

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف - المسيلة



ميدان: علوم المادة
فرع: الفيزياء.
تخصص: الفيزياء الطاقوية و
الطاقات المتجددة

كلية: العلوم.
قسم: الفيزياء.
رقم: فيز / طاقو / 2024 / 25 / 2024

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي

إعداد الطالبان: نفطي بلال

حمودي كمال

دراسة تجريبية لتأثير بعض العوامل على المقادير

الكهربائية للوح شمسي كهروضوئي بمدينة المسيلة

تحت عنوان

تمت المناقشة يوم 25 / 06 / 2024 أمام اللجنة المكونة من:

رئيسا	جامعة المسيلة	أستاذ	بن عريوة يونس
مشرفا ومقرا	جامعة المسيلة	أستاذ	معيوف سي عبد الله
مناقشا	جامعة المسيلة	أستاذ	بلهوشات حسين

السنة الجامعية: 2023/2024



الشكر و التقدير

لا يسعني في هذا المقام إلا أن احمده الله حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه. يليق بجلاله الذي وفقني للوصول إلى هذه الدرجة وأعانني أيما عون على انجاز هذا العمل المتواضع والذي نحسبه خالصا لوجهه الكريم

فالحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على رسوله الكريم

نتقدم بجزيل الشكر والامتنان العظيم التقدير العميق إلى استأذنا المشرف - **معيوف سي عبد الله**- الذي قبل الإشراف على هذا البحث ولما منحه لنا من وقت وجهه وتشجيع

نتقدم كذلك بجزيل الشكر لأعضاء اللجنة المناقشة الذين تفضلوا علينا بقبول مناقشة هذا العمل

كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من ساعدني من قريب أو بعيد من إخوتي في الله والذين لا نملك لهم إلا الدعاء

Sommaire

6	الفصل الأول:
7	الفصل الأول:
7	مقدمة:
7	نبذة تاريخية عن خلايا الالواح الشمسية
8	1.1 الطاقة الشمسية
9	2.1 الخلية الشمسية
9	1.2.I مبدأ عمل الخلية الشمسية
11	2.2.I التأثير الكهروضوئي
12	3.2.I الأنواع المختلفة للخلايا الكهروضوئية
14	3.I تجميع الخلايا
14	1.3.I الرابطة التسلسلية
15	2.3.I الارتباط الموازي
16	4.I نمذجة الخلية الكهروضوئية
16	1.4.I الخلية الكهروضوئية المثالية
17	2.4.I الخلية الكهروضوئية الحقيقية
18	5.I خصائص الخلية الكهروضوئية
19	1.5.I تيار ماس كهربائي
20	2.5.I جهد الدائرة المفتوحة
20	3.5.I عامل الشكل (FF)
21	6.I تأثير درجة الحرارة والإضاءة على خصائص الألواح الشمسية
21	1.6.I تأثير درجة الحرارة
23	2.6.I تأثير الإضاءة
24	7.I الوحدة الكهروضوئية
24	1.7.I حماية الخلايا الكهروضوئية
25	2.7.I عدد الخلايا لكل وحدة
26	3.7.I الألواح الشمسية
27	8.I تعريف وحدة تحكم في النظام الكهروضوئي
27	9.I التنظيم مع MPPT:

27.....	1.9.I تعريف منظم MPPT
28.....	2.9.I مرحلة محول التيار المستمر / التيار المستمر
28.....	3.9.I محولات التيار المستمر/التيار المستمر (المروحية)
29.....	4.9.I التحكم MPPT في محولات DC / DC
29.....	5.9.I تمثيل رسومي لنقطة القدرة القصوى
Error! Bookmark not defined.....	I.6 ماذا نعني بالتحسين؟
30.....	خاتمة
3.....	الفصل الثاني: الموارد الشمسية
3.....	مقدمة
3.....	1-1-علم الفلك الشمس
3.....	1-الشمس
4.....	2-هيكل الشمس
Error! Bookmark not defined.....	3-الطبقات الداخلية
6.....	2-1-حركة الارض حول الشمس
7.....	1-1-2-الإحداثيات السماوية
7.....	2-2-1-الإحداثيات الجغرافية
9.....	2-2-3-إحداثيات الوقت
11.....	2-2-4-الإحداثيات الأفقية
12.....	2-3-طاقة شمسية
13.....	2-4-1-اشعاع شمسي
13.....	1-1-4-الطبيعة والتكوين
13.....	2-4-2-انبعاث الإشعاع الشمسي
14.....	2-4-3-الثابت الشمسي
14.....	2-4-5-الشمسي على الأرض
16.....	2-5-أشعة الشمس ومعدلاتها
16.....	1- مدة سطوع الشمس
16.....	2- معدل أشعة الشمس
16.....	2-6- معلمة الوقت
16.....	1- التوقيت العالمي (T_U)
16.....	2- متوسط وقت الطاقة الشمسية (T_{SM})
17.....	3- الطقس الشمسي الحقيقي (T_{SV})

18.....	* ليتمبسلغال (TL)
Error! Bookmark not defined.....	4- شروق الشمس وغروبها
18.....	7-II قياس الإشعاع الشمسي
Error! Bookmark not defined.....	1-7-II مقاييس البيرومترات
19.....	2-7-II مقاييس البيرومترات
20.....	3-7-II مقاييس الشعاع
21.....	4-7-II الهليوغراف
21.....	8-II التشريعات الشمسية في الجزائر
23.....	خاتمة
25.....	III النموذج الرياضي
25.....	III-1 التيار الكهربائي للخلايا
25.....	I-1-1 نموذج رباعي المعلمات (L 3P)
27.....	III-2-1 نموذج خمسة معلمات (L5P)
28.....	III-2 الكفاءة الكهربائية
29.....	III-3 درجة حرارة الخلية
30.....	الفصل الرابع: النتائج والمناقشة
30.....	1-IV مقدمة
31.....	2-IV تغيرات الإشعاع الشمسي
32.....	3-IV تأثير زاوية الميل على شدة التيار
33.....	4-IV تأثير زاوية الميل على جهد الدارة المفتوحة
34.....	5-IV - تأثير زاوية الميل على الكفاءة الكهربائية
35.....	6-IV- تأثير اتجاه اللوح الشمسي على قيمة شدة التيار الكهربائي
36.....	7-IV- تغيرات درجات الحرارة
37.....	8-IV- تأثير درجة الحرارة على الجهد والتيار الكهربائي
38.....	9-IV- تأثير درجة الحرارة على الكفاءة الكهربائية
39.....	خاتمة

الفصل الأول:

مقدمة عامة حول الطاقة الشمسية الكهروضوئية

الفصل الأول:

مقدمة عامة حول الطاقة الشمسية الكهروضوئية

I. مقدمة:

يمكن اعتبار الطاقة شرطا أساسيا لتنمية البلدان وأحد أهم العوامل في زيادة رفاهية الناس. في جميع أنحاء العالم، يفرض مزيج من عدم استقرار أسواق الوقود الأحفوري وضرورة حماية البيئة والحد من انبعاثات غازات الدفيئة مراجعة استراتيجيات الطاقة لضمان الخروج من هيمنة الهيدروكربونات. هذا تحد كبير لأن الاعتماد على مصادر الوقود الأحفوري وحدها يمكن أن يكون استراتيجية يمكن أن تقوض أمن الطاقة وليست محددة اليوم. هذا هو السبب في أنه سيكون من الضروري بشكل عاجل من ناحية مراجعة طريقتنا الحالية لاستهلاك الطاقة، ومن ناحية أخرى، دمج الطاقات المتجددة في نموذج طاقة جديد يتم تطويره.

لهذه الأسباب، فلقد سار العالم منذ عقود وخاصة منذ أزمة البترول في سنة 1973 لإيجاد بديل لهذا النوع من الطاقات ومن بينها طاقتها لرياح والطاقة الحرارية الباطنية للأرض والطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء اعتمادا على الألواح الشمسية الكهروضوئية والتي هي موضوع دراستنا.

