتجدر الاشارة هنا الى ان ترانزستورات تأثير المجال FET تتميز بممانعة دخل عالية .

يجب على المكبر الأولى تحقيق قيمة معينة من التكبير الخطى الخالى من التشويه ويتم تحقيق هذا بالتصميم الجيد للدائرة وبالاختبار المناسب للعناصر الالكترونية المستخدمة فى تلك المرحلة وهذا ما يدعى بالمكبرات ذات الأمانة العالية Hi Fi.

ويمكن فى دوائر التكبير الترانزستورية استخدام محول توفيق أيضا بهدف توفيق ممانعة دخل المرحلة الأولية مع ممانعة خرج منبع الاشارة الذى يكون الميكروفون عادة .

ويبين الشكل (١-٦٢) مكبر جهد أولى يحتوى فى مدخله على محول توفيق.



الشكل (١-٦٢) مكبر جهد أولى

ويلاحظ استخدام توصيلة الكاسكاد بين الترانزستورين لما لهذه التوصيلة من عامل تكبير معقول ونسبة ضجيج ذاتى منخفضة .

تكون نسبة تحويل المحول فى مثل هذه الدوائر ($\frac{5}{1}$) ويصل عامل التكبير الى (١٠) تقريباً . لذلك نجد أن عامل التكبير الكلى للدائرة يصل الى (٥٠) مرة .

كما امكن تحقيق ممانعة دخل تساوى ٢٠ ك اوم وذلك نظراً للتغذية العكسية السالبة التى تحدثها المقاومة ٢٧٠ اوم الموجودة فى دائرة الترانزستور T1

ويبين الشكل (١ - ٦٣) محول دخل مكبر صوت اولى PreAmplifier يقوم بتكبير اشارة ميكروفون من النوع الديناميكى Dynamic microphone ويتم صناعة المحول وفق المواصفات الآتية لكى يعمل بدون تشويه حتى عند الاشارات ذات الإتساع الكبير نسبياً .

مكونات المحول:-

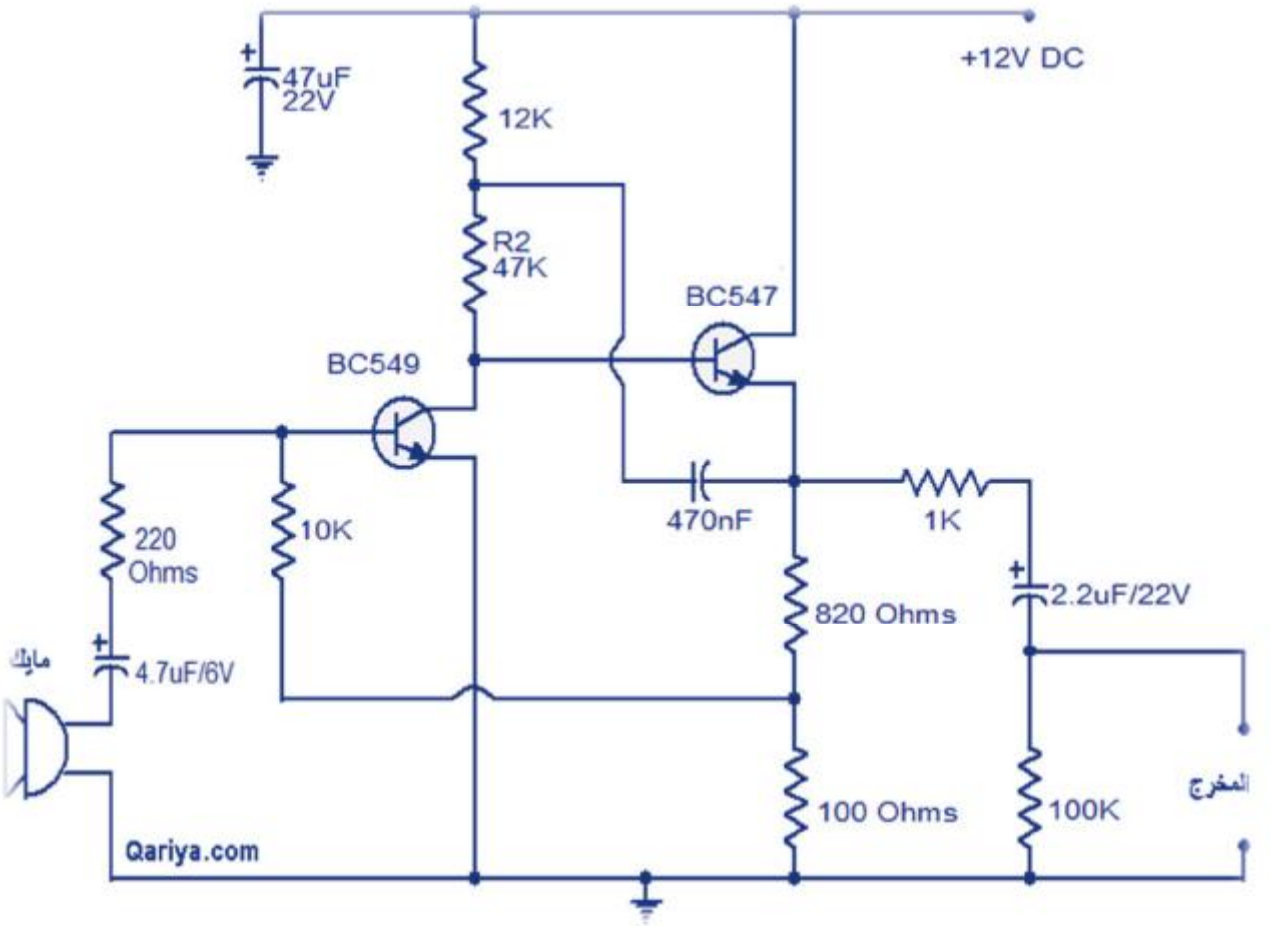
١- مساحة مقطع الحديد .

٢ - عدد لفات الملف الابتدائى بطريقة السلك المزدوج .

٣- عدد لفات الملف الثانوى لفة واحدة .

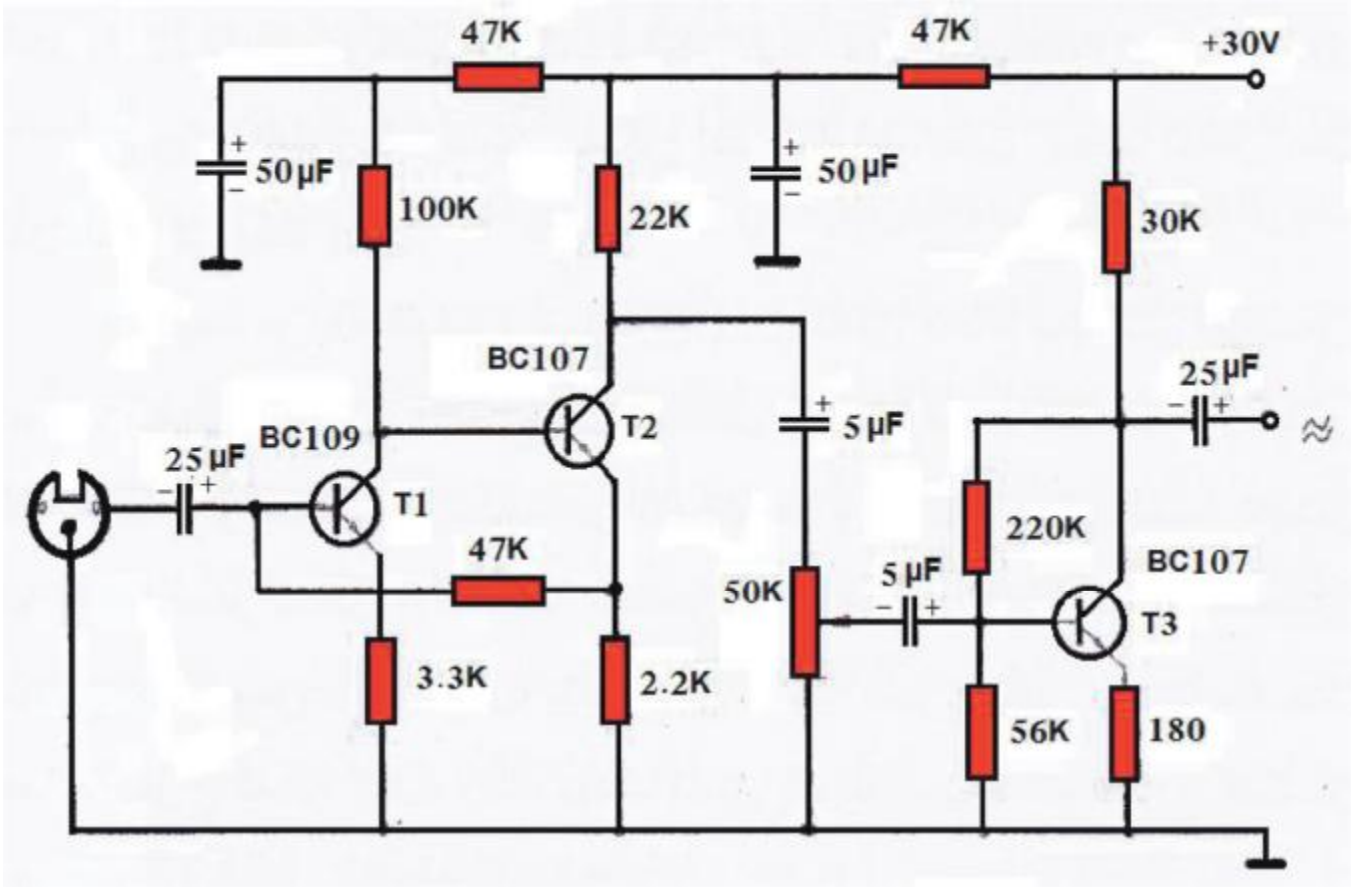
ويمكن القول أنه عند استخدام ترانزستورات السيليكون ذات الضجيج المنخفض يمكن تصميم مكبرات جهد أولى ومراحل تكبير الجهد السمعى دون اللجوء الى استخدام محول توافق للتوفيق بين دائرة الدخل والميكروفون مع تأمين قيمة عالية لنسبة الاشارة الى الضجيج $\frac{S}{N}$ كما فى الشكل (١ - ٦٤) حيث نحصل على قيمة منخفضة للضجيج بسبب التغذيات العكسية السالبة الكثيرة المستخدمة فى الدائرة من جهة ، وعن طريق ضبط نقطة عمل الترانزستور الأول T1 على تيار عمل ذى قيمة منخفضة من جهة ثانية (١٥٠ ميكرو امبير) .

تتعلق قيمة التغذية العكسية المطبقة فى المكبر الأولى الذى يعمل بالترانزستورين T1 , T2 بالمقاومة الداخلية لمنبع الاشارة (الميكروفون) لذلك نجد أن عامل التكبير لهذه الدائرة يتوافق مع قيمة الجهد الداخل ايضا وفى حال استخدام ميكوفون ذى مقاومة دخل اكبر نحصل على جهد أعلى عندئذ لانحتاج فى هذه الحالة الا الى جهد اقل .



الشكل (١ - ٦٣)

يتمع هذا المكبر بمواصفات جيدة حيث يمكن استخدامه مع محول توفيق او بدونه ذلك لان اتساع الاشارة المتناوبة الموجودة عند مجمع T2 يبقى ثابتا تقريبا عند استخدام انواع مختلفة من الميكروفونات وتصل قيمة الاشارة المتناوبة على مجمع T3 الى مرتبة الجهد لذلك يمكن اعتبار هذا المكبر على انه يحتوى على مكبرجهد أولى ومكبر الجهد السمعى معأ ولقد أختيرت قيمة عالية لجهد التغذية ٣٠ فولت للمحافظة على قيمة منخفضة للتشويه من جهة ولتحقيق منحنى استجابة للترددات أفضل من جهة ثانية ، ويلاحظ استخدام مجموعة من دوائر الترشيح الأولى للمكبر .



شكل (١-٦٤) مكبر أولى بدون محول دخل

كما يلاحظ أن الاشارة الخارجة من مجمع الترانزستور T2 تصل عبر مكثف الربط ٥ ميكروفاراد الى المقاومة المتغيرة التى يمكن اعتبارها كحاكم للصوت ومن ثم تدخل الى دائرة التكبير T3 التى تشكل فيها المقاومتان ٢٢٠ ك اوم و ٥٠ ك اوم مجزىء جهد لتأمين استقطاب قاعدة الترانزستور .

١-٤-٣ مرحلة تكبير الجهد السمعى : -

وتقع على عاتق هذه المرحلة مهمة تحقيق القسط الاكبر من التكبيرالمطلوب من كامل المكبر ويتم تحقيق ذلك عادة باستخدام مرحلة او اكثر من مراحل ترانزستور توصيلة مشع مشترك لما لهذه التوصيلة من قدرة على تحقيق جهد ولما تتمتع به من قيم مناسبة لكل من ممانعتى الدخل والخرج تجعلها صالحة لربط عدة مراحل منها على التوالى من جهة أخرى بحيث تكون النتيجة هى تحقيق قيمة عالية لتكبير الجهد .

١ـ ٤ ـ ٤ مرحلتى الدخل والخرج DRIVER AND POWER STAGES

ان تواجد هاتين المرحلتين معاً فى أغلب دوائر التكبير يجعلنا نناقش عمل المرحلتين فى آن واحد .

إن مهمة مرحلة القيادة هى تأمين إتساع معين للاشارة المكبرة بحيث يكون هذا الإتساع كافيا لتشغيل مرحلة الخرج (تكبير الاستطاعة) اما مهمة مرحلة تكبير الاستطاعة او ماتسمى بمرحلة الخرج فتنحصر بتأمين الاستطاعة العظمى المطلوب اعطاؤها لمقاومة الحمل ، هذا من جهة ومن جهة اخرى يتحتم على مرحلة الخرج تأمين قيمة محددة لممانعة خرج المكبر ككل وذلك بهدف تأمين التوافق بين ممانعة خرج المكبر وبين ممانعة الحمل المتمثلة بالسماعة .

ومن أجل تحقيق الهدف الثانى وهو التوافق فى الممانعات كان لابد فى بادىء الأمر من استخدام محول للخرج يقوم بالتوفيق بين ممانعة خرج الدائرة (التى تعتبر عالية نسبياً) وبين ممانعة السماعة
(التى تعتبر صغيرة نسبياً).
حيث ينتج عن استخدام محول سلبيات عديدة نذكر منها :.

١ـ صعوبة صناعة المحول بنوعية جيدة .

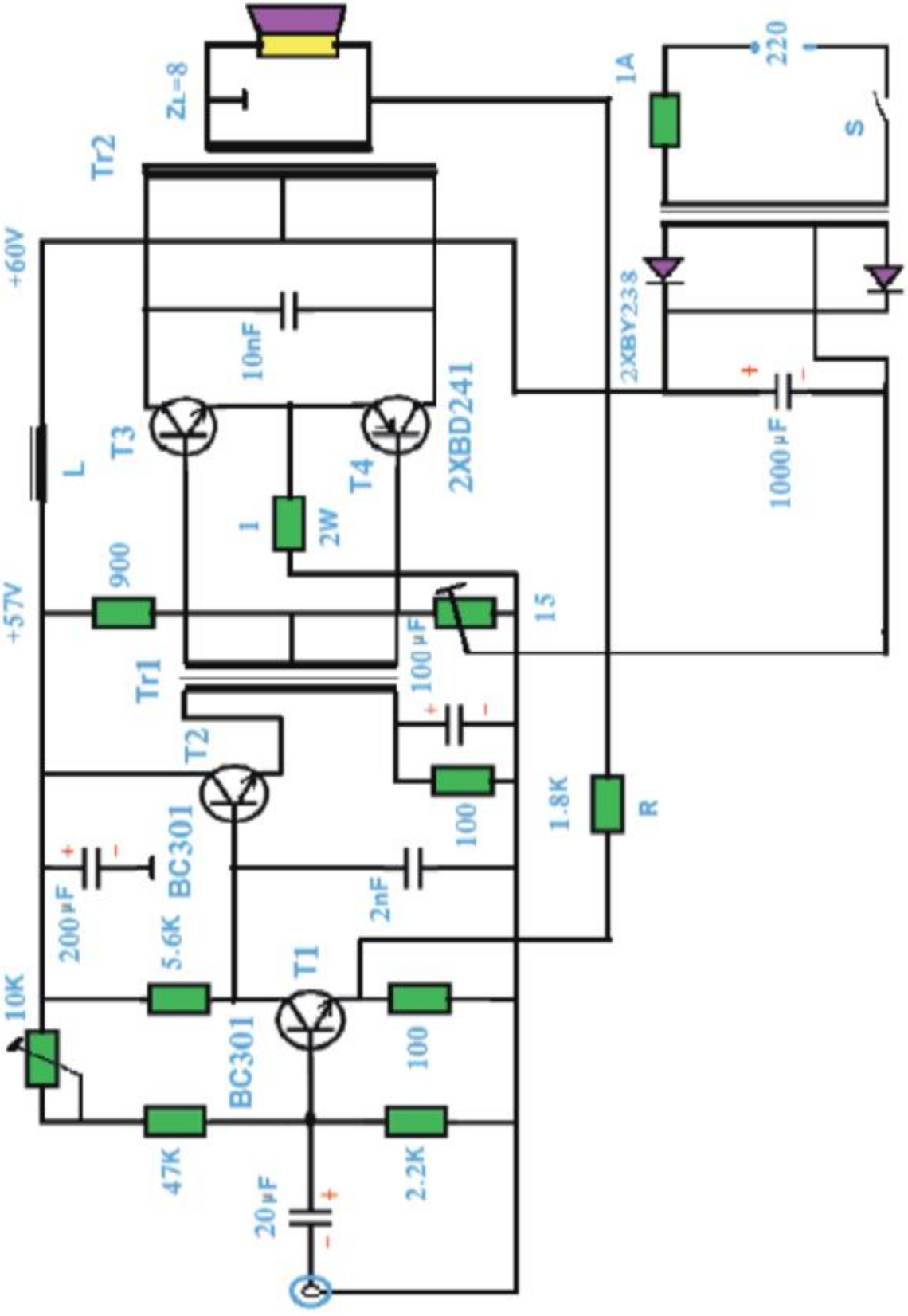
٢ـ الوزن الكبير للمحول .

٣ ـ التشويه الذى يسببه عند الترددات المنخفضة وحالات الرنين التى يسببها عند الترددات العالية .

اما مميزاته الكبيرة فتتمثل فى امكانية التوفيق بين ممانعة خرج المكبر وبين عدد كبير من ممانعات الحمل المختلفة ويتم ذلك بمساعدة عدد من الملفات الثانوية التى تصنع لهذا الغرض .

أى أننا نستطيع استخدام المكبر نفسه مع عدد كبير من ممانعات الحمل المختلفة فى القيمة ونظرا لوجود اعداد لابأس بها من المكبرات المستخدمة فى عصرنا الحالى والتى لازالت تستخدم محولا للخرج إلا أن التطور التقنى فى صناعة العناصر الالكترونية يؤدى يوما بعد يوم الى تقليص دور محولات الخرج وتخليص المكبرات من السلبيات الكثيرة الناتجة عنها .

يبين شكل (١ ـ ٦٥) مرحلة واحدة من مرحلة الجهد السمعى T1 ومرحلة القيادة T2 ومرحلة الخرج المؤلفة من الترانزستورين T3 و T4 لمكبر صوت تتروح استطاعتة بين ١٥ وات و ٢٠ وات



شكل (١-٦٥) دائرة تكبير صوت مؤلفة من ثلاث مراحل (جهد ودخل وخرج)

عمل المكبر :-

يقوم الترانزستور T1 بمهمة تكبير الجهد السمعى للاشارة الواردة من المكبر الأولى كما يقوم الترانزستور T2 بمهمة توفيق ممانعة دخل المرحلة النهائية مع ممانعة خرج المرحلة السابقة وتوصيلته من نوع المجمع المشترك حيث تؤخذ اشارة خرجه من مشعه لتدخل الى محول عاكس Tr1 الذى يقوم بتأمين الاشارة المناسبة لقيادة ترانزستورى الخرج T3 و T4 اللذان يعملان بتوصيلة الدفع والجذب Push Pull ويحصلان على جهد التغذية عن طريق الملف الإبتدائى لمحول الخرج Tr2

يجب ان تستخدم فى هذه المرحله ترانزاستورات استطاعة يزيد جهد Vce فيها عن 120 v وتقوم التغذية العكسية السالبة التي تشمل المراحل الثلاث للمكبر بتأمين استقرار عمل الدائرة ويتم بواسطة المقاومة $R = 1.8\ K\Omega$ الراجعة من السماعة الي مشع الترانزاستور T1.

