

نقل المعلومات الصوتية بواسطة ليف بصري أحادي النمط

عواطف صابر جاسم¹ ياسين حميد محمود¹ علياء نجاح سنودي²

¹ قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

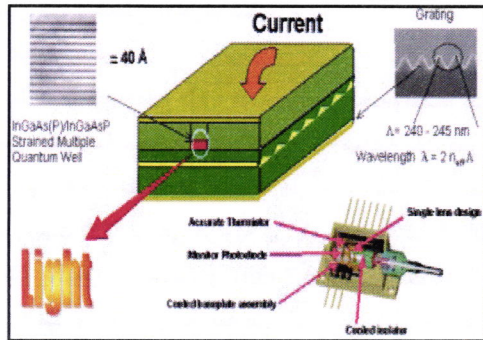
² قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

المخلص

تم في هذا العمل تصميم مرسله transmitter ومستقبلة receiver كنموذج لنقل المعلومات الصوتية خلال ليف بصري أحادي النمط حيث استخدم هنا التصميم السعوي (AM) وقد أظهرت المنظومة نقلاً جيداً للصوت المرسل وكانت الكفاءة للمنظومة 70% لمسافة أكثر من 10 متر وقد تم استخدام ليزر أشباه الموصلات بمواصفات (650nm 5 mw) وكان الكاشف المستخدم نوع سيلكون ذو استجابة 0.55A/W عند الطول الموجي 850nm.

المقدمة:

واسعين من الطاقة مستوى يدعى بحزمة التكافؤ ومستوى يدعى بحزمة التوصيل وتفصل بينهما فسخة غير مسموح بوجود الإلكترونات فيها تدعى فجوة الطاقة (Energy gap) توجد الإلكترونات في الحالة المستقرة في حزمة التكافؤ ولا يوجد أي إلكترون في حزمة التوصيل وإذا قمنا بعملية زيادة عدد الإلكترونات في منطقة التوصيل وزيادة عدد الفجوات في منطقة التكافؤ بطريقة تطعيم شبه الموصل بشوائب معينة قد تكون مانحة donor وتقع مستويات الطاقة لها عموماً قرب نطاق التوصيل وإضافتها ينتج شبه موصل سالب نوع n - type هو قابل acceper وتقع مستويات الطاقة قرب نطاق التكافؤ وعند إضافتها إلى شبه الموصل ينتج شبه موصل p - type وباستخدام تلك الطرق نحصل على وصلة (p-n) حيث أنها تحت ظروف الانحياز الأمامي تشع ضوء في مناطق معينة من الطيف إذ تبعث الفوتونات المتولدة عند الوصلة في جميع الاتجاهات لتصل عين المراقب ويمكن انقضاء أو تحديد الطول الموجي المطلوب أو المراد للثنائي ان يشع طاقه عنده وذلك باختيار المادة شبه الموصله ومادة الاشابة وفولتية الانحياز. الشكل (1) يمثل وصلة داويد ليزر.



شكل (1) مخطط داويد ليزر وجهة الانبعاث الليزري.

يعتبر الليزر داويد مشابه للداويد الباعث للضوء فهو يتألف من مفرق p-n (n) ويتم فصل سطحين متوازيين أو وجهين متعامدين [5] ويحدث الانحياز الأمامي أي تسليط فولتية عبر الثنائي للتغلب على فجوة الطاقة كما يوجه الشعاع بواسطة نهايتي الليزر التي تعمل كمرآيا ويتم تخشين الوجهين الآخرين من الثنائي منعاً للانبعاث الليزري في اتجاهات غير مرغوب بها أما الجانب الأمامي فيسمح لشعاع الليزر بالمرور جزئياً بينما الجانب الخلفي يصبح عاكساً للضوء ان هذا التركيب يوفر حيزاً رنينياً عند التردد المطلوب لانطلاق الضوء فيه وكلما زاد الانحياز ازداد