I-1- نبذة تاريخية عن خلايا الألواح الشمسية

قام العالم (بيكرل) في عام 1839 بدراسة تأثير الضوء في بعض المعادن ، والمحاليل، وخصائص التيار الكهربائي الناتج عنها، حيث لاحظ الأثر الكهروضوئي عليها، وقام العالمان (آدم وسميث) في عام 1877 بإظهار مفهوم الناقلية الكهربائية الضوئية لأول مرة، كما استطاع العالم (فريتز) في عام 1883 من تركيب أول خلية شمسية من مادة السيلينيوم، ومع تطور نظريات ميكانيكا الكم استطاع العلماء تفسير الظواهر المرتبطة

بالكهرباء الضوئية، حيث تم تفسير ظاهرة الحساسية الضوئية لمواد مثل السيليكون، وأكسيد النحاس، وكبريت الرصاص، وكبريت الثاليوم، وفي عام 1941 تم تصنيع أول خلية شمسية مكونة من السيليكون بكفاءة عمل أقل من 1%، وفي منتصف الخمسينيات تم صنع البطارية الشمسية بكفاءة 6%، كما تم ابتكار الخلايا الشمسية ذات الأفلام الرقيقة والمصنوعة من كبريتيد الكاديوم، وكبريتيد النحاس، ومع اتساع بحوث التطوير في العلوم الفيزيائية ودراسة التبادلات الكهربائية الضوئية، حدث تطور في صناعة الخلايا الشمسية بتحسين كفاءتها وخفض تكلفتها، حيث زاد مقدار الطاقة الناتجة عن الخلايا من ميلي واط إلى الكيلو واط، وازداد تطور الخلايا الشمسية في فترة السبعينيات والثمانينيات من القرن العشرين؛ بسبب تطور علوم التركيب المجه.

2.1 الطاقة الشمسية

تبلغ المسافة من الأرض إلى الشمس حوالي 150 مليون كيلومتر وسرعة الضوء تزيد قليلا عن 300000 كيلومتر في الساعة، [1] لذلك تستغرق أشعة الشمس حوالي 8 دقائق للوصول إلينا. الثابت الشمسي هو كثافة الطاقة الشمسية التي تصل إلى الحدود الخارجية للغلاف الجوي المواجه للشمس. قيمتها الشائعة تساوي 1360 واط / م². على مستوى الأرض، يتم تقليل كثافة الطاقة الشمسية إلى 1000 W / m² بسبب الامتصاص في الغلاف الجوي. اكتشف ألبرت أينشتاين أثناء العمل على التأثير الكهروضوئية أن الضوء لم يكن له طابع يشبه الموجة فحسب، بل إن طاقته تحملها الجسيمات والفوتونات. بما أن طاقة الفوتون تعطى بالعلاقة:

$$E = \frac{h.c}{\lambda} \quad (1-I)$$

حيث :

$$h \approx 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \text{ ثابت بلانك}$$

C : سرعة الضوء 3×10^8 m/s

E : الطاقة الضوئية: λ طول الموجة

وبالتالي، كلما كان الطول الموجي أقصر، زادت طاقة الفوتون [2].

تنبعث الشمس من الإشعاع الكهرومغناطيسي (الشكل 1) في نطاق الطول الموجي الذي

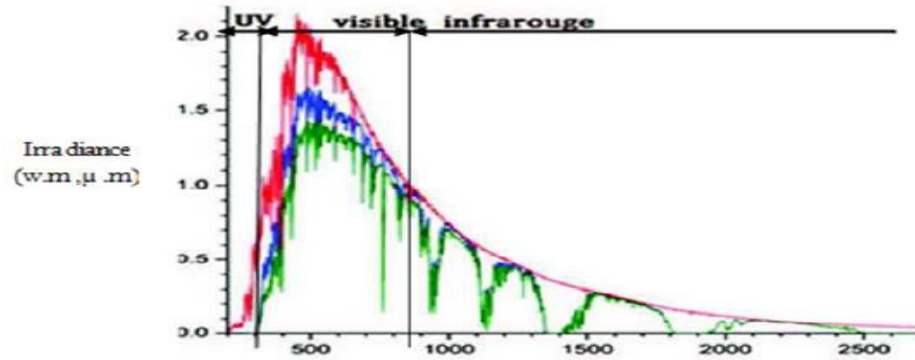
يتراوح من 0.22 إلى 10 ميكرون (ميكرون) [3].

يتم توزيع الطاقة المرتبطة بهذا الإشعاع الشمسي تقريبا على النحو التالي:

*09% في النطاق فوق البنفسجي (0.4 ميكرومتر).

*47% في النطاق المرئي (0.4 إلى 0.8 ميكرومتر).

*44% في نطاق الأشعة تحت الحمراء (0.8 ميكرومتر).



الشكل (I - 1). طيف الإشعاع الشمسي.

3.I الخلية الكهروضوئية

1.3.I مبدأ عمل الخلية الكهروضوئية

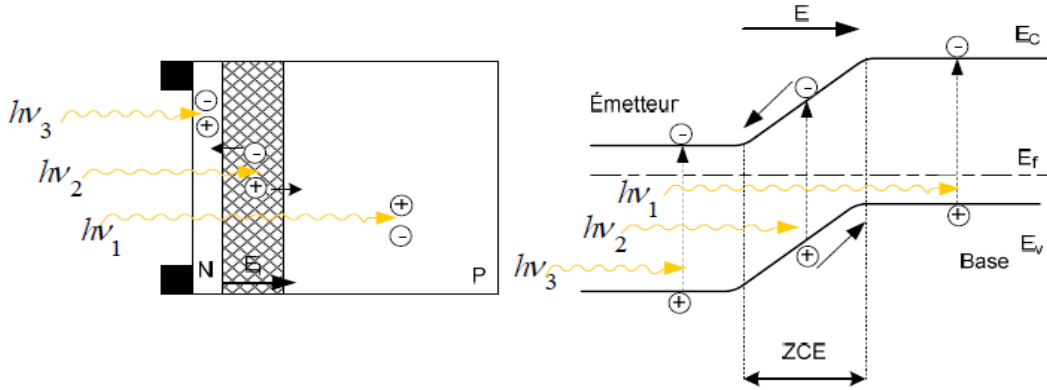
الخلية الكهروضوئية هي جهاز يحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية. ويستند هذا

التحول إلى الآليات الثلاث التالية:

- امتصاص الفوتونات (ذات الطاقات الأكبر من الفجوة) بواسطة مادة الجهاز.

الفصل الأول: مقدمه عامة حول الطاقة الشمسية الكهروضوئية

- تحويل طاقة الفوتون إلى طاقة كهربائية، وهو ما يتوافق مع إنشاء زوج إلكترون / ثقب في مادة أشباه الموصلات.
 - مجموعة من الجسيمات المتولدة في الجهاز.
- لذلك يجب أن تحتوي المادة التي تشكل الخلية الكهروضوئية على مستويين من الطاقة وأن تكون موصلة بما يكفي للسماح بتدفق التيار، ومن هنا تأتي أهمية أشباه الموصلات في الصناعة الكهروضوئية. من أجل جمع الجسيمات المتولدة، يلزم وجود مجال كهربائي لفصل أزواج الإلكترونات / الثقوب التي تم إنشاؤها. لهذا الغرض، غالبا ما يتم استخدام تقاطع P-N للهيكل الآخر، حيث يتم أيضا استخدام التقاطعات غير المتجانسة وهياكل Schottky. يوضح الشكل (I.2) تشغيل الخلايا الكهروضوئية.



الشكل (I - 2). هيكل PN تحت الإضاءة.