ويبين الشكل ايضا دائرة التغذية التى تزود المكبر بالجهد اللازم لعمله .

ان من العيوب الكثيرة لمحول الخرج دفع المصممين لتصميم دوائر حديثة لاتحتوى على هذا المحول وهذا الأمر يعتبر سهلا اذا كانت ترنزستورات الخرج تعمل بجهود تغذية منخفضة نسبياً حيث أمكن لهذه الدوائر وبسهولة التوفيق بين ممانعة خرج المكبر وبين ممانعة الحمل (السماعة) ويتم ذلك بالاختيار المناسب لتصميم دائرة الخرج من جهة وقيمة جهد التغذية من جهة ثانية .

وسنلقى الضوء فيما يأتى على هذه الدوائر لما لها من اهمية فى عصرنا الحاضر .

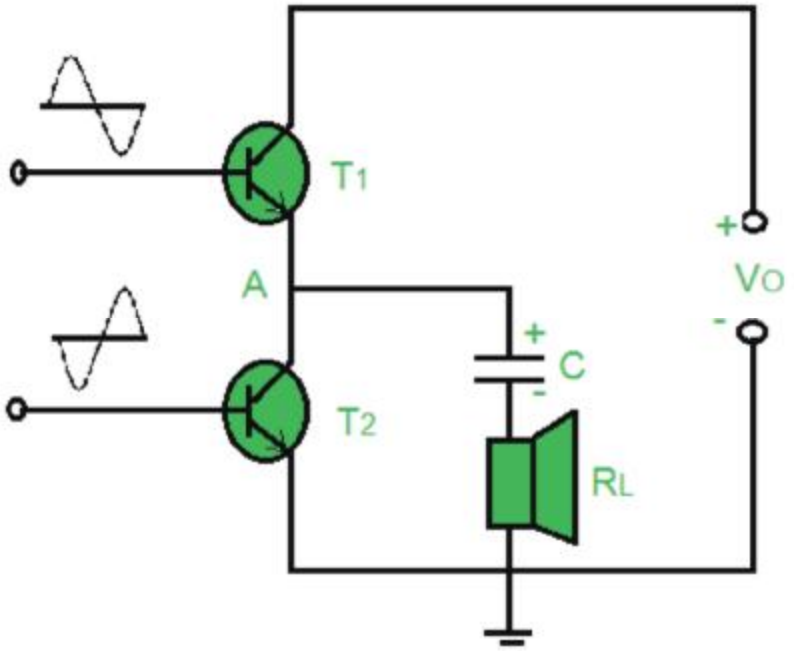
من أهم شروط عمل دائرة الخرج بدون المحول أن توصل ترنزستورات الخرج على التوالى بحيث يوصل مجمع الأول مع مشع الثانى وهكذا ، ويوجد عدة نماذج لهذه الدوائر .

مكبر استطاعة دفع ـ وجذب بدون محول : -

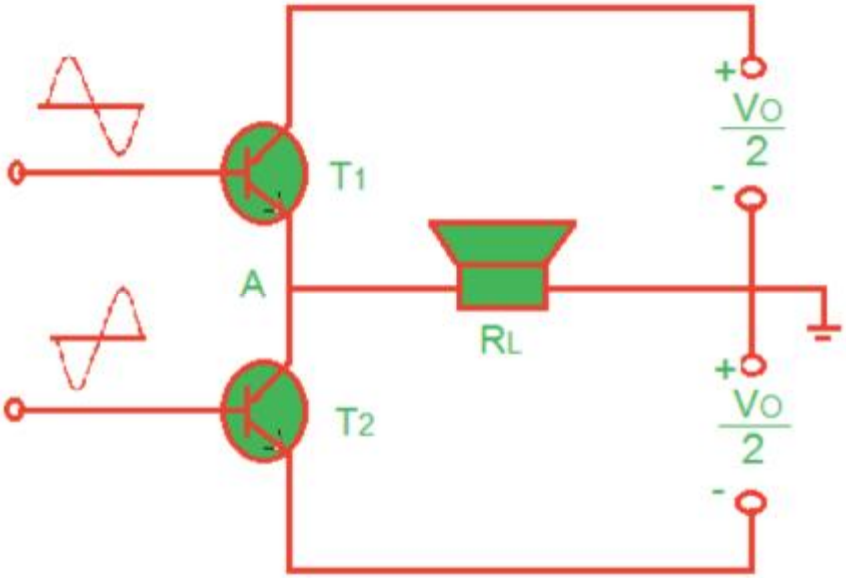
يبين الشكل (١- ٦٦) رسم مبسطا لدائرة الخرج الموصولة على التوالى

يلاحظ من الشكل (١-٦٦- أ) ان توصيل السماعة يتم بين نقطة التناظر A حيث يوجد نصف جهد التغذية وبين أحد أقطاب التغذية (الأرضى مثلا) وذلك بمساعدة المكثف C الذى يعمل على عزل السماعة عن نقطة منتصف جهد التغذية كما يقوم بتخزين القدرة ليزود الحمل بتيار الخرج المطلوب حتى عند نقطة تبادل ترانزستورى الخرج فى حالتى الوصل والفصل .

أما فى الشكل (١-٦٦- ب) فيستخدم وحدة تغذية مزدوجة (منبعى تغذية) بدلا من استخدام مكثف ذو سعة كبيرة. فى هذه الحالة يكون جهد النقطة A مساويا للصفر لذلك لا حاجة لوجود مكثف العزل . وتجدر الإشارة هنا الى ان كل ما ذكر عن الدائرتين يعتبر صحيحا عند استخدام ترنزستورات PNP ولكن يجب فى هذه الحالة عكس قطبية التغذية .



الشكل (١ـ ٦٦ ـ أ)

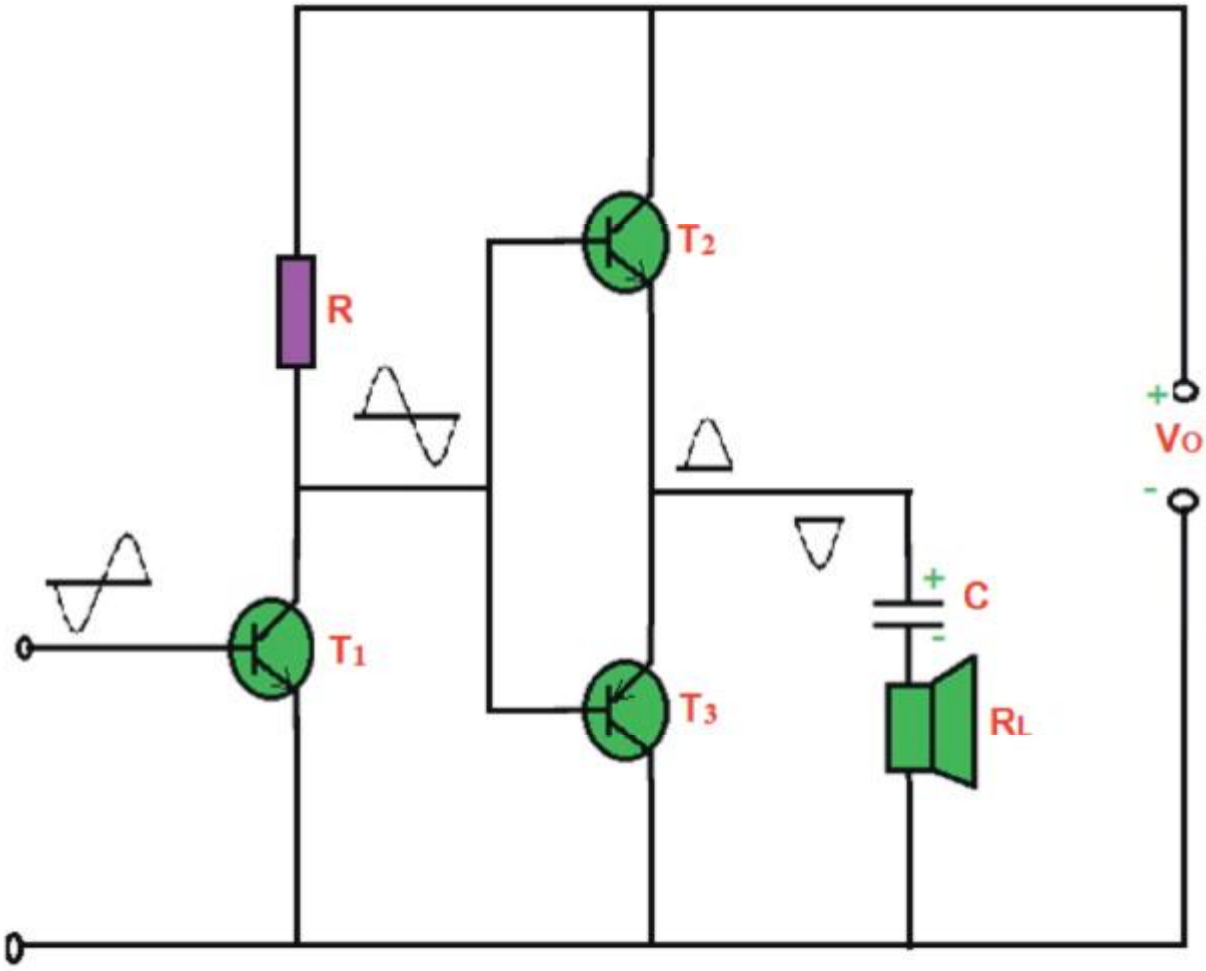


الشكل (١ـ ٦٦ ـ ب)

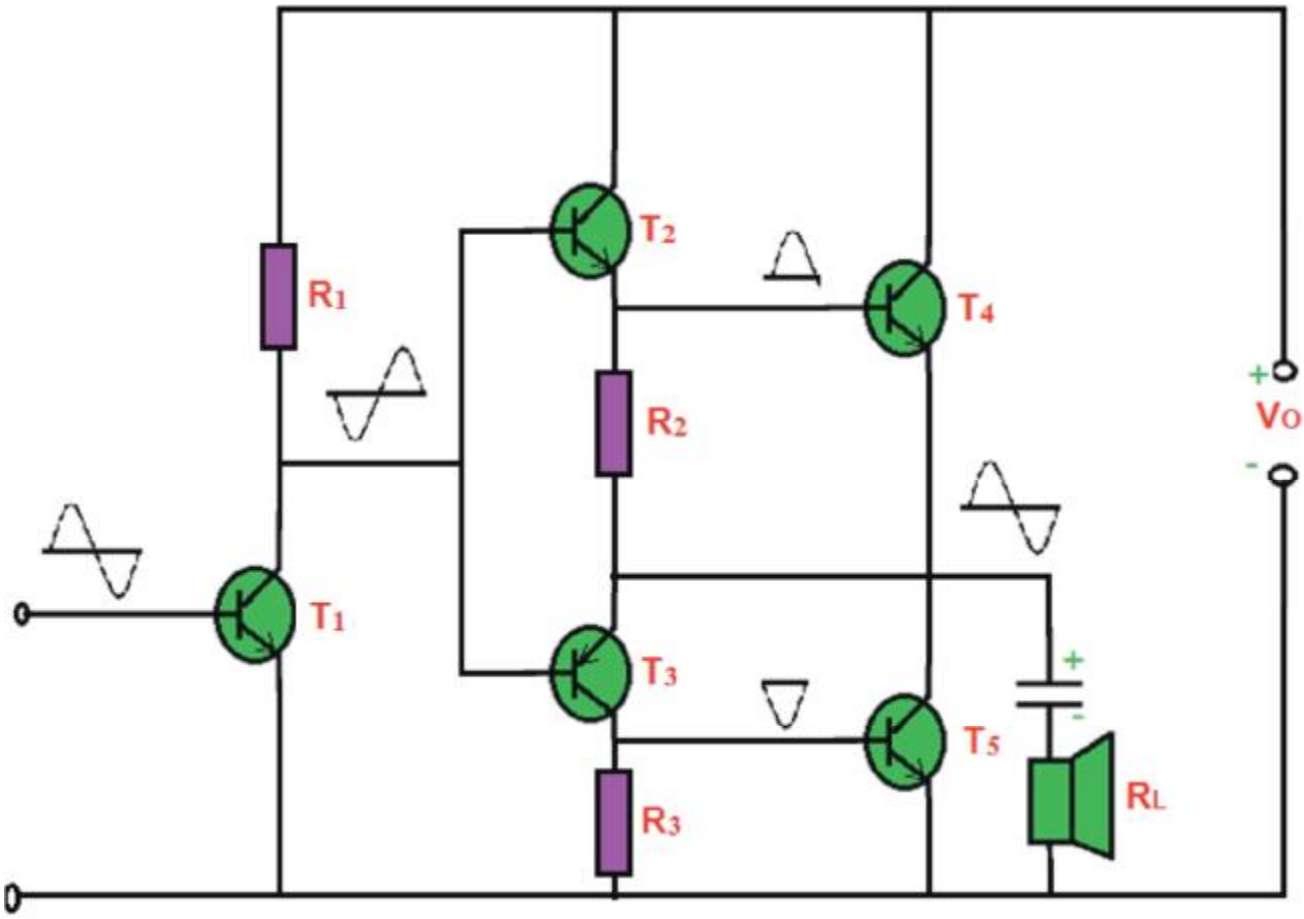
دائرة التشابه التتامى : ـ

تابع المصممون جهدوهم الهادفة الى تطوير وتسهيل دائرة تكبير الاستطاعة وزيادة مردودها الى ان توصلوا الى تصميم دئراة خرج تعمل بترانزستورين متعاكسين فى القطبية الاول PNP والثانى NPN وتسمى دائرة التشابه التتامى ، ويبين الشكل (١ـ ٦٧) دائرة الدفع ـ الجذب من هذا النوع .

الشكل (١ـ ٦٧ ـ أ) يبين دائرة تستخدام ترانزستورى خرج متعاكسين فى القطبية. اما فى الشكل (١ـ٦٧ ـ ب) فان ترانزستورى الخرج متعاكسين فى القطبية وتستخدم هذه الطريقة عند عدم توفر ترانزستورى خرج من قطبية مختلفة .



(أ)



(ب)

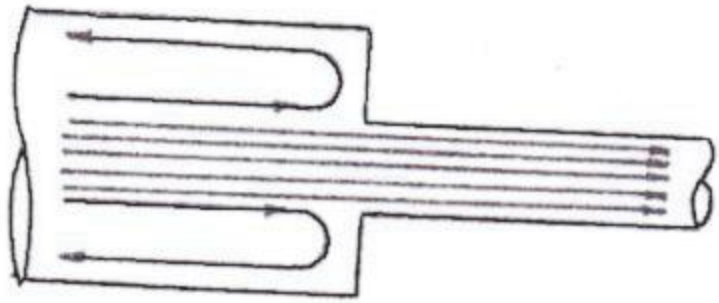
الشكل (١ ـ ٦٧) دائرة دفع ـ جذب من نوع التشابه التتامى

١ـ٤ـ٥ دائرة التوافق (الربط)

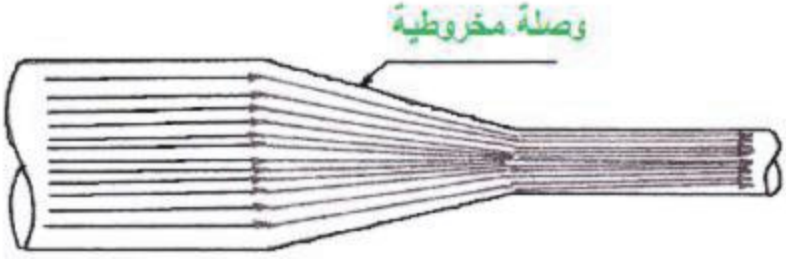
١ـ٤ـ٥ـ١ التوافق فى المقاطع الميكانيكية :ـ

سنعرض فكرة عن التوافق فى المقاطع المكانيكية بين ناقلين ينقلان سائلا فعند وصل هذين الناقلين يكون السائل فى الأنبوب الاول ذى المقطع الكبير ذا ضغط مرتفع وسرعة منخفضة ويكون فى الانبوب ذى المقطع الصغير ذا ضغط منخفض وسرعة عالية .

وعند وصل المقطعين كما فى الشكل (١ـ ٦٨ـ أ) فإن جزءا من السائل ينعكس نتيجة اصطدامه بجدران الوصلة ثم يعود وبالتالى فإن تدفق السائل فى الأنبوب الثانى أقل من تدفق السائل فى الأنبوب الاول ، وبسبب الانعكاس فى هذه الحالة نقول أنه لايوجد توافق فى المقاطع بين الانبوبين .



(أ)



(ب)

الشكل (١ـ ٦٨) وصل انبوبين مختلفين فى المقطع

لو وضعنا بين الانبوبين وصلة مخروطية كما فى الشكل (ب) فان السائل لن ينعكس ويكون التدفق فى كلا الانبوبين متساوى ويمكن تسمية الوصلة المخروطية بوصلة توافق لأنها تحول الضغط المرتفع والسرعة المنخفضة فى الانبوب الاول الى ضغط منخفض وسرعة عالية فى الأنبوب الثانى بشكل متدرج ولن يحدث انعكاس للسائل .

١ـ ٤ ـ٥ ـ ٢ التوافق بين الدوائر الكهربائية : ـ

تنطبق فكرة التوافق على الدوائر الكهربائية فعند ربط دائرتين مع بعض يجب أن يتحقق توافق الممانعات لكى نحصل على : ـ

أ ـ نقل اكبر استطاعة من المنبع الى الحمل .

ب ـ منع انعكاس القدرة من الحمل الى المنبع .

وبصورة عامة تكون الدائرة فى حالة جيدة اذا جعلنا مقاومة المنبع تساوى مقاومة الحمل عن طريق دائرة توافق ممانعات .

مثال لدينا الدائرة المبينة فى الشكل (١ـ ٦٩) فيها جهد المنبع E = 10 V والمقاومة الداخلية للمنبع Ri = 25 Ω ومقاومة الحمل يمكن تغييرها الى القيم التالية RL = 75 ---25---5 Ω

المطلوب

حساب الاستطاعة المقدمة الى الحمل عند كل مقاومة وتحديد الحالة التى تكون فيها الاستطاعة المقدمة للحمل مناسبة

الشكل (١ـ ٦٩) دائرة بسيطة لمعرفة حالة التوافق

الحل

عندما $R_L = 5\ \Omega$

$$I=\frac{E}{Ri+RL}=\frac{10}{25+10}=\frac{1}{3}\ A$$

$$P=R_L.I^2=5.(\frac{1}{3})^2=0.55\ W$$

عندما $R_L = 25\ \Omega$

$$I=\frac{E}{Ri+RL}=\frac{10}{25+25}=\frac{1}{5}\ A$$

$$P=R_L.I^2=25.(\frac{1}{5})^2=1\ W$$

عندما $R_L = 75\ \Omega$

$$I=\frac{E}{Ri+RL}=\frac{10}{25+75}=\frac{1}{10}\ A$$

$$P=R_L.I^2=75.(\frac{1}{10})^2=0.75\ W$$

تبين النتائج أن الاستطاعة المقدمة من المنبع الى الحمل تكون جيدة عندما تكون $Rl = 25\ \Omega$ وتكون الدائرة فى حالة توافق

١ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٣ طرق التوافق

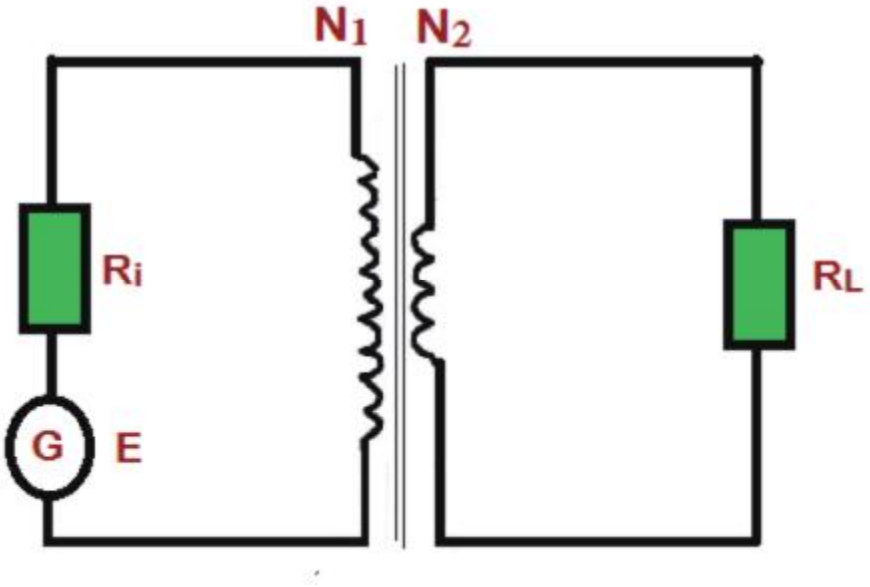
غالبا ماتكون مقاومة الحمل لاتساوى مقاومة المنبع لذلك تستعمل عدة طرق لاجراء عملية التوافق .

