

رقم الترتيب.....

رقم التسلسل.....

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء



مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان علوم المادة

التخصص: فيزياء طاقوية والطاقات المتجددة

إعداد الطالبين:

رمضاني فريال

حوري نسرين

بعنوان

دراسة وتحجيم الأنظمة الكهروضوئية

نوقشت يوم 2021/06/16

لجنة المناقشة:

جامعة ورقلة

رئيسا

أستاذ محاضر (أ)

محسن حسين

جامعة ورقلة

مناقشاً

أستاذ مساعد (أ)

بوعنان رابح

جامعة ورقلة

مؤطراً

أستاذ التعليم العالي

بوغالي سليمان

السنة الجامعية: 2020/2021

الإهداء

أحمد الله عز وجل الذي وفقني في عملي هذا ويسر لي درب النجاح
هدي إلى ملاكي في الحياة، إلى من كانت لي قدوة إلى من لم أكن سأصل إلى ما أنا عليه اليوم
من دونها، إلى من ضحت من اجلي أمي حبيبة قلبي حفظها الله
إلى من كان لي سندا و صديقا و علمني كيف أجابه الحياة، إلى من علمني العطاء بدون انتظار
إلى من أحمل اسمه بافتخار، إلى من كان له فضل كبير علي : والدي حبيبي رحمه الله
إلى إخوتي و أخواتي من كان لهم الفضل و الدور الكبير في مساندتي ودعمي أختي : وهيبة
وسيلة، هناء

أخي: هشام، عصام، توفيق ، عبد الباسط، إلى عائلتي الكريمة حوري
إلى أبناء اخوتي البراعم الصغار
إلى صديقاتي العزيزات، إلى صديقتي العزيزة ربحي فايذة، إلى رفيقة دربي أختي وصديقتي
سلمى بن زينة

إلى من جمعني بهم جدران السكن الجامعي و كانوا إخوتي : مایسة، سمیرة، سعیدة، نجود
راوية

إلى من قدموا لي يد المساعدة طيلة انجاز عملي هذا : عشبي عبد الغفار، وليد زواغي
إلى كل من رافقتني في مشواري الدراسي إلى الأساتذة الذين زودوني بالعلم، إلى كل طالب و
طالب و محب للعلم

اهديهم ثمرة كدحي و نجاحي

نسرین

الإهداء

إذا كان الإهداء يعبر ولو بجزء من الوفاء، فالإهداء إلى معلم البشرية ومنبع العلم نبينا محمد صلى الله عليه و سلم.

إلى روح قلبي وحياتي، إلى من عانت و ضحكت وكافحت من اجلي ومن اجل تعليمي: أمي الغالية حفظها الله .

إلى من كان لي سندا و علمني كيف أواجه الحياة، إلى من له فضل كبير علي: والدي أطال الله في عمره.

إلى روح جدي الذي فارقنا بجسده لكن روحه لازالت ترفرف في سماء حياتي. إلى جدي الغالية أطال الله في عمرها.

إلى إخوتي وسندي في الحياة: صالح، الهام، سلاف، يوسف.

إلى من جمعني بهم جدران السكن الجامعي و كانوا إخوتي: شيماء و أسماء إلى كل من ساندني بغية اتمام هذا العمل: محمد دبوز و فتيحة سباق و بو طرفيف أسماء .

إلى كل الاساتذة الذين رافقوني طيلة مشواري الدراسي من الابتدائي إلى الجامعة.

فريال

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين و الصلاة والسلام على اشرف
المرسلين سيدنا محمد المبعوث رحمة للعلمين و منار هداية
و دليل رشد للناس اجمعين.

الشكر و الفضل لله الذي اعاننا ووفقنا الى اتمام هذه المذكرة
ثم الى الوالدين الكريمين و كل افراد العائلة.

كما نتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ المشرف على هذه المذكرة
" بوغالي سليمان " على كل المساعدات و النصائح القيمة
المقدمة لنا.

كما نشكر اعضاء لجنة المناقشة عل قبولهم و مراجعة هذا
العمل و تصويبه.

والى الذين كانوا نورا لنا يضيء الظلمة التي كانت تقف
احيانا في طريقنا لهم منا كل الشكر.

الصفحة	المحتويات
I	الإهداء
III	شكر وتقدير
IV	فهرس المحتويات
V	قائمة الجداول
VI	قائمة الأشكال
VII	قائمة الرموز والاختصارات
أ	مقدمة

الفصل الأول : الإشعاع الشمسي

02	1-I تمهيد
02	2-I الطاقة الشمسية
02	3-I آلية تحويل الطاقة الشمسية
02	1-3-I التحويل الكهروضوئي
03	2-3-I التحويل الحراري
03	4-I الإشعاع الشمسي
03	1-4-I ثابت الشمسي
03	2-4-I طيف الإشعاع الشمسي
04	5-I أنواع الإشعاع الشمسي
04	1-5-I الإشعاع المباشر
05	2-5-I الإشعاع المنتشر
05	3-5-I الإشعاع الكلي
05	6-I آلات قياس الإشعاع الشمسي
06	7-I تأثير سماكة الغلاف الجوي على الإشعاع الشمسي المباشر
07	8-I- زوايا توجيه اللوح الشمسي
07	1-8-I زاوية ارتفاع اللوح الشمسي β
07	2-8-I زاوية سمت اللوح الشمسي α
07	3-8-I زاوية ميل اللوح الشمسي
08	9-I الإشعاع الشمسي في الجزائر

الفصل الثاني: الخلايا الكهروضوئية

11	1-II تمهيد
11	2-II أشباه الموصلات
12	3-II تصنيف أشباه الموصلات
12	1-3-II المواد شبه موصلة نقية (ذاتية)
13	2-3-II المواد الغير نقية (الشوائبية)
14	4-II تاريخ الخلايا الكهروضوئية
15	5-II تعريف الخلايا الكهروضوئية
15	6-II أنواع الخلايا الكهروضوئية
18	7-II تطبيقات الخلايا الكهروضوئية
18	8-II الألواح الشمسية
18	1-8-II مفهوم اللوح الشمسي
19	2-8-II مكونات الألواح الشمسية
20	3-8-II طريقة تركيب الألواح الاتجاه والزوايا
21	9-II الخصائص الكهربائية للخلايا والألواح الكهروضوئية
23	10-II الفعل الكهروضوئي
23	11-II كفاءة الخلية الكهروضوئية η
24	12-II الفرق بين كفاءة الخلية والألواح
24	13-II توصيل الألواح الشمسية
26	14-II مبدأ عمل الخلية الكهروضوئية
27	15-II مميزات وعيوب الخلايا الشمسية
28	16-II العوامل المؤثرة على كفاءة الخلية الكهروضوئية

الفصل الثالث: تحجيم الأنظمة الكهروضوئية

31	1-III تمهيد
31	2-III مختلف الأنظمة الكهروضوئية
31	1-2-III الأنظمة الكهروضوئية المتصلة بالشبكة
32	2-2-III الأنظمة الكهروضوئية الهجينة
32	3-2-III الأنظمة الكهروضوئية المستقلة عن الشبكة

33	3-III المكونات الأساسية للنظام الفوتوضوئي
33	1-3-III الألواح الشمسية
34	2-3-III منظم الشحن
36	3-3-III البطاريات
39	4-3-III محول التيار
39	4-III كيفية ربط الأجهزة في النظام الكهروضوئي
39	5-III وصف المنزل
40	6-III تحجيم وتركيب الطاقة الشمسية الكهروضوئية
40	1-6-III تقييم الاحتياجات اليومية
42	2-6-III تحجيم المكونات الرئيسية للنظام الكهروضوئي
42	3-6-III اختيار طريقة التحجيم
45	الخلاصة

الفصل الرابع: المحاكاة باستخدام برنامج PVSYST

47	1-IV تمهيد
47	2-IV تعريف برنامج PVSYST
55	خلاصة عامة
57	قائمة المراجع
62	الملاحق
66	الملخص

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	رقم الجدول
08	معدل التشميس لبعض مناطق الجزائر	جدول I-1
15	الأنواع الرئيسية للخلايا	جدول II-1
41	الأجهزة الكهربائية المستعملة في المنزل	جدول III-1
43	مجال اختيار جهد النظام عن طريق الاستطاعة العظمى للألواح	جدول III-2

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
03	المركزات الشمسية	الشكل I-1
04	الكثافة الطيفية للإضاءة الطاقية لإشعاع شمسي مباشر	الشكل I-2
05	أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض	الشكل I-3
06	تغير شدة الإشعاع الشمسي بين الصيف و الشتاء	الشكل I-4
07	زاوية سمث السطح α و زاوية ارتفاع السطح β	الشكل I-5
08	اختيار زاوية ميل اللوح	الشكل I-6
09	إمكانيات الطاقة الشمسية في الجزائر	الشكل I-7
12	التركيب البنيوي لبلورة السيليكون	الشكل II-1
12	البناء الذري للسيليكون	الشكل II-2
12	البناء الذري للجرمانيوم	الشكل II-3
13	ذرات السيليكون مطعمة بذرات الفسفور (شبه موصل نوع N)	الشكل II-4
14	ذرات السيليكون مطعمة بذرات البوروم شبه (موصل نوع P)	الشكل II-5
16	ألواح شمسية مصنوعة من خلايا امورفية	الشكل II-6
17	خلية سيلكونية أحادية التبلور و لوح شمسي مصنوع من خلايا أحادية التبلور و لوح شمسي مصنوع من خلايا أحادية التبلور	الشكل II-7
17	خلايا سيلسكونية متعددة التبلور	الشكل II-8
19	اللوح الشمسي	الشكل II-9
19	مكونات اللوح الشمسي	الشكل II-10
20	صورة توضح طريقة تركيب الألواح الشمسية	الشكل II-11
21	يوضح طريقة تركيب الألواح	الشكل II-12
22	منحنى خصائص و جهد التيار لخلية كهروضوئية	الشكل II-13
24	خط تغير نقطة الاستطاعة العظمى	الشكل II-14
25	الخاصية المثالية للألواح الكهروضوئية المربوطة على التسلسل	الشكل II-15
25	الخاصية المثالية للألواح الكهروضوئية المربوطة على التفرع	الشكل II-16

26	منحنى تجميع الخلايا على التسلسل وعلى التفرع	الشكل II-17
27	مبدأ عمل الخلية الكهروضوئية	الشكل II-18
28	منحنى تغير التيار بدلالة الجهد مع تغير شدة الإشعاع	الشكل II-19
29	منحنى تغير الاستطاعة بدلالة الجهد مع تغير شدة الإشعاع	الشكل II-20
32	النظام الكهروضوئي المتصل بالشبكة	الشكل III-1
32	النظام الكهروضوئي الهجين	الشكل III-2
33	النظام الكهروضوئي المستقل عن الشبكة	الشكل III-3
34	الألواح الشمسية	الشكل III-4
34	منظم الشحن	الشكل III-5
35	منظم من نوع MPPT	الشكل III-6
36	منظم من نوع PWM	الشكل III-7
37	توصيل البطاريات	الشكل III-8
39	محول التيار (العاكس)	الشكل III-9
40	موقع ولاية ورقلة	الشكل III-10
48	تقدير الاستهلاك	الشكل IV-1
48	تحديد موقع الألواح الكهروضوئية	الشكل IV-2
49	اعدادات المحاكاة لمحطة الكهروضوئية (تكنولوجيا السيليكون احادي البلورية)	الشكل IV-3
50	الطاقة المفيدة التي تنتجها الألواح الكهروضوئية (عند مخرج العاكس)	الشكل IV-4
51	النتائج الرئيسية لموقع ورقلة	الشكل IV-5
52	مخطط الخسائر	الشكل IV-6

قائمة الاختصارات الاختصارات

DC : direct courant

AC : alternative courant

MPPT: maximum power point tracking

PWM: pulse width modulation

VRLA: valve regulator lead acid

AGM: absorbed glass mat

قائمة الرموز

الرمز	التعريف	الوحدة
λ	الطول الموجي	μm
I	الثابت الشمسي	W/m^2
N	عدد ايام السنة انطلاقا من جانفي	j
H	ثابت بلانك	/
C	سرعة الانتشار	Km/s
α	الاشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي	KW/m^2
B	الاشعاع المباشر الى الارض	KW/m^2
G	الاشعاع الكلي	KW/m^2
T_L	معامل الاضطراب للغلاف الجوي	/
β_A	معامل انغيشتروم	/
W	ارتفاع الماء المكثف	/
β	زاوية ارتفاع اللوح الشمسي	Degré
α	زاوية سمت اللوح الشمسي	Degré
γ	زاوية ميل اللوح الشمسي	Degré

<i>Degré</i>	خط العرض	φ
/	ارتفاع اللوح	H
m^2	مساحة الظل المائلة	D'
m	المسافة بين الألواح	D
A	تيار الدارة المغلقة (تيار دارة القصر)	I_{CC}
V	فرق جهد الدارة المفتوحة	V_{OC}
W	الاستطاعة الاعظمية للخلايا الكهروضوئية	P_{max}
A	النقطة القصوى للتيار	I_m
V	النقطة القصوى للجهد	V_m
J	طاقة الفتون	E_{pn}
/	معامل الشكل	FF
/	كفاءة اللوح الشمسي	η
<i>KWh/j</i>	الطاقة المستهلكة	E_C
W	استطاعة اللوح الشمسي	P_{PV}
W	الاستطاعة الكلية	P_t
W/m^2	استطاعة الاضاءة ضمن الشروط النظامية	P_i
W	الاستطاعة الاعظمية للوح الشمسي	P_C
/	معامل الضياعات	K
<i>KWh/m² . j</i>	شدة الاشعاع المتوسطة	G
<i>KWh/j</i>	الطاقة المستهلكة خلال 24 ساعة	B_j
<i>Hour</i>	مدة التشغيل	ΔT
/	عدد الألواح المربوطة على التسلسل	N_S
/	عدد الألواح المربوطة على التفرع	N_P
/	عدد الألواح الشمسية	N_{PV}

/	عدد البطاريات	N_B
V	جهد النظام	V_{ch}
j	عدد الايام الغائمة	J
V	جهد البطارية	V_B
Ah	سعة البطارية الواحدة	C_B
W	استطاعة محول التيار	P_{ond}
V	جهد اللوح الشمسي	V_{pv}
Ah	سعة البطاريات	C_{Ah}
/	كفاءة البطارية	η_{batt}
/	عدد البطاريات المربوطة على التسلسل	$N_{batt.s}$
/	عدد البطاريات المربوطة على التفرع	$N_{batt.p}$

مقدمة عامة

مقدمة عامة:

تلعب الطاقة دورا هاما في حياة الإنسان باستغلال الكثير من المصادر التي توفرها، لكن الاستغلال المفرط للمصادر التقليدية منها النفط والغاز انعكس سلبا عليه وعلى البيئة أيضا، حيث تؤدي إلى الاحتباس الحراري وإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون عند استخدامها، بالإضافة إلى أن هذه الطاقة تستلزم آليات وأدوات وتقنيات خاصة لاستخلاصها، الشيء الذي أدى بنا إلى البحث وتطوير مصادر نظيفة وغير قابلة للنضوب وهي المصادر المتجددة (الطاقات المتجددة).

تعرف الطاقات المتجددة بأنها الطاقة التي لا تنتهي والتي تأتي من مصادر طبيعية مستدامة مثل الرياح الشمس، الماء والمحيطات. ويمكن استخدام الطاقة المتجددة لتوفير الطاقة الغير متجددة واستخدامها بدلا عنها في توليد الكهرباء للمباني (التدفئة والتبريد). ويعود استخدامها بالفائدة على البيئة ومنع تلوث الهواء وتقليل كمية الغازات الدفينة في الجو.

ومن بين هذه المصادر الطاقة الشمسية التي تعد المصدر الرئيسي للطاقة على سطح الأرض وكذلك طاقة الرياح، طاقة المد والجزر الناتجة عن قوة التجاذب بين الأرض والقمر، طاقة الأمواج، طاقة التدرج الحراري في مياه المحيطات، طاقة الحرارة الجوفية وطاقة المساقط المائية، حيث زاد الاهتمام بهذه المصادر على مستوى العالم من خلال تشجيع الاستثمار فيها بتوفير المناخ المناسب لذلك. والجزائر على غرار باقي دول العالم سطرت إستراتيجية على المدى البعيد للاستثمار في الطاقة الشمسية.

حيث أوضحت محافظة الطاقة المتجددة والفعالية الطاقوية ان الجزائر نظرا لموقعها الجغرافي لديها واحد من اكبر الحقول الشمسية في العالم، مؤكدة أن مدة التشميس على كامل التراب الوطني تتجاوز 2000 ساعة سنويا ويمكن أن تصل حتى 3900 ساعة وخاصة في المرتفعات والصحراء. وازافت المحافظة انه في جميع أنحاء التراب الوطني نسبة استقبال الطاقة الشمسية الكلية على سطح أفقي بمساحة متر مربع واحد تتراوح بين 5.1 كيلو واط في الساعة (حوالي 1860 كيلو واط / ساعة في السنة لكل متر مربع) في الشمال و6.1 كيلو واط / ساعة (حوالي 2410 كيلو واط/ساعة في السنة لكل متر مربع) في الجنوب الكبير.

وقد استخدمت الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء في تطبيقات عديدة منها محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه، تشغيل إشارات المرور، تشغيل الأقمار الاصطناعية، المركبات والمحطات الفضائية.

يتم إنتاج الطاقة الشمسية باستخدام تقنية الفوتوضوئية التي تمتص الاشعاع الشمسي وتحولها إلى طاقة كهربائية، ويتم تجميع الطاقة ونقلها من اجل استخدامها كمصدر للتيار الكهربائي.

تعتمد دراستنا على دراسة وتحجيم الأنظمة الكهروضوئية وذلك بتطبيقها على منزل من اجل تغذيته.

الفصل الأول الإشعاع الشمسي

I-1-تمهيد:

تساهم الطاقة الشمسية بمقدار 94% من استخدام كوكبنا للطاقة، حيث تقوم بتدفئة سطح الأرض وغلافها الجوي.

فبدون الطاقة الشمسية ستكون الأرض عبارة عن قطعة صخرية ميتة في الفضاء بدرجة حرارة قريبة من الصفر المطلق. كما تعد من أنظف مصادر الطاقة على الإطلاق، لذا تركزت الأبحاث والتجارب على تطوير وسائل الاستفادة منها وإيجاد الحلول العملية للمشاكل التي تواجه استخدامها لتغطية حاجة الإنسان وكذلك للحد من استنزاف مصادر الطاقة التقليدية المهددة بالنضوب [1] [2].

ولقد أصبحت للطاقة الشمسية مكانة لائقة بين المصادر الأخرى في الوقت الحاضر واعتمدت ميزانيات كبيرة في أغلب الدول لاستغلال هذه الطاقة، كما تعددت الطرق المقترحة للاستفادة منها مثل استخدام المرايا العاكسة لتجميع ضوء الشمس أو ابتكار طرق لتجميع حرارة الشمس وامتصاصها أو تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية وهذا ما سنتناوله خلال دراستنا لهذا البحث أما في هذا الفصل سنتطرق إلى دراسة عامة حول الطاقة الشمسية حيث نذكر بعض العلاقات والمعادلات المتعلقة بحساب شدة الإشعاع الشمسي خلال فصول السنة وإلى العوامل المؤثرة عليه أثناء سقوطه على منطقة من سطح الأرض .

I-2- الطاقة الشمسية :

الشمس هي مصدر الطاقة على الأرض، تسمى مصادر الطاقة التي تستغل الطاقة الشمسية المباشرة بمصادر الطاقة المتجددة. نعتبر الطاقة الشمسية من أكثر أنواع الطاقة ملائمة للاستخدام في المنطقة العربية وذلك لتوفر شدة الإشعاع فيها ويمكن تقسيم تطبيقات الطاقة الشمسية إلى قسمين هما [3] [4]:

-توليد الطاقة الكهربائية.