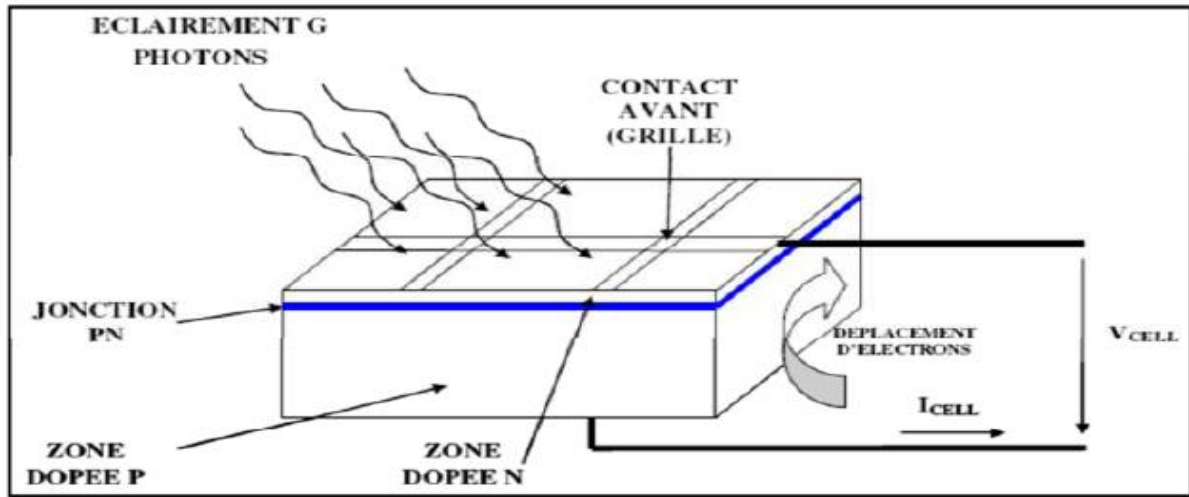
- إذا تم إنشاء الزوج (e⁻, e⁺) في المنطقة P ، فإن الإلكترونات التي هي حاملات أقلية فيه تمر عبر الوصلة وتذهب إلى الجانب N.
- إذا تم إنشاء الزوج (e⁻, e⁺) في المنطقة N ، فإن الثقوب هي الأقلية تعبر التقاطع وتنتقل إلى الجانب P.

ج) إذا تم إنشاء الزوج (e^- , e^+) في ECZ ، فصله تحت تأثير المجال الكهربائي الداخلي السائد في هذه المنطقة حيث يتم دفع الإلكترون نحو المنطقة N والفتحة باتجاه المنطقة P.

2.3.I التأثير الكهروضوئي

تعتمد الخلية الكهروضوئية على الظاهرة الفيزيائية التي تسمى التأثير الكهروضوئي، والتي تتضمن إنشاء قوة دافعة كهربائية عندما يتعرض سطح تلك الخلية للضوء. يمكن أن يتراوح الجهد المتولد بين 0.3 فولت و 0.7 فولت اعتمادا على المادة المستخدمة وترتيبها بالإضافة إلى درجة حرارة الخلية وعمر الخلية [4]. (يوضح الشكل (I.3) خلية PV نموذجية حيث يتم تفصيل دستورها.

أداء كفاءة الطاقة الذي تم تحقيقه صناعيا هو 13 إلى 14% للخلايا القائمة على السيليكون أحادي البلورية. 11 إلى 12% مع السيليكون متعدد الكريستال وأخيرا 7 إلى 8% للسيليكون غير المتبلور والأغشية الرقيقة [5]. الخلية الشمسية أو الخلية الشمسية هي لبنة البناء الأساسية للصفيف الكهروضوئي [6].



الشكل (I - 3). رسم تخطيطي لخلية ضوئية.

3.3.I الأنواع المختلفة للخلايا الكهروضوئية

1.3.3.I خلية كهروضوئية أحادية البلورية قائمة على السيليكون

السيليكون البلوري هو حاليا الخيار الأكثر شعبية للخلايا، على الرغم من توفر العديد من المواد الأخرى.

يعني مصطلح (بلوري) أن جميع الذرات في المادة الكهروضوئية النشطة هي جزء من بنية بلورية بسيطة حيث لا يوجد اضطراب في ترتيب الذرات.

2.3.3.I الخلايا الشمسية القائمة على السيليكون الكريستال

وهي تتألف من حبيبات صغيرة من السيليكون البلوري. الخلايا القائمة على البولي سيليكون أقل كفاءة من الخلايا القائمة على السيليكون أحادي البلورية. تعيق حدود 6 حبيبات في السيليكون متعدد الكريستال تدفق الإلكترونات وتقلل من كفاءة الطاقة للخلية. تتراوح كفاءة التحويل الكهروضوئية لخلية قائمة على السيليكون متعدد الكريستال نموذج تجاري بين 10 و14٪.

3.3.3.I الخلايا الشمسية غير المتبلورة القائمة على السيليكون

يتم ترسيب السيليكون في أغشية رقيقة على صفيحة زجاجية أو ركيزة مرنة أخرى. التنظيم غير المنتظم لذراته يعطيها بعض الموصلية السيئة. تستخدم الخلايا غير المتبلورة حيثما تكون هناك حاجة إلى حل اقتصادي ومطلوب أو عند الحاجة إلى القليل جدا من الكهرباء. على سبيل المثال، لمصادر الطاقة للساعات أو الآلات الحاسبة أو مصابيح الطوارئ. تتميز بمعامل امتصاص عالي، والذي يسمح بسماكات منخفضة للغاية، من رتبة الميكرون من ناحية أخرى، فإن كفاءة التحويل منخفضة (7-10٪) وتميل إلى التحلل بسرعة أكبر تحت الضوء [7].

4.3.3.I. الخلايا الكهروضوئية العضوية

يتم استخدام المواد العضوية أكثر فأكثر في مجال الإلكترونيات الضوئية، مع آفاق للإلكترونيات العضوية أو حتى الجزيئية، للإضاءة باستخدام الثنائيات العضوية الباعثة للضوء (OLEDs). على الرغم من أن تحسينات المواد التي سيتم استخدامها ليست هي نفسها، إلا أن مجال الخلايا الكهروضوئية استفاد في السنوات الأخيرة من التقدم التكنولوجي للإلكترونيات الضوئية. لذلك، على الرغم من أن هذا القطاع حديث حقاً، التقدم السنوي مذهل. المواد العضوية أو الجزيئية أو البوليمرية، القائمة على الكربون والهيدروجين والنيتروجين، مثيرة للاهتمام بشكل خاص من حيث الوفرة والتكلفة والوزن والتنفيذ [8]. وان الجدول رقم (I - 1) يبين إيجابيات وسلبيات بعض المواد الأكثر استخداماً:

نوع	سليكون أحادي البلورية	سليكون بولي بلوري	غير متبلور
عمر	35 سنة	35 سنة	10 سنوات
مزايا	- أداء جيد في ضوء الشمس المباشر.	- أداء جيد في الشمس مباشر (أقل من أحادي البلورية ولكن أكثر من غير متبلور).	- ليونه أعلى من العدسات البلورية. - أداء جيد في منتشر.
سلبيات	- سيئ أدر في ضوء الشمس المنتشر (طقس غائم...، غالي السعر.	- ضعف الأداء في ضوء الشمس المنتشر (طقس غائم...، غالي السعر.	- ضعف الأداء في ضوء الشمس المباشر.

الجدول رقم (I - 1). خصائص بعض المواد الأكثر استخداماً

4.I تجميع الخلايا

1.4.I الرابطة التسلسلية

يتم استخدام مجموعة من الخلايا (Ns) في الشكل المتسلسل الشكل (I.4) لزيادة جهد المصفوفة الكهروضوئية. ثم يتم اجتياز الخلايا بنفس التيار والخاصية الناتجة عن تجميع السلسلة ويتم الحصول عليها عن طريق إضافة الأساسيات الأولية لكل خلية. تبين المعادلة (I.2) الخصائص الكهربائية لسلسلة من ارتباطات الخلايا [8].