أ ـ التوافق بوساطة محول :

يتم ذلك بوصل الملف ذو عدد اللفات الكبيرة الى الممانعة العالية والملف ذو عدد اللفات القليلة الى الممانعة المنخفضة فاذا ربط محول عدد لفات ملفة الابتدائى N1 وعدد لفات ملفه الثانوى N2 الى مقاومة منبع Ri فإنه يمكن ربط مقاومة حمل الى الملف الثانوى قيمتها تعطى بالعلاقة :

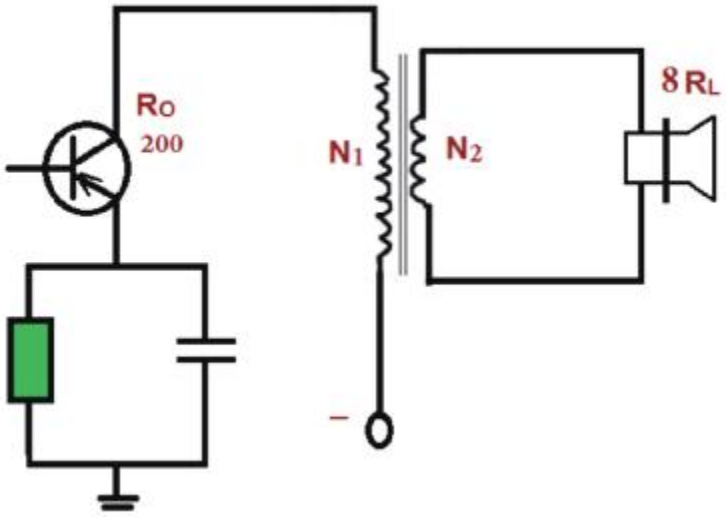
$$RL=n^2.Ri$$

حيث : $n=\frac{n2}{n1}$ وتسمى نسبة التحويل ويبين الشكل (١ـ٧٠) طريقة اجراء التوافق



الشكل (١ـ٧٠) طريقة اجراء التوفق بواسطة محول

مثال فى الشكل (١ـ ٧١) مكبر استطاعة ممانعة خرجة ٢٠٠ اوم يراد ربطه الى سماعة ممانعتها ٨ اوم والمطلوب :



الشكل (١- ٧١)

١ ـ حساب نسبة التحويل لكى يتم التوافق .

٢ـ حساب عدد لفات الملف الابتدائى اذا كان عدد لفات الملف الثانوى N2 = 100 trn

الحل

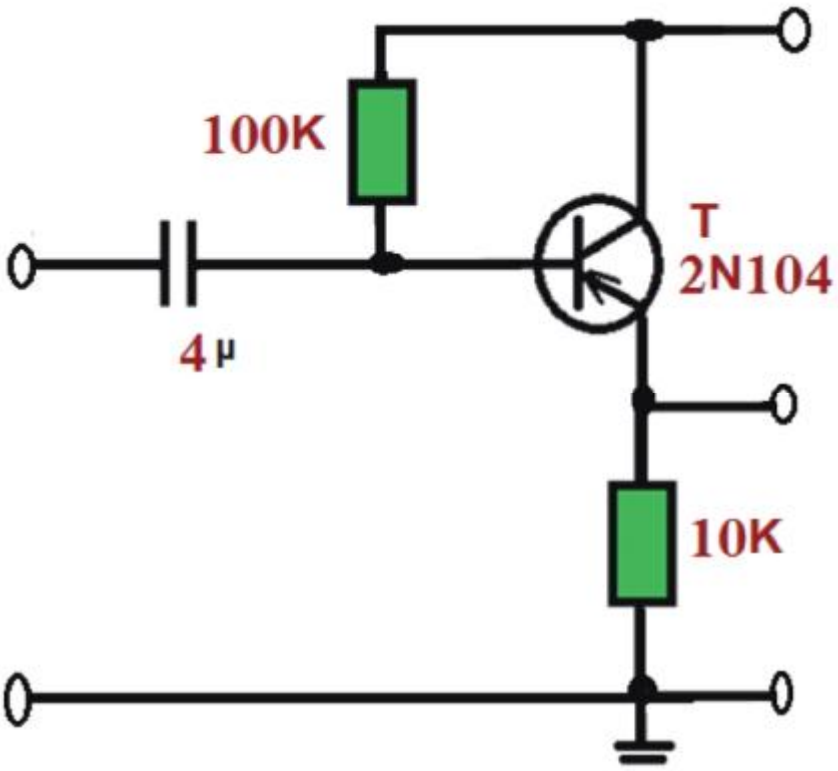
$$R_L = n^2 . R_O \Longrightarrow \quad n^2 = \frac{RL}{RO} = \frac{8}{200} = \frac{1}{25} \quad \Longrightarrow$$

$$n = \frac{1}{5}$$

ولكن: $n = \frac{N2}{N1}$ وبالتالي فإن: $N1 = \frac{N2}{n} = 500$ لفة

ب ـ التوافق باستخدام مرحلة مجمع مشترك :

كثيراً ما تستخدم دائرة المجمع المشترك كمرحلة توافق بين ممانعة خرج عالية وممانعة دخل منخفضة ويبين الشكل (١ ـ ٧٢) دائرة مجمع مشترك حيث يمكن ان تصل ممانعة دخل هذا المكبر الى ١٠٠ ك اوم بينما الخرج لايزيد عن ٢٠٠اوم .



الشكل (١ ـ ٧٢) دائرة توافق باستخدام مرحلة مجمع مشترك

ج ـ التوافق باستخدام التغذية العكسية السالبة : ـ

تستخدم التغذية العكسية السالبة لزيادة مقاومة دخل الدائرة ويمكن التحكم بقيمة هذة التغذية بحيث تؤدى

الى زيادة مقاومة الدخل بحسب الطلب ويبين الشكل (١ــ ٥٨) الذى درسناه فى بحث المكبرات الاولية

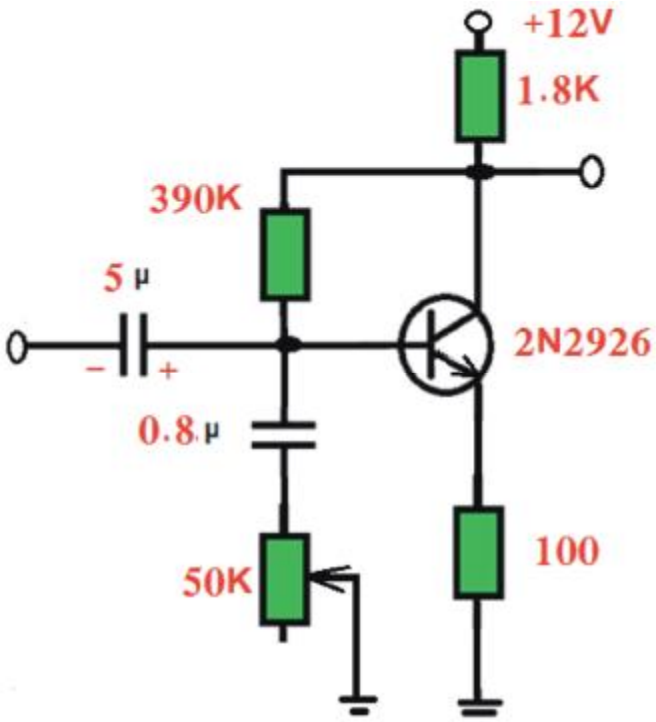
فى الفقرة (١ـ٤ ـ٢) دائرة تستخدم تغذية عكسية سالبة لتؤمن التوافق بين الميكروفون الاولى

١ـ ٤ ـ ٦ حاكم النغم Tone control :-

يطلب غالبا من مكبر التردد السمعى ان تعطى منحنى استجابة مستوى (خطى) على كامل المجال الترددى وان يحتوى المكبر على دوائر تشكيل منحنيات استجابة للترددات ليعيد استواء منحنى الاستجابة الذى قد يتغير بسبب وسائل التكبير المختلفة او عناصر الدائرة او لمتطلبات اخرى كمنحنى استجابة الاذن البشرية .

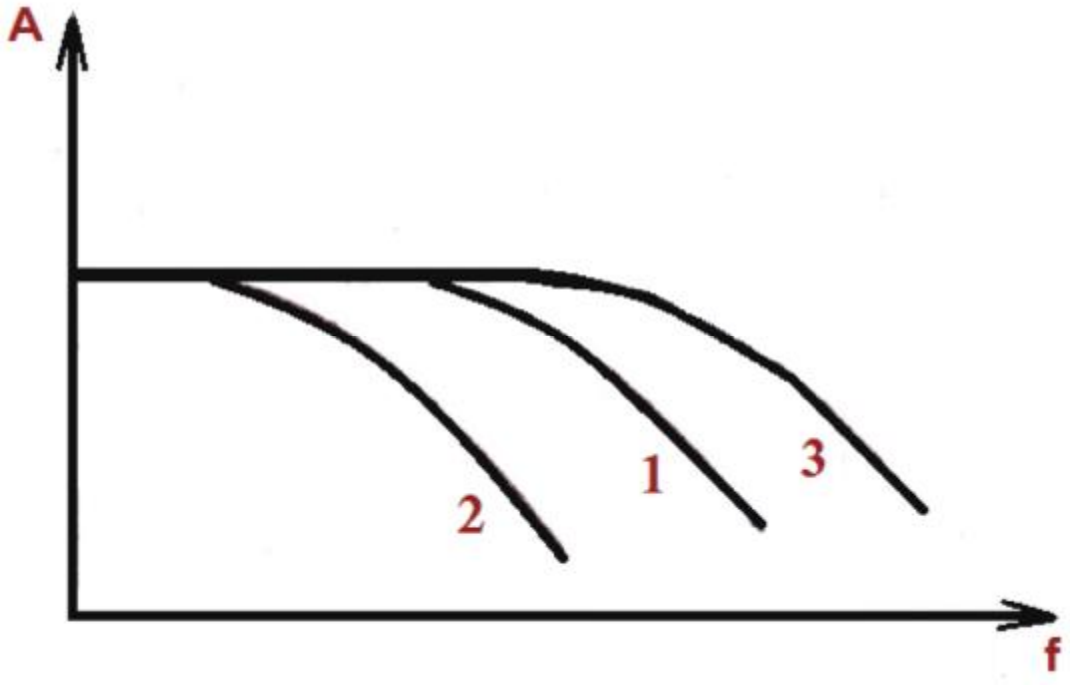
١ ـ ٦ ـ ١ حاكم النغم البسيط :-

يبن الشكل (١ ـ٧٤) دائرة مكبر تستخدم حاكم نغم بسيط مؤلف من مقاومة متغيرة ومكثف فعند الترددات المنخفضة يبدى المكثف ممانعة عالية للاشارة وعليه فمعظم جهود الاشارة تظهر على قاعدة الترانزستور فيكون جهد الخرج للاشارة كبيراً بينماعند الترددات العالية تكون ممانعة الدائرة صغيرة وبالتالى تكون الاشارة الواصلة الى قاعدة الترانزستور صغيرة فيكون الخرج صغيراً ايضا .



الشكل (١ ـ٧٤) دائرة مكبر تستخدم حاكم نغم بسيط

يمكن التحكم بالجهد الواصل لقاعدة الترانزستور عن طريق التحكم بالمقاومة المتغيرة فعندما يتحرك ذراع المقاومة الى الاعلى تقل الممانعة ويقل جهد الاشارة الواصلة الى قاعدة ترانزستور خرج الترددات العالية وعندما يتحرك الذراع نحو الاسفل تزداد الممانعة فيزداد جهد الاشارة الواصلة الى قاعدة الترانزستور وبالتالى يزداد الخرج وبذلك يمكن التحكم بالنغم .



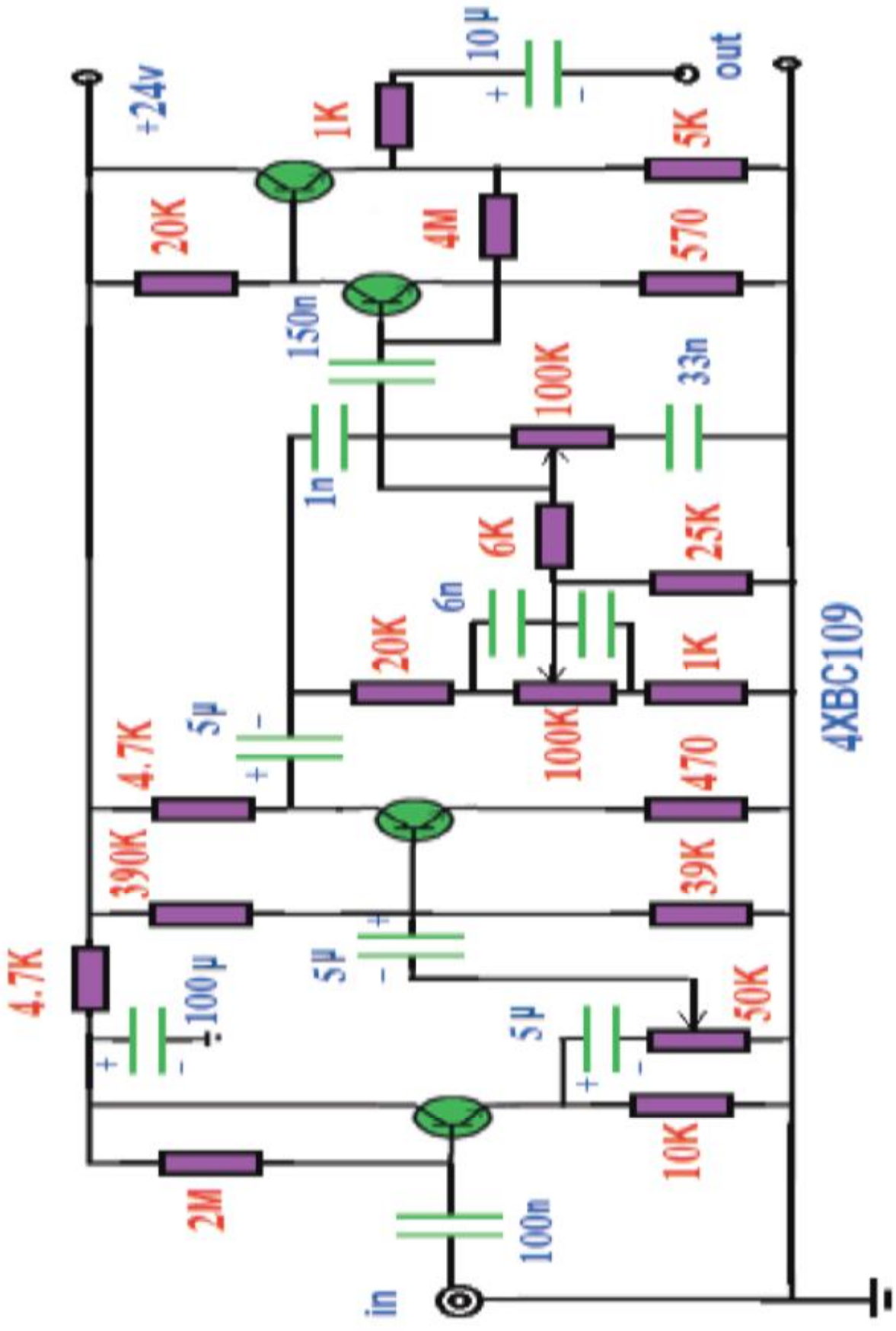
الشكل (١ ـ ٧٥) منحنى الاستجابة لمكبر يستخدم حاكم نغم بسيط

ويبين الشكل (١ـ ٧٥) منحنى المكبر بحيث يبين المنحنى (١) منحنى الاستجابة عندما تكون المقاومة المتغيرة بالوسط اما المنحنى (٢) فهو عندما تكون المقاومة اصغر مايمكن (فى الاعلى) اما المنحنى (٣) فهو عندما تكون المقاومة اعظم مايمكن (فى الاسفل)

١ ـ٦ ـ٢ حاكم النغم من نوع جناحى الفراشة : ـ

لاتفى دائرة حاكم النغم البسيط بالمطلوب وهو الحصول على تنغيم جيد يرضى ذوق المستمع الفنى لذلك استخدمت دائرة تسمى دائرة تنغيم جناحى الفراشة وسميت كذلك لان منحنى الاستجابة لهذه الدائرة يشبه الى حد كبير جناحى الفراشة المفتوحين .

يبين الشكل (١ـ ٧٦) دائرة مكبر أولى تستخدم دائرة تنغيم من هذا النوع ويقوم ترانزستور T1 بعملية توافق ممانعة دخل الدائرة مع ممانعة المنبع (الميكروفون) وهو موصل بطريقة المجمع المشترك ويقوم الترانزستور T2 بتكبير الربح حوالى عشر مرات ثم يوصل خرج T2 الى دائرة التنعيم التى تتصل مع قاعدة T3 الذى يعمل كمكبر اما T4 فهو مكبر موصل بطريقة المجمع المشترك لتأمين عملية التوافق بين هذه المرحلة والمراحل اللاحقة .

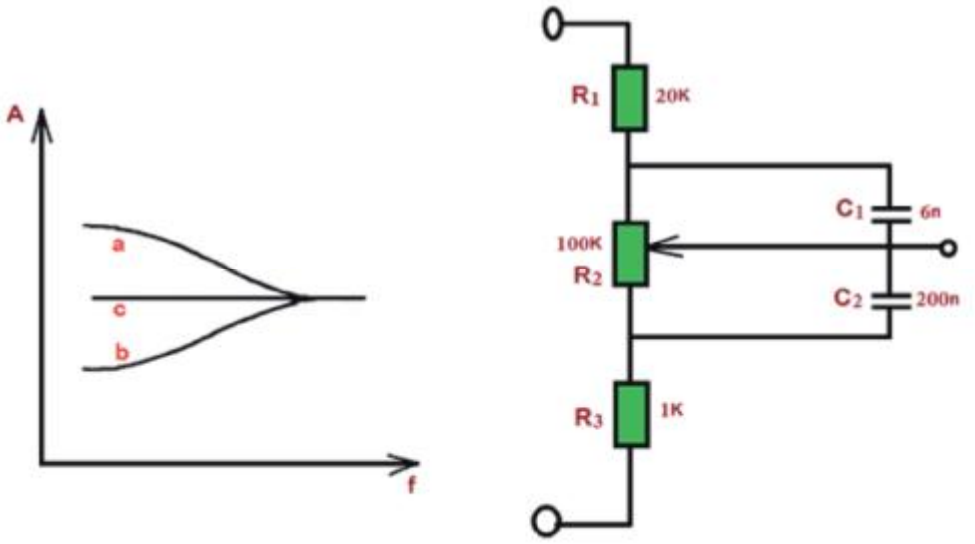


الشكل (١- ٧٦) دائرة حاكم النغم نوع جناحى الفراشة

تنقسم دائرة التنغيم الى قسمين :-

أولا : دائرة تنغيم التردد المنخفض Bass:

يبين الشكل (١-٧٧) دائرة التحكم بالتردد المنخفض الواقع ضمن المجال (٣٠٠ الى ١٠٠٠٠ هرتز) ويجب ان تحقق هذه الدائرة جهد ثابت عند التردد ١ك هرتز ويتغير بتغير مجزىء الجهد اما عند التردد المنخفض فإن ممانعة المكثفين 6 nf , 200nf تزداد وتشكل ممانعة كبيرة جدا على طرفى المقاومة المتغيرة وكأنها دائرة مفتوحة فتعمل المقاومة R2 كمجزىء جهد يتحكم بالجهد الواصل الى قاعدة الترانزستور T3 اما عند تردد ١ ك هرتز ومافوق فان المكثفين يشكلان دائرة قصر على مجزىء الجهد فيصبح الجهد الواصل الى قاعدة الترانزستور ثابتا مهما تغيرت قيمة المجزىء .

