الباب الأول

(1-1) مقدمه:

لم يقتصر الليزر علي مجرد إستعماله في حديثنا اليوم بل أخذ في التطور من حالة الفضول العلمي المحدود الاستعمال إلي أن أصبح أحد أهم الاختراعات في زمننا.

يعد الليزر الان أداة مهمة في مجالات مختلفة كالصناعة والطب،ويمثل الأداة الأساسية في أنظمة الاتصالات والهولوغرافي،وكذلك فهو القاعدة الصلبة لعديد من القياسات العلمية والبرامج البحثية.

يستخدم الليزر كمصطلح عام لأنواع مختلفة من الليزرات ذات الخصائص المختلفة.وعلي أية حال فجميع الليزرات تبعث إشعاعا له مميزات خاصة مما يساعد في إستخدامها علي نطاق واسع من التطبيقات بخلاف مصادر الضوء العادية.

علي ضوء التطبيقات الواسعة لليزر،يتضح حاجة المستعملين له من غير الفيزيائيين لإكتساب معلومات جديدة عن الليزرات حتي يتسني لهم فهم التطبيقات المعينه التي تهمهم وكذلك إدراك مميزات وحدود استعمال الليزر. هذه المعرفة سوف تمكنهم بالطبع من إجراء إختيار رشيد لليزرات والمركبات المساعدة الأخري التي يرغبون شرائها. وتضم قائمة المستعملين كل من المهندسين المكانيكين ، مختصي الإلكترونيات ،المهندسين المدنيين ،مهندسي الاتصالات، الكيميائيين،علماء الحياة ،وغيرهم.

دخل الليزر مجالات عديده في الحياة نظرآ لما يتميز به من خواص يستطيع بها اداء العديد من المهام غير العادية . فالليزر سلاح ذو حدين يُستخدم في السلم كما يُستخدم في الحرب ، فأشعة الليزر هي أشعة ضوئية كهرومغناطيسية ذات طاقة معروفة وقدرة انتقائية موجهة لأهداف محددة .

إستخدامات الليزر تغطي جوانب متنوعة في الحياة،لذا يُعد الليزر اليوم أحد ادوات الحياة الحديثة واكثرها استعمالا. لاشك ان التطور الكبير في نقل الصوت بالليزر أحدث قفزة في عمليات التجسس .

حيث أنه أصبح من السهل التجسس علي الأماكن العسكريه وغيرها من الأماكن بإستخدام الليزر .

(2-1) أهداف البحث:

1-دراسة الليزر من حيث مبادئ الليزرات وأسسها ومراحل تطورها.

2-دراسة تطبيقات وإستخدام الليزر في المجال العسكري وفي التجسس بصفه خاصه.

3-تقليل المخاطر والصعوبات التي كانت تواجه المختصين العسكريين من التجسس .

(3-1) محتوى البحث:

قسم هذا البحث إلي أربعة فصول تناولنا في الفصل الأول مقدمة عن البحث،والفصل الثاني عن الليزر وذلك لأنه الأداة الأساسيه لنقل الصوت ، ونتناول في الفصل الثالث نبذه عن الصوت بصورة عامة ، أما الفصل الرابع تناولنا فيه تصميم وبناء الدائره الطريقة العملية لنقل الصوت ومناقشتها .

(4-1) طريقة البحث:

إستخدام الدوائر الإلكترونية في جهاز الإرسال والإستقبال حيث يعمل الإرسال علي تحويل الإشارة الصوتية إلى كهربية ثم تقوم هذه الدائرة بتضمين هذه الإشارة من خلال ضوء الليزر، ثم إستخدام دائرة الاستقبال لتحويل الإشارة الضوئية بإستخدام كاشف مناسب إلى كهربية ثم إلي صوتية مره أخري.

(5-1) مشكلة البحث:

1-في العصر الحديث أصبح التجسس بالطرق التقليدية صعبا للغاية كالتجسس عن طريق إرسال أشخاص وغيرها هل بالإمكان نقل المعلومات (التجسس)بطريقة أخرى غير تلك الطرق ؟

2-التعامل بين المكاتب في المؤسسة الواحده في نقل المعلومات في مابينهم أصبحت هذه المعلومات الخاصة بالمؤسسه عرضة للتسرب، هل بالإمكان طريقة امنه لذلك ؟

الباب الثاني

الليزر

(2–1) الليزر:-

بالإنجليزية: (Laser Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

كان يدعى أول جهاز ليزر بـ " مازر " "Maser"، والذي تم تطويره في مختبرات "بيل"، حيث كانت تقوم بتضخيم أشعة المايكروويف بدلاً من الأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي. تم فيما بعد تطوير "الميزر" من خلال دراسات تمت على الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء وتم تقديم كلمة "الليزر" لتعبر عن تضخيم الضوء بالانبعاث المحفز للأشعة.

أي تضخيم الضوء بانبعاث الإشعاع المحفز هو اشعاع كهرومغناطيسي تكون فوتوناته مساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل تداخلا بناءً بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمانيا ومكانيا ذات زاوية انفراج صغيرة جدا وهو مالم يمكن تحقيقه باستخدام تقنيات أخرى غير تحفيز الإشعاع بسبب طاقتها العالية وزاوية انفراجها الصغيرة جدا تستخدم اشعة الليزر في عدة مجالات اهمها القياس ، كقياس المسافات الصغيرة جدا أو الكبيرة جدا بدقه متناهيه ويستخدم أيضا في إنتاج الحرارة لعمليات القطع الصناعي وفى العمليات الجراحيه خاصه في العين ويستخدم أيضا في الأجهزة الإلكترونيه لتشغيل الأقراص الضوئية.

(2-2) مقدمة:

يستخدم الليزر أشعة ضوئية احادية الطول الموجي أي لها نفس طول الموجة وهي تتولد في أنواع معينة من البلورات النقية. ويعمل جهاز الليزر على تسوية طور الموجات الضوئية بحيث تكون جميعها في نفس الطور، فتشتد طاقتها. يبين الشكل المجاور الموجات الضوئية التي هي في نفس الطور، فيحدث ما يسمى في الفيزياء تداخل بناء للموجات الضوئية.

ويمكن تشبيه نبضة شعاع الليزر بالكتيبة العسكرية حيث يتقدم جميع العسكر بخطوات متوافقة منتظمة. وبينما يشع مصباح عادي الضوء في موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها طاقة الليزر، فتكون كالناس في الشارع كل منهم له اتجاه غير الآخر. ولكن باستخدام لبلورات من مواد مناسبة (مثل الياقوت الأحمر) عالية النقاوة يمكن تحفيز إنتاجها لأشعة ضوئية من لون واحد (أي ذو طول موجة واحدة) وكذلك تكون في طور موجي واحد. عندئذ تتطابق الموجات على بعضها البعض - عن طريق انعكاسها عدة مرات بين مرآتين داخل بلورة الليزر فتصبح كالعسكر في الكتيبة - فتنتظم الموجات وتتداخل تداخلا بناء وتخرج من الجهاز بالطاقة الكبيرة المرغوب فيها.

(3-2) طريقة عمل الليزر:

1. مادة توليد الليزر
2. مضخة طاقة الليزر
3. عاكس قوي
4. مخرج الأنبوب
5. شعاع الليزر

ويعمل جهاز الليزر على انعكاس ضوء ذو لون واحد، أي ذو طول موجة واحدة بين المرآة الخلفية والعدسة. ويتم ذلك بتحفيز الوسط على إنتاج ذلك اللون من الضوء وهي خاصية من خصائص البلورة المختارة أو الوسط. وبعد انعكاس شعاع الضوء داخل الوسط عدة مرات تصل الموجات الضوئية المتجمعة إلى وضع اتزان. عندئذ تتميز بانتظام طورها(خطوتها) وتخرج كشعاع ليزر شديد الطاقة.