تعرف الاتصالات بأنها عملية إرسال معلومات مسافة معينة دون إحداث تشويه بالمعلومات المرسله ونقاس كفاءة المنظومة بدلالة قابليتها لحمل المعلومات والمسافة التي تصلها. إن الذبذبات الصوتية تتحول إلى موجات وبهذا ممكن تحويل الكلام إلى أمواج حيث ممكن جعل الصوت يتحول إلى تيار كهربائي متغير داخل السلك الكهربائي [1]، لذا يلزم من طرف الإرسال استعمال محول طاقة يعمل على تحويل الرسائل من جهة الاستقبال محول عكسي يعمل على تحويل الإشارة الكهربائية إلى معلومة لذا فإن محول الطاقة الذي يحول المعلومات إلى إشارة كهربائية تتمثل بالميكروفون أو السماعة [2]، ان تردد الموجات الصوتية التي يمكن للإنسان البشرية تحسس تمتد من 20-20000Hz إما عرض النطاق المطلوب فهو بحدود 300Hz وانطلاقاً من فكرة الموجات الصوتية نشأت فكرة إمكانية تطوير هذه الموجات إلى طاقة يمكنها ان تصل إلى مكان بعيد لذا يجب إحداث تغير كبير في الشكل الذي ترسل به المعلومات حسب الحاجة إلى ذلك وحسب دقة المعلومة وحسب دقة النقل وتعد الاتصالات البصرية إحدى تلك الطرق التي بواسطتها تتم الاستعاضة عن الأسلاك والاتصالات بالفراغ Wireless Connection لسهولة اختراقها وكثرة الخسائر في مثل هذه المنظومات وبتطوير الألياف ورخص ثمنها وكفاءتها العالية و استخدام الليزر وخصوصاً ليزر أشباه الموصلات [3] أدى إلى انتشار استخدام الاتصالات البصرية وأصبحت إحدى الطرق العالمية المعول عليها في نقل المعلومات.

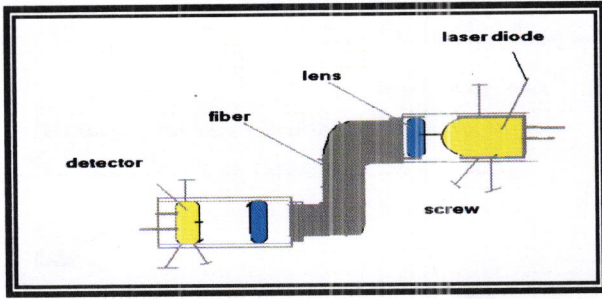
الجزء النظري:

يستخدم في نظم الاتصالات نوعان من مصادر الضوء هما:

1- الثنائي الباعث للضوء Light emitting diode

2- الثنائي الليزري Laser diode

وهما من الوسائل التي تحول الطاقة الكهربائية إلى إشعاع بصري optical radiation وتوفر حزمة الإشعاع الكهرومغناطيسي لنقل أو حمل المعلومات المرسله (الصوتية) [3]، هذا بالإضافة إلى حجم المنظومة الصغير ومتطلبات القدرة الصغيرة لعمل هذه الثنائيات التي تجعلها مناسبة كمستهلكة للإلكترونات واستعمالاتها في الاتصالات [4]، إن المواد شبه الموصله هي الأساس المستخدم في صناعة هذه المكونات الالكترونية ويعد المركب (GaAs) أكثر استخداماً من بين المواد شبه الموصله في صناعة مصادر الضوء في الاتصالات البصرية. وحسب مفهوم ميكانيك الكم تشغل الإلكترونات في الحالة الصلبة مستويات



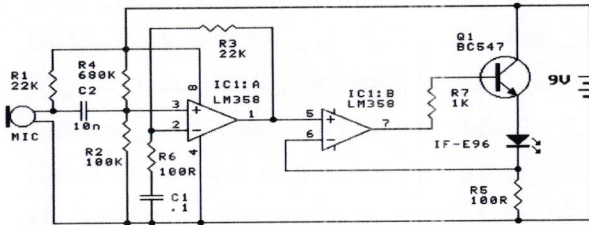
شكل (2) طريقة اتصال الليزر مع الفايبر مع الكاشف

2- الجزء الالكتروني

يتكون هذا الجزء من تصميم مرسل للبيانات ومستقبل.

أ- مرسل للأشعة:-

تعمل هذه الدائرة الالكترونية على اخذ الإشارة الصوتية عن طريق المايكروفون (MIC) حيث تحمل الإشارة الصوتية عن طريق التضاضط والتخلخل وتحول إلى إشارة كهربائية صغيرة حيث تمر عبر متسعة لإزالة الجزء المستمر (DC) بعد ذلك تمرر على إدخال مكبر العمليات (LM358) وهو يتكون من مكبرين للإشارة عالي الكسب ذو مقاومة إدخال عالية كما ان الضوضاء قليلة جداً. الشكل (3) يوضح الدائرة الالكترونية لوحدة ارسال المصممة لغرض نقل المعلومات.