-توليد الطاقة الحرارية.

I-3- آلية تحويل الطاقة الشمسية :

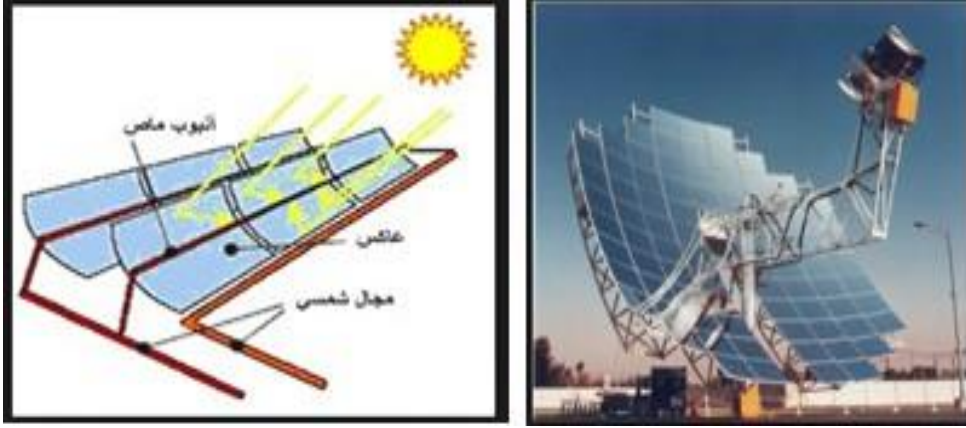
يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية، من خلال آليتي التحويل الكهروضوئي والتحويل الحراري للطاقة الشمسية :

I-3-1 التحويل الكهروضوئي :

ويقصد بالتحويل الكهروضوئي تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الكهروضوئية، هناك بعض المواد تقوم بهذه العملية تدعى أشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم وغيرها .

I-3-2- التحويل الحراري :

يعتمد التحويل الحراري للطاقة الشمسية على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق الشمسية) والمواد الحرارية، فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته ليستفيد منها في التدفئة و التبريد و توليد الطاقة [5].



الشكل (I-1) : المركبات الشمسية [5].

I-4- الإشعاع الشمسي :

الإشعاع الشمسي هو الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الشمس، يتوزع ضمن أطوال الموجات $\lambda \in [0.28\mu\text{m} - 4\mu\text{m}]$ ، يتكون الطيف من ثلاث أنواع رئيسية [6]:

- 9% من الأشعة فوق بنفسجية وتنتمي إلى المجال الذي يقل على $0.4\mu\text{m}$.
- 47% من الأشعة المرئية التي تنتمي إلى المجال $[0.8\mu\text{m}-0.4\mu\text{m}]$.
- 44% من الأشعة تحت الحمراء وتنتمي إلى المجال الذي أكبر من $0.8\mu\text{m}$.

كما يعد المصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوي إذ يساهم بأكثر من 99% من الطاقة المستغلة بالغلاف الجوي على سطح الأرض.

I-4-1- ثابت الشمسي :

التدفق الشمسي المتوسط على المستوى العمودي لاتجاه الأشعة وموضعها خارج الجو الأرضي يسمى: الثابت الشمسي I، القيمة المتوسطة حالياً تعادل 1390 w/m^2 . تغير المسافة ارض-شمس خلال السنة تؤثر على قيمة الثابت الشمسي، والعلاقة الآتية تعطي القيمة المصححة للثابت الشمسي [7]:

$$I = 1367(1 + 0.034 \cos(0.01721 n - 0.0552)) \dots\dots (I-1)$$

n : عدد أيام السنة انطلاقاً من جانفي.

I-4-2- طيف الإشعاع الشمسي :

الطيف الشمسي هو التوزيع الطيفي بدلالة طول الموجة أو التوتر حيث طاقة كل بروتون ترتبط بهما بالعلاقة التالية [8]:

$$E = h \cdot \nu = h \frac{c}{\lambda} \quad \dots\dots (2-I)$$

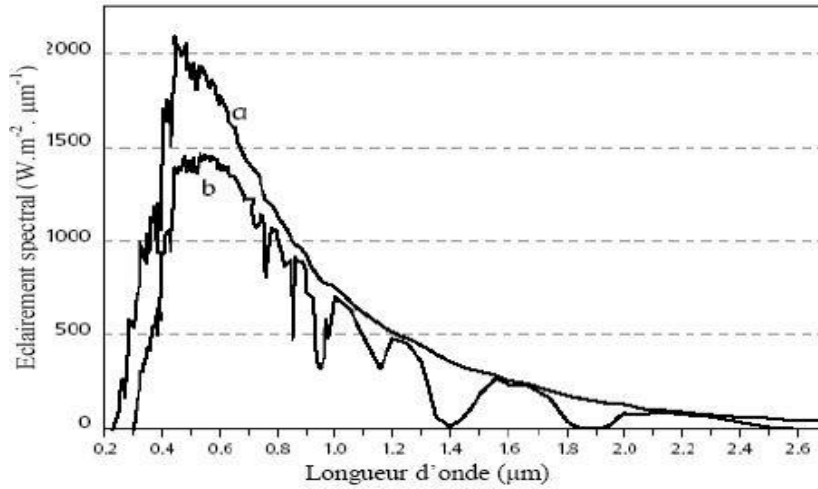
h : ثابت بلانك.

c:سرعة الانتشار.

أما التوزيع الطافي يعطي:

6.4%	$0.20 < \lambda < 0.38 \mu\text{m}$	فوق البنفسجي UV
48.0%	$0.38 < \lambda < 0.78 \mu\text{m}$	المرئي
45.6%	$0.78 < \lambda < 10 \mu\text{m}$	تحت الحمراء IR

إن الإشعاع الشمسي المباشر الذي يصل إلى الأرض يختلف من منطقة إلى أخرى والشكل التالي يمثل الكثافة الطيفية للإنارة الطاقية للإشعاع الشمسي المباشر.



الشكل (2-I) : الكثافة الطيفية لإنارة الطاقية لإشعاع الشمسي المباشر [8].

a : الإشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي.

b : الإشعاع الشمسي المباشر إلى الأرض على ارتفاع 6°C وتحت الجو النظامي.

I-5-أنواع الإشعاع الشمسي: تنقسم الأشعة الشمسية الواصلة إلى السطح المدروس نتيجة مرورها

عبر الغلاف الجوي للأرض إلى:

I-5-1- الإشعاع المباشر: هو الإشعاع الساقط من الشمس إلى سطح الأرض مباشرة، دون انتشاره أو

تبعثره أثناء مروره بالغلاف الجوي.

I-5-2- الإشعاع المنتشر: هو الإشعاع الشمسي الساقط من الشمس والذي ينتشر أثناء مروره بالغلاف الجوي .

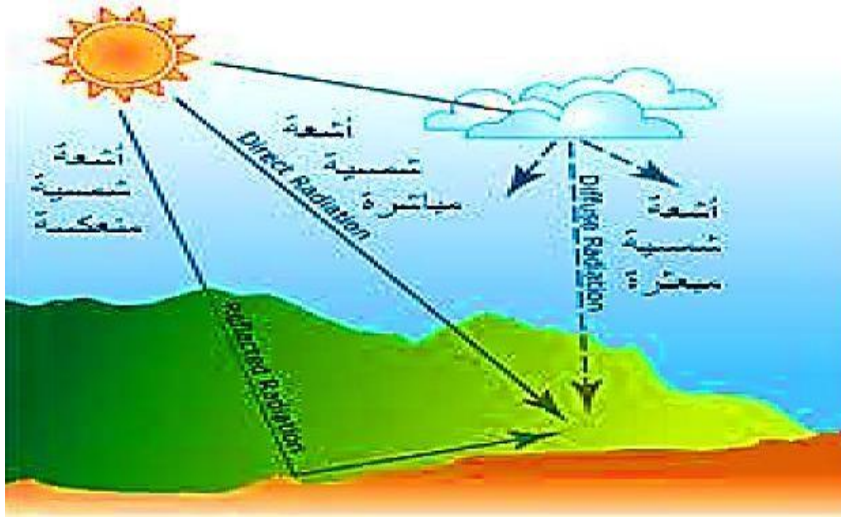
بحيث ينقسم هذا الأخير إلى جزئين، الأول الشعاع المنتشر في السماء، والثاني الشعاع المنعكس من محيط السطح (الأرض مثلا) [9].

I-5-3- الإشعاع الكلي: هو مجموع الإشعاع المباشر والمنتشر ويمكن قياسه بجهاز Pyromètre يحسب في حالة الإشعاع الناظمي $i=0$ بالعلاقة :

$$G = (1270 - 56 T_L) (\sin \theta)^{\frac{T_L+36}{33}} \dots\dots (3-I)$$

حيث T_L معامل الاضطراب للغلاف الجوي و تعطي صيغته :

$$T_L = 2.5 + \beta_A 16 + 0.5 \ln W \dots\dots (4-I)$$



الشكل (3-I) : أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض [10].

I-6- آلات قياس الإشعاع الشمسي:

نجد في الغالب المعطيات الخاصة بالإشعاع الشمسي لدى مصالح الأرصاد الجوية التي تهتم بهذا الميدان، فنجد مثلا:

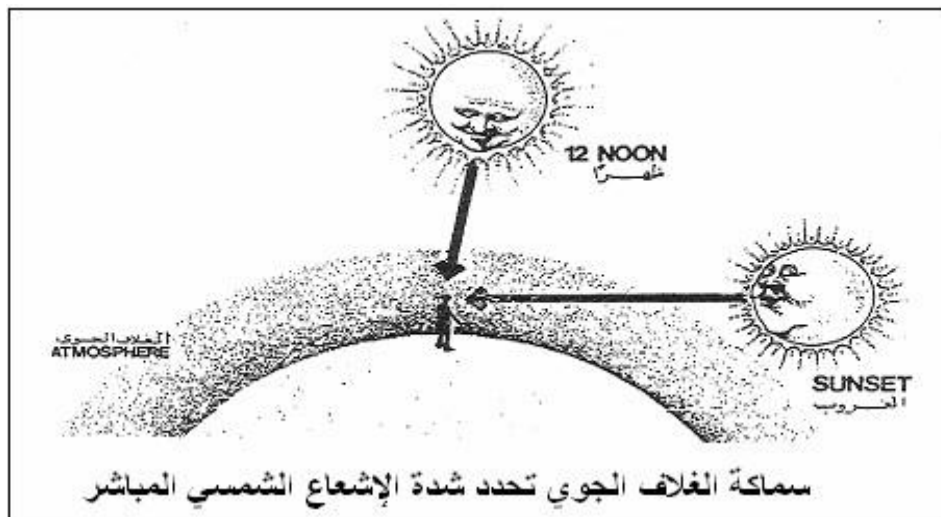
- آلات تقيس مدة سطوع الشمس، وتسمى المشماس (heliograph). وهذه الآلة تتأثر بالإشعاع المباشر للشمس، وتشتغل مادام هنالك إمكانية لرؤية القرص الشمسي حتى من وراء السحب. ومن أنواع هذه الآلات نجد آلة Stokes-comp II المشهورة .

● آلة تقيس الإشعاع الاجمالي لضوء الشمس، وهي تسمى مقياس الإشعاع السماوي (Pyranomete). تتلقى هذه الطاقة الشمسية من كامل نصف الكرة الزرقاء أي من الأفق في جميع الاتجاهات. وفي الغالب توضع هذه الآلة على السطح الأفقي، حيث تتركز في الأساس على المجسمات المسماة بالأعمدة الكهروحرارية (thermopile) وهي مجسمات تتأثر بالحرارة التي تحدثها الموجات الكهرومغناطيسية .

● آلة تقيس الإشعاع المباشر لضوء الشمس، ولهذه الآلة نفس الخاصية للآلتين السابقتين، إلا أنها تختلف عنهما بكونها مغلقة في صندوق صغير ذو فتحة صغيرة يجب عند القياس وضعها في اتجاه أشعة الشمس (ويطلق عليها بالفرنسية Pyrliometer) وهذه الآلة تتأثر بالطاقة الشمسية المنبعثة من القرص الشمسي فقط والوارد على المجس بعد تركيزه. ونظرا إلى تطور استخدامات الطاقة الشمسية أصبحت هذه الآلات تستعمل لدى المختصين في هذا الميدان وخارج مصالح الأرصاد الجوية. إلا أن استخدام مجسات من نوع جديد لقياس هذه الإشعاعية تعتمد على التحولات الفوطوضئية [11].

I-7- تأثير سماكة الغلاف الجوي على الإشعاع الشمسي المباشر:

بالإضافة إلى مكونات طبقة الغلاف الجوي فان العامل الأكثر أهمية في تحديد مقدار الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض هو سماكة الغلاف الجوي التي سيمر خلالها الإشعاع الشمسي. عند منتصف النهار تكون الشمس عمودية , وبالتالي تكون سماكة الغلاف الجوي التي سيمر خلالها الإشعاع الشمسي اصغرية والطاقة الواصلة للأرض تكون أعظمية أما عند الشروق والغروب فان سماكة الغلاف الجوي التي سيمر خلالها الإشعاع الشمسي تكون أعظمية والطاقة الواصلة للأرض تكون اصغرية كما فالشكل (I-4) ولهذا السبب فان حجم طاقة الإشعاع الشمسي يكون مرتفعا في المناطق ذات الارتفاع الكبير عن سطح البحر [12].



الشكل (I-4): سماكة الغلاف الجوي تحدد شدة الإشعاع المباشر

8-I- زوايا توجيه اللوح الشمسي:

يعرف كل لاقط شمسي بزائيتين هما زاوية ارتفاعه β و زاوية السمث α .

8-I-1- زاوية ارتفاع اللوح الشمسي β :

هي الزاوية التي يصنعها الناظم على سطح المجمع مع مسقطه على المستوي الشاقولي [13].

$\beta = 0^\circ$: اللوح في مستوى أفقي .

$\beta = 90^\circ$: اللوح في مستوى شاقولي موجه نحو الجنوب .

$\beta = -90^\circ$: اللوح في مستوى شاقولي موجه نحو الشمال .

8-I-2- زاوية سمث اللوح الشمسي α :

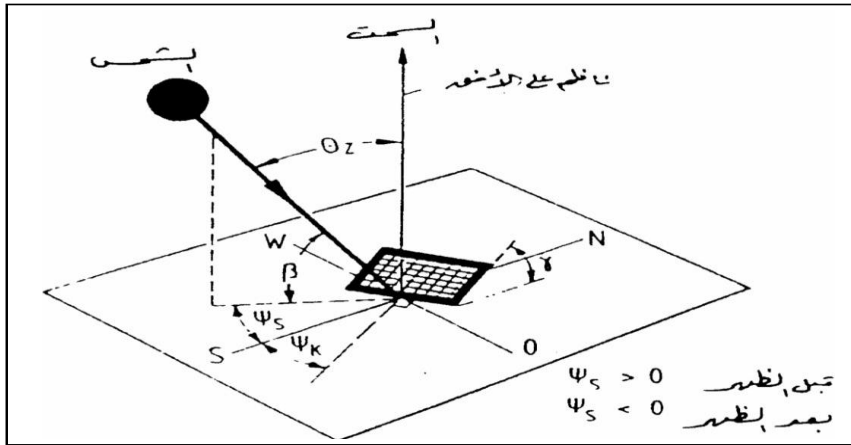
وهي الزاوية التي يصنعها مسقط الناظم على مستوي أفقي والمحور الموجه نحو الجنوب [13].

$$\alpha \in [-90^\circ, +90^\circ]$$

$\alpha = 0^\circ$: اللوح موجه نحو الجنوب .

$\alpha > 0^\circ$: اللوح منحرف عن محور الجنوب غربا.

$\alpha < 0^\circ$: اللوح منحرف عن محور الجنوب شرقا.



الشكل (5-I) : زاوية سمث السطح α و زاوية ارتفاع السطح β [13].

8-I-3- زاوية ميل اللوح الشمسي :

ولتنبيت اللوح بزواوية ميل للموقع لاستقبال أفضل إشعاع شمسي في فترة الشتاء فيكون ضبط الزاوية)

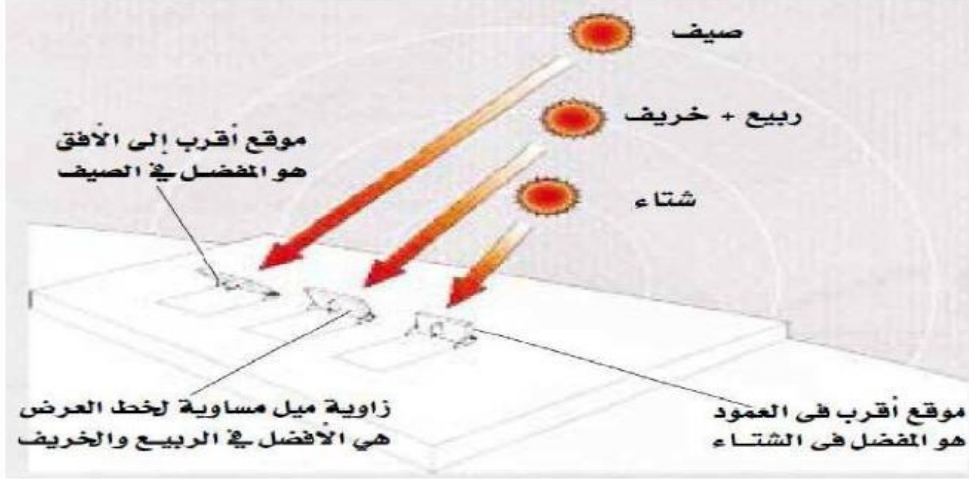
زاوية ميل اللوح الشمسي (هي متوسط القيمة لشهور الشتاء من السنة و تقدر وفق العلاقة التالية [14]:

$$\gamma = \varphi + 15^\circ \quad \dots\dots (5-I)$$

اما في فصل الصيف فإننا نلاحظ ارتفاع الشمس أثناء حركتها بالمقارنة مع فترة الشتاء مما يعني الحاجة إلى خفض زاوية الميل لاستقبال أفضل أشعة بحيث تقدر قيمتها بالعلاقة التالية:

$$\gamma = \varphi - 15^\circ \quad \dots\dots (6-I)$$

اما في الاعتدال، فيفضل توجيه اللوح بزاوية خط العرض .



الشكل(6-I): اختيار زاوية ميل اللوح [14].