(2-4) أنواع الليزر:

- ليزر الغاز (CO_2 ثاني أكسيد الكربون، Exciter LASER)
- ليزر السائل (Dye Laser)
- ليزر اشباه الموصلات (ليزر شبه الموصلات Diode Laser)
- ليزر الحالة الصلبة (نيوديميوم ياغ Neodymium-YAG LASER)

(2-5) استخدامات الليزر:

يستخدم الليزر حاليا في مجالات متعددة كاستعمالها في الأقراص المدمجة وفي صناعة الإلكترونيات وقياس المسافات بدقة -خاصة أبعاد الأجسام الفضائية- وفي الاتصالات. كما تستخدم أشعة الليزر في معالجة بعض أمراض العيون حيث يتم تسليط أشعة ليزر عالية الطاقة على شكل ومضات في نقطة معينة في العين لزمن قصير -أقل من ثانية-. ومن أمراض العيون التي يستخدم فيها الليزر:

- اعتلال الشبكية السكري.
- ثقوب الشبكية.
- انسداد أو تخثر الوريد الشبكي.
- الزرق (ارتفاع ضغط العين).
- عيوب الانكسار الضوئي في العين (طول أو قصر النظر واللابؤرية).
- انسداد القنوات الدمعية.

- بعض الأورام داخل العين.
- عمليات التجميل حول العين.
- حالات اندثار البقعة الصفراء.

كما يستخدم اليزر في العمليات الجراحية مثل جراحة المخ والقلب والأوعية الدموية والجراحة العامة إزالة الشعر. في عام 1960 اخترع جهاز الليزر الذي يطلق الأشعة وحيدة اللون والاتجاه ويمكن أن تتركز بدرجة عالية بوساطة عدسة محدبة. كما أن هناك الكثير من المواد القادرة على إطلاق أشعة الليزر منها المتجمدة (الياقوت الأحمر وزجاج النيوديميوم) ،والغازية(الهيليوم والنيون والزينون) مواد شبه موصلة (زرنيخ، الجاليوم وانتيمون الإنديوم).

في الصناعة:

عندما يجري تحفيز جهاز الليزر بوساطة الكهرباء أو الضوء ترتفع طاقة ذراتها من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى ،وتعاود الانخفاض إلى مستوى الطاقة الأدنى مرورا بالمستوى الأوسط نتيجة عدم استقرار الجسيمات الواقعة في مسار الطاقة، عندها تنبعث الفوتونات في جهاز الليزر وتخرج من الجهاز بطاقة كبيرة وصلت أقصى ما وصلت إليه 1700 مليون ميجاواط ويتم التفاعل في ثلاثة على عشرة ملايين ثانية وضغطها مليون وخمسين الف كيلو جرام على السنتيمتر المربع ودرجة الحرارة بين 100-200 الف درجة. ويأمل العلماء باستعمال تلك الطريقة في التوصل إلى الاندماج النووي للعناصر الخفيفة مثل الهيدروجين الثقيل والتريتيوم والليثيوم بغرض إنتاج الطاقة الكهربائية.

- وتستخدم أنواع من أجهزة الليزر كالموصوفة أعلاه ولكن تعمل بطاقات أقل، تصل حرارتها إلى بين 1000 و 1800 درجة مئوية في الصناعة في قطع ألواح الصلب، قد يصل سمك اللوح منها 3 سنتيمتر. وميزتها أنها تقطع بدقة متناهية حيث يُوجه جهاز الليزر بوساطة الحاسوب.

- ومن استخدامات الليزر لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي تتمتع بدرجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع بسبب إطلاقها لحزمة كثيفة ضيقة مركزة، كما تستطيع أشعة الليزر فتح ثقب قطره 5 ميكرومتر خلال 200 ميكروثانية في بعض المواد الصلبة (الماس والياقوت الأحمر والتيتانيوم) وبفضل قصر زمن التثقيب لا يحدث أي تغير في طبيعة المادة (لا يحدث انصهار أو تحولات في بنية المادة).
- كما لها استخدام مهم آخر وهو قياس المسافات بدقة متناهية، سواء المسافات القصيرة أو الطويلة. وأشعة الليزر تستطيع قياس عشرة امتار دون إحداث خطأ يتجاوز واحد على عشرة آلاف من المتر.كما استخدمت أشعة الليزر في تحديد بعد القمر عن الأرض. وقد تم ذلك في في السبعينبات حيث وضع رواد الفضاء على القمر مرآة لعكس الليزر عند سقوطه عليها، وبعد ذلك وُجه شعاع ليزر من الأرض إلى القمر وبانعكاسه على المرآة على سطح القمر وعودته إلى الأرض استطاع العلماء حساب بعد القمر عن الأرض بدقة لم يتوصلوا إليها من قبل.
- وهي تستخدم أيضا في تحديد الأهداف بدقة بالغة جدا، حيث أن كان الهدف على مسافة 20 كم ووجهنا شعاع ليزر فسوف ينحصر مقطع الشعاع في دائرة ضوئية قطرها 7 سم فقط. وإذا أطلقت إلى القمر فسيكون قطر الدائرة المشكلة 3,2 كم فقط.
- وتجري في أمريكا أبحاثا هائلة لاستخدام الليزر ذو طاقة عالية جدا لتدمير الصواريخ المعادية عاليا في الفضاء قبل وصولها إلى أمريكا، واستطاعوا تحقيق بعض النجاح على هذا الطريق ولكن الأبحاث لا زالت مستمرة ،أولا لإتقان هذه التكنولوجيا الجديدة، ثم بناء شبكة عظمي لاكتشاف الصواريخ المعادية حين انطلاقها، ويتبع ذلك توجيه أجهزة الليزر القوي (أو سلاح الليزر) على الصاروخ المعادي لتدميره في الفضاء، وتتضمن هذه

التكنولوجيا أيضا استخدام الإقمار الصناعية وقيامها بدور في هذا النطاق. وقد رصدت الولايات المتحدة أموالا باهظة لإحداث تقدم في هذا المشروع.

