

# مصدر حصد الطاقة لتشغيل الحساسات اللاسلكية

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة الكهربائية

إعداد الطلاب :

محمد إبراهيم محمد أحمد

مروان إسحق إسماعيل

وافي عبد الله عبد الرحمن

إشراف:

د.مجاهد عمر حاج التوم

قسم الهندسة الكهربائية

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبد الله البدرى



يناير 2021

## الآية الكريمة



قال تعالى :

﴿وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لٰآيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ﴾

[سورة الجاثية, ١٣]

## الإهداء

أحب أهدي بحث تخرجي إلى  
والدي الغالي الصديق والحبیب ذو الفضل الأول في بلوغي هذه  
المرحلة من التعليم حفظه الله واطال في عمره  
إلى من وضعتني على طريق الحياة ورعتني حتى وصلت الى هذا اليوم  
( أمي الغالية ) .  
إلى اخواني من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب  
حفظهم الله وأدامهم .  
الي أساتذتي الكرام ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي .  
لكم مني هذا البحث وأتمني ان يحوز على رضاكم .

## الشكر والعرفان

فإني أشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله، فله الحمد أولاً وآخراً.

ثم أولئك الأخيار الذين مدوا لي يد المساعدة خلال هذه الفترة وفي مقدمتهم أستاذي المشرف

علي البحث الأستاذ الدكتور / مجاهد عمر حاج التوم

والسيد رئيس قسم الهندسة الكهربائية الأستاذ / نزار علي الحاج

والأستاذ / إبراهيم أحمد إبراهيم

الذين لم يدخروا جهداً في مساعدتنا وتقوية عزيمتنا فلهم من الأجر ومنا كل التقدير حفظهم الله

ومتعهم بالصحة والعافية ونفعهم بعلومه.

كما أشكر القائمين علي الجامعة وفقهم الله لكل خير لما يبذلونه من اهتمام بالطلاب.

## المستخلص

شهد العالم في الآونة الأخيرة تطورا ملحوظا في إستخدام الطاقة المستدامة التي تتمثل في طاقة الرياح والطاقة الشمسية والكهرومائية وظاهرة الكهرباء الانضغاطية التي سنتطرق إلي الحديث عنها في هذا البحث. هدف البحث إلى حصد الطاقة باستخدام الحساسات اللاسلكية حيث تم التعرف علي ظاهرة الكهرباء الانضغاطية وإمكانية استخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق استغلال البيئات الاهتزازية أو حركة المشاة . فتناول البحث التعرف علي مفهوم الطاقة وانواع مصادرها وتأثير ذلك علي البيئة .فبسبب تزايد الرغبة الي الالكترونيات المحمولة والمجسات اللاسلكية تزايدت الرغبة في توليد هذه الأجهزة للكهرباء لتشغيل نفسها. فأجريت التجارب العملية علي جهاز يولد الكهرباء الانضغاطية (piezo element) أو مجس الانضغاطية تم تثبيت الحساس علي موتور نصف حصان عن طريق شريط لاصق ولوحظ أن كمية الطاقة الناتجة ذات علاقة طردية مع مكعب ترددات الإهتزازات .

حيث أن الحساس يعمل كمبدل يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية الي طاقة كهربائية والعكس ونجد أن مجس الانضغاطية يولد جهد متردد منخفض . ومن ثم تم إستخدام برنامج الماتلاب لتحليل الإشارة المتولدة لتحديد مستوي الجهد المباشر. فتم أخذ القراءات من الحساس عن طريق الأردوينو وإدخالها إلي برنامج الماتلاب ومن ثم إدخال الإشارة إلي دائرة مضخة الشحن بغرض رفع الجهد المتردد الي قيم أعلي مستمرة يمكن الإستفادة منها لإغراض مختلفة.

## **Abstract**

Recently, the world has witnessed a remarkable development in the use of sustainable energy, which is represented in wind energy, solar and hydroelectric energy, and the piezoelectric phenomenon, which we will discuss in the research. When the research aims to harvest the piezoelectric energy and the possibility of using it to generate electrical energy from pedestrian movement and vibrational environments, and also the research deals with the method of energy transformation from one form to another through practical experiments, see some previous studies in the applications of energy harvesting piezoelectricity, and we find that the can be implemented on the ground through possible experiments.

## الفهرس

رقم الصفحة	العنوان
I	الآية
II	الإهداء
III	الشكر والتقدير
IV	الملخص
V	Abstract
<b>الفصل الأول: المقدمة</b>	
1	1-1 المقدمة
1	2-1 مشكلة البحث
1	3-1 أهمية البحث
2	4-1 أهداف البحث
2	5-1 منهجية البحث
2	6-1 بنية البحث
<b>الفصل الثاني : الخلفية النظرية</b>	
3	1-2 المصطلحات العلمية
3	2-2 الطاقة
3	3-2 الطاقة المتجددة
4	4-2 الحساسات اللاسلكية
4	5-2 بنية العقدة الحساسة
4	6-2 أنواع الحساسات اللاسلكية
5	7-2 شبكة الحساسات اللاسلكية
5	8-2 تطبيقات الحساسات اللاسلكية
5	9-2 الكهرباء الإنضغاطية
6	10-2 الدراسات السابقة

الفصل الثالث : الأدوات المستخدمة	
9	1-3 المقدمة
9	2-3 مكونات الدائرة
14	3-3 المخطط الصندوقي
الفصل الرابع : النتائج والمناقشة	
15	1-4 المخطط الإنسيابي
15	2-4 التجارب العملية
21	3-4 دائرة المقوم Charge Pump
الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات	
26	1-5 الخلاصة
26	2-5 التوصيات
27	المراجع
28	الملاحق

# الفصل الأول

## المقدمة

# الفصل الاول

## المقدمة

### 1-1 المقدمة:

خلق الله سبحانه وتعالى الارض وزودها بكل سبل الحياة ،فمن رحمته ان وفر لنا مخزوننا هائلا من مصادر الطاقة استخرجها الانسان واستخدمها ومازال لتسيير حياته علي الارض،ولكن هل هذا المخزون ابدى ولن ينفذ ؟وماذا لو كان هناك مصادر اخري توصل اليها الانسان بالبحث والعلم.وتوجد العديد من مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الاهتزاز والطاقة الكهرومائية وغيرها .

هناك بعض التطبيقات لظاهرة الكهرباء الانضغاطية . فمع انشغال العالم بمصادر الطاقة المتجددة، اتجه البعض الي التفكير في استخدام جسم الانسان كمولد للطاقة الكهربائية ، اذ تتنافس الابحاث اليوم للوصول الي انجع الابتكارات لاستخلاص هذا النوع من الكهرباء الاقتصادية والمنسجمة مع البيئة . وهناك العديد من الدول بدأت بالفعل في الاستفادة من حركة المشاة في توليد الكهرباء كما حدث في اولمبياد لندن عام2000.

### 2-1 مشكلة البحث :

- التلوث البيئي الناجم عن الافراط في استعمال المصادر الغير متجددة.
- ظاهرة الاحتباس الحراري .
- نزوب المصادر الغير متجددة.
- صعوبة امداد المناطق النائية بالطاقة الكهربائية .

### 3-1 أهمية البحث :

تنمو المجتمعات ويزداد عدد السكان وبالتالي تزداد الحاجة الي كل وسائل التكنولوجيا التي تسير امور الحياة اليومية .لذلك قمنا باختيار موضوع حصد الطاقة باستخدام الحساسات اللاسلكية لهذا البحث وذلك لاهمية الطاقة في حياتنا واهمية البحث الدائم عن مصادر جديدة للطاقة تساند المصادر الاساسية للطاقة ولقد اردنا بهذا المشروع حصد طاقة الكهرباء الانضغاطية والتي اذا تم تطبيقها في بيئة اهتزازية اوامكن تزخر بالحركة كالمدراس والمراكز التجارية ستوفر مصدر نظيف ومتجدد للطاقة اللازمة لاضاءة وتشغيل مختلف الاجهزة في تلك الاماكن.

#### 4-1 أهداف البحث :

- توفير الطاقة الكهربائية في أماكن نائية يصعب إمدادها بالكهرباء ولا تتوفر فيها مقومات إنتاج الطاقة الكهربائية بطرق أخرى ميسرة، أو إمداد مناطق تفتقر إلى مصادر طبيعية.
- التعرف على مصادر الطاقة المستدامة وغير المستدامة وأثر ذلك على البيئة.
- التعرف على إمكانيات تحويل الطاقة من شكل لآخر .
- التعرف على إمكانيات حصد الطاقة عن طريق استخدام الحساسات اللاسلكية .

#### 5-1 منهجية البحث :

في هذا البحث تم استخدام المنهج العملي للحصول على البيانات عن طريق القياس الفعلي لمستوى الإشارة المتولدة في بيئات اهتزازية مختلفة باستخدام نظام قياس برمجي، ومن ثم تم استخدام برنامج الماتلاب لتحليل الإشارة لتحديد مستوى الجهد المباشر عند كل قياس. اعتمدت المنهجية على الدراسات السابقة في تنفيذ الدوائر العملية وتحليلها.

#### 6-1 بنية البحث :

يحتوي هذا البحث على خمسة فصول الأول المقدمة ويحتوي على مشكلة البحث وأهميته وأهداف البحث ومنهجية البحث، الفصل الثاني الخلفية النظرية ويحتوي على الطاقة والطاقة المتجددة والكهرباء الإنضغاطية والدراسات السابقة، الفصل الثالث الأدوات المستخدمة على مقدمة ومكونات الدائرة، الفصل الرابع التجارب العملية ويحتوي على التجربة الأولى والثانية، الفصل الخامس الإستنتاجات والتوصيات ويحتوي على النتائج والتوصيات والخاتمة.

## الفصل الثاني الإطار النظري

## الفصل الثاني الخلفية النظرية

### 1-2 المصطلحات العلمية :

1-1-2 Piezoelectricity الكهرباء الإنضغاطية :

هي الكهرباء التي تنتج عند الضغط علي المواد التي لها خاصية الإنضغاطية.

### 2-1-2 الطاقة:

هي القدرة علي إحداث فعل أو تأثير.

3-1-2 شبكات الإستشعار اللاسلكية (WSN) Wireless Sensors Network:

(WSN) تشير الي شبكة الإستشعار اللاسلكي.

4-1-2 عنصر البيزو Piezo Element:

هو مجس كهروضغطي.

5-1-2 مضخة الشحن Charge Pump:

هي دائرة تقويم للجهود المنخفضة.

### 2-2 الطاقة :

التعريف العام العلمي من الموسوعة /"بريتانكا"/يقول ان:"الطاقة هي القدرة علي احداث فعل او تأثير"/.الطاقة هي ما يجعل الاشياء تعمل ولايمكن انتاجها من لاشي كما لايمكن تدميرها،وكل ما يحدث هو تحول شكل من اشكال الطاقة الي شكل اخر .ومعظم الطاقة التي نستخدمها تأتي من الشمس ،والطاقة تمكن الاشياء من الحدوث وان تحرك الاشياء وتغيرها كالجري وغلbian الماء ودوران المحركات يتطلب الطاقة .نتلقى معظم ما نستخدمه من طاقة من الشمس علي شكل حرارة وضوء والصوت والكهرباء والحركة هي ايضا من اشكال الطاقة.