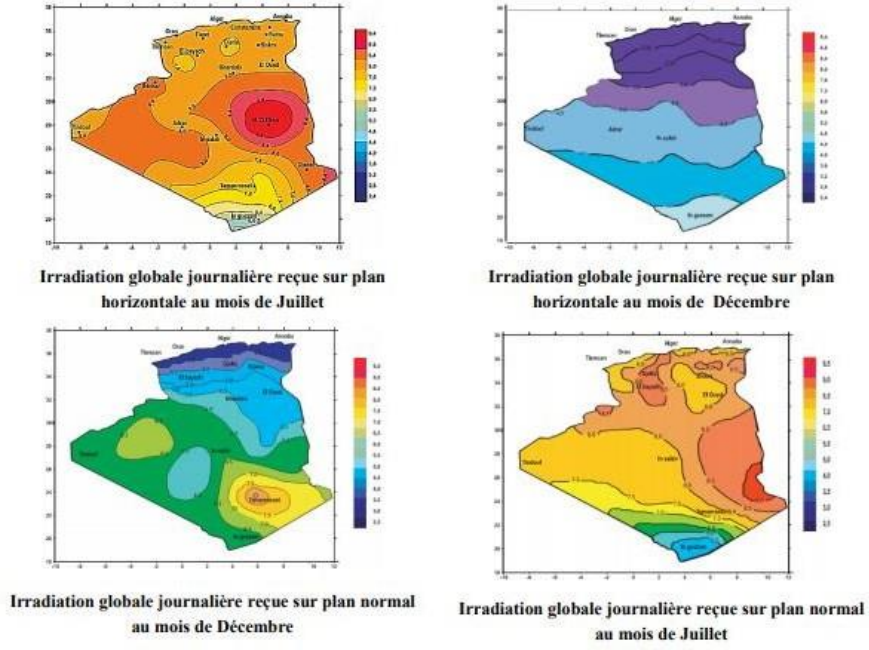
I-9- الإشعاع الشمسي في الجزائر:

نظرا لموقعها الجغرافي تمتلك الجزائر احد اعلى حقول الطاقة الشمسية في العالم حيث تتجاوز مدة التشميس على كامل الأراضي الوطنية تقريبا 2000 ساعة سنويا ويمكن أن تصل إلى 3900 ساعة (المرتفعات والصحراء). الطاقة المستلمة يوميا على مساحة أفقية تبلغ 1 م² تقدر ب 5 كيلوواط ساعي على معظم الأراضي الوطنية، اي ما يقرب من 1700 كيلوواط ساعي / م² / السنة في الشمال و 2263 كيلوواط ساعي / م² / السنة في جنوب البلاد (الصحراء)، يمكن أن تكون هذه الإمكانيات عاملا مهما للتنمية المستدامة إذا تم استغلالها اقتصاديا يوضح الجدول التالي معدل سطوع الشمس في كل منطقة من مناطق الجزائر [15]:

(1-I): معدل التشميس لبعض مناطق الجزائر [15]

المنطقة	الساحلية	المرتفعات	الصحراء
مساحة (%)	4	10	86
مدة التشميس (ساعة / السنة)	2650	3000	3500
متوسط الطاقة المستلمة (كيلوواط ساعي / م ² / السنة)	1700	1900	2650

الشكل (7-I) يعطينا إمكانات الطاقة الشمسية في الجزائر



الشكل (7-I) إمكانات الطاقة الشمسية في الجزائر.

الفصل الثاني

الخلايا الكهروضوئية

II-1- تمهيد:

إن تحويل أشعة الشمس المباشرة إلى طاقة كهربائية هو احد المنجزات العلمية الكبرى في القرن العشرين والألفية الثانية، وهو أفضل التقنيات المستخدمة حاليا في مجال الطاقة المتجددة. لقد بدأت هذه التقنية منذ عقود عديدة لكنها دخلت مرحلة الاستغلال الفعلي عند استخدامها في برامج الفضاء في نهاية الخمسينات من هذا القرن. كلمة الكهروضوئية photovoltaïque مكونة من كلمتين (photo) وهي كلمة من جذور يونانية وتعني الضوء و(voltaïque) الفولط وهي وحدة تستخدم لقياس الطاقة الكهربائية، لذا فإن الكهروضوئية تعني الكهرباء المولدة من ضوء الشمس والتي تحولها إلى تيار كهربائي مستمر، لكن العائق في استخدامها على نطاق واسع ومن قبل عموم الناس هو كلفتها العالية، ولقد انخفض سعر الخلايا الشمسية (photovoltaïque cellules) مئات المرات في الوقت الحاضر عما كان عليه في بداية الستينات، ولكنها لا تزال مكلفة نسبيا إلى حد الآن، والحقيقة هي عدم وجود أي صعوبات تقنية تمنع انتشار هذه المنظومات فمدى انتشار استخدامها يعتمد على كلفة الإنتاج وزيادة الكفاءة. إن معظم تقنيات الخلايا الشمسية يتم تطبيقها في المناطق النائية حيث تبقى هي الأفضل استخداما وذلك لسهولة نصبها وعدم حاجتها إلى لصيانة المستمرة وعدم مساهمتها في تلوث البيئة من جهة وتحقيق هدف التنمية المستدامة من جهة أخرى.

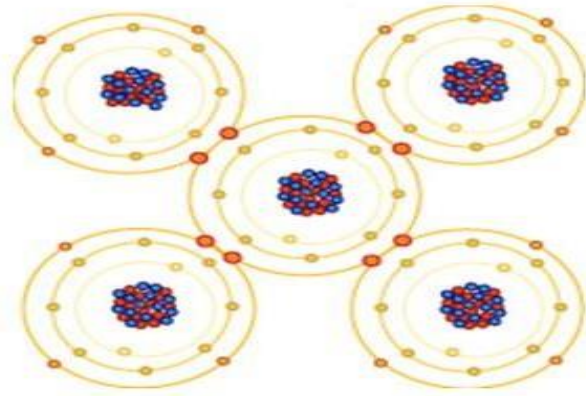
II-2- أشباه الموصلات:

هي مواد شبه ناقلة للتيار ويعتمد توصيلها للكهرباء على الكثافة الحجمية للإلكترونات. ومن أشهر المواد شبه الموصلة الجيرمانيوم والسيليكون، والفرق بينهم أن ذرة الجيرمانيوم تحتوي على 32 إلكترون والسيليكون على 14 إلكترون، حيث يحتوي مستوى الطاقة الأخير لها أربعة إلكترونات حيث تربط كل ذرة مع أربعة ذرات مجاورة لها لتكوين روابط تساهمية بين كل ذرتين للوصول إلى حالة التركيب الثماني.

عند خفض درجة حرارة أشباه الموصلات تصبح غير موصلة للتيار لان الإلكترونات تصبح أكثر ترابطا بالنواة، وعند درجة الصفر المطلق يكون ارتباط الإلكترونات بالنواة أكبر ما يمكن وعندما تزيد درجة الحرارة تحصل بعض الإلكترونات على طاقة تكفي للتغلب على طاقة الارتباط ويؤدي تحرر الإلكترون إلى تحركه حرا داخل النواة تاركا خلفه فراغ يسمى الفجوة. ولجعل المواد شبه موصلة يضاف إليها مواد أخرى تسمى الشوائب.

الشوائب هي مواد ثلاثية التكافؤ أو خماسية التكافؤ تضاف إلى المواد شبه الموصلة لجعلها موصلة للتيار.

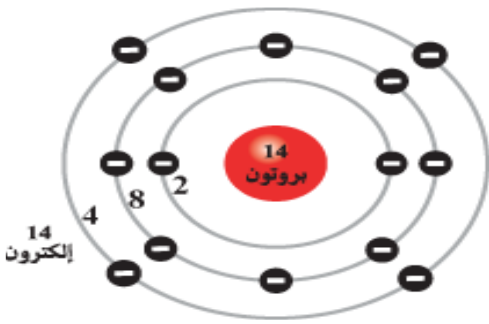
وأشهر أنواع الشوائب الثلاثية البوروم والشوائب الخماسية النيتيمون [16].



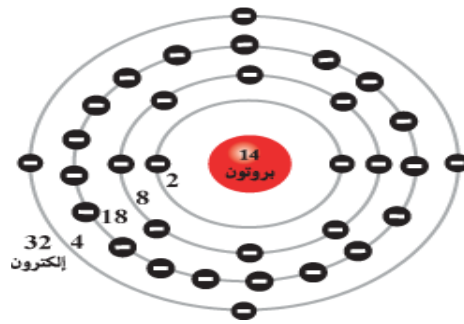
Crystalline structure of silicon atoms

تركيب بلوري من ذرات السيليكون

-الشكل(II-1): التركيب البلوي لبورة السيليكون



الشكل(II-3): البناء الذري للجرمانيوم [16].



الشكل(II-2): البناء الذري للسيليكون [16].

3-II- تصنيف أشباه الموصلات :

II-3-1- المواد شبه موصلة نقية (ذاتية):

إذا تم التوصيل في شبه الموصل بالإثارة الحرارية أو الضوئية للإلكترونات وكان التوصيل يعتمد على الخواص الأساسية لشبه الموصل النقي ولا يعتمد على تغيير خواصه بإضافة بعض الشوائب إليه أو إحداث عيوب في تركيبها البلوري فيسمى شبه الموصل في هذه الحالة بشبه موصل ذاتي أو حقيقي، التي تمتلك أعداد متساوية من حاملات الشحنة السالبة والموجبة (الإلكترونات والفجوات) أي أن كثافة الإلكترونات في حزمة التوصيل تساوي كثافة الفجوات في حزمة التكافؤ، يعتبر كل من السيليكون (Si) والجرمانيوم (Ge) أشهر أشباه الموصلات الذاتية. وعند رفع درجة حرارة شبه الموصل إلى حرارة أعلى من الصفر المطلق فإن عددا من الإلكترونات سوف تنتقل بعد اكتسابها طاقة كافية تكون مساوية أو

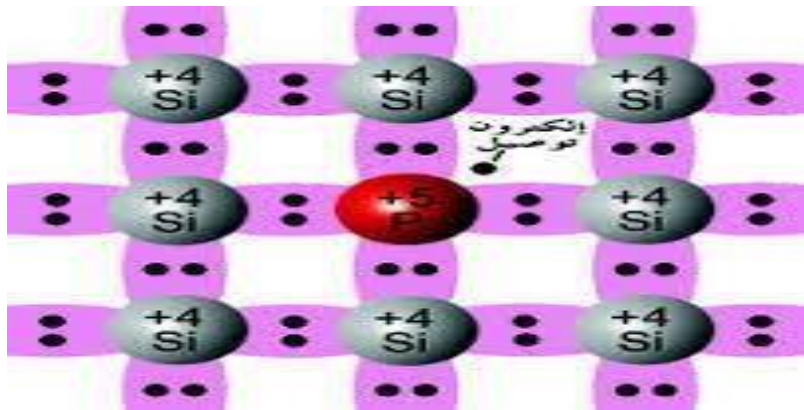
أكبر من طاقة الفجوة من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل، إن الإلكترونات التي غادرت حزمة التكافؤ سوف تترك مكانها فارغا تسمى بالفجوات [17].

II-3-2- المواد الغير نقية (الشوائبية):

تنتج أشباه الموصلات الغير نقية عند إضافة بعض الشوائب لأشباه الموصلات الذاتية مثل السيليكون و الجرمانيوم ولذلك يطلق عليها أحيانا اسم أشباه الموصلات الشوائبية نسبة للشوائب التي تلعب الدور الأساسي في التوصيل الكهربائي، وتدعى هذه العملية بالتطعيم (Dopage) الذي يعرف على انه إضافة ذرات معينة وبنسب قليلة إلى المادة شبه الموصلة النقية لزيادة توصيليتها، وهناك نوعان من أشباه الموصلات الغير نقية [17].

- البلورة السالبة N:

لكي تتحول البلورة النقية الى مادة قابلة للتوصيل فانه يتم تطعيمها بأحد المواد التي يطلق عليها (مواد شائبة)، ومن أمثلة المواد الشائبة المستخدمة في تكوين البلورة السالبة، مادة الفسفور (P) و الزنك (AS) و الانتيمون (SB) وتشترك هذه المواد في خاصية احتوائها على خمسة إلكترونات خارجية. ويظهر الشكل (II-4) أسلوب تكوين البلورة السالبة (N) حيث نجد أن كل أربعة إلكترونات تكافؤ من الإلكترونات المادة الشائبة (الزنك) ترتبط في روابط تساهمية مع ذرة جرمانيوم ليكتمل المدار الخارجي لذرة الجرمانيوم، ويتبقى الإلكترون زائد منالزنك يصبح حر الحركة خلال البلورة، بهذا الأسلوب يزداد عدد الإلكترونات (السالبة) الحرة، وتتحول المادة الى بلورة سالبة ويرمز لها بالرمز (N).

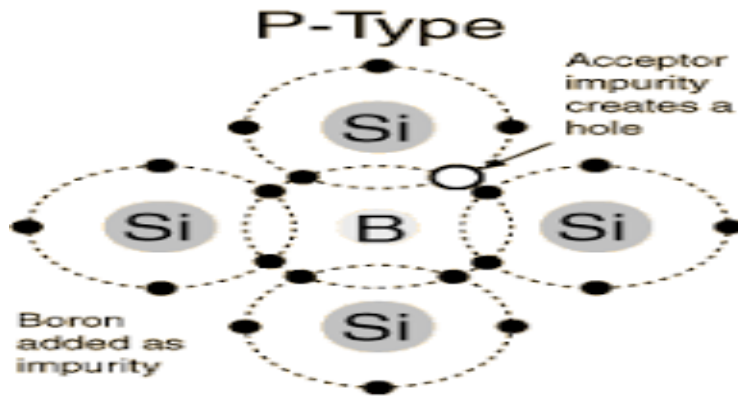


الشكل (II-4): ذرات السيليكون مطعمة بذرات الفوسفور (شبه موصل نوع N) [17].

-البلورة الموجبة (P):

بنفس الأسلوب يتم إضافة مادة شائبة إلى الجرمانيوم أو السيليكون، ولكن في هذه الحالة يستخدم مادة شائبة ثلاثية التكافؤ مثل الانديوم (IN) أو الغاليوم (GA) أو البورون (B).

ان الكترونات التكافؤ الثلاثة للاندسيوم كما في الشكل (II-5) ترتبط مع ذرات الجرمانيوم برابطة تساهمية وهنا نجد أن ذرة الجرمانيوم ينقصها إلكترون واحد حتى يكتمل البناء الترابطي التساهمي وهذا يعني وجود فجوة (HOLE) والتي تمثل شحنة موجبة لها قدرة قوية على جذب الإلكترون. بهذه الصورة يزداد عدد الفجوات، أي عدد الشحنات الموجبة وتزداد معها ايجابية المادة وتصبح هذه الفجوات الموجبة مسؤولة عن توصيل التيار في المادة ولهذا يطلق على المادة (بلورة موجبة) ويرمز لها بالرمز P.



الشكل(II-5) ذرات السيليكون مطعمة بذرات البوروم (شبه موصل نوع P) [17].

II-4-تاريخ الخلايا الكهروضوئية:

1839: بيكريل، إن الضوء الواقع على قطب كهربائي منغمس في محلول موصل قد ينتج تيار كهربائي (الفعل الكهروضوئي) [18] .

1875: فون سيمنز، عرض أمام أكاديمية العلوم في برلين مقال عن التأثير الكهروضوئي في أشباه الموصلات [19].

1877: ادم وسميث، اكتشف التأثير الكهروضوئي لسيلينيوم [19].

1883: فريتز، تم تركيب أول خلية شمسية من مادة السيلينيوم [18].

1954: قام ثلاث باحثين أمريكيين تشابين، بيرسون وبرنس بتطوير أول خلية كهر وضوئية بكفاءة عالية [20]6%.

1958: تم تطوير خلية ذات كفاءة 9% وتم إرسال أول أقمار صناعية تعمل بالطاقة الشمسية إلى الفضاء [21].

1973: تم بناء أول منزل مدعوم من الخلايا الضوئية في جامعة ديلاوير [22] .

1983: أول سيارة تعمل بالطاقة الضوئية تسافر على مسافة 4000 كلم في استراليا [21].

1985: تم تصنيع أول خلية بكفاءة أكثر من 20 [18] % .

ومنذ ذلك الحين والتطور مستمر في إنتاج الخلايا على مستوى العالم.

II-5-تعريف الخلايا الكهروضوئية:

تستخدم الخلايا الكهروضوئية لتحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء وتتكون هذه الخلايا من طبقة أو طبقتين من مادة شبه موصلة، عند سقوط الضوء على الخلية ينتج مجال كهربائي خلال هذه الطبقات مما يعمل على تدفق الكهرباء.

وأكثر المواد شبه الموصلة والتي تستخدم في تصنيع الخلايا هي السيليكون وهذا العنصر موجود في الرمال ولا يوجد قيود لاستخدامه أو توفره كمادة خام، حيث يمثل ثاني أكثر المواد الخام على سطح الأرض. إن أهم جزء في منظومة الخلايا الكهروضوئية هي الخلية الشمسية لكن لا يمكن للخلية أن تنتج طاقة بمفردها بل تصف هذه الخلايا مع بعضها البعض في شكل موديلات "Modules" والتي تجمع دورها في شكل مصفوفات أو وحدات "Unit" "Arrays" .

ولضمان توجيه الخلايا بشكل مباشر دائما نحو ضوء الشمس طول فترة النهار فإنها توضع على أجهزة تتبع.

إن كمية الطاقة التي تصل إلى الأرض من الشمس في يوم مشرق تقدر ب 1000 وات لكل متر مربع وبالتالي لو تم تزويد أسطح منازلنا بمجموعة من الخلايا الكهروضوئية على سبيل المثال يمكن أن نحصل على طاقة كهربائية مجانية كافية لمتطلبات الحياة اليومية [23] [24].

II-6-أنواع الخلايا الكهروضوئية :

الخلايا الأكثر شيوعا حاليا تعتمد على السيليكون (فرق الجهد 0.6 فولت) يوضح الجدول كفاءة الوحدات والخلايا وفقا للتقنيات المختلفة.

-الأنواع الرئيسية للخلايا [25]:

جدول (II-1):الأنواع الرئيسية للخلايا [25]

مردود الألواح	مردود الخلية (المنتج)	مردود الخلية (المختبر)	Technologie
16.9	21.5	24.7	Mono cristallin
14.2	16.5	20.3	Poly cristallin
7.5	10.5	13	Couche mince

-الخلية السليكونية الامورفية (العشوائية) :

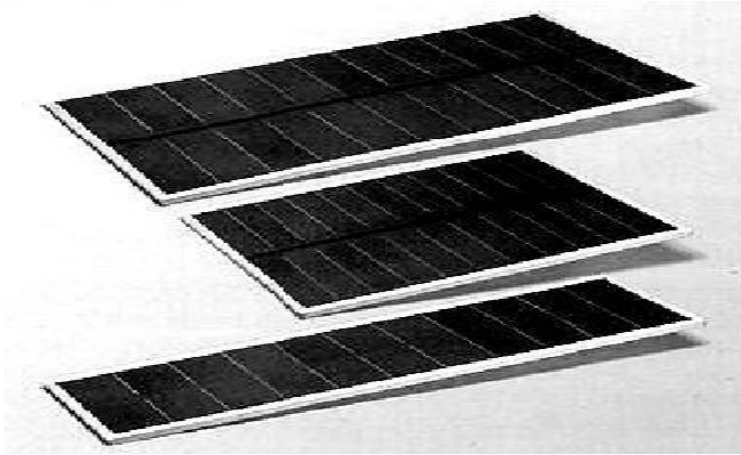
لا يتبلور السيليكون بل يتم ترسيبه على لوح من الزجاج، الخلية رمادية داكنة للغاية، إنها خلية الحاسبات والساعات وتسمى بالخلايا الشمسية [26].

فوائد :

- تعمل بإضاءة منخفضة (في طقس ملبد بالغيوم أو داخل مبنى).
- اقل تكلفة من الأنواع الأخرى.

السلبيات:

- مردودهم (حوالي 10 %) اقل جودة من الآخرين في الشمس الكاملة.
- ينخفض أداؤهم بشكل ملحوظ بمرور الوقت .



الشكل(II-6): ألواح شمسية مصنوعة من خلايا امورفية

-الخلية السيليكونية أحادية التبلور:

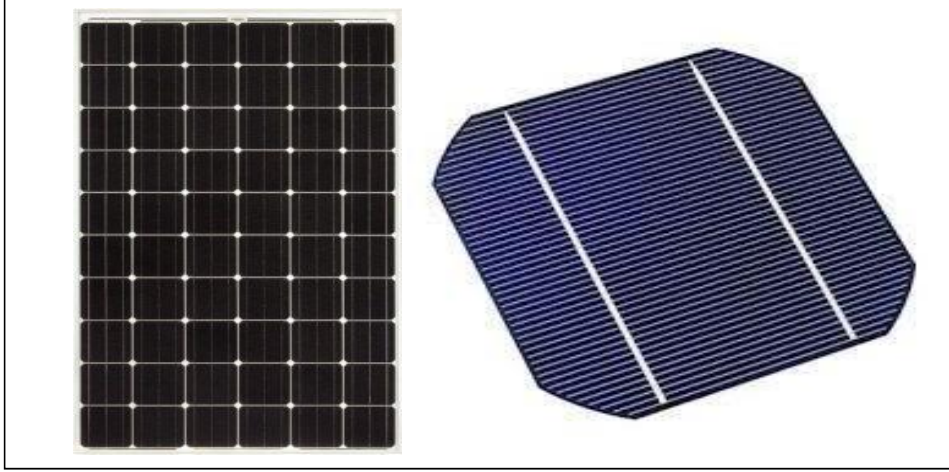
عندما يتم تبريد السليكون المصهور، يتم ترتيبه بحيث يتصلب ويشكل بلورة واحدة كبيرة فقط، يتم تقطيع البلورة إلى شرائح رفيعة تعطي الخلايا، هذه الخلايا عادة ما تكون زرقاء موحدة [26].