(6-2) بناء الليزر:

الليزر يتكون من وسط فعال (المادة التي تنتج شعاع الليزر)(Medium) داخل تجويف عالى الانعكاس الضوئي، إضافة إلى وسيلة لتحفيز (إثارة) الوسط الفعال والتي قد تتم إما باستخدام شحنة كهربائية أو أشعة ضوئية أو تفاعل كيميائي بين مادتين يؤدي إلى تحفيز الوسط الفعال. كما ذكرنا سابقاً بأن الوسط الفعال ينحصر ضمن حجرة تسمح للفوتونات بان تسافر جيئةً وذهاباً داخل الوسط حتى يستمر التحفيز بشكل مستمر. تتم هذه العملية بواسطة مرآتين مقابلتين لبعضها البعض على طرفي الوسط الفعال. واحدة من هاتين المرآتين تكون عاكسة 100% وتكون الأخرى عاكسة جزئياً (أي أنها تمرر جزء من الضوء وتعكس المتبقي). عندما يتم توليد الفوتونات بواسطة التحفيز الكهربائي أو الضوئي، فإن هذه الفوتونات تسير في الوسط الفعال إلى أن تصطدم بالمرآة العاكسة تماماً فتعود إلى داخل الوسط الفعال محفزّةً إياه أكثر وأكثر إلى أن تلتقي بالمرآة العاكسة جزئياً، عندها ينعكس جزء من هذه الفوتونات مجدداً إلى داخل الوسط الفعال بينما يخرج الجزء الآخر إلى الخارج على شكل شعاع الليزر. بإعتبار أن ليس كل الفوتونات المتولدة تخرج من الوسط الفعال وإنما فقط جزء منها، فإنه تم وضع مصطلح يسمى بالـ الكسب أو "Gain" والذي هو نسبة الطاقة المستهلكة في التحفيز (كهربائية، ضوئية الخ) إلى الطاقة الخارجة من الوسط الفعال على شكل شعاع ليزر. عملية توليد الطاقة اللازمة للتضخيم (التحفيز) تسمى بالضخ "Pumping". تكون هذه الطاقة كما ذكرنا آنفاً إما شحنة كهربائية أو ضوء في طول موجة مختلفة. قد يولد الضوء بواسطة مصباح فلاش أو ربما ليزر آخر. يشارك في تحديد طول موجة وشكل شعاع الليزر عدة عوامل مجتمعة منها: عملية الضخ أو التحفيز ، إضافة إلى خصائص وأبعاد وشكل الحجرة التي تحتوي على الوسط الفعال.

(2-7) أنواع ومبادئ تشغيل الليزر

موجات من الليزر متوفرة تجاريا. أنواع الليزر المبينة أعلاه تعطي خطوط الليزر المتميزة وطول الموجة. ونذكر أدناه أنواع الليزر التي تصدر ضوءا في نطاق الموجة الطويلة، والتقنية المتبعة واللون ونوع مادة الليزر.

(2-7-1) الليزر الغازي

تستخدم غازات كثيرة لإنتاج شعاع الليزر، وهي تستخدم في أغراض كثيرة. . (Ne He) ليزر الهيليوم النيون الذي ينبعث في مجموعة متنوعة من الموجات في نطاق 633 نانومتر، وهو شائع في التعليم نظرا لتكلفتها المنخفضة.

(2-7-2) ليزر ثاني أكسيد الكربون

يمكن أن ينبعث بقدرة عدة مئات كيلووات عند 9.6 ميكرومتر و 10.6 ميكرومتر، وغالبا ما تستخدم في صناعة القطع واللحام. تبلغ كفاءة ليزر ثاني أكسيد الكربون أكثر من 10 ٪.

(2-7-3) الليزر الكيميائي

الليزرات الكيميائية تعمل بواسطة تفاعل كيميائي، ويمكن أن تحقق القوى عالية في عملية مستمرة، فعلى سبيل المثال، في ليزر فلوريد الهيدروجين (2700-2900 نانومتر) وفلوريد الديوتيريوم الليزر (3800 نانومتر) في رد فعل هو مزيج من الهيدروجين أو الديوتريوم الغاز مع نواتج الاحتراق من الاثيلين في ثلاثي فلوريد النتروجين.....

(2-7-4) ليزر الجوامد

مواد الليزر الصلبة تحتوي في العادة على "المنشطات" حيث تشوب بلورة أحادية بالأيونات التي توفر الطاقة اللازمة. وعلى سبيل المثال، كان أول ليزر يعمل هو ليزر الروبين وهو مصنوع من بلورة الياقوت (الكروم - أكسيد الألمنيوم). كذلك يستخدم الكروم أو النيوديميوم كمشوبات. وينتمي إلى فئة ليزر الجوامد أيضا ألياف الليزر، باعتبارها وسيلة فعالة وعملية ،وهي تستخدم في الكتابات على المصنوعات وأجزائها، كما تستخدم في لحام المعادن.

(2-7-5) ليزر اشباه الموصلات:

هي نوع من أنواع ليزر الجوامد، ولكن في المصطلحات العرفية الليزر "ليزر الحالة الصلبة" تستثني اشباه الموصلات من هذا الاسم.

النيوديميوم هو مشترك تشويب في مختلف البلورات الأحادية، بما في ذلك إيتيريوم (الثانية : ايفو 4)، إيتيريوم فلوريد الليثيوم (الثانية : YLF) وإيتيريوم الألومنيوم العقيق (الثانية : ان دي). كل هذه المشوبات يمكن أن تنتج ليزر عالي بلنسبة إلى طيف الأشعة تحت الحمراء بطول موجة 1064 نانومتر. وهي تستخدم لقطع المعادن واللحام ووسم المعادن والمواد الأخرى، وأيضا في التحليل الطيفي ولإعادة ضخ صبغة الليزر.

على الرغم من كون شبه الموصل مادة صلبة إلا انها تختلف من البلورات الأيونية في اغلب الصفات الهندسية والفيزيائية أبرزها الإختلاف في الحجم فلا يتجاوز البعد في ليزر شبه الموصل عن (1mm) الخواص الفيزيائية لاشباه الموصلات ذات علاقة بعمل الليزر وعلاقة تغيرها مع الظروف الخارجية .

(2-7-6) ليزر الاشعة تحت الحمراء:

يستخدم ليزر الأشعة تحت الحمراء عادة كطيف ذو نبضة قصيرة جدا.ليزر التيتانيوم - الياقوت مشوّب ، تنتج غاية القيود الحرارية في ليزر الحالة الصلبة التي تتبدى في شكل حرارة . ضخ ليزر الحالة الصلبة، الصمام الثنائي ضخة رقيقة. القيود الحرارية في هذا النوع من الليزر يمكن تخفيفها باستخدام هندسة الليزر المتوسطة التي سمكها أصغر بكثير من قطر شعاع مضخة.

(2-7-7) الليزرات السائلة:

إن الليزرات السائلة التى يتكون فيها الوسط الفعال من محاليل مركبات معينة لصبغة عضوية مذابة في سائل مثل كحول إثيلي وكحول مثيلي او ماء وهو ليزر الصبغة هنا لها العديد من الصبغات المستخدمة لهذه المهمة منها الرودمين والدودمين ويضخ هذا النوع بإستخدام أنواع مختلفة من الليزرات واسعة الإستعمال في التطبيقات العملية او تقنية عديده حينما يتطلب نبضات بأمر قصير او لتوليف الطول الموجي .

(2-8) تطبيقات الليزر:

عندما تم اختراع الليزر في عام 1960، كانت تسمى "البحث عن حل للمشكلة". ومنذ ذلك الحين، لأنها أصبحت في كل مكان، وإيجاد أداة في الآلاف من تطبيقات متنوعة للغاية في كل قسم من المجتمع الحديث، بما في ذلك الإلكترونيات الاستهلاكية ،معلومات التكنولوجيا، العلوم، الطب، الصناعة، لإنفاذ القانون، والترفيه، والعسكرية.. . أول تطبيق لأشعة الليزر وضوحا في الحياة اليومية للسكان عامة كان السوبر ماركت الباركود ماسحة ضوئية، وأدخلت في عام 1974. ، كان أول نجاح المنتجات الاستهلاكية لتشمل

اليزر، ولكن القرص المضغوط أول ليزر مجهزة الجهاز ليصبح حقا مشتركا في بيوت المستهلكين، بدءا من عام 1982، بعد وقت قصير من طابعات الليزر.