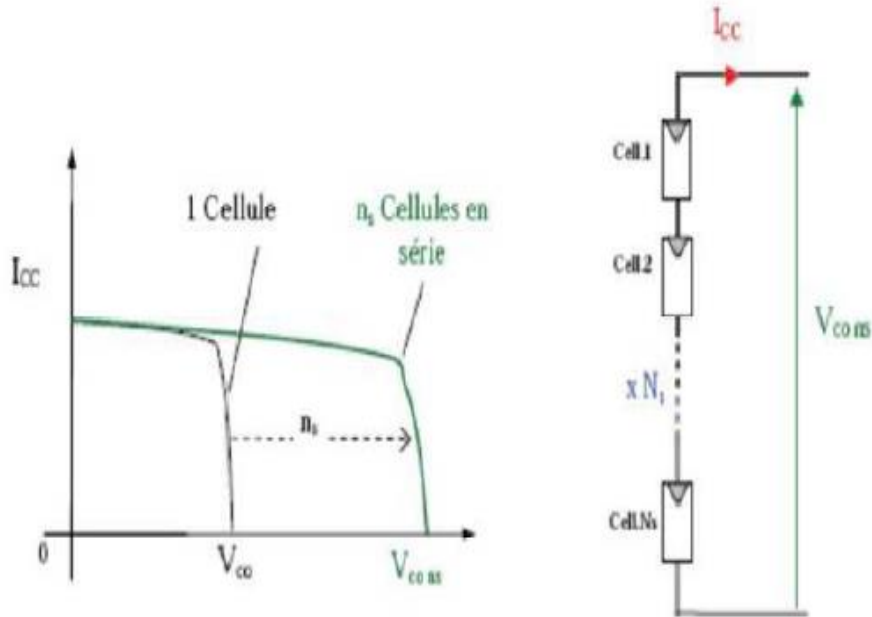
$$VocNs = Ns \times Voc \quad (2-I)$$

$$Icc = Ic \quad (3-I)$$

حيث :

$VocNs$: يمثل مجموع الفولتية للدوائر المفتوحة

Icc : التيار الكهربائي للدائرة القصيرة



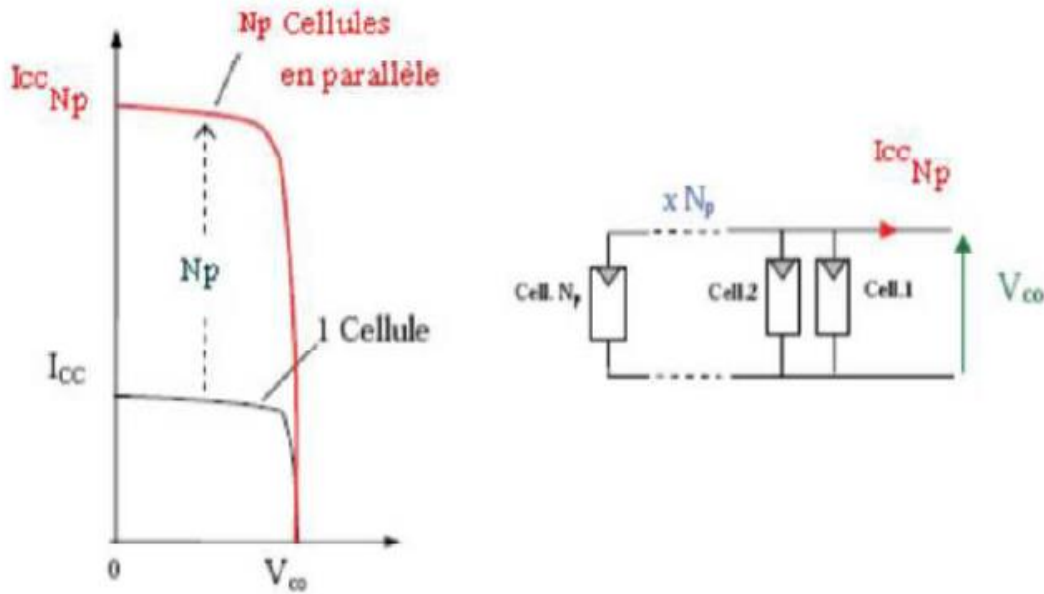
الشكل (I - 4). رسم تخطيطي لتجميع خلايا (Ns) على التسلسل.

2.4.I الربط على التفرع

من الممكن وجود الربط على التوازي للخلايا كما هو موضح في الشكل (I.5) ويسمح بزيادة تيار خرج المولد. في مجموعة من الخلايا المتطابقة المتصلة بالتوازي، تتعرض الخلايا لنفس الجهد ويتم الحصول على الخاصية الناتجة للتجميع عن طريق إضافة التيارات [7].

$$V_{ocNs} = V_{cc} \quad (4-I)$$

V_{ocNs} : مجموع جهد الدائرة المفتوحة ل الخلايا بالتوازي.



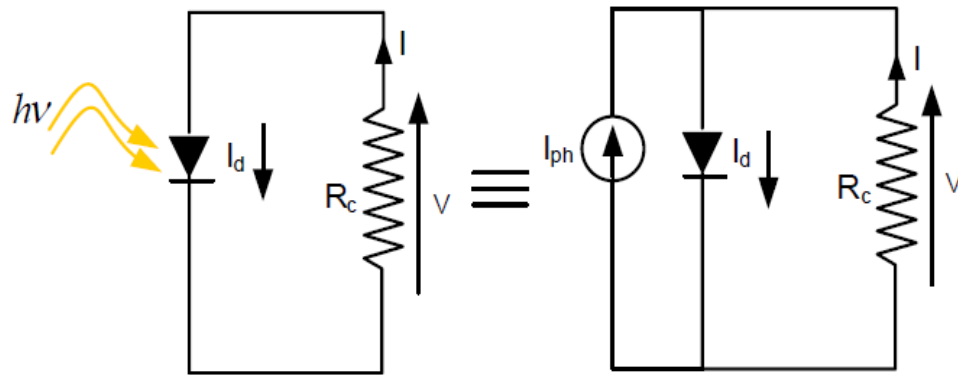
الشكل (I - 5). مجموعة من الخلايا (N_p) على التوازي.

5.I نمذجة الخلية الكهروضوئية

1.5.I الخلية الكهروضوئية المثالية

يمكن وصف الخلية الكهروضوئية بطريقة بسيطة بأنها مصدر مثالي للتيار الذي ينتج تياراً I_{ph} يتناسب مع قوة الضوء الساقطة، بالتوازي مع الشكل الثنائي (I.6) الذي يتوافق مع منطقة الانتقال p-n للخلية الكهروضوئية. بعد قانون العقدة:

$$I = I_{ph} - I_d \quad (5-I)$$



الشكل (I - 6). نموذج الخلية الكهروضوئية المثالي.

بالنسبة للمولد الكهروضوئي المثالي، يكون الجهد عبر المقاوم مساوياً للجهد عبر الصمام الثنائي: ($V_d = V$)

نظراً لأن الصمام الثنائي عنصر غير خطي، فإن خاصية I-V الخاصة به تعطى من خلال العلاقة:

$$I_d = I_s \left(\exp\left(\frac{V_d}{V_t}\right) - 1 \right) \quad (6-I)$$

مع:

I_s تيار التشبع العكسي للصمام الثنائي

V_d : الجهد عبر الصمام الثنائي.