فوائد :

- مردود جيد حوالي 20%.

-سلبيات :

- خلايا باهظة الثمن.
- عملية سيئة للغاية في الإضاءة المنخفضة.



الشكل (II-7): خلية سيلكونية احادية التبلور و لوح شمسي مصنوع من خلايا احادية التبلور [26].

-الخلايا السيلكونية متعددة التبلور :

عندما يبرد السيلكون تتشكل عدة بلورات، هذا النوع من الخلايا هو أيضا ازرق اللون ولكنه ليس موحدا ويمكننا التمييز بين الأنماط التي تم إنشاؤها بواسطة البلورات المختلفة [26].

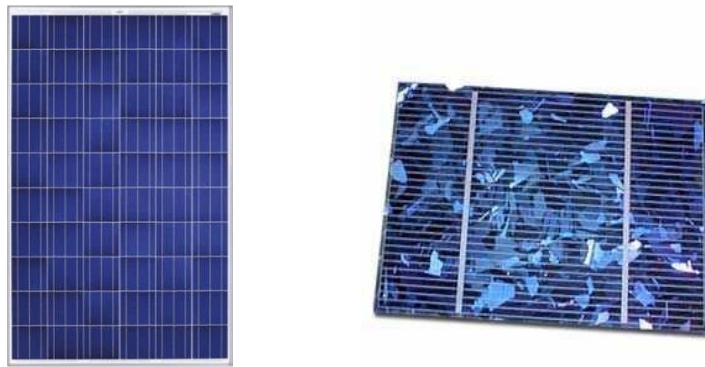
-فوائد :

- مردود جيد (حوالي 13 %) ولكنها اقل جودة من أحادي البلورية.
- ارخص من أحادي البلورية.

-سلبيات :

- نفس عيوب الخلايا أحادية البلورة.
- هذه هي الخلايا الأكثر استخداما لإنتاج الكهرباء (أفضل قيمة مقابل المال).

-خلايا من مواد أخرى:



الشكل (II-8) : خلايا سيلكونية متعددة التبلور [26].

تعد مادة السيليكون بكل حالاتها بأنها ليست وحدها التي تستخدم في الخلايا الشمسية فمثلا يستخدم زرنيخيد (Ga As) وتلوريد الغاليوم (Ga Te) في هذه الخلايا وبما أنها مواد لديها فجوات ذات طاقة متعددة، فإن التوافق سيتشكل بأطوال موجبة متعددة وتكون فتوناتها ذات طاقة عالية .

وقد تم تطوير طريقة جديدة لاستخدام إما طبقتين أو أكثر من طبقة من المواد الأخرى غير السيليكون مع فجوات يكون ربطها غير متشابه، فتبين أن المادة التي لها أعلى فجوة تكون طاقتها كبيرة على السطح والفتونات التي تمتصها تكون ذات طاقة كبرى، بينما الفتونات قليلة الطاقة تسمح لها لأنها تمتص من قبل المادة التي تقع في الأسفل ذات فجوة الطاقة قليلة، حيث تسمى هذه الخلايا ب (الخلايا ذات الاتصالات العديدة) والتي أيضا يمكنها أن تمتلك لديها أكثر من حقل كهربائي [27].

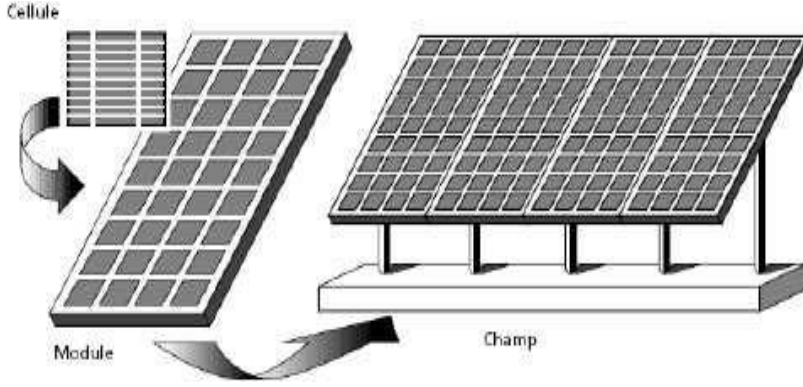
II-7- تطبيقات الخلايا الكهروضوئية :

- تطبيقات ذات قدرة منخفضة: وتشمل الحاسبات، الألعاب الالكترونية والساعات.
- تطبيقات ذات قدرة متوسطة: وتشمل الإنارة، إشارات المرور والإنذار، التهوية والثلاجات المتنقلة في المدن والمناطق النائية.
- تطبيقات ذات قدرة متوسطة وعالية: وتشمل تحلية وضخ المياه، تغذية المنازل وتغذية شبكة الكهرباء العامة.

II-8- الألواح الشمسية :

II-8-1- مفهوم اللوح الشمسي :

الألواح الشمسية عبارة عن مجموعة خلايا مركبة في سلسلة، من أجل الحصول على الجهد فان الخلية الكهروضوئية هي العنصر الأساسي في تحويل الإشعاع، ترتبط عدة خلايا في وحدة نمطية وهي اصغر منطقة قدرة قابلة للتحويل يمكن تجميعها وتفكيكها، في الواقع يتم تجميع هذه الوحدات (الألواح) في لوحات والتي بدورها مرتبطة، للحصول على الحقل الكهروضوئية حسب الحاجة، يتم إنتاج الخلايا بشكل أساسي بواسطة السيلكون البلوري يستخدم في شكل أحادي البلورة أو متعدد البلورات في رقائق أو شريط أو في طبقات شبه رقيقة على الركيزة وفقا للتقنيات الحديثة ترتبط الوحدات في سلسلة وبالتوازي للحصول على قوة عالية والجهد المطلوب، يتم حماية كل خلية من الخلايا الكهروضوئية من ارتفاع درجة الحرارة عن طريق تركيب الصمام بالتوازي معي دوائر قصيرة، نتجنب أيضا أن تكون الوحدة الكهروضوئية عبارة عن جهاز استقبال عن طريق وضع صمام ثنائي في كل فرع يسمى الصمام الثنائي المضاد للجهد الضئيل [41].

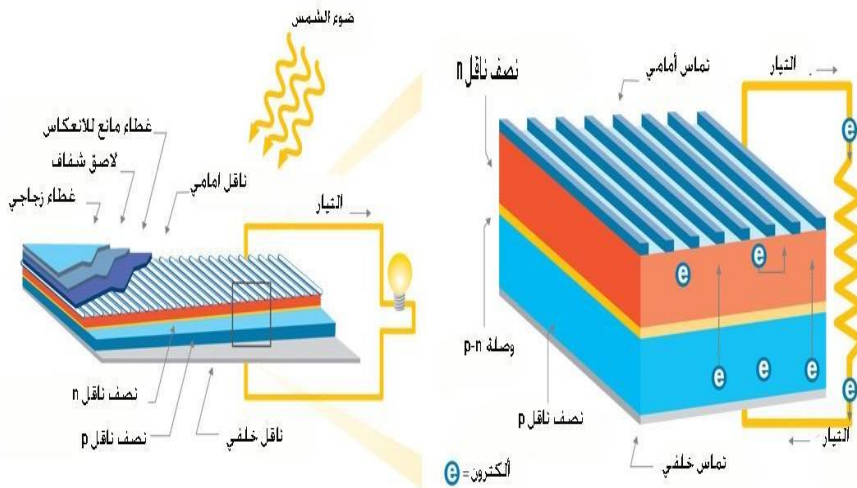


الشكل (II-9): اللوح الشمسي

II-8-2- مكونات الألواح الشمسية:

تتكون الخلايا الشمسية من عدة طبقات:

- **طبقتان حساستان للضوء:** وهي عبارة عن أشباه موصلات مثل عنصر السليكون المضاف إليه بعض الشوائب لتكوين طبقتين وهما طبقة شبه الموصل السالبة N وطبقة شبه الموصل الموجبة P.
- **طبقتان من الأسلاك:** تحتوي الخلية الشمسية على طبقتين مكونتين من شبكة من الأسلاك النحاسية إحداهما في الأعلى وتسمى كاثود (الغلاف الأمامي) والأخرى في الأسفل وتسمى أنود (الغلاف الخلفي).
- **طبقة من الزجاج:** تغطي الخلايا الشمسية بطبقة من الزجاج لحمايتها من أي خدش، كما أنها تسمح بمرور الضوء من خلالها.
- **طبقة مضادة للانعكاس:** لا تسمح للضوء بالارتداد، وبالتالي يمكن استغلال أكبر قدر من الضوء.
- **الداعم المعدني [28].**



الشكل (II-10): مكونات اللوح الشمسي [28].

II-8-3- طريقة تركيب الألواح الاتجاه و الزوايا :

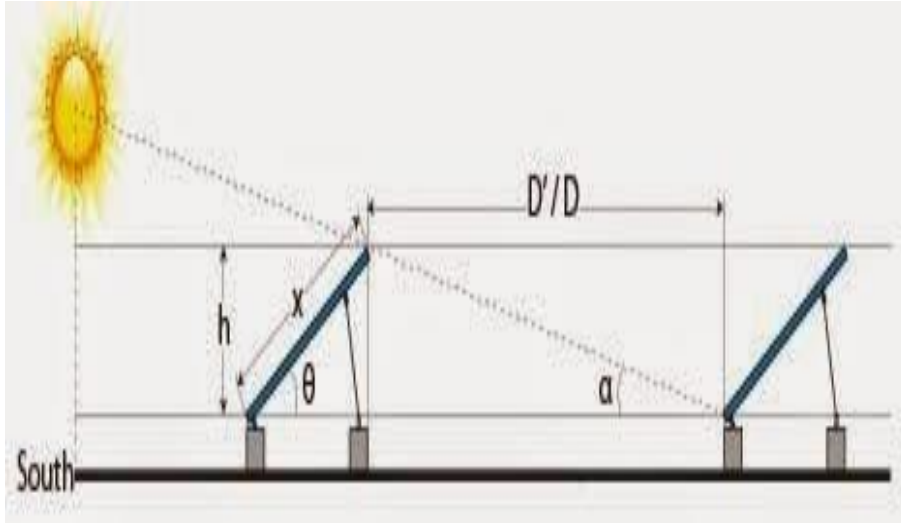
في فصل الصيف: (درجة خط العرض - 15 درجة) هي زاوية الميل المثالية.

في الخريف والربيع: (درجة خط العرض) هي درجة الميل المثالية.

في فصل الشتاء: (درجة خط العرض + 15 درجة) هي درجة الميل المثالية.

وان كنت لا تنوي تغيير زاوية الميل في كل فصل فيمكنك ضبط زاوية الميل على فصل الشتاء وستعمل جيدا أيضا في باقي فصول السنة [29].

ملاحظة : يمكنك الحصول على درجة خط العرض الخاص بك من كتاب الأطلس أو من Google Erth لو أردت تحديدها بدقة .



الشكل (II-11): صورة توضح طريقة تركيب الألواح الشمسية

تبقى لنا أن نعلم انه عند تركيب ألواح الطاقة الشمسية نحاول بقدر الإمكان أن نتفادى أن نقوم بتركيبها في مكان يقع عليه ظل أي مبنى أو منشأة أو جبل محيط بالمكان .

الآن يأتي دور أجزاء الحسابات بالمعادلات الخاصة بنا:

عليك الرجوع لصور الزوايا بالأعلى لتعرف المقصود بالرموز الموضحة بالمعادلات

-أولاً: نقوم بحساب القيمة h و هي ارتفاع اللوح كما هو واضح بالصورة بالأعلى.

$$h = x * \sin \theta \text{ For tilted solar arrays} \quad \dots\dots (1-II)$$

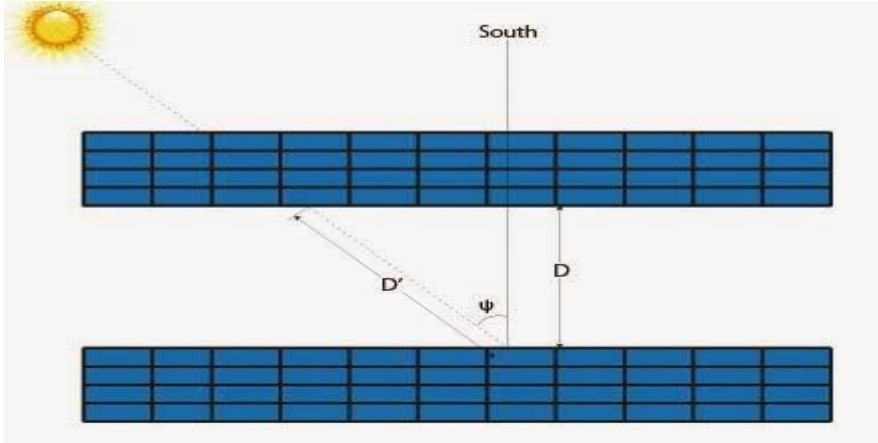
القيمة x هي عرض اللوح كما هو واضح بالصورة بالأعلى أيضا والزاوية تيتا هي زاوية الميل وهي

غالبا وفي معظم البلاد العربية ستساوي قيمة دائرة العرض الواقع عليها مدينتك + 15 درجة.

-ثانيا : نقوم بحساب D' وهي مسافة الظل المائلة.

$$D' = \frac{h}{\tan(\alpha)} \quad \dots\dots (2-II)$$

و طبعا قيمة الزاوية ألفا α و زيتا Ψ نحصل عليها من الموقع التالي



الشكل (12-II): يوضح طريقة تركيب الألواح

-ثالثا: نقوم بحساب المسافة بين الألواح وهو ما نريد أخيرا الحصول عليه

$$D = D' * \text{co}(180 - \Psi) \quad \dots\dots (3-II)$$

وطبعا الزاوية زيتا قمنا أيضا بالحصول عليها منذ قليل باستخدام الأداة التي قمنا بشرحها. وبذلك تكون قد استطعت أن تحسب المسافة اللازم توافرها بين صفوف ألواح الطاقة الشمسية لتفادي سقوط ظلها على بعضها البعض وذلك تحت أسوأ الظروف في السنة وبذلك ستضمن كفاءتها طوال أيام وساعات السنة [28].

9-II-الخصائص الكهربائية للخلايا و الألواح الكهروضوئية :

يتألف اللوح الكهروضوئي شمسي (module) من عدد الخلايا التي تكون موصولة على التسلسل والتفرع مع بعضها البعض ضمن لوحة واحدة، ويجب أن تكون محمية من الماء والرطوبة والحرارة والسقوط حيث توضع الخلايا الكهروضوئية في غلاف محكم مصنوع من الزجاج المسطح المفرد أو المضاف، ويصل الإشعاع الشمسي إلى هذه الخلايا من خلال الزجاج ويمكن تجميع الألواح مع بعضها لتشكيل صف (Array) بحجم معين [29].

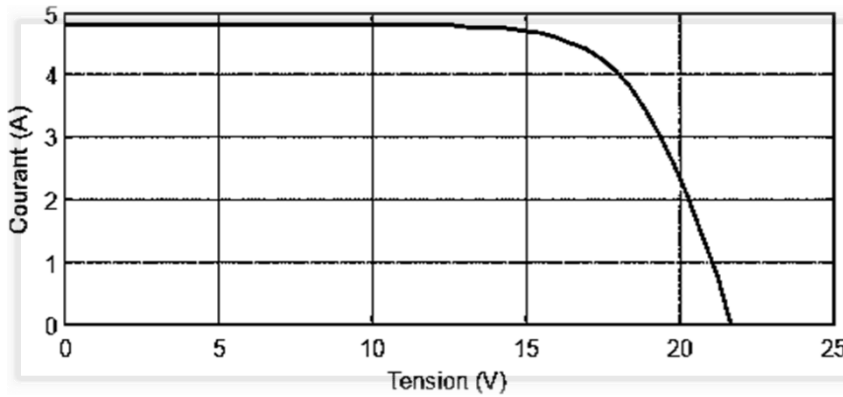
تركب الصفوف الكهروضوئية لزيادة مساحة التعرض المباشر للشمس، توضع عادة في منطقة خالية من ظل الأبنية والأشجار باتجاه الشمس وبزاوية مناسبة الشكل (2) يبين خلية ولوحا وصفا كهروضوئيا.

تكون الطاقة الكهربائية المتولدة من الخلية الكهروضوئية بشكل تيار مستمر وتعتمد شدة هذا التيار على بارومتريين: الأول هو الأشعة الشمسية الساقطة، والثاني هو التيار والفولط المطلوب للحمل، ويعتمد مردود اللوح الكهروضوئي على مردود هذه الخلايا.

وتعرف الخلية الشمسية ذات المساحة (100 cm²) بأنها بطارية شمسية تقوم بإنتاج فولطية مقداره (0.5 V) والتي تناسب مع شدة الإشعاع الشمسي ويصل مقداره ما بين (2.5-3A). في حالة شدة الإشعاع الشمسي القصوى.

خصائص منحنى الجهد والتيار (I-V):

توصف الخلية الكهروضوئية بفرق جهد دارتها المفتوحة والتيار دارتها المغلقة، والشكل (13-II) يوضح العلاقة بين الجهد والتيار لخلية كهروضوئية [30].



الشكل (13-II): منحنى خصائص الجهد و التيار للوح الكهروضوئي

ومن خصائص الخلية الكهروضوئية:

● تيار الدارة المغلقة أو تيار الدارة القصير I_{CC} :

هو التيار المار في الخلية الكهروضوئية بدون حمل، هو أقصى تيار تستطيع الخلية إنتاجه من الإشعاع الشمسي، في هذه الحالة يكون فرق الجهد معدوماً .

● فرق جهد الدارة المفتوحة V_{OC} :

هو فرق الجهد بين أطراف الخلية الكهروضوئية في حالة عدم مرور أي تيار بالدارة، عندما تكون مقاومة الحمل لا نهائية .

الاستطاعة الاعظمية للخلايا الكهروضوئية P_{max} :

تعرف الاستطاعة الاعظمية للخلايا الكهروضوئية P_{max} بانها الناتج الاعلى من حاصل الضرب بين النقطة القصوى للتيار I_m و النقطة القصوى للجهد V_m (أي عند نقطة التشغيل)، و تعطى بالعلاقة التالية [31]:

$$P_{max} = V_m * I_m \quad \dots\dots (4-II)$$

10-II-الفعل الكهروضوئي :

يحمل الإشعاع المنبعث من الشمس فوتونات تحمل طاقة E_{ph} ، يتم امتصاص هذه الفوتونات في مادة شبه موصلة والتي ستولد جهدًا كهربائيًا استجابةً لذلك، تعتمد هذه الطاقة على ثلاث خصائص:

- سرعة الضوء c.
- الطول الموجي λ .
- ثابت بلانك h.

c و h كونهما ثوابت، يمكننا القول أن الطاقة التي يحملها الفوتون تتناسب عكسيًا مع طول موجته، كما تظهر العلاقة :

$$E_{ph} = \frac{c}{\lambda} h \quad \dots\dots (5-II)$$

تنتج مواد أشباه الموصلات عن طريق امتصاص الفوتونات إلكترونات وثقوبًا، وكلاهما حامل شحنة. يجب أن يتسبب الإشعاع الشمسي بعد ذلك في إزاحة الإلكترون من موصل إلى آخر، لكي تعمل الظاهرة يجب أن يظهر فرق محتمل في طرفي الجهاز، هذا له تأثير تشكيل ما يعادل مكندس وبالتالي تصبح المادة موصلة ضوئيًا، إنه ثنائي القطب السلبي إذا تم تطبيق جهد عبر المادة، التيار سوف يتدفق [32].