### 3-2 الطاقة المتجددة :

هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد او التي لا يمكن ان تنفذ (الطاقة المستدامة). ومصادر الطاقة المتجددة تختلف جوهريا عن الوقود الاحفوري من البترول والفحم والغاز الطبيعي ،او الوقود النووي الذي يستخدم في المفاعلات النووية ولانتشأ عن الطاقة المتجددة في العادة مخلفات كثاني اكسيد الكربون او غازات ضارة او تعمل علي زيادة الانحباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الاحفوري او المخلفات الذرية الضارة الناتجة من مفاعلات القوى النووية .وتنتج الطاقة المتجددة من الرياح والمياه والشمس،كما يمكن انتاجها من حركة الامواج والمد والجزر والحركة والاهتزاز او من حرارة الارض

الباطنية وكذلك من المحاصيل الزراعية والأشجار المنتجة للزيوت ،لان تلك الأخيرة لها مخلفات تعمل علي زيادة الانحباس الحراري .

حاليا اكثر انتاج للطاقة المتجددة ينتج في محطات القوي الكهربائية بواسطة السدود العظيمة اينما وجدت الاماكن المناسبة لبنائها علي الانهار او مساقط المياه، وتستخدم الطرق التي تعتمد علي الرياح والطاقة الشمسية علي نطاق واسع في البلدان المتقدمة وبعض البلدان النامية، ولكن وسائل انتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المتجددة اصبح مألوفاً في الاونة الأخيرة، وهناك العديد من الدول وضعت خططا لزيادة نسبة انتاجها للطاقة المتجددة بحيث تغطي احتياجاتها من الطاقة بنسبة 20% من استهلاكها عام 2020. في الماضي كانت كل الطاقة تأتي من الشمس او النار. اما اليوم فنحن نستخدم الطاقة من مصادر مختلفة تفوق كثيرا ما كنا نستخدمه ويمثل استمرار في توفير هذه الطاقة تحديا كبيرا لان مصادر الطاقة الرئيسية التي نعتمد عليها كالنفط والغاز والفحم سوف تنضب في نهاية المطاف. ونحن نحتاج الي مصادر جديدة تتجدد بمثل سرعة استخدامها. ومع تزايد سكان العالم تطلع المزيد من الناس الي مستويات المعيشة السائدة في الدول المتقدمة الغنية فإن الطلب علي الطاقة سوف ينمو بسرعة، وليس امامنا وقت طويل لتطوير مصادر الطاقة المتجددة التي تحتاج اليها حاجة ماسة، فلو بقيت مصادر الطاقة التقليدية علي مستوياتها فربما لا تكفي لسد احتياجات البشرية خلال الخمسين او المائة عام القادمة.

## 4-2 الحساسات اللاسلكية :

تقوم الحساسات اللاسلكية بربط العالم الفيزيائي ذي المقادير المتغيرة بالعالم الرقمي ،حيث تعمل العقد الحساسة علي استقبال المقادير الفيزيائية وتحسس لتغيرها فقط، وترسل هذا التغير الي مركز المعالجة علي شكل امواج كهربائية . وتستطيع العقدة الحساسة الواحدة أن تحسس أكثر من متغير حسب تصميمها حيث ساعدت الثورة الرقمية وتطور صناعة الرقائق الإلكترونية علي جعل العقد الحساسة اكثر متانة واطول عمرا.

## 5-2 بنية العقدة الحساسة:

يعتمد شكل وبنية العقدة الحساسة علي نوع التطبيق بشكل كبير؛ فهناك تطبيقات تتطلب أن تكون العقد صغيرة أو رخيصة أو حتي ذات استهلاك منخفض للطاقة. وبالطبع يعتمد نوع الحساس المضمن في العقدة علي التطبيق، وفي اغلب الاحيان يتم التوازن بين الحاجة وخصائص العقدة التي ذكرت؛ فمثلا، تتطلب بعض الإستخدامات أن يكون الحساس ذو وزن اقل من 100 غرام، او رخيص (بسعر اقل من دولار واحد للحساس الداخلي)، او ذي استهلاك منخفض (اقل من  $100\mu w$ ) .

## 6-2 انواع الحساسات اللاسلكية:

توجد العديد من الحساسات اللاسلكية منها :

- حساس مراقبة الطقس.
- حساس الإنضغاطية .
- حساس لقياس ضربات القلب.
- حساس درجات الحرارة .
- حساس المسافات.

## 7-2 شبكة الحساسات اللاسلكية:

هي تجمع لعدد من العقد الحساسة الصغيرة التي تتصل فيما بينها بواسطة اتصال لاسلكي قصير المدى ، إذ يتم تبادل البيانات التي تم تحسسها لتكون صورة كاملة عن البيئة المحيطة التي تتم مراقبتها ، ويتم نقل هذه البيانات إلى عقدة تسمى عقدة التجميع أو المصب (sink) والتي بدورها تتصل مع المخدم أو شبكة الانترنت

## 8-2 تطبيقات الحساسات اللاسلكية :

- التطبيقات البيئية : تتم مراقبة الطيور المهاجرة أو أي حيوان يراد معرفة مكانه . وتمكن أيضا مراقبة نشاط البراكين أو الزلازل أو حتي مراقبة الحرائق في الغابات أو في الأبنية بواسطة هذه الحساسات اللاسلكية.
- التطبيقات العسكرية : مراقبة الحدود ؛ حيث تتم مراقبة عبور الأشخاص عبر الحدود بواسطة الحساسات اللاسلكية.
- التطبيقات الطبية : مراقبة المسنين في منازلهم ؛ حيث تتم مراقبة وضعهم الصحي (الضغط وضربات القلب وارتفاع المسن عن سطح الأرض ) ، وعند إكتشاف بيانات خطيرة يتم الاتصال مباشرة بالإسعاف .

## 9-2 الكهرباء الإنضغاطية :

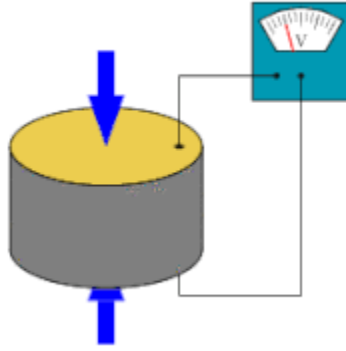
ظاهرة الكهرباء الإنضغاطية التي تعرف باسم/" بيزواليكتريسي تي /" هي ظاهرة فيزيائية طبيعية تظهرها بعض المواد وبالخاص البلورات وبعض انواع السيراميك حيث تمتلك هذه المواد قدرة علي توليد فرق جهد كهربى عندما تتعرض لإجهاد ميكانيكي . حيث إنه إذا ماتم الضغط علي سطح المادة بقوة فإن انفصال الشحنات الكهربى يحدث عبر الشبكة البلورية للمادة. ونتيجة للإنفصال في الشحنات ينتج علي طرفي المادة فرق جهد كهربى، وبالتالي تنتج الكهرباء الانضغاطية من قدرة بعض المواد الصلبة مثل الكرسنال والسيراميك والكوارتز علي توليد جهد كهربائي (فولتية) عند ضغطها او اخضاعها لإجهاد ميكانيكي، وتصل الفولتية المتحررة من سنتيمتر مكعب واحد من تلك المواد الي عدة آلاف من الفولتات مع شدة تيار متواضع كما في حالة شرارة الولاة. ومصطلح الكهرباء الانضغاطية جاء من تعريب كلمة/" بيزو /" وهي كلمة يونانية/" بيزين /" التي تعني الضغط ومن هنا كانت التسمية تعكس طبيعة الظاهرة نفسها حيث إن الكهرباء تنتج بالضغط علي المادة . كما أن هذه المواد اذا ما تعرضت لمجال كهربى خارجي فإن المادة نفسها تتضغط او تنكمش بقدر يتناسب مع شدة المجال الكهربى بمعنى اخر أنه إذا وضعت المادة التي لها خاصية الكهرباء الانضغاطية piezoelectricity بين طرفي فرق جهد كهربى فإنها تنكمش .

تتغير ابعادها بنسبة 2% عن حجمها الاصلى. Titanate leads zirconat وعلي سبيل المثال بلورة هذه الظاهرة لها تطبيقات مفيدة جدا فمثلا تستخدم في انتاج الصوت او مجسات للصوت ، او لتوليد الجهد الكهربى ، وتستخدم في اجهزة توليد الموجات الالكترونية electronic frequency generator كما انها تستخدم في صناعة الموازين الحساسة microbalance ، وفي العاب الاطفال وايضا في الولاة لتوليد الشرارة الكهربائية.

اكتشف هذا المفعول عام 1882م الاخوان الفرنسيان جاك بييري كوري اثناء دراستهما لبلورة الكوارتز حيث وجدا ان السبب الرئيسى لحدوث المفعول هو ان الشحنات الكهربائية تتوزع بشكل غير متكافئ ضمن

الجزئيات المكونة للبلورة (اي داخل الجزئ الواحد تكون احدي الذرات اكثر كهروسلبية من الباقي -تميل لجذب الالكترونات لجهتها -)لناخذ علي سبيل المثال بلورة الكوارتز ،في الرابطة Si-O تنجذب الالكترونات نحو ذرة الاكسجين الأكثر كهروسلبية من السليكون ولكن البلورة ككل تكون معتدلة كهربائيا. عند تطبيق جهد ميكانيكي (شد أو ضغط) ستنزاح ذرات السليكون الموجبة مرتكزة في جهة في حين تتركز ذرات الاكسجين السالبة في الجهة الاخري وتصبح البلورة مستقطبة كهربائيا (اي يكون القطب الموجب غير منطبق علي القطب السالب) تماما كالبطارية اي عند وصل طرفي البلورة بسلك سيمر تيار عبره .كلما زدنا القوة الميكانيكية المطبقة تزداد قيمة الجهد الكهربائي المولد.[11][4]

تبدي المواد الكهروضغطية ايضا تأثير عكسي ، ويدعي بمفعول الكهروضغطية العكسي فعند تطبيق مجال كهربائي علي البلورة سينشأ تشوه ميكانيكي فيها .



الشكل (1-2) يوضح الإنضغاط والإنكماش لمادة البيزو

## 10-2 الدراسات السابقة :

### 1-10-2 الدراسة الأولى:

بسبب تزايد الرغبة الي الالكترونيات المحمولة والمجسات اللاسلكية تزايدت الرغبة في توليد هذه الاجهزة للكهرباء لتشغيل نفسها . بالرغم من كون البطارية احد الحلول لهذه المشكلة ، لا يمكن الاعتماد عليها بسبب عمرها القصير . لذلك الكهرباء الانضغاطية هي احد الحلول المقترحة فهي تعمل في اتجاهين :

- الاول هو تحويل الجهد الميكانيكي الي طاقة كهربائية.
- الثاني هو تحويل الجهد الكهربائي الي طاقة ميكانيكية.