V_t : الجهد الحراري يعطى بالعلاقة

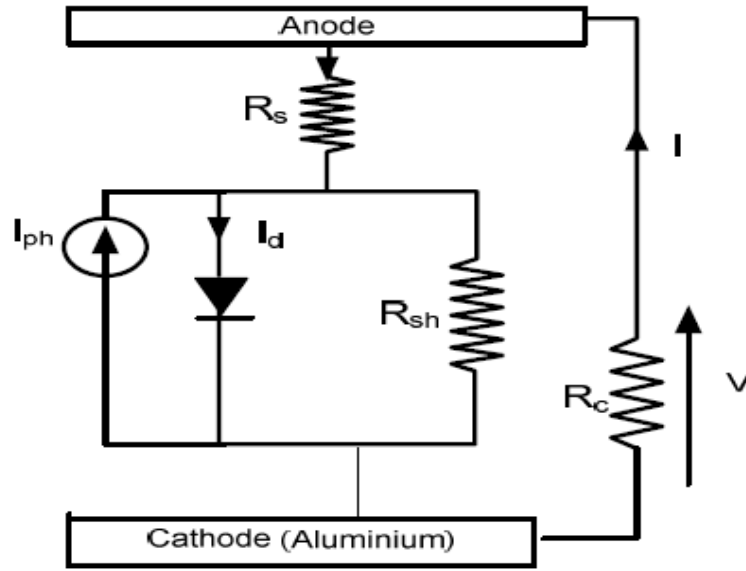
$$V_t = \frac{Kt}{q}$$

لذا فإن العلاقة (I.5) ستكون:

$$I = I_{ph} - I_s \left(\exp \left(\frac{V_d}{V_t} \right) - 1 \right) \quad (7-I)$$

2.5.I الخلية الكهروضوئية الحقيقية

لا يأخذ النموذج الكهروضوئي السابق في الاعتبار جميع الظواهر الموجودة أثناء تحويل الطاقة الضوئية. في الواقع، في الحالة الحقيقية، هناك فقدان للجهد عند الإخراج وكذلك تيارات التسرب. لذلك يتم تصميم فقدان الجهد هذا بواسطة مقاوم متسلسل (RS) والتيارات التسرب بواسطة مقاوم متوازي (RC) [8].



الشكل (I - 7). نموذج الخلية الكهروضوئية الحقيقي.

لذلك لدينا:

$$I = I_{ph} - I_d - I_p \quad (8-I)$$

$$I_p = \left(\frac{V + R_s \times I}{R_p} \right) \quad (9-I)$$

$$I_d = I_s \left(\exp \left(\frac{V + R_s \times I}{R_p} \right) - 1 \right) \quad (10-I)$$

حيث:

I : التيار الذي توفره الخلية.

$$I_s = I_{ph} \left(\frac{G}{1000} \right) \text{ يعتمد على الإضاءة (G).}$$

I_s : تيار التشبع للصمام الثنائي.

K : ثابت بولتزمان ($10^{-23} \cdot 3.381$ جول / كلفن) / شحنة الإلكترون

e : شحنة الإلكترون $C = 1.602 \cdot 10^{-19}$.

η : عامل جودة الصمام الثنائي.

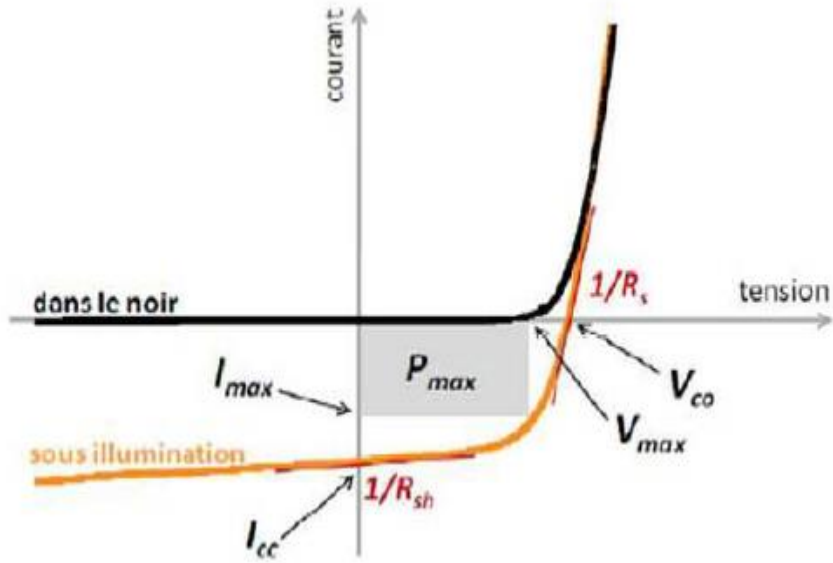
T : درجة حرارة الصمام الثنائي في كلفن.

لذلك (I.8) ستكون:

$$I = I_{ph} - \left(\exp \left(\frac{V + R_s \times I}{R_p} \right) - 1 \right) \quad (11-I)$$

6.I خصائص الخلية الكهروضوئية

هناك العديد من المعلمات التي يمكن استخدامها لوصيف الخلية الشمسية. تسمى هذه المعلمات بالمعلمات الكهروضوئية ويتم استنتاجها من الخاصية $I(V)$. يوضح الشكل (I.8) خاصية الجهد الحالي $I(V)$ في الظلام وتحت الإضاءة النموذجية لخلية كهروضوئية وصلة P-N. يوفر مخطط هذا المنحنى الوصول إلى العديد من المعلمات الفيزيائية المميزة للمكون. المعلمات الأولى التي تظهر على خاصية الجهد الحالي للخلية الخلايا الكهروضوئية هي: تيار الدائرة القصيرة (I_{cc})، جهد الدائرة المفتوحة (V_{co}) وعامل الشكل (FF) للمكون.



الشكل (I - 8). الخصائص الحالية للجهد والمعلمات الفيزيائية للخلية الكهروضوئية.

1.6.I تيار ماس كهربائي

يتم تعريف (ηQ) على أنه العائد الكمي أو الاستجابة الطيفية، والتي يمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية:

$$\eta Q = \frac{J_{ph}}{qF(\lambda)[1-R(\lambda)]} \quad (12-I)$$

J : كثافة التيار الضوئي الذي توفره الخلية.

$F(\lambda)$: تدفق الفوتونات التي تتلقاها الخلية.

$F(\lambda)[1 - R(\lambda)]$: تدفق الفوتونات التي تشارك في التأثير الكهروضوئي.:

$R(\lambda)$: معامل انعكاس السطح.

يسمى التيار المتدفق عبر خلية شمسية معرضة لتدفق الفوتونات F تيار ماس كهربائي

(λ) دون تطبيق التوتر. يتم إعطاؤه من خلال العلاقة التالية:

$$J_{sc} = q \int_0^{\infty} F(\lambda) [1 - R(\lambda)] nQ \times d\lambda \quad (13-I)$$

يتم قياسه عن طريق توصيل أطراف الخلية مباشرة بمقياس التيار الكهربائي.

2.6.I جهد الدائرة المفتوحة

يتم الحصول عليها عن طريق قياس الجهد عبر الخلية الشمسية الموضوعة تحت مصدر ضوء دون أي جهاز استقبال. وهي في حدود (0.5) إلى (0.7 فولت) للخلية الأولية وتعتمد على المواد والهياكل والتقنيات المستخدمة في صنع الخلية وتختلف باختلاف الإضاءة ودرجة الحرارة. يتم الحصول على هذا الجهد عن طريق إلغاء التيار I في التعبير عن الخاصية، أي:

$$I = 0 \Rightarrow Id - I_{ph} = 0 \Rightarrow V_{co} = \frac{KT}{q} \ln \left(\frac{I_{ph}}{I_s} - 1 \right) \quad (14-I)$$

من أجل:

$$I_{ph} = ICC \quad (\text{في الضوء الساطع}) ..$$

$$V_{oc} = \frac{KT}{q} \ln \left(\frac{I_{ph}}{I_s} \right) \quad (15-I)$$

من خلال رسم خاصية الجهد الحالي لخلية في الظلام وتحت الإضاءة، من الممكن تقييم

الأداء والسلوك الكهربائي للخلايا الكهروضوئية:

كثافة تيار ماس كهربائي J_{sc} ، يتم الحصول عليها على خاصية الجهد من V_0 . يتناسب مع الإضاءة.

