

الشكر والعرفان

أول من يشكر ويحمد أثناء الليل وأطراف النهار هو العليّ القهار الأول والآخِر والظاهر والباطن الذي أغرقنا بنعمه التي لا تحصى

وأغدق علينا برزقه الذي لا يفنى وأثار دروبنا فله جزيل الحمد والثناء العظيم هو الذي أنعم علينا إذ أرسل فينا عبده ورسوله محمد

ابن عبد الله عليه أزكى الصلوات وأطهر التسليم أرسله بالقرآن المبين فعملنا ما لم نعلم وحثنا على طلب العلم أينما وجد

لله الحمد كله والشكر كله أن وفقنا وأهمننا الصبر على المشاق التي واجهتنا لإنجاز هذا العمل المتواضع

والشكر موصول إلى كل معلم أفادنا بعلمه من أولى المراحل الدراسية حتى هذه اللحظة

كما نرفع كلمة الشكر الى الدكتورة المشرفة «عثمان إيمان» التي ساعدتنا على إنجاز مذكرتنا ونشكر أستاذة التريص الميداني التي لم تبخل علينا

بنصائحها وإرشاداتها ونخص بالذكر

«بولقنafd مريم»

كما نشكر كل من مد لنا يد العون من قريب أو بعيد ونشكر كل أساتذة وعمال قسم التكنولوجيا خاصة وأساتذة المدرسة العليا لأساتذة التعليم

التكنولوجي عامة

وفي الأخير لا يسعنا إلا أن ندعو الله عز وجل أن يرزقنا السداد والرشاد والعفاف والغنى وأن يجعلنا هداة مهتدين

إهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، الحمد لله ما تم حمد ولا ختم سعي إلا بفضلته وما تخطى العبد من عقبات أو صعوبات إلا بتوفيقه ومعونته، ها أنا اليوم بفضل من الله ومنته وبعد رحلة طويلة أرفع قبعة تخرجي معلنا نهاية مرحلتي الجامعية وأهدي ثمرة مجهودي هذا إلى سكان قلبي:

لمن كللها الله بالهبة والوقار إلى من علماني العطاء بدون انتظار أرجو من الله ان يمد في عمرها ليرياني ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار ستبقى كلماتها نجوما اهتدي بها اليوم وفي الغد والى الأبد

والذي الكريين

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكرهم فؤادي... إخوتي وسندي وضلعي الثابت الذي لا يميل

(وليد، عماد، رزان).

إلى روح عمي وأخي وصديقي الهواري رحمه الله الذي تمنى دائما نجاحي وشاء الله أن توافيه المنية دون أن يشاركني فرحة نجاحي.

إلى من تشاركنا عثرات الحياة سويا، إلى شركائي في المذكرة وأصدقائي أشرف وعمار... دتم أصدقاء لي في الجنة.

إلى من جمعني بهم الأيام طيلة الخمس سنين الإخوة التي أهدتني إياهم المدرسة العليا والذين يصعب على أن أعدمهم بأصابع اليد أخص بالذكر منهم (الدربال، آدم، مختار، نبيل، عبد الهادي، خليل، إلياس، محمد، أمين، خالد، فاتح) إخوتي الذين لم يكونوا مرتبطين بي برابط الدم ولكنهم أصدقائي ورفقاء دربي طوال تلك الفترة لا يمكنني لا ان اشكر الله على هذه العلاقة الثمينة والتجربة الفريدة التي عشناها طوال هذه المدة أدامكم الله لي سندنا ومعتمدا.

إلى أخوات طلبة قسم التكنولوجيا ... الأخت مريم والأخت شهرة

إلى أصدقاء الطفولة وكل من شاركني كل لحظة من لحظات نشأتي وربطتني به ذكريات الماضي وبقي عزيز في الحاضر

(يزيد، عبد الكريم، عز الدين، أبو عبد الله....)

إلى طلبة المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي سكيكدة

﴿ وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ﴾

بغداد، 15/10/2015

إهداء

الحمد لله الذي بنعمته تم الصالحات، وفضله تتحقق الغايات. أحمده سبحانه وتعالى على ما أنعم به من توفيق وهداية، وأصلي وأسلم على سيدنا محمد، خير الأنام، وعلى آله وصحبه الكرام.

اهدي هذا العمل المتواضع:

الى سندي في الحياة اجلالا واکبارا

إلى والدي العزيز، الذي كان سندي ومرشدي في كل مراحل حياتي، آمل أن أكون مصدر فخر وهذا العمل ما هو الا شهادة متواضعة على تقديري الابدي عسى الله ان يجعلني مصدر فرح وسعادة لك

الى امي العزيزة برا واحسانا

الى التي وهبتني الحياة ولن يسع فضلها الكون، فما اهديك وأنت اهديتني العمر كله لا يوجد اهداء يمكن ان يعبر عن احترامي وحيي ونظري للتضحيات التي قدمتها من اجل تعليمي اشكرك على كل الدعم والحب الذي قمت بتسديده لي منذ طفولتي وآمل ان ترضي عني دائما اتمنى ان يمنحك الله الصحة والسعادة والحياة الطويلة

الى من وهبني الله نعمة وجودهم في حياتي

إلى العقد المتين إلى سندي وعضدي في هذه الحياة اخواتي البنات وأخي صغير العائلة إيهاب

الى كل فرد من عائلتي شاركتني فترات فرحي واحزاني

الى أصدقاء الطفولة

وكل من شاركتني لحظة من لحظات نشأتي وربطتني به ذكريات الماضي وبقي عزيزا في الحاضر (ياسر، زاكي، رمزي، أيوب، مهدي، فاروق، أمين، شعيب، خالد، هيثم، أنيس، شكيب، ايمن، فارس، مصعب)

إلى من جمعني بهم الايام طيلة الخمس سنوات

الأخوة التي اهدتني ايام المدرسة العليا والذي يصعب علي ان اعدم بأصابع اليد اخص بالذكر منهم اخوتي الذين لم يكونوا مرتبطين بي برابط الدم ولكنهم اصدقائي ورفقاء دربي طوال تلك الفترة (عماد، فيصل، ادم، مختار، عبد المعز، ياسين، فارس، عبد الهادي، اسلام، فاتح) لا يمكنني الا ان اشكر القدر على هذه العلاقة الثمينة والتجربة الفريدة التي عشناها طوال هذه المدة أدامكم الله لي سندا ومعتمدا

بوحودوش اشرف

إهداء

الحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات، لك الحمد حتى ترضى، ولك الحمد والشكر بعد الرضى، ولك الحمد والشكر إذا رضيت، أشكر الله تعالى على كل شيء، أشكره على إعطائي القدرة على التفكير والكتابة، والصبر وتحقيق الحلم الذي كان يبدو بعيدا.

اهدي هذا العمل المتواضع:

إلى امي العزيزة الغالية

لا تكفي الكلمات للتعبير عن الاحترام والحب الذي تستحقينه اوليس انت من اهديتني العمر وصرفت صحتك ليالٍ مقابل ان أكون ما انا عليه اليوم، أشكرك جزيل الشكر على كل ما قدمته لي من دعم وحب وحنان، وكيف راهنتي على نجاحي بعد سقوطي، أتمنى ان أنال رضاك يا أمي الحبيبة، دمتي سندا لي فالدنيا، حفظك الله ورعاك يا اطيب خلق الله.

إلى ابي العزيز

من أجل حبك، تضحياتك، دعمك لي خلال دراستي، آمل ان أكون مصدر فخر لك بهذا العمل المتواضع وأتمنى ان أنال رضاك.

إلى اخواتي العزيزات

لدعمهم وتشجيعهم لي، وايمانهم بي، دمتم سندا لي.

الى شريكة الحياة **آية**، ومن ساندتني وخطت معي خطواتي ودعمتني وشجعتني دائما، وكانت سببا في نجاحي.

إلى فيصل وأشرف

كنتم نعمة الأصدقاء، ولو عشت العمر مرتين لن أجد مثلكم، كنتم بمقام العائلة بالنسبة لي طيلة هذه الخمس سنوات الماضية التي تقاسمنا فيها الحلو والمر.

الى جميع أصدقائي واحبائي وزملائي

آدم، ياسين بلعلة، معز، أيمن، عاشور، سامي، محمد الأمين، إسلام نصايبية، مختار، إبراهيم، بطة ياسين.

مرادجي عماد

دراسة دارة التحكم في أنظمة توليد الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية)

❖ ملخص:

الطاقات المتجددة هي مصادر طاقة تستمد قوتها من مصادر طبيعية متجددة وغير مستنفدة مثل الشمس والرياح والماء والبيولوجيات، بالإضافة إلى الطاقة الحرارية المنبعثة من باطن الأرض، تستخدم الطاقات المتجددة في توليد الكهرباء، تسخين الماء وتشغيل الآلات والمعدات. تتميز هذه المصادر بقابليتها للتجدد بسرعة نسبية على مدار الزمن، مما جعل العالم كله يعمل على جعلها بديلاً مستداماً للوقود الأحفوري والطاقة التقليدية، أشهر هذه الطاقات الطاقة الشمسية وهي الطاقة التي تُستخرج من ضوء الشمس وتُحول إلى طاقة كهربائية أو حرارية باستخدام أنظمة وتقنيات مختلفة، تتمثل عملية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية في استخدام الألواح الشمسية (الخلايا الشمسية) لتحويل ضوء الشمس المباشر إلى طاقة كهربائية.

ولكي نتحصل على كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية خلال اليوم فكرنا في إنجاز دارة تتحكم في زاوية توجيه اللوح الشمسي بحيث يصبح متتبعا لأشعة الشمس فيصبح إنتاجه اليومي أكبر من اللوح الثابت.

دارة التحكم في أنظمة توليد الطاقة الشمسية باستخدام الأردوينو هو مشروع تطويري لأنظمة التوليد القديمة حيث تعتبر حلاً مبتكراً وفعالاً يجمع بين التقنية المتقدمة والتكلفة المنخفضة، مما يساعد في تعزيز كفاءة وأداء أنظمة الطاقة الشمسية، حيث أنها تقنية تتيح للمستخدمين التحكم في زاوية توجيه اللوح الشمسي من خلال استعمال الأردوينو كوحدة التحكم الرئيسية مبرمجة للتواصل مع حساسات للضوء (مقاومات ضوئية) في المدخل ومحرك السيرفو موضوع في محور دورانه لوح شمسي في المخرج بحيث يصبح توجيه اللوح الشمسي متعلق بزاوية دوران محرك السيرفو، هدف المشروع هو تطوير دارة تحكم قابلة للتكامل بشكل سلس مع أنظمة توليد الطاقة الشمسية، مما يساهم في تحسين كفاءتها وزيادة إنتاج الطاقة بشكل عام.

🔑 **الكلمات المفتاحية:** الطاقات المتجددة، الطاقة الشمسية، أردوينو، تحكم، لوح شمسي، محرك سيرفو.

Étude du contrôle des systèmes de génération d'énergie renouvelable (énergie solaire)

❖ Résumé:

Les énergies renouvelables sont des sources d'énergie qui tirent leur puissance de sources naturelles renouvelables et non épuisables telles que le soleil, le vent, l'eau, la biomasse, ainsi que la chaleur émise par le noyau terrestre. Elles sont utilisées pour produire de l'électricité, chauffer l'eau et faire fonctionner des machines et des équipements. Ces sources se distinguent par leur capacité à se renouveler relativement rapidement au fil du temps, ce qui les rend une alternative durable aux combustibles fossiles et à l'énergie traditionnelle. L'une des plus célèbres de ces énergies est l'énergie solaire, qui est extraite de la lumière du soleil et transformée en électricité ou en chaleur grâce à différents systèmes et technologies. Le processus de conversion de l'énergie solaire en électricité implique l'utilisation de panneaux solaires (cellules solaires) pour convertir la lumière du soleil directe en électricité. Afin d'obtenir une grande quantité d'électricité tout au long de la journée, nous avons envisagé de réaliser un système qui contrôle l'angle de direction du panneau solaire de manière à ce qu'il suive les rayons du soleil, augmentant ainsi sa production quotidienne par rapport à un panneau fixe.

Le circuit de contrôle des systèmes de génération d'énergie solaire à l'aide d'Arduino est un projet de développement pour les anciens systèmes de génération, car il est considéré comme une solution innovante et efficace combinant technologie avancée et coût réduit, ce qui aide à améliorer l'efficacité et les performances des systèmes d'énergie solaire. Il s'agit d'une technologie qui permet aux utilisateurs de contrôler l'angle de direction du panneau solaire en utilisant Arduino comme unité de contrôle principale programmée pour communiquer avec des capteurs de lumière (résistances photoélectriques) à l'entrée et un servomoteur placé sur l'axe de rotation du panneau solaire à la sortie, de sorte que l'orientation du panneau solaire dépende de l'angle de rotation du servomoteur. L'objectif du projet est de développer un circuit de contrôle intégrable de manière transparente avec les systèmes de génération d'énergie solaire, ce qui contribue à améliorer leur efficacité et à augmenter la production d'énergie de manière générale.

🌈 **Mots clés :** Les énergies renouvelables, l'énergie solaire, Arduino, contrôle, panneau solaire, servomoteur

Study of Control Systems for Renewable Energy Generation Systems (Solar Energy)

❖ Abstract:

Renewable energies are energy sources derived from renewable and non-depletable natural sources such as the sun, wind, water, and biomass, in addition to the heat energy emitted from the Earth's core. Renewable energies are used for electricity generation, water heating, and operating machinery and equipment. These sources are characterized by their relatively rapid renewability over time, making the entire world lean towards making them sustainable alternatives to fossil fuels and traditional energy sources. The most famous of these energies is solar energy, which is extracted from sunlight and converted into electrical or thermal energy using various systems and technologies. The process of converting solar energy into electrical energy involves the use of solar panels (solar cells) to convert direct sunlight into electrical energy.

In order to obtain a large amount of electrical energy throughout the day, we thought of implementing a circuit that controls the orientation angle of the solar panel so that it becomes a sun tracker, thereby increasing its daily production compared to a fixed panel.

The control circuit for solar power generation systems using Arduino is a developmental project for old generation systems, as it is considered an innovative and effective solution that combines advanced technology with low cost. This helps enhance the efficiency and performance of solar power systems, as it is a technology that allows users to control the orientation angle of the solar panel by using Arduino as the main control unit programmed to communicate with light sensors (photoresistors) at the input and a servo motor placed on the axis of rotation of the solar panel at the output. Thus, the orientation of the solar panel becomes dependent on the rotation angle of the servo motor. The project's goal is to develop an integrable control circuit seamlessly with solar power generation systems, contributing to improving their efficiency and increasing energy production in general.

🚦 **Keywords:** Renewable energies, solar energy, Arduino, control, solar panel, servo motor.

الفهرس

الفهرس

1	المقدمة العامة.....
الفصل الأول: عموميات حول الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية	
4	1.I مقدمة.....
4	2.I الطاقة.....
4	1.2.I مفهوم الطاقة.....
4	2.2.I التطور التاريخي للطاقة.....
5	3.I الطاقات المتجددة.....
5	1.3.I تعريف الطاقات المتجددة.....
6	2.3.I مصادر الطاقات المتجددة و استخداماتها.....
6	الطاقة الشمسية.....
7	طاقة الرياح.....
8	الطاقة المائية.....
8	الشلالات (طاقة كهرومائية).....
8	أمواج البحر.....
8	المد والجزر.....

9	..... الطاقة الجوفية لحرارة باطن الأرض
9	..... طاقة الكتلة الحيوية
10	..... الطاقة النووية
10	..... 3.3.I ايجابيات وسلبيات الطاقات المتجددة
10	..... ايجابياتها
11	..... سلبياتها
12	..... 4.I الطاقة الشمسية
12	..... 1.4.I مفهوم الطاقة الشمسية
12	..... 2.4.I أنواع الطاقة الشمسية
12	..... الطاقة الشمسية الحرارية
12	..... الطاقة الشمسية الكهروضوئية
13	..... 3.4.I استخدامات الطاقة الشمسية
13	..... توليد الكهرباء
14	..... تسخين الماء
14	..... الطبخ
15	..... الإنارة
16	..... تحلية المياه

16	تجفيف المحاصيل
16	4.4.I فوائد الطاقة الشمسية
17	5.4.I إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية
17	الإيجابيات
17	السلبيات
18	5.I الطاقة الشمسية الكهروضوئية
18	1.5.I الأشعاع الشمسي
19	2.5.I أنواع الإشعاع الشمسي
19	الإشعاع الشمسي المباشر
19	الإشعاع الشمسي المنتشر
19	الإشعاع المنعكس (الالبيدو)
19	3.5.I الثابت الشمسي
20	4.5.I الزوايا الشمسية
20	خط الطول λ
20	دائرة العرض Φ
21	زاوية الساعة الشمسية ω
21	زاوية الميل الشمسي δ

22	زاوية ارتفاع الشمس h
22	زاوية السمات الشمسي a
23	زاوية السمات الرأسي Z
23	5.5.I تحديد توقيت الشروق والغروب
24	6.I النظام الكهروضوئي
24	1.6.I اللوح الكهروضوئي
24	2.6.I مكونات اللوح الكهروضوئي
24	الزجاج (السطح الامامي للألواح)
25	مادة التغليف (encapsulant)
25	الطبقة الخلفية (Backsheet)
26	الإطار المعدني
26	علبة التوصيل (Junction Box)
27	الخلايا الكهروضوئية
27	مكونات الخلية الكهروضوئية
27	آلية عمل الخلية الكهروضوئية
28	7.I أنواع الخلايا الكهروضوئية
28	1.7.I الخلايا السيليكونية

28	..... الخلايا السيليكونية أحادية البلورة
29	..... الخلايا السيليكونية متعددة البلورات
29	..... الخلايا السيليكونية العشوائية
30	..... الخلايا السيليكونية الشريطية
30	..... 2.7.I خلايا الغاليوم ارسنايد
31	..... 3.7.I خلايا الكوبرانديوم ديسلنايد
31	..... 4.7.I خلايا الكادميوم تليرايد
31	..... 8.I خاتمة
33	..... مراجع الفصل الأول

الفصل الثاني: دراسة الأردوينو

36	..... 1.II مقدمة
36	..... 2.II تعريف الأردوينو
37	..... 3.II تاريخه
38	..... 4.II أنواعه
38	..... 1.4.II أردوينو أونو Arduino UNO
39	..... 2.4.II أردوينو ميغا Arduino MEGA
40	..... 3.4.II الأردوينو دوو Arduino Due

41	..... Arduino Leonardo	4.4.II الأردوينو ليوناردو
42	..... Arduino lilypad	5.4.II أردوينو ليلي باد
44	.....	6.4.II الإصدارات المصغرة من الأردوينو (ميني، ماكرو، نانو)
45	.....	5.II الأردوينو أونو Arduino UNO
45	.....	المتحكم ATMEGA328P
46	.....	المتحكم الثانوي ATmega 16U2
47	.....	مداخل ومخارج الطاقة power pins
47	.....	المداخل التماثلية
48	.....	المداخل والمخارج الرقمية
48	.....	مجموعة الثنائيات الضوئية
49	.....	منظم الجهد 5V ، ومنظم الجهد 3.3V
49	.....	منفذ USB
50	.....	زر إعادة التشغيل
50	.....	منفذ البرمجة التسلسلي
51	.....	6.II برمجة الأردوينو
51	.....	1.6.II تحميل بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو Arduino IDE
51	.....	2.6.II بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو Arduino IDE

54	3.6.II برمجة وضبط الأردوينو
55	مثال عن برمجة الأردوينو
56	7.II إيجابيات وسلبيات الأردوينو
56	1.7.II الإيجابيات
56	2.7.II السلبيات
56	8.II خاتمة
58	مراجع الفصل الثاني
الفصل الثالث: دراسة العناصر الإلكترونية المستعملة والعمل التطبيقي للمشروع	
60	1.III مقدمة
60	2.III دراسة العناصر المستخدمة
60	1.2.III المقاومات
60	تعريفها
61	أنواعها
62	2.2.III محرك السيرفو
62	تعريفه
62	مبدأ عمل محركات السيرفو
63	أنواع محركات السيرفو (servo)

65	.....3.III الإنجاز
65	.....1.3.III الهدف من انجاز مشروع متتبع للشمس
65	.....2.3.III المخطط الصندوقي للمشروع
66	.....3.3.III محاكاة المشروع
66	.....4.3.III التعريف ببرنامج المحاكاة Proteus
66	.....توصيل العناصر الالكترونية
67	.....التوصيل
68	.....4.III الخاتمة
70	.....مراجع الفصل الثالث
72	.....الخاتمة العامة
74	.....الملاحق

فهرس الأشكال

الفصل الأول: عموميات حول الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية.