تبين من احدى التجارب عام1997 التي استهدفت جهاز يولد الكهرباء الانضغاطية بعد وضعه في بيئة مهتزة ان كمية الطاقة الناتجة ذات علاقة طردية مع مكعب ترددات الاهتزازات فتبين ايضا ان اكبر مشكلة تواجه توليد الكهرباء الانضغاطية هي ان المواد التي تظهر الكهرباء الانضغاطية تخزن اغلب الطاقة الناتجة وترجعها الي مصدر الاثارة الذي تسبب في انتاج التيار وتناولت الدراسة كذلك طرق زيادة شدة التيار الكهربائي الناتج وطرق تخزينها للاستفادة منها بشكل دائم .

## 2-10-2 الدراسة الثانية :

في عام 2010، طور العالم Anton الوظائف لحصاد طاقة الاهتزاز من خلال الجمع بين مادة كهروضغوية وبطارية رقيقة لتخزين الطاقة. تتمتع هياكل الشحن الذاتي بالقدرة علي حصاد طاقة الإهتزاز في وقت واحد وتخزينها لاحقا في طبقات البطارية، وبالتالي إنشاء نظام واحد يمكن من حصد وتخزين الطاقة الكهربائية. تم تطبيق مفهوم هيكل الشحن الذاتي بواسطة العالم Anton لتشكيل نظام متعدد الوظائف لتجميع الطاقة للمركبات الجوية غير المأهولة من خلال الاندماج في صاري جناح الطائرات بدون طيار. تم تنفيذ التصميم بحيث يتم حصاد الطاقة من خلالها.

## 2-10-3 الدراسة الثالثة :

لين وسودانو في عام 2008 قام المؤلفون بتصنيع ونمذجة وتمييز الألياف متعددة الوظائف تجريبيا باستخدام لب كربيد السيليكون مادة كهروضغوية وقطب  $BaTiO_3$  مغطى بطبقة من كهربائي خارجي مكون من الفضة. تم إنشاء مركبات الألياف المفردة عن طريق طلاء الألياف بطبقة من الإيبوكسي بسمك متفاوت، وتم إجراء قياسات إقتران ضغوية باستخدام مجهر القوة الذرية. أثبتت نتائج لصحة أداء المواد وأظهرت أنه يمكن الحصول علي مركبات مصفوفة البوليمر المقواة بالألياف مع معاملات إقتران كهروضغوية كبيرة الحجم وتم التأكيد علي صحة قدرة الألياف علي تخزين الطاقة.

## 2-10-4 الدراسة الرابعة:

إعتبر ستارنر إمكانية حصد الطاقة من تدفق الدم وتنفس الكائنات البشرية الفرعية وقرر أن هناك قوة كبيرة متاحة ولكن هذه قد لا تكون مقبولة من الأشخاص.

● **مصادر ميكانيكية متقطعة:** تتوفر الطاقة من الحركة التي قد تكون دورية بطبيعتها ولكن الطاقة فيها متاحة فقط لجزء قصير من الدورة. تتضمن أمثلة هذا النوع الطاقة المتاحة من المركبات التي تمر عبر جهاز تجميع الطاقة والنشاط البشري المتقطع مثل المشي أو الكتابة حيث، علي سبيل المثال، يحدث السقوط خلال فترة ملي ثانية خلال دورة مشية تبلغ حوالي ثانية واحدة. تم أخذ حصاد الطاقة من هذه المصادر المتقطعة في الإعتبار من قبل ستارنر الذي خلص الي أن الطاقة المتاحة تتراوح من حوالي 7 ميغا واط من حركة الاصبع أثناء الكتابة الي 67 واط لحركة الاطراف السفلية.

نظرت هذه الورقة أيضا في التأثير الذي سيكون لإستخراج هذه الطاقة علي الموضوع وخلصت الي أنه لا يمكن تجنب الإزعاج للموضوع الا إذا تم إستخراج مستويات طاقة أقل بشكل ملحوظ أحد مصادر الطاقة الجذابة بشكل خاص في هذا السياق هو إرتطام القدم أو إرتطام الكعب نظرا لأن المشي الطبيعي ينطوي علي تبديد طاقة كبيرة في الحذاء وسطح المشي، لذلك قد لا يكون المستخدم علي دراية إذا تم تحويل بعض هذه الطاقة الي طاقة كهربائية. يمكن بسهولة حساب أن الشخص الذي يزن 60 كجم يجب أن يطبق قوة لا تقل عن 588 نيوتن خلال القدم أثناء المشي (تكون قوة الذروة عادة أعلي من وزن الجسم أثناء المشي وتصل إلي 3 أضعاف وزن الجسم أثناء الجري). إذا كان هذا مصحوبا بإنكماش للأرضية أو الحذاء بمقدار 10 ملم، فإن الطاقة المتاحة هي 5.88 جول وبإفتراض خطوتين في الثانية، والطاقة المتاحة 5.88 واط لكل قدم. يمكن إجراء حسابات مماثلة لحالة المركبات التي تمر فوق جهاز إنحراف، ونظرا للوزن الأكبر بكثير،

يتم العثور علي مستوى طاقة أكبر بكثير (علي سبيل المثال،يمكن أن توفر سيارة 40 طنا واحدة تسبب إنحرافا بمقدار 10ملم 4كيلو جول )، علي الرغم من أنه من الواضح أن تكرار مرور السيارة سيؤثر علي متوسط مستوى الطاقة الذي يمكن تحقيقه.

الإهتزاز: طاقة الإهتزاز متوفرة في معظم البيئات المبنية.تعتمد الطاقة التي يمكن إستخلاصها من مصدر إهتزاز علي سعة الإهتزاز وتردده. يعتمد ذلك أيضا علي مدى تأثير وجود جهاز تجميع الطاقة علي الإهتزاز . هذا بدوره،يعتمد علي كتلة جهاز الحصاد بالنسبة لكتلة الكتلة المهتزة.

## 2-10-5 الدراسة الخامسة:

ميد سيشون واخرون 1889 قدم مقارنة بناءا علي تقدير للكفاءة إعتد علي افتراضات حول طاقة الادخال المقدمة للجهاز.كانت هذه المقارنة للأجهزة القائمة علي الإهتزاز فقط.نبحث عن مقارنة بين الطاقة التي يمكن جمعها من المصادر المتاحة لمجموعة واسعة من أنواع الأجهزة.وبالتالي ،فإننا نسعى الي مقارنة تجمع بين خصائص مصدر الطاقة وكفاءة نظام التحويل.هذا يستلزم عددا من الإفتراضات التي قد لا تكون صالحة في جميع المواقع التي تم تلخيصها أدناه والبيانات الرقمية لكل جهاز يتم مقارنتها بين أجهزة حصاد الطاقة العملية.إن المقارنة بين أجهزة حصاد الطاقة المتاحة من حيث إنتاج الطاقة وكثافة الطاقة أمر مرغوب فيه ولكن يصعب تحقيقه نظرا لأنماط التشغيل المتنوعة قدمت Beeby نتائج مجدولة لمجموعة من الأجهزة القائمة علي الإهتزازات مجمعة وفقا لطريقة التحويل.قدمت نفس المجموعة مقارنة رسومية بناءا علي كثافة الطاقة الطبيعية (طاقة الخرج ولا يتم تقليلها للتسريع  $\frac{P_{out}}{A^2}$ ). ولكنها إستبعدت تأثير التردد.

## الفصل الثالث

### مكونات النظام

## الفصل الثالث

### مكونات النظام

#### 1-3 المقدمة:

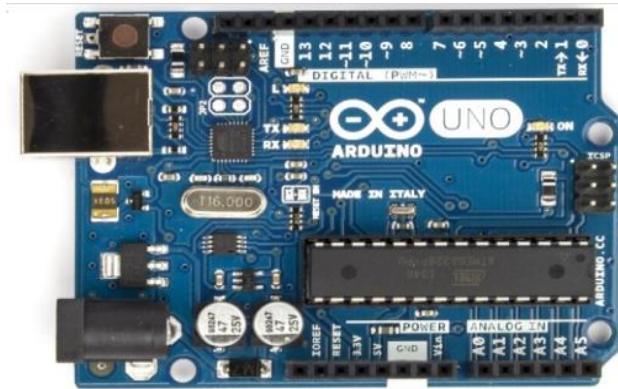
في هذا الفصل سوف نتناول مكونات النظام والشرح التفصيلي لها وايضا طريقه عمل النظام .

#### 2-3 مكونات النظام :

- لوحة أردوينو(اونو).
- حساس إنضغاطية (اهتزاز).
- مقاومة متغيرة.
- قاعدة توصيل (بوردي).
- أسلاك للتوصيل.
- الثنائي ضوئي.
- موتور DC .

#### 1-2-3 لوحة الأردوينو:

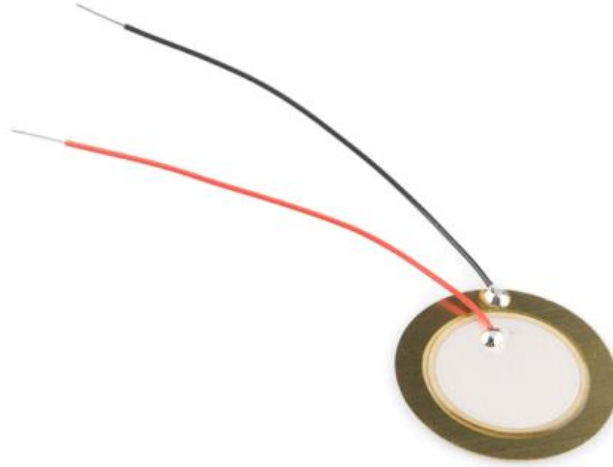
هو لوحة متحكم دقيق مفتوح المصدر يعتمد علي المتحكم الدقيق Microchip ATmega328p وتم تطويره بواسطة Arduino.cc. تم تجهيز اللوحة بمجموعات من مسامير الإدخال/الإخراج الرقمية والتناظرية التي قد تكون متداخلة مع لوحات التوسعة المختلفة والدوائر الرقمية ولديه 14 دبابيس رقمية و 6 دبابيس تناظرية.



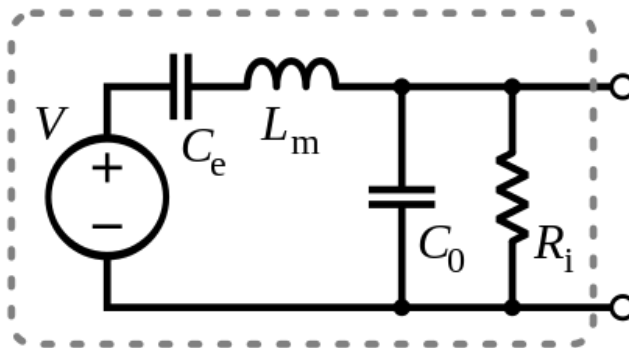
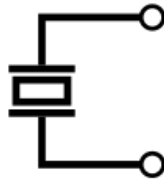
الشكل(1-3) يوضح لوحة أردوينو أونو

### 2-2-3 حساس البيزو piezo element sensor :

هو مبدل يستعمل كحساس يعتمد في عمله على مبدأ الكهروضغطية, وهو يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية الي طاقة كهربائية , أي انه يحس بالضغط الحاصل عليه او القوة الميكانيكية المؤثرة عليه ويترجمها الي إشارة كهربائية أو صوت .