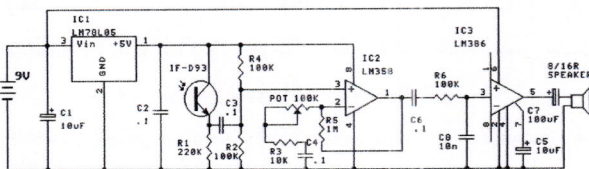


شكل (3) مرسل الأشعة

بعد ذلك تساق الإشارة إلى الليزر عن طريق ترانزستور (NPN) تمر المعلومات المحملة على شعاع الليزر عبر الليف حيث يتم استلامها بواسطة الكاشف الضوئي (Detector)

ب - مستقبل الأشعة

يتكون هذا الجزء من الكاشف الضوئي (Detector) الذي يقوم بعملية تحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية تمرر الإشارة عن طريق متسعة إلى الدارة الالكترونية حيث تكبر وبعد ذلك تساق إلى دائرة تكبير القدرة (LM 380) وبعدها تمر الإشارة مكبرة إلى السماعة حيث يظهر الصوت واضح ومسموع شكل (4) يمثل الدائرة الالكترونية المصممة لعملية استقبال المعلومات .



شكل (4) الدائرة العملية للمستقبل

عدد الفوتونات الناتجة وتصبح شدة الضوء اقوى [6]. وبسبب هذه الخاصية يتم استخدامه في تضمين الإشارة التي يراد ارسالها على ضوء الليزر حيث ممكن تعريف عملية التضمين بأنه تغير للسعة او الطور بدلالة القيمة اللحظية لموجة اخرى وتسمى الموجة الاولى بالموجة الحاملة (Carrier) والموجة الثانية موجة التضمين (Modulation) وبذلك يمكن تسمية الموجة الحاملة التي تحوي على إشارة للتضمين باسم الموجة المضمنة (Modulated wave) [7] والغرض من عملية التضمين هو نقل إشارة عبر خطوط الاتصالات لمسافات كبيرة لتستقبلها أجهزة الاستقبال وتحللها وهذه تسمى عملية التضمين إضافة إلى نقل إشارة المعلومات عبر قناة محدودة بالنقل الاتي لمعلومات عديدة عبر قناة الاتصال وذلك باستعمال التضمين المتعدد (Multiplexing) أو وجود عدة محطات حتى وان كانت تبث مادة برنامج متشابهة في وسط الانتقال نفسه كما يمكن اختيار وفصل أي محطة بالاعتماد على حقيقة ان كل إشارة محملة على تردد حامل [8] معين كما ان تضمين الحامل البصري يختلف عن الناقل الراديوي على الرغم من سهولة تضمين الموجة الا ان التضمين البصري يعد الافضل بسبب محدودية اجهزة التضمين المستخدمة كما ان بساطة الاجهزة المستخدمة تمكن من نقل المعلومات بمنظومة تمتاز بالحجم الصغير

و يعد الليزر الوسيلة المثالية في هذا النوع من الاتصالات كما ان التقنيات الخاصة بالتضمين البصري اصبحت اكثر تطوراً لتحمي المعلومات المرسله [9] .

وبصورة عامة هناك عدة طرق للتضمين لكنها تقع في شكلين اساسيين هما

1 - تضمين موجة مستمرة Continuous wave modulation

2 - التضمين النبضي Pulse modulation

الجانب العملي

يتضمن الجزء العملي الاجزاء التالية:-

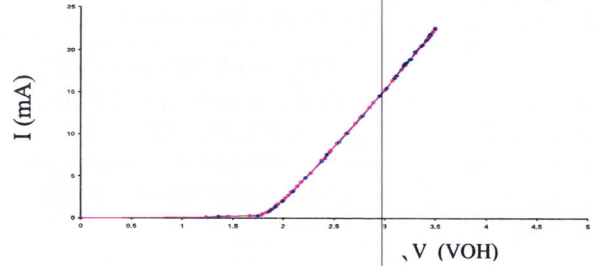
1- الجزء البصري

تم ربط جهاز الليزر مع الليف البصري والكاشف وذلك عن طريق تصميم منظومة بصرية تتكون من انبوبة معدنية ذات قطر اكبر من قطر جهاز الليزر بقليل يتم السيطرة على مسار الحزمة الضوئية عن طريق تثبيت ثلاثة براغي الزاوية بين البرغي والاخر (120°). توضع بعد ذلك عدسة ذات بعد بوري (0.2 cm) لاسقاط حزمة الليزر داخل الليف البصري ،وبنفس الطريقة يتم وضع الكاشف داخل أنبوبة ويوضع بعده عدسة لاسقاط حزمة الليزر على الكاشف يربط الليف البصري بالأنبوبة المعدنية بعد العدسة والجهة الاخرى بالانبوبة الثانية قبل العدسة تفحص المنظومة للتأكد من ترصيف المنظومة وذلك عن طريق تشغيل الليزر وفحص التيار الذي يتحسس الكاشف ويكون أفضل ترصيف عندما نحصل على اعلي تيار مار ممكن قراءته وذلك عن طريق التحكم بالبراغي في جهة الليزر والكاشف كما مبين في الشكل رقم

(2)