- الشكل 1.I: الطاقات المتجددة.....5
- الشكل 2.I: صورة عن الطاقة الشمسية.....6
- الشكل 3.I: مخطط توضيحي لاستخدامات الطاقة الشمسية7
- الشكل 4.I: صورة عن طاقة الرياح7
- الشكل 5.I: صورة عن توربينات الرياح.....8
- الشكل 6.I: صورة عن الطاقة المائية.....9
- الشكل 7.I: صورة عن الطاقة النووية.....10
- الشكل 8.I: إستخدامات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء.....13
- الشكل 9.I: إستخدامات الطاقة الشمسية في تسخين الماء.....14
- الشكل 10.I: إستخدامات الطاقة الشمسية في الطبخ15
- الشكل 11.I: إستخدامات الطاقة الشمسية في الإنارة.....15
- الشكل 12.I: إستخدامات الطاقة الشمسية في عملية تحلية المياه16
- الشكل 13.I: الثابت الشمسي | خلال السنة19
- الشكل 14.I: خطوط الطول ودوائر العرض21
- الشكل 15.I: زاوية سمت الشمسي23
- الشكل 16.I: طبقة خلفية شفافة25
- الشكل 17.I: الإطار المعدني للألواح الشمسية الكهروضوئية26
- الشكل 18.I: علبة التوصيل26
- الشكل 19.I: مكونات اللوح الكهروضوئي والخلية الكهروضوئية27
- الشكل 20.I: لوح كهروضوئي مصنوع من الخلايا السيليكونية أحادية البلور.....28
- الشكل 21.I: لوح كهروضوئي مصنوع من الخلايا السيليكونية متعددة البلورات29
- الشكل 22.I: لوح كهروضوئي مصنوع من خلايا سيليكونية عشوائية30

الفصل الثاني: دراسة الأردوينو.

- الشكل II.1: فريق صانعي الأردوينو.....37
- الشكل II.2: بطاقة أردوينو أونو Arduino UNO.....38
- الشكل II.3: بطاقة الأردوينو ميغا Arduino mega.....39
- الشكل II.4: بطاقة الأردوينو دوو Arduino due.....40
- الشكل II.5: بطاقة الأردوينو ليوناردو Arduino Leonardo.....42
- الشكل II.6: Lilypad main board.....43
- الشكل II.7: Lilypad USB.....43
- الشكل II.8: Lyilipad simple.....43
- الشكل II.9: الإصدارات المصغرة من الأردوينو.....44
- الشكل II.10: أشهر إصدارات الأردوينو الرسمية.....44
- الشكل II.11: مكونات الأردوينو أونو.....45
- الشكل II.12: المتحكم ATmega328P.....46
- الشكل II.13: المتحكم ATmega16U2.....46
- الشكل II.14: مداخل ومخارج الطاقة Power Pins.....47
- الشكل II.15: المداخل التماثلية Analog Inputs.....47
- الشكل II.16: المداخل والمخارج الرقمية Digital Pins.....48
- الشكل II.17: مجموعة التناثيات الضوئية.....48
- الشكل II.18: منظما الجهد 5.5V و 3.3V.....49
- الشكل II.19: مدخل USB للأردوينو أونو.....49
- الشكل II.20: زر إعادة التشغيل.....50

- 50..... الشكل II.21: منفذ البرمجة التسلسلي
- 51..... الشكل II.22: تحميل برنامج Arduino IDE
- 52..... الشكل II.23: واجهة برنامج Arduino IDE
- 53..... الشكل II.24: واجهة الاتصال التسلسلي
- 55 الشكل II.25: التركيب والبرنامج الخاص بالمثال

الفصل الثالث: دراسة العناصر الالكترونية المستعملة والعمل التطبيقي للمشروع.

- 60..... الشكل III.1: شكل المقاومة ورمزها في الدارة
- 61..... الشكل III.2: صور المقاومات الثابتة
- 61..... الشكل III.3: المقاومة الضوئية
- 62..... الشكل III.4: بنية محرك السيرفو (servo)
- 63..... الشكل III.5: مخطط لفهم مبدأ عمل محركات السيرفو (servo)
- 64..... الشكل III.6: محرك سيرفو 180 درجة
- 64..... الشكل III.7: محرك سيرفو 360 درجة
- 65..... الشكل III.8: محرك سيرفو الخطي
- 65..... الشكل III.9: التصميم الصندوقي للمشروع
- 66..... الشكل III.10: واجهة برنامج Proteus
- 67..... الشكل III.11: دارة متتبع الشمس باستخدام برنامج Proteus
- 68..... الشكل III.12: دارة تحكم متتبع الشمس باستخدام برنامج fritzing
- 68..... الشكل III.13: صور حقيقية لدارة متتبع الشمس

فهرس الجداول

الفصل الثاني: دراسة الأردوينو.

39.....	جدول II.1: خصائص Arduino Uno
40.....	جدول II.2: خصائص Arduino Mega
41.....	جدول II.3: خصائص Arduino Due
42.....	جدول II.4: خصائص Arduino Leonardo
43.....	جدول II.5: خصائص Arduino Lilypad
45.....	جدول II.6: خصائص المتحكم ATmega328p
52.....	جدول II.7: يوضح واجهة برنامج Arduino IDE
54.....	جدول II.8: أنماط تعريف المتغيرات

المقدمة العامة

يشهد عصرنا الحالي تطورا سريعا في مجال استغلال الطاقة الشمسية حيث أنه من الجلي لنا أننا نسير يوما بعد يوم إلى الاستغناء عن الطاقات الأخرى وتعويضها بالطاقة الشمسية، وذلك راجع لكونها طاقة نظيفة وغير ناضبة ويمكن استغلالها في أي مكان على سطح الأرض وإمكانية استخدامها في العديد من القطاعات المختلفة مثل النشاط الزراعي وتسخين وتبريد وتحلية المياه ومعالجة الصرف الصحي وبالأخص توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الخلايا الشمسية.

توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الخلايا الشمسية تطبيق شائع في كل أرجاء العالم وذلك من خلال توجيه هذه الخلايا في اتجاه معين نحو الشمس لضمان سقوط الإشعاع الشمسي عليها ما دامت موجهة نحوها لكن من الأفضل ان نجعل هذه الخلايا تتتبع الشمس من شروقها الى غروبها عن طريق تثبيتها في محركات سيرفو التي يمكننا التحكم في زاوية دورانها و بذلك نكون قد وفرنا كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية مقارنة بالخلايا الثابتة وهذا ما يسمى بمتتبع الشمس الذي يمكننا إنجازه باستخدام لوحات التطوير الكترونية ولعل أبرزها وأكثرها استعمالا و سهولة بطاقات الأردوينو Arduino، لان الأردوينو يعتبر خيارا مثاليا لتنفيذ مشاريع التحكم في محركات السيرفو بسبب سهولة استخدامه وتوافر الموارد والمكتبات المتاحة، وكذلك يمكن استخدام الأردوينو فيها كمتحكم باستخدام المقاومات الضوئية التي تعمل كمستشعر للإشعاع الشمسي وتحويل هذه الإشارات الملتقطة من طرف المقاومات الضوئية إلى تحكم في محركات السيرفو و بالتالي التحكم في زاوية توجيه الخلايا الشمسية.

وبغرض التقرب أكثر من هذا المجال وتوسيع دائرة معارفنا حول هذا الموضوع، اخترنا أن نتطرق إلى موضوع: "دراسة وانجاز دارة التحكم في أنظمة توليد الطاقة الشمسية"، والهدف من اختيارنا لهذا الموضوع ومساهمتنا بهذه المذكرة هو إعطاء معلومات وصورة مفصلة عن كيفية التحكم في توجيه الخلايا الشمسية و تتبعها للإشعاع الشمسي و الوقوف على جميع جوانب هذا الموضوع، ولتجسيد مشروعنا التطبيقي الخاص بالمذكرة وقع اختيارنا على بطاقة ال Arduino التي تتحكم في مجموعة من العناصر الإلكترونية.

وقصد الفهم الجيد لعملنا البسيط، ما كان لنا الا ان نقسمه إلى ثلاث فصول:

✓ **الفصل الأول:** موضوع هذا الفصل عموميات حول الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية

- ✓ **الفصل الثاني:** دراسة لوحة الأردوينو، قمنا في هذا الفصل بتقديم شرح مفصل للوحة الأردوينو مع إبراز أنواعه، مميزاته، وكذا طرق برمجته.
- ✓ **الفصل الثالث:** دراسة العناصر الإلكترونية المستعملة، بتقديم شرح مفصل لكل عنصر (تعريفه، أنواعه، مبدأ عمله). والعمل التطبيقي للموضوع، حيث نختتم مذكرتنا بإنجاز دارة للتحكم في أنظمة توليد الطاقة الشمسية مع ارفاق كل مرحلة بصور حقيقية وكذلك صور من برنامج المحاكاة وإعطاء الشكل النهائي للمشروع.

الفصل الأول:

عموميات حول الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية

1.1 مقدمة :

تعتبر الطاقة عنصراً أساسياً في حياتنا اليومية، حيث أنها تلعب دور حجر الأساس في بناء اقتصادات العالم وتأثيرها يمتد إلى مختلف القطاعات مثل الصناعة، والنقل، والتكنولوجيا؛ وتنقسم الطاقة إلى نوعين رئيسيين: الطاقة المتجددة والطاقة غير المتجددة .

الطاقة غير المتجددة وهي طاقة ذات مصادر محدودة مثل النفط والفحم والغاز الطبيعي، كما ان لها تأثيراً سلبياً على البيئة مثل التلوث الناتج عن انبعاثات الغازات والاحتباس الحراري.

أما الطاقة المتجددة فهي تأتي من مصادر متجددة وغير محدودة مثل الشمس، الرياح، الماء... الخ؛ تُعتبر الطاقة الشمسية واحدة من أهم أشكال الطاقة المتجددة وأكثرها استخداماً.

الطاقة الشمسية هي شكل من أشكال الطاقة المتجددة التي تستمد قوتها من اشعة الشمس وتحولها إلى طاقة كهربائية او حرارية باستخدام ما يسمى الخلايا الشمسية.

2.1 الطاقة :**1.2.1 مفهوم الطاقة :**

هي القدرة على إحداث التغيير أو بذل الجهد [1].

كما يمكننا تعريف الطاقة بأنها المقدرة على القيام بشغل (أي احداث تغيير) وهناك صور عديدة للطاقة منها الطاقة الحرارية، والضوئية، الطاقة الكهرومغناطيسية، والطاقة الكهربائية [2].

2.2.1 التطور التاريخي للطاقة:

تعدد استخدام الطاقة على مر العصور تبعاً لاختلاف مستوى النمو الاقتصادي و حاجة الانسان ، ففي نهاية الثمانينات و حتى عام 2000 م بدأ استهلاكنا للطاقة في تزايد مستمر، ففي البداية اعتمد الانسان على قوته العضلية لإنجاز اعماله اليومية، و استغل حركة الرياح في تحريك السفن و تدوير الطواحين، كما اعتمد على مساقط المياه في تدوير بعض الآلات البدائية، و عرف الفحم منذ اكتشاف النار، فاستخدمه كمصدر للطاقة في تدوير المحرك البخاري و بعدها تم اكتشاف الغاز الطبيعي و غيرها من مصادر الطاقة الحديثة و

مع التطور الكبير الذي شهدته وسائل الإنتاج، أصبح من اللازم الحفاظ على الطاقة و الإبقاء عليها لأطول فترة ممكنة مما دفع به للبحث عن مصادر طاوقية متجددة دائمة ، و هذا هو محور دراستنا .

3.I الطاقات المتجددة :

1.3.I تعريف الطاقات المتجددة :

حسب برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة، (United Nations Environment Programme) UNEP الطاقات المتجددة هي تلك الطاقة التي لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها، وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية، وطاقة باطن الأرض[3].

تعرف وكالة الطاقة الدولية (International Energy Agency) IEA الطاقات المتجددة بأنها الطاقات التي تتشكل من مصادر الطاقة الناتجة عن المسارات الطبيعية التلقائية كأشعة الشمس والرياح التي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها [3].

من جملة التعاريف السابقة، نستخلص أن الطاقات المتجددة هي تلك الطاقة التي تتولد وتتجدد بصفة تلقائية في الطبيعة دون تدخل الإنسان في إحداثها، وهي موارد ذات مخزون غير محدود وغير قابلة للزوال، وأن استغلالها على نحو متواصل لا يؤثر على قدرات الأجيال الحالية واللاحقة[4].



الشكل 1.I: الطاقات المتجددة

2.3.I مصادر الطاقات المتجددة و استخداماتها :

مصادر الطاقة المتجددة هي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة ومتجددة باستمرار وهي نظيفة لا ينتج عنها اي تلوث بيئي ومن اهم هذه المصادر [5]:

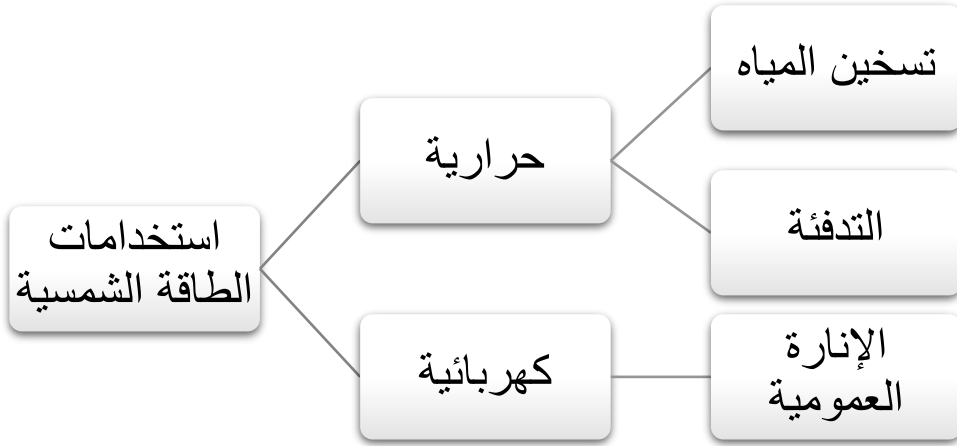
❖ الطاقة الشمسية:

تعتبر الطاقة الشمسية اهم مصدر للطاقة بحيث يتم استغلالها عن طريق تجميعها في الالواح الخاصة بها ومن ثم تحويلها الى طاقة كهربائية او حرارية [6].



الشكل 2.I: صورة عن الطاقة الشمسية

تكون استخدامات الطاقة الشمسية أما كهربائية كالإنارة العمومية او حرارية كتسخين مياه المنازل بدلا من سخانات الغاز الطبيعي والتدفئة.



الشكل 3.1: مخطط توضيحي لاستخدامات الطاقة الشمسية

❖ طاقة الرياح:

تعتبر طاقة الرياح مصدرا من مصادر الطاقة المتجددة تستخدم هذه الطاقة في توليد الكهرباء عن طريق تحويل الطاقة الحركية الناتجة عن تحريك الرياح للتوربينات الى طاقة كهربائية او استخدام طاقة الرياح كطاقة ميكانيكية.



الشكل 4.1: صورة عن طاقة الرياح

يمكن استخدام طاقة الرياح في توفير الكهرباء للمنازل والقرى الريفية والمدارس... الخ كما يمكن ان يستعمل هذا النوع من الطاقة في طحن الحبوب وضخ المياه.



الشكل 5.1: صورة عن توربينات الرياح

❖ الطاقة المائية:

تعرف الطاقة المائية بأنها أرخص مصدر للطاقة، وتتعدد مصادر إنتاج الطاقة المائية بحيث يمكن توليدها من المصادر التالية [6]:

❖ الشلالات (طاقة كهرومائية):

يتم توليد الطاقة من خلال استخدام قوة الجاذبية نتيجة سقوط المياه [6].

❖ أمواج البحر:

تسمى بالطاقة الموجية، يتم تحويل الطاقة الكامنة في قوة اندفاع الأمواج الى طاقة ميكانيكية تستخدم في توليد الكهرباء [6].

❖ المد والجزر:

يحدث في المد والجزر ارتفاع مستوى البحر وتغير في مستواه ويمكن استغلاله في إنتاج الطاقة من خلال تدفق المياه.

الحصول على طاقة المد والجزر مرتبط بعوامل عديدة منها سرعة الرياح التي تؤدي الى زيادة ارتفاع أمواج المحيطات والبحار بالإضافة الى وجود شريط ساحلي طويل [7].



الشكل I.6: صورة عن الطاقة المائية

يمكن استغلال الطاقة المائية في العديد من المجالات نذكر منها الري الزراعي، التبريد الصناعي، تنقية المياه... الخ.

❖ الطاقة الجوفية لحرارة باطن الأرض:

يقصد بها الحرارة المخزنة تحت سطح الأرض، وهي تزداد مع زيادة العمق، يمكن الاستفادة منها من خلال استغلال المياه الجوفية ذات درجة الحرارة المرتفعة التي تفوق درجتها 40 °م، وتتمثل استخداماتها في توليد الكهرباء، وتدفئة المباني.

❖ طاقة الكتلة الحيوية:

تتشكل الكتلة الحيوية من 85% من الحطب و13% من المخلفات الحيوانية، 2% مخلفات زراعية، يمكنها إطلاق طاقتها الكامنة عن طريق الحرق المباشر او بالتخمير وغيرها من الطرق الخ، يمكن استخدامها في الطهي والتدفئة والتسخين.

❖ الطاقة النووية:

تعرف الطاقة النووية بأنها الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات والنيوترونات)، بحيث أنها تتولد نتيجة انكسار تلك الرابطة مما ينتج لنا طاقة حرارية هائلة [8].



الشكل 7.I: صورة عن الطاقة النووية

الى جانب توليد الكهرباء تكمن استخدامات الطاقة النووية في الطب والزراعة واستكشاف الفضاء وتحلية المياه.