11-II-كفاءة الخلية الكهروضوئية η :

يتم تعريفها على أنها النسبة بين الطاقة القصوى التي تنتجها الخلية وقوة الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الخلية و تعرف بالعلاقة التالية :

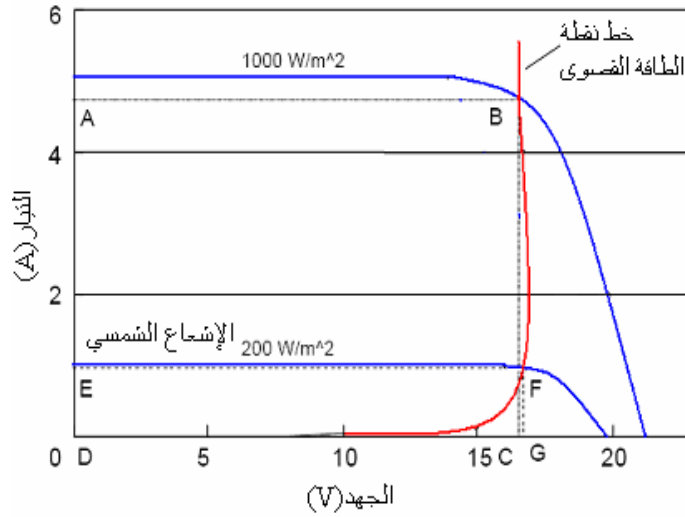
$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{FF * I_{cc} * V_{oc}}{G * S} \quad \dots\dots (6-II)$$

حيث أن S هو سطح الخلية في (m^2) و G شدة الإشعاع (W/m^2).

يمكن تحسين هذه الكفاءة من خلال زيادة معامل الشكل وتيار دائرة القصر وفرق جهد الدارة المفتوحة، ومعرفة قيمة هذه الكفاءة يمكننا من تقييم أداء الخلية [33].

II-12- الفرق بين كفاءة الخلية و الألواح :

كفاءة اللوح تعطى بقسمة أقصى استطاعة للوح على حاصل ضرب القدرة الإشعاعية الشمسية (1000 w/m^2) في مساحة اللوح وتكون كفاءة الألواح اقل من كفاءة الخلية بمقدار 20% تقريبا. إن التغير في شدة الإشعاع الشمسي الساقط ودرجة حرارة الخلية الكهروضوئية يؤدي إلى تغيير موقع نقطة الاستطاعة العظمى P_{max} والشكل (II-14) يبين خط تغير نقطة القدرة العظمى ابتداءً من شدة إشعاع 200 w/m^2 حتى شدة إشعاع 1000 w/m^2 على المخطط (I-V) [34].



الشكل (II-14): خط تغير نقطة الاستطاعة العظمى

II-13- توصيل الألواح الشمسية: طريقة توصيل الألواح الشمسية إما بالتوالي أو التوازي.

-ربط الألواح الكهروضوئية على التسلسل:

في الحالة المثالية عند ربط مجموعة من الألواح الكهروضوئية المتماثلة عددها n على التسلسل فإن فرق جهد الدارة المفتوحة يساوي عدد الألواح مضروباً بفولط لوح واحد:

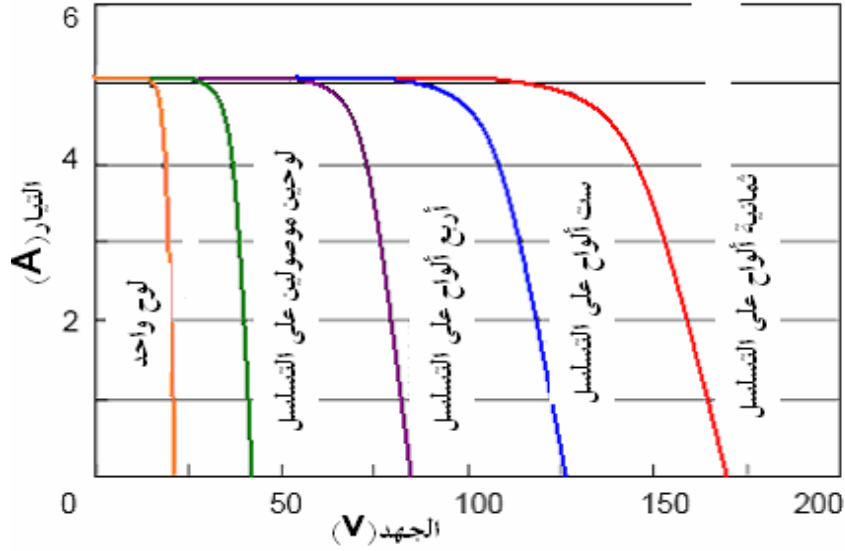
$$V = n V_1 = n V_2 = n V_3 = \dots = n V_n / (I=0) \quad \dots \quad (7-II)$$

أما عندما يكون التيار ($I > 0$) عند وجود حمل كهربائي فإن :

$$V = \sum_1^n V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V \quad (I > 0) \quad \dots \quad (8-II)$$

$$I_{CC} = C^{te}$$

I_{CC} : التيار في دارة مغلقة لعدد من الخلايا المتسلسلة [35].



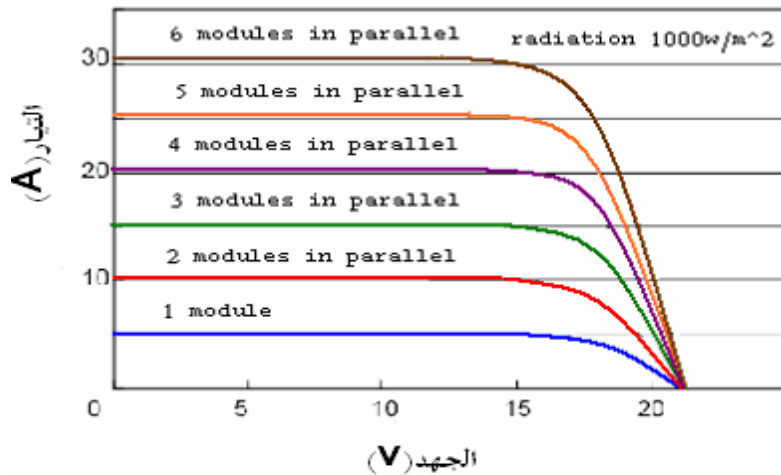
الشكل (II-15): الخاصية المثالية للألواح الكهروضوئية المربوطة على التسلسل

- ربط الألواح الكهروضوئية على التفرع :

في حالة ربط عدد N_p من الألواح الكهروضوئية المتماثلة على التفرع فان الجهد الناتج مساويا لجهد اللوح الواحد والتيار الناتج يساوي مجموع التيارات الخاصة بكل لوح [36].

$$I_{sc} = \sum I (N_p) = I_1 + I_2 + \dots + I (N_p) \quad \dots\dots\dots (9-II)$$

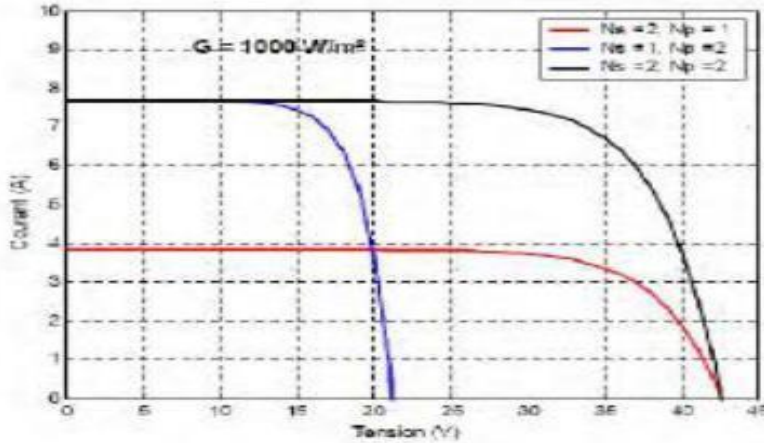
$$V_{co} = V_1 = V_2 = \dots \dots \dots = V (N_p) \quad \dots\dots\dots (10-II)$$



الشكل (II-16): الخاصية المثالية للألواح الكهروضوئية المربوطة على التفرع

-ربط الألواح الكهروضوئية على التسلسل و التفرع :

بحكم أن جهد و تيار الخلية ضعيف جدا فيتم توصيل عدد كبير من الخلايا على التوالي وعلى التوازي للحصول على جهد و التيار اللازمين، فعند توصيل الخلايا على التسلسل يكون الجهد الحاصل هو مجموع جهد هذه الخلايا ولكن التيار يكون تيار الخلية الواحدة. وعندما توصل الخلايا بالتوازي يكون الجهد مساويا لجهد الخلية الواحدة و التيار مجموع تيارات الخلايا الموصلة على التفرع [37].



الشكل (II-17) : منحنى تجميع الخلايا على التسلسل و على التفرع

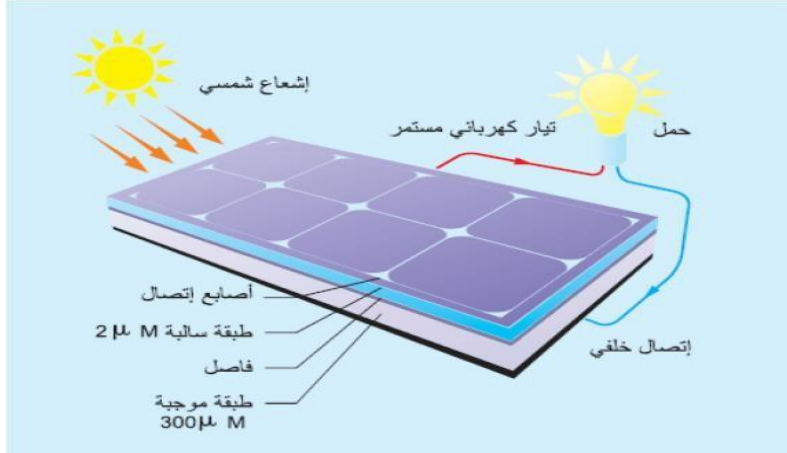
II-14-مبدأ عمل الخلية الكهروضوئية:

عند سقوط ضوء الشمس على الخلية يمر هذا الضوء من خلال سطح الخلية ويمتص جزء منه بواسطة الطبقة الأولى للخلية وهي الطبقة التي تحتوي على الفسفور وتسمى هذه الطبقة (N-type)، أما أغلبية الضوء الساقط على هذه الخلية فيقوم بامتصاصه الجزء الخاص بذلك أي الطبقة التي تحتوي على خليط السيليكون بالبوروم وتسمى هذه الطبقة (P-type) .

نتيجة لهذه العملية تتكون الكترونات حرة الحركة يمكنها السريان خلال الموصل الكهربائي في أطراف الخلية، وتزداد هذه الحركة بزيادة كثافة الضوء الساقط على الخلية حيث تنتقل بعض الالكترونات إلى الفجوات وتتحد معها بعد أن تنتقل المجموعة الأولى من الالكترونات وتتحد مع الفجوات ليتشكل حاجز عند المنطقة التي تفصل النوع الموجب عن النوع السالب، ويمنع هذا الحاجز المزيد من الالكترونات الأخرى في النوع السالب من الاتحاد مع الفجوات في النوع الموجب ويتكون عند هذه المنطقة بين النوعين مجال كهربائي.

هذا المجال يعمل عمل (الصمام الثنائي) حيث يسمح بمرور الالكترونات من الجزء الموجب إلى الجزء السالب ولكن ليس العكس، وبهذا يكون لدينا في كل خلية شمسية مجال كهربائي يحدد اتجاه حركة

الالكترونات، وحين يسقط الضوء المكون من الفوتونات عند طاقة معينة على الخلية الشمسية فإنه يعمل على تحرير إلكترون وفجوة بالقرب من الحاجز يمر هذا الإلكترون في اتجاه الجزء السالب تحت تأثير المجال الكهربائي في حين تنتقل الفجوة إلى الجزء الموجب تحت تأثير نفس المجال. وعندما يتم توصيل طرفي الخلية النوع السالب (N-type) والنوع الموجب (P-type) بدارة كهربائية خارجية فإن هذه الالكترونات سوف تتحرك لتعود إلى موضعها الأصلي وكذلك الفجوات وهذه الحركة هي التيار الكهربائي الذي نريده كما في الشكل [13].



الشكل (II-18): مبدأ عمل الخلية الكهروضوئية [13].

II-15- مميزات وعيوب الخلايا الشمسية:

المميزات:

- سهولة التركيب والتشغيل وصيانتها غير مكلفة.
- عمرها طويل مقارنة بالمصادر التقليدية.
- لا تحتاج كلفة تشغيلية.
- يمكن نقلها وسهلة التفكيك.
- مستدامة ونظيفة وصديقة للبيئة وغير ضارة بالصحة ولا تنتج ضوضاء.
- لا تتطلب أجزاء متحركة باستثناء المتبعات.

العيوب:

- تكلفتها الأساسية مرتفعة.
- تتطلب مساحة واسعة.
- محدودة التشغيل (النهار فقط) وتضعف فالأيام الغائمة.

- تتطلب خبرات فنية خاصة.
- تتطلب التزام ومحاذير في أوقات تشغيل الأجهزة الكهربائية.
- قابلة للكسر والتضرر بسهولة في حالة عدم تثبيتها بقواعد خاصة [38].

II-16-العوامل المؤثرة على كفاءة الخلية الكهروضوئية:

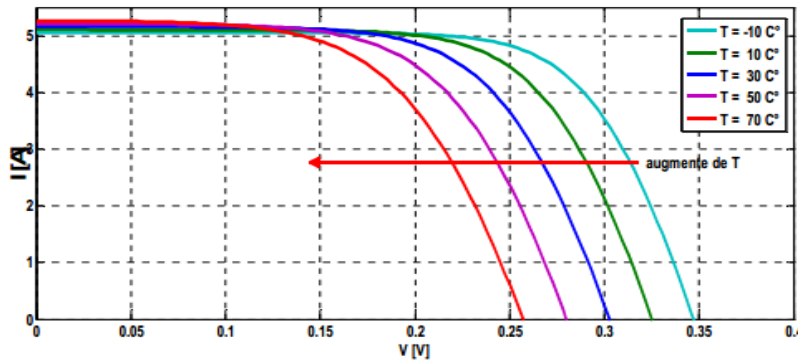
كفاءة الخلية تتأثر ببعض العوامل الواضحة منها زوايا ميل الخلية بالنسبة للشمس، الاختلافات اليومية والسنوية في الطاقة الشمسية التي تسقط على الخلية، وهناك عوامل أخرى لا بد وان نعطي لها اهتمام مثل:

الظل:

تؤثر الظلال بشكل مباشر على كمية الكهرباء المنتجة، كذلك الأتربة حيث يمكن أن تظلل أجزاء من الخلية مما يؤثر على كمية الطاقة الشمسية الساقطة عليها، لذلك من الضروري التأكد من أن نظم الخلايا خالية من الظلال حيث يؤثر على إنتاج الطاقة، ولكن التأثير يكون اقل بالنسبة للخلايا ذات الشرائح الرقيقة، فعند إسقاط الظل على خلية واحدة داخل الوحدة الكهروضوئية، نجد تأثير كبير على كفاءة الوحدة الكهروضوئية كلها [17].

تأثير درجة الحرارة:

يؤدي ارتفاع درجة حرارة الطقس إلى ارتفاع حرارة الخلية الشمسية والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض في الطاقة المنتجة وجهد الدارة المفتوحة للخلية الكهروضوئية، وينتج عنه أيضا ارتفاع طفيف في تيار القصر للخلية الشمسية كما يوضح الشكل [39].

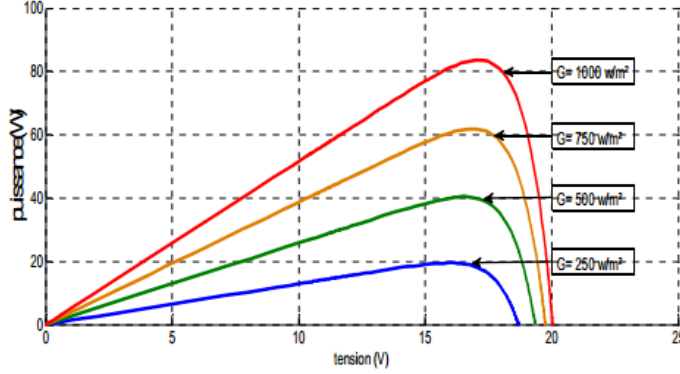


الشكل (II-19): منحنى التيار بدلالة الجهد مع تغير درجات الحرارة [39].

شدة الإشعاع الشمسي على خرج الخلية:

يؤثر شدة الإشعاع الشمسي بطريقة غير مباشرة على جهد وتيار الخلية الشمسية كون ارتفاع قيمة شدة الإشعاع الشمسي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الخلية الشمسية، حيث تزداد كل من الطاقة المنتجة وتيار

الخرج للخلية الشمسية كلما زادت شدة الإشعاع الشمسي، إما جهد الدارة المفتوحة للخلية الشمسية فإنه يكون أقل تأثراً بشدة الإشعاع الشمسي و تنخفض قيمته بنسبة ضئيلة كلما ارتفع الإشعاع الشمسي [40].



الشكل (II-20): منحنى تغير الاستطاعة بدلالة الجهد مع تغير شدة الإشعاع [40].

الرياح:

إن حركة الرياح لا تؤثر بشكل مباشر على خرج الخلية الشمسية ولكن تؤثر على حرارة السطح للخلية الشمسية وبالتالي الحرارة الداخلية للخلايا الشمسية ومن المعلوم أن حركة الرياح تؤثر على تيارات الحمل وبالتالي تعمل على رفع معامل انتقال الحرارة بالحمل والذي بدوره يساعد في انتقال الحرارة من سطح الخلية إلى المحيط الخارجي وهذا يخفض من الحرارة الداخلية للخلية وبالتالي يحسن من كفاءتها [40].

الفصل الثالث

تحجيم الأنظمة الكهروضوئية

III-1- تمهيد:

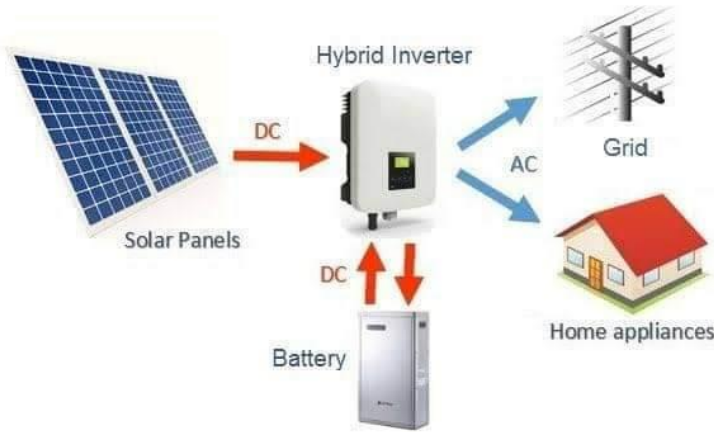
التوجه العالمي نحو مصادر الطاقة البديلة زاد من الاعتماد على الألواح الشمسية كمصدر للطاقة، وهذه طريقة عملها في المنازل تحديداً، تتكون الألواح الشمسية من خلايا ضوئية تحول ضوء الشمس الساقط عليها إلى تيار كهربائي مستمر هذه الطاقة ترسل إلى بطاريات شحن لتخزينها، الأجهزة المنزلية تعمل بالتيار المتناوب ولذا يضم النظام محول للتيار يحول ما أنتجته الألواح من تيار مستمر إلى تيار متناوب، وفي حال امتلأت البطارية بالطاقة تغلق بجهاز يعرف بمنظم شحن الدارة الكهربائية منعا لتلف البطارية ويذهب المتبقي من أشعة الشمس دون أن يستغل، بعض الدول توفر نظام آخر يعرف بالنظام المزدوج أو العمومي هذا النظام يستغني عن البطارية ومنظم الشحن ويوصل النظام في المنزل بشبكة كهربائية عمومية ليرسل إليها الفائض من الكهرباء، بمعنى آخر يصبح صاحب المنزل كأنه يبيع الفائض من الطاقة التي أنتجها منزله لمصلحة الكهرباء، هذا النوع من الأنظمة يتطلب عدادات خاصة وأنظمة تشغيل خاصة في مصالح الكهرباء لا تزال معظم الدول العربية لا توفرها، والدراسات لا تزال قائمة في الدول العربية من أجل التطوير في هذا المجال لتوفر أشعة الشمس بشكل كبير جداً.