(2-8-1) **في الطب** : الجراحة دون دم، وتضميد جراح الليزر والعلاج الجراحي، حصى الكلى، العلاج، وعلاج العيون، وطب الأسنان

(2-8-2) **في الصناعة** :القطع واللحام والمواد المعالجة الحرارية.

(2-8-3) **في الدفاع** : تمييز الأهداف، وتوجيه الذخائر، الدفاع الصاروخي، مضادة الكهربائية الضوئية، الرادار.

(2-8-4) **في البحث العلمي**: التحليل الطيفي ، التداخل بالليزر.

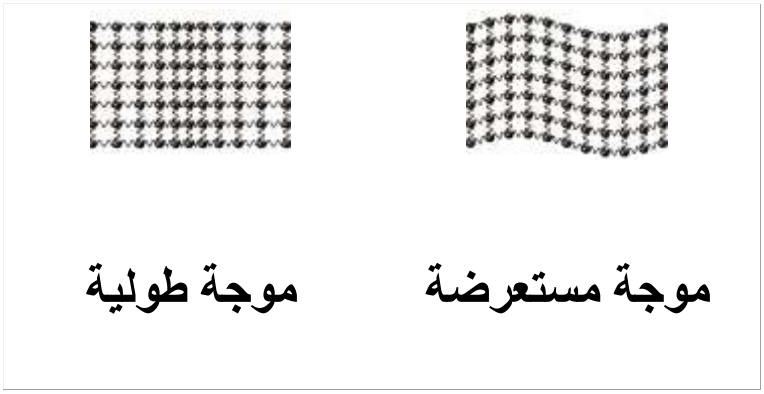
(2-8-5) **في تطوير المنتجات التجارية** : طابعات الليزر، الأقراص المدمجة، ماسحات الباركود، الحرارة، مؤشرات ليزر، الصور المجسمة.

الباب الثالث

الصوت

(1-3) أنواع الموجات:

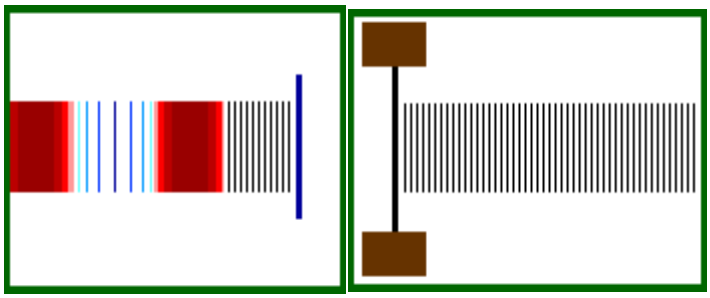
نعلم ان الأمواج إما أمواج عرضية transversal waves أو أمواج طولية longitudinal waves والامواج المستعرضة يكون فيها اهتزاز الموجة عمودي على اتجاه انتشار الموجة بينما الأمواج الطولية يكون فيها اهتزاز الموجة في نفس اتجاه انتشار الموجة، ويعتبر الصوت هو أفضل مثال على الأمواج الطولية.



شكل 3.1 يوضح الموجة الطولية و الموجة المستعرضة

تنتقل أمواج الصوت عبر الوسط من خلال الاضطراب الذي يحدثه الصوت في جزيئات الوسط فالصوت ينتقل بواسطة الهواء عن طريق التضاغط والتخلخل في جزيئات الهواء وعندما تصل الأمواج الصوتية إلى طبلة الأذن نسمع الصوت. كما ان الصوت ينتقل عبر مواد أخرى غير الهواء. فالسوائل تنقل الصوت ايضا حيث يمكننا تحت الماء ان نسمع صوت ارتطام حجرين تحت سطح الماء كذلك نستطيع سماع الصوت المنتقل عبر المواد الصلبة فنستطيع سماع صوت القطار القادم عند وضع الأذن على قضبان السكة الحديد.

والسماع عبر المواد المختلفة يتم بنفس الطريقة حيث تنتقل الموجات الصوتية الطولية من خلال الاضطراب المنتشر في نفس اتجاه الموجة خلال المادة للأذن



نستنتج مما سبق ان الصوت يحتاج إلى وسط مادي لينتقل فيه

وينخفض هذا المدى عند كبار السن إلى حوالي 12.000 هرتز. وأقصى درجات الإحساس بالصوت لأذن بشرية عادية يقع في المدى بين 5000 هيرتز و8000 هيرتز والذي يشمل ذبذبات الحروف الهجائية. وكما هو معروف يمكن أحداث الموجات السمعية عن طريق الاحبال الصوتية في الإنسان والآلات الموسيقية سواء الوترية أو النحاسية أو الأنبوبية وغيرها من الآلات الأخرى.

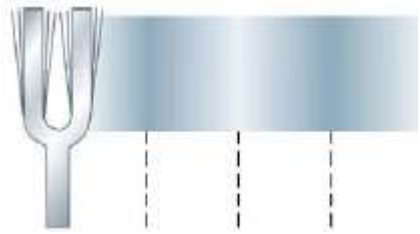
(2-3) الصوت :-

هو تردد آلي، أو موجة قادرة على التحرك في عدة أوساط مادية مثل الأجسام الصلبة، السوائل، والغازات، ولاتنتشر في الفراغ، وباستطاعة الكائن الحي تحسسه عن طريق عضو خاص يسمى الأذن. من منظور علم الأحياء فالصوت هو إشارة تحتوي على نغمة أو عدة نغمات تصدر من الكائن الحي الذي يملك العضو الباعث للصوت، تستعمل كوسيلة اتصال بينه وبين كائن آخر من جنسه أو من جنس آخر، يعبر من خلالها عما يريد قوله أو فعله بوعي أو بغير وعي مسبق، ويسمى الأحساس الذي تسببه تلك الذبذبات بحاسة السمع.

وتقدر سرعة الصوت في وسط هوائي عادي ب 343 متر في الثانية أو 1224 كيلومتر في الساعة. تتعلق سرعة الصوت بعامل الصلابة وكثافة المادة التي يتحرك فيها الصوت.

الصوت هو اهتزاز ميكانيكي للوسط، الصوت ليس موجة بل الموجة هي إحدى الاشكال (نماذج الانتشار) التي يبرز ويتميزبها الصوت وكمثال على نماذج أخرى: التيارات الصوتية والتدفق الصوتي

هنالك عوامل أخرى تؤثر على انتشار الصوت وسرعته كطبيعة المادة (اللزوجة، تأثرها بالمجال المغناطيسي)



الشوكة الرنانة

(3-3) نوعية الصوت:

من المعروف ان الاصوات الموسيقيه تحدث عند نغمه اساسيه لها تردد اساسي تتراكب عليها نغمات اخرى بترددات فوق نغميه تكون مضاعفات التردد الاساسي للنغمه الاساسيه .وعندما ترسل هذه النغمه من الاذن على المخ فإن خاصيه المصدر (الجهاز الموسيقي) يمكن ان يميز . بمعنى ان النغمه التى تسمعها الاذن تعطى دليل عن ان الجهاز الموسيقي المستخدم يمكن التعرف عليه .

فمثلا اذا كان الطيف الصوتى لنغمه ترددها الاساسي f وتردداتها الفوق نغميه هي ....2f,3f,4f وشده الصوت فيهما مختلفه عندما تقارن نغمه اخرى طيفها الصوتى له نفس التردد ولكن شده الصوت لكل منها مختلفه ، هنا يقال ان النغمتين هما من نوعيه مختلفه .

ولهذا فإنه اذا كان للنغمتين نفس التردد الاساسي امكن التفرقه بينهما بترددتهما فوق النغميه ، ويميز بينهما بالترددات والسعات ومعدل التغير في السعات .