3.3.I ايجابيات وسلبيات الطاقات المتجددة:

❖ ايجابياتها:

- ✓ الاستدامة: فهي طاقات تتجدد بصفة دورية وتلقائية يمكن للأجيال الحالية استغلالها دون الخوف من نفاذها او عدم كفايتها للأجيال القادمة.
- ✓ النظافة: تعتبر الطاقات المتجددة من أنظف الطاقات الحالية يمكن استغلال أكبر قدر من مخزونها دون القلق من تأثيراتها المحتملة على البيئة حاضرا ومستقبلا.

- ✓ **الوفرة:** تتوفر الطاقات المتجددة في أغلب مناطق العالم وبمختلف مصادرها لاسيما الطاقة الشمسية وطاقة المياه، هذه الأخيرة التي تمثل نسبة 70 % من مساحة الكرة الأرضية.
- ✓ **المجانية:** استغلال مصادر الطاقة المتجددة لا يتطلب مصاريف ضخمة كتلك المصاريف الهائلة التي تتطلبها عملية استخراج الطاقات الأحفورية، فكل ما تتطلبه الطاقات المتجددة مصاريف تتعلق بعمليات الصيانة فقط.
- ✓ **عدم تأثر الطاقات المتجددة بتقلبات أسعار أسواق الطاقة الأحفورية** لكونها طاقات تنتج بصفة منفصلة عنها.
- ✓ **تخفيف حدة الصراعات والنزاعات العالمية:** فأغلب الصراعات العالمية الحالية تدور حول الاستحواذ على مصادر الطاقات الأحفوري المهددة بالنضوب، ويشكل تطوير مصادر الطاقات المتجددة المتاحة على نطاق عالمي إحدى الآليات الناجعة في الحد من النزاعات والصراعات العالمية، فهي إحدى سبل تحقيق السلام العالمي [4].

❖ سلبياتها:

- ✓ **تكلفة أولية أعلى:** التقنيات عادة تكون أكثر تكلفة من مولدات الطاقة التقليدية، وللتخفيف من التكاليف الأولية للتكنولوجيا المتجددة غالبا ما تكون هناك حوافز مالية مثل الإعفاءات الضريبية.
- ✓ **التقطع:** مصادر الطاقة المتجددة غير متاحة على مدار الساعة، بحيث يمكن ان تكون هناك احداث طقس غير متوقعة تعطل هذه التقنيات.
- ✓ **مشاكل التخزين:** نظرا لتقطع بعض مصادر الطاقة المتجددة، هناك حاجة كبيرة لتخزين الطاقة، تقنيات التخزين هي متاحة اليوم الا انها باهظة الثمن.
- ✓ **القيود الجغرافية:** قد تكون هناك مساحات مفتوحة مناسبة لنظام الطاقة الشمسية او لطواحين الهواء إلا أنها ملكية خاصة لا يمكن استغلالها [6].

4.I الطاقة الشمسية:**1.4.I مفهوم الطاقة الشمسية:**

هو الضوء المنبعث والحرارة الناتجة عن الشمس اللذان قام الانسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور باستمرار، كما يتم توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات فولتوضوئية.

تكمن أهميتها في كونها مصدر طاقة مجاني، بإمكان أي فرد الاستفادة منها دون دفع مقابل، وهي أيضا غير محدودة، كما تتميز بانتشارها الواسع ووصولها الى المناطق النائية دون تجهيز ولا تساهم بأي شكل من الاشكال في تلويث البيئة [9].

2.4.I أنواع الطاقة الشمسية:**❖ الطاقة الشمسية الحرارية:**

حيث يستخدم فيها ضوء الشمس لتوليد الحرارة، يمكن استخدام هذه الحرارة لتسخين الهواء، الماء، او استخدامها لتوليد الكهرباء والتدفئة او العمليات الصناعية.

هناك نوعان أساسيان من الطاقة الشمسية الحرارية:

- ✓ أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية المباشرة: تقوم هذه الأنظمة باستخدام ضوء الشمس لتسخين الماء مباشرة، مما يسمح بتلبية احتياجات التدفئة والاستحمام
- ✓ أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية المركزة: تستخدم هذه الأنظمة مرايا او عدسات لتجميع الشمس في نقطة واحدة، يمكن استخدام الحرارة الناتجة لتوليد الكهرباء، او التدفئة الصناعية.

❖ الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

تستخدم ضوء الشمس من أجل تحويله لكهرباء من خلال الخلايا الكهروضوئية التي تتكون من الألواح الشمسية، تحتوي على أشباه الموصلات التي تلتقط الضوء، عندما يسقط ضوء الشمس على تلك الخلايا يسمح للإلكترونات بالانتقال مما يخلق تيارا كهربائيا، يمكن الاستفادة منه في عديد من المجالات.

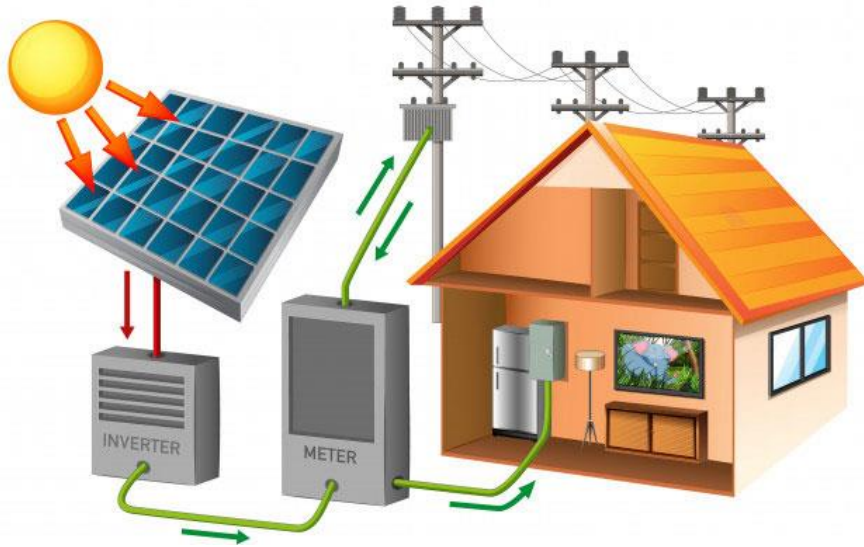
هناك نوعان أساسيان من الخلايا الكهروضوئية:

- ✓ خلايا سيليكون أحادية البلورية: تصنع هذه الخلايا من بلورات سيليكون مفردة، تتمتع هذه الخلايا بأعلى كفاءة في التحويل، ولكن أيضًا بأعلى تكلفة.
- ✓ خلايا سيليكون متعددة البلورات: تصنع هذه الخلايا من بلورات سيليكون متعددة، تتمتع هذه الخلايا بكفاءة تحويل أقل من الخلايا أحادية البلورية، ولكنها أيضًا أقل تكلفة.

3.4.I استخدامات الطاقة الشمسية:

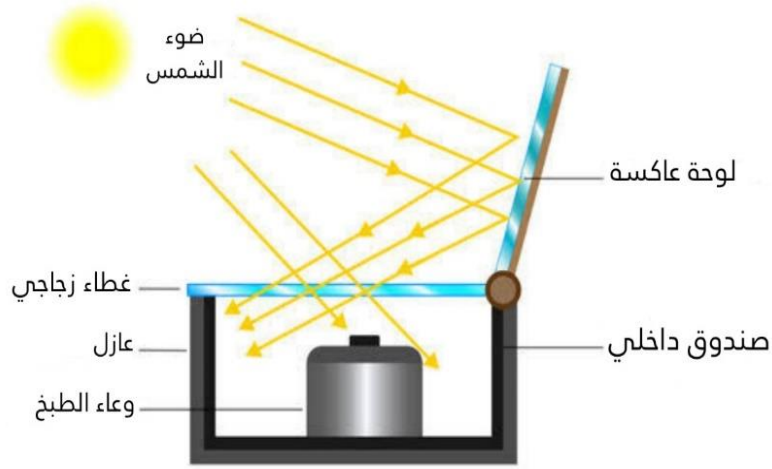
❖ توليد الكهرباء:

أصبحت الطاقة الكهربائية الشمسية متاحة كثيرًا في هذا العصر، ومع انخفاض تكاليف الألواح الشمسية زاد إدراك الناس للفوائد المالية والبيئية للطاقة الشمسية، إذ ترتبط الألواح الشمسية بالسيليكون متعدد الكريستالات وتتفاعل مع أشعة الشمس عن طريق توليد شحنة كهربائية صغيرة، وعندما يحول ضوء الشمس إلى كهرباء يرسل التيار المستمر إلى العاكس والذي يحول التيار المستمر إلى تيار متناوب، فتغذي طاقة التيار المتناوب لوحة الخدمة الكهربائية الرئيسية، وتستخدم لتشغيل جميع الأجهزة في المنزل [10].



الشكل 8.I: استخدامات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء

الفرن الشمسي



الشكل 10.1: استخدامات الطاقة الشمسية في الطبخ

❖ الإنارة :

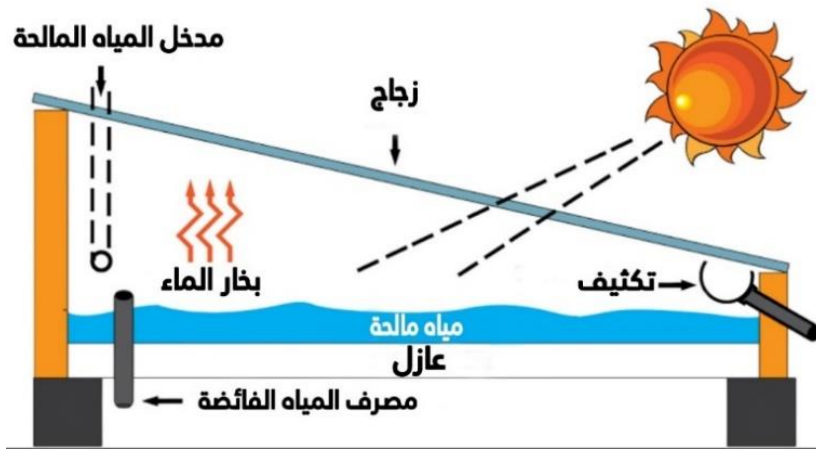
تعد الإنارة من أهم استخدامات الطاقة الشمسية الآخذة بالانتشار، وهي وسيلة مهمة للحصول على إنارة بدون مقابل إذ انتشرت هذه التقنية في الإنارات العمومية والمدارس خصوصا في المناطق التي لم تزود بشبكة الكهرباء، كما أنها تعتبر حلا مثاليا لمشكلة الإنقطاع المتكرر للكهرباء، فخلال ساعات النهار تستقبل الألواح الشمسية الأشعة الضوئية الصادرة عن الشمس وتحولها إلى طاقة كهربائية وتخزنها في بطارية وتستعملها في غياب الشمس أو عند الحاجة.



الشكل 11.1: استخدامات الطاقة الشمسية في الإنارة

❖ **تحلية المياه:**

التحلية تعني تحويل المياه المالحة إلى مياه عذبة عن طريق المقطرات الشمسية المتنوعة، حيث تعتمد على استغلال الأشعة الشمسية مباشرة كمصدر حراري، ذلك لرفع درجة حرارة المياه المالحة إلى درجة التبخر ثم تكثيفها على أسطح باردة باستخدام المقطرات الشمسية، فبالنظر لوجود الحاجة للمياه العذبة في المناطق الصحراوية والساحلية في الجزر الصغيرة ولصعوبة إيجاد مصادر الطاقة التقليدية بات من الضروري استخدام التكنولوجيا المتاحة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية [11].



الشكل 12.1: استخدامات الطاقة الشمسية في عملية تحلية المياه

❖ **تجفيف المحاصيل:**

من استخدامات الطاقة الشمسية تجفيف المحاصيل وهو عملية تخلص مواد مختلفة كالفواكه والخضروات من السوائل الموجودة فيها بما في ذلك الماء، فقد كان الناس يلجؤون إليها لحماية مختلف هذه المواد من التلف [12].

4.4.I فوائد الطاقة الشمسية:

- ✓ حماية البيئة: تعتبر الطاقة الشمسية بديلاً نظيفاً عن مصادر الطاقة التقليدية فهي لا تنتج انبعاثات ضارة تتسبب في تلوث الهواء وتساهم في التقليل من ظاهرة الاحتباس الحراري.
- ✓ توفير الطاقة والتكلفة: الطاقة الشمسية مصدرها الشمس التي تعتبر مصدر طاقة لا نهائي ومجاني.

- ✓ الاعتمادية والاستقلالية: توفر الطاقة الشمسية الاعتمادية والاستقلالية في توليد الكهرباء، فبفضل تكنولوجيا الألواح الشمسية، يمكن للأفراد توليد الكهرباء في منازلهم حتى في المناطق النائية والمناطق الخالية التي لم تزود بالتوصيلات الكهربائية.
- ✓ المتانة: حيث أن أنظمتها متينة غير قابلة للتلف السريع، أي أنها لا تحتاج إلى جهود متواصلة في أعمال الصيانة والتركييب.
- ✓ تستخدم لتعقيم المياه وجعله صالحا للشرب والاستهلاك البشري والزراعي [10،13].

5.4.I إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية:

❖ الإيجابيات:

- ✓ مصدر متجدد للطاقة: الطاقة الشمسية مصدر لا يزول ولا ينتهي مادامت الشمس تشرق باستمرار.
- ✓ تكاليف الصيانة منخفضة: على عكس الطاقة الكهربائية التي تتطلب تكاليف صيانة مرتفعة تقدر بالملايين، تكلفة صيانة أنظمة الطاقة الشمسية منخفضة.
- ✓ المحافظة على البيئة: الطاقة الشمسية صديقة للبيئة، ولا تسبب التلوث، ولا تضر بطبقة الأوزون، فهي تقلل من استهلاك الطاقة الأحفورية التي تعد عدوة للبيئة.
- ✓ توفير الكهرباء بشكل دائم: يمكننا تغطية احتياجات المنزل من الكهرباء، وذلك من خلال تركيب الألواح الشمسية على سطح المنزل، ويمكننا الحصول عليها في النهار والليل حيث يمكن تخزينها في بطاريات، الأمر الذي سيخفف من العبء المادي لفواتير الكهرباء بشكل كبير.
- ✓ الطاقة الشمسية متطورة باستمرار: إن التكنولوجيا في هذا المجال متطورة ومتقدمة باستمرار، حيث يمكن للابتكارات الفيزيائية أن تزيد من فعالية الألواح الشمسية بشكل دائم [14].

❖ السلبيات:

- ✓ تكلفة التركيب مرتفعة: تكلفة شراء النظام الشمسي مرتفعة إلى حد ما، فهذه التكلفة تشمل دفع ثمن الألواح الشمسية والبطاريات والأسلاك وثمان تركيبها.
- ✓ العوائق المناخية: تعتمد الألواح الشمسية اعتماداً كلياً على ضوء الشمس لتجميع الطاقة الشمسية بشكل فعال، فبالتالي تقل كفاءة هذا النظام خلال الأيام الماطرة والمليئة بالغيوم.

- ✓ لا تعمل في الليل: لا يمكن تجميع الطاقة الشمسية أثناء الليل إلا أن ذلك يمكن استدراكه عن طريق تخزين الطاقة المستمدة من الشمس صباحًا في بطارياتٍ كبيرة.
- ✓ تحتاج مساحة كبيرة لتركيب الألواح: كلما زادت كمية الكهرباء التي تريد إنتاجها سوف تحتاج إلى عدد أكبر من الألواح لجمع أكبر قدر ممكن من ضوء الشمس، ومن الجدير بالذكر أن الأسطح المنزلية ليست كبيرة بشكل كافي لتتناسب مع عدد الألواح الشمسية اللازمة، ويكون البديل في هذه الحالة تثبيت بعض الألواح الشمسية في الفناء ومساحات واسعة [14].

5.1 الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

1.5.1 الإشعاع الشمسي:

تسمى الطاقة الإشعاعية الشمسية الساقطة لوحدة المساحة على سطح أفقي من سطح الأرض بالإشعاع الشمسي، وهي أشعة كهرومغناطيسية يتراوح طولها الموجي بين (0.15-4) مايكرون. إن أقصى شدة للأشعة الشمسية هي عند طول موجي قدره 0.47 مايكرون وتقع ضمن مدى الطيف المرئي.

إن كمية الطاقة التي تصل إلى سطح الأرض أقل بكثير مما هي عليه خارج الغلاف الجوي بسبب تعرض الإشعاع إلى عوامل الاستطارة والامتصاص والانعكاس من قبل مكونات الغلاف الجوي من غازات وأبخرة وغبار وغيوم وعوالق جوية وغيرها.

تتغير شدة الإشعاع الشمسي بصورة واضحة تبعا لتغير خط العرض وفصول السنة وزاوية سقوط الإشعاع على خط الأرض ومكونات الغلاف الجوي.

إن الأشعة الشمسية التي تصلنا مكونة من مركبتين، المركبة الأولى والتي تصل بشكل مباشر إلى سطح الأرض تسمى بالإشعاع الشمسي المباشر (Direct Solar Radiation)، أما المركبة الثانية والتي تصل إلى سطح الأرض بزوايا مختلفة نتيجة تعرض مسار الإشعاع الشمسي إلى عوامل الاستطارة في الجو فتسمى بالإشعاع الشمسي المنتشر (Diffuse Solar Radiation)، كما يسمى مجموع الإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر بالإشعاع الشمسي الكلي (Global Solar Radiation) [15].

2.5.I أنواع الإشعاع الشمسي:

يوجد أنواع من الإشعاع الشمسي حيث يكون لها علاقة بتطبيقات الطاقة الشمسية واستعمالاتها[18]:

❖ الإشعاع الشمسي المباشر

هي الأشعة الساقطة مباشرة من الشمس إلى سطح الأرض دون انتشارها في الجو ويمكن قياسه بواسطة جهاز القياس (البيرومتر).

❖ الإشعاع الشمسي المنتشر

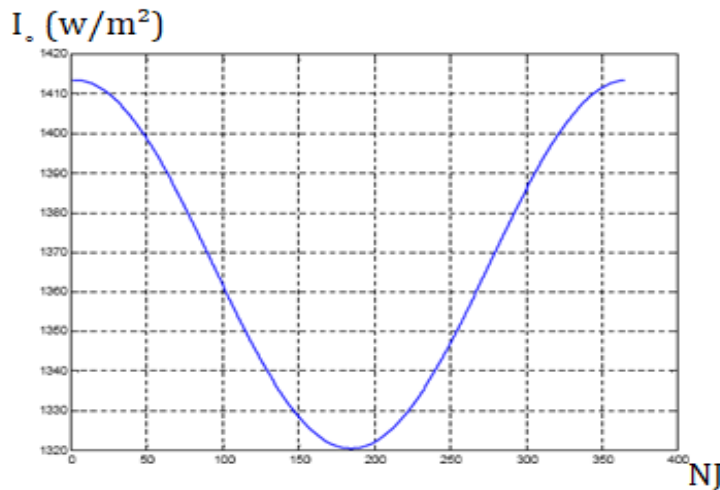
ينتج عن انعكاس الإشعاع المباشر بسبب وجود سحب أو ألواح شمسية وغيرها.

❖ الإشعاع المنعكس (الالبيدو)

ينتج من انعكاس الشعاع المباشر أو المتشتت عن سطح الأرض.