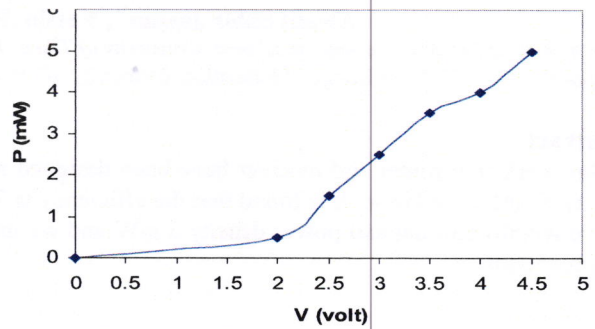
النتائج والمناقشة

بعد تصميم وبناء منظومة نقل المعلومات الصوتية في هذه الدراسة تم فحص خصائص الليزر المستخدم وذلك عن طريق دراسة خصائص تيار - جهد. ان الشكل (5) يوضح العلاقة بين التيار وفولتية التشغيل لليزر شبه الموصل المستخدم في هذه الدراسة.



شكل (5) خصائص تيار جهد

ومن ملاحظة الشكل وجد ان فولتية العتبة الذي يبدأ بها الليزر بالإشعاع الليزري هو عند (2 V) وان أفضل فولتية تشغيل عند (3.5V) . كما تم دراسة خصائص جهد قدرة بصرية وشكل (6) يوضح تغير القدرة مع تغيرات الفولتية .



شكل (6) خصائص جهد قدرة بصرية لليزر المستخدم

حيث وجد انه بزيادة الجهد الكهربائي تزداد قدرة الضخ البصرية الى ان تصل حالة التشبع بعد (V4.5) ولفحص اداء المنظومة المصممة تم فحص الإشارة الواصلة الى السماعة والشكل (7) يوضح الإشارة الصوتية المستلمة بعد عملية التضمين والمسجلة باستخدام جهاز الاوسكوب.



شكل (7) الإشارة الصوتية المستلمة بعد عملية التضمين المأخوذة باستخدام جهاز اوسكوب.

حيث يلاحظ شكل الموجة الصوتية النهائي بعد عملية التضمين السعوي (AM). كما تم حساب الكفاءة للمنظومة المصممة من المعادلة التالية

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} * 100\% \dots \dots \dots (1-1)$$

حيث ان η يمثل كفاءة المنظومة

P_{out} القدرة الخارجة

P_{in} القدرة الداخلة ومن الحسابات وجد ان كفاءة المنظومة تساوي 70%

المصادر

- [1] د.الياس شمعون د. راجي ابو شقرا اشعة لايزر سلسلة الكتب العلمية الميسرة معهد الانماء العربي الهيئة القومية للبحث العلمي لبنان 1980
- [2] د.رضوان قسطنطين الاتصالات الرقمية مديرية الكتب جامعة دمشق كلية الهندسة المعلوماتية الطبعة الاولى 2001 .
- [3] د.سهم عفيف قندلا "فيزياء الاليف البصرية أسس وتطبيقات" دار المسيرة عمان الأردن الطبعة الاولى 2000.
- [4] د.فارس جاسم محمد الامارة "الليزر اداة التكنولوجيا الحديثة" وزارة الثقافة والاعلام دار الشؤون الثقافية العامة الطبعة الاولى 1990 .
- [5] اس.ام.زي نبائط اشباه الموصلات فيزياء وتقنية تعريب د.فهد غالب الحياي د.حسين علي احمد وزارة التعليم العالي والبحث العلمي دار الكتب للطباعة والنشر الموصل 1990 .
- [6] فاروق سيد حسين "الكوابل الأواسط التراسلية والاليف الضوئية" سلسلة علم الاتصالات والاجهزة الالكترونية دار الراتب الجامعية بيروت -لبنان 2002 السلسلة الخامسة.
- [7] صادق باقر حسين د.الحسيني طه الشريبي الدوائر الالكترونية الانظمة المتكاملة الرقمية والمتماثلة وزارة التعليم العالي والبحث العلمي مطابع جامعة الموصل 1984
- [8] Carlson, A.B, Communication system, 3rd Edition, Mc Graw Hill Book co., INC., New York, 1986.
- [9] James L. Murphy, et. al., "Frequency Modulated Modulating Retroreflector Analog Audio System", patent pending (2005).

Sonic Information transfer using Single mode of optical fiber

Awatif Sabir Jassim¹, Yassin .H. Mahmood¹, Alaa Njah Snodi²

¹Department of Physics , College of Science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

² Department of Physics , College of Education, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

Abstract

In this work transmitter and receiver have been designed as sound information transition system by single mode fiber and used AM modulation. It is found that the efficiency is 70% with distance 10 m laser diode was used with properties (wave length) 650 nm and power density 5 mW and we used silicon detectors with responsivity 0.55A/W at the wave length 850nm.