الشكل (2-3) يوضح حساس البيزو piezoelectric sensor



الشكل (3-3) يوضح رمز الحساس و نمذجته التحليلية

### 3-2-3 المقاومة المتغيرة:

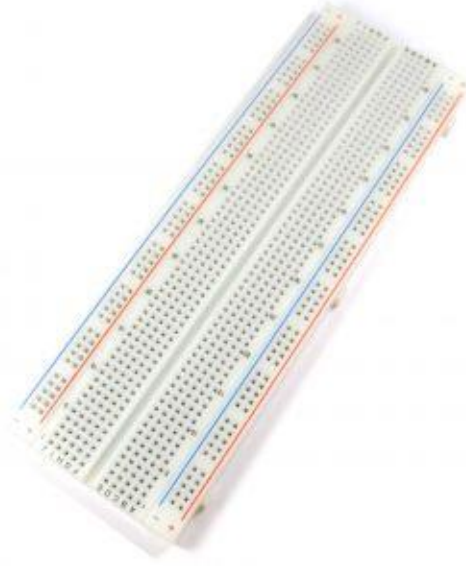
هي المقاومة التي يمكن التحكم في قيمتها علي حسب المدى القياسي المصممة عليها المقاومة بحيث تستخدم في هذه الدائرة لحماية الحساس من الجهد الزائد.



الشكل (3-4) يوضح المقاومة المتغيرة

### 4-2-3 قاعدة توصيل (بورد):

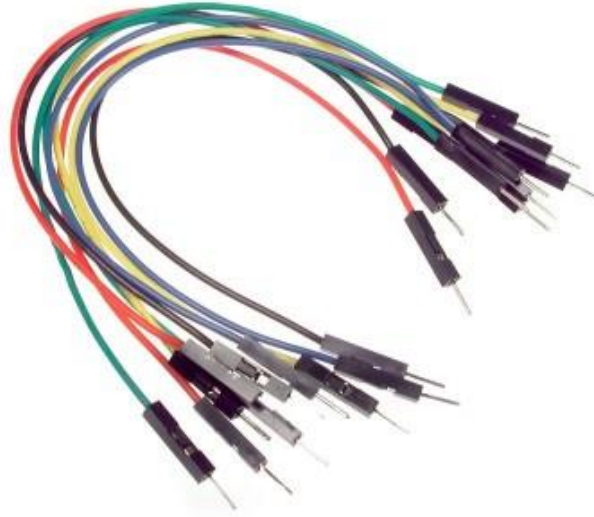
هي لوحة تجارب تستخدم مع الأردوينو أو الراسبيري باي ومع الدوائر الإلكترونية بشكل عام حيث يمكنك من عمل التوصيلات والدوائر الإلكترونية بدون لحام ويسهل التعديل والفك.



الشكل (5-3) يوضح بوردة التوصيل

### 3-2-5 أسلاك التوصيل:

هي عبارة عن مجموعة من الأسلاك تستخدم لتوصيل الدوائر وإختبارها .



الشكل (6-3) يوضح أسلاك التوصيل

### 3-2-6 الثنائي الضوئي:

هو مصدر ضوئي مصنوع من مواد أشباه الموصلات تبعث الضوء عندما يمر خلاله تيار كهربائي.



الشكل (7-3) يوضح الثنائي الضوئي ورمزه

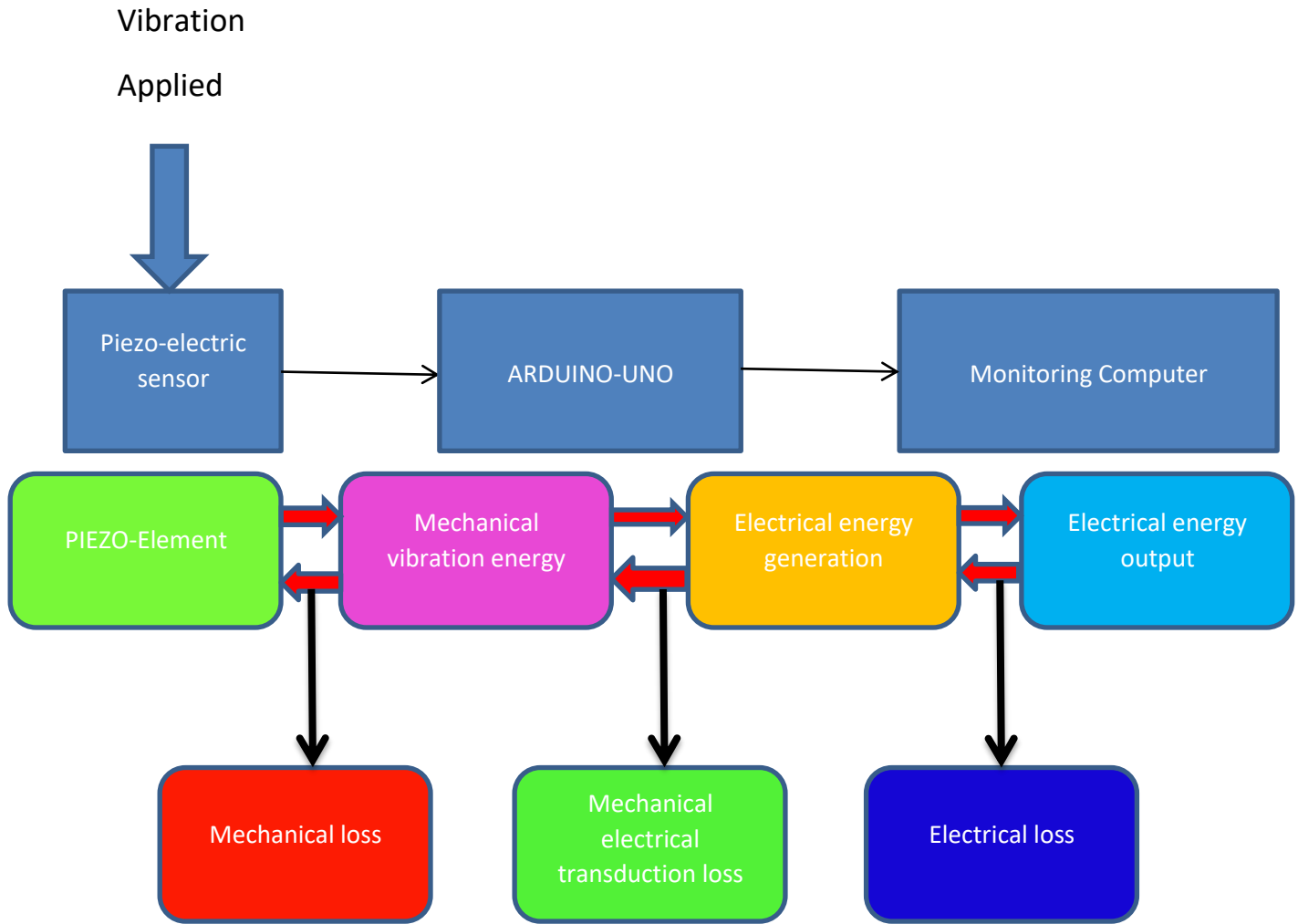
### 7-2-3 : موتور DC

يعتبر هذا النوع من محركات ال "DC motor" مناسب لعمل المشاريع الصغيرة التي تعمل بجهد منخفض، كما يدعى بمحرك "size 130" أو محرك "3 فولت". يعمل هذا المحرك علي جهد يبدأ من "1.5 فولت" إلي "9 فولت"، كما تم إختبار عمله علي جهد مقداره "12 فولت".



الشكل (8-3) يوضح موتور DC

### 3-3 المخطط الصندوقي:

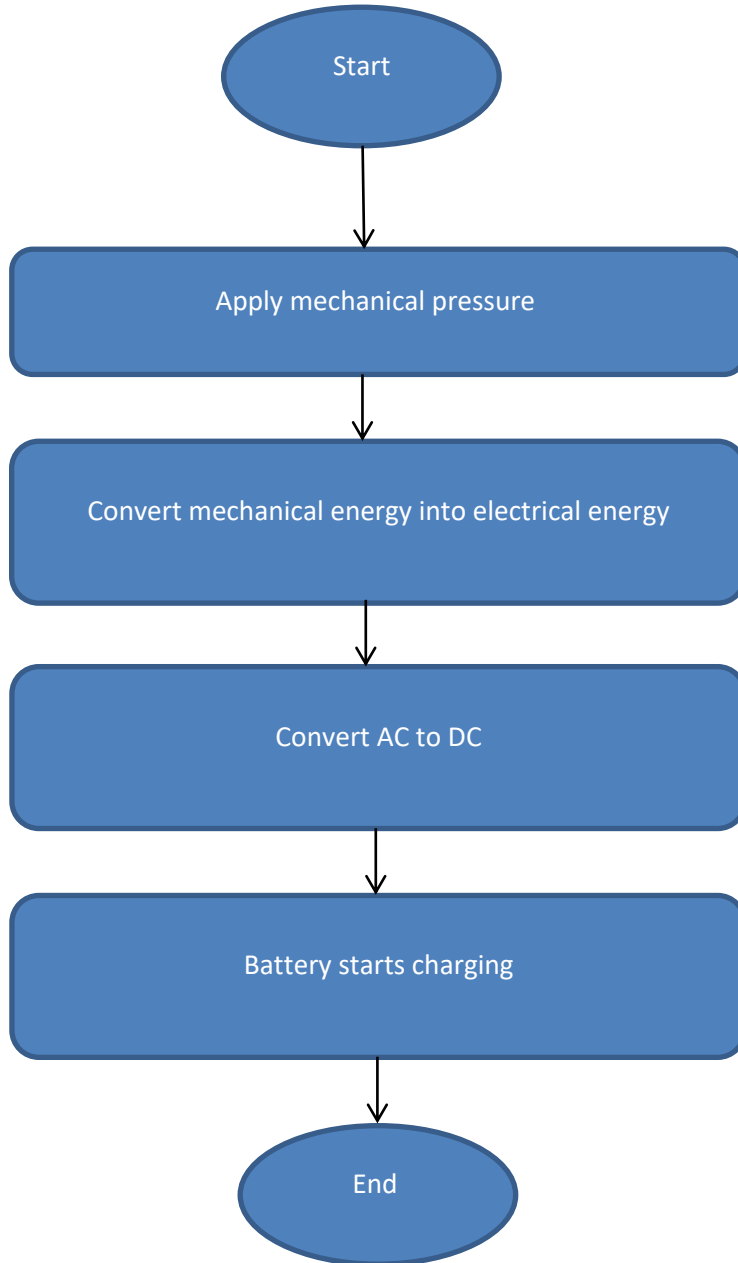


الشكل (9-3) يوضح المخطط الصندوقي

## الفصل الرابع النتائج والمناقشة

الفصل الرابع  
النتائج والمناقشة

1-4 المخطط الإنسيابي:

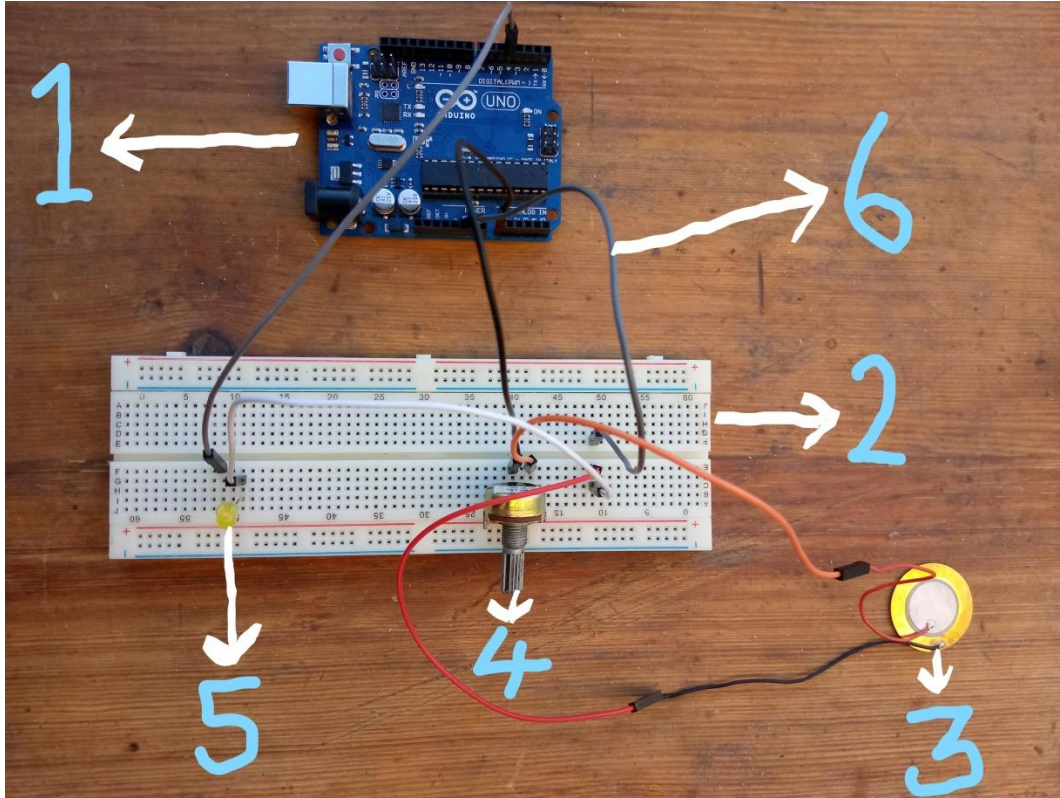


الشكل (1-4) يوضح المخطط الإنسيابي

## 2-4 التجارب العملية:

### 1-2-4 التجربة الأولى:

تم تصميم نموذج لعنصر piezo element المولد للكهرباء للإنضغاطية عن طريق توصيله بليد ومقاومة عن طريق استخدام لوحة كهربائية وأسلاك توصيل ولوحة أردوينو كما بالشكل (1-4) حيث نلاحظ أن الفولتية عند الصفر في حالة عدم تعرض المجس لأي تأثير .



1-أردوينو ( UNO )

2- بورد توصيل ( Bread board )

3- حساس ( piezo element )

4- مقاومة متغيرة

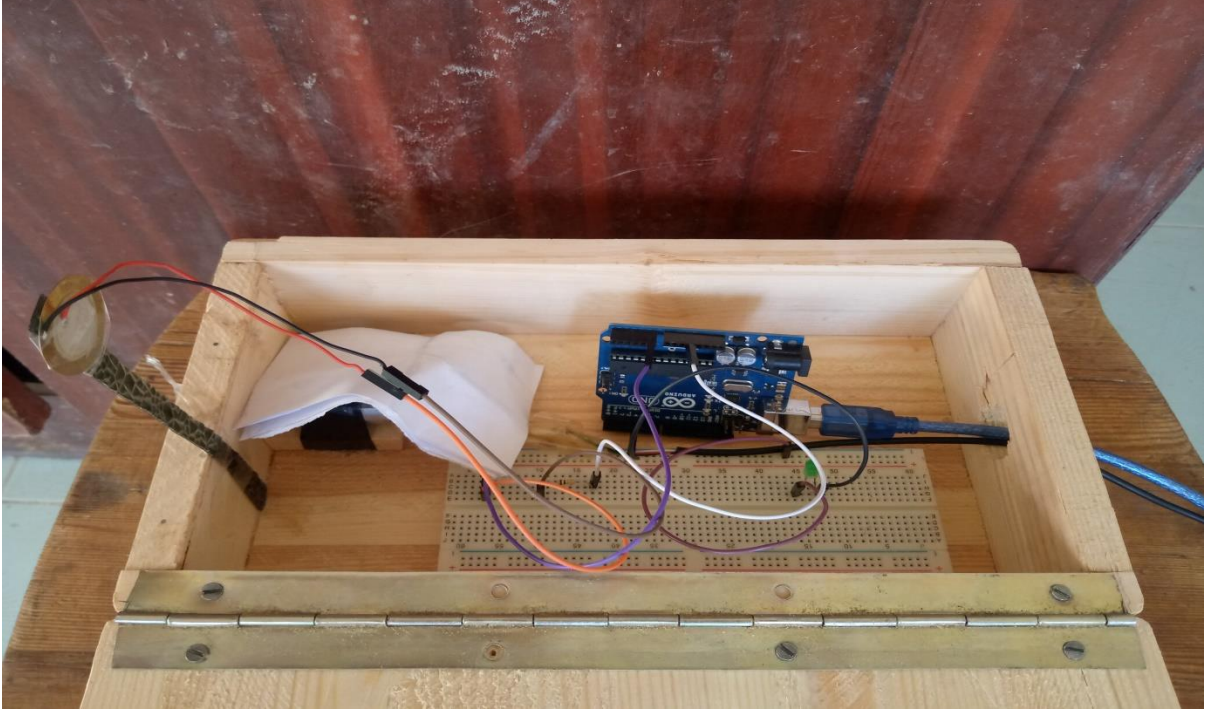
5- ليد ضوئي

6- أسلاك توصيل ( wires )

الشكل (1-4) يوضح مكونات النظام

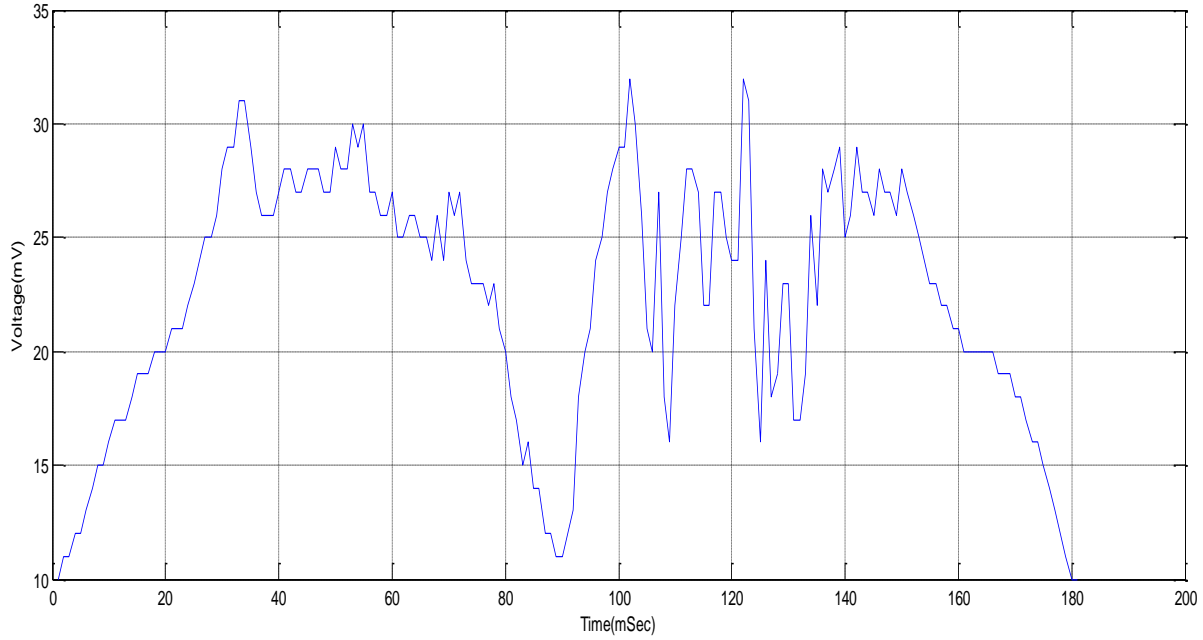
#### 2-2-4 التجربة الثانية:

تم توصيل الحساس بدائرة تحتوي علي لوحة الأردوينو والمقاومة والليد كما بالشكل (1-4). وتعرضه الي تأثيرات إهتزازية بواسطة (المروحة السقفية). كما بالشكل التالي.



الشكل (2-4) يوضح تثبيت الحساس علي ريشة ووضعته تحت مروحة سقفية

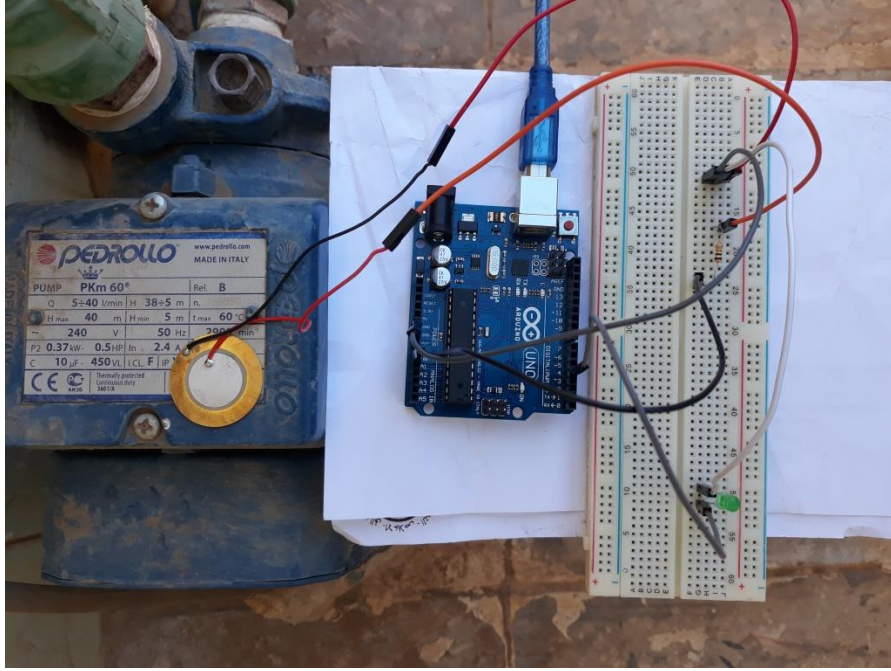
تم زيادة التأثير المسلط علي المجس عن طريق مروحة السقف وتم الحصول علي إشارة مؤرضة ومنتسعة نسبيا مقارنة بتلك الناتجة عن طريق ضربات اليد كما هو موضح في شكل الإشارة أنظر الشكل (3-4).