3.6.I عامل الشكل (FF)

عامل التعبئة، أو عامل الشكل (FF)، يعطى بالعلاقة التالية:

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{co} \times I_{cc}} = \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{co} \times I_{cc}} \quad (16-I)$$

تشير (Imax) و (Vmax) إلى إحداثيات التيار والجهد التي تزيد من الطاقة التي توفرها الخلية، أي $P_{max} = I_{max} \times V_{max}$. كلما كبرت هذه المساحة المستطيلة، زادت القيمة حيث تشبه الميزة مستطيلا من مساحة $V_{oc} \times I_{cc}$

4.6.I كفاءة التحويل الكهروضوئي

يتم التعبير عن كفاءة التحويل الكهروضوئي η بالعلاقة:

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_i} = \frac{J_{sc} \times V_{co}}{P_i} FF \quad (17 - I)$$

حيث: P_i هو الضوء الساقط (W / cm^2) او العائد.

7.I تأثير درجة الحرارة والإضاءة على خصائص الألواح الشمسية

1.7.I تأثير درجة الحرارة

في ظروف درجات الحرارة شديدة البرودة، تكون اللوحة بقوة 120 واط قادرة على إنتاج 130 واط لأنه كلما انخفضت درجة الحرارة، زاد خرج الطاقة. من ناحية أخرى، في ظروف درجات الحرارة شديدة الحرارة، كلما ارتفعت درجة الحرارة، انخفضت الطاقة التي تنتجها اللوحة.

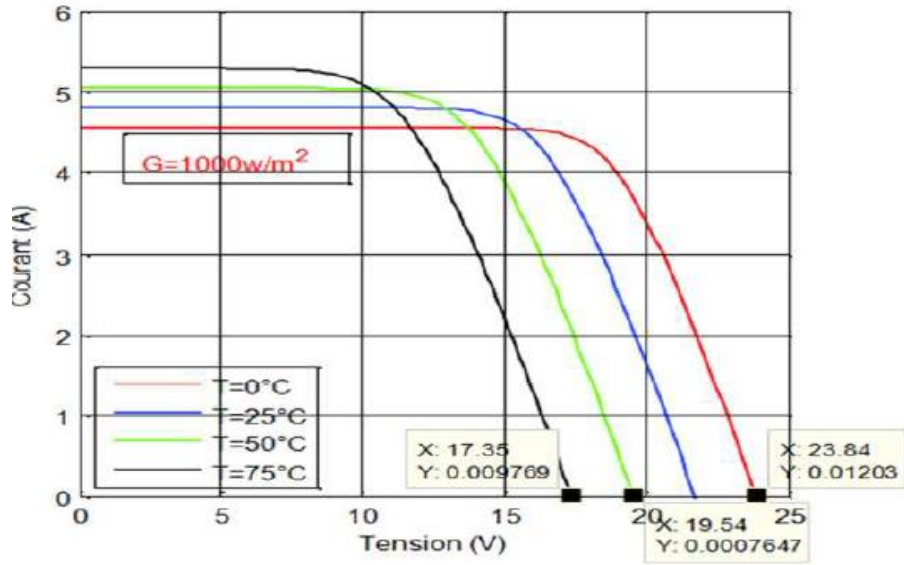
في الطقس البارد، توفر الألواح الشمسية المزيد من الطاقة، ولكن بدون استخدام وحدة تحكم MPPT، تكون كمية الطاقة المفقودة أكبر من تلك المستردة بالإضافة إلى ذلك.

تظهر التجربة أن جهد الدارة المفتوحة للخلية الشمسية يتناقص مع زيادة درجة حرارة الخلية.

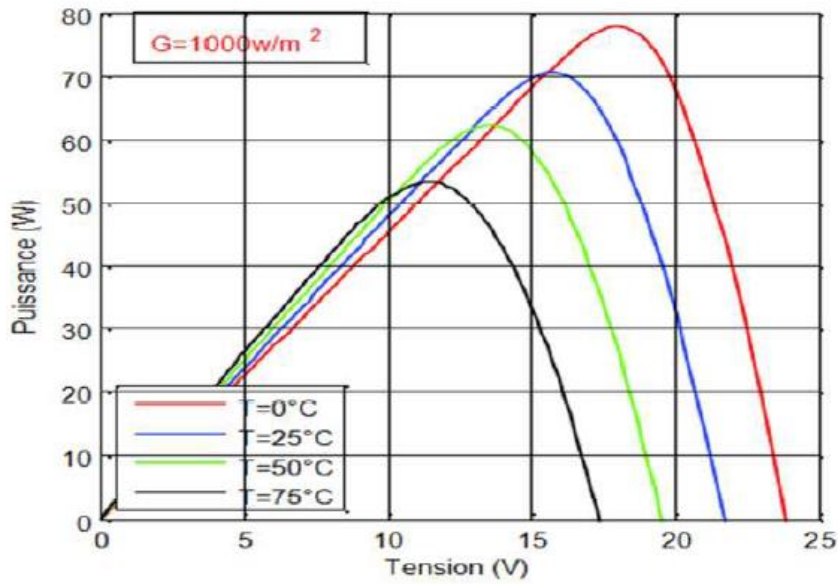
وان الشكلين (9 - I) و (10 - I) يبينان خصائص $I(v)$ و $P(v)$ لوحدة كهروضوئية لمستوى معين من ضوء الشمس G عند درجات حرارة مختلفة.

نلاحظ من خلال الشكلين أن شدة التيار تعتمد على درجة الحرارة؛ لأن التيار يزداد قليلا مع زيادة درجة الحرارة. نجد أن درجة الحرارة لها تأثير سلبي على جهد الدائرة مفتوحة. مع زيادة درجة الحرارة، ينخفض جهد الدائرة المفتوحة، وتنخفض طاقة المولد القصوى مع زيادة درجة الحرارة.

الفصل الأول: مقدمه عامة حول الطاقة الشمسية الكهروضوئية



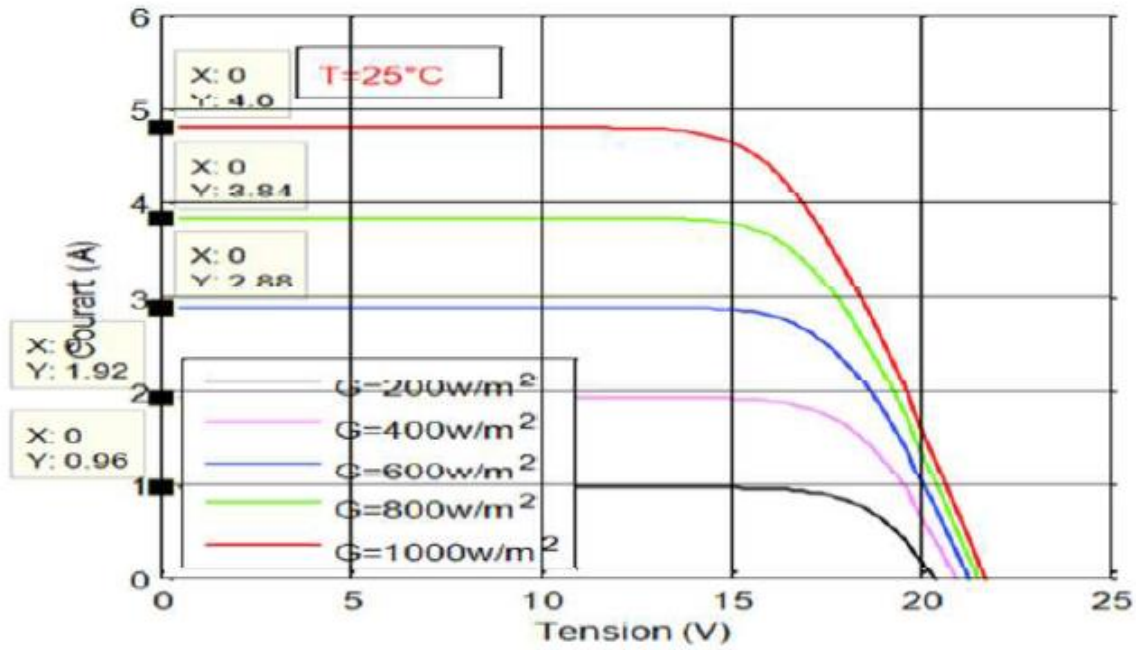
الشكل (9 - I). خاصية $I = f(v)$ كدالة لدرجة الحرارة.