3.5.I الثابت الشمسي:

هو تدفق الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح مساحته $1m^2$ مثبت في نهاية الغلاف الجوي الأرضي في وضع يكون فيه عمودي على أشعة الشمس، وذلك باعتبار المسافة بين الشمس والأرض على قيمتها المتوسطة خلال السنة والمقدرة بـ $(1.5 * 10^8 km)$ والقيمة المتوسطة للثابت الشمسي هي $(I_0 = 1367W / m^2)$



الشكل 13.I: الثابت الشمسي I_0 خلال السنة.

يحسب الإشعاع الشمسي الظاهري من المعادلة التالية [16]:

$$I_0 = E_0 \left(1 + 0.033 \cos \left(\frac{360}{365} NJ \right) \right) \dots \dots \dots (I.1)$$

حيث:

✓ E_0 : الثابت الشمسي

✓ NJ : رقم اليوم من السنة ابتداء من 1 جانفي (1.....365).

4.5.I الزوايا الشمسية :

يتأثر مستوى الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض بحركة دوران الأرض اليومية حول محورها وكذلك حركة دورانها السنوية حول الشمس، وبالتالي هاتين الحركتين تحددان الزاوية التي يسقط بها الإشعاع الشمسي على موقع معين من الأرض.

❖ خط الطول λ :

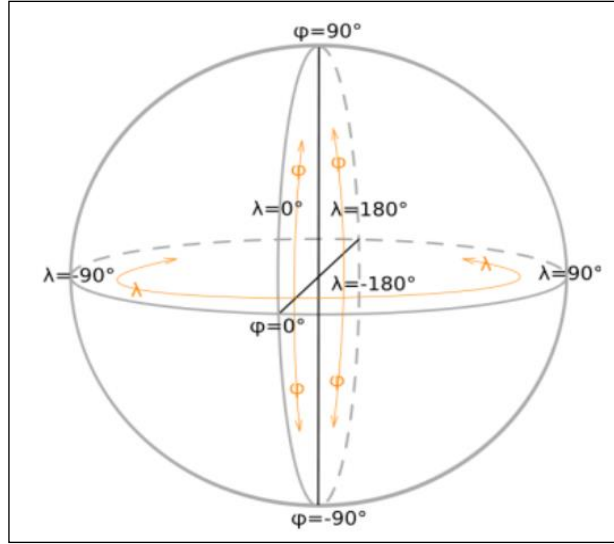
هي الزاوية التي يصنعها خط الطول المار بالمنطقة مع خط الطول المار ببلدة غرينتش البريطانية يعتبر خط الصفر وتقرأ الزاوية موجبة شرقا وسالبة غربا [18].

$$\lambda \in [-180^\circ, 180^\circ]$$

❖ دائرة العرض Φ :

هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين مركز الأرض وموضع نقطة على سطح الأرض ويتم قياسه في مستوى الشمال والجنوب باتجاه خط الاستواء وتعتبر أكبر دوائر العرض الممكنة هي 90° شمالا و -90° جنوبا [18].

$$\Phi \in [-90^\circ, 90^\circ]$$



الشكل 14.I: خطوط الطول ودوائر العرض

❖ زاوية الساعة الشمسية (ω):

نتيجة دوران الأرض حول نفسها فإن الشعاع الشمسي يمسح دورة كاملة حول الأرض 360° خلال 24 ساعة وفق دائرة العرض، أي 15° لكل ساعة، مع اعتبار الزوال هو المبدأ w=0 تعطى عبارة زاوية الساعة الشمسية بالعلاقة [10]:

$$\omega = 15(TVS - 12) \dots \dots \dots (I.2)$$

حيث TVS : هي التوقيت الشمسي الحقيقي

حيث: قبل الزوال ω < 0 ، في الزوال ω = 0 ، بعد الزوال ω > 0

❖ زاوية الميل الشمسي δ:

تدور الأرض حول الشمس في مسار إهليلجي حيث تكمل دورة كاملة خلال 365.25 يوم، بحيث تصل المسافة بين الأرض والشمس أقل قيمة في 21 ديسمبر والتي تبلغ (1.47 × 10¹¹m)، كما تبلغ المسافة قيمتها العظمى (1.52 × 10¹¹m) في 21 جوان.

يصنع محور دوران الأرض حول نفسها مع الناظم على المستوى الإهليلجي (مستوى دوران الأرض حول الشمس) زاوية ميل تتغير قيمتها بين 23.45° و -23.45° على مدار السنة.

وتعطى عبارة زاوية الميل الشمسي في كل يوم من السنة بالعلاقة [10] :

$$\delta = 23.45^\circ \times \sin\left(\frac{360}{365}(284 + NJ)\right) \dots\dots\dots (I.3)$$

❖ زاوية ارتفاع الشمس h :

وهي الزاوية المحصورة بين أشعة الشمس والأفق، هذه الزاوية تساوي صفر عند شروق وغروب الشمس وتأخذ قيمة عظمى عند وقت الزوال الشمسي.

وتكتب بالعلاقة التالية [15]:

$$h = \sin^{-1}(\sin(\varphi) \times \sin(\delta) + \cos(\varphi) \times \cos(\omega)) \dots\dots\dots (I.4)$$

حيث:

- ✓ تمثل زاوية الميل الشمسي δ
- ✓ زاوية الساعة الشمسية ω
- ✓ زاوية دائرة العرض φ

❖ زاوية السمт الشمسي a :

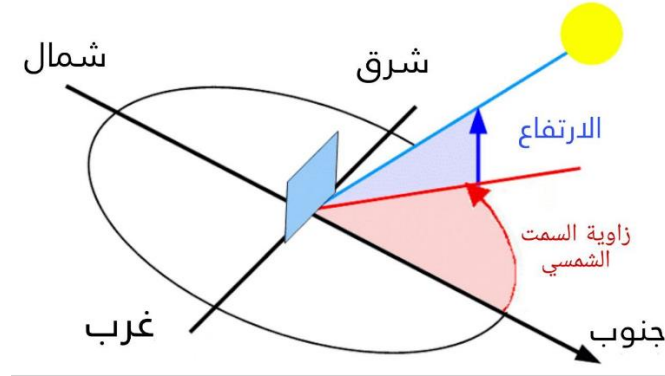
عبارة عن الزاوية الأفقية المحصورة بين خط مسقط الأشعة الشمسية على المستوى الأفقي والخط المتطابق مع اتجاه الجنوب الجغرافي ويمكن تحديدها بدلالة زاوية الإنحراف وزاوية الوقت الشمسي وزاوية الإرتفاع الشمس [18] .

حيث:

$$a \in [-90^\circ, 90^\circ]$$

وتحسب بالعلاقة التالية:

$$a = \sin^{-1} \left(\frac{\cos(\delta) \times \sin(\omega)}{\cos(h)} \right) \dots \dots \dots (I.5)$$



الشكل 15.I: زاوية سمت الشمس

❖ زاوية سمت الرأسى Z :

هي الزاوية بين الشعاع الشمسي وسمت الأرض (الخط الشاقولي المار بالموقع) وبذلك فهي متممة زاوية الارتفاع الشمسي [19].

وتعطى بالعلاقة التالية:

$$Z = \frac{\pi}{2} - h \dots \dots \dots (I.6)$$

5.5.I تحديد توقيت الشروق والغروب:

عند الشروق والغروب تنعدم زاوية الارتفاع الشمس h (الشعاع الشمسي منطبق على سطح الأرض)

$$h = 0 \rightarrow \sin(h) = 0 \dots \dots \dots (I.7)$$

ومنه نتحصل على قيمة زاوية الساعة الشمسية (ω) للشروق أو الغروب [22]:

$$\omega = \cos(-\tan(\varphi) \times \tan(\delta)) \dots \dots \dots (I.8)$$

ومنه يكون التوقيت الشمسي للشرق والغروب بالعلاقة التالية:

$$TVS = \frac{\omega}{15} + 12 \dots \dots \dots (I.9)$$

حيث عند الشروق $\omega < 0$ ، و عند الغروب $\omega > 0$

ويمكن حساب مدة التشميس خلال النهار بالعلاقة التالية:

$$\Delta T = 2 \times \frac{|\omega|}{15} \dots \dots \dots (I.10)$$

6.I النظام الكهروضوئي:

يعد النظام الكهروضوئي أو نظام الطاقة الشمسية نظاما للطاقة مصمما لتوفير الطاقة الشمسية القابلة للاستخدام من خلال وحدات الطاقة الشمسية التي تتكون من مجموعة من العناصر بما في ذلك الألواح الشمسية لاستقبال وتحويل أشعة الشمس إلى كهرباء، وعاكس للطاقة الشمسية لتغيير التيار الكهربائي من DC إلى AC وكذلك التركيب، والأسلاك، والملحقات الكهربائية الأخرى لإنشاء نظام عمل [10].

1.6.I اللوح الكهروضوئي :

اللوحة الشمسية الكهروضوئية هو عدد من الخلايا الشمسية الكهروضوئية و المتصلة مع بعضها البعض كهربائيا ويتم تغليفها في وحدة واحدة وذلك لحمايتها وحماية الأسلاك التي تربطها معا كهربائيا من الظروف والعوامل الجوية الخارجية [20].

2.6.I مكونات اللوح الكهروضوئي:

❖ الزجاج (السطح الامامي للألواح):

هناك العديد من المواد التي يمكن استخدامها في السطح الامامي للألواح، ولكن يشيع استخدام الزجاج المقوى من الحديد لأنه منخفض التكلفة وقوي ومستقر وشفاف للغاية وغير منفذ للماء ذلك لأنه يجب أن تكون المادة المستخدمة كسطح أمامي للألواح الشمسية الكهروضوئية تتمتع بشفافية عالية لمرور الأطوال الموجية في

النطاق 350 نانومتر الى 1200 نانومتر كذلك يجب أن يكون السطح غير منفذ للماء وأن تكون مستقرة تحت التعرض للأشعة فوق البنفسجية لفترات طويلة، كما أن الزجاج الأمامي يعتبر أثقل جزء في الألواح الكهروضوئية [20].

❖ مادة التغليف (encapsulant):

مادة الإسياتات فينيل الإيثيل (EVA-Ethylene vinyl acetate) هي المادة الأكثر استخداما كمادة تغليف في صناعة الألواح الكهروضوئية، وتأتي طبقة ال EVA كصفائح رقيقة يتم إدخالها بين الخلايا الشمسية الكهروضوئية والسطح العلوي وما بين الخلايا الشمسية الكهروضوئية و السطح السفلي، و من ثم يتم تسخين هذه الطبقة إلى درجة حرارة تصل إلى 150 درجة لبلمره مادة ال Ethylene vinyl acetate وربط مواد اللوح الكهروضوئي، ويتم استخدام مواد التغليف لضمان التصاق الخلايا الشمسية الكهروضوئية بالسطح العلوي والسطح السفلي للألواح [20].

❖ الطبقة الخلفية (Backsheet):

يجب أن تتميز المواد المستخدمة في صناعة الطبقة الخلفية (Backsheet) للألواح بمقاومة حرارية منخفضة، ويجب أن تمنع دخول الماء أو بخار الماء إلى داخل الألواح الكهروضوئية، وكما يجب أن توفر العزل الكهربائي اللازم للألواح الكهروضوئية [20].



الشكل 16.1: طبقة خلفية شفافة

❖ الإطار المعدني:

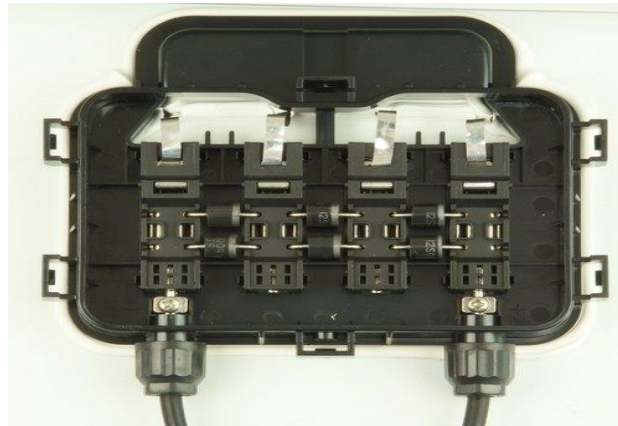
الإطار المعدني يعتبر أحد الأجزاء الأخيرة التي يتم تجميعها أثناء عملية تصنيع الألواح الكهروضوئية، ويصنع عادةً من مادة الألمنيوم، دوره ضمان متانة الألواح الكهروضوئية، وهناك أنواع خاصة من الألواح الكهروضوئية تأتي بدون إطار (Frameless PV Modules) أو بإطارات بلاستيكية بدلاً من المعدنية [20].



الشكل 17.1: الإطار المعدني للألواح الشمسية الكهروضوئية.

❖ علبة التوصيل (Junction Box):

يعتبر دور علبة التوصيل (Junction Boxes) في الألواح الكهروضوئية إيصال التوصيلات الكهربائية داخل الألواح إلى الخارج، وتحتوي علبة التوصيل على صمامات ثنائية (By-pass Diodes) وظيفتها بشكل أساسي منع نشوء النقاط الساخنة (Hot-Spots) التي من الممكن أن تلحق الضرر بالخلايا الكهروضوئية.



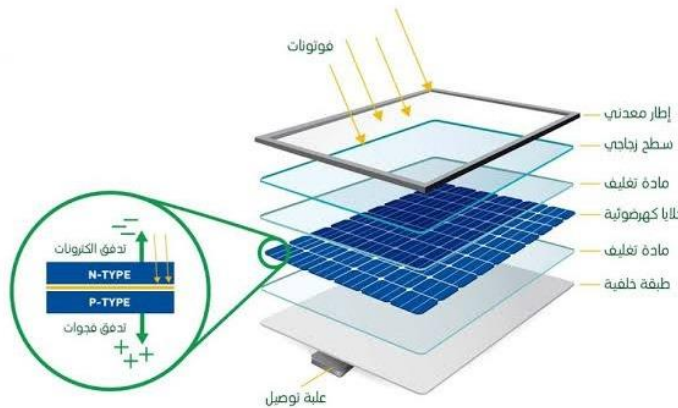
الشكل 18.1: علبة التوصيل

❖ الخلايا الكهروضوئية:

الخلية الكهروضوئية (PV) هي تقنية تحول الطاقة الشمسية إلى كهرباء مفيدة من خلال عملية تسمى التأثير الكهروضوئي، يوجد عدة أنواع مختلفة من الخلايا الكهروضوئية التي تستخدم جميعها أشباه الموصلات للتفاعل مع الفوتونات القادمة من الشمس من أجل توليد تيار كهربائي [21].

❖ مكونات الخلية الكهروضوئية:

تتكوّن الخلية الكهروضوئية من طبقتين مصنوعتين من مادة شبه موصلة إحداهما طبقة موجبة ، والطبقة الثانية طبقة سالبة تحمل الإلكترونات، ويغلبُ استخدام مادة السيليكون كمادة نصف ناقلة في الخلية الشمسية الذي يختلف في تركيب كلا الطبقتين من حيث الشوائب الموجودة فيه، فالطبقة السالبة مصنوعة من سيليكون بلوري فيه نسبة خفيفة من شوائب الفوسفور، وعدد كبير من الإلكترونات الحرة وهو السبب لتسميتها بالطبقة السالبة، أما الطبقة الموجبة فيكون السيليكون المستخدم فيها بنسبة قليلة من شوائب البورون وعدد قليل من الإلكترونات الحرة، وتعرف الإلكترونات المفقودة بالثقوب [21].



الشكل 19.I: مكونات اللوح الكهروضوئي والخلية الكهروضوئية

❖ آلية عمل الخلية الكهروضوئية:

يتمثل العمل الرئيسي للخلايا الكهروضوئية في تحويل طاقة الفوتون الموجودة في الأشعة الشمسية الساقطة على الخلية إلى طاقة كهربائية نتيجة تأثير الفعل الكهروضوئية، وتتمّ هذه العملية وفق الخطوات التالية:

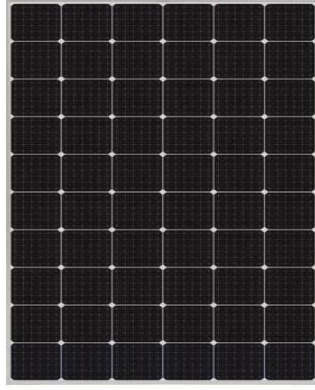
- ✓ تمتصّ الخلية الكهروضوئية فوتونات الضوء الساقط عليها الذي يفكك إلكترونات السيليكون، ويؤدي إلى تشكل الإلكترونات.
- ✓ تتدفق الإلكترونات بين طبقتي السيليكون المستخدمة في الخلايا الكهروضوئية التي تعالج بهدف إنشاء مجال كهربائي يسمح بتدفق الإلكترونات الحرة في اتجاه واحد، ينتج عنه فرق في الجهد يؤدي إلى توليد تيار كهربائي.
- ✓ يتولد التيار الكهربائي، ويندمج مع خلايا شمسية أخرى تؤدي إلى تدفق التيار الكهربائي عبر أسلاك التوصيل [21].

7.I أنواع الخلايا الكهروضوئية:

1.7.I الخلايا السيليكونية :

❖ الخلايا السيليكونية أحادية البلورة:

أغلب الخلايا السيليكونية أحادية البلورة المتوفرة في الأسواق تتمتع بكفاءة تقارب 15%، وتعرّف الكفاءة على أنها النسبة المئوية للطاقة الشمسية التي يتم البلور تحويلها إلى كهرباء عند ملامسة اللوح الكهروضويسي، ونظراً للكفاءة العالية للخلايا السيليكونية الأحادية البلورية، فإن سعرها مرتفع جداً وذلك راجع إلى استخدام السيليكون عالي النقاوة والمصنوع من بلورة واحدة، وكذلك تكاليف التصنيع العالية وحاجتها لعمّال مهرة، في الوقت الحالي يتم تصنيع بعض الخلايا من السيليكون ذو النقاوة المنخفضة، وتكون هذه الخلايا أرخص سعراً وتصنع بتكلفة أقل باستخدام عمليات بسيطة ومنخفضة التكلفة، هذه الخلايا تتمتع بكفاءة أقل وعمر زمني أقل أيضاً [10].



الشكل 20.I: لوح كهروضمسي مصنوع من الخلايا السيليكونية أحادية البلورة

❖ الخلايا السيليكونية متعددة البلورات:

خلايا السيليكون متعددة البلورات أرخص وأسهل في عملية التصنيع من الخلايا السيليكونية أحادية البلورة بسبب نقاوتها الأقل كما أنها تتميز بكفاءة أقل وذلك راجع إلى تراكم حاملات الشحنة (الإلكترونات والثغوب) التي تولدها الفوتونات المتولدة عن طريق الإشعاع الشمسي عند حدود حبيبات السيليكون المتعددة البلورات، تصل كفاءة الخلايا السيليكونية متعددة البلورات إلى 12% أو أكثر بقليل [10].