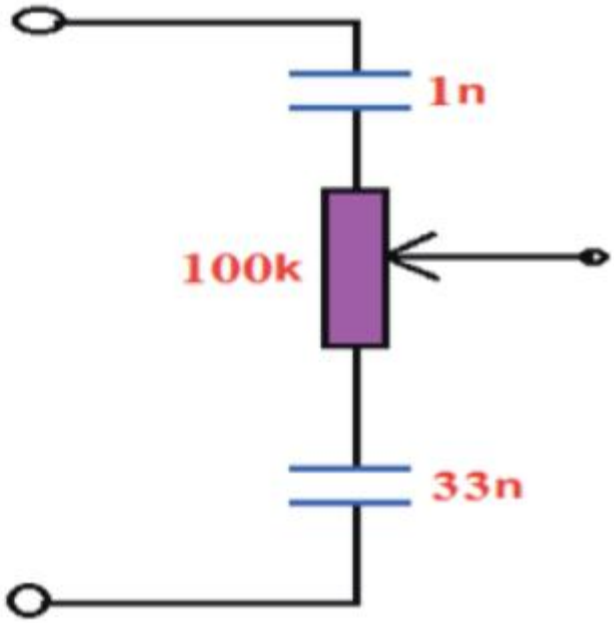


الشكل (١-٧٧)

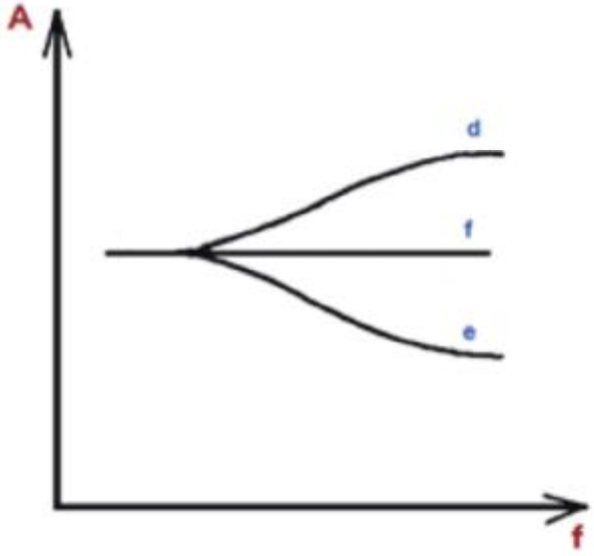
ثانيا ـ دائرة تنغيم التردد العالى Treble:-

يبين الشكل (١ـ ٧٨ ـ أ) دائرة التحكم بالتردد العالى عند نهاية المجال الترددى المطلوب العمل عليه ويجب أن تؤمن هذه الدائرة خرجا ثابتا عند التردد ١ ك هرتز مهما كان وضع المقاومة المتغيرة لأن إعاقة المكثفين تكون كبيرة جدا بحيث تلغى تأثير المقاومة المتغيرة أما عند التردد ١٥ ك هرتز مثلا تصبح إعاقة المكثفات صغيرة جدا فتكون المقاومة المتغيرة هى العنصر الذى يحدد جهد الخرج الواصل الى قاعدة المكبر .

ويبين الشكل (١ ـ ٧٨ ـ ب) منحنى الإستجابة لحاكم النغم هذا بحيث يأخذ المنحنى الشكل d عندما يكون ذراع المقاومة المتغيرة فى الأعلى ويأخذ الشكل e عندما يكون الذراع فى الاسفل ويأخذ الشكل f عندما يكون الذراع فى الوسط .



الشكل (١ـ ٧٨ ـ أ)



الشكل (١ ـ ٧٨ ـ ب)

ملاحظة :

حديثا تم تطوير دائرة حاكم النغم ليشمل كامل المجال الترددى لإشارة الصوت حيث يقسم هذا المجال الى عدة أقسام حسب الرغبة ويخصص دائرة تنغيم لكل قسم اعتماداً على المقاومات والمكثفات التى تتحكم فى هذه الدائرة وفى جهد خرج هذا الجزء الصغير من المجال الترددى وبالتالى يتمكن المستمع من ارضاء ذوقة الفنى .

١ـ ٤ ـ٧ مبدأ الإستيريو Stereo

لقد أدى تطور الذوق الفنى عند الانسان المعاصر الى ظهور الرغبة فى اكتشاف طريقة فى عالم تسجيل الأصوات ونقلها بحيث تمكن الانسان المستمع من تحديد أماكن الأصوات الواصلة الى أذنه عند سماعة لمعزوفة موسيقية صادرة من جهاز الاذاعة او من شريط تسجيل كاسيت مثلا .

فكلنا نعلم طريقة التسجيل العادى mono التى لاتسمح بتحديد مكان كل آلة موسيقية شاركت فى تقديم تلك المعزوفة .

أما طريقة الإستيريو فنجد أنها تعطى إمكانية تحديد مكان كل مصدر من مصادر الصوت المسموعة والمسجلة على شريط وبذلك ينصت المستمع الى شريط التسجيل او الى المذيع وكأنه موجود فى تلك القاعة التى تمت فيها عملية التسجيل بحيث يعلم أن عازف الأورج الالكترونى كان جالسا فى الجانب المقابل و هكذا .

ولم يكن هذا ممكنا مالم تتوفر بعض الخواص فى الجهاز السمعى لدى الانسان ففى الاحوال الطبيعية يمكن تحديد منبع الصوت بواسطة السمع الطبيعى عند توفر السببين الاتيين :

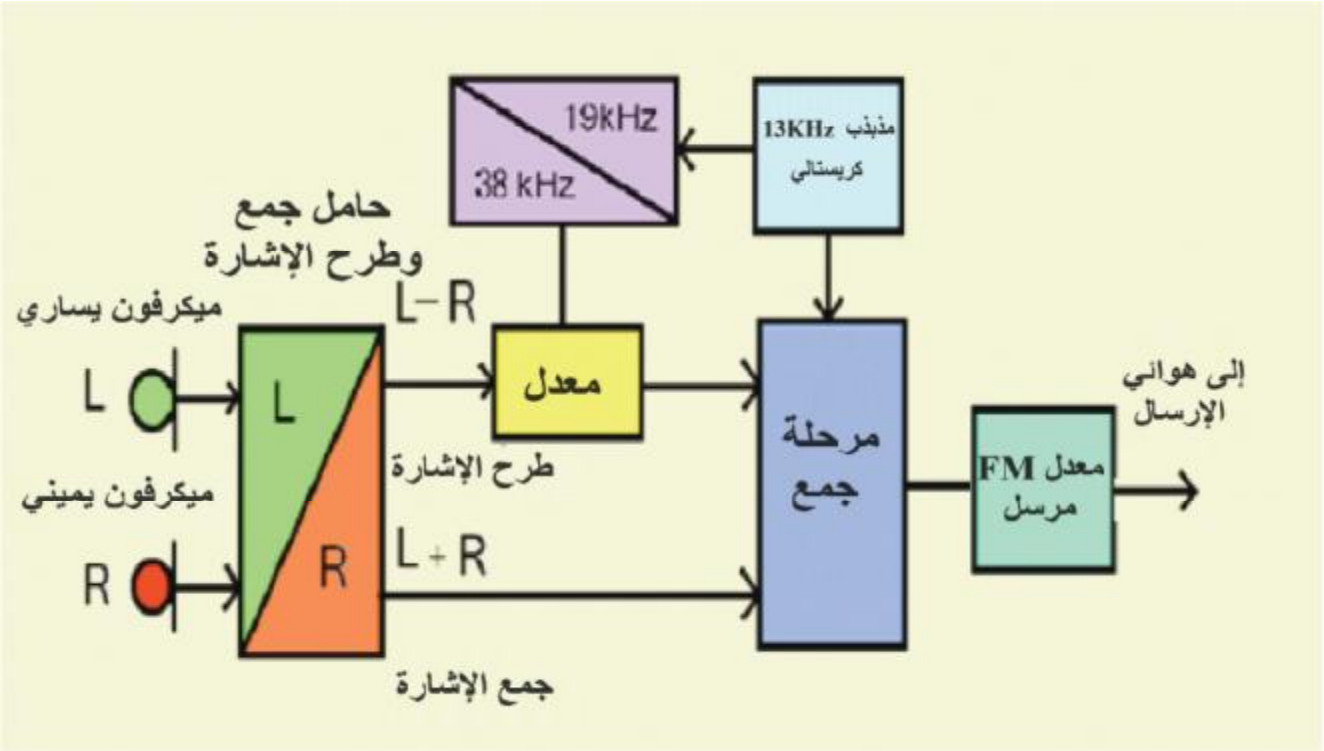
اولا : عند وجود فرق زمنى بين لحظة وصول الامواج الصوتية المختلفة

ثانيا : عند وجود فرق فى شدة الامواج الصوتية المختلفة .

بالنسبة للفرق الزمنى فهو ناتج عن عدم تواجد المصدر الصوتى على المحور المتوسط لرأس الانسان لذلك يشعر الانسان بأن الصوت يصدر عن يساره لأن الأذن اليسرى تستقبل الصوت بشكل مباشر أما أذنه اليمنى فتستقبل الصوت متأخر زمنيا لأن على الصوت فى هذه الحالة أن يلف حول الرأس ليصل الى الأذن اليمنى .

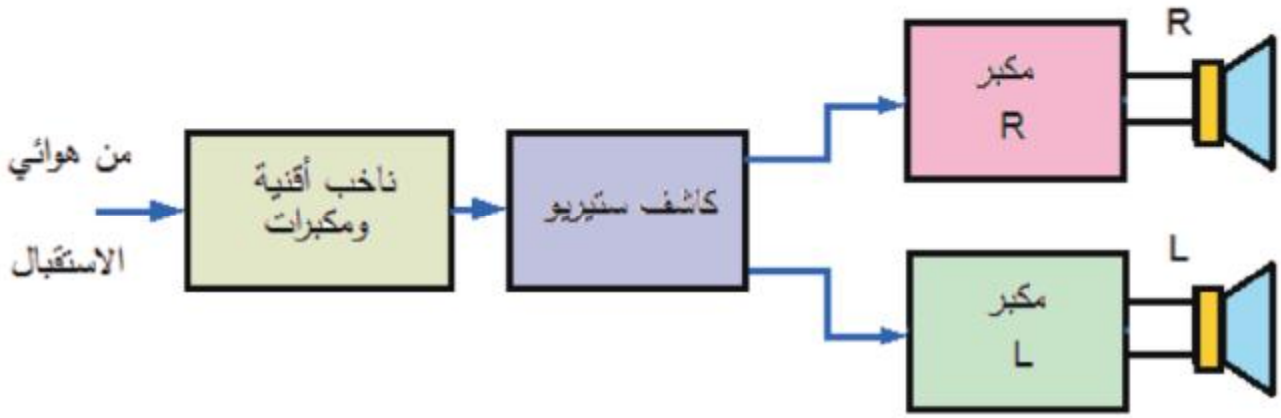
وبالرغم من ضآلة الفارق الزمنى هذا (حيث لايتجاوز ٦٣٠ ميكرو ثانية عند اكبر انحراف) نجد أن الأذن قادرة على تحديد مصدر الصوت .

وانطلاقا من هذا استطاع الفنيون تطوير عملية تسجيل الأصوات بحيث توصلوا الى نظام الإستريو ولكى نحصل على نظام ستريو صحيح لابد من توفر اشارتين اساسيتين وهما الاشارة اليمينية (R) والاشارة اليسارية (L) ويتم التسجيل بأن يستخدم ميكروفونان موضوعان فى مكانين ملائمين بحيث تسجل إشارة كل منهما على قناة مستقلة و ترسل كل من الاشارتين بصورة منفصلة الى محطة الإستقبال التى تحتوى على قناتين أيضا ويبين الشكل (١- ٨٠ - أ ، ب) مخططا صندوقيا لكل من جهازى الإرسال والإستقبال.



الشكل (١- ٨٠ - أ) جهاز ارسال استيريو

اما مكبر الإستيريو فيحتوى على مكبرين منفصلين للقناتين وهذين المكبرين متصلين مع بعضهما من خلال ضابط التوزان الذى بواسطته يمكن تغبير التكبير لكل قناة وبالعكس وينبغى ان يغير بحيث ان الصوت الصادر من الوسط تكون له نفس الشدة من مجموع خرج السماعتين.



الشكل (١- ٨٠ - ب) جهاز استقبال استيريو

٨-٤-١ المازج (الميكسر) Mixer

يقوم الميكسر بمعالجة الاصوات الداخلة إليه من عدة مداخل وتكبير كل صوت بدرجة معينة وتنقيتها واضافة بعض المؤثرات عليها حتى يتم إخراجها بالشكل المطلوب فى مكان الحدث .

ويوجد نوعين من الميكسرات هما :

أ ـ الميكسر العادى Normal Mixer يدخل الأصوات ويمزجها ويخرجها كما كانت على أنها موجات صوتية ترددية .

بـ الميكسر الرقمى Digital Mixer يدخل الأصوات ويحللها داخل الميكسر الى اشارات رقمية ثم يعالجها ويخرجها بنقاوة عالية.

ويوجد المكيسر فى أكثر الاستوديوهات حيث يستفيد منه فنين الصوت فى كثير من الاعمال منها :

١ـ اضافة صدى الصوت وخاصة عند النشيد او الغناء حتى يعطى النشيد جوا معينا .

٢ـ هناك ميكسرات تفيد فى انتاج أعمال الماستر ويعرف الماستر بأنه عملية تصفية الصوت وتنقيته من الشوائب والضجيج والمواد الخلفية المؤثرة على المادة .

٣ـ يفيد المكيسر مع المايكات المكثفة (تاكوندنسر) وهى المايكات القوية والإحترافية والتى تحتاج الى وحدة تشغيل تسمى (الفانتيوم بور) ويعرف الفانتيوم بور بأنه وحدة كهربائية تشغيلية قوتها ٤٨ فولت وهى موجودة فى الميكسرات المخصصة لذلك كما أن هناك ميكسرات لاتحتوى على هذه الوحدة .

وسوف نقوم بشرح عمل الميكسر من خلال الميكسر نوع Mackie المكون من ١٢ قناة وهو عبارة عن ميكسر عادى يتألف من :

١ـ **مداخل** MIC وهو مدخل مخصص للميكروفونات (للمايكات) ويجب أن يكون مشبك المايك ثلاثى وليس احادى .

٢ـ **مداخل (Line in) و (Insert)** وهى مخصصة لتوصيل المسجلات والاستريو وغيرها حيث الصوت الى دخل الميكسر .

٣ـ **(Gain)** وهى مخصصة لضبط قوة ال dB لكل قناة أى رفع الصوت او خفضه .

٤ـ **(Aux)** وهو مخصص لتضخيم صوت المنشد او خفضه بالشكل المناسب ،

٥ـ **(EQ)** وهو مخصص لضبط دقة الصوت من ناحية الايكولايزر ،

٦ـ **(Pan)** وهى مخصصة لجعل القناة فى السماعة اليمنى أو اليسرى فاذا وضعتها فى الوسط أصبح الصوت فى الوسط .

٧ ـ **زر (MUTE)** وهو مخصص لكتم صوت القناة .

٨ـ **(الرافعات)** وهى مخصصة لرفع مستوى الصوت وخفضه لكل قناة ويفضل جعل (Gain) فى الوسط واستخدام الرافعات بدلا من ذلك .

٩ـ **رافعة خاصة بقناة (Aux1)** وهى للزر الذى يدار فى أعلاها .

١٠ـ **رافعة خاصة بقناة (Aux2)** وهى للزر الذى يدار فى أعلاها وهو مخصص أيضا لمدخل (EFX)

١١ـ **رافعة خاصة بقناة (CD-Tape IN)** وهو مدخل CD ROM

١٢ـ **الرافع الرئيسى لجميع التراكات** وهو يسمى MIX MAIN وهو مقسم على السماعتين فالأيمن للسماعة اليمنى والأيسر للسماعة اليسرى .

١٣ ـ **(EFFECTS)** التى تأتى مع المكيسر من ريفيرت REVRB وديلاى DELAY وفلوكر FLOGER وغيرها .

١٤ ـ ضوء لمعرفة قوة الصوت الداخل فى الميكسر وأيضا لمعرفة توزيع الصوت على السماعات L R

١٥ ـ **مدخل cd (CD TAPE IN)** وهو مخصص لتوصيل مشغل CD بالمكيسر لإدخال الصوت IN ، أيضا لمشغل DAT والاستيريو ،

١٦ـ لضبط طبقة الإيكولايز للصوت وهذا البند وجودة قليل جدا فى الميكسرات .

١٧ـ المخرج الأهم وهو (MAIN OUT) ويعتبر الأهم لأنه لايتم توصيل كارت الصوت و السماعات الا بهذا المخرج ، وهو مقسم على عدة مخارج (LEFT) و (RIGHT) .

١٨ ـ **مدخل (** PHONES **)** وهو مخصص لتوصيل السماعات ذات مدخل استيريو (STEREO) مثل سماعات الهيدفون .

١٩ ـ **مخصصة لمدخل (** PHONES**)** بزيادتها او خفضها .

٢٠ **ـ مخرج (** TAPE OUT**)** وهو مخصص لتوصيل المشغلات والاستريو وجهاز DAT لخروج الصوت من المكيسر الى الجهاز .

٢٢ ـ **مدخل (** EFX FOOT SWITCH **)** وفى الخلفية من الميكسر يوجد زر ال (POWER) لتشغيل الميكسر من مدخل الكهرباء .

ملاحظة هامة :

يفضل ان تكون قوة الجهاز تفوق قوى السماعات بقليل ليستطيع الجهاز تحمل السماعات بدون إجهاد عليه وأيضا لو أردت أن تضيف سماعات فسيكون لديك متسع من القوة فى مكبر الصوت بدلا من تغيير الجهاز وتحمل تكاليف اضافية .

الأجهزة التى تعمل بنظام الأوم وتكون عادة مدمجة (الأمبليفير + المكسر)

وهى الأجهزة الاحدث والأفضل لسماعات الأوم وغالبا ماتستخدم للسماعات الداخلية فقط ويتم فيها توصيل سماعات الأوم التى فى يمين المكان فى مدخل R والسماعات التى فى يسار المكان فى المنفذ L ويكون التوصيل دائما بالتوالى ، ويجب مراعاة مساواة عدد السماعات فى R مع عددها فى L .

طريقة التحكم :

كل عمود من الأعمدة له وظيفة ، مثلا العمود ١ يتحكم بإعدادات مايك رقم واحد وتستطيع التحكم بقوة الصوت والتوزيع والصدى غليظ او حاد من أزراره.

بجوار زر التحكم يعلو هذا الزر عادة شاشة تعطينا رقم المؤثر وأسفلة قائمة بأنواع المؤثرات الموجودة فى الجهاز

أكثر أنواع الصدى استخداما وأكثرها وجوداً فى الأجهزة هى :

أ - (Delay) صدى التردد ويكون نوعين فى بعض الاجهزة (Delay) و (Delay Stereo) أى صدى التردد وصدى التردد بتوزيع .

ب - (Reverb) يسميه الكثير التفخيم او (الصوت المنتشر) او (الصدى المنتشر) وغالبا هذا النوع هو المستخدم

ج - (Delay) + (Reverb) صدى مدمج فيه صدى التردد مع التفخيم .