وعلي هذا فإن نوعيه الصوت قضيه ذاتيه يميزها المخ من خلال الاذن .

(4-3) خصائص الموجات الصوتية

يعتبر الصوت أحد الظواهر الهامة التي يستعملها الإنسان والحيوان للتخطيط والتفاهم عن طريق حاسة السمع (الاذن) التي يتم بواسطتها تحويل الصوت من موجات صوتية إلى إشارات كهربائية عن طريق الاذن والمخ والتي تتحول إلى معلومات مفهومة وتشمل هذه الظواهر جميع الأصوات على اختلاف مصادرها ووسائلها.

مثلا سماع الأصوات من الآلات الموسيقية وتعدد وسائل الاتصالات المسموعة التي تعتمد على تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى وتطور الأجهزة الصوتية التي تأخد أشكالا متعددة في تطبيقاتها الحديثة في مجالات الطب والصناعة والزراعة وغيرها تجعل العلماء والمهتمين بهذا المجال يكثفون الجهد لفهم الظواهر الموجية من حيث مصادرها وكيفية حدوثها وطرق انتشارها والعوامل التي تتحكم فيها ومدى الاستفادة منها.

إذا لاحظنا بعناية الطرق التي يحدث بها الصوت نجد أنه لابد من بدل شغل في كل حالة.الموسيقى يبذل شغلا لتحريك أوتار الآلة الموسيقية كما أن الصوت الناتج عندما تصفق يديك لتشجيع فريقا رياضيا مثلا يأتي من بذل شغل وهذا الشغل المبذول بواسطة اليدين يسبب اضطرابا في الهواء المحيط منحولا إلى طاقة صوتية تتشكل على شكل موجات منتظمة عليه فإن الصوت صورة من صور الطاقة إذا استقبلتها

الأذن يحدث الإحساس بالسمع .وتعتبر دراسة "الصوت" من المواضيع المهمة حيث تستخدم هذه الدراسات في ابحاث الطيران والفضاء والطاقة المتجددة والطاقة النووية والأبحاث الطبية.

ويمكن توليد الصوت بوسائل ميكانيكية أو حرارية. وتستخدم الوسائل الحرارية في بناء المبردات الصوتية الحرارية وكذلك في عمليات الكشف عن الماء الموجود في النفط

(5-3) تصنيفات الموجات الصوتية:

تصنف الموجات الصوتية طبقا لترددتها كما يلي:

(1-5-3) الموجات المسموعة

هي تلك الموجات التي تقع ترددتها بين 20 هرتز و20.000 هرتز، وتمثل الصوت المسموع بواسطة الأذن البشرية العادية. حيث أن الحد الأدنى لتردد الصوت التي تحس بها الأذن البشرية الطبيعية هو 20 هيرتز تقريبا بينما الحد الأعلى هو 20

(2-5-3) الموجات الفوق سمعية

هي الموجات التي تزيد ترددتها على 20 الف هيرتز والتي تقع خارج نطاق حاسة الاذن البشرية. وهذا النوع من الموجات ما زال موضع بحث واهتمام مكثف نظرا للتطبيقات المهمة التي تمس مجالات عديدة في الصناعة والطب وغيرهما. وقد أصبح بالإمكان إنتاج موجات فوق صوتية تزيد ترددتها على 1000000 هيرتز ولاتختلف هذه الموجات من حيث الخواص عن الموجات الصوتية الاخـرى إلا أنه نظرا لقصر طول موجاتها فإنه بالإمكان تنتقل على هيئة أشعة دقيقة عالية الطاقة.

(3-5-3) الموجات دون السمعية

هي الموجات الصوتية التي يقل ترددها عن 20 هرتز ولاتستطيع الاذن البشرية الإحساس بها واهم مصدر لها هو الحركة الاهتزازية والانزلاقية لطبقات القشرة الأرضية وما ينتج عنها من زلازل وبراكين وعليه

انها مهمة جدا في رصد الزلازل وتتبع نشاط البراكين. وتستطيع بعض الحيونات الإحساس بالزلازل قبل حدوثها.

(6-3) سرعة الصوت

تختلف سرعة الصوت حسب نوع الوسط الذي تنتشر فيه الموجات الصوتية ودرجة الحرارة فتكون أعلى في المواد الصلبة وأقل في السوائل وأقل بكثير في الغازات. وبالنسبة لانتشار الصوت في الهواء فيعتمد على الضغط ، أي أن سرعة الصوت تقل بالارتفاع عن سطح الأرض.

وسرعة الصوت في الهواء عند درجة الصفر المئوي هي 331.1 م/ث وتزداد هذه السرعة بارتفاع درجة الحرارة. تقدر سرعة الصوت في الماء بـ1450 م/ث عند الدرجة القياسية (15 درجة مئوية). وتتراوح هذه السرعة في المواد الصلبة بين 3000 و6000 متر/ثانية فهي مثلا 5100 م/ث للحديد والألمنيوم و3560 م/ث للنحاس وتبلغ 5200 متر في الثانية في الزجاج.

جدول 3.1 يوضح سرعة الصوت في المواد المختلفة

الغازاتGases	
Material	**v (m/s)**
Hydrogen (0°C)	1286
Helium (0°C)	972
Air (20°C)	343
Air (0°C)	331

Liquids at 25°Cالسوائل	
Material	**v (m/s)**
Glycerol	1904
Sea water	1533
Water	1493
Mercury	1450
Kerosene	1324
Methyl alcohol	1143
Carbon tetrachloride	926
Solidsالمواد الصلبة	
Material	**v (m/s)**
Diamond	12000
Pyrex glass	5640
Iron	5130
Aluminum	5100

Brass	4700
Copper	3560
Gold	3240
Lucite	2680
Lead	1322
Rubber	1600

V solids > V liquids > V gases

بالمقارنة بين سرعات الصوت في المواد المختلفة وسرعة الضوء التي تبلغ 300000000m/sنستنتج سبب سماعنا لصوت الرعد يأتي بعد ضوء البرق ويمكن من معرفة الفارق الزمني بين رؤية البرق وسماع الرعد تقدير بعد مصدر الصوت منا فكل فارق زمني قدره خمس ثواني واحدة يعني ان المصدر يبعد .1600m

(7-3) مستوى ضغط الصوت

ضغط الصوت هو الفرق - بالنسبة إلى وسط معين - بين متوسط الضغط الموضعي والضغط في موجة الصوت. يؤخذ متوسط مربع هذا الفرق (مطال)، ثم يحسب منه الجزر التربيعي فينتج جذر متوسط التربيعات.

وعلى سبيل المثال، 1 باسكال متوسط جذر التربيع لضغط الصوت (94 ديسيبل) في الجو معناه أن الضغط الفعلي في موجة الصوت تهتز بين (1 ضغط جوي {2}sort\- باسكال) و(1 ضغط جوي)، مثل هذا

الفرق الطفيف في الضغط الجوي عند تردد صوتي يؤثر على الأذن كصوت ضوضائي يصم وقد يتسبب في إفساد السمع كما يرى من الجدول أدناه.

وتستطيع الأذن البشرية سماع الصوت في نطاق واسع من المطالات، وغالبا ما يقاس ضغط الصوت بواسطة مستوي لوغاريتمي للقياس decibel ديسيبل. ويعرف مستوى ضغط الصوت ورمزه L p وتعرف ضغوط الصوت العيارية عادة طبقا للنظام العياري الوطني الأمريكي ANSI S1.1-1994 من 20 ميكرو باسكال في الهواء و1 ميكرو باسكال µPa في الماء. وبدون ذكر النظام العياري لضغط الصوت فلا تعبر قيمة بالديسيبل عن مستوى ضغط الصوت.