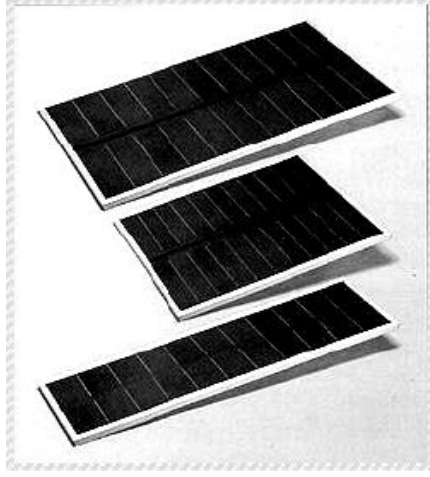


الشكل 21.I: لوح كهروضمسي مصنوع من الخلايا السيليكونية متعددة البلورات.

❖ الخلايا السيليكونية العشوائية:

يمكن تصنيع الخلايا الكهروضمسية العشوائية بطريقة أرخص من طرق تصنيع الخلايا السيليكونية الأحادية والمتعددة البلورات، وهذه الخلايا تسمى بالخلايا السيليكونية العشوائية حيث تكون ذرات السيليكون فيها أقل ترتيباً من النوع البلوري، ففي السيليكون العشوائي لا ترتبط كل ذرة ارتباطاً كاملاً مع الذرات المجاورة، إنما تترك ما يسمى بالربط المتدلي، وتستطيع امتصاص إلكترونات إضافية عند إجراء عملية الطلاء، ومن سلبيات

هذه الخلايا قلة كفاءتها مقارنة بالخلايا السيليكونية البلورية الأحادية والمتعددة البلورات، وأعلى كفاءة تم الحصول عليها مخبريا لا تتجاوز 12% [10].



الشكل 22.1: لوح كهروضمسي مصنوع من خلايا سيليكونية عشوائية.

❖ الخلايا السيليكونية الشريطية:

يتم في هذه الطريقة انتاج شريط من السليكون احادي البلورة باستخدام سليكون متعدد البلورية او من سليكون احادي المذاب [19].

2.7.I خلايا الغاليوم ارسنايد:

إن السيليكون ليس المادة الوحيدة المناسبة لصناعة الخلايا الشمسية، حيث يمكن استخدام مواد أخرى مثل الغاليوم أرسنايد التي تتمتع ببنية بلورية مشابهة للسليكون، هذه المادة مناسبة جدًا للاستخدام في تطبيقات الخلايا الشمسية لأنها تمتلك معامل امتصاص عالٍ للضوء وكفاءة جيدة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للغاليوم أرسنايد أن تعمل تحت درجات حرارة عالية نسبيًا دون أن يؤثر ذلك على أدائها، وهذا يميزها عن الخلايا السيليكونية وبعض الشبه الموصلات الأخرى التي تعاني من هذه المشكلة، يمكن استخدام هذه الميزات في نظام الخلايا الشمسية المركزة، وتجدر الإشارة إلى أن تكلفة تصنيع هذه الخلايا أعلى من تكلفة تصنيع الخلايا السيليكونية، وذلك بسبب عمليات الإنتاج الأقل تطورًا حاليًا، تستخدم هذه الخلايا حين الحاجة إلى خلايا ذات كفاءة عالية، مثل التطبيقات في المجال الفضائي [19].

3.7.I خلايا الكوبرانديوم ديسلنايد:

وهي مواد من اشباه النواقل مركبة من النحاس والاندنيوم والسيلنايد، وقد استخدمت في تصنيع خلايا وصلت كفاءتها مخبريا الى 12%، هذا النوع من الخلايا لا يعاني من مشكلة نقصان الكفاءة عند الاستخدام الذي ظهر في الخلايا السيليكونية العشوائية، وبما ان مادة الانديوم مادة غالية الثمن وبالرغم من ان الكمية المستخدمة قليلة فان ذلك يؤثر على سعرها، من مساوئ طريقة تصنيع هذه الخلايا هو استخدام الهيدروجين والسيلينايد وهو سام جدا ويسبب مشاكل صحية كبيرة في حالة حدوث خلل عند التصنيع [19].

4.7.I خلايا الكادميوم تليرايد:

هي مواد من اشباه النواقل تتألف من الكادميوم والتليرايد، وصلت كفاءة هذه الخلايا ما بين 10% بدون تناقص في الكفاءة عند الاستخدام، من محاسنها ان عملية تصنيعها بسيطة ورخيصة باستعمال الطلاء الكهربائي، ومن مساوئها ان الكادميوم مادة سامة جدا [19].

8.I خاتمة:

درسنا في هذا الفصل الطاقات المتجددة، حيث تطرقنا الى مصادرها واستخداماتها، إيجابياتها وسلبياتها، وركزنا في دراستنا على الطاقة الشمسية بصفة خاصة، حيث تعرفنا على الاشعاع الشمسي انواعه ومختلف الزوايا الشمسية، ثم ختمنا هذا الفصل بالنظام الكهروضوئي واستخدام الالواح الشمسية من اجل توليد التيار الكهربائي.

مراجعة الفصل الأول

- [1] : يسري مصطفى، الطاقة المتجددة الموارد والتكنولوجيا، 2020/03/02.
- [2]: هاني عبد القادر عمارة، الطاقة وعصر القوة، 2012.
- [3] : عيسى بن لخضر، يوسف افتخار، واقع الطاقات المتجددة في الجزائر وأفاقها المستقبلية دراسة تقييمية، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصر، 2020.
- [4] : عبد النور شباط، موزاي بلال، مكانة الطاقات المتجددة بالجزائر في ظل توجه نظام الطاقة العالمي، مجلة مدارات السياسة، 2022.
- [5] : أحمد صلاح محمد طه، أسامة حسن موسى وآخرون، الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في ضوء التجارب الدولية دراسة حالة مصر، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية الاقتصادية والسياسية، 2018 .
- [6] : بورحلي ايمان، دور الطاقات المتجددة في الحفاظ على استدامة نظام الطاقة، 2021/2020.
- [7] : إبراهيم عبد الله، عبد الرؤوف محمد، مجلة البحوث القانونية والاقتصادية 2013.
- [8] : معامير سفيان، دور الطاقات المتجددة في حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة أطروحة لنيل شهادة الدكتوراة، 2019/2018.
- [9] : الطيف عبد الكريم، كوراد فاطيمة، مجلة التنمية الاقتصادية الطاقات المتجددة في الجزائر وفرص تحقيق الإنتقال الطاقوي، 2019.
- [10]: ديدة صفاء، راشدي اميرة، مساهمة لدراسة تاثير تغير المناخ على الطاقة الشمسية وإيجاد حلول للتخفيف منها في منطقة ورقلة ، مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر اكايمي، 2021.
- [11] : ميده أسماء، صغيري منال، معالجة التاثير الموسمي على التقطير الشمسي في ولاية الوادي، مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر اكايمي، 2020.

[12] : د.م. رافت اسماعيل رمضان، د.ع. جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، دار الشروق، القاهرة، 1988.

[13] : <https://solarabic.com> 26/11/2023 .

[14] : <https://projectsuppliers.net> 26/11/2023. إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية

[15] : مصطفى احمد محمد نجيب، العلاقة المتداخلة بين الاشعاع الشمسي والغيوم في مدينة الموصل، مذكرة ماجستير جامعة الموصل، 2008.

[16]: أولاد سالم حليلة، تقدير الإشعاع الشمسي في منطقة ورقلة وتأثير طرق التتبع الشمسي وزوايا توجيه اللاقط على شدة الإشعاع، مذكرة ماستر اكاديمي، 2016/2015.

[17]: شابوعات أحلام، فارسي ايمان، الحساب النظري والعملي لزوايا الميل المثلى للمرايا المسطحة في المركبات الشمسية الكهروضوئية بمنطقة ورقلة، مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر اكاديمي، 2019 .

[18] : تاتي مريم، بسملة رجاء، تأثير الغبار على الألواح الشمسية الكهروضوئية، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي، 2019 .

[19]: سماحي سهيلة، فعالية أداء الخلايا الشمسية الكهروضوئية في ورقلة وتأثير الإشعاع الشمسي والعوامل المناخية عليها، 2016 .

[20] : <https://thesolarest.com> 04/12/2023.

[21] : <https://www.gea-jordan.academy/ar/> 01/12/2023 الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتطبيقاتها

[22]: سوداني محمد البار، تحقيق عملي لمركز شمسي اسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي، 2018.

الفصل الثاني:

دراسة الأروينو

1.1.II . مقدمة:

منذ زمن ليس ببعيد كان العمل على صناعة دارة إلكترونية للقيام بوظيفة معينة يستلزم بناء تركيب معقد يتطلب الكثير من العناصر الإلكترونية، وكانت هذه الدارات ثابتة التصميم وإعادة تغيير أو تعديل جزء بسيط فيها يتطلب عمليات معقدة مثل اللحام وقطع الأسلاك وإعادة النظر في المخططات الإلكترونية وغيرها من الأمور التي تتطلب جهداً ووقتاً، لكن بفضل التطور التكنولوجي في مجال أشباه الموصلات واختراع الدارات المندمجة (Integrated Circuit) أصبح من الممكن وضع دارة إلكترونية كاملة على شريحة صغيرة لا يتجاوز حجمها رأس الدبوس، كما أدى هذا التطور إلى ظهور جيل خاص من الدارات الإلكترونية يعرف بالمتحكمات الدقيقة (Micro Controller) وهي أشبه بكمبيوتر مصغر قابل للبرمجة لأداء مجموعة من الوظائف كقراءة درجة الحرارة، التحكم في محرك أو حتى إدارة خطوط الإنتاج في المصانع الكبرى، وكل هذا يتم عن طريق أوامر برمجية وبهذا تحولت تقنية صناعة الدارات والأنظمة الإلكترونية من التصميم الإلكتروني البحت المعتمد على المكونات الصلبة فقط إلى أوامر برمجية سهلة الكتابة والتعديل .

كانت شركة آتمل من أكثر الشركات اهتماماً بمجال صناعة وتطوير المتحكمات الدقيقة، حيث أحدثت ثورة حقيقية في هذا المجال بفضل متحكماتها الدقيقة التي تُستعمل في أغلب إصدارات بطاقة الأردوينو التي أحدثت ثورة علمية في الإلكترونيك وفي موضوع فصلنا هذا سنتطرق إليها بالتفصيل.

2.II تعريف الأردوينو:

يُعرف بأنه عبارة عن لوحة إلكترونية مفتوحة المصدر لتطوير الكثير من الأفكار والمشاريع المتعلقة بالتحكم الآلي بصورة سهلة وبسيطة عن طريق استخدام لغة البرمجة مفتوحة المصدر تسمى، Arduino C ويتم برمجة اللوحة باستخدام برنامج خاص يسمى Arduino IDE ويتميز هذا البرنامج بالبساطة والمرونة في التعامل ويخلو من أي تعقيدات في المظهر العام، ويحتوي فقط على ما يحتاجه المبرمج. ويعرف الباحثون نظام الأردوينو إجرائياً بأنه: "هو لوحة إلكترونية يتم برمجتها بأحد لغات البرمجة المخصصة لذلك للتحكم في بيئات التعلم عن بعد" [1].

3.II تاريخه:

في بدايات الألفية الثالثة ظهر من معهد التصميم التفاعلي في إفريقيا بإيطاليا فكرة الأردوينو من قبل فريق صغير يتكون من خمس أشخاص فقط، وهم ماسيمو بانزي وديفيد كوارتيليس وجيانلوكا مارتينو وتوم إيجوي وديفيد ميليس، كانت الأسباب التي دفعت هذا الفريق إلى إبتكار الأردوينو هو كون وحدات التحكم المصغرة Microcontrollers كانت صعبة في التحكم والبرمجة في هذا الوقت، كما أنه لإنشاء لوحة تحكم واحدة مكونة من الأجزاء الأساسية مثل المدخلات والمخرجات والذاكرة وما شابه، ستضطر لأن تدفع الكثير من الأموال، والتي قد تصل إلى 100 دولار وهو مبلغ كبير في بدايات الألفينيات.

هذا ما دفع هذا الفريق إلى محاولة التوصل وصنع نماذج سهلة الاستخدام سواء من الناحية البرمجية Software أو من ناحية الهاردوير Hardware، وذلك من أجل أن يستخدمها الطلاب والباحثون وحتى الفضوليين في أي مكان وفي أي وقت لصنع ما يخطر على بالهم من دون أن يتكبدوا عناء الخوض في التفاصيل التقنية الصعبة، ولا أن يضطروا لدفع المبالغ الباهظة من أجل هذا.

أما عن الاسم أردوينو، فهو مأخوذ من مكان كان يعتاد فيه ماسيمو بانزي -أحد أفراد الفريق- أن يجلس وأن يقابل باقي أفراد الفريق فيه، وهذا الاسم نفسه مأخوذ من حاكم كان يحكم منطقة إفريقيا حوالي العام 1002 ميلادي والذي سمي هذا المكان باسمه تخليدًا لذكراه، والتي سٌخذل أهد الحياة بسبب لوحات التحكم الخاصة بالأردوينو [2].



الشكل 1.II: فريق صانعي الأردوينو.

4.II أنواعه:

تطورت تصاميم ولوحات منصة الأردوينو بمرور الوقت لتلبية احتياجات المستخدمين المتنوعة، تم تحسين هذه التصاميم لتناسب مع مختلف المشاريع والتطبيقات، بما في ذلك عدد المداخل والمخارج للتحكم في مجموعة أوسع من الأجهزة وربط مزيد من الحساسات بالبطاقة، كما تم توفير مجموعة متنوعة من أنواع المتحكمات الدقيقة وتحسين سرعة عمل المعالج، مع الحرص على تحسين تكلفة البطاقة لتكون أكثر ملاءمة واقتصادية للجميع سنذكر فيما يلي بعضاً من أشهر أنواع الأردوينو المستعملة بكثرة في مجال الإلكترونيك.

1.4.II أردوينو أونو Arduino UNO:

هو أشهر نوع من ألواح الأردوينو حيث يعتبر الأسهل للاستخدام والتعلم وهو عبارة من دائرة الكترونية تحتوي على 14 منفذاً رقمياً (مدخل/مخرج) مرقمين من 0 إلى 13 تستعمل للتوصيلات الالكترونية يمكن استخدامها 6 منها كمخارج للتعديل الرقمي المعتمد على عرض النبضة (PMW) Pulse-Width Modulation ويحتوي على 8 منافذ للطاقة و6 مداخل تماثلية مرقمة من A0 إلى A5 كما يحتوي على شريحة الميكرومراقب ATmega 328P التي من مميزات أنها قابلة للاستبدال بالإضافة إلى زر إعادة الضبط ومدخل USB للربط بالحاسوب [3].



الشكل 2.II: بطاقة أردوينو أونو Arduino UNO .

جدول 1.ii: خصائص Arduino Uno.

ATmega328P	نوع المتحكم
14	عدد المنافذ الرقمية
6	عدد المنافذ التماثلية
6	عدد منافذ PWM
2 Kb	ذاكرة RAM
32 Kb	ذاكرة الكود
1 Kb	ذاكرة EEPROM
6.8*5.3 سم	الابعاد

2.4.II أردوينو ميغا Arduino MEGA:

أردوينو ميغا هي لوحة تعتمد على شريحة الميكرومراقب ATmega2560 تحتوي على 54 منفذا رقميًا للإدخال/الإخراج (15 منها يمكن استخدامها كمخرجا PWM)، و16 مدخلًا تماثليًا، و4 منافذ تسلسلية للأجهزة، ومذبذب بلوري 16ميگاهرتز، ومنفذ اتصال USB، ومقبس طاقة، وزر إعادة الضبط، تم تصميم هذا النوع من الأردوينو من أجل المشاريع المعقدة كالطابعة ثلاثية الابعاد والمشاريع الروبوتية الحسية [4].



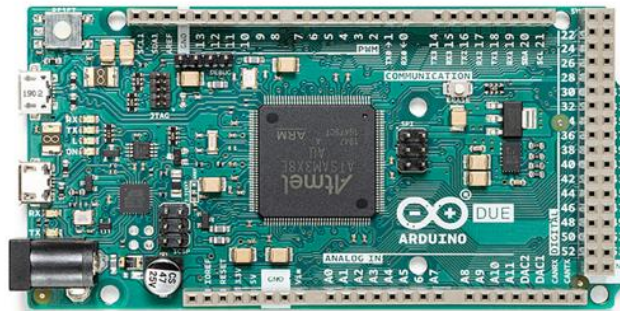
الشكل 3.II: بطاقة الأردوينو ميغا Arduino mega

جدول 2. II: خصائص Arduino Mega

ATmega256	نوع المتحكم
54	عدد المنافذ الرقمية
16	عدد المنافذ التماثلية
15	عدد منافذ PWM
8 Kb	ذاكرة RAM
4 Kb	ذاكرة EEPROM
256 Kb	ذاكرة الكود
10*5.3 سم	الابعاد

3.4.II الأردوينو دوو Arduino Due:

لوحة التطوير Arduino Due تتميز بالقوة والأداء العالين في المشاريع التطويرية، يحتوي على متحكم دقيق من نوع Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 الذي يعمل بسرعة تصل إلى 84 ميغاهرتز، يعمل هذا المتحكم عند جهد تشغيل 3.3 فولت بدلاً من 5 فولت الذي يعتمد عليه أنواع أردوينو الأخرى، يجب أخذ هذا في اعتبارك عند توصيله بدوائر أخرى، حيث قد لا تكون بعض الدوائر الإضافية متوافقة مع هذا الفرق في الجهد باختصار، Arduino Due هي خيار متقدم وفعال لمشاريع التطوير، ولكن يجب التنبيه إلى فارق الجهد عند التفاعل مع دوائر إضافية [3].



الشكل 4. II: بطاقة الأردوينو دوو Arduino due

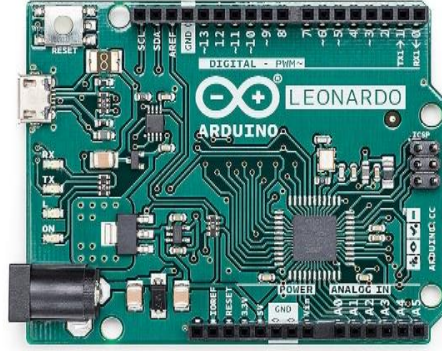
جدول 3. II: خصائص Arduino Due.

Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3	نوع المتحكم
54 (مدخل / مخرج)	عدد المنافذ الرقمية
12 منفذ	عدد منافذ PWM
4 منافذ	عدد المنافذ التسلسلية UART
12	عدد المداخل التماثلية
2	عدد المخارج التماثلية
10.4*5.3 سم	الابعاد
96Kb	ذاكرة EEPROM

4.4. II: الأردوينو ليوناردو Arduino Leonardo:

Arduino Leonardo عبارة عن لوحة تحكم دقيقة تعتمد على ATmega32u4. يحتوي على 20 منفذ إدخال/إخراج رقمي (7 منها يمكن استخدامها كمخرجات PWM و12 كمدخل تناظري)، ومذبذب كريستال 16 ميغاهرتز، ووصلة USB صغيرة، ومقبس طاقة، ورأس ICSP، وزر إعادة الضبط. أنه يحتوي على كل ما يلزم لدعم وحدة التحكم الدقيقة. ما عليك سوى توصيله بجهاز كمبيوتر باستخدام كابل USB أو تشغيله باستخدام محول تيار متردد إلى تيار مستمر أو بطارية للبدء.