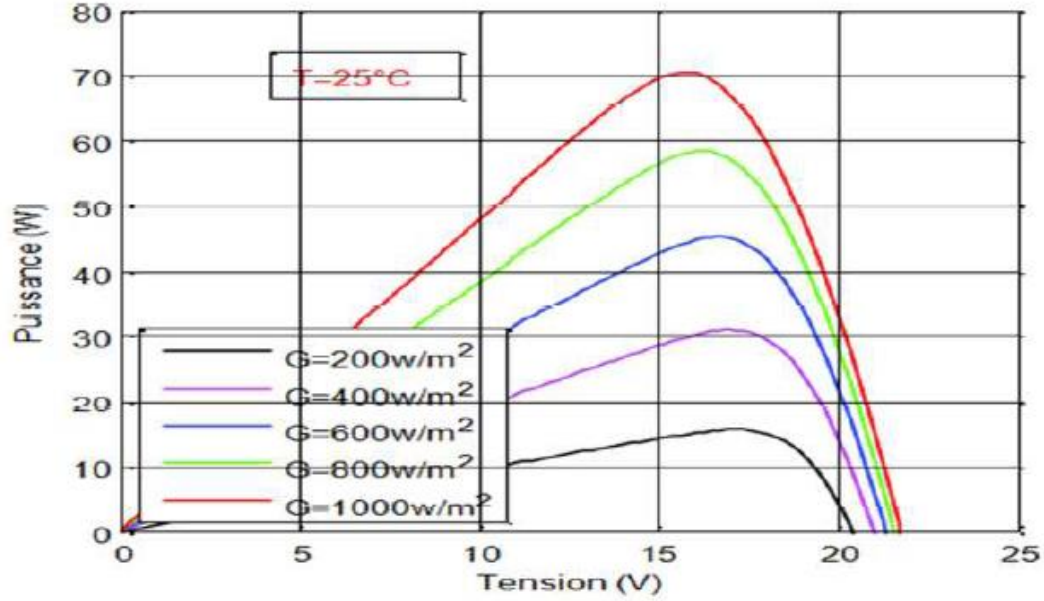
الشكل (10 - I) خاصية $P = f(v)$ كدالة لدرجة الحرارة

2.7.I تأثير الإضاءة

بعد أن نحدد درجة حرارة الإضاءة التفضيلية، نلاحظ أنه بالنسبة لإضاءة بعد أن نحدد درجة حرارة الإضاءة التفضيلية، نلاحظ أنه بالنسبة لإضاءة ($G = 1000 \text{ w / m}^2$) ، يمكننا أن نرى أن التيار يخضع لاختلاف كبير مع زيادة الإضاءة ؛ يتم زيادة تيار الدائرة القصيرة ، لكن الجهد يختلف قليلا وينتج عن هذا زيادة في الطاقة.



الشكل (I - 11). خاصية $I = f(v)$ كدالة للإضاءة.



الشكل (I - 12). خاصية $P = f(v)$ كدالة للإضاءة.

8.I الوحدة الكهروضوئية

الوحدات الكهروضوئية هي محولات للطاقة الضوئية إلى كهرباء، ولا ينبغي الخلط بينها وبين مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية أو مجمعات الألواح المسطحة، التي تنتج الحرارة من الإشعاع الشمسي.

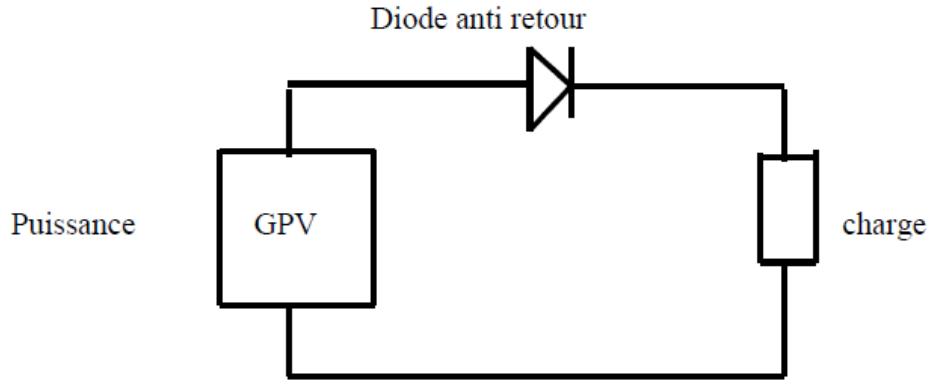
والوحدة الكهروضوئية هي بحكم تعريفها مجموعة من الخلايا الشمسية المجهزة لتوليد الطاقة الكهربائية التي يمكن استخدامها عند تعرضها للضوء [15].

1.8.I حماية الخلايا الكهروضوئية

في بعض الأحيان لا تتعرض وحدة السيليكون البلورية بشكل موحد للضوء، بسبب بقاء الظل. نظراً لأن الخلايا سلكية في سلسلة، يتم تسوية التيار الكلي لأسفل (تفرض الخلية الأضعف تيارها على الخلايا الأخرى).

ومن ثم، عندما تتوقف الخلية عن السريان لأنها لم تعد تتعرض للإشعاع، يميل تيار السلسلة بأكملها نحو الصفر. تصبح الخلية المقنعة على هذا النحو متلقية لجميع الآخرين في السلسلة وتتلقى في الجهد العكسي مجموع كل توتراتهم. لذلك يبدأ في التسخين، ومن هنا جاء الاسم المعروف للبقعة الساخنة أو البقعة الساخنة. من الضروري حماية الوحدة

من هذه الظاهرة عن طريق وضع صمام ثنائي جانبي واحد بالتوازي لكل مجموعة خلايا (في سلسلة من 18 خلية، أي 2 لكل لوحة مكونة من 36 خلية). هذا يحافظ على الجهد العكسي المطبق على الخلية المظللة بأقل من 10 فولت، مما يؤدي إلى تسخين محدود في حالة وجود نقطة ساخنة. عادة ما يتم وضع هذه الثنائيات في صندوق التوصيل عند إخراج اللوحة.



الشكل (I - 13). حماية الألواح الكهروضوئية مع الصمام الثنائي المضاد للعكس.

2.8.I عدد الخلايا لكل وحدة

خلية السيليكون البلورية لها جهد دائرة مفتوحة من 0.58 فولت إلى 0.60 فولت ونقطة طاقة قصوى تبلغ 0.46 فولت و 0.47 فولت. بالنظر إلى أن لوحتنا يجب أن تشحن بطارية 12 فولت حتى أقصى جهد لها يبلغ حوالي 14 فولت وأننا نفقد 2 إلى 3 فولت في الأسلاك وبسبب ارتفاع درجة الحرارة، فإننا بحاجة إلى لوحة توفر ما لا يقل عن 16-17 فولت بأقصى طاقتها. إذا قسمنا 16.5 على 0.46، فسنجد الرقم المقرب 36، وهو القيمة الحالية كعدد الخلايا في سلسلة لوحات السوق المعتادة.

هذا يجعل من الممكن ترتيب الخلايا الشمسية للوحدة في 4 صفوف من 9. من الناحية العملية، تحتوي وحدات V12 الأكثر شيوعا على 32 إلى 44 خلية، اعتمادا على القيمة الدقيقة لجهد كل خلية ودرجة حرارة المستخدم.

على سبيل المثال، في صحراء بعض البلدان الحارة حيث ترتفع درجة الحرارة المحيطة إلى 50 درجة مئوية، قد يكون من الضروري تثبيت لوحات 12 فولت مع 40 خلية.