ونظرا لأن الأذن البشرية ليس لها استشعار مستوي لترددات الصوت فإن ضغط الصوت عادة ما يوازن بالتردد بحيث يطابق المستوى المقاس عمليا مستوي السمع بالتقريب.

وقامت المفوضية الدولية للتكنولوجيا الكهربائية IEC بتعريف عدة نظم للموازنة. منها الموازنة-A weightingوهي تحاول تمثيل استجابة الأذن البشرية لشوشرة، والموازنة من النوع A توازن مستويات ضغط الصوت يرمز لها دي بي إيه .d B A وتستخدم موازنة نوع C لقياس مستويات قممية عالية.

شدة وجهارة الصوت المهتز الذي ينشر الموجة الصوتية يبعث الطاقة مع هذه الموجة، وتُعرف شدة الصوت بدلالة الطاقة التي تحملها هذه الموجة، ولكي نتحرى الدقة نرسم مساحة قدرها الوحدة عمودية على اتجاه الانتشار، وعندئذٍ سوف نعرف شدة الموجة بأنها الطاقة التي تحملها الموجة في الثانية عبر وحدة المساحات العمودية على اتجاه انتشار الموجة، وحيث أن الشدة هي الطاقة في الثانية، إذن شدة الصوت هي القدرة المارة خلال وحدة مساحات عمودية على اتجاه انتشار الموجة، ووحدات شدة الصوت هي الواط لكل متر مربع.

جدول 3.2 يوضح الجدول شدة بعض الأصوات، لاحظ أن مدى شدة الصوت الذي تستطيع الإذن أن تسمعه واسع جداً.

نوع الصوت	شدة الصوتw\m2	مستوى شدة الصوتdB
الصوت المسبب للألم	1	120
ثقابة الصخور التي تعمل بالهواء المضغوط	10−2	100
طريق كثيف بالمرور*	10−5	70
التخاطب العادي*	10−6	60
الهمس المتوسط الارتفاع*	10−10	20
حفيف الشجر*	10−11	10
الصوت المسموع بالكاد	10−12	0

*إذا كان الشخص قريباً من مصدر الصوت

للتعبير عن طريقة استجابة الإذن للأصوات بطريقة أفضل يُستخدم عادةً مقياس شدة الصوت، أو مقياس الديسيل، المبني على قوى الرقم 10.

ويمكن أن نلاحظ في مقياس الديسيبل أن الحد الأدنى لشدة الصوت المسموع بالكاد للإذن المتوسطة أي (10^{-12 (W/m^2 }هو الصفر في مقياس الديسيبل، وكلما ازدادت شدة الصوت 10 أضعاف يرتفع مستوى شدة الصوت بالديسيبل بمقدار 10 وحدات، وقد وجد أن الإذن تحكم على الأصوات طبقاً لمقياس الديسيبل.

(8-3) تصنيف الصوت تبعا للتردد:

تحت الصوتية، وهي أقل من 16 هرتز وهي غير مسموعة للأذن البشرية حيث التردد منخفض جدا،

نطاق السمع، وهو يمتد من 16 هرتز إلى نحو 20.000 هرتز، وهي أصوات مسموعة للبشر،

فوق صوتية، بين 20.000 هرتز إلى 6و1 جيجا هرتز (6و1 مليار ذبذبة في الثانية)، وهي غير مسموعة للبشر، حيث ترددها عالي.

صوتية فائقة، موجات صوتية ترددها أكبر من 1 مليار هرتز (1 مليار ذبذبة/ثانية)، وهذة قد لا تنتشر.

(3-9) خصائص الأمواج الصوتية:

تتألف الموجه الصوتية أو الأمواج الصوتية في أي وسط من حركة اهتزازية حركة اهتزازية سريعة للجزيئات للجزيئات التي تؤلف الوسط. فحركة إحدى جزيئات الوسط تؤدي إلى اضطراب الجزيئات المجاورة، وهذه بدورها تقوم بنفس العمل، وهكذا دواليك، بحيث أن موجة من الإضطراب تعبر الوسط ابتداء من نقطة الحركة الأولى. وعندما تهتز الشوكة الرنانة في الهواء، فإن حركة الشعبة المهتزه إلى الأمام تضغط الهواء المجاور. إلا أنه سرعان ماتعود هذه المنطقة المنضغطة من الهواء إلى حالتها الاعتيادية بفضل الخاصة المطاطية للهواء وعلى حساب انضغاط المناطق المجاورة، بحيث أن موجه من الضغط الزائد تنتشر ابتداء من الشعبة المهتزة من الشوكة الرنانة، وبنفس الطريقة فإن حركة الشعبة المهتزة إلى الخلف تولد موجه من الضغط الناقص أو التخلخل.

تولد الشوكة الرنانة على هذه الشاكلة مانسميه بالصوت الصافي Pure Tune الذي يعبر عنه كميا بعنصرين هما تواتر الاهتزاز Frequency وسعته Amplitude أو شدته.Intensity

إن ذروة الشوكة رنانة - وبالتالي أي جزيئة من جزيئات الوسط المجاور لها -تعاني حركة بسيطة منسجمة في الاتجاه الرئيسي لانتشار الموجة بحيث يمكن تمثيل مواضع هذه الجزيئة في حركتها بالنسبة للزمن بموجة جيبية. أما إذا كانت حركة مصدر الاهتزاز حركة غير بسيطة ولا منسجمة نحو الأمام والخلف، فإن شكل الموجة يكون معقدا وهذه هي صفة أكثر المنبهات الصوتية الطبيعيية.

هذا ويمكن رياضيا تحليل الموجة المعقدة إلى موجتين أو أكثر من الموجات الجيبية التي يمكن حينئذ تحديدها بالعنصرين السابقين، أي التواتر والشدة.

(3-10) شدة الموجة الصوتية:

هي كمية الطاقة التي تؤثر في سنتيمتر مربع واحد من الوسط أثناء مرور الموجة الصوتية، حيث أن وحدة َالديسبل هي الواحدة المستعملة للتعبير عن كمية طاقة الموجه. ونظرا للشدات الصوتية المتغيرة بشكل كبير والتي تستقبلها الأذن وتميزها، فإن هذه الشدات يعبر عنها بمصطلحات لغاريتمية لقيمها الحقيقية.

عندما نقول أن شدة صوت ما هي كذا ديسبلات فهذا يعني أن هذا الرقم هو عشرة أضعاف لوغاريتم نسبة طاقة هذا الصوت إلى طاقة أخرى متفق عليها.

الطاقة = (الضغط)2

ديسبل = 10) X الضغط)2

ديسبل = 10 X الطاقة

مثال على ذلك: إن الفرق بين أقل شدة وأقوى شدة تتحملها أذن الإنسان هي (120) ديسبل. وهذه الكمية هي نسبة طاقة صوت الرعد القوي إلى طاقة صوت في العتبة الدنيا للسمع، ويمثل الديسبل الواحد زيادة حقيقية في قدرة الصوت تعادل 1، 26 مرة.

ولما كان الديسبل مقياس نسب، فلا بد من اعتماد معيار أو مستند للمقارنة به والنسبة إليه. فيمكن الاعتماد مثلا على العتبة الدنيا للسمع، ولكن هذا المعيار يختلف من شخص لآخر ويختلف كثيرا باختلاف تواترات الصوت.