III-2- مختلف الأنظمة الكهروضوئية:

الأنظمة الكهروضوئية ثلاثة أنواع [44]:

III-2-1- الأنظمة الكهروضوئية المتصلة بالشبكة:

يقترن النظام الكهروضوئي مباشرة بالشبكة الكهربائية باستخدام محول تيار متناوب مباشرة (DC/AC)، حيث يتم تخزين الطاقة بشكل طبيعي في الشبكة نفسها، لا يوجد حاجة للبطاريات إلا إذا كنت ترغب بالحصول على شكل مستقل من الطاقة أثناء انقطاع التيار الكهربائي، يتم استهلاك الطاقة المنتجة في الموقع ويتم حقن الفائض في الشبكة التي تمد المنازل بالليل أو أثناء النهار دون التعرض للشمس.



الشكل (III-1): النظام الكهروضوئي المتصل بالشبكة [44].

III-2-2- الأنظمة الهجينة:

تستقبل الأنظمة الهجينة جزءا من طاقتها من مصدر إضافي واحد أو أكثر وهي أيضا مستقلة عن شبكات توزيع الكهرباء، من الناحية العلمية يتم دمج المولد الكهروضوئي مع توربين الرياح أو مولد الوقود أو كلاهما في نفس الوقت مع بطاريات تخزين الطاقة، مثل هذا النظام هو اختيار جيد للتطبيقات التي تتطلب إمدادا مستمرا بطاقة عالية إلى حد ما.

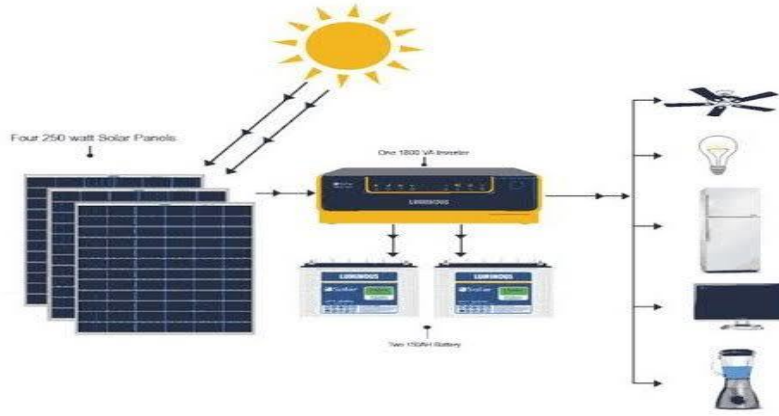


الشكل (III-2): النظام الكهروضوئي الهجين [44].

III-2-3- الأنظمة الكهروضوئية المستقلة عن الشبكة:

وهو النظام المستقل عن مصادر الطاقة الأخرى والذي يزود المستخدم بالكهرباء دون الاتصال بالشبكة الكهربائية، في معظم الحالات يتطلب النظام مستقل بطاريات لتخزين الطاقة وعادة ما تستخدم

لتزويد المنازل في المواقع المعزولة والجزر وكذلك في التطبيقات مثل المراقبة عن بعد وضخ المياه، كقاعدة عامة يتم تثبيت الأنظمة الكهروضوئية المستقلة حيث تشكل المصدر الأكثر اقتصادا للطاقة.



الشكل (III-3) : مكونات النظام الكهروضوئي [44].

III-3-المكونات الأساسية للنظام الفوتو ضوئي :

يتكون التركيب على أربع عناصر مهمة :

III-3-1- الألواح الشمسية :

للحصول على استطاعة عالية يجب أن ترتبط الوحدات الشمسية في سلسلة متوازية لتشكيل لوحة شمسية هذه الوحدات الشمسية موصولة كهربائيا ومجمعة على إطار.

اللوح الكهروضوئي عبارة عن تجميع متسلسل للخلايا يجعل من الممكن الحصول على جهد 12 V .

تحدد أبعاد النظام الشمسي عدد الفروع التي سيتم وضعها بالتوازي من أجل تشغيل مرضي وفقا لاستهلاك الاستخدام وكمية أشعة الشمس في المكان.

وبالتالي فإن لوحة مكونة من 24خلية ضوئية ستوفر جهدا يبلغ 12 فولط بغض النظر عن كمية ضوء الشمس، ولكن لتشغيل الأجهزة الكهربائية فان شدة اللوح الني تختلف باختلاف أشعة الشمس هي التي ستحدد الطاقة الكهربائية .



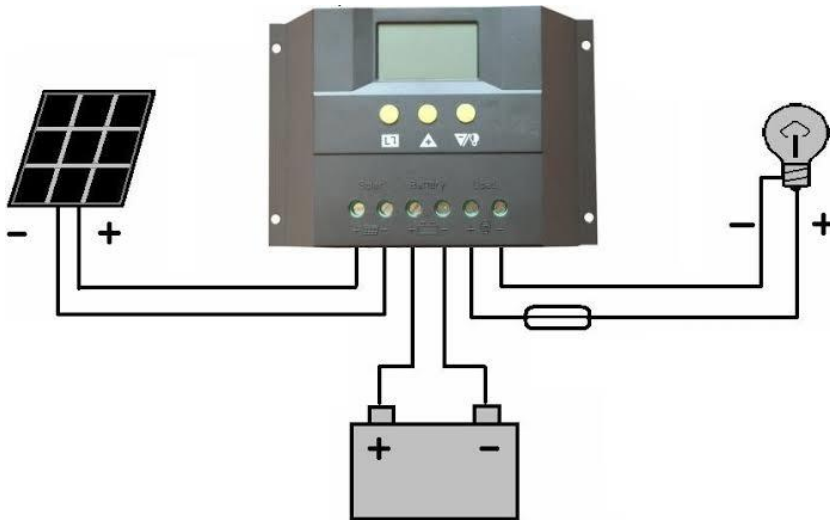
الشكل (III-4): اللوح الشمسي

III-3-2- منظم الشحن :

منظم الشحن الإلكتروني في النظام الكهروضوئي يدير مهمة شحن وتفريغ البطارية، فانه يحد من جهد البطارية لتجنب الشحن الزائد عن طريق فصل البطارية المشحونة جدا من الألواح الكهروضوئية. عندما يتم تفريغ البطارية إلى حد ما فانه أيضا يفصلها عن الاستخدام بواسطة قاطع أوتوماتيكي لحمايته من التفريغ العميق.

في النظام الكهروضوئي عند غياب المنظم سوف تتعرض البطاريات لفقدان المياه وبالتالي التلف المبكر وصدئ الصفائح.

يمكن للمنظم في النظام الكهروضوئي أيضا أن يلعب دور التعويض الحراري وهو يقع بين حقل الألواح الشمسية والبطاريات [41].



الشكل (III-5): منظم الشحن

أنواعه :

هناك عدة نماذج من منظمي الشحن من مختلف القوى، لكن هناك نوعين أساسيين هما :

(أ) منظم الشحن MPPT:

وهي اختصاراً لـ (Maximum Power Point Tracking)، وهو جهاز إلكتروني يعمل على استقبال جهد الألواح الشمسية وتنظيمها ليتناسب مع جهد البطاريات وأحمال التيار المستمر وهو قادر على تحسين إنتاجها واستخراج 15-30% إضافية من الطاقة أكثر من جهاز تحكم PWM.

ومن أهم مميزاته:

- عند عملية شحن البطاريات، فإن منظم الشحن MPPT لديه ميزة الشحن والإيقاف الذاتي، حيث أن هذه الميزة تعمل على إطالة عمر البطاريات.
 - يضمن عدم تدفق التيار العكسي من وإلى الألواح ليلاً.
 - يحمي البطاريات من الشحن الزائد والتفريغ العميق لإطالة عمرها.
- ومن أهم سلبياته انه غالي الثمن مقارنة بمنظم الشحن من نوع PWM.



الشكل (III-6): منظم من نوع MPPT

منظم الشحن PWM:

منظم الشحن القديم اختصاراً لـ (Pulse Width Modulation)، يقوم بتقليل الجهد الآتي من الألواح الشمسية لتحويله إلى الجهد المناسب لشحن البطاريات وهذا ما يتسبب في فقدان بعض الطاقة وتقليل كفاءة النظام وهذه أهم عيوب منظم الشحن PWM، قيمة الكفاءة الضائعة مع هذا النوع من منظمات الشحن مرتبطة بالفرق بين قيم الجهد في الألواح الشمسية والبطاريات وميزته انه رخيص مقارنة

بالنوع الأول MPPT، لذلك توجد حالات يمكن أن نختار فيها هذا النوع رغم قلة كفاءته مقارنة بالنوع الآخر.



الشكل (III-7): منظم من نوع PWM

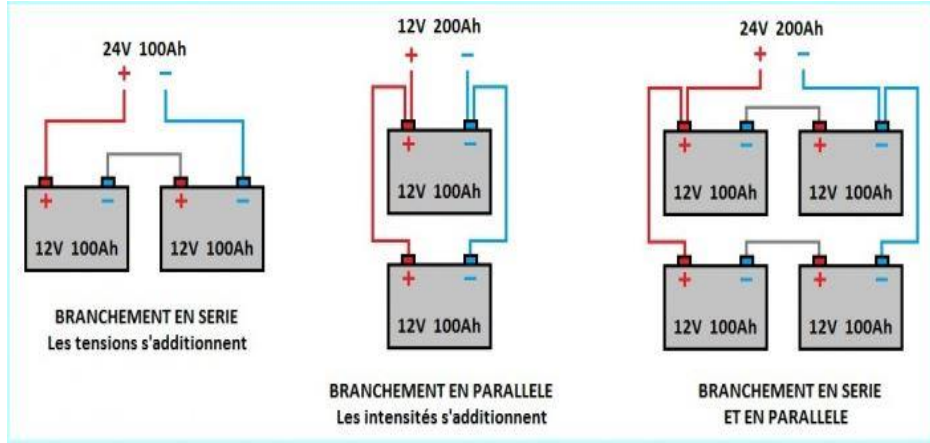
III-3-3 البطاريات :

ما هي بطارية الطاقة الشمسية وما أنواعها:

بطاريات الطاقة الشمسية هي بطاريات وظيفتها تخزين الطاقة الكهربائية التي ولدتها الألواح الشمسية أثناء سطوع الشمس في ساعات النهار لكي نستخدم هذه الطاقة الكهربائية المخزنة في البطاريات أثناء فترة غياب الشمس بالليل وتستخدم بطاريات الطاقة الشمسية في المنازل في حالة كون النظام غير متصل بالشبكة الوطنية.

توصيل بطاريات الطاقة الشمسية:

إن تركيب البطاريات شبيه تماما بتركيب الألواح الشمسية كما ذكرنا سابقا، فإن أردنا أن نزيد من الجهد نقوم بتوصيل البطاريات على التسلسل وان أردنا أن نزيد من التيار نقوم بتوصيل البطاريات على التوازي، وان أردنا زيادتهما معا نقوم بالتوصيل المزدوج (بالتوازي والتسلسل معا) أي أننا نتحكم بالجهد والتيار كما نشاء، الشكل أدناه يبين تغير الجهد V و التيار A مع طريقة توصيل البطاريات [17].



الشكل (III-8): توصيل البطاريات [17].

أنواع بطاريات الطاقة الشمسية:

بطاريات النيكل الكادميوم NI-CD :

تستخدم بطاريات النيكل-كادميوم عادة كبطاريات قابلة لإعادة الشحن للتطبيقات المنزلية، كما يمكن أن تكون ملائمة للأنظمة الفوتوضوئية المستقلة ولهذه البطاريات عدد من الخصائص التي تميزها عن بطاريات حمض الرصاص:

- لها كثافة طاقة أعلى من بطاريات حمض الرصاص.
- يمكن تفريغها بشكل كامل.
- أكثر متانة وقوة.
- لها أداء ممتاز عند درجة الحرارة المنخفضة.
- لها مقاومة داخلية عالية تسمح للتيارات العالية.
- يمكن شحنها وتفريغها بمعدل عالي جدا (إلى حوالي 30 دقيقة).
- تحافظ على جهد منظم نسبيا في أثناء التفريغ.
- لها متطلبات صيانة منخفضة.

ومع ذلك فإن لها بعض العيوب المتعلقة بتكلفتها العالية والجهد المنخفض لكل خلية من خلاياها وتأثيرها الكبير على البيئة [1].

بطاريات Plomb:

تم اختراع بطاريات الرصاص الحمضية من قبل المهندس الفرنسي GASTON PLANTE في

1860، واستخدمت في أول سيارة في فرنسا عام 1881.

بطارية الرصاص عبارة عن مجموعة من العناصر المصنوعة من حمض الرصاص الكبريتيك، تقترن هذه العناصر ببعضها من أجل الحصول على الجهد المطلوب، يعتمد جهد البطارية الرصاص الحمضية على عدد العناصر التي تتكون منها، كل عنصر لديه جهد 2 فولط وستحتوي بطارية 12 فولط على ست عناصر، تظهر بطارية الرصاص الحمضية [43].

تنقسم بطاريات الرصاص الحمضية إلى:

أ) البطاريات (التقليدية) أو المفتوحة (البطاريات ذات الفتوحات):

غالبا ما تكون مخصصة للمحركات والمولدات والسيارات وتسمى ببطاريات بدء التشغيل starter battery وتمتاز بإنتاج تيار عالي وقابلة للشحن السريع أيضا، ولكنها لا تصلح لاستخدام الطاقة الشمسية التي تتطلب شحن وتفريغ لوقت أطول والتيار قليل بسبب تآكل قضبان الرصاص الرفيعة، وبالمقابل توجد منها أنواع مخصصة للطاقة الشمسية تتميز بقضبان رصاصية أكثر سماكة وتعرف بالبطاريات المغمورة Flooded أو الرصاص الاسطواني Tubular.

ب) بطاريات (Valve Regulator Lead Acid) VRLA:

بطاريات الرصاص الحمضية المنظمة بالصمام هذا النوع لا يحتاج إلى صيانة كما أنها لا تطلق غاز الهيدروجين ما يجعلها أسهل في النقل وفي التركيب ولا يعتبر التعامل معها فيه شئ من الخطورة ممكن وضعها بأي مكان فالببيت.

و هذا النوع يوجد منه ثلاثة أنواع رئيسية وهم WET، AGM أو GEL:

الـ wet تسمى بهذا الاسم لاحتوائها على كهمل في الحالة السائلة، والذي يكون غالبا محلول حمض الكبريتيك، تستطيع إن تقوم ما يقرب من 500 عملية تفريغ عميقة لما تقترن من 80% من شحناتها وهي أصلا مصممة لأغراض ملاحية ولكن يمكن استخدامها في أنظمة الطاقة الشمسية وهي تعتبر حل مثالي واقتصادي إذا كنت تبحث عن التوفير.

و الـ AGM فهو اختصار Absorbed Glass Mat وهو يعني السائل القابل للتأين الكهربائي.

و الـ Gel من اسمه واضح أن السائل تم تحويله إلى ما يشبه الجيل أي انه أصبح اقل ميوعة وأكثر تماسك. فكلا النوعين سواء AGM أو GEL هما جيدان جدا ويمكن أن يعملوا في أي ظرف ولكن بالطبع الـ Gel هو أفضل وأكثر كفاءة والعمر الافتراضي اكبر كما انه يستطيع أن يقوم بعمل دورة تفريغ عميقة قد يصل فيها تفريغ 95% من الشحنة الموجودة بالبطارية.

بطاريات الليثيوم: هذه الأنواع من البطاريات (Lithium-Ion(Li-Ion)) غالية الثمن جدا إلا أن لها بعض الخصائص المهمة:

- لها كفاءة عالية (كفاءة طاقة 95 في المائة عند درجة حرارة الغرفة وحتى 60 درجة مئوية).

- معدل التفريغ الذاتي منخفض بمعدل 2 في المائة إلى 4 في المائة لكل شهر بين 25 و60 درجة مئوية.
 - تعمل حتى عند درجات الحرارة المنخفضة جدا.
- يتم التحكم بحساسية بطاريات ايون الليثيوم للجهد المنخفض والجهد الزائد بواسطة دوائر تحكم مدمجة في أغلفة البطارية [1].

III-3-4- محول التيار:

تتمثل المهمة الرئيسية للمحول في النظام الكهربائي الشمسي في تحويل التيار المباشر (DC) للألواح أو البطاريات إلى تيار متناوب (AC) ، لان معظم الأجهزة المنزلية تعمل بالتيار المتناوب.



الشكل (III-9): محول التيار (العاكس)

III-4- كيفية ربط الأجهزة في النظام الكهروضوئي:

يتم وصل الأجهزة كما في الشكل (III-3) لتحديد احتياجات الطاقة الكهربائية للمنزل، من الضروري الامتثال للمعايير المحددة في اللوائح المعمول بها، لا يمكن فصل كفاءة الطاقة في المنزل عن أداء المعدات الكهربائية، سوف نتحدث عن متطلبات الطاقة لمنزل لتحديد مقدار الطاقة النشطة التي يستهلكها النظام (ثلاجة. حاسوب. مكيف....).

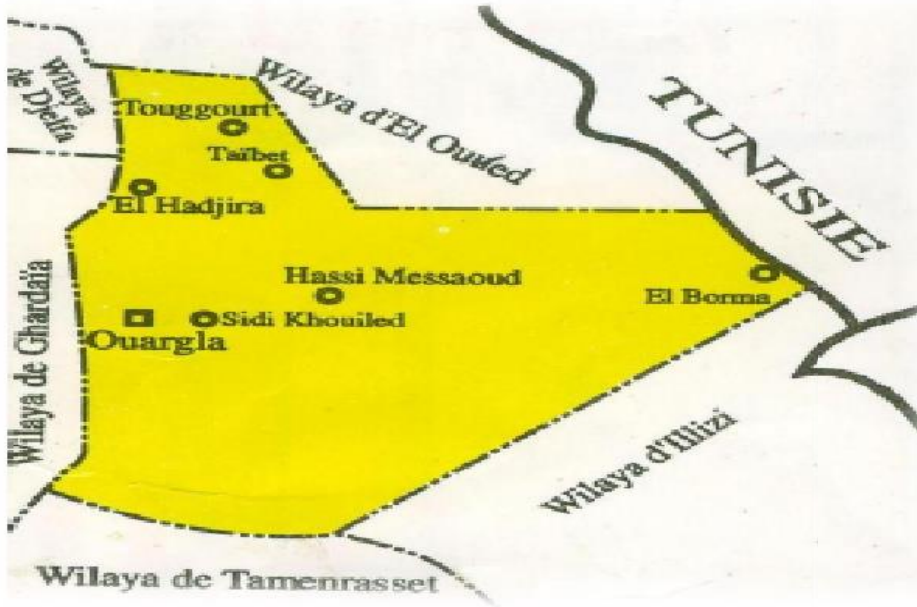
III-5- وصف المنزل:

يقع المنزل المدروس في مدينة ورقلة، ويتكون من غرفتين، غرفة معيشة، حمام، رواق وفناء. تقع المنطقة في الجنوب الشرقي للجزائر وهي تتميز بالموصفات التالية:

- ✓ الموقع الجغرافي: تقع بين خط طول 5.19 شرقا ودائرة عرض 31.57 شمالا.
- ✓ المناخ: تتميز بالطابع الصحراوي حيث يكون جاف وحار صيفا وبارد شتاءا.
- ✓ درجة الحرارة: تتراوح درجة الحرارة بين 5°C الى 46°C في السنة.