يختلف ليوناردو عن جميع اللوحات السابقة في أن ATmega32u4 يحتوي على اتصال USB مدمج، مما يلغي الحاجة إلى معالج ثانوي. وهذا يسمح لليوناردو بالظهور على جهاز كمبيوتر متصل كقارة ولوحة مفاتيح [4].



الشكل 5.ii: بطاقة الأردوينو ليوناردو Arduino Leonardo

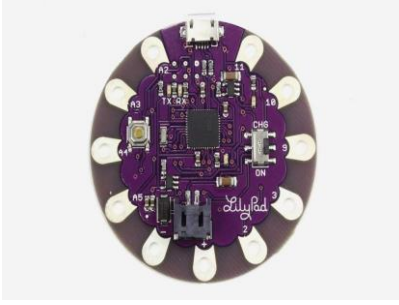
جدول 4.ii: خصائص Arduino Leonardo

ATmega32u4	نوع المتحكم
20 (مدخل/مخرج)	عدد المنافذ الرقمية
7منفذ	عدد منافذ PMW
16 MHz	سرعة المعالج
12	عدد المداخل التماثلية
لا يوجد	عدد المخرجات التماثلية
6.7*5.3 سم	الابعاد
1Kb	ذاكرة EEPROM

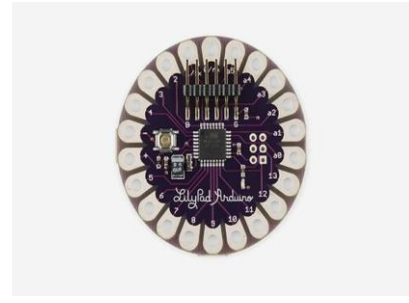
5.4.II أردوينو ليلي باد Arduino lilypad:

صممت لوحات ليلي باد لتعمل مع المنسوجات الالكترونية E-textiles، تقدم نفس وظائف لوحات الأردوينو الأخرى مع مزايا أخرى مثل خفة الوزن ودائرية الشكل، ولها منافذ خرج كبيرة ودائرية الشكل بهدف تسهيل عملية الاتصال والربط مع الملابس، يوجد عدة إصدارات للوحات ليلي باد منها:

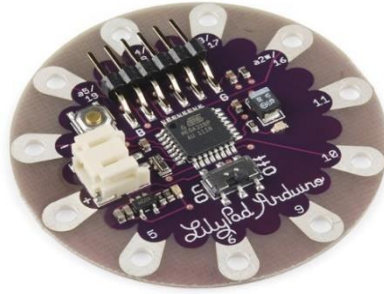
Lilypad main board، Lilypad simple، Lilypad USB [5].



الشكل II.7 : Lilypad USB



الشكل II.6 : Lilypad main board



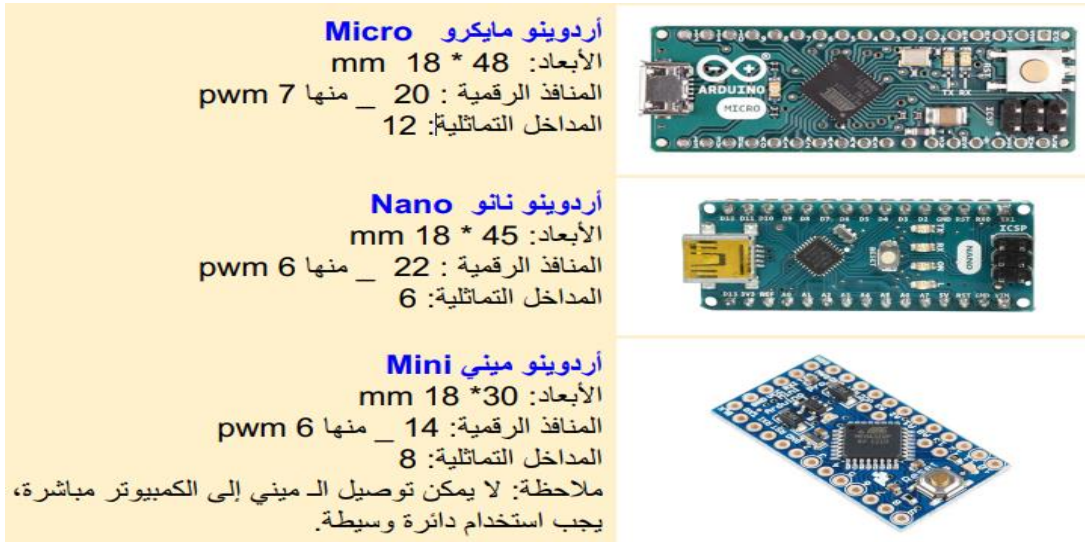
الشكل II.8 : Lilypad simple

جدول II.5: خصائص Arduino Lilypad

Simple	USB	Main board	ليلي باد
ATmega328	ATmega 32u4	ATmega 168 او ATmega 328	نوع المتحكم
9	9	14	عدد المنافذ الرقمية
5	4	6	عدد منافذ PWM
8MGz	8MGz	8MGz	سرعة المعالج
4	6	6	عدد المداخل التماثلية
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	عدد المخارج التماثلية
2Kb	2.5Kb	1Kb	الذاكرة SRAM
1Kb	1Kb	512Kb	الذاكرة EEPROM

6.4.II الإصدارات المصغرة من الأردوينو (ميني، ماكرو، نانو):

تستخدم هذه الإصدارات من الأردوينو من اجل تصغير المشاريع والدارات قدر الإمكان، لهذا تم صنع العديد منها في مجال الإلكترونيك [3].



الشكل 9.II: الإصدارات المصغرة من الأردوينو

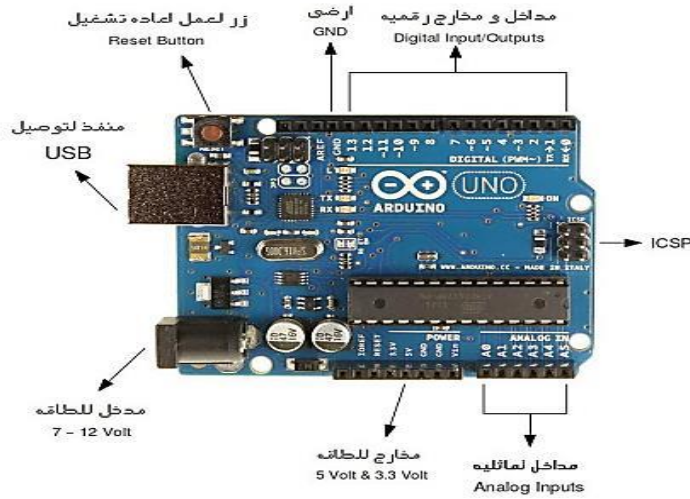
لم يقتصر تصنيع الشركة الرسمية على الأنواع التي تطرقنا إليها فقط بل قامت بتطوير وتصنيع العديد من الإصدارات بمختلف الأشكال والحجوم لتناسب مع مختلف التطبيقات والمشاريع البسيطة منها والمعقدة ويبين الشكل أشهر إصدارات أردوينو الرسمية.

ENTRY LEVEL	UNO	LEONARDO	101	ROBOT	ESPLORA	MICRO	NANO	MINI	
ENHANCED FEATURES	MEGA	ZERO	DUE	MEGA ADK	PRO	MO	MO PRO	MKRZERO	PRO MINI
INTERNET OF THINGS	YÚN	ETHERNET	TIAN	INDUSTRIAL 101	LEONARDO ETH	MKRFOX 1200	MKR1000		
WEARABLE	GEMMA	LILYPAD ARDUINO USB	LILYPAD ARDUINO MAIN BOARD	LILYPAD ARDUINO SIMPLE					

الشكل 10.II: أشهر إصدارات الأردوينو الرسمية

5.II الأردوينو أونو Arduino UNO:

يعتبر هذا النوع من الأردوينو أكثر نوع استخداما وشيوعا وأبرز مكوناته:



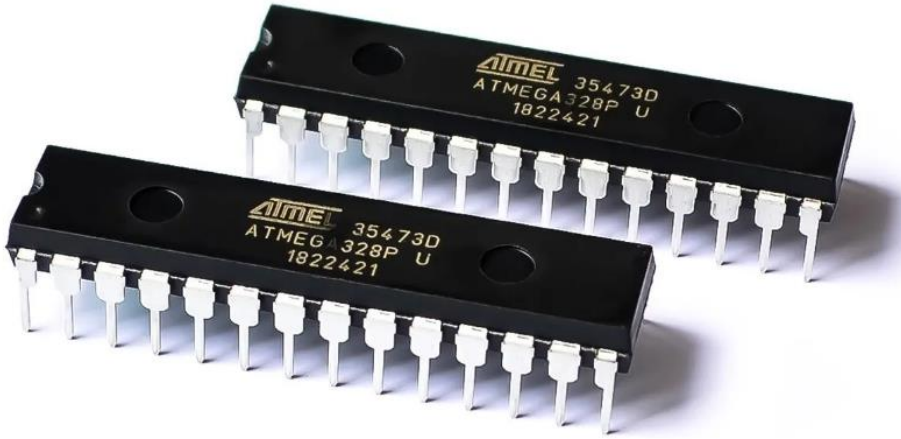
الشكل 11.II: مكونات الأردوينو أونو

❖ المتحكم ATMEGA328P:

يعتبر المتحكم الدقيق Le microcontrôleur أهم عنصر في لوحات الأردوينو، بحيث أنه هو المسؤول عن عملية البرمجة، فبالنسبة للوح الأردوينو أونو نجد فيه المتحكم ATmega328P المطور من طرف شركة ATMEL نذكر أهم خصائصه في الجدول التالي [5]:

جدول 6.II: خصائص المتحكم ATmega328p

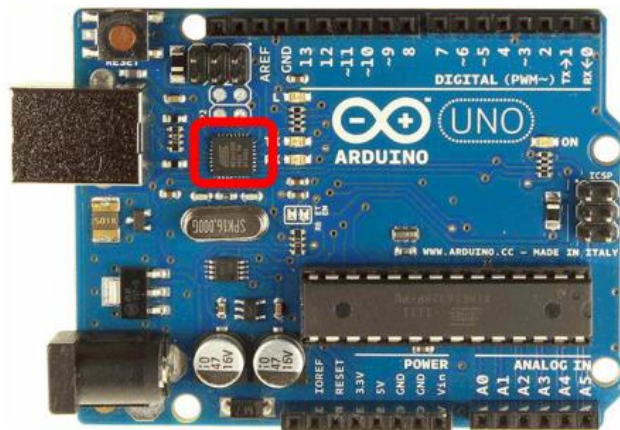
الخاصية	القيمة
نوع المعالج	8-bit AVR
تردد العمل الأعظمي	20 MHz
الأداء	يستطيع المتحكم تنفيذ مليون تعليمة في الثانية (MIPS) مند عمل تردد 1MHz
سعة ذاكرة البرنامج	32 Kb
سعة ذاكرة SRAM	2 Kb
سعة ذاكرة EEPROM	1 Kb
عدد الأرجل	28 Pin



الشكل 12. II: المتحكم ATmega328P

❖ المتحكم الثانوي ATmega 16U2 :

دور متحكم atmega16u2 هو توفير واجهة التواصل بين الكمبيوتر والميكروكونترولر الرئيسي في الدائرة الإلكترونية، يستخدم عادة في لوحات التطوير مثل Arduino Uno R3 و Arduino Mega 2560 يعمل المتحكم على تحويل بيانات الاتصال المتسلسلة (مثل USB) إلى بروتوكول الاتصال الخاص بالميكروكونترولر (مثل UART) والعكس، يمكن استخدامه أيضًا لتنفيذ وظائف إضافية مثل التحكم في المؤشرات الضوئية والتوصيل بأجهزة أخرى عبر واجهات مختلفة، باختصار يقوم atmega16u2 بتسهيل التواصل بين الكمبيوتر والميكروكونترولر الرئيسي لتحقيق التحكم والبرمجة وتنفيذ الوظائف الإضافية.



الشكل 13. II: المتحكم ATmega16U2

❖ مداخل ومخارج الطاقة power pins :

Vin: يمكننا من خلال هذا المنفذ تطبيق مصدر تغذية خارجي بدلا من منفذ USB و مقبس الطاقة، و يتراوح الجهد المطبق ما بين 7V و 12V.

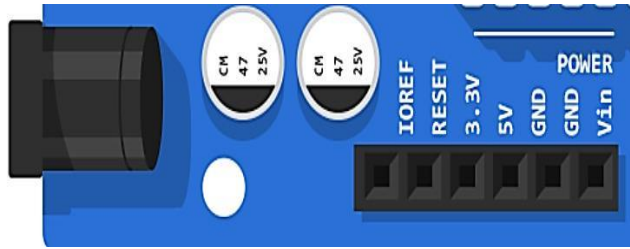
GND: و هما منفذان يمكن الاستفادة منهما عند ربط اللوحة مع دارات أخرى.

5V: مصدر للجهد بقيمة 5V يمكن استخدامه لتغذية الدارات الخارجية المربوطة مع اللوحة .

3.3V: مصدر للجهد بقيمة 3.3V من الممكن استخدامه لتغذية الدارات الخارجية المربوطة مع اللوحة، أعظم تيار يقدمه هذا المنفذ هو 50mA.

RESET: من خلال هذا المنفذ يتم إعادة تشغيل لوحة الأردوينو، و ذلك من خلال تطبيق 0V عليه.

IOREF: يقدم هذا المنفذ الجهد المرجعي الذي يعمل فيه المتحكم الصغري.



الشكل 14. II: مداخل ومخارج الطاقة Power Pins

❖ المداخل التماثلية:

تتكون من 6 منافذ (A0-A5) وتسمح بإدخال إشارات تماثلية يتم تحويلها الى إشارة رقمية.



الشكل 15. II: المداخل التماثلية Analog Inputs

❖ المداخل والمخارج الرقمية:

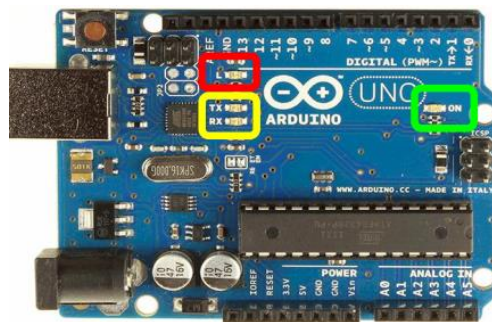
عددها 14 (من 0 الى 13) وهي تستخدم لإدخال او اخراج إشارة رقمية من لوحة الأردوينو (تبرمج كمدخل او كمخرج) يمكن ان يمد المنفذ الرقمي الحموله ب 5V و 200mA.



الشكل II.16: المداخل والمخارج الرقمية Digital Pins

❖ مجموعة الثنائيات الضوئية:

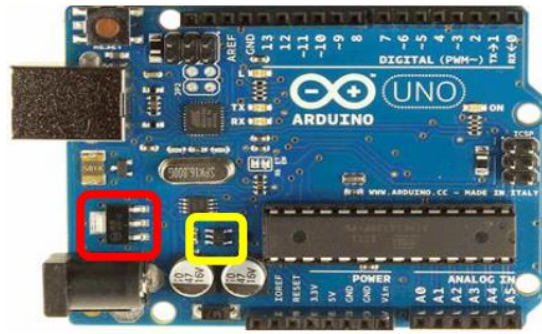
- ✓ ثنائي ضوئي ON: لون هذا الثنائي اخضر ويشير الى تطبيق جهد كهربائي 5V على لوحة الأردوينو.
- ✓ ثنائي ضوئي L: يضيء هذا الثنائي عند تطبيق 1 منطقي (5V) على المخرج الرقمي 13، لون هذا الثنائي اصفر.
- ✓ ثنائيان ضوئيان TX وRX: يضيء هذان الثنائيان عند انتقال البيانات ما بين المتحكم الثانوي ومنفذ USB الى الحاسب فقط، لون هذين الثنائيين أصفر [5].



الشكل II.17: مجموعة الثنائيات الضوئية

❖ منظم الجهد 5V ، ومنظم الجهد 3.3V:

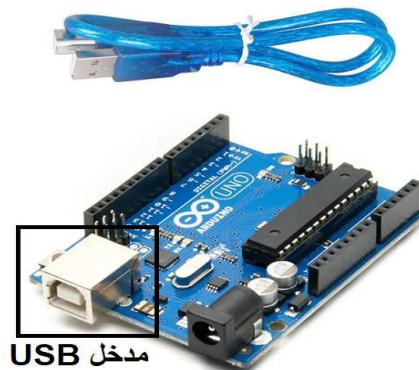
يتم تغذية لوحة الأردوينو اونو بمصدر جهد خارجي 5V لذلك فهي تحتاج إلى منظم جهد 5V، منظم الجهد المستخدم هو 1117ST50T3G تيار الخرج الاعظمي يزيد عن 1A، وتوفر لوحة الأردوينو جهدا مقداره 3.3V يمكن ان يستخدم مع دارات أخرى، منظم الجهد المستخ له هو LP2985-33BVR تيار الخرج الاعظمي لهذا المنظم يصل الى 150mA.



الشكل 18.ii: منظم الجهد 5.5V و 3.3V

❖ منفذ USB:

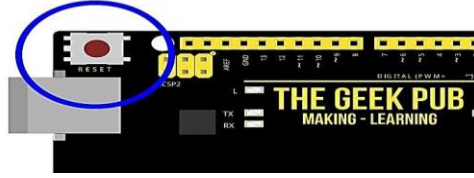
يوفر لنا هذا المخرج القدرة على الاتصال باللوحة من جهاز الكمبيوتر الخاص بنا، عادة ما يمكننا أيضا تشغيل الأردوينو من خلال USB ما يلغي الحاجة الى استعمال مصدر طاقة منفصل.



الشكل 19.ii: مدخل USB للأردوينو أونو

❖ زر إعادة التشغيل :

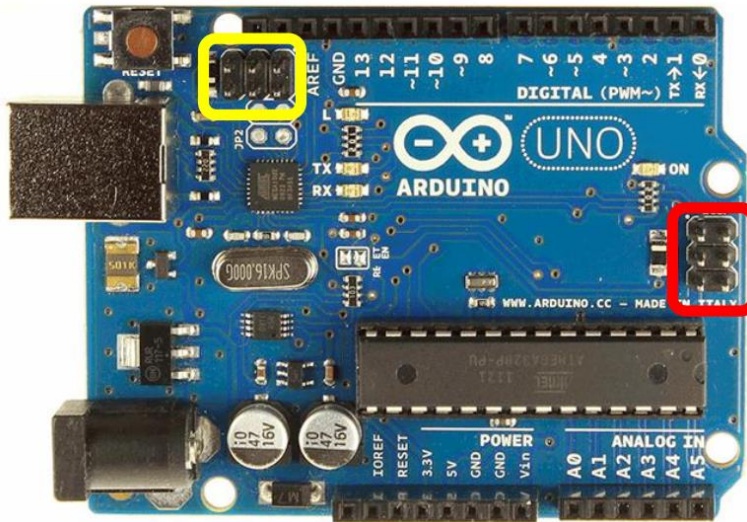
يمكننا من خلاله إعادة تشغيل بطاقة الأردوينو :



الشكل 20. II: زر إعادة التشغيل

❖ منفذ البرمجة التسلسلي:

منفذ البرمجة ICSP هو اختصار لـ (In-Circuit Serial Programming) يستخدم هذا المنفذ عادةً في اللوحات التطويرية مثل Arduino وهو واجهة برمجة تستخدم لبرمجة المايكروكونترولر، يتم توصيل منفذ البرمجة ICSP بالمايكروكونترولر باستخدام أسلاك خاصة تنقل الإشارات المطلوبة لبرمجة الجهاز.