طريقة التحكم فى الصدى الصوتى : -

يمكنك التحكم بمقدار الصدى للمايك الواحد من العمود رقم واحد فى الصورة السابقة ، اما التحكم بنوع الصدى و مقدارة للجهاز كاملا فمن مجموعة الزرايز العامة.

ملاحظات هامة :-

١- عند توصيل السماعات بمكبرات الصوت ينصح ان يكون التيار الكهربائى مفصول عنها وتكون جميع أزرار التحكم مغلقة .

٢- عند بداية تجربة الصوت ارفع الصوت وتحكم برفع مؤثرات الصوت ببطء ولا ترفعة للنهاية مرة واحدة فقد يسبب ذلك احتراق الجهاز والسماعات أيضاً .

٣- يمكن استخدام الاسلاك الكهربائية العادية (غير الشفافة) كأسلاك للسماعات الداخلية .

٤- وضع مكبر الصوت فى مكان لايصل اليه الا من يجيد التعامل معه .

٥- هذه الأجهزة يوجد فيها مخارج للتسجيل ولذا ينصح باستخدام وصلات التسجيل الجيدة لكى تحصل على صفاء جيد للصوت .

بعض المشكلات وحلها :-

يشكو الكثيرون من تعطيل الجهاز أو السماعات أو كليهما معا والسبب فى ذلك يعود الى بعض مما يأتى :

١- قوة السماعات تفوق قوة مكبر الصوت .

٢- قوة مكبر الصوت تفوق قوة السماعات بفرق كبير .

٣- عدم مناسبة مكبر الصوت والسماعات لبعضهما .

٤- رفع الصوت الزلئد من المكبر مما يؤدى الى تعطيل السماعات .

٥- طريقة التوصيل الخاطئة .

٦- الاسلاك قد يكون فيها تقطع او تلامس بين طرفى السلك لذا يجب التاكد من سلامة الأسلاك قبل القيام بتركيب مكبرات أو سماعات جديدة .

١ ـ٤ ـ٩ نظام دولبى : ـ

يعمل هذا النظام على خفض مستوى الضجيج أثناء عملية تسجيل الصوت أو أثناء نقله وتوزيعه فى الأماكن الكبيرة حيث تكون أطوال الكابلات كبيرة ويعتمد هذا النظام على رفع مستوى الاشارة الصوتية الضعيفة مع الحفاظ على ترددها قبل التسجيل لكى لاتختفى أثناء عملية التسجيل أو النقل وذلك بسبب ضجيج الناقل المغناطيسى ذو التردد العالى فى حالة التسجيل أو أى ضجيج آخر فى حالة النقل والتوزيع .

يوجد فى الشكل (١ـ٨٦) ثلاث اشارات وذلك عند استخدام وعدم استخدام نظام دولبى .

الاشارة a تمثل اشارة تردد الصوت باتساعات مختلفة .

الاشارة b تمثل ضجيج الناقل المغناطيسى .

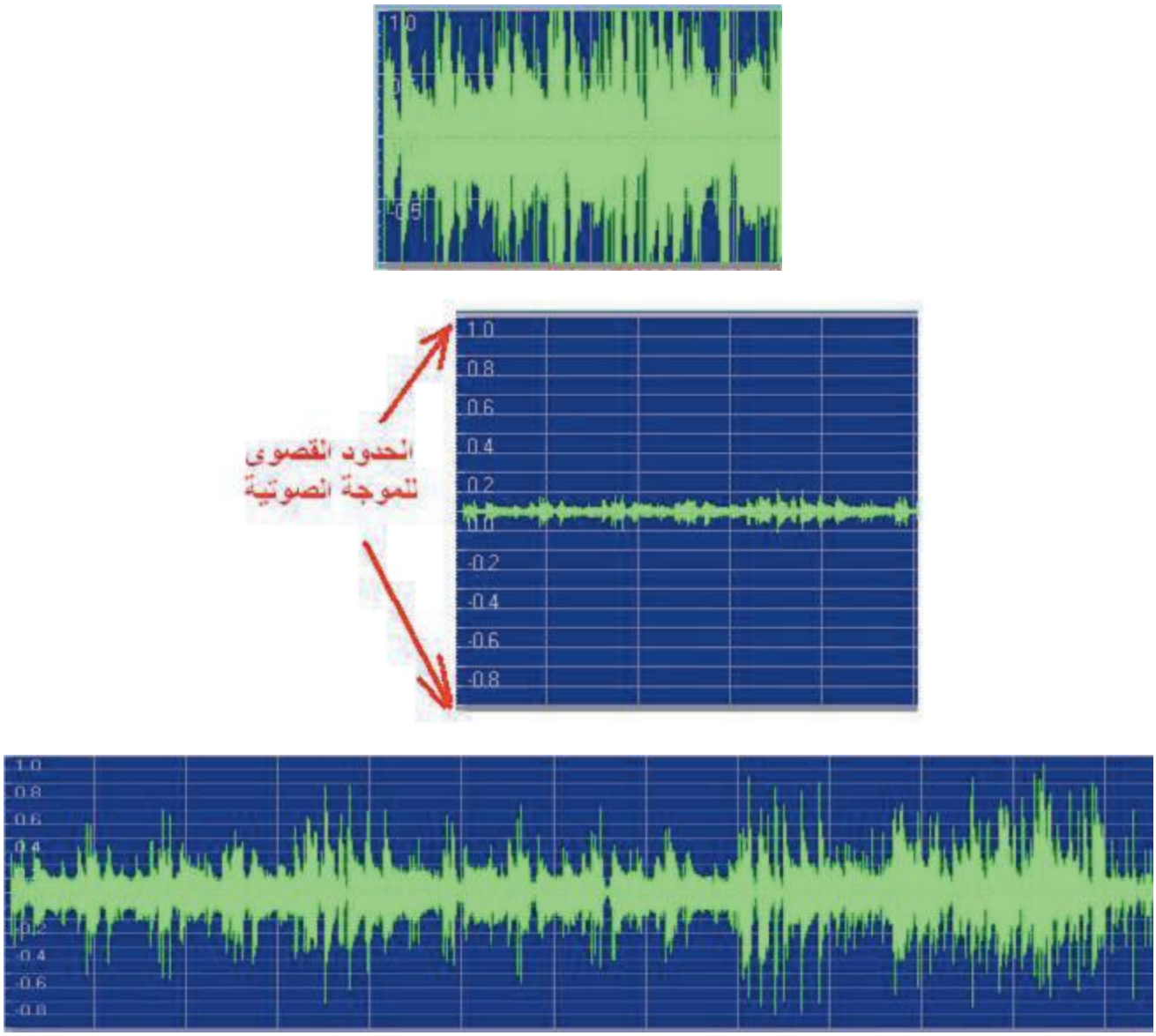
الاشارة c تمثل اشارة صوتية مسجلة على الناقل المغناطيسى بدون استخدام نظام دولبى ونلاحظ فقدان الاشارة الصوتية ذات الاتساع المنخفض .

والاشارات الثلاث فى حال استخدام نظام دولبى .

الاشارة d تمثل اشارة تردد صوتى معالج بنظام دولبى .

الاشارة e تمثل اشارة صوتية مسجلة على الناقل المغناطيسى .

الاشارة f تمثل الاشارة صوتية فى حال الإعادة بدون أى اشارة صوتية صوتية حتى ولو كانت ضعيفية .



الشكل (١-٨٦)

المقايسات في مجال الأجهزة المسموعة والمرئية والإلكترونيات

مقدمة :

الغرض الاساسي من علم المقايسات هو معرفه تكاليف وتقدير انشاء او تركيب او تجميع او اصلاح الأجهزة الألكترونية او عمل التوصيلات لأى عملية .

ويتم ذلك بمعرفة الخامات اللازمة والعمليات الصناعية التي تجري بالتفصيل حتي انتهاء الشغله وذلك فى خطوات مرتبة ومتتابعة حتي يمكن معرفة نوع المعدات اللازمة للتنفيذ من عدد وآلات وعمال وبذلك يمكن الوصول الي افضل الطرق الاقتصادية للانتاج حيث أنه كلما راعينا الاقتصاد فى النفقات كان فى مقدور المصانع تخفيض اسعار منتجاتها ومنافسة المصانع الاخري بشرط ألا يقلل من متانتها وجودتها ودقة صناعتها ومع مراعاة التطوير المستمر لهذه المنتجات .

الشروط الواجب توافرها فى الشخص الذي يقوم بعمل المقايسات :

يجب علي الشخص الذي يقوم بعمل مقايسات لأي فرع من فروع الصناعة وخاصة أعمال الالكترونيات أن تتوافر فيه الشروط الآتية :

١- ان يكون علي اتصال دائم بالحياة العلمية ليكون مطلعا علي أحدث الاكتشافات الجديدة الخاصة بالعمل
٢- ان يكون ملما بمواصفات الخامات والأجهزة وقطع الغيار التي تلزم للعمل
٣- ان يكون علي اتصال دائم بالأسواق لمعرفه التطور فى الأسعار أولا بأول حتي تكون مقايساته صحيحة وبذلك لن يتعرض للمكسب الحرام او الخسارة فى عمله
٤- ان يكون ملما بما يلزمه لتنفيذ المقايسات المختلفة حتي تكون تقديراته مضبوطة ودقيقة.
٥- ان يكون فنيا متخصصا ، ويكون دقيق التقدير فى حاله الصيانة والاصلاح

عناصر المقايسة :

قبل البدء في توضيح الخطوات التي تتبع في عمل المقايسات نبحث اولاً في المفردات والعناصر الأساسية التي يجب أن تشتمل عليها أي مقايسة وهي :

١- ثمن الخامات ٢- أجور العمال

٣- المصاريف غير المباشرة ٤- نسبة الربح

أولاً : ثمن الخامات :

ويقصد بها ثمن الخامات المباشرة اللازمة لعمل المقايسة مثل (المقاومات – المكثفات – الملفات – المحولات – الترانستور – الدوائر المتكاملة – الموحدات ... إلخ)

وكذلك الخامات الخاصة بأعمال الشاسيهات مثل (ألواح الصاج – الألومنيوم – الباكسولين) وغيرها

ويضم مكونات كل جزء إلي الآخر ، ثم نحصل علي الخامات الكلية للمنتج والتي يمكن تسجيلها بمواصفاتها و أثمانها وذلك فى جدول خاص بالمقايسة وذلك لحساب قيمة ثمن الخامات الكلية .

ثانياً : أجور العمال :

يقصد بها أجور العمال المكلفين فعلاً بالإنتاج أي الذين يقومون بتنفيذ وصناعة المنتج من تجهيز الشاسية وتثبيت المكونات الخاصة بدائرة الجهاز وعمل توصيلاته المختلفة ولحاماته ثم تجربته أو إصلاحه سواء كان هؤلاء العمال فنيون أو مساعديهم .

ثالثاً : المصاريف غير المباشرة :

يمكن توضيح المصاريف غير المباشرة في ثلاث نقاط هي :

(أ) الخامات غير المباشرة :

ويقصد بها الخامات التي لا تدخل في تركيب المشغولات مباشرة ولكن هناك احتياج إليها أثناء عملية الإنتاج ، ومن هذه الخامات علي سبيل المثال (الزيوت – الشحومات – مساعدات الصهر (الفلكس) – الصنفرة – التغليف ... إلخ)

(ب) الأجور غير المباشرة :

وهي تشتمل علي :

أجور الأفراد الذين لا يقومون بالعمل مباشرة مثل (المديرون – رؤساء الأقسام ومساعديهم – الملاحظين – الرسامين – الكتبة – عمال النظافة – عمال النقل – عمال المصاعد والأوناش – عمال محطة القوي – أمناء المخازن ومساعديهم – عمال الحدائق – عمال المطافئ والحراسة – موظفي قسم المشتريات والمبيعات والأمن ... وغيرها).

(جـ) مصاريف غير مباشرة للمصنع والإنتاج :

وهي تشتمل علي :

الإضاءة – المياه – استهلاك الآلات والعدد وكذلك تكاليف إصلاحها وصيانتها – تكاليف التهوية – مصاريف البيع وما يتطلبه من مصاريف للدعاية والإعلانات – مصاريف التأمين علي العاملين بالمصنع – مصاريف الضرائب – مصاريف استهلاك الآثاث – المعاشات – التعبئة والشحن – مصاريف خدمات مابعد البيع كتعهدات المصانع لضمان صلاحية الإنتاج لمدة معينة – مصاريف تلف المنتجات وانخفاض الأسعار .. إلخ .

طرق تقدير نسبة المصاريف غير المباشرة في المقايسات :

لحساب قيمة نسبة المصاريف غير المباشرة طرق عديدة يمكن تلخيصها في الآتي:

- كنسبة مئوية من قيمة التكاليف الأولية .
- كنسبة مئوية من قيمة أجور العمال .

- حساب قيمة المصاريف غير المباشرة علي أساس زمن العملية .

1- المصاريف غير المباشرة كنسبة مئوية من قيمة التكاليف الأولية :

تقدر أحيانا المصاريف غير المباشرة كنسبة مئوية من التكاليف الأولية (ثمن الخامات + قيمة أجور العمال) وتتراوح هذه النسبة من ٢٠% إلي ١٠٠% من قيمة التكاليف الأولية ، وتستعمل هذه الطريقة في الإنتاج المحدود الذي ينتجه المصنع .

ولكن إذا تغيرت أسعار الخامات أو تعددت أنواع المشغولات التي ينتجها المصنع أصبحت هذه الطريقة غير مناسبة إلا إذا عدلت النسبة كي تناسب الحالة الجديدة .

مثال :

جهاز استقبال (راديو) ترانزستور ثمن خامات مكوناته ١٠٠ جنية وأجور تجميعه ٣٠ جنيهاً ، فإذا كانت المصاريف غير المباشرة تقدر بحوالي ٢٠% جنية من التكاليف الأولية:

- فاحسب قيمة المصاريف غير المباشرة المستحقة .

الحل : قيمة التكاليف الأولية = جملة الخامات + جملة الأجور

= ١٠٠ + ٣٠ = ١٣٠ جنيها

قيمة المصاريف غير المباشرة = $\frac{20\times130}{100}$ = ٢٦ جنيهاً

٢- المصاريف غير المباشرة كنسبة مئوية من أجور العمال :

هذه الطريقة العادية لحساب قيمة المصاريف غير المباشرة وذلك بحسابها علي أنها نسبة مئوية تقدر بحوالي ١٥٠% من قيمة مجموع أجور العمال المباشرين . ولإيجاد هذه النسبة تحسب قيمة مجموع أجور العمال المباشرين وتحسب أيضاً المصاريف غير المباشرة الفعلية محدودة من الوقت ولتكن أسبوعاً مثلاً .

وإذا كان المصنع يضم عدداً من خطوط الإنتاج كالآتي :

- خط إنتاج جهاز استقبال راديو ترانزستور .
- خط إنتاج جهاز راديو كاسيت .
- خط إنتاج جهاز استقبال تليفزيون ملون ترانزستور

عمل المقارنة السابقة لكل خط إنتاج علي حدة ومن هذه المقارنة تحدد النسبة المئوية للمصاريف غير المباشرة لكل خط إنتاج . ومن عيوب هذه الطريقة المرتبطة بأجور العمال ، أن المصاريف غير المباشرة هي مصاريف ثابتة بالنسبةللأجور وأن قيمتها تزيد أو تقل بالنسبة لهذه الأجور بينما المصاريف غير المباشرة مستقلة تماماً عن أجور العمال فإذا كانت الأجور المستحقة علي إنتاج ١٠٠ جهاز ردايو ترانزستور هي ٥٠٠ جنية ونسبة المصاريف غير المباشرة هي ١٥٠% كانت قيمة المصاريف غير المباشرة هي مبلغ ٧٥٠ جينهاً فإذا وضعت طرق عديدة

لعمليات الصناعة وشددت الرقابة علي العمال فبالطبع سوف يقل زمن عمل الطلبية وبذلك تنخفض الأجور فرضاً إلي ٤٠٠ جنيهبدلاً من ٥٠٠ جنيه .

وبذلك تنخفض قيمة المصاريف غير المباشرة إلي :

$= \frac{150\times400}{100} =$ ٦٠٠جنية بدلاً من ٧٥٠جنيهاً .

وبالعكس إذا ما تراخت الرقابة علي العمال ارتفعت قيمة الأجور فرضاً إلي ٦٠٠ جنية وبناء عليه ترتفع قيمة المصاريف غير المباشرة إلي :

$= \frac{150\times600}{100} =$ ٩٠٠ جنيه .

وهذا بالطبع لا يحدث إلا بعد الانتهاء من الطلبية وبعد أن يكون الاتفاق قد تم وانتهي بين صاحب المصنع و العميل علي ثمن الطلبية .

مثال :

ورشة بها ١٠ عمال كلفوا بعمل ١٠٠ جهاز تليفزيون ، وكانت أجورهم ٦٠٠ جنية ونسبة المصاريف غير المباشرة ١٥٠% بذلك تكون قيمتها ٩٠٠ جنية .

المصاريف غير المباشرة لكل جهاز تليفزيون $= \frac{900}{100} =$ ٩ جنيهات

فإذا ارتفع إنتاج العمال إلي ١٤٦٠ جهاز تليفزيون ، وارتفعت أجورهم إلي ٧٠٠ جنية

تكون المصاريف غير المباشرة $= \frac{150\times700}{100} =$ ١٠٥٠جنيهاً

وبذلك تكون المصاريف غير المباشرة لكل جهاز تليفزيون $= \frac{1050}{160} =$ ٦,٥جنية

ومن ذلك يتضح أن المصاريف غير المباشرة لكل جهاز تليفزيون قد قلت وهذا ليس من الصواب ، إذا يجب أن تكون قيمة المصاريف غير المباشرة ثابتة لكل جهاز من الإنتاج

٣- حساب قيمة المصاريف غير المباشرة على أساس زمن كل عملية :

إن أفضل طريقة لحساب قيمة المصاريف غير المباشرة في معظم الحالات هي علي أساس زمن العملية .

ويتم ذلك بتحديد أجرعن الساعة الواحدة لكل معدة من معدات الإنتاج أو لكل مجموعة متشابهة من المعدات .

وعلي ذلك تفرز معدات الإنتاج وترتب في مجموعات ثم يعين لكل معدة أو مجموعة منها قيمة المصاريف غير المباشرة عن الساعة الواحدة علي أن تراعي الاعتبارات الآتية :

عند تقدير أجر الساعة لكل معدة :

١. مساحة المكان الذي تشغله المعدة (لحساب نصيب المعدة من قيمة إيجار الورشة . والإنارة العامة والتدفئة والتهوية وقيمة العوائد علي الإيجار)

ثمن شراء المعدة ومقدار ما يستهلك من ثمنها بمضي الزمن ونصيبها من التأمين عليها .

مقدار ما تستهلكه المعدة من القوي المحركة والإضاءة الخاصة والعدد و الزيوت وغير ذلك من المواد والخامات غير المباشرة .

مصاريف صيانة المعدة والمحافظة عليها في حالة جيدة .

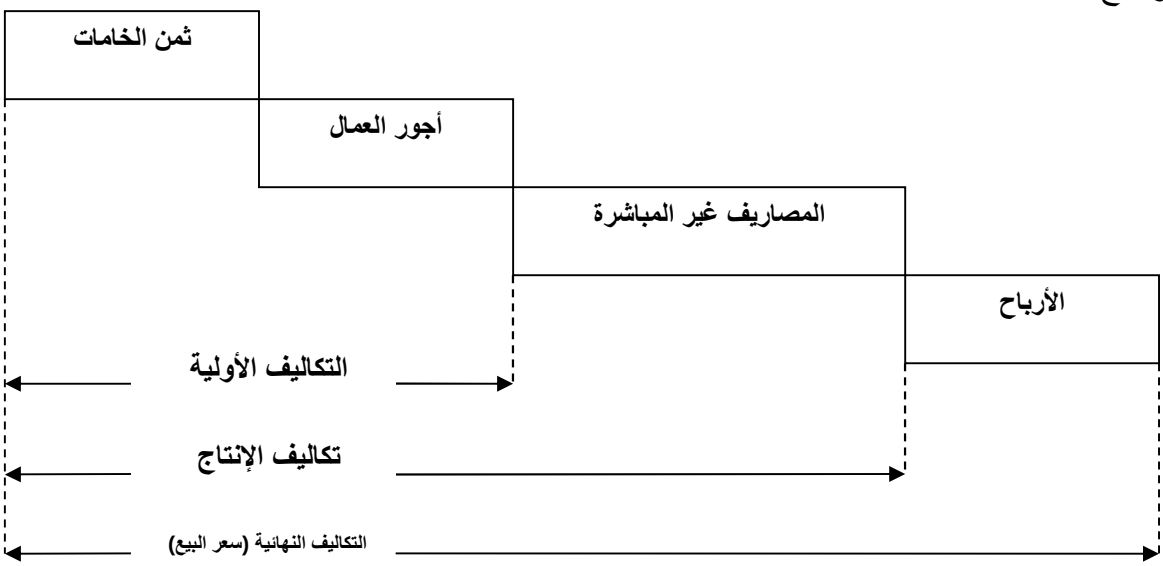
مقدار زمن عطل المعدة وقيمة المشغولات التالفة التي تقيد عليها .