الشكل (3-4) يوضح إشارة خرج للحساس عند وضعه بالقرب من مروحة سقفية

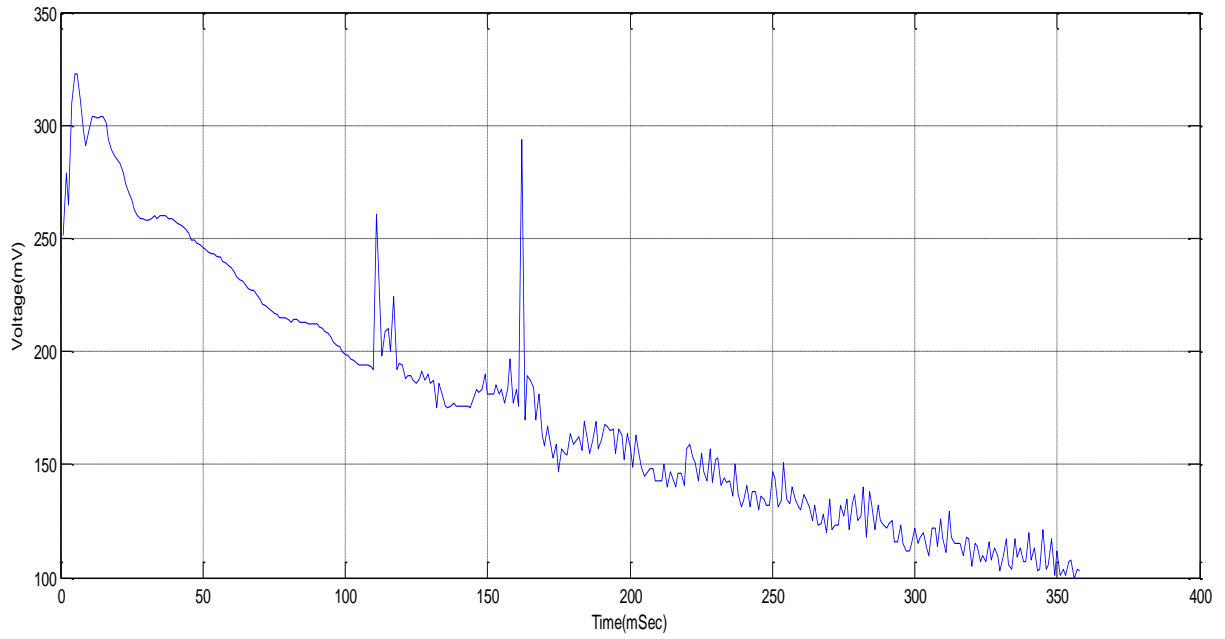
#### 3-2-4 التجربة الثالثة:

في هذه التجربة تم وضع دائرة الحساس بمنظومته المتكاملة بالقرب من موتور نصف حصان كما موضح بالشكل (4-4) ومن خلال ذلك نلاحظ أن الإشارة الناتجة كما بالشكل (5-4) ذات تردد عالي ومعدل إستجابة سريعة مقارنة بالإشارات السابقة كما نلاحظ أنها أقرب إلي الخطية حيث كلما زادت قيمة التردد زاد الجهد الخارج من الحساس .



الشكل (4-4) يوضح دائرة الحساس عند تثبيته علي موتور نصف حصان

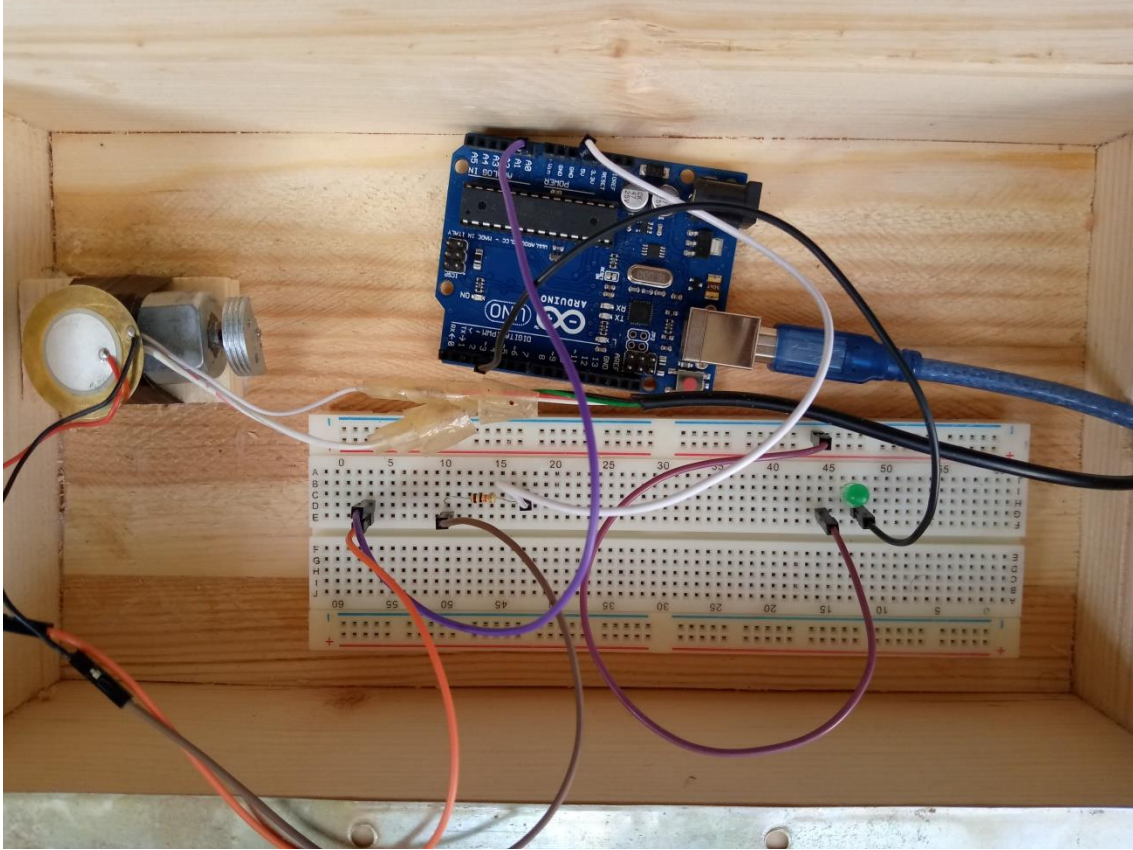
- تم تعرض دائرة الحساس لتأثير إهتزازات الموتور عالي التردد وتم الحصول علي الإشارة الناتجة ذات تردد عالي كما بالشكل(5-4).



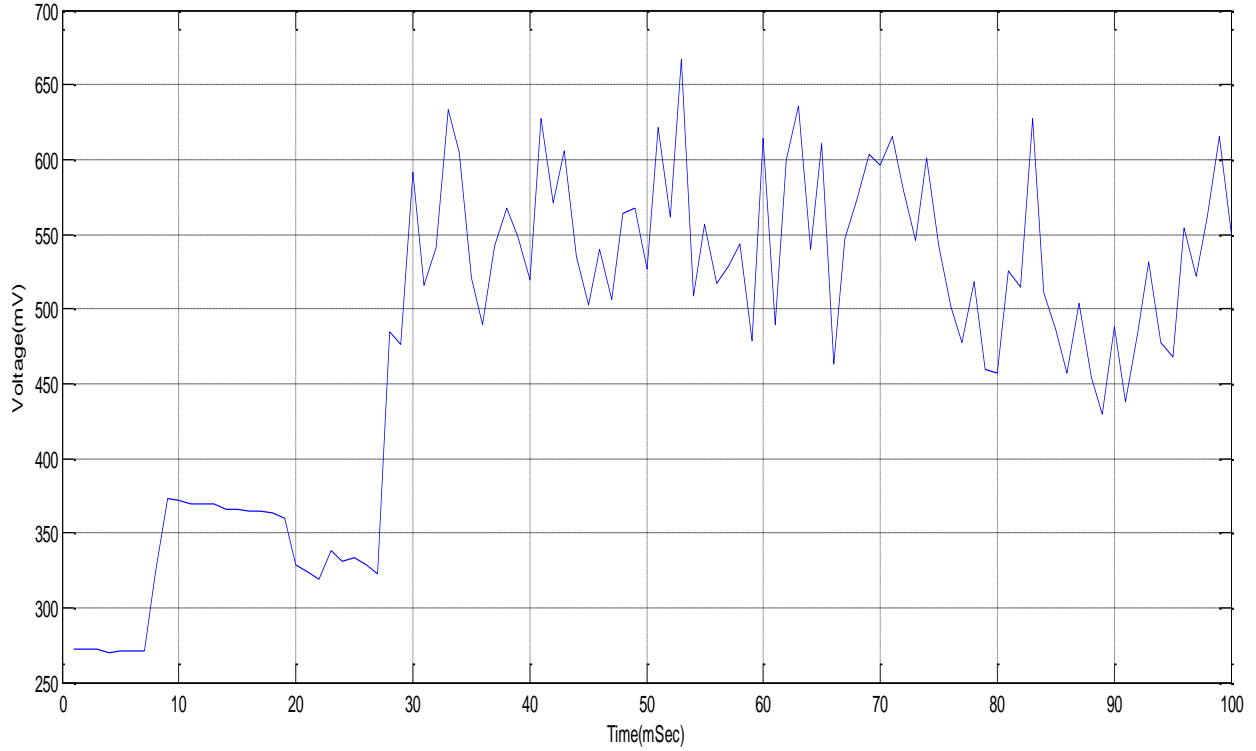
الشكل (5-4) يوضح إشارة خرج الحساس عند تثبيته علي موتور نصف حصان

#### 4-2-4 التجربة الرابعة:

تم وضع دائرة الحساس بمنظومته المتكاملة وذلك عن طريق تثبيت الحساس بمادة لاصقة علي موتور DC الصغير كما بالشكل (6-4) ومن خلال ذلك نلاحظ أن الإشارة الناتجة كما بالشكل (7-4) إشارة مترددة مستمرة مع الزمن حيث كلما زاد التردد زاد إتساع الموجة وهي أقل تردد من الإشارة الناتجة عن الموتور نصف حصان.



الشكل (6-4) يوضح دائرة الحساس عند تثبيته علي موتور DC صغير



الشكل (7-4) إشارة خرج الحساس عند تثبيته علي موتور DC صغير

### 3-4 دائرة المقوم charge pump :

تستخدم مضخات الشحن شكلا من أشكال جهاز التبديل للتحكم في توصيل جهد الإمداد عبر الحمل عبر مكثف في دورة من مرحلتين، المرحلة الأولى يتم توصيل مكثف عبر الإمداد، لشحنه بنفس الجهد. المرحلة الثانية، يتم إعادة تكوين الدائرة بحيث يكون المكثف في سلسلة من الإمداد والحمل. وهذا يضاعف الجهد عبر الحمل وغالبا ما يتم تنعيم الطبيعة النبضية لإخراج تبديل الجهد العالي باستخدام مكثف خرج وتقوم دائرة خارجية أو ثانوية بتشغيل التبديل، عادة عند عشرات الكيلو هيرتز حتى عدة ميغا هيرتز.