الشكل 21. II: منفذ البرمجة التسلسلي

6.II برمجة الأردوينو:

توجد عدة لغات للبرمجة مثل: Java، Python، HTML اما بالنسبة للأردوينو فنتم برمجته بلغة C و++C وهي من اللغات الأساسية للبرمجة ومشهورة للغاية [3].

تتم البرمجة بواسطة الحاسوب عن طريق برنامج يدعى:

Arduino IDE: Integrated Development Environment

1.6.II تحميل بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو Arduino IDE :

في موقع Google اكتب Arduino وادخل الموقع الرسمي Arduino.cc في أعلى الصفحة ستجد زر في القائمة اسمه software اضغط عليه ستجد خيارات عديدة للبرنامج: تحميل لويندوز أو ماك أو لينيكس بعدها قم بتحميل البرنامج وتنبيته على الكمبيوتر [3].



الشكل 2.2.II: تحميل برنامج Arduino IDE

2.6.II بيئة التطوير المتكاملة للأردوينو Arduino IDE:

هي عبارة عن بيئة برمجية تعتمد على لغة البرمجة C++/C يتم من خلالها كتابة وتحرير الكود البرمجي وفحصه وتحويله الى لغة يفهمها الأردوينو [6].

الشكل العام لبرنامج Arduino IDE:

بعد فتح البرنامج تظهر لنا واجهة مكونة من أربع اقسام رئيسية:



الشكل II.23: واجهة برنامج Arduino IDE

جدول II.7: يوضح واجهة برنامج Arduino IDE

فتح صفحة جديدة او صفحة موجودة مسبقا، الحفظ.	File
قص نسخ لصق، البحث عن كلمة في الشفرة.	Edit
إضافة مكتبات الأوامر Library.	Sketch
اختيار نوع الأردوينو المطلوب برمجته وكذا المنفذ المتصل به.	Tools
مجموعة روابط مساعدة.	Help
فحص الأمر: التنبيه بوجود خطأ في القواعد الكتابية أسفل الصفحة (المربع الأسود).	
فحص الأمر الذي تم رفعه للأردوينو.	
فتح صفحة جديدة فارغة.	
فتح أمر مخزن سابقا.	
فتح أمر حالي.	
فتح شاشة المفاتيح (السيريال) Serial Monitor.	

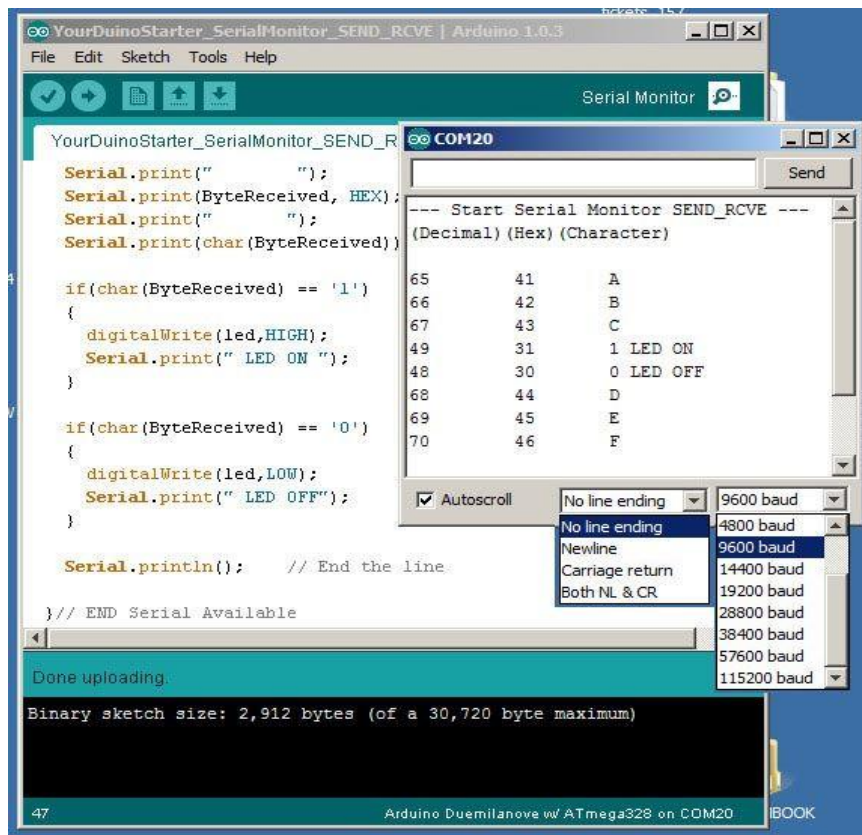
- ✓ في المساحة البيضاء يتم كتابة الأوامر.
- ✓ في الفراغ الأسود بالأسفل تظهر بعض الملاحظات في حالة وجود خطأ في كتابة الأوامر.

واجهة الاتصال التسلسلي UART:

توفر واجهة الاتصال التسلسلي إمكانية التواصل مع المتحكم أثناء عمله والحصول على بيانات وحسابات معينة مطلوبة والتأكد من ان الكود يعمل بشكل صحيح.

نقوم بتوصيل الأردوينو مع الحاسب ونفتح برنامج Arduino IDE، بعدها نختار نوع لوحة الأردوينو التي تم توصيلها ورقم المنفذ COM المعروف عليه اللوحة من القائمة Tools.

لتشغيل واجهة الاتصال التسلسلي نختار الأمر Serial Monitor من القائمة Tools، تمكننا الواجهة من ضبط معدل النقل (Band Rate)، وحدته bps (معدل البايتات المرسل في الثانية)، على العموم نختار 9600، تستخدم هذه الواجهة نافذة الاتصال التسلسلي الغير متزامن UART والتي لها طرفين على لوحة الأردوينو هما Tx و Rx [6].



الشكل II.24: واجهة الاتصال التسلسلي

3.6.II برمجة وضبط الأردوينو:

من اجل كتابة كود برمجي متوازن وقابل للتعديل والتطوير يجب علينا تقسيم ورقة العمل الى أربعة اقسام أساسية هي:

◀ **القسم الأول:** يتم فيه تعريف المتغيرات والأسماء المستعارة للأقطاب ويبدأ هذا القسم من السطر الأول لورقة العمل.

جدول 8.II: أنماط تعريف المتغيرات

نمط المتغير	المجال الذي يأخذه المتغير	مثال
Boolean	False, True	boolean x;
Byte	عدد صحيح من 0 وحتى 255	byte x ;
unsigned int	عدد صحيح من 0 وحتى 65535	unsigned int x ;
Int Short	عدد صحيح من -32768 الى 32767	int x ; short x ;
Char	حرف	char x ;

◀ **القسم الثاني:** يكون ضمن الدالة {...} () void setup هذا القسم خاص بتهيئة المداخل والمخارج، وتهيئة المكتبيات التي سيتم توصيلها للوحة الأردوينو.

يتم استخدام الامر; pinMode (pin number,state) لتحديد وظيفة المنفذ اذا كان سيستخدم كمدخل او مخرج، حيث يتم كتابة رقم او اسم المنفذ اذا قمنا بتعريف ثابت مخصص سابقا، في حالة مخرج نكتب INPUT أما في حالة مخرج نكتب OUTPUT.

◀ **القسم الثالث:** يكون ضمن الدالة {...} () void loop وهي حلقة البرنامج اللانهائية والتي تتكرر فيها العمليات والتعليمات بعدد لا نهائي من المرات.

◀ **القسم الرابع:** يضم التتابع الفرعية التي يتم فيها تنفيذ جزء محدد من الشيفرة البرمجية وذلك كلما تم الرجوع إليه من الحلقة الرئيسية[6].

❖ مثال عن برمجة الأردوينو:

سنقوم بإضاءة صمام ضوئي لمدة 5 ثوان واطفائه لمدة 1 ثانية.

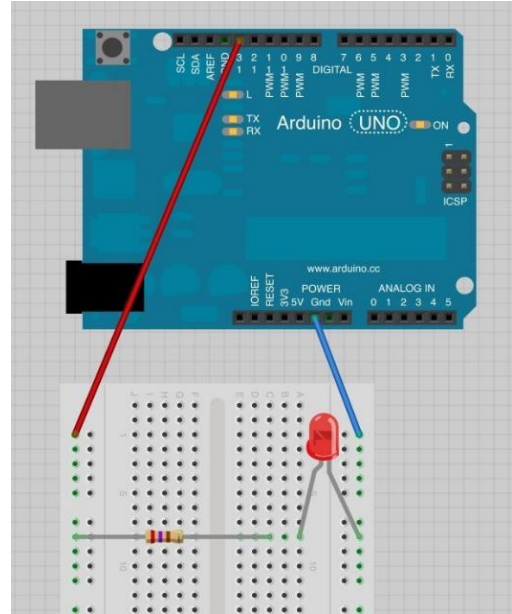
سنحتاج في هذا المثال الى لوحة أردوينو، صمام ضوئي(Led)، مقاومة للحماية، وأسلاك للتوصيل.

sketch_feb7a.ino

```

1  int Led=13;
2  void setup() {
3  pinMode(Led,OUTPUT);
4  }
5  void loop() {
6  digitalWrite(Led,HIGH);
7  delay(5000);
8  digitalWrite(Led,LOW);
9  delay(1000);
10 }
11 }
12

```



الشكل II.25: التركيب والبرنامج الخاص بالمثال

كما شرحنا سابقا انه في القسم الأول يتم تعريف المتغيرات، في هذا المثال عرفنا الصمام الضوئي (Led) في المنفذ رقم 13 من لوحة الأردوينو (منفذ رقمي).

في القسم الثاني قمنا بتعيين المنفذ 13 كمرجع (OUTPUT).

في القسم الثالث استخدمنا الامر digitalWrite، الذي يعمل على اخراج إشارة كهربائية في المنفذ رقم 13 (HIGH= 5v أو LOW= 0v).

يحتوي نص البرمجة أيضا على الأمر delay وهو أمر تأخير زمني بالميلي ثانية (ms).

7.II إيجابيات وسلبيات الأردوينو:**1.7.II الإيجابيات:**

- ✓ الثمن: تتميز ملحقات الأردوينو بأنها رخيصة الثمن، كما يمكننا الحصول على برنامج Arduino IDE بشكل مجاني وذلك عن طريق تحميله من الموقع الرسمي للأردوينو.
- ✓ التوافق: برنامج الأردوينو يتوافق مع جميع أنظمة التشغيل، فبالإمكان تثبيته على أنظمة (Windows, Linux and Mac).
- ✓ المجتمع: مجتمع الأردوينو ضخم جدا، ومصادره متوفرة بكم هائل على الأنترنت بجميع اللغات وباللغتين الفرنسية والإنجليزية على موقعه الرسمي.
- ✓ بساطة البرمجة: لغة البرمجة للأردوينو بسيطة، وسهلة، ويمكن لأي أحد تعلمها.

2.7.II السلبيات:

- ✓ جهد إمداد محدود وهو 3.3 أو 5 فولت [7].
- ✓ تعتبر القدرة البرمجية للأردوينو أقل بكثير من الكمبيوتر، ولا يتمكن من تشغيل برامج مثل الويندوز أو الأندرويد أو تشغيل شاشات ذات وضوح عالي وهكذا [3].
- ✓ التيار الذي يتمكن الأردوينو من إخرجه من المنافذ هو 20mA، وهذا لا يكفي لتشغيل محرك أو مرحل (Relay)، لذا يجب استخدام عناصر إلكترونية لتكبير الطاقة الكهربائية في بعض التطبيقات [3].
- ✓ العمر الافتراضي للوحات Arduino قصير لأن لوحات Arduino الإيطالية مصممة بشكل أساسي للاستخدام التعليمي وليس الصناعي [7].

8.II خاتمة:

تطرقنا في هذا الفصل لشرح مفصل لأهم عنصر في مشروعنا: الأردوينو، بداية من تعريفه إلى غاية طريقة برمجته كما ركزنا بشكل خاص على الأردوينو أونو الذي سنعتمد عليه في الجزء التطبيقي من مذكرتنا.

مراجعة الفصل الثاني

[1] : J. Nussey, «Arduino», West sussex England: John Wiley, 2013

[2] : <https://www.alrab7on.com/what-is-arduino/> 18/01/2024

[3]: سامي قرامي، برمجة الأردوينو، 2017.

[4]: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3> 10/01/2024 .

[5]: حسام الوفائي، الأردوينو من البداية وحتى الاحتراف، 2018.

[6] : محمود مسلماني، الأردوينو كما لم تعرفه من قبل، 2018.

[7]: <https://www.flengaz.com/technical/hm-lmaalwmt-aan-lrdwynw> 08/02/2024 .

الفصل الثالث:

دراسة العناصر الإلكترونية

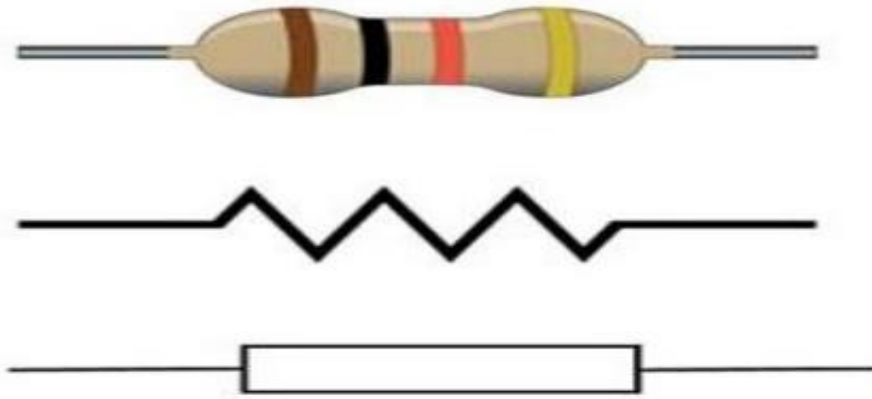
المستعملة و العمل
التطبيقي للمشروع

1.III مقدمة:

بعد التطرق في الفصل السابق لدراسة شاملة حول بطاقة الأردينو، جاء الدور لدراسة بعض العناصر الكهربائية التي استخدمناها وكيفية التعامل معها (الاستقطاب و كيفية ربطها مع بعضها البعض)، والتي تساعدنا في فهم مشروعنا التطبيقي مع إنجاز العمل التطبيقي.

2.III دراسة العناصر المستخدمة:**1.2.III المقاومات:****❖ تعريفها:**

تعتبر المقاومات من العناصر الكهربائية الأكثر شيوعا و استخداما في الدوائر الكهربائية وإنجاز المشاريع التطبيقية، و هي عنصر إلكتروني غير خطي و غير مستقطب تستخدم للتحكم في فرق الجهد و شدة التيار و تقاس بوحدة الأوم ohm و رمزها R، تختلف نوعيتها على حسب كيفية صنعها و المواد المركبة منها [1].



الشكل 1.III: شكل المقاومة ورمزها في الدارة

❖ أنواعها:

◀ المقاومة الثابتة:

تتميز هذه المقاومات بثبات قيمتها، التي تكون مكتوبة مباشرة عليها كالمقاومات السطحية والسلكية، او بشكل غير مباشر (ألوان) كالمقاومات الكربونية، يرمز لها بخط متعرج كالمنشار او مستطيل، لها طرفين غير مستطيين، وتختلف في استخداماتها على حسب قدرتها في تمرير التيار الكهربائي.



الشكل III.2: صور المقاومات الثابتة

◀ المقاومة الضوئية LDR

هي مقاومة تعتمد قيمتها على شدة الضوء الساقط عليها. وتتكون من كبريتيد الكادميوم الذي يحتوي على عدد قليل من الإلكترونات عندما لا يكون معرض للضوء.

وفي حالة سقط عليها شعاع ضوئي، يتم تحرير الإلكترونات وبالتالي تزداد موصليتها. ومن ثم فهي توفر مقاومة منخفضة عند سقوط الضوء عليها، وتوفر مقاومة عالية في الظلام [2].



الشكل III.3: المقاومة الضوئية

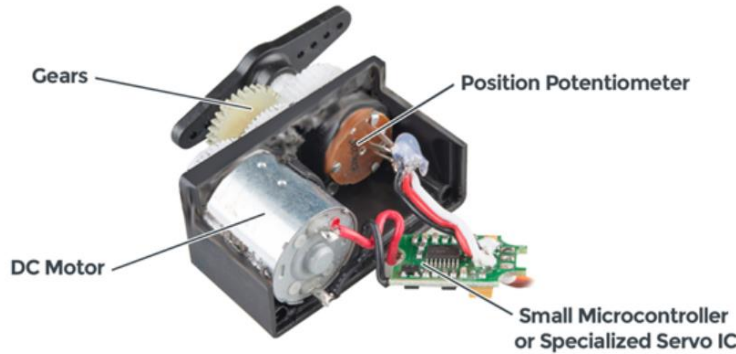
III.2.2 محرك السيرفو:

❖ تعريفه:

هو جهاز إلكتروميكانيكي ينتج عزم الدوران والسرعة بناءً على التيار والجهد المزودين. يعمل محرك سيرفو كجزء من نظام الحلقة المغلقة، الذي يوفر عزم الدوران والسرعة تستخدم محركات سيرفو (servo) للتحكم في الموضع والسرعة بدقة شديدة، ولكن في حالة بسيطة، يمكن التحكم في الموضع فقط.

يتم التحكم بالمحرك بإشارة كهربائية، سواء كانت تماثلية أو رقمية، والتي تحدد مقدار الحركة التي تمثل موضع القيادة النهائي للمحور.

إذا كان المحرك يعمل بواسطة مصدر طاقة تيار مستمر فإنه يسمى محرك سيرفو DC (servo)، وإذا كان محركاً يعمل بالتيار المتردد فإنه يسمى محرك سيرفو (servo) التيار المتردد AC [3].



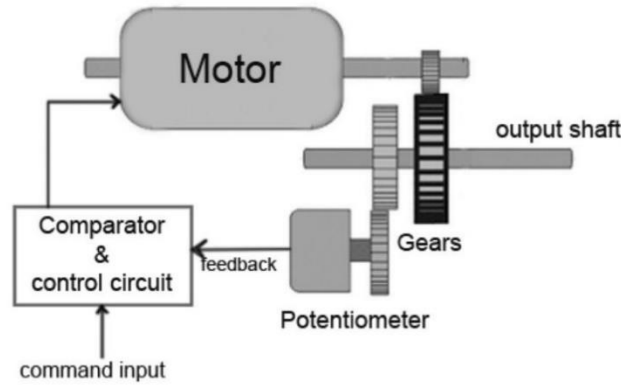
الشكل III.4: بنية محرك السيرفو (servo)

❖ مبدأ عمل محركات السيرفو:

يمكن استشعار الوضع الميكانيكي للعمود باستخدام مقياس جهد مقترن بعمود المحرك من خلال المسنن، يتم تحويل الوضع الحالي للعمود إلى إشارة كهربائية بواسطة مقياس الجهد، ومقارنتها بالإشارة المطبقة التي تمثل الموضع المطلوب للمحور.