لذلك وتلافيا لهذه الاعتبارات، اتفق المعنيون بهذا الأمر على اعتماد معيار اتفاقي هو الميكروواط. ولما كان الواط هو مقياس لمعدل تدفق الطاقة لكل سنتيمتر مربع فالميكروواط يقارب العتبة الدنيا للسمع التسمح بسماع صوت تواتره (1000) ذبذبة في الثانية.

الباب الرابع

تصميم و بناء الدائرة

(4-1) مقدمة:

في هذا العمل تناولنا استخدام الليزر في منظومة اتصلات ضوئية حيث تم تصميم و بناء منظومة اتصال باستخدام ليزر اشباه موصلات حيث تتكون المنظومة من ثلاثه اجزاء الجزء الاول عبارة عن وحدة الارسال و هي تقوم بتحويل الاشارة الصوتية الي اشارة كهربية ثم الي ضوئية في ثنائي الليزر باستخدام عملية التضمين و الجزء الثاني هو الوسط الناقل للاشارة الضوئية الذي يستخدم الالياف البضرية بما لها من ميزات كثيرة في نقل الاشارات الضوئية منها ان الالياف البصرية لا تسرب المعلومات و لا تتاثر بالمجالات الكهربية و المغنطيسية و ان الاشراة الضوئية المنقولة بواسطة الالياف البصرية لا توهن ولا تضعف لمسافات بعيده ، هذا اضافة الي كمية المعلومات المنقولة تكون اكبر ولا يحدث فيها اي تداخل او غيرة من المؤثرات ، اما الجزء الثالث فهو وحدة الاستقبال التي تقوم باستقبال الاشارة الضوئية ثم تحولها الي اشارة كهربية ثم صوتية

(4-1)وحدة الارسال:

تتكون وحدة الارسال من الاجزاء الالتية :

1. **مايكروفون :**

يقوم المايك بتحويل الاشارة الصوتية الي اشارة كهربية ضعيفة .

2. **مكبر (مضخم) :**

تتكون دائرة التكبير من مجموعة من المكونات الالكترونية التي تشتمل على

1- دائرة متكاملة ذات جهد دخل 3.5 فولت و مقاومة دخل 4 أوم

2- مجموعة من المكثفات و المقاومات و الترانزستورات ذات قيم مختلفة و بطارية لجهد الدخل ، يقوم المكبر بتكبير الاشارة الكهربية و تنعيمها بواسطة المكثفات الموجوده في دائرة التكبير حيث تخرج الاشارة الكهربية المكبرة الي طرف الثنائي الليزري ليتم تحويل الاشارة الكهربية الي ضوئية

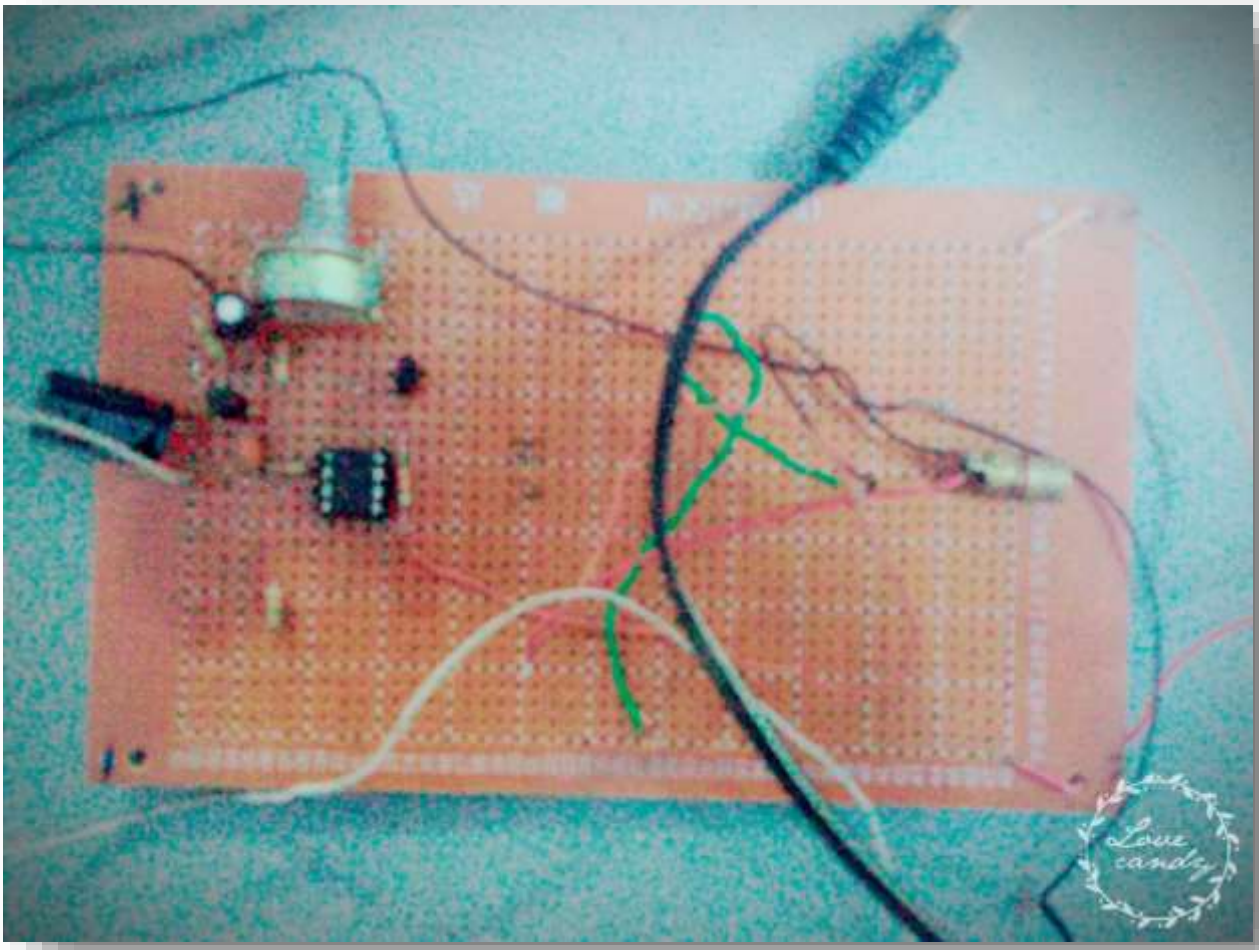
- **ليزر الثنائي :**

في هذا العمل يتم استعمال ثنائي الليزر الذي يتميز بانه صغير الحجم و متين و يعمل بتيار ضعيف و له عمق طويل حوالي 100 الف ساعة و هو يتميز بمواصفات تؤهله الي الاستخدام في مجال الاتصال ، الجدول التالي يوضح مواصفات هذا النوع