يقلل التردد العالي من مقدار السعة المطلوبة، حيث يجب تخزين شحنة أقل وإغراقها في دورة أقصر يمكن لمضخات الشحن مضاعفة الفولتية والجهد الثلاثي، والجهد الكهربائي إلي النصف، والجهد العكسي، ومضاعفة الفولتية بشكل جزئي أو قياس الفولتية وتوليد الفولتية التعسفية عن طريق التبديل السريع بين الأوضاع، اعتمادا علي وحدة التحكم وطوبولوجيا الدائرة.

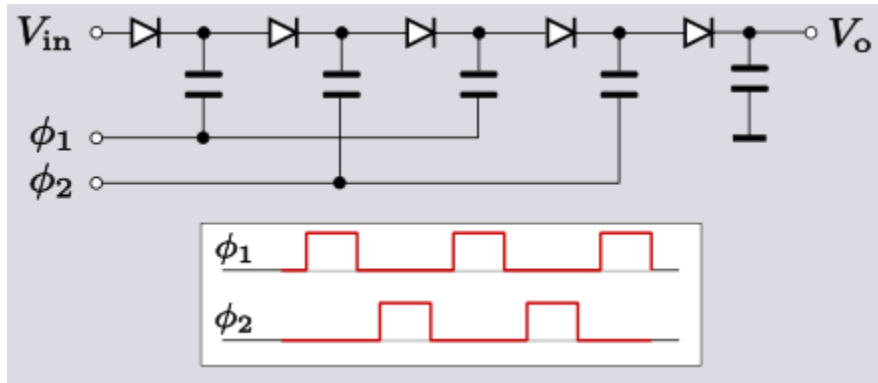
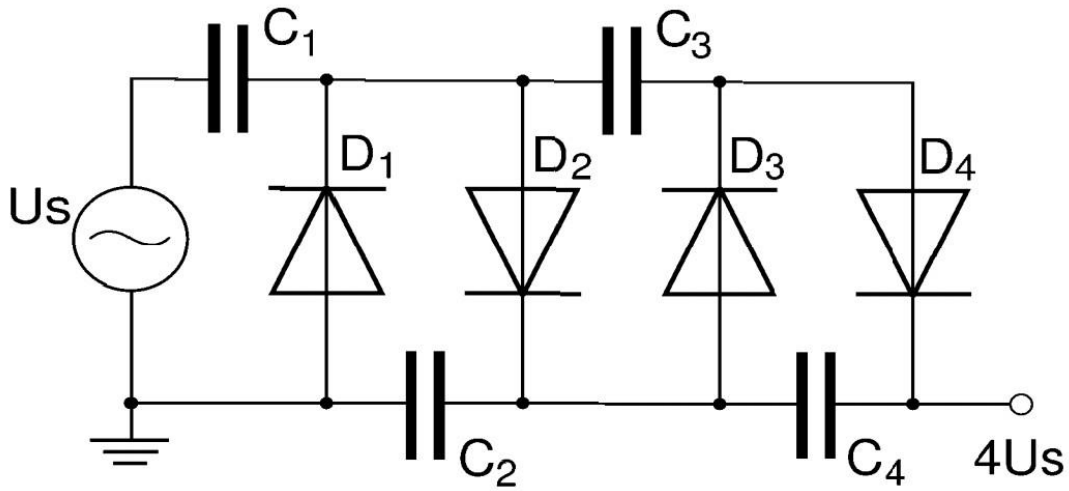
يتم استخدام مضخات الشحن بشكل شائع في الإلكترونيات منخفضة الطاقة (مثل الهواتف المحمولة) لرفع وخفض الفولتية لأجزاء مختلفة من الدوائر وتقليل إستهلاك الطاقة عن طريق التحكم في جهد الإمداد بعناية.

### 1-3-4 مميزات مضخة الشحن:

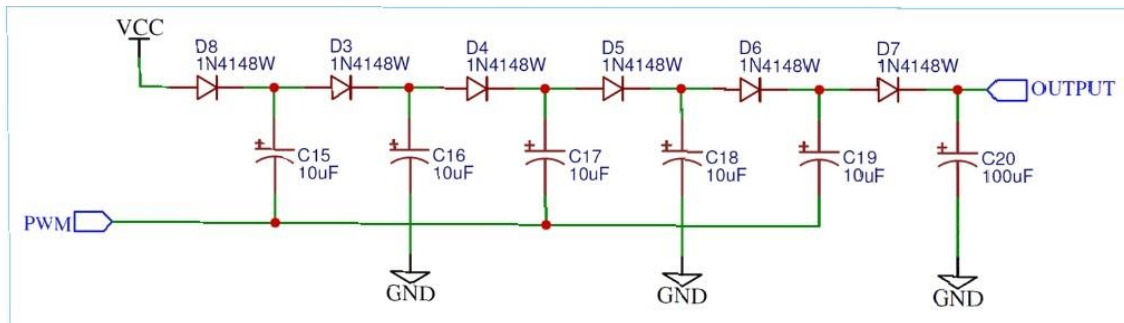
- تكلفة منخفضة.
- تحتل مساحة أقل.
- قابلة للضغط.
- يمكن إستخدامها في قطبية الجهد العكسي.
- يولد جهد خرج عالي من جهد دخل منخفض.

#### 2-3-4 تطبيقات مضخة الشحن:

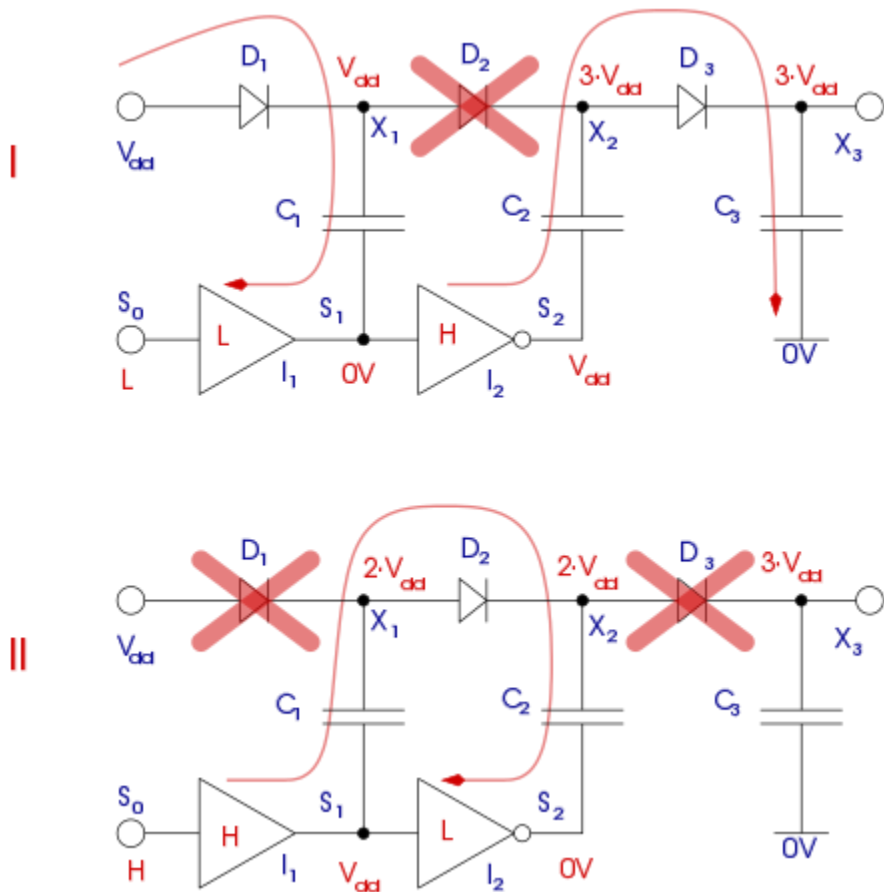
- يعمل كمضاعف جهد.
  - يستخدم في برامج تشغيل LCD و LED التي تولد جهدا متحيزا عاليا من مصدر جهد منخفض واحد.
  - تستخدم في ذاكرة المعالجات الدقيقة NMOS للجهد السالب VBB .
  - تستخدم في دوائر PLL-Phase Look Loop .
- وبالتالي، تعد مضخات الشحن أحد التطبيقات التي تستخدم في دوائر الإلكترونيات منخفضة الطاقة، وأيضاً في الحساسات اللاسلكية التي تعطي جهود منخفضة Wireless Sensor Network



الشكل (8-4) يوضح دائرة بسيطة لمضخة الشحن charge pump



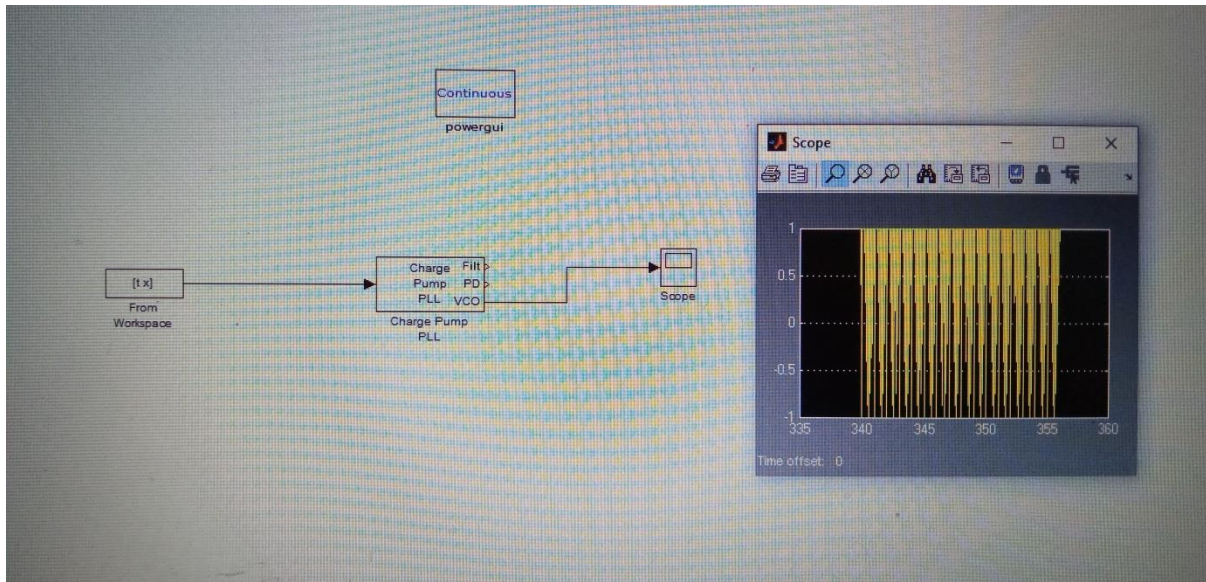
الشكل (9-4) يوضح نموذج لدائرة charge pump