في محركات (servo) الحديثة، تُستخدم أجهزة التشفير أو أجهزة الاستشعار الإلكترونية لتحديد موضع العمود.

إذا اختلفت إشارة التغذية المرجعية (والتي تمثل الموضع الحالي) عن المدخلات المطلوبة، يتم إنشاء إشارة خطأ، ثم يتم تضخيم إشارة الخطأ هذه وتطبيقها كمدخل للمحرك، مما يؤدي إلى دوران المحرك، وعندما يصل العمود إلى الموضع المطلوب، تصبح إشارة الخطأ صفرية، وبالتالي يظل المحرك ثابتاً في الوضع. نظراً لأن الإدخال الفعلي المطبق على المحرك هو الفرق بين إشارة التغذية المرجعة (الموضع الحالي) والإشارة المطبقة (الموضع المطلوب)، فإن سرعة المحرك تتناسب مع الفرق بين الموضع الحالي والموضع المطلوب. تتناسب كمية الطاقة التي يطلبها المحرك مع المسافة التي يحتاجها للوصول إلى الموضع المطلوب [3].



الشكل 5.III: مخطط لفهم مبدأ عمل محركات السيرفو (servo)

❖ أنواع محركات السيرفو (servo):

تتوفر هذه المحركات بأحجام عديدة وفي ثلاثة أنواع أساسية: الدوران الموضعي، والدوران المستمر، والخطي [3].

✓ **مضاعفات الدوران الموضعية:** هذا هو النوع الأكثر شيوعاً، يدور عمود الخرج نصف دورة،

أو 180 درجة، توجد آلية ضمن مجموعة التروس تمنع الدوران فوق هذا الحد وذلك لحماية المحرك.



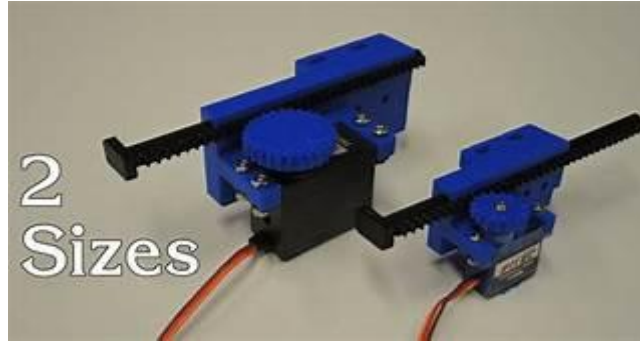
الشكل 6.III: محرك سيرفو 180 درجة

✓ **مضاعفات الدوران المستمر:** وهو مشابه لمضاعفات الدوران الموضعية ولكن يمكنه الدوران 360 درجة أي دورة كاملة، بسرعات مختلفة، كما أنه يتم تحديد اتجاه الدوران (مع أو عكس عقارب الساعة بحسب متطلبات العمل).



الشكل 7.III: محرك سيرفو 360 درجة

✓ **المحركات الخطية:** هذا أيضًا يشبه محرك سيرفو التدوير الموضعي الموصوف أعلاه، ولكن مع مسنن إضافي لتغيير الإخراج من دائري إلى ذهاب وإياب.



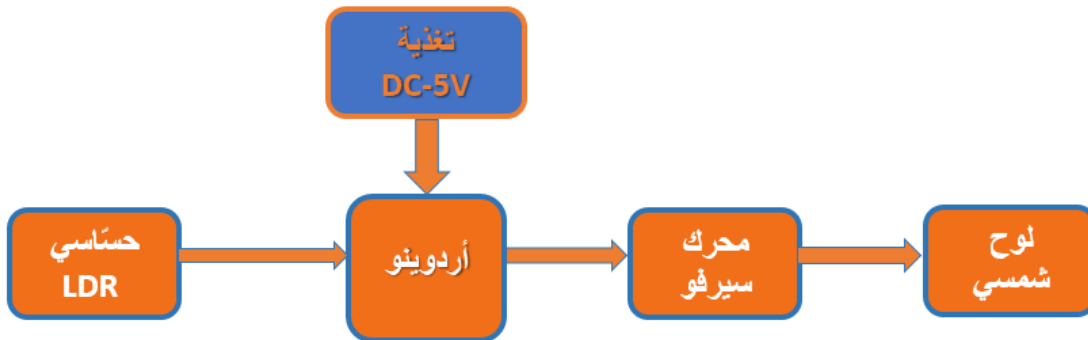
الشكل 8.III: محرك سيرفو الخطي

3.III الإنجاز

1.3.III الهدف من انجاز مشروع متتبع للشمس:

يهدف المشروع الى التقاط أكبر كمية من الضوء عن طريق المجسات الضوئية التي تكون مثبتة على اللوح الشمسي الذي يقوم محرك السيرفو بتدويره باتجاه وجود الضوء وبالتالي سيقوم بتخزين أكبر كمية من الكهرباء التي ستستخدم في أغراض أخرى كالإنارة.

2.3.III المخطط الصندوقي للمشروع:

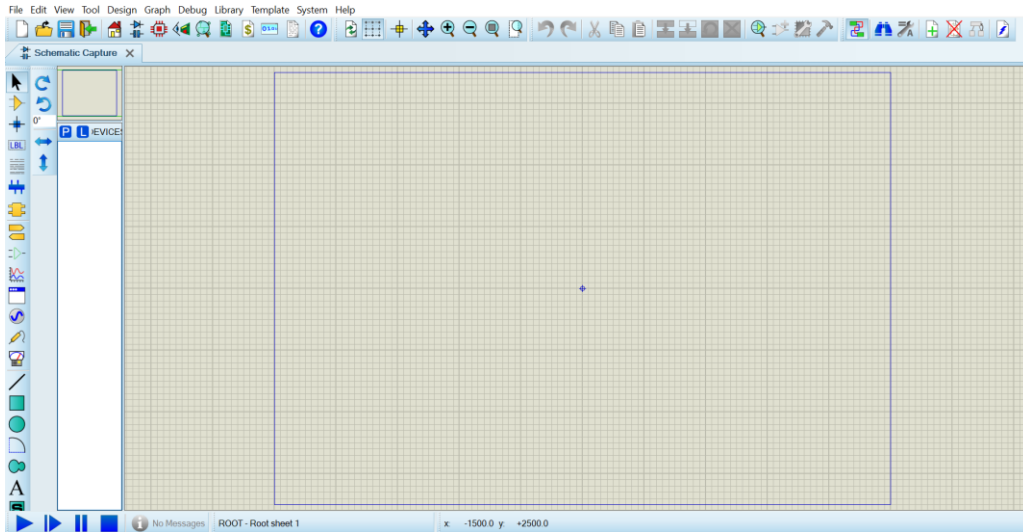


الشكل 9.III: التصميم الصندوقي للمشروع

III.3.3 محاكاة المشروع:

❖ التعريف ببرنامح المحاكاة Proteus:

برنامح Proteus هو برنامح محاكاة للدوائر الإلكترونية يستخدم في تصميم واختبار الدوائر الإلكترونية على الكمبيوتر قبل تنفيذها على أرض الواقع، يوفر البرنامح بيئة افتراضية تسمح للمهندسين والمبرمجين بتصميم ومحاكاة الدوائر الإلكترونية باستخدام مكتبة شاملة من المكونات الإلكترونية، يتيح Proteus للمستخدمين اختبار أداء الدوائر وتحليلها قبل تصنيعها، مما يوفر الوقت والموارد ويقلل من احتمال حدوث الأخطاء في العمليات الحقيقية.



الشكل III.10: واجهة برنامح Proteus

III.4.3 توصيل العناصر الإلكترونية:

سنحتاج في مشروعنا التطبيقي الى العناصر الإلكترونية التالية:

✓ مقاومات ضوئية.

✓ مقاومات $15k\Omega$.

✓ أردوينو Uno.

✓ محرك Servo.

✓ لوح شمسي.

✓ اسلاك ولوح التوصيل.

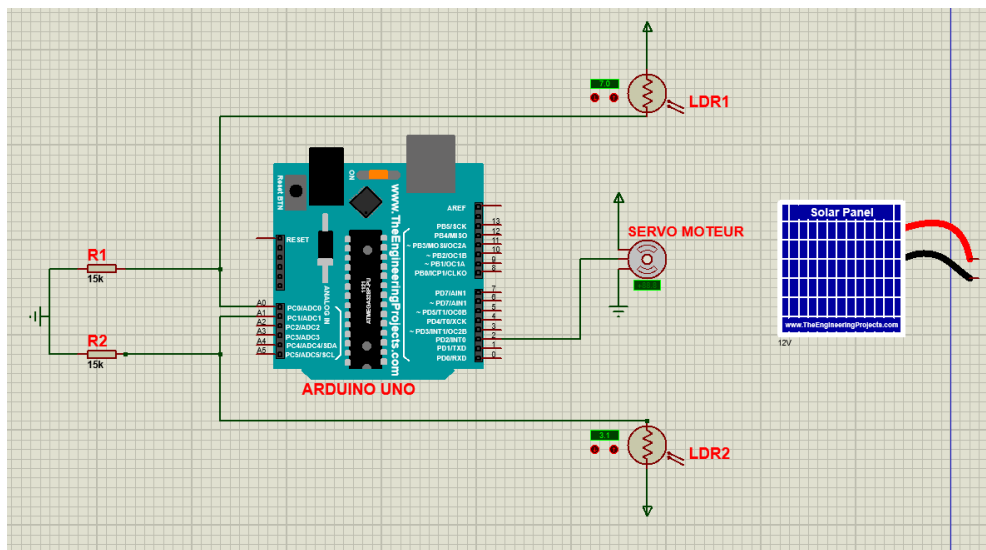
❖ التوصيل:

يتم توصيل طرفي التغذية لمحرك السيرفو، واحد مع الأرضي GND، والآخر مع ال 5v للأردوينو، اما الطرف الثالث نوصله مع المنفذ الرقمي رقم 2 الذي يتحكم بدوران المحرك.

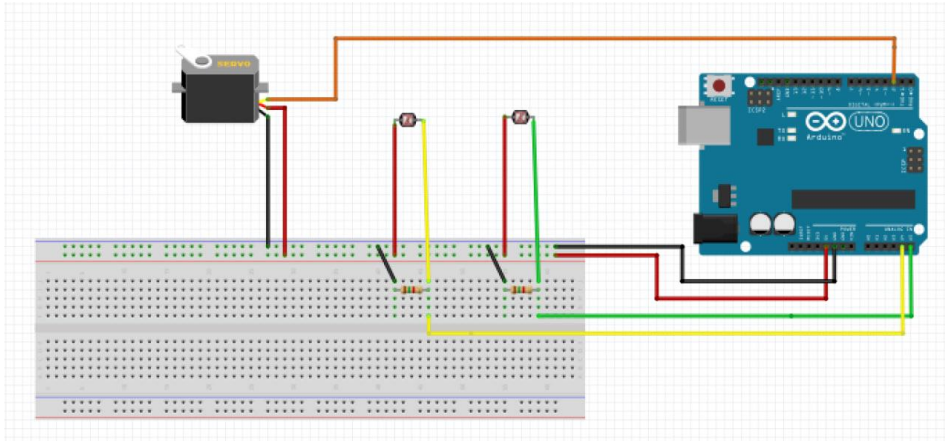
نقوم بتوصيل طرفي المقاومتين كل على حدا بالمنفذين التماثلين A1،A0 للأردوينو، اما الطرفين المتبقين مع الأرضي.

أما بخصوص المقاومات الضوئية فيوصل كل طرف منهما بالمنفذين A1،A0 للأردوينو، اما الطرفين المتبقين مع ال 5V للأردوينو.

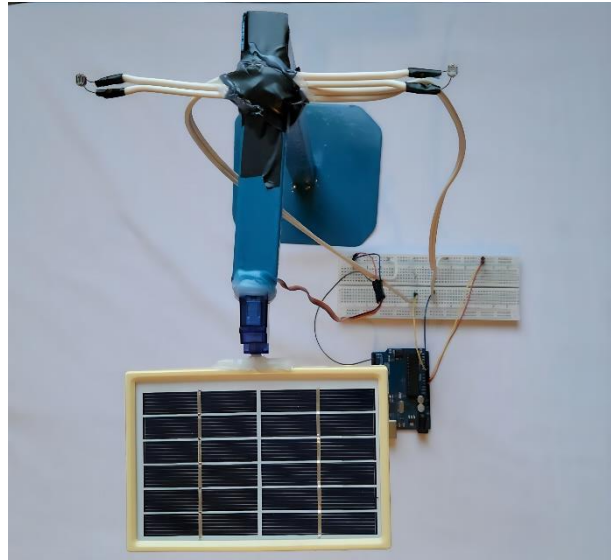
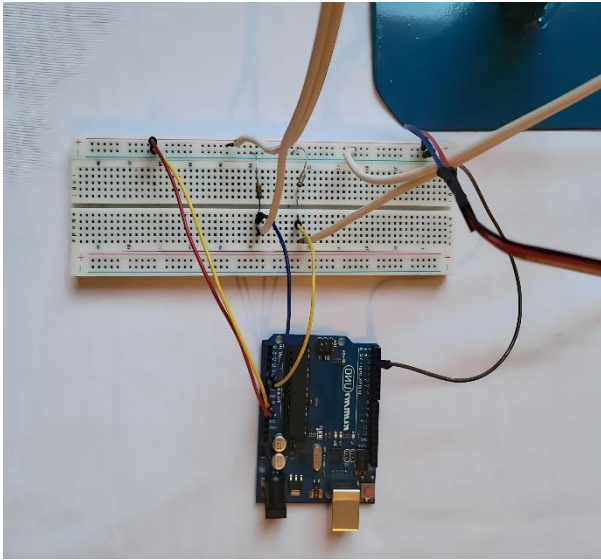
بعد الإنتهاء من كتابة الكود البرمجي للأردوينو نقوم بتثبيت المقاومتين الضوئيتين على اللوح الشمسي ونقوم بتثبيت هذا الأخير على محرك السيرفو.



الشكل 11.III: دائرة متتبع الشمس باستخدام برنامج Proteus



الشكل III.12: دائرة تحكم متتبع الشمس باستخدام برنامج fritzing.



الشكل III.13: صور حقيقية لدائرة متتبع الشمس

III.4 الخاتمة:

دراسة العناصر المستعملة و إنجاز المشروع التطبيقي هو الفصل الاخير للمذكرة اي المرحلة النهائية والختامية لها حيث قمنا في البداية بشرح العناصر الالكترونية المستعملة في مشروعنا التي لم يسبق لنا ذكرها في الفصول الأولى وتعرفنا على مبدأ عملها و خصائصها، في المرحلة الموالية قمنا باستغلال المعلومات والمعارف النظرية وربطها مع العمل التطبيقي بدءًا بوضع تصميم صندوق للمشروع الذي وضحنا فيه العناصر الإلكترونية المستعملة وكيفية ربطها مع بعضها البعض من أجل انجاح هذا العمل التطبيقي مرفقين بصور حقيقية وصور من برنامج المحاكاة وصولا الى تجسيده الكامل على أرض الواقع الذي وُفقنا فيه حيث ان هذا المشروع يعمل بشكل ممتاز وبالشكل الذي أردناه.

مراجع الفصل الثالث

[1]: وليد بليد. العناصر الإلكترونية البنية الفحص والتركيب

[2]: <https://kahraba4u.com> 28/04/2024

[3] : <https://sciencesky.net> 02/05/2024

الخاتمة العامة

ان المنتج الشمسي هو تقنية من تقنيات التحكم في أنظمة توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية وهو تقنية تهدف الى التحكم في توجيه اللوح الشمسي بطريقة فعالة ودقيقة، تسمح هذه التقنية في التحكم في زاوية توجيه اللوح الشمسي بحيث يكون موجها نحو الشمس من شروقها الى غروبها، مما يسمح بتوفير طاقة كهربائية كبيرة عكس الألواح الشمسية الثابتة التي ينتهي عملها بمجرد غروب الشمس عن زاوية توجيهها.

بدأنا عملنا بتقديم نظرة عامة وشاملة عن جميع الطاقات المتجددة ثم ركزنا على الطاقة الشمسية لأنها محور بحثنا فتناولنا جميع الجوانب المتعلقة بها بداية بالتعريف ووصولاً الى أنواع الخلايا الشمسية، ثم سلطنا الضوء على لوحة الأروينو التي تعتبر أهم عنصر في مشروعنا حيث قمنا بشرح تفصيلي لكيفية برمجتها واستخدامها في التحكم في زاوية توجيه اللوح الشمسي، ثم اختتمنا ثمره عملنا النظري بتجسيد وإنجاز المشروع التطبيقي المتمثل في تقنية من تقنيات التحكم في أنظمة توليد الطاقة المسماة بالمنتج الشمسي.

من مميزات هذا العمل أنه سهل التطبيق ودارته سهلة وبسيطة الربط ولا يقتصر على نموذج واحد، وهذا ما يجعل كل شغوف بعالم الالكترونيات يطمح لتطبيقه، ولما لا لتطويره والتحسين فيه.

في نهاية هذا البحث نحمد الله ونشكره على توفيقنا على انهاء مذكرة تخرجنا حيث تمكنا من وضع دراسة شاملة حول موضوع التحكم في أنظمة توليد الطاقة الشمسية، نتمنى أن يكون هذا المشروع نقطة بداية وانطلاق لدراسات أعمق كما نرجو ان يكون افادة لزملائنا في انجاز مشاريعهم التي ستكون باذن الله اكثر تميزاً.

الملاحق

كود البرمجة:

```
# include <Servo.h> //includes the servo library

Servo myservo;

#define ldr1 A0 // set ldr 1 Analog input pin of East ldr as an integer
#define ldr2 A1 // set ldr 2 Analog input pin of West ldr as an integer

int pos = 90; // initial position of the Horizontal movement controlling servo motor
int tolerance = 20; // allowable tolerance setting - so solar servo motor isn't constantly in motion

void setup(){
myservo.attach(2); // attaches the servo on digital pin 2 to the horizontal movement servo motor
pinMode(ldr1, INPUT); //set East ldr pin as an input
pinMode(ldr2, INPUT); //set West ldr pin as an input
myservo.write(pos); // write the starting position of the horizontal movement servo motor

delay(1000); // 1 second delay to allow the solar panel to move to its starting position before
comencing solar tracking

{
void loop    }()

int val1 = analogRead(ldr1); // read the value of ldr 1
int val2 = analogRead(ldr2); // read the value of ldr 2

if((abs(val1 - val2) <= tolerance) || (abs(val2 - val1) <= tolerance))

//no servo motor horizontal movement will take place if the ldr value is within the allowable
tolerance

{else}

if(val1 > val2) // if ldr1 senses more light than ldr2

}
```

```
pos = pos+1; // decrement the 90 degree poistion of the horizontal servo motor - this will move
the panel position Eastward
```

```
{
```

```
if(val1 < val2) // if ldr2 senses more light than ldr1
```

```
}
```

```
pos = pos-1; // increment the 90 degree position of the horizontal motor - this will move the
panel position Westward
```

```
{
```

```
{
```

```
if(pos > 180) {pos = 180;} // reset the horizontal postion of the motor to 180 if it tries to move
past this point
```

```
if(pos < 0) {pos = 0;} // reset the horizontal position of the motor to 0 if it tries to move past this
point
```

```
myservo.write(pos); // write the starting position to the horizontal motor
```

```
delay;(50)
```

```
}
```