نصيب المعدة من مراقبة ملاحظ الورشة وموظفي الإدارة والأعمال المخزنية والكتابية وغير ذلك من المصاريف الأخرى المتعددة .

وهذه البيانات توضح الأبواب الرئيسية للمصاريف غير المباشرة وطريقة توزيعها ولا شك في أن تعين قيمة المصاريف غير المباشرة بهذه الطريقة تحتاج إلي مجهود كبير وخبرة ممتازة .

رابعاً : نسبة الأرباح :

تحسب أرباح أي مصنع أو شركة علي أساس نسبة معينة من سعر التكلفة النهائية للمنتج (ثمن الخامات + ثمن الأجور + المصاريف غير المباشرة) وتتراوح هذه النسبة عادة من ١٠% إلي ٢٥% حسب نوع المنتج وكمية الإنتاج كما هو موضح بالشكل



التكلفة النهائية للمنتج

من الشكل يتضح أنه :

١. التكاليف الأولية للمنتج = جملة الخامات + جملة الأجور
٢. تكاليف الإنتاج = التكاليف الأولية + المصاريف
٣. ويمكن حصر العناصر الأساسية اللازمة للمقايسات في جدول خاص كالمبين :

جدول المقايسة

م	الصنف	الوحدة	الكمية	ثمن الوحدة		ثمن الكمية		الأجور		التكاليف	
				ق	جـ	ق	جـ	ق	جـ	ق	جـ
١											
٢											
٣											
٤											
	جملة ثمن الخامات										
	الأجور										
	التكاليف الأولية										
	مصاريف غير مباشرة %										
	تكاليف الإنتاج										
	الأرباح بواقع %										
التكاليف النهائية	**فقط وقدره**										

<u>وذلك بالترتيب التالى :</u>

١. رصد كل خامة علي حدة في خانة البيان مع تحديد مواصفاتها وكمياتها وسعر الوحدة منها وذلك في الخانة الخاصة بالخامات بالجدول ثم تحديد قيمة جملة الخامات .

٢. رصد الأجور لكل من العامل الفني وكذلك مساعد العامل في الخانة المعدة للأجور بالجدول وإيجاد قيمة جملة الأجور .

٣. حصر قيمة التكاليف الأولية وذلك بجمع قيمة جملة الخامات + قيمة جملة الأجور ورصدها في خانة التكاليف الأولية بالجدول .

٤. تحديد نسبة المصاريف غير المباشرة وتحديد قيمتها من قيم التكاليف الأولية ورصدها بالجدول في خانة التكاليف الأولية أيضا .

٥. تحديد قيمة تكاليف الإنتاج وذلك بجمع قيمة التكاليف الأولية + قيمة المصاريف غير المباشرة ورصدها في خانة التكاليف الأولية أيضا بالجدول .

٦. تحديد قيمة نسبة الربح وإيجاد قيمتها من قيمة تكاليف الإنتاج ورصدها في خانة التكاليف النهائية .

٧. يمكن الحصول بعد ذلك علي التكاليف النهائية للمقايسة (سعر البيع) للمنتج وذلك بجمع كل من قيمة تكاليف الإنتاج مضافاً إليها قيمة نسبة الربح وتفقيط المبلغ أسفل المقايسة في الخانة المعدة لذلك بالجدول الخاص بالمقايسة .

أنواع المقايسات :

يمكن تقسيم أنواع المقايسات الخاصة بإعمال الإلكترونيات والحاسبات إلي ما يلي :

١- مقايسات خاصة بالإنشاء ٢- مقايسات خاصة بالتجميع

٣- مقايسات خاصة بالتركيبات ٤- مقايسات خاصة بالإصلاح

دراسة كيفية تنفيذ كل نوع :

١- مقايسات خاصة بالإنشاء :

وهي خاصة بإنشاء الأجهزة الإلكترونية وكذلك الآلات الحاسبة مثل :

أجهزة الراديو – أجهزة التليفزيون – الآلات الحاسبة – أجهزة الكمبيوتر – أجهزة الإرسال – أجهزة المكبرات – أجهزة الرصد والتخاطب وغيرها من الأجهزة الالكترونية ويمكن تقسيم المقايسات الخاصة بالإنشاء الي قسمين هما :

- أجزاء يمكن صناعتها كلها أو بعضها بالمصنع مثال ذلك الملفات بجميع أنواعها وأيضاً المحولات – السماعات والتي يمكن تنفيذها في الورش الالكترونية

في حالة إنشاء أي نوع من أنواع الأجهزة الالكترونية وأجهزة الحاسبات سواء كانت تعمل بالترانزستور أو بالدوائر المتكاملة في ورشة الالكترونيات أو في المصنع يلزم عمل المقايسة الخاصة بالعناصر الالكترونية التي سوف تشتري جاهزة مثل (المقاومات – المكثفات – الموحدات – الترانزستورات – الدوائر المتكاملة .. إلخ) ثم يحسب ثمن الخامات وكذلك الزمن اللازم لصناعة الأجزاء الأخرى من ملفات و أنواعها و كذلك المحولات و غيرها يضاف إلي التكاليف غير المباشرة والأرباح وكذلك أجور العمال .

٢- المقايسات الخاصة بالتجميع :

وهي المقايسات الخاصة بتجميع الأجهزة الالكترونية مثل تجميع جهاز كمبيوتر – جهاز تليفزيون تعليمي وفي هذه الحالة يحسب ثمن الخامات اللازمة لتجميع الجهاز وكذلك ثمن المواد الأولية اللازمة للتجميع مثل الأسلاك – القصدير ..... وهكذا ثم يضاف إليها الأجور مع مراعاة الوقت الذي استغرق في تجميع الجهاز وكذلك نوعية العامل الفني ثم يضاف إليهم التكاليف غير المباشرة والأرباح .

٣- مقايسات خاصة بالتركيبات :

وهي المقايسات الخاصة بعمل التوصيلات اللازمة بين الأجهزة الالكترونية وذلك للحصول علي عمل متكامل مثل (تركيب إذاعة مدرسية – تركيب محطة إذاعة داخلية في محطة السكة الحديد – تركيب دائرة تليفزيونية مغلقة

في مبني خاص لمشروع تجاري – تركيب الأجهزة الخاصة بمعامل اللغات – تركيب شاشات تليفزيونية داخل محطات مترو الأنفاق – تركيب معمل للحاسبات وعمل التوصيلات الخاصة بين الأجهزة ... إلخ) وفي هذه الحالة يحسب ثمن الخامات اللازمة من أسلاك توصيل ومفاتيح وعوازل وخلافه ويضاف إليها الأجور علي أساس الزمن اللازم للتركيب وكذلك يجب تحديد نوع العامل الفني أو مساعد العامل وكذلك نوع العمل الذي سوف يقوم بتنفيذه بدقة ومهارة وكذلك تحسب المصاريف غير المباشرة وأيضا الأرباح .

٤- المقايسات الخاصة بالإصلاح :

وهذا النوع من المقايسات يختص بإصلاح الأجهزة الالكترونية أو عمل تعديلات فنية لها سواء كانت هذه الأجهزة خاصة بالإرسال أو الاستقبال سواء كانت مرئية أو مسموعة أو أجهزة المكبرات الالكترونية الصوتية أو أجهزة الحاسب وغيرها من الأجهزة حيث تتوقف عن العمل عندما يحدث لها أعطال ويراد إصلاحها وإعادة تشغيلها مرة أخرى .

وفي هذه الحالة إما أن تكون عملية الإصلاح قاصرة علي تغيير الأجزاء التالفة فقط والتي يمكن شراؤها جاهزة مثل (المقاومات – المكثفات – الترانزستورات – الموحدات – الدوائر المتكاملة وخلافه) أو يمكن صناعتها بالورشة مثل الملفات – المحولات وغيرها .

فيتم حساب ثمن الخامات الجاهزة أو تكاليف ما يصنع بالورشة محليا من هذه الأجزاء مضافاً إليه أجور العمال اللازمة علي أساس الزمن الذي قد استغرق في الفحص لإيجاد العيب ويحسب كذلك زمن تغيير القطع التالفة مضافاً إليه المصاريف غير المباشرة والإنتاج .

تقدير أسعار المواد والخامات والعناصر المستعملة في الصناعة الالكترونيه

نظرا لعدم ثبات الأسعار الخاصة بالعناصر والخامات والمواد المستخدمة في الدوائر الالكترونية وتغيرها المستمر وذلك بسبب التغير في أسعار السوق العالمي والمحلي يمكن الرجوع إلي النشرات الدورية التي تعلنها وزارة التجارة والصناعة والشركات المنتجة للأجهزة الالكترونية والكهربية كما يجب علي الدارس عند تثمين أي مقايسة إتباع ما يلي:

١. عند تثمين المقايسات الخاصة بالإنشاء أو الإصلاح يستخدم عامل فني بحيث يحدد الأجر الخاص به بسعر الساعة حيث يتراوح سعر الساعة للعامل الفني حوالي ١٥ الي ٥٠ جنيهاً بعد تحديد عدد الساعات التي يستغرقها في تنفيذ العملية سواء كانت عملية إنشاء أو إصلاح .

٢. عند تثمين مقايسات التركيبات (مثل تركيب إذاعة مدرسية أو تركيب إذاعة في المسرح أو تركيب معمل حاسبات مزود بأجهزة الكمبيوتر أو تركيب معمل صوتيات وخلافه في هذه الحالة ، العامل الفني يحتاج الي مساعد عامل لمعاونته في تنفيذ العملية .

وبالتالي يكون عدد الساعات التي يقضيها العامل الفني فى تنفيذه هذه العملية هو نفس عدد الساعات المسجلة للعامل المعاون له (مساعد عامل)

عند تحديد قيمة نسبة المصاريف غير مباشرة فى المقايسات الخاصة بالانشاء والاصلاح تتراوح نسبتها من ٥% الي ١٠% و ذلك من قيمة التكاليف الأولية (جملة الخامات + جملة الاجور) وكذلك تكون ٥% للمقايسات الخاصة بالتركيبات وذلك من قيمه التكاليف .

٣. عند تحديد نسبة الربح فى المقايسات يجب اتباع ما يلى :

فى حالة مقايسات الإنشاء تكون نسبة الربح من ١٠%الي ٢٠% وذلك من قيمة تكاليف الانتاج (التكاليف الاولية + قيمة المصاريف الغير مباشرة)

فى حالة مقايسات التركيب تكون قيمة نسبة الربح تتراوح من ١٠% وذلك من قيمة تكاليف الانتاج

فى حالة مقايسات الاصلاح تحدد نسبة الربح من ٥٠% الى ١٥٠% وذلك من قيمة تكاليف الانتاج ايضا

بيان بالأسعار التقريبية للخامات والعناصر المستعملة في الصناعات الالكترونيه

م	**الصنف**	حد ادني		حد اقصى	
		ق	ج	ق	ج
١	المقاومات الكربونية الثابته لجميع القيم قدرة من ١/٨ الي ١/٢ وات	١٠	–	٢٠	–
	المقاومات الكربونية الثابتة لجميع القيم قدرة من ١ الى ٣ وات	٢٠	–	٥٠	–
	المقاومات السلكية الثابتة لجميع القيم قدرة من ٤ وات الي ١٠ وات	٢٠	–	-	
	المقاومة االمتغيرة بدون مفتاح – والنصف متغير لجميع القيم	٣٠	–	٥٠	١
	المقاومة المتغيرة بالمفتاح سواء بسكه او سكتين	-	١	-	٣
	مقاومه ذات المعامل الحرارى السالب N.T.C	٥٠	٣	-	٦

	مقاومة ذات المعامل الحرارى الموجب P.T.C	٥٠	٣	_	٦
	مقاومة اعتمادية الجهد V.D.R	٥٠	٣	-	٦
	مقاومة سلكية متغيرة ربوستات	٥٠	١	٥٠	٣
	مقاومة ضوئيه لجميع الجهود	٥٠	٢	-	٤
٢	المكثفات الثابتة لأى قيمه وأى ضغط تشغيل ومكثفات الضبط	١٠	-	٥٠	١
	المكثفات الكيميائية لأي قيمة واى ضغط تشغيل	٥٠	-	-	٣
	المكثفات المتغيرة لأى قيمة واى ضغط تشغيل	-	١	-	٣
٣	ملف خانف للتردد المنخفض (قلب حديدى)	-	٣	-	٦
	ملف للتردد المتوسط (قلب فرايت)	٥٠	١	-	٣
	ملف للتردد العالي (قلب هوائي)	-	٢	-	٤
	محولات قدره تردد منخفض ٢٢٠فولت من (١٢٠ فولت ١ امبير)	٥٠	٦	٥٠	٧
	محولات قدرة تردد منخفض ٢٢٠ فولت خرج متعدد ١ امبير	٥٠	٦	٥٠	٧
	محولات قدرة تردد منخفض ٢٢٠ فولت خرج متعدد ٢ أمبير	٥٠	٧	٥٠	٩
	الموحدات الخاصة الانبعاث الضوئي	-	١	-	٢
	الدياك DIAC	-	١	-	٣
	الترياك TRIAC	-	٣	-	٧
6	الترانزستورات العادى و P.N.P أو N.P.N	٥٠	-	٥٠	١
	الترانزستورات ذات القدرة المتوسطة والتي لها مبرد	-	١	٥٠	٢

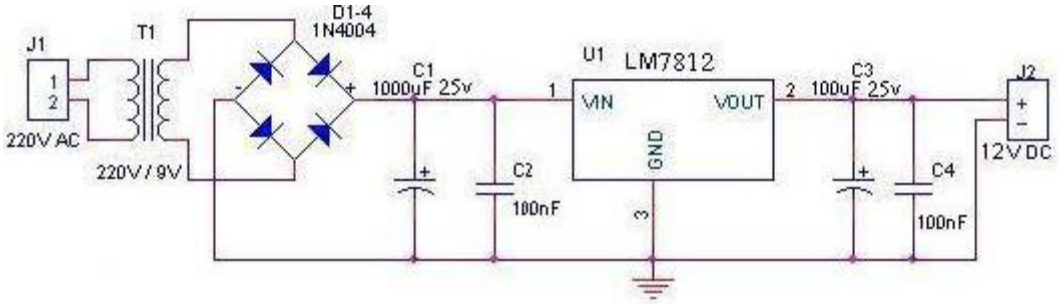
	الترانزستورات ذات القدرة العاليه والتي لها مبرد	٥٠	٢	-	٥
	الترانزستورات الضوئيه	-	٦	-	٨
	الترانزستورات المشعه للضوء	-	٦	-	٨
	الترانزستورات الأثير المجالي F.E.T	-	٧	-	١٠
7	الدوائر المتكامله الخطية بداية من ٦ ارجل الي ١٦ رجل	-	٢	-	٩
	الدوائر المتكامله الرقمية بداية من ١٤ رجل الي ٢٨ رجل	-	٢	-	٩
٨	الخلايا الضوئية و الشمسية	-	٦	-	١٠
٩	المتممات بجميع أنواعها (الريلهات)	-	٣	-	١٠
١٠	مفتاح ON/OFF او مفتاح سكينة مزدوج او مفتاح موجات	-	٣	–	٤
١١	الميكروفونات (كربوني – ديناميكي – كريستال – مكثفى)	-	٣	–	٥
١٢	السماعات بين ٢ بوصه الي ١٢ بوصة	-	٣	–	٢٥
	سماعه أذن (هدفون)	-	٣	–	٦
	هورن باليونيت قدرة من ١٥ وات الي ٤٠ وات	-	٣٥	–	١٠٠
١٣	المصهرات (الفيوزات) بجميع قيمها	٢٥	-	٥٠	–
١٤	لمبات البيان مع اختلاف جهودها	٥٠	-	–	٢
15	نهايات التوصيل	٥٠	-	–	١
16	البنانات معزوله او غير معزولة	٥٠	-	٥٠	١
١٧	اسلاك التوصيل المفردة ويتوقف سعر المتر علي قطر السلك ونوع العزل	١٠	-	٥٠	-

	اسلاك التوصيل المزدوجه ويتوقف سعر المتر علي قطر السلاك ونوع العزل	٢٥	-	٥٠	١
	سلك شيلد بالمتر	-	١	-	٣
	اسلاك بالمتر	-	١	-	٣
١٨	بطاريات جافة ١١/٢ **فولت قلم**	-	١	-	٣
	بطارية جافة ١١/٢فولت متوسط	٥٠	١	-	٢
	بطارية جافه ١١/٢ **فولت طورش**	-	٢	٥٠	٣
	بطاريه جافه ٩ فولت	-	٩	٥٠	١٥
١٩	فيشة توصيل بالكردة	٥٠	١	-	٣
٢٠	جاك توصيل	٥٠	-	-	١
٢١	بلح توصيل	-	١	-	٢
٢٢	شريط لحام (شيكارتون)	-	١	٥٠	٢
٢٣	الواح الالمونيوم – الواح الصاج – ألواح الباكسولين يتوقف سعرها علي النوع و السمك بالنسبة للمتر المربع	-	٢٥	-	٥٠
٢٤	المواسير البلاستيك ويتوقف سعرها علي نوع السلك و قطره و نوع العزل و السعر بالمتر	-	٢	٥٠	٣
٢٥	قصدير اللحام و يتوقف سعره علي درجه نقاوته ويباع بالكيلو جرام	-	٤٠	-	٥٠
٢٦	اكر بلاستيك للمفتاح	٥٠	-	-	١
٢٧	مواتير خاصة بأجهزة الكاسيت من ٣ فولت الي ١٢ فولت	-	٦	-	٧
٢٨	سير كاوتشوك خاصة بأجهزه الكاسيت	٢٥	-	-	١
٢٩	هد تسجيل واعادة ٢ طرف	-	٣	٥٠	٤
	هد تسجيل و اعادة ٤ طرف (ستيريو)	-	٤	-	٧

جدول المقايسه التجميع (١)