✓ الرطوبة النسبية: تتراوح بين 24% و 62% في السنة.

تتميز منطقة ورقلة بندرة سقوط الأمطار لذلك فان اغلب أيام السنة تكون مشمسة وهذا ما يجعلها منطقة غنية بالطاقة الشمسية.



الشكل (III-10) : موقع ولاية ورقلة

III-6- التحجيم وتركيب الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

الغرض من هذا الجزء هو تحديد حجم المكونات المختلفة للنظام الكهروضوئي الذي يجعل من الممكن تلبية متطلبات الطاقة الكهربائية لمناطق معزولة في أي وقت.

III-6-1- تقييم الاحتياجات اليومية:

يعد تقييم الحاجة اليومية للحمل المراد توفيره هو الخطوة الأولى التي يجب إتباعها قبل تنفيذ أي تحجيم، هذه خطوة أساسية تتطلب الكثير من التفكير نسبيا لان أي خطأ في هذه المرحلة سيقودنا إلى نتائج غير متوقعة.

للقيام بذلك يجب أن نبدأ أولا في تحديد الطاقة الكهربائية للأجهزة المراد توفيرها وفترات استخدامها، ثم سنحدد إجمالي الاستهلاك اليومي للحمل والتي يجب أن تكون كذلك لا تقليل ولا مبالغة فيها.

لحساب المتطلبات اليومية للتركيب، نحسب أولاً الطاقة الكهربائية المستهلكة في غضون 24 ساعة لكل قطعة من المعدات ثم نضيفها للحصول على المتطلبات اليومية. يتم حساب الطاقة الكهربائية التي يستهلكها الجهاز بالعلاقة التالية [42]:

$$E_c = P_t * \Delta t \quad \dots\dots (1-III)$$

حيث:

E_c : الطاقة المستهلكة.

P_t : الاستطاعة الكلية.

Δt : مدة التشغيل.

المتطلب اليومي هو مجموع الطاقة المستهلكة خلال 24 ساعة بواسطة جميع الأجهزة، يتم حسابه بالعلاقة التالية

$$B_j = \sum_1^n E_c \quad \dots\dots (2-III)$$

B_j : الطاقة المستهلكة خلال 24 ساعة بواسطة جميع الأجهزة.

الطاقة المحسوبة (wh)	مدة التشغيل اليومية (h)	الاستطاعة (W)	عدد الأجهزة	الأجهزة
7200	24	300	1	ثلاجة
14010	6	2335	1	مكيف
360	6	60	1	تلفاز
296	4	74	1	تلفاز
288	(18 فالشهر) ساعة 0.6	480	1	آلة غسيل
2156	4	77	7	مصابيح
136	2	68	1	PC حاسوب
24398		3394	14	المجموع

جدول (1-III) : الأجهزة الكهربائية المستعملة في المنزل

ومنه الطاقة الكلية التي يستهلكها المنزل في اليوم الواحد هي:

$$E_c = 24.398 \text{ KWh/j}$$

III-6-2-تحجيم المكونات الرئيسية للنظام الكهروضوئي :

يتكون التركيب الكهروضوئي بشكل أساسي من أربعة عناصر أساسية وهم: الألواح الشمسية، البطاريات، العاكس والكوابل.

التركيب المناسب تمام هو تركيب موثوق واقتصادي يلبي متطلبات الطاقة الكهربائية للمنزل في جميع الأوقات، لهذا نقوم بعد كل عناصر التثبيت المذكورة أعلاه، حيث تكون اختيار طريقة الأبعاد مهمة جدا.

III-6-3-اختيار طريقة التحجيم:

هناك عدة طرق لتحديد أبعاد التركيب الكهروضوئي منها [42]:

طريقة الاسوء شهر:

ويستند إلى تقدير الطاقة المستهلكة خلال شهر، هذه الفترة تقابل الشهر الذي تكون فيه قيمة متوسط الإشعاع الشمسي هي الأدنى في السنة.

حساب الطاقة اللازم إنتاجها من قبل كل لوح:

$$E_{pv} = \frac{E_c}{K} \quad \dots\dots (3-III)$$

$$E_{pv} = \frac{24.398}{0.65} = 37.53 \text{ KWh}$$

K: معامل كفاءة النظام الكلي (معامل الضياع) ويتم حسابه على النحو التالي:

- خسائر الغبار والأوساخ على سطوح الألواح 5%.
- عدم التطابق والتوافقية بين الألواح 2%.
- خسائر أسلاك AC 1%.
- خسائر أسلاك DC 1%.
- خسائر التدهور الحراري (معامل درجة الحرارة) 12%.
- خسائر وصول متوسط الإشعاع (عامل التظليل) 5%.
- خسائر التحويل في الانفيرتر بسبب كفاءة العاكس 4%.

بالإضافة إلى بعض الخسائر المتعلقة بالنظام وعليه معامل الخسائر الكلي بين 0.65% و 0.90% .

E_{pv} : طاقة الألواح الشمسية.

E_c : الطاقة المستهلكة من قبل المنزل خلال اليوم.
ومنه الطاقة التي يجب أن تنتجها لنا الألواح حوالي: 37.53 كيلو واط ساعي .

حساب الاستطاعة العظمى للألواح :

$$P_c = \frac{E_{pv} * P_i}{G} \quad \dots\dots (4-III)$$

$$P_c = \frac{37.53 * 1}{5.6} = 6.720 \text{ KW}$$

حيث:

P_c : الاستطاعة العظمى للألواح.

P_i : استطاعة الإضاءة ضمن الشروط النظامية (1 KW/m^2).

G : شدة الإشعاع المتوسطة ($\text{KWh/m}^2 \cdot \text{j}$).

حساب عدد الألواح اللازمة لتغذية المنزل:

$$N_{pv} = \frac{P_c}{P_{pv}} \quad \dots\dots (5-III)$$

$$N_{pv} = \frac{6.7 * 10^3}{280} = 24$$

نجد أن عدد الألواح اللازمة هو 24 لوح شمسي.

اختيار جهد النظام:

لتحديد الطريقة الصحيحة لتوصيل الألواح الشمسية التي تم العثور عليها سابقا، يجب أن نختار جهد التشغيل المناسب لاستطاعة الذروة للمجال الكهروضوئي، وفقا للجدول أدناه [42]:

أكثر من $10000W_c$	من $2001W_c$ إلى $10000W_c$	من $501W_c$ إلى $2000W_c$	اقل من $500W_c$	الاستطاعة الذروة للمجال الكهروضوئي
96V	48V	24V	12V	الجهد المناسب

جدول (2-III): تحديد جهد النظام بالاستطاعة العظمى للألواح

حساب عدد الألواح الشمسية المربوطة على التسلسل:

$$N_s = \frac{V_{ch}}{V_{pv}} \quad \dots\dots (6-III)$$

$$N_s = \frac{48}{12} = 4$$

V_{ch} : جهد النظام.

V_{pv} : جهد الألواح.

ومنه نستنتج انه يجب ربط 4 ألواح على التسلسل.

حساب عدد الألواح الشمسية المربوطة على التفرع:

$$N_p = \frac{N_{pv}}{N_s} \quad \dots\dots (7-III)$$

$$N_p = \frac{22}{4} = 6$$

ومنه نستنتج انه هناك 6 مجموعات تربط على التفرع (التوازي).

حساب عدد البطاريات اللازمة لتخزين الطاقة:

لحساب عدد البطاريات اللازمة لتخزين الطاقة يجب أن نحسب أولاً سعة البطاريات بعدها نستطيع حساب عددها.

حساب سعة البطاريات:

لحساب سعة تخزين البطارية نطبق العلاقة التالية:

$$C_{Ah} = \frac{E_c * J}{V_{batt} * \eta_{batt}} \quad \dots\dots (8-III)$$

حيث:

J : عدد الأيام الغائمة.

V_{batt} : جهد البطارية.

$$C_{Ah} = \frac{24398 * 1}{12 * 0.7} = 2904.52 \text{ Ah}$$

حساب عدد البطاريات:

وهو حاصل قسمة سعة البطاريات كلها على سعة البطارية الواحدة :

$$N_{batt} = \frac{C_{Ah}}{C_{batt}} \quad \dots\dots (9-III)$$

حيث:

C_{batt} : سعة البطارية الواحدة .

$$NB = \frac{2904.52}{265} = 12$$

عدد البطاريات المربوطة على التسلسل:

$$N_{batt.s} = \frac{V_{ch}}{V_{batt}} = \frac{48}{12} = 4$$

عدد البطاريات المربوطة على التفرع:

$$N_{batt.p} = \frac{N_{batt}}{N_{batt.s}} = \frac{11}{4} = 3$$

$$N_{batt} = N_{batt.s} * N_{batt.p} = 4 * 3 = 12$$

إذن عدد البطاريات الواجب أخذها هي 12 بطاريات.

اختيار محول التيار:

$$P_{ond} = P_t * 1.3$$

$$P_{ond} = 3394 * 1.3 = 4412.2W$$

$$= 4 KW$$

إذن محول التيار الواجب أخذه استطاعته حوالي 4 كيلوواط.

الخلاصة:

بعد جمع اكبر قدر ممكن من المعلومات والبيانات على الموقع المدروس بدأنا بتحجيم التركيب، تم التوصل إلى أننا نحتاج إلى 24 لوح شمسي، 12 بطارية، منظم شحن ذو استطاعة 4 كيلوواط من أجل تغذية المنزل المدروس وبهذا نكمل تركيب الدارة الكهربائية الموافقة للمنزل ليتم تشغيلها باستغلال الطاقة الكهربائية الناتجة من الألواح الشمسية.

الفصل الرابع

المحاكاة باستخدام برنامج

PVSYST

IV-1 تمهيد:

في مجال الطاقة المتجددة من المهم الإشارة إلى انه يجب مراعاة عدد معين من الخطوات يتم تحديدها بسهولة إذا استخدمنا برنامج محاكاة لتحديد العناصر المكونة لنظام الكهروضوئية. في هذا الفصل سوف نقوم بمحاكاة الخلايا الكهروضوئية وتحديد عدد الألواح والبطاريات اللازمة.

IV-2 تعريف برنامج pvsyst:

هذا البرنامج هو أداة كاملة لدراسة وفهم الأنظمة الكهروضوئية (المتصلة بالشبكة، الم ستقلة، ضخ المياه... الخ)، تم تطويره من قبل الدكتور اندريه مرمود والدكتور ثيبول ليجن (معهد العلوم البيئية – مجموعة الطاقة بجامعة جنيف). يتيح هذا البرنامج الحصول على معلومات متنوعة مثل إنتاج الطاقة والإشعاع و الإنتاج السنوي للطاقة.....

يسمح الوضع المتقدم بالحصول على المزيد من المعلومات من اجل دراسة كاملة للغاية.

يعتمد تحجيم النظام على إجراء بسيط وسريع:

- ✓ الإشارة إلى الطاقة المطلوبة أو السطح المتاح.
- ✓ اختيار وحدة PV من قاعدة البيانات الداخلية.
- ✓ اختيار عاكسا من قاعدة البيانات الداخلية.
- ✓ اختيار بطارية من قاعدة البيانات الداخلية.

Consumptions		Hourly distribution				
Daily consumptions						
Number	Appliance	Power	Daily use	Hourly distrib	Daily energy	
7	Lamps (LED or fluo)	77 W/lamp	4.0 h/day	OK	2156 Wh	
1	TV	60 W/app.	6.0 h/day	OK	360 Wh	
1	TV	74 W/app.	4.0 h/day	OK	296 Wh	
1	fridge	7.20 kWh/day	24.0 h/day	OK	7200 Wh	
1	Dish- & Cloth-washers	480.0 W aver.	0.5 h/day	OK	240 Wh	
1	Climatiseur	2335 W/app.	6.0 h/day	OK	14010 Wh	
1	PC	68 W/app.	2.0 h/day	OK	136 Wh	
Stand-by consumers		0 W tot	24 h/day		0 Wh	
					Total daily energy	
					24398 Wh/day	
					Total monthly energy	
					731.9 kWh/month	

الشكل (1-IV): تقدير الاستهلاك

بعد إدخال الأجهزة المتاحة في المنزل وقدرتها في قاعدة البيانات الداخلية يقوم البرنامج بحساب الطاقة المستهلكة خلال اليوم والشهر.

Type de champ: Plan incliné fixe

Paramètres du champ

Inclinaison plan: 32 [°]

Azimet: 0.0 [°]

Meteo incidente annuelle

Facteur de Transposition: 1.16

Perte par rapport à l'optimum: 0.0%

Global sur plan capteurs: 2067 kWh/m²

Optimisation par rapport à:

Irradiation annuelle

Été (Avr-Sept)

Hiver (Oct-Mars)

Voir optimisation

الشكل (2-IV): تحديد موقع الألواح الكهروضوئية

توجيه الوحدات الكهروضوئية:

بالنظر الى السعر المرتفع للوحدات الكهروضوئية، من الضروري اختيار الاتجاهات والميول التي تعطينا اكبر قدر من الطاقة. من اجل المحاكاة في تقنية السيليكون متعدد الكريستالات، اخترنا منحدر ثابت بميل 32 درجة (بالنسبة للافق) كما هو موضح في الشكل 32° هي الميل الامثل الذي يقدمه برنامج PVSYS غير هذا المردود يتناقص.

PVSYS V6.88		30/05/21		Page 1/5	
Système isolé: Paramètres de simulation					
Projet : PROJECT1					
Site géographique		OUARGLA		Pays Algeria	
Situation		Latitude 31.57° N		Longitude 5.20° E	
Temps défini comme		Temps légal Fus. horaire TU+1		Altitude 138 m	
Données météo:		OUARGLA		Meteonorm 7.2 (1986-2005), Sat=100% (Modified by user) (Modified by user) - Synthétique	
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation					
		Date de la simulation		30/05/21 à 20h30	
Paramètres de simulation		Type de système		Système isolé avec batteries	
Orientation plan capteurs		Inclinaison		Azimut	
		32°		0°	
Modèles utilisés		Transposition		Diffus	
		Perez		Perez. Meteonorm	
Paramètres du système		Type de système			
Batterie		Solar 12V / 265 Ah			
Caractéristiques du banc de batteries		Fabricant Generic			
		Modèle 4 en série x 3 en parallèle			
		Tension 48 V		Capacité nominale 795 Ah	
		Décharge: min. SOC 20.0 %		Energie stockée 30.5 kWh	
		Température Fixée (20°C)			
Régulateur		Modèle Universal controller with MPPT converter			
Convertisseur		Technologie MPPT converter		Coeff. de temp. -5.0 mV/°C/elem.	
		Efficacité maxi et EURO 97.0 / 95.0 %			
Seuils de régulation batterie		Seuils de commande selon SOC calculation			
		Charge SOC = 0.90 / 0.75		i.e. approx. 35.7 / 33.0 V	
		Décharge SOC = 0.20 / 0.45		i.e. approx. 30.8 / 32.2 V	
Facteurs de perte du champ PV					
Fact. de pertes thermiques		Uc (const) 20.0 W/m²K		Uv (vent) 0.0 W/m²K / m/s	
Perte ohmique de câblage		Rés. globale champ 38 mOhm		Frac. pertes 1.5 % aux STC	
Perte diode série		Chute de tension 0.7 V		Frac. pertes 0.5 % aux STC	
Perte de qualité module				Frac. pertes -0.8 %	
Perte de "mismatch" modules				Frac. pertes 1.0 % au MPP	
Perte de "mismatch" strings				Frac. pertes 0.10 %	
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE		IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)		Param. bo 0.05	

الشكل (3-IV): إعدادات المحاكاة لمحطة الكهروضوئية (تكنولوجيا السيليكون أحادي البلورية)

في المحاكاة التي اجريناها، تبلغ زاوية الميل 32° والخصائص الكاملة للالواح والبطاريات و منظم الشحن والعاكس بنسبة 95% الى 97% كأقصى قدر من الكفاءة. كما هو مبين في الجدول، ستتألف مجموعة PV من 24 وحدة موزعة على مساحة 39m² على النحو التالي:

✓ 4 الواح متصلة في سلسلة.

✓ 6 الواح متصلة على التوازي.

بطارية بسعة 265Ah ذات جهد 12V مزوعة على النحو التالي:

✓ 4 بطاريات مربوطة على التسلسل.

✓ 3 بطاريات مربوطة على التفرع.

الاستطاعة الكلية للالواح $P_c = 6.72Kw_c$

النتائج التي تم الحصول عليها بواسطة برنامج PVSYS تتفق جيدا مع النتائج التي تم الحصول عليها عن طريق الحساب. وللاشارة ان الاختلاف الموجود في حالة التيار والجهد يرجع الى خصائص كل مصنع، لكن هذا لا يؤثر التحجيم الكهروضوئي.

Système isolé: Résultats principaux

Projet : PROJECT1
 Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation

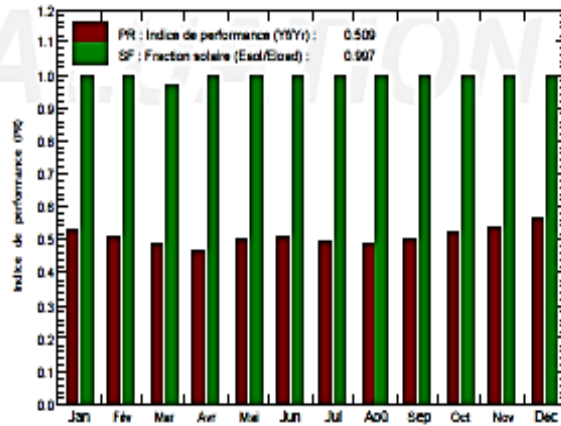
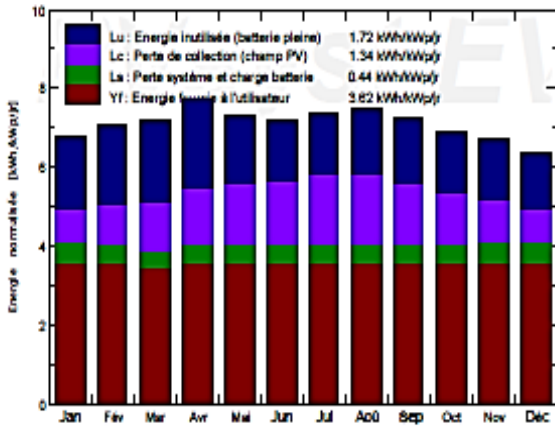
Principaux paramètres système	Type de système	Système isolé avec batteries	
Orientation plan capteurs	inclinaison	32°	azimut 0°
Modules PV	Modèle	JKM 280M-60	Pnom 280 Wc
Champ PV	Nombre de modules	24	Pnom total 6.72 kWc
Batterie	Modèle	Solar 12V / 265 Ah	Technologie Pb-acide, scellée, Gel
Pack de batteries	Nombre d'unités	12	Tension / Capacité 48 V / 795 Ah
Besoins de l'utilisateur	Consomm. domestique	Constants sur l'année	Global 8905 kWh/an

Principaux résultats de la simulation

Production du système	Energie disponible	13612 kWh/an	Productible	2026 kWh/kWc/an
	Energie utilisée	8879 kWh/an	En excès (inutilisée)	4208 kWh/an
	Indice de performance (PR)	50.88 %	Fraction solaire (SF)	99.70 %
Besoins non satisfaits	Fraction du temps	0.4 %	Energie manquante	27 kWh/an
Vieillessement batterie (Etat d'usure (SOW))	SOW cyclage	87.5%	SOW statique	90.0%
	Durée de vie batterie	8.0 ans		

Productions normalisées (par kWp installé): Puissance nominale 6.72 kWc

Indice de performance (PR) et Fraction solaire (SF)



الشكل (4-IV): الطاقة المفيدة التي تنتجها الألواح الكهروضوئية (عند مخرج العاكس)

الطاقة المتاحة 13612 كيلوواط / السنة بالإضافة الى الطاقة المستخدمة 8879 كيلوواط/ السنة فان مؤشر الاداء (PR) هو 50.88% والكسر الشمسي SF هو 90.70% يتيح لنا اطلاق المحاكاة و الوصول الى النتائج المختلفة لتصميم نظامنا الكهروضوئي بقوة 24.4 كيلوواط عند 25 درجة مئوية. يلخص الشكل الخسائر التي تؤثر على إنتاج الطاقة الكهروضوئية وهي:

✓ الخسائر الاومية في الأسلاك واثار الإصابة.