الجدول (1-4) يوضح مواصفات ليزر الثنائي

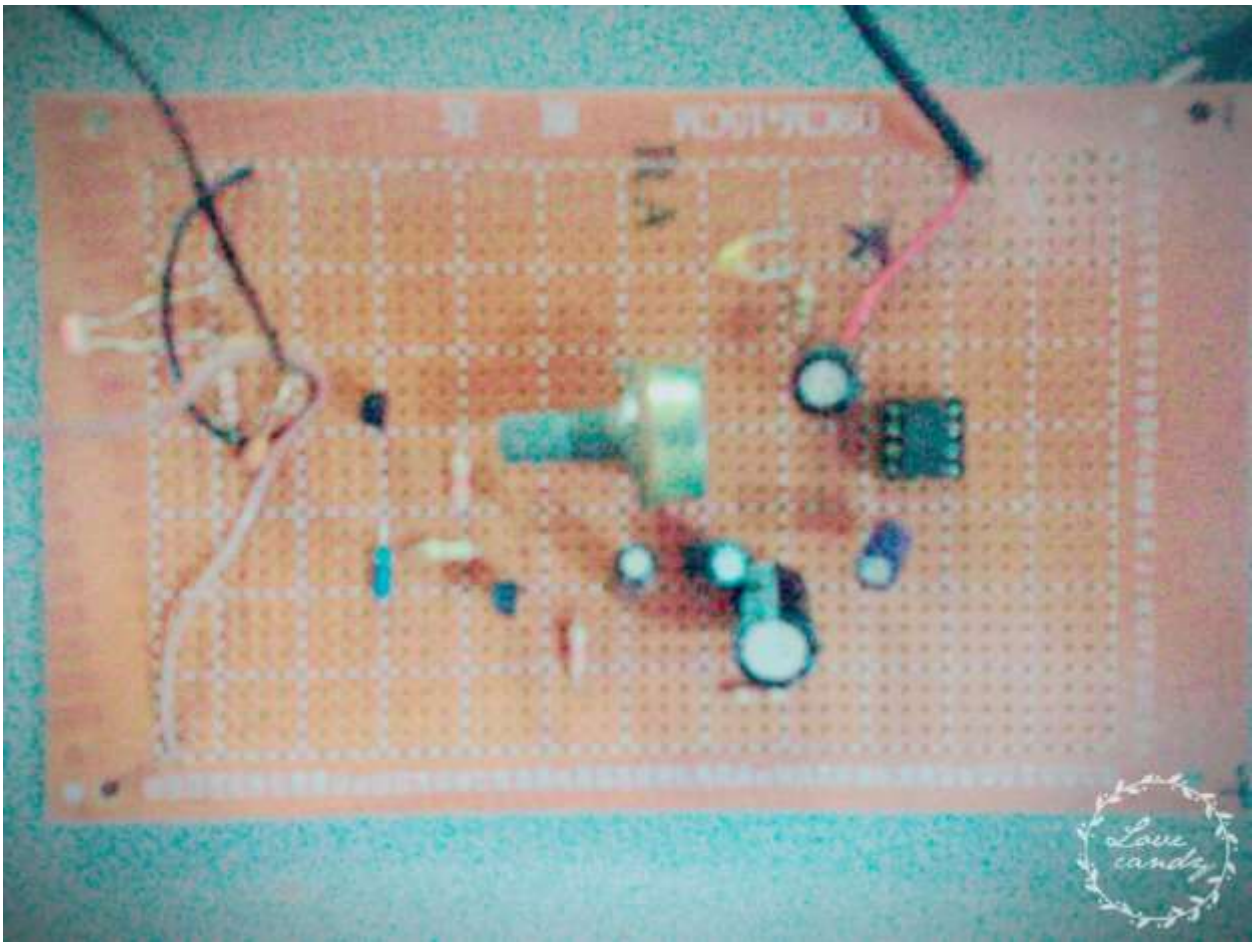
مواصفات المقادير	الخصائص
670mm	الطول الموجي
(5-10) VDC	جهد التشغيل
(50-70) mA	تيار التشغيل

بعد تكبير الاشارة و تنعيمها ، وصل طرفي ثنائي ليزر الثنائي بخرج المكبر لتحدث عملية التضمين (تحويل الاشارة الكهربية الي ضوئية) و التي سبق شرحها و الشكل التالي يوضح دائرة الارسال و مكوناتها .



صورة4.1 جهاز الإرسال

(2-4)وحدة الاستقبال:



صورة 4.2 جهاز الاستقبال

ينبعث شعاع الليزر من وحدة الارسال الي وحدة الاستقبال عبر الوسط الناقل (الليف البصري) حاملا معه الاشارة الصوتية وتتكون من وحدة الاستقبال من :-

الكاشف :-

استخدم في هذا النوع كاشف من النوع Light Dependent Resistor LDR وعند سقوط شعاع الليزر علي المقاومة الضوئية الموجوده بوحدة الاستقبال تقوم باستخلاص الموجات الصوتية من الموجات الحاملة وتحويل الاشارة الضوئية الي اشارة كهربية.

مكبر(مضخم):-

تتكون من دائرة متكاملة تحمل الرقم (lm3 b6) ذات جهد دخل 3.54 فولت و مدى جهد التشغيل يتراوح بين 7-10 فولت و مقاومة دخل 4 اوم .

مجموعة من المكثفات و المقاومات ذات قيم مختلفة و بطارية لجهد الدخل :

يقوم المكبر بتكبير الاشارة الكهربية و تنعيمها بواسطة المكثفات الموجودة في دائرة التكبير .

- **السماعة:**

بعد تكبير الاشارة الكهربية و تنعيمها في دائرة التكبير حيث تخرج الاشارة المكبرة الي السمعاة التي تحولها بدورها الي اشارة صوتية مرة اخرى ، و بذلك تمت عملية نقل الاشارة الصوتية من مكان الي اخر بواسطة اشعة الليزر

صورة 4.3 مكبرات الصوت

(4-2) قياس الطول الموجي لشعاع الليزر:-

قياس الطول الموجي لشعاع الليزر قبل و بعد عملية التضمين و ذلك باستخدام محزوز الحيود و حساب زاوية الحيود ثم قيس الطول الموجي بالعلاقة :

$$n\lambda = d\ sin\theta$$

(4-3) النتائج والمناقشة :

تم تصميم المنومة الليزرية كاملة و اعطت نتائج جيدة في سماع الصوت المنقول بوضوح

(4-4) التوصيات :-

- نظرا لعمل هذه المنظومة في مجال ارسال المعلومات التي تتميز بعدم تسربها نوصي باستخدامها في اماكن المعلومات السرية مثل امن الدولة كما يمكن استخدامها في المعلومات بين مكاتب جامعة السودان المتلاصقة ببعضها و يمكن استخدامها في محطه اذاعية داخلية
- نوصي باخذ الحذر من التعرض لشعاع الليزر و ذلك عند ضبط جهاز الاستقبال .
- كما نوصي بعد زيادة قدرة مصادر التغذية و ذلك لمنع حدوث اي عطل في اي من الدوائر .
- نوصي عند تصميم مثل هذا الجهاز ملاحظة تثبيت الكاشف (مقاومة ضوئية) تثبيتا جيداً لانها العامل الرئيسي في نقاوة الصوت في عملية الارسال و اي تاثيرات بها تؤدي الي تشوه في الاشارة المرسله.

(5-4) المصادر و المراجع :-

1-أورازيو زفلتو – مبادئ الليزرات – جامعة الموصل – المديرية دار الكتب للطباعة و النشر الطبعة الثالثة 1988م.

2-الدكتور فاروق عبدالله الوطيان – تطبيقات الليزر – دار المريح للنشر.

3-أ.د محمد محمد الزيدية – الضوء و الصوت – الدار العربية للنشر و التوزيع الطبعة الاولى 2008م.

4-أحمد عبدالمتعال – إلكترونيات القدرة و تطبيقاتها العملية – القاهرة – دار النشر للجامعات – الطبعة الثالثة – 1998م.