جدول اسعار دائرة منظم الجهد

دائرة منظم جهد

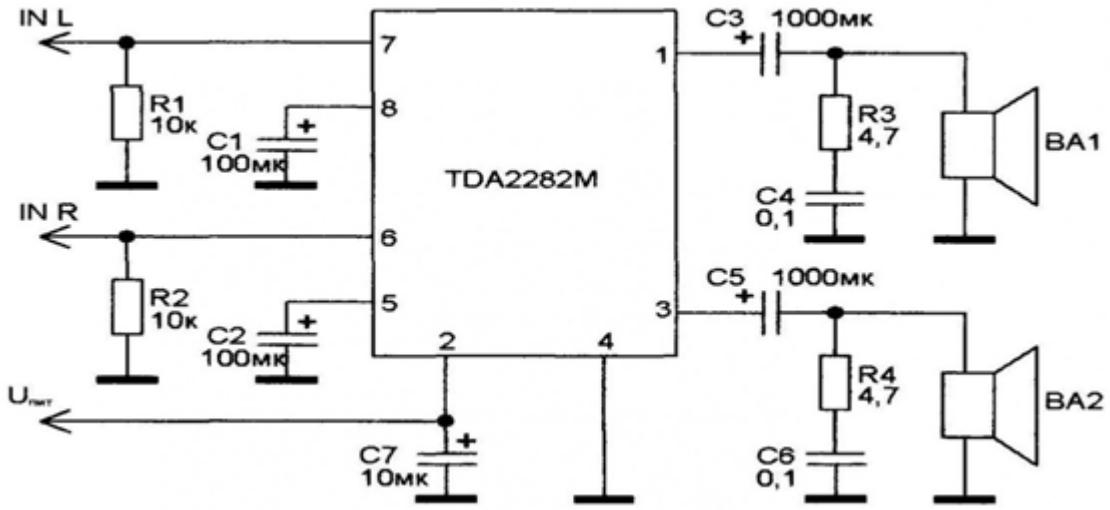


م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	محول كهربى ٩\٢٢٠ فولت	بالعدد	١		٥		٥				
٢	موحد سليكون	بالعدد	٤	٢٥			١				
٣	دائرة متكاملةLM7812	بالعدد	١		٣		٣				
٤	مكثف 1000UF	بالعدد	١		١		١				
٥	مكثف 100UF	بالعدد	٣	٥٠		٥٠	١				
٦	كابل توصيل بالفيشة	بالمتر	١		١		١				
٧	كابل خرج	بالمتر	١	٧٥		٧٥					
٨	قصدير لحام	بالجرم	٢٠	٢٥			٥				
٩	دائرة مطبوعة سبق اعدادها	بالعدد	١		٤		٤				
١٠											
	ثمن الخامات					٢٥	٢٢				
	عامل فنى	بالساعة	١		٥				٥		
	جملة اجور التركيب								٥		
	التكاليف الاولية									٢٥	٢٧
	مصاريف غير مباشره ١٠%									٧٢	٢
	تكاليف الانتاج									٩٧	٢٩
	الارباح بواقع ١٠%									٩٩	٢
	التكاليف النهائيه	اثنين وثلاثون جنيها وستة وتسعون قرشا فقط لاغير								٩٦	٣٢

جدول المقايسه التجميع (٢)

جدول اسعار دائرة تكبير باستخدام الدائرة المتكاملة

دائرة تكبير باستخدام الدائرة المتكاملة

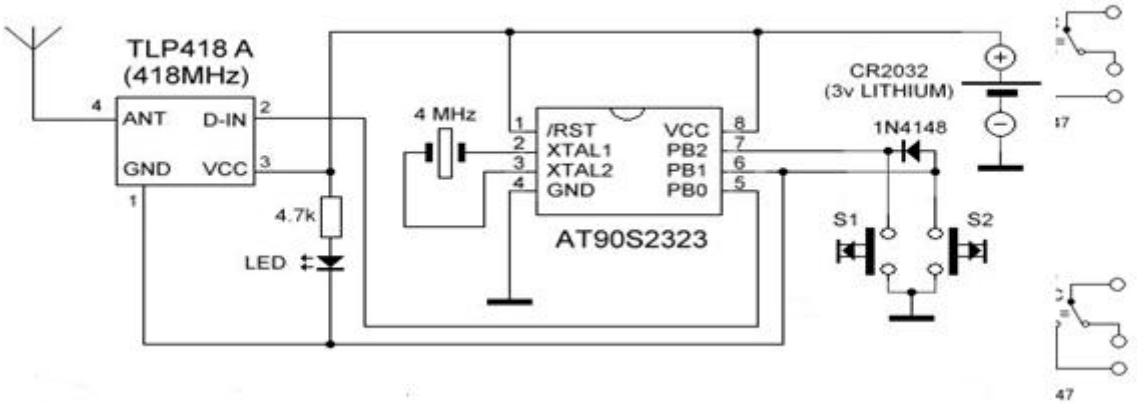


م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	مقاومات مختلفة القيم	بالعدد	٤	٢٥			١				
٢	**دائرة متكاملة TDA2282m**	بالعدد	١	٧٥	٣	٧٥	٣				
٣	سماعة	بالعدد	٢		٣		٦				
٤	مكثف 1000 mf	بالعدد	٢		١		٢				
٥	مكثف 100 uf	بالعدد	٢	٥٠			١				
٦	مكثف 0.1 mf	بالعدد	٢	٥٠			١				
٧	مكثف 10 mf	بالعدد	١	٧٥		٧٥					
٨	**كابل توصيل بالفيشة**	بالمتر	١		١		١				
٩	**كابل خرج**	بالمتر	١	٧٥		٧٥					
١٠	قصدير لحام	بالجرم	٢٠	٢٥			٥				
١١	دائرة مطبوعة سبق اعدادها	بالعدد	١		٤		٤				
	ثمن الخامات					٢٥	٢٦				
	عامل فنى	بالساعة	١	٧٥	٥			٧٥	٥		
	جملة اجور التركيب							٧٥	٥		
	التكاليف الاولية										٣٢
	مصاريف غير مباشره ١٠%									٢٠	٣
	تكاليف الانتاج									٢٠	٣٥
	الارباح بواقع ١٠%									٥٢	٣
	التكاليف النهائيه	ثمانية وثلاثون جنيها واثنين وسبعون قرشا لاغير								٧٢	٣٨

جدول مقايسة التجميع (٣)

لجهاز ارسال لراديو

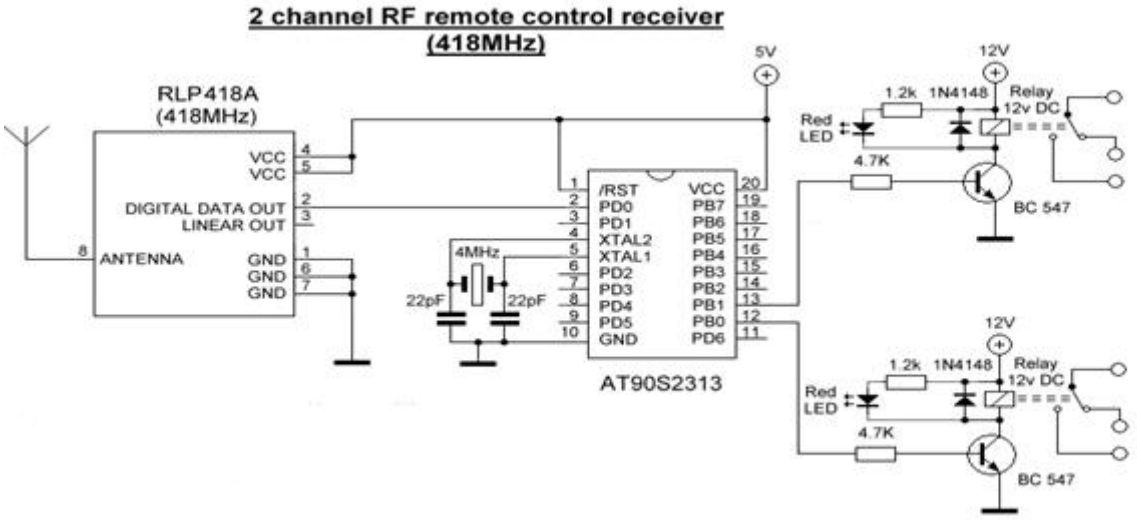
2 channel RF remote control transmitter (418MHz)



م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	مقاومات مختلفة القيم	بالعدد	١	٥٠		٥٠					
٢	كرستالة 4mhz	بالعدد	١		٣		٣				
٣	موحد سليكون	بالعدد	١		١		١				
٤	موحد ضوئى	بالعدد	١		١		١				
٥	مفتاح ضاغط	بالعدد	٢		٢		٤				
٦	دائرة متكاملة AT90S2323	بالعدد	١		٦		٦				
٧	دائرة متكاملة TLP418A	بالعدد	١		٤		٤				
٨	بطارية ٩ فولت	بالعدد	١		٦		٦				
٩	**كابل توصيل بالفيشة**	بالمتر	١		١		١				
١٠	**كابل خرج**	بالمتر	١	٧٥		٧٥					
١١	قصدير لحام	بالجرم	٢٠	٢٥			٥				
١٢	دائرة مطبوعة سبق اعدادها	بالعدد	١		٤		٤				
١٣	هوائى ارسال	بالعدد	١	٥٠	٢	٥٠	٢				
	ثمن الخامات					٧٥	٣٨				
	عامل فنى	بالساعة	١		١٠				١٠		
	جملة اجور التركيب								١٠		
	التكاليف الاولية									٧٥	٤٨
	مصاريف غير مباشره ١٠%									٨٧	٤
	تكاليف الانتاج									٦٢	٥٣
	الارباح بواقع ١٠%									٣٦	٥
	التكاليف النهائيه	ثمانية وخمسون جنيها وثمانية وتسعون قرشاً لاغير								٩٨	٥٨

جدول مقايسة التجميع (٤)

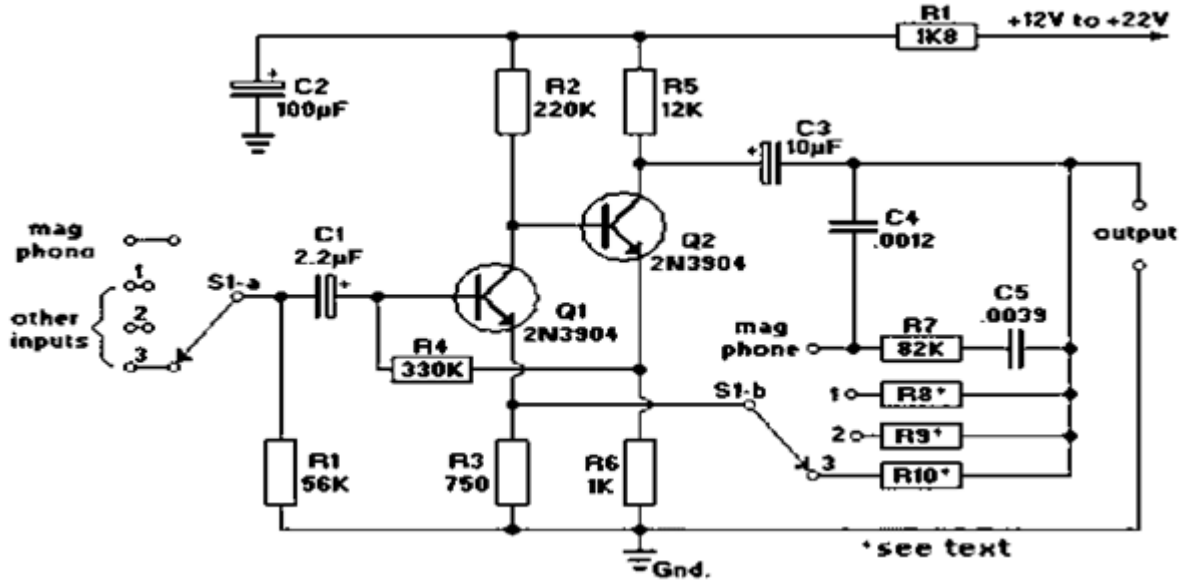
لجهاز استقبال راديو



م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	مقاومات مختلفة القيم	بالعدد	٤	٢٥			١				
٢	موحد سليكون	بالعدد	٤	٥٠			٢				
٣	مكثف 22 mf	بالعدد	٢	٥٠			١				
٤	ترانزستور BC548	بالعدد	٢	٥٠	١		١				
٥	مراحل ١٢ فولت	بالعدد	٢		٣		٣				
٦	كرستالة 4 MHZ	بالعدد	١	٥٠	٣	٥٠	٣				
٧	دائرة متكاملة AT90S2313	بالعدد	١		٦		٦				
٨	دائرة متكاملة RLP418A	بالعدد	١		٤		٤				
٩	هوائى استقبال	بالعدد	١	٥٠	٣	٥٠	٣				
١٠	بطارية ٩ فولت	بالعدد	١		٦		٦				
١١	**كابل توصيل بالفيشة**	بالمتر	١		١		١				
١٢	**كابل خرج**	بالمتر	١	٧٥		٧٥					
١٣	قصدير لحام	بالجرم	٢٠	٢٥			٥				
١٤	دائرة مطبوعة سبق اعدادها	بالعدد	١		٤		٤				
	ثمن الخامات						٤٠				
	عامل فنى	بالساعة	١		١٠				١٠		
	جملة اجور التركيب								١٠		
	التكاليف الاولية										٥٠
	مصاريف غير مباشره ١٠%										٥
	تكاليف الانتاج										٥٥
	الارباح بواقع ١٠%									٥٠	٥
	التكاليف النهائيه	ستون جنيها وخمسون قرشا لاغير								٥٠	٦٠

جدول مقايسة التجميع (٥)

دائرة تكبير من النوع المباشر



م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	مقاومات مختلفة القيم	بالعدد	١١	٢٥		٧٥	٢				
٢	ترانزستور 2N3904	بالعدد	١		٢		٢				
٣	مفتاح متغير نقط الاتصال	بالعدد	٢	٥٠	٢		٥				
٤	مكثف 100yf	بالعدد	١	٥٠		٥٠					
٥	مكثف10yf	بالعدد	١	٥٠		٥٠					
٦	مكثف2.2yf	بالعدد	١	٣٥		٣٥					
٧	مكثف0.039yf	بالعدد	١	٣٥		٣٥					
	كابل توصيل بالفيشة	بالمتر	١		١		١				
	كابل خرج	بالمتر	١	٧٥		٧٥					
	قصدير لحام	بالجرم	٢٠	٢٥			٥				
	دائرة مطبوعة سبق اعدادها	بالعدد	١		٤		٤				
	ثمن الخامات					٢٠	٢١				
	عامل فنى	بالساعة	٢		٨				١٦		
	جملة اجور التركيب								١٦		
	التكاليف الاولية									٢٠	٣٧
	مصاريف غير مباشره ١٠%									٧٣	٣
	تكاليف الانتاج									٩٣	٤٠
	الارباح بواقع ١٠%									٠٩	٤
	التكاليف النهائيه لانشاء دائرة جهاز انذار	اربعون جنيها واثنين قرشا فقط لاغير								٠٢	٤٥

جدول مقايسة الاصلاح (٦)

اصلاح جهاز راديو كاسيت

بملاحظة مظاهر العيوب وتحديد المراحل التالفة واحدة تلو الاخرى واتباع مراحل الاصلاح المعرفة تبين وجود الاعطال الاتية :

١ـ تلف السماعة

٢ـ تلف ترانزستور مكبر القدرة

٣ـ تلف موحد الكاشف

م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	تلف السماعة	بالعدد	١	٥٠	١	٥٠	١				
٢	تلف ترانزستور مكبر القدرة	بالعدد	١		١		١				
٣	تلف موحد الكاشف	بالعدد	١	٥٠		٥٠					
	ثمن الخامات						٣				
	عامل فنى	بالساعة	١		٥				٥		
	جملة اجور التركيب								٥		
	التكاليف الاولية										٨
	مصاريف غير مباشره ٢٥%										٢
	تكاليف الانتاج										١٠
	الارباح بواقع ٥٠%										٥
	التكاليف النهائيه	خمسة عشر جنيها فقط لاغير									١٥

جدول مقايسة الاصلاح (٧)

اصلاح جهاز مسجل صوتى (كاسيت)

بملاحظة مظاهر العيوب وتحديد المراحل التالفة واحدة تلو الاخرى واتباع مراحل الاصلاح المعرفة تبين وجود الأعطال الاتية :

١ـ تلف الرأس المغاطيسى للتسجيل والاذاعة .

٢ـ تلف الدائرة المتكاملة التى تحتوى على مكبر التردد الصوتى .

م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	تلف الراس المغاطيسى	بالعدد	١	٥٠	٢	٥٠	٢				
٢	تلف الدائرة المتكاملة	بالعدد	١	٥٠	٣	٥٠	٣				
	ثمن الخامات						٦				
	عامل فنى	بالساعة	١	١٠					١٠		
	جملة اجور التركيب								١٠		
	التكاليف الاولية										١٦
	مصاريف غير مباشره ٢٥%										٤
	تكاليف الانتاج										٢٠
	الارباح بواقع ٥٠%										١٠
	التكاليف النهائيه	ثلاثون جنيهافقط لاغير									٣٠

جدول مقايسة الاصلاح (٨)

اصلاح جهاز تليفزيون LCD

بملاحظة مظاهر العيوب وتحديد المراحل التالفة واحدة تلو الاخرى واتباع مراحل الاصلاح المعرفة تبين وجود الأعطال الآتية :

١ـ تلف الدائرة المتكاملة الخاصة بدائرة التغذية وهى AT90S2313

٢ـ تلف ترانزستور القدرة BC547

٣ـ تلف الكرستالة 4MHZ

م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	تلف الدائرة المتكاملة AT90S2313	بالعدد	١		٦٠		٦٠				
٢	تلف ترانزستور القدرة BC547	بالعدد	١		٥		٥				
٣	تلف الكرستالة 4 MHZ	بالعدد	١		٥		٥				
	ثمن الخامات						٧٠				
	عامل فنى	بالساعة	٢		٢٥				٥٠		
	جملة اجور التركيب								٥٠		
	التكاليف الاولية										١٢٠
	مصاريف غير مباشره ١٥%										١٨
	تكاليف الانتاج										١٣٨
	الارباح بواقع ٢٥%									٥٠	٣٤
	التكاليف النهائيه لانشاء دائرة جهاز انذار	مائة واثنين وسبعون جنيها وخمسون قرشا لاغير								٥٠	١٧٢

جدول مقايسة الاصلاح (٩)

اصلاح جهاز تليفزيون LCD

بملاحظة مظاهرالعيوب وتحديد المراحل التالفة واحدة تلوالاخرى واتباع مراحل الاصلاح المعرفة تبين وجود الأعطال الآتية :

١ـ تلف البنل PANEL الخاص بالجهاز

م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	البنال لشاشة "LCD 26	بالعدد	١		٩٠٠		٩٠٠				
	ثمن الخامات						٩٠٠				
	عامل فنى	بالساعة	٢		٥٠				١٠٠		
	جملة اجور التركيب								١٠٠		
	التكاليف الاولية										١٠٠٠
	مصاريف غير مباشره ٥%										٥٠
	تكاليف الانتاج										١٠٥٠
	الارباح بواقع ١٠%										١٠٥
	التكاليف النهائيه	الف ومائة خمسة وخمسون جنيها فقط لاغير									١١٥٥

جدول مقايسة الاصلاح (١٠)

اصلاح جهاز تليفزيون LED

ملاحظة مظاهر العيوب وتحديد المراحل التالفة واحدة تلو الاخرى واتباع مراحل الاصلاح المعرفة تبين وجود الأعطال الآتية :

١ـ دائرة التأهب

٢ـ دائرة المتكاملة للإيقاف المؤقت

٣ـ محول دائرة الإيقاف المؤقت

٤ـ مرشح خرج دائرة الإيقاف المؤقت

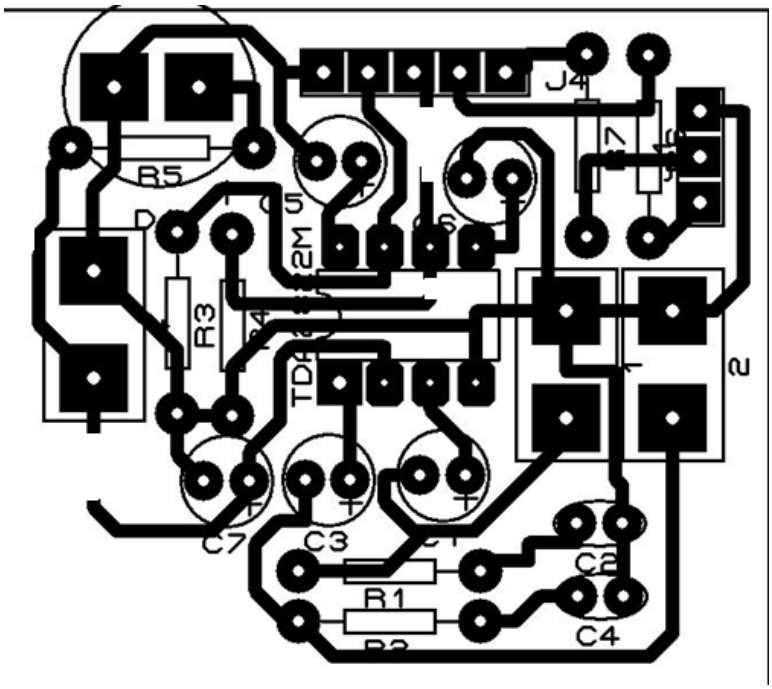
٥ـ ثنانى خرج دائرة الإيقاف المؤقت

م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	دائرة التأهب	بالعدد	١		١٠		١٠				
٢	دائرة المتكاملة للايقاف المؤقت	بالعدد	١		٢٠		٢٠				
٣	محول دائرة الايقاف المؤقت	بالعدد	١		١٢		١٢				
٤	مرشح خرج دائرة الايقاف المؤقت	بالعدد	١		٨		٨				
٥	ثنانى خرج دائرة الايقاف المؤقت	بالعدد	١		٤		٤				
	ثمن الخامات						٥٤				
	عامل فنى	بالساعة	٢		٢٥				٥٠		
	جملة اجور التركيب								٥٠		
	التكاليف الاولية										١٠٤
	مصاريف غير مباشره ١٠%									٤٠	١٠
	تكاليف الانتاج									٤٠	١١٤
	الارباح بواقع ٢٠%									٨٨	٢٢
	التكاليف النهائيه	مائة سبعة وثلاثون جنيها وثمانية وثلاثون قرشا								٢٨	١٣٧