✓ خسائر بسبب وجود الوحدات... الخ.

✓ فقد بسبب درجة حرارة الحقل.

Lu : طاقة غير مستخدمة (بطارية ممتلئة).

Lc : فقدان خاص بالمجال الكهروضوئي.

Ls : خسائر العاكس.

YF : الطاقة المفيدة المنتجة (خرج العاكس).

PR : مؤشر الاداء.

SF : الكسر الشمسي.

PVsyst EVALUATION

Nouvelle variante de simulation Bilans et résultats principaux

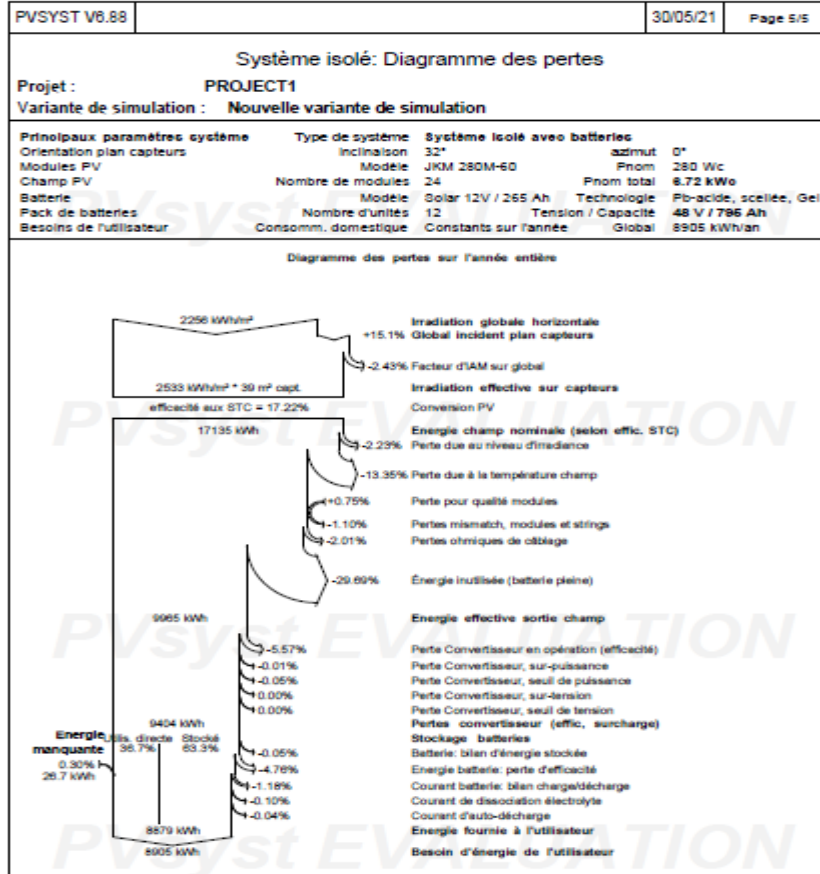
	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac
Janvier	130.9	207.3	1186	380.7	0.00	756.3	756.3	1.000
Février	140.4	194.2	1097	371.4	0.00	683.1	683.1	1.000
Mars	186.5	218.5	1199	430.4	26.68	729.7	756.3	0.965
Avril	220.9	224.9	1215	446.2	0.00	731.9	731.9	1.000
Mai	243.3	218.8	1154	357.5	0.00	756.3	756.3	1.000
Juin	244.8	208.3	1074	299.9	0.00	731.9	731.9	1.000
Juillet	254.3	221.5	1116	317.2	0.00	756.3	756.3	1.000
Août	232.9	225.5	1140	339.5	0.00	756.3	756.3	1.000
Septembre	191.5	212.4	1106	336.1	0.00	731.9	731.9	1.000
Octobre	161.5	209.2	1117	314.3	0.00	756.3	756.3	1.000
Novembre	131.7	198.8	1104	318.4	0.00	731.9	731.9	1.000
Décembre	117.5	194.0	1104	296.3	0.00	756.3	756.3	1.000
Année	2256.2	2533.5	13612	4207.9	26.68	8878.6	8905.3	0.997

Légendes:	GlobHor	Irradiation globale horizontale	E_Miss	Energie manquante
	GlobEff	Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages	E_User	Energie fournie à l'utilisateur
	E_Avail	Energie solaire disponible	E_Load	Besoin d'énergie de l'utilisateur
	EUnused	Énergie inutilisée (batterie pleine)	SolFrac	Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)

Pvsyst Evaluation mode

الشكل (5-IV): النتائج الرئيسية لموقع ورقلة

وفقا لنتيجة الجدول يمكننا ان نرى بوضوح ان الطاقة الناتجة عن المجال الكهروضوئي تتناسب مع قيم الطاقة الساقطة (globinc) يظهر خرج النظام (عند خرج محول التيار) في الشكل الخسائر L_C و L_S هي على التوالي الخسائر المقابلة للحقل الكهروضوئي بسبب العاكس.



-الشكل(IV-6) : مخطط الخسائر

في هذا المخطط سيتم تحديد خسائر النظام:

- ✓ الفقد الحراري.
- ✓ خسائر بسبب درجة الحرارة الألواح بشكل خاص.
- ✓ خسائر الإتلاف بسبب مقاومة الكابلات.
- ✓ الخسائر بسبب الشكوك والأخطاء.
- ✓ الخسائر بسبب الزجاج الواقي للوحدة.

خلاصة:

بعد النتائج التي تم الحصول عليها عن طريق المحاكاة العددية، يمكننا إن نستنتج إن توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية تسمح للألواح متعددة الكريستالات بإنتاج أقصى قدر من الطاقة. الخسائر الناتجة عن جودة العاكس لها تأثير كبير على الطاقة المنتجة بواسطة النظام الكهروضوئي، ومن هنا تأتي الحاجة إلى اختيار تقنية تتيح الأفضل كفاءة في السنة المحتملة لهذا المكون الذي يمثل العنصر الرئيسي والأكثر حساسية في التركيب الكهروضوئي.

خلاصة عامة

خلاصة عامة

اليوم يتغير الطلب العالمي على الطاقة بسرعة وتتضاءل الموارد الطبيعية بسبب النمو الديمغرافي وتطور الصناعة، لحل هذه المشكلة نظر الباحثون في استغلال الطاقات المتجددة من بين هذه الطاقات الطاقة الشمسية التي توجد في معظم أنحاء العالم وخاصة الدول العربية، والتي يكون تجديدها الطبيعي سريع جدا ولا ينضب على نطاق الزمن البشري.

في هذا السياق قدمنا أنظمة الطاقة المتجددة ذات الاهتمام الخاص بالأنظمة الكهروضوئية وقدمنا بشكل عام مبدأ تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية يتم تنفيذها من خلال مواد شبه صلبة، موصلات، ثم قدمنا الخلية الشمسية وخلاياها وتقنياتها المختلفة.

هذا التركيب الشمسي هو نظام لتوليد الطاقة يهدف إلى تلبية احتياجات الطاقة في المنزل، وهو عبارة عن تركيب كهروضوئي مكون من وحدات كهروضوئية (مجال تجميع الأشعة الشمسية) بطاريات حيث تقوم بتخزين الطاقة التي تنتجها هذه الوحدات، منظم يحمي البطاريات من الحمل الزائد وبالتالي ينظم قيمة الجهد، وعاكس يضمن تحويل التيار المباشر إلى متناوب ونظام كابلات يربط مختلف مكونات النظام.

لتلبية متطلبات الحمل قمنا بإجراء دراسة مفصلة تتعلق بالتحجيم فتوصلنا إلى: طاقة كهربائية يومية للمنزل تقدر ب 24.398 كيلو واط ساعي في اليوم، 24 وحدة كهروضوئية بقوة 280 واط و 12 بطارية 265 أمبير في الساعة. من اجل ضمان حماية وتشغيل النظام قمنا بتوفير منظم الشحن بالإضافة إلى عاكس.

أخيرا في المنظور نقترح أن تكتمل دراستنا بمشروع عملي. تم اقتراح دراسة تجريبية لتنفيذ مشروعنا الذي يمكن توصيله بشبكة الكهرباء العامة .

قائمة المراجع

قائمة المراجع :

- [1]-كتاب ستيفان.ك . و كرواثر،" توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية"، أنظمة الطاقة الفولتوضوئية د. (عبد الباسط علي صالح كرمان)، المنظمة العربية للترجمة بيروت .
- [2]-د. صالح عبد الرحمن العدل، "الطاقة الشمسية"، العلوم التقنية،سبتمبر 1995، العدد الرابع و الثلاثون .
- [3] - بروفسير احمد خوجلي،"الطاقة الشمسية و إمكانية استقلالها".
- [4]- د. ياسر فتحي نصار،" هندسة الطاقة الشمسية، التطبيقات الحرارية الفعالة "جامعة سبها .
- [5]- إيمان بابكر الحسين،" مستقبل الطاقة الشمسية و إمكانية استخدامها كمصدر طاقة بديل في السودان" ، بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الفيزياء، جامعة السودان (2015) .
- [9]- ا. نبيل شهيد،" حساب الإشعاع الشمسي الساعي بمساعدة الحاسوب " ،مجلة الطاقة و الحياة، العدد (الثالث و العشرون) 2006.
- [10]-محمد البار سوداني ،"تحقيق عملي لمركز شمسي اسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي "،رسالة دكتوراه-جامعة قاصدي مرباح 2018
- [11] - د.سمير سعدون مصطفى ،د.بلال عبد الله ناصر ،ا. محمود خضر،" سليمان كتاب الطاقة البديلة مصادرها و استخداماتها"،دار اليازوريا العلمية للنشر و التوزيع ،الأردن 2011 م.
- [12]- موقع مركز الدراسات و البحوث السعودية ، www.aprilacademic.com 2010.
- [13]-حجاج محمد طالب ، وزناتي عادل ،"تحسين مردود الألواح الشمسية باستخدام العواكس المسطحة"، مذكرة لنيل شهادة الماستر في فيزياء طااقوية و طاقات متجددة ،جامعة ورقلة 2019/2018.
- [16]: قيطوبي حسام، خلايفة عبد العالي، " Préparation d'électrodes modifiées par voie électrochimique " ، مذكرة لنيل شهادة ماستر تخصص هندسة كيميائية، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي 2018.
- [17]: جعرون فاطمة ، جوغي اكرام، "تغذية منزل عن طريق لوح شمسي فوتوضوئي "، مذكرة لنيل شهادة ماستر ، تخصص فيزياء طااقوية وطاقات متجددة ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2018 .
- [18]: حشمت أمين عامر، عالم الطاقة الشمسية دار الفكر العربي. 1990م.
- [24]: محمد مصطفى الخياط ، الطاقة (مصادرها، انواعها، استخداماتها) ، القاهرة يوليو 2006م. متاح على www.nu.edu.sa.doc [28]-غباش إيمان نور الهدى، ربوح رفيقة ،" حساب و حماية النظام الكهروشمسي الهجين الخاص بتغذية مدرسة ابتدائية بورقلة " ، مذكرة لنيل شهادة ماستر اكادمي ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2019 /2018 .

[29]- مذكرة شيوخات حمزة ، بوفنيك عياز، " بعنوان الضخ الشمسي لسقي محيطات فلاحية بمنطقة ورقلة "، مذكرة لنيل شهادة ماستر اكايمي 2017/2016 .

[30]- د. كاميليا يوسف عياش، " تكنولوجيا الطاقة الكهروشمسية "، الاسكندرية 2016.

[31]- عبد الباسط على صالح كرمان، "توليد القدرة الكهربائية من الطاقة الشمسية"، أنظمة الطاقة الفولتضوئية مركز الدراسات الوحدة العربية 2011.

[35]-سمحي سهيلة، " فعالية أداء الخلايا الشمسية الكهروضوئية في ورقلة و تأثير شدة الإشعاع الشمسي و العوامل المناخية عليها"، مذكرة لنيل شهادة الماستر في فيزياء الإشعاعات و بصريات الكترونية، جامعة ورقلة 2016.

[36]- ستيفان سي في كتابه Solar Electric.

[37]- سعود يوسف عياش، "كتاب تكنولوجيا الطاقة البديلة"، المجلس الوطني للثقافة و العلوم، الكويت 1990م.

[38] -دليل المتدرب، برنامج تعزيز القدرة على الصمود في الريف اليميني (ERRY)، اليمن 2014.

[39]: تاتي مريم، بسملة رجا، "تأثير الغبار على الألواح الشمسية الكهروضوئية"، مذكرة لنيل شهادة ماستر تخصص فيزياء طاوقية و طاقات متجددة . جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2019.

[40]: تأثير العوامل المناخية في اختيار نوعية الألواح الفوتوفولتائية المستخدمة و سعة الخزن المستخدم، مجلة العلوم و التكنولوجيا، المجلد (14) العدد (2) 2009.

[6]- Touilla Nacer Eddine , "Ghenbazi Slimane (Modélisation et simulation d'un Système photovoltaïque)",Mémoire de MASTER Université Echahid Hama Lakhder d'El-Oued .2015

[7]- H. Nadjette, "CONTRIBUTION A LA MODELISATION D'UNE CELLULE SOLAIRE" , Thèse de Magister , Université de Mohamed Khider ,Biskra , 2005.

[8]- Z. Foudil , "ETUDE DE LA CONCENTRATION SOLAIRE SUR LES PERFORMANCES DES SYSTEMES PHOTOVOLTAIQUE " , Thèse de magister , Université de Mentouri Costantine , 2009 .

[14]: Spectre solaire, Coubre téléchargé :

<http://redc.nrel.gov/solar/spectra/am0/>.

- [15] :Zidane M'hamed , cheurfa Abdelbaqi, "Etude et optimisation d'un système photovoltaïque. Mémoire de Master en énergie renouvelable", Université Abdelrrahmane Mira. Béjaia 2019-2020.
- [19] :W.G.Adams and R. E. Day, Proc, R. Soc. London, Ser. A25, 133, (1877) .
- [20] :Mekemeche Abdelkader , " Modélisation à deux démentions des propriétés physiques de cellules solaires au silicium à base de substrat de type n. étude de quelques cas particuliers de cellules innovantes ", thèse de doctorat en conversions photovoltaïques, Université Abdelhamid Ibn Badais de Mostaganem 2017.
- [21] :Ouled Ali Mohammed," Propriétés optoélectroniques du semi-conducteur Cu(In, Ga) Se₂ appliquée aux cellules photovoltaïque", Mémoire de magister en physique, Ecole normale supérieure de l'Enseignement Technologique d'Oran 2011 .
- [22] :Matallah Sorya," Dimensionnement et simulation d'un système photovoltaïque pour alimenter un habitat dans la wilaya d'Ouargla", mémoire de master en énergie renouvelable U.K.M OUARGLA, 2015.
- [23] :EPIA , Photovoltaic energy electricity from the sun , European photovoltaic Industry Association , 2010, visit www.epia.org.
- [25] : "Planning and Installing photovoltaic Systems: A guide for installers, architects and engineers" , Second edition, Earthscam . 2008.
- [26] :Makhloufi Salim, "Contribution A l'optimisation des installations photovoltaïques par des commandes intelligentes", thèse de doctorat préparée au sein du laboratoire d'Electrotechnique de Batna (L E B).
- [27] :E . Ralph , "Solar Energy" , Microsystem Technologies , 10(21), 67-71(1966).)
- [32]-Vincent Benamara," ETUDE ET SIMULATION D'UN PANNEAU SOLAIRE RACCORDE AU RESEAU AVEC PRIPHERIQUE DE STOKAGE",thèse de doctorat ,mémoire présenté à l'école de technologie supérieure ,montréal, le 14septembre 2012.

[33]:Mme Azizi Amina,"Modélisation optimisation d'un système de production d'énergie photovoltaïque avec un système de stockage hybride ", Thèse de doctorat ,Université Badj Mokhtar ,Annaba 2019 .

[34]- Yassin Sahnoune , "Modélisation du rayonnement solaire sur quelque sites algériens" , Mémoire de magister, université de Setif2017.

[41]: Mr. Boukhelifa Hamza , " Dimensionnement technique d'une installation photovoltaïque De 300Kw", Mémoire de Master en Génie électrique, Université M'Hamed Bougara, Boumardes.2017.

[42] :Ihammouchen syphax , Bahloul Islam," Etude et dimensionnement d'une maison à énergie solaire" ,Mémoire de Master en électrotechnique, Université Abdelrahmane Mira, Béjaia 2019-2020

[43] : Rania Mkahl," contribution à la modélisation , au dimensionnement et à la gestion des flux énergétiques d'un système de recharge de véhicules électriques : étude de l'interconnexion avec le réseau électrique ", Thèse de doctorat de l'université de Technologie de Belfort-Montbéliard .2015.

[44] : R. Maouedj , " Application de l'énergie photovoltaïque au pompage hydraulique sur les sites de Tlemcen et de Bouzareah", mémoire de magistère université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen .2005.

الملاحق



PC1600F Series MPPT Solar Charge Controller

Feature:

- 45A/60A MPPT Solar charge controller
- 12V/24V/36V/48V auto work
- MPPT efficiency>99%,Peak conversion efficiency >98%
- DSP processors technology ensure high speed and performance
- Multi-stage charging mode
- Protection: PV array short circuit , PV reverse polarity , Battery reverse polarity , Over charging , Output short circuit

منظم الشحن MPPT



-محول التيار

Caractéristiques techniques

Puissance du module (Pmax)	280 W
Tension en circuit ouvert (Voc)	39 V
Courant de court-circuit (Isc)	9.21 A
Tension à puissance max (Vmpp)	31.8 V
Courant à puissance max (Impp)	8.85 A
Rendement du panneau	17.14 %
Coefficient de température	Isc : 0.0474 %/°C Voc : -0.285 %/°C Pmax : -0.37 %/°C
Courant inverse max	20 A
Tension max du système	1000 V
Température nominale de fonctionnement (NMOT)	45 °C
Plage de température de fonctionnement	-40 à +85 °C
Verre trempé transparent de 3.2 mm	
capsulation des cellules	EVA (Ethylène Vinyl Acétate)

-خصائص اللوح الشمسي-



بطارية الجيل

الملخص:

الهدف من هذا العمل هو تحديد أبعاد النظام الكهروضوئي لتغذية منزل غير متصل بالشبكة، لتنفيذ أبعاد هذا النظام، يجب علينا معرفة موقع المنطقة، ميل الألواح، مدة التشميس اليومية وكمية استهلاك الكهرباء في هذا المنزل و للتأكد من الحساب الذي قمنا به استخدمنا برنامج PVSYS الذي يسمح لنا بتخطيط وتصميم الأنظمة الكهروضوئية. قمنا بالحساب فتوصلنا في نهاية الأمر إلى عدد الألواح اللازمة لتغذية هذا المنزل.

Abstract

The objective of this work is to identify the dimensions of the photovoltaic system, in order to energize a house which is not connected with the network to implement the dimensions of the system we should know the location of the area the tilting of the panels, the duration of daily solarisation and the amount of electricity consumption in the house to make sure of the calculations we made, we use PVSYST program that allows us drawing and designing the photovoltaic system we made the calculation and we found at the and that the number of the panels nodded to energize this house.