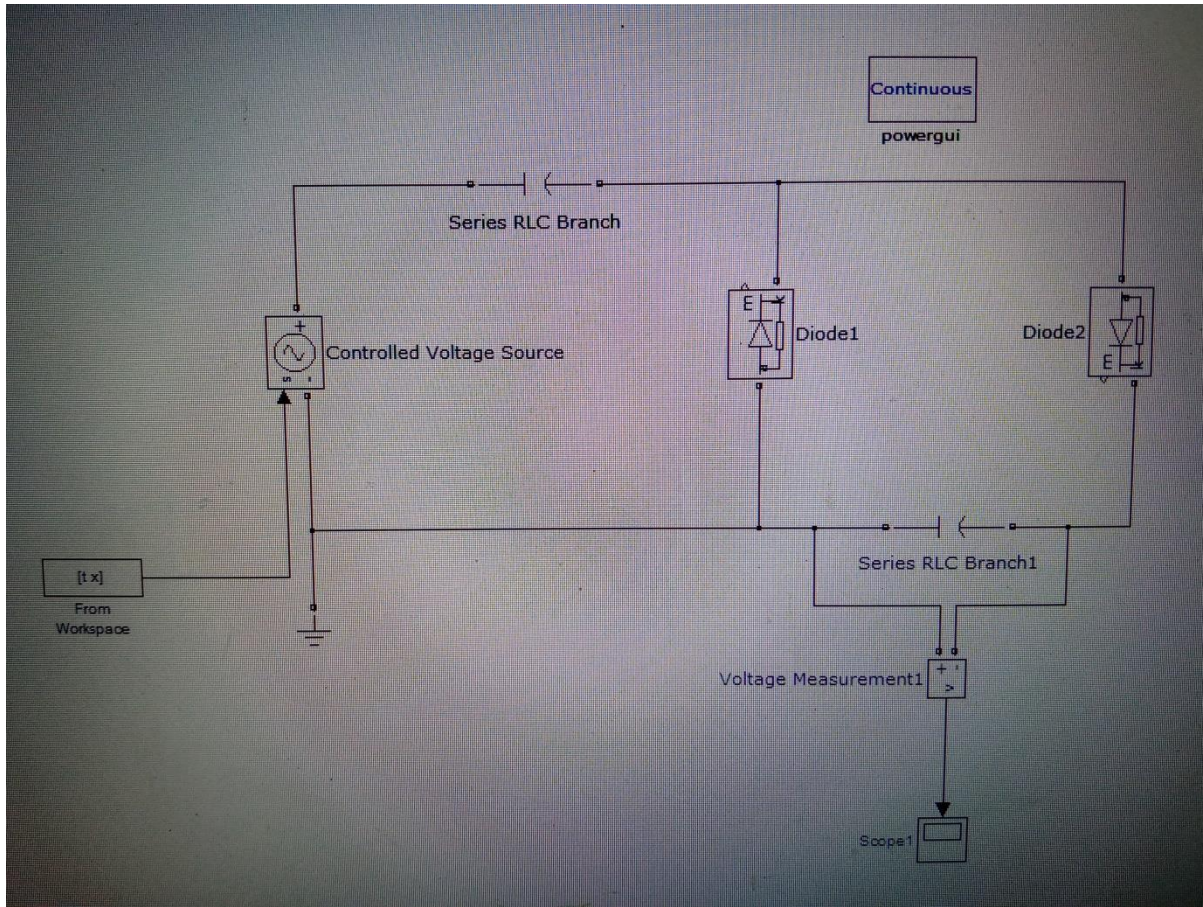
الشكل (10-4) يوضح كيفية عمل دائرة مضخة الشحن charge pump

تم عمل charge pump لشكل الإشارة الناتجة من تأثير الموتور النصف حصان وتم الحصول علي شكل إشارة الخرج التالية الموضحة بالشكل(11-4).

حيث نجد ان عند إدخال إشارة خرج الحساس الناتجة عند التجربة الثالثة علي دائرة مقوم charge pump فنلاحظ ارتفاع قيمة الإشارة في الجانبين السالب والموجب بقيمة متساوية حيث إرتفعت الإشارة من 323mv إلي 1v كما موضح في دائرة charge pump PLL أدناه. ونجد ان هذه القيمة من الفولتية المنخفضة مناسبة لتشغيل العديد من الحساسات اللاسلكية حيث يمكن وضع عدد مناسب من عناصر البيزو في بيئة إهتزازية أو إنضغاطية تمكن من حصد كمية مناسبة من الطاقة يمكن إستخدامها لإغراض مختلفة كما في الدراسات التي أجريت سابقا .



الشكل(11-4) يوضح شكل الإشارة ودائرة مضخة الشحن لقراءة الحساس المثبت علي الموتور النصف حصان



الشكل (4-12) يوضح توصيل الإشارة مع دائرة مضخة الشحن

يمكن إدخال إشارة جهد الحساس المترددة الناتجة عند تثبيته علي موتور نصف حصان في دائرة منظم الجهد (ثنائي شوتكي) للحصول علي جهد ثابت ومستمر.

الفصل الخامس  
الخلاصة والتوصيات

## الفصل الخامس

### الخلاصة والتوصيات

#### 1-5 الخلاصة:

- للطاقة مصادر متنوعة منها المتجددة وغير المتجددة .
- الطاقة لا تهدر ولا تستحدث من العدم بل تتحول من شكل الي اخر.
- الكهرباء الإنضغاطية تنتج عن تحويل جهد ميكانيكي أو إهتزاز عالي التردد إلي كهرباء.
- تعمل مجسات الكهرباء الإنضغاطية في الإتجاهين فهي تحول الكهرباء الي موجات صوتية عالية التردد او جهد ميكانيكي أو العكس.
- من المواد المولدة للكهرباء بعض المواد الصلبة مثل الكريستال والسيراميك والكوارتز.
- تزداد شدة التيار الناتج بزيادة قوة الإهتزاز أو الضغط علي المجس الكهروضغطي.
- تكون الكهرباء الإنضغاطية الناتجة من الضغط علي المجس الكهروضغطي لحظية لأن المواد المنتجة لها تقاوم تبعثر الإلكترونات الناتجة من الضغط فتعود لتنتظم .
- يجب تطوير دائرة كهربائية بها مكبرات لشدة التيار الناتج وبطارية لتخزين التيار الناتج .

#### 2-5 التوصيات:

- البحث عن الطرق اللازمة لرفع شدة التيارات الكهروضغطية.
- إيجاد طريقة فعالة لتخزين التيار الناتج لأنه يكون لحظي.
- الإستمرار في البحث عن مصادر بديلة للطاقة بدلا من الوقود الأحفوري الملوث للبيئة.
- بناء دائرة كاملة لتحويل طاقة البيزو الي طاقة كهربائية ومن ثم تنظيمها وتخزينها علي بطاريات.

المراجع

## المراجع العربية

- [1] محاضرات المهندس حميد عازني – جامعة قطر- قسم الهندسة الكهربائية - ترجمة عمر الأيوبي.
- [2] مصادر الطاقة الجديدة، هوكس نايجل أكاديمية – بيروت – لبنان، الناشر جورج قاضي.
- [3] موسوعة لاروس للطاقة والمادة – لاروس – عويدات للنشر والطباعة، بيروت لبنان

## المراجع الإنجليزية

- [4] Jagannathansarangapani; “wireless Ad Hoc and sensor networks protocols, performance, and control” CRC press; 2006.
- [5] Ian F.Akyildiz, mehment can vuran,”wireless sensor networks”, A John Wiley and Sons,Ltd,publication 2010.
- [6]SudipMisra, Isaac Woungang, subhas Chandra misra; “Guid to wireless Ad Hoc networks”; springer science & Business Media;2009.
- [7] Sensor sense: piezoelectric force sensors-Machine design. Penton media, INC.2008-02-04.
- [8] Sodano,inman,park.A Review of power harvesting from vibration using piezoelectric materials United state of America 2004.the shock and vibration digest.36(3),197-205.
- [9] Anton SR & Erturk A & Inman DJ 2012 J.Aircr.49 292-301.
- [10] Erturk A & Renno JM& Inman DJ2009 J.Intell.20 44-529.
- [11] I. Stojmenovic, Handbook of Sensor Network: Algorithms and Architectures, John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, USA,2005.
- [12] K .Romer ,F.Mattern.The design space of wireless sensor Networks. IEEE Wireless communication Magazine, vol.11,no. 6,pp.54-61,2004.
- [13] D. Roemmich, D. Teiblel, P. Bowen .unwiredwine:sensor networks in vineyards. In Proceeding of IEEE Press,vol.2,pp.561-564,2004.
- [14] T. Starner . Human-powerd Wearable Computing .IBM System Journal,vol.35,no. 3, pp. 618-629, 1996.
- [15] Highway Energy System Ltd, [online], Available.
- [16] M. T.Evertt. Human Movement: An Introductory Text, Churchill Livingstone,2001.

- [17] S. P. Beeby, M. J. Tudor, N. M. White. Review Paper: Energy Harvesting Vibration Sources For Microsystemes Applications. Measurement Science and Tecnology, Vol. 17, no. 12, pp. 175-195, 2006.
- [18] S. P. Bebbby, R. N. Torah, M. J. Tudor, P. Glynne-Jones, T. O'Donnell, C. R. Saha, S. Roy. A Micro Electromagnatic Generator Vibration Energy Harvesting. Journal of Micromechanics and Microengineering, vol. 17, no 7, pp.1257-1265, 2007.
- [19] P. D. Mitcheson, E. K. Reilly, P. K. Wright, E. M. Yeatman. Transduction Mechanisims and Power Density For MEMS Inertial Energy Scavengers. In Proceeding of power MEMS, Berkeley, USA, PP.275-278, 2006.
- [20] <http://www.aljazeera.net/news/scienceandtechnology/2012/7/13>
- [21] <http://www.biogeometry.com/arabic/taka.php>
- [22] [http://www.arreg.org/new/arabic/about\\_renewable\\_energy.php](http://www.arreg.org/new/arabic/about_renewable_energy.php)
- [23] <http://www.envirocitiesmag.com/renewable-energy.php>
- [24] <http://www.hazemsakeek.net/magazine/index.php/-2104702470/1147-piezoelectricity-01>

الملاحق

## الملاحق

```
[code]
;int led=13
int vs=9;// piezo element sensor
} ()void setup
;(pinMode(led,OUTPUT
;(pinMode(vs,INPUT
;(Serial.begin(9600
:put your setup code here, to run once //
{
} ()void loop
;()long measurement =vibration
;"Serial .print("\n
;(delay(50
;(Serial.print(measurement
}(if (measurement > 50
;(digitalWrite(led, HIGH
:put your main code here, to run repeatedly //
{
}else
;(digitalWrite(led, LOW
{
{
}()long vibration
;(long measurement=pulseIn(vs, HIGH
;return measurement
{
[code/]
```