جدول مقايسة الاصلاح (١١)

لدائرة تكبير صوت بق قطع فى خطوط الدائرة

بملاحظة مظاهر العيوب وتحديد المراحل التالفة واحدة تلو الاخرى واتباع مراحل الاصلاح المعرفة تبين وجود الأعطال الآتية :



م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١	لوحة من الفبر المغطى بالنحاس ابعادها ١٠×١٠	باعدد	١		٣						
٢											
٣											
٤											
٥											
٦											
٧											
	ثمن الخامات				٣						
	عامل فنى	بالساعة	١		٢				٢		
	جملة اجور التركيب								٢		
	التكاليف الاولية										٥
	مصاريف غير مباشره ١٠٠%										١٠
	تكاليف الانتاج										١٥
	الارباح بواقع ١٠%									٥٠	١
التكاليف النهائيه	ستة عشرة جنيها وخنسون قرشا لاغير									٥٠	١٦

جدول المقايسه الاصلاح (١٢)

م	الصنف	الكمية		ثمن الوحده		ثمن الكميه		الاجور		التكاليف	
		الوحدة	العدد	ق	ج	ق	ج	ق	ج	ق	ج
١											
٢											
٣											
٤											
٥											
٦											
٧											
	ثمن الخامات										
	عامل فنى	بالساعة									
	جملة اجور التركيب										
	التكاليف الاولية										
	مصاريف غير مباشره ٥%										
	تكاليف الانتاج										
	الارباح بواقع ١٠%										
	التكاليف النهائيه لانشاء دائرة جهاز انذار										

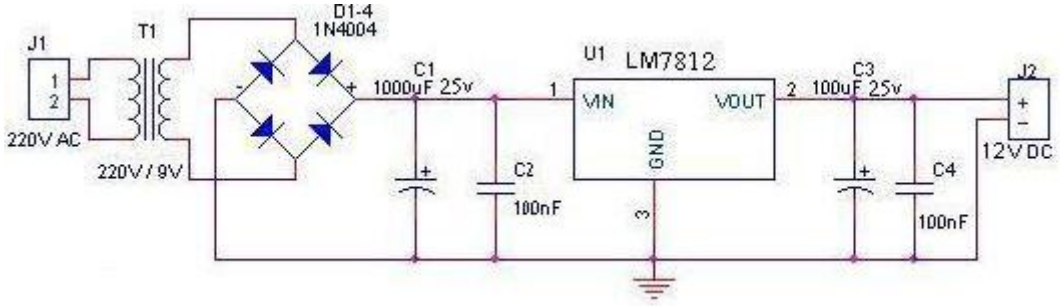
الإختبار الأول

أجب على الأسئلة الآتية :

السؤال الاول :

أ- اذكر المفردات التى تشمل عليها المقايسة ؟

ب ـ قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف تجميع دائرة مثبت الجهد ـ استعن بالشكل الموضح لمعرفة المكونات .



السؤال الثانى :

قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف اصلاح جهاز راديو كاسيت معطل تبين بالفحص والاختبار وجود الأعطال الآتية .

١ـ تلف السماعة

٢ـ تلف ترانوستور مكبر القدرة .

٣ـ تلف موحد الكاشف .

السؤال الثالث : ـ

أ ـ احسب سرعة الصوت فى الوسط الثانى اذا كانت سرعتة فى الوسط الاول Vo=340 m\s وزاوية الورود $\alpha_o = 30^\circ$ وزاوية الانكسار $\alpha_o = 45^\circ$.

ب ـ عرف كلا من

سرعة الصوت ، المقاومة الصوتية المميزة لوسط ما

ج ـ ماهى العوامل التى تؤثر فى سرعة الصوت فى الغازات ؟

السؤال الرابع :-

أ ـ اشرح مع التوضيح بالرسم المخطط الصندوقى لجهاز ارسال واستقبال ؟

ب ـ ماهى مميزات وعيواب الميكروفون الشريطى مع ذكر نظرية العمل ؟

السؤال الخامس : ـ اكمل مايأتى : ـ

أـ عندما تتحرك الصفيحة الى ..... فانها تدفع جزيئات الهواء التى امامها وتمتص الجزيئات التى خلفها الى .....

ب ـ الصوت حركة ..... فلا بد له من وسط مرن .

ج ـ الميكروفون هو جهاز ..... يقوم بتحويل الاهتزازات .....

د ـ تستطيع الحيوانات سماع ترددات اعلى من .....

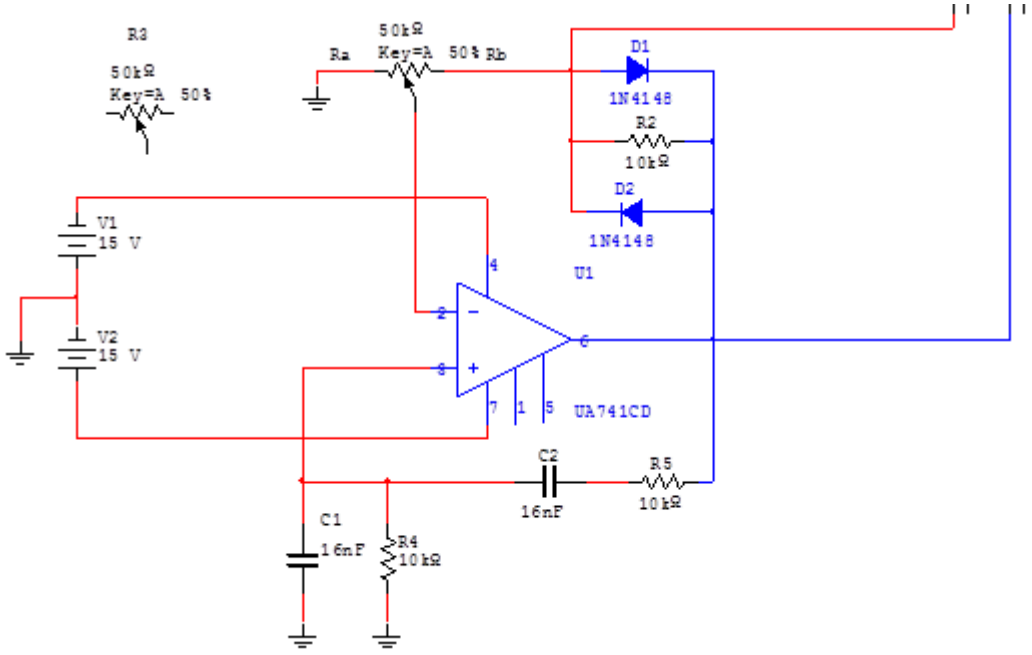
الإختبار الثانى

اجب على الاسئلة الاتية :

السؤال الاول :

أ ـ عرف المقايسة ، مع ذكر الشروط الواجب توافرها فى الشخص الذى يقوم بعمل المقايسة؟

ب ـ قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف تجميع دائرة تكبير ـ استعن بالشكل الموضح لمعرفة المكونات .



السؤال الثانى :

قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف اصلاح جهاز LCD معطل تبين بالفحص والاختبار وجود الاعطال الاتية .

١ـ تلف الدائرة المتكاملة الخاصة بالصوت

٢ـ تلف ترانزستور مكبر القدرة .

السؤال الثالث : ـ

أ ـ احسب طول موجة الترددين ١٦Hz و ٢٠ k HZ علما ان سرعة الصوت فى الهواء C=340M\S

ب ـ ماهى الصفات المميزة للصوت ؟

ج ـ اذكر نظرية عمل المكبر السمعى و دائرتة ؟

السؤال الرابع : -

أ ـ ماهى نظرية العمل للسماعة الكهروحركية و ما هى مميزتها و عيوبها ؟

ب ـ ماهى الصفات السمعية للاذن الانسان ؟

ج ـ اشرح مع التوضيح مع الرسم دائرة دفع و جذب بدون محول ؟

السؤال الخامس : ـ اكمل مايأتى : -

أ ـ لايوجد فى الطبيعة اجسام غير قابلة .....

ب ـ الاجهزة الكهروصوتية هى الاجهزة التى تحول ..... الى قيم كهربائية و .....

ج ـ السماعة هى دائرة كهروصوتية تقوم بتحويل ..... الكهربائية الناتجة من خرج ..... السمعية .

د ـ يتراوح التردد المسموع بين ..... و ..... وتسمى الترددات التى هى اكبر من .....

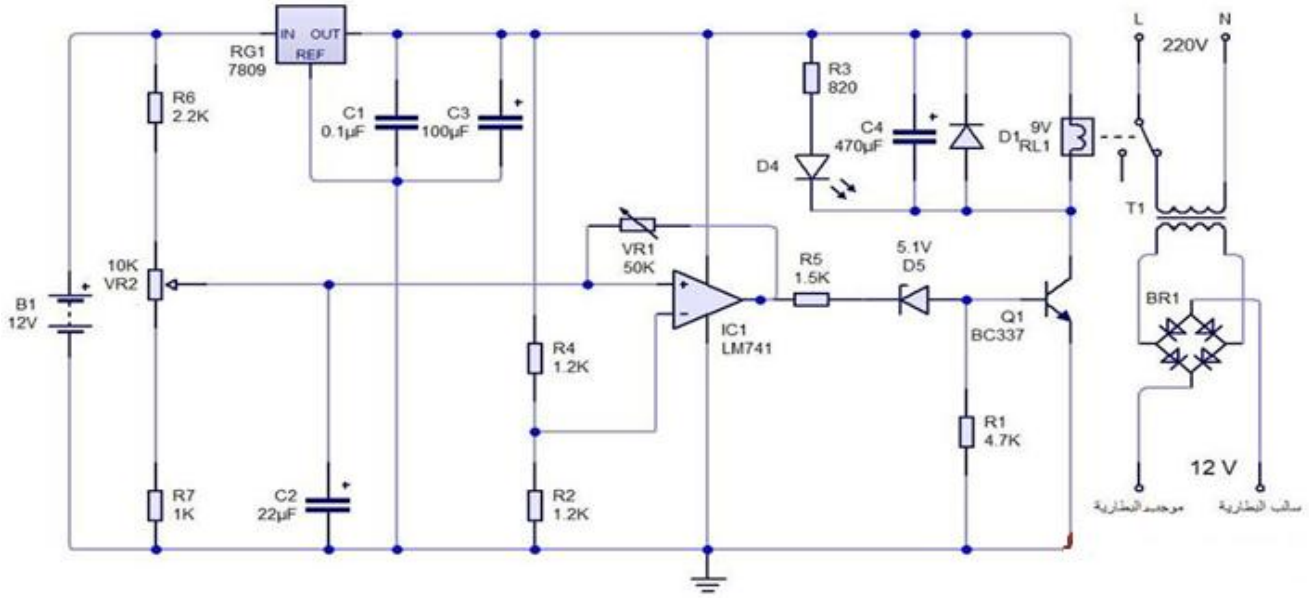
الإختبار الثالث

اجب على الاسئلة الاتية :

السؤال الاول :

أ ـ اذكر اهم انواع المقايسات فى مهنة الاجهزة المسموعة و المرئية موضحا كيف يتم حساب الارباح فى كل نوع

ب ـ قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف تجميع دائرة مثبت الجهد ـ استعن بالشكل الموضح لمعرفة المكونات .



السؤال الثانى :

قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف اصلاح جهاز LED معطل تبين بالفحص والاختبار وجود الاعطال الاتية .

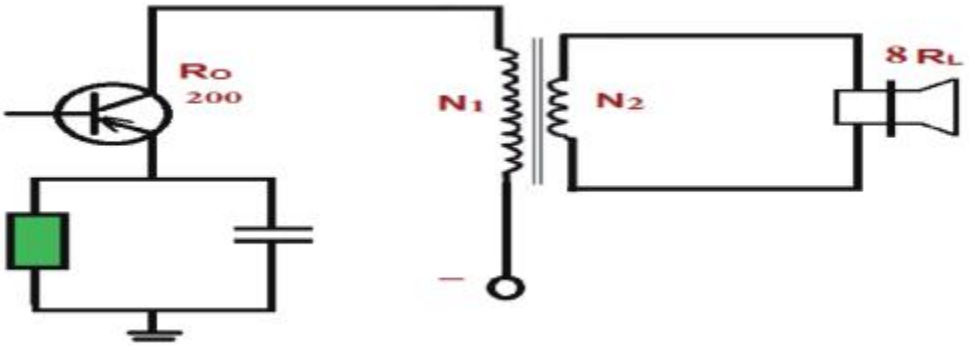
١ـ دائرة التأهب

٢ـ دائرة المتكاملة للايقاف المؤقت

٣ـ محول دائرة الايقاف المؤقت

السؤال الثالث :ـ

أ ـ مكبر استطاعة ممانعة خرجة ٢٠٠ اوم يراد ربطة الى سماعة ممانعتها ٨ اوم والمطلوب :



١ ـ حساب نسبة التحويل لكى يتم التوافق .

٢ـ حساب عدد لفات الملف الابتدائى اذا كان عدد لفات الملف الثانوى N2=100 trn

ب ـ ماهى المواصفات التى يتم بها صناعة المحول ؟

ج ـ ماهى انواع الميكسرات ، و ماهى الاعمال التى يستفيد منها الفنيين؟

السؤال الرابع :-

أ ـ تنقسم دائرة التنغيم الى قسمين اذكرهم مع شرح احدهم ؟

ب ـ ماهى مميزات و عيوب السماعة القمعية ؟

ج ـ اشرح نظرية عمل الميكرفون الديناميكى مع الرسم مع ذكر مميزاته و عيوبها؟

السؤال الخامس : ـ اكمل مايأتى : ـ

اـ عند توصيل السماعات بمكبرات الصوت ينصح ان يكون التيار .....

ب ـ يتكون المكبر السمعى عادة من ..... و .....

ج ـ كلما زاد التردد ازددات اعاقة .....

د ـ يفضل ان تكون قوة الجهاز تفوق قوة .....

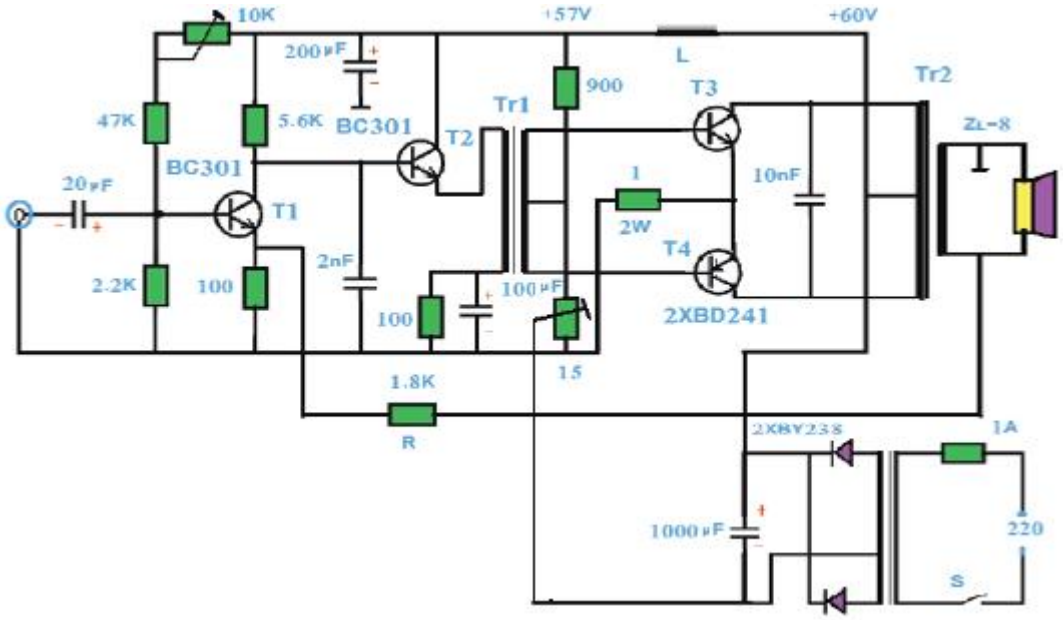
الإختبار الرابع

اجب على الاسئلة الاتية :

السؤال الاول :

أ ـ اذكر انواع المقايسات فى مهنة الاجهزة المسموعة و المرئية موضحا المفردات التى تشمل عليها المقايسة ؟

ب ـ قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف تجميع دائرة التكبير ـ استعن بالشكل الموضح لمعرفة المكونات .



السؤال الثانى :

قم بعمل مقايسة لمعرفة تكاليف اصلاح جهاز LED معطل تبين بالفحص والاختبار وجود الاعطال الاتية .

١ـ دائرة التأهب

٢ـ دائرة المتكاملة للايقاف المؤقت

٣ـ محول دائرة الايقاف المؤقت

٤ـ مرشح خرج دائرة الايقاف المؤقت

٥ـ ثنانى خرج دائرة الايقاف المؤقت

السؤال الثالث :-

أ ـ مصدر صوتى تردده 500 Hz عند مقارنة هذا الصوت مع الصوت الصادر عن الجهاز بالقياس وجد أن الاذن تشعر بتساوى الشدة الصادرة عن المصدرين عندما يكون ضغط الصوت الناتج عن جهاز القياس P1 = 2 up احسب علو الصوت بالفون؟

ب ـ اشرح نظرية عمل المكرفون البلورى مع الرسم مع ذكر مميزات و عيوب الميكرفون البلورى؟

ج ـ ماهى الصفات المميزة للصوت ؟

السؤال الرابع : ـ

أ ـ ماهى العوامل التى تتوقف عليها السعة فى القدرة الصوتية ؟

ب ـ اشرح نظرية عمل الميكروفون الكربونى مع الرسم مع ذكر عيوبه ومميزاته ؟

ج ـ اشرح مع الرسم المخطط الصندوقى لمكبر الصوت ؟

السؤال الخامس : ـ اكمل مياتى : ـ

أ ـ تعتمد نظرية عمل الميكروفون الكربونى على تغير .....

ب ـ الاجهزة الكهروصوتية هى الاجهزة التى تحول الصوت الى قيم كهربائية و.....

ج ـ تتكون مرحلة مكبر الصوت من مرحلة ..... و.....

د ـ التوافق بين الدائرة الكهربائية هى نقل أكبر ..... من المنبع إلى .....

الفهرس

م	المادة	رقم الصفحة
١	المقـــدمـة	١
٢	الصوت و خصائصه	٢
٣	الصفات السمعية لاذن الانسان	١٢
٤	الميكرفون وأنواعه	١٨
٥	السماعات وأنواعها	٢٩
٦	ربط السماعات	٣٨
٧	المرشحات المستخدمة للسماعات	٤٤
٨	أجهزة تحسين بث الصوت	٥١
٩	مكبرات الصوت ومراحلها	٥٥
١٠	دوائر التوافق	٦٤
١١	دوائر التنغيم	٧٤
١٢	الميكسر وخصائصه	٧٦
١٣	المقايسات	٨٤
١٤	امثلة محلولة لمقايسات التجميع والاصلاح	٩٦
١٥	اختبارات	١٠٨