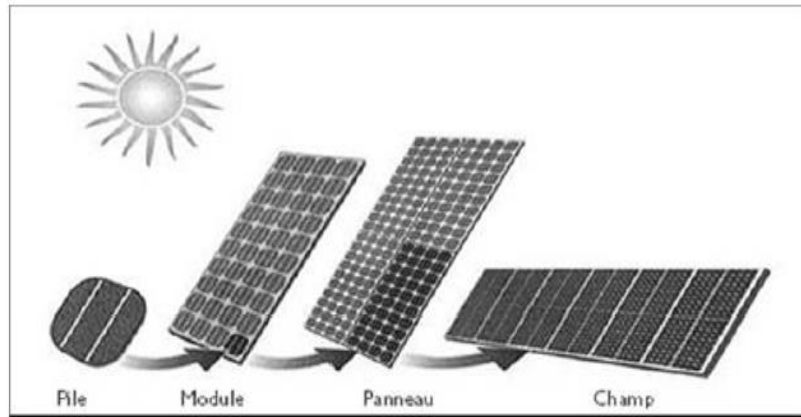
بمعدل $2^{\circ}\text{mV} / \text{C}$ ، تفقد كل خلية 50mv بين 25 و50 درجة مئوية، وجهد التشغيل للوحدة 36 خلية من 1.8 فولت. لذلك من الناحية النظرية، هناك حاجة إلى 4 خلايا إضافية

$$\text{لعلاج هذا } \left(\frac{1.8}{0.46} = 3.9 \right).$$

3.8.I الألواح الشمسية

تتكون الألواح الشمسية من وحدات كهروضوئية مترابطة في سلسلة و / أو متوازية، من أجل إنتاج الطاقة المطلوبة، يتم تثبيت هذه الوحدات على حديد التسليح المعدني الذي يسمح بدعم المجال الشمسي بزاوية ميل محددة.

العنصر الأكثر أهمية في أي نظام كهروضوئي هو الوحدة، والتي تتكون من خلايا شمسية مترابطة. ترتبط هذه الوحدات ببعضها البعض لتشكيل الألواح والتجمعات (الحقول) بطريقة يمكن من خلالها تلبية مستويات مختلفة من احتياجات الطاقة، كما هو موضح. الشكل (I - 14).



الشكل (I - 14). مكونات حقل الوحدة الكهروضوئية.

9.I تعريف وحدة تحكم في النظام الكهروضوئي

منظم النظام الكهروضوئي هو جهاز إلكتروني يدير تبادل الطاقة بين الألواح الكهروضوئية والمراكم، وهذه الوظيفة ضرورية لمنع تلف المراكم، في الواقع يمكن أن يؤدي التفريغ الزائد أو المتكرر أو الشحن الزائد إلى الشيخوخة السريعة للبطارية. تعتمد أوضاع التحكم على قياس الجهد أو مقدار ساعات الأمبير المحقونة في المجمع.

10.I التنظيم مع MPPT:

1.10.I تعريف منظم MPPT

MPPT أو وحدة تحكم تتبع نقطة الطاقة القصوى

مكتشف نقطة الطاقة القصوى هو محول كهربائي DC / DC، بدون أي جهاز أو نظام

ميكانيكي، والذي يتم تحسينه بواسطة

معلومات التشغيل الكهربائية بين أنظمة 3 التالية دائمة:

* النظام الكهروضوئي (يتكون من واحد أو أكثر من الألواح الشمسية) [17]

* جهاز البطارية (يتكون من بطارية واحدة أو أكثر)

* التطبيقات كثيفة الاستهلاك للطاقة (المحرك، المضخة، الإضاءة، إلخ).

تقوم وحدة التحكم أو المنظم MPPT باستمرار بقياس ومقارنة الجهد الذي توفره اللوحة

مع جهد جهاز البطارية.

ثم يحسب الحد الأقصى لمستوى الطاقة الذي:

(1) يمكن تسليم اللوحة إلى البطارية

(2) البطارية قادرة على استقبال

من قيمة الطاقة هذه ، فإنه يحدد الجهد الأنسب (الجهد) من أجل الحصول على أقصى

أمبير في البطارية.

تحقق وحدات التحكم MPPT الحديثة كفاءات تتراوح بين 92% و 97%. يسمح لك استخدامه عموماً بالحصول على طاقة أكثر بنسبة 20% إلى 45% في الشتاء و 10% إلى 15% في الصيف مقارنة بالمنظم التقليدي. يمكن أن تختلف الأغلفة الفعلية بشكل كبير حسب الطقس ودرجة الحرارة وحالة شحن البطارية وعوامل أخرى.

2.10.I مرحلة محول التيار المستمر

تظهر خصائص الوحدة الشمسية بوضوح أن الطاقة القصوى المولدة تعتمد بشكل كبير على شدة الإشعاع الشمسي وكذلك درجة الحرارة. يمكنها توليد طاقتها القصوى فقط لجهد تشغيل و تيار معين، وموضع نقطة التشغيل هذه اعتماداً على ضوء الشمس ودرجة الحرارة والحمل. من أجل توفير أقصى طاقة متاحة، يجب تكييف الحمل باستمرار مع الصفيف الكهروضوئي.

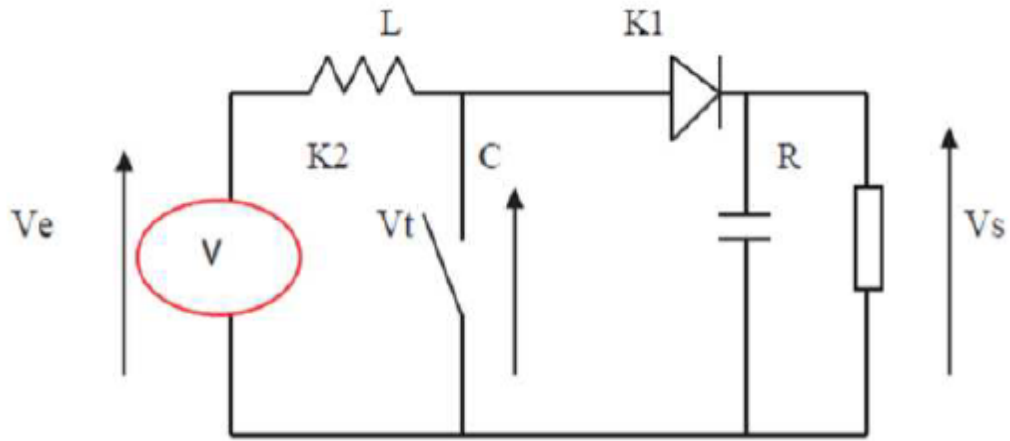
يمكن تحقيق هذا التكيف عن طريق إدخال محول DC-DC (مروحية) يتم التحكم فيه بواسطة آلية تتبع: MPPT (الحد الأقصى لتتبع نقطة الطاقة) تكون منظمات MPPT أكثر فعالية في ظل ظروف معينة.

3.10.I محولات التيار المستمر/التيار المستمر (المروحية)

المروحيات هي محولات من نوع DC-DC للتحكم. الطاقة الكهربائية في دوائر التيار المستمر بمرونة عالية جداً وكفاءة عالية تتكون من المكثفات والمحاثات والمفاتيح. من الناحية المثالية، لا تستهلك كل هذه الأجهزة أي طاقة نشطة، ولهذا السبب لدينا عوائد جيدة في المروحيات. قدمت تقنية التقطيع حلاً لمشكلة ضعف الكفاءة وحجم إمدادات الطاقة التسلسلية. في مصدر طاقة التبديل، يتم "تقطيع" جهد الدخل إلى تردد معين بواسطة ترانزستور عابر ومحظور بالتناوب. ينتج عن هذا موجة مربعة من الجهد يمكن تنعيمها للحصول على جهد تيار مستمر. [18]

4.10.I التحكم MPPT في محولات DC / DC

يمكننا بشكل عام تصنيف عناصر تحكم MPPT وفقا لنوع التنفيذ الإلكتروني: تناظري أو رقمي أو مختلط. ومع ذلك، فمن المثير للاهتمام تصنيفها وفقا لنوع البحث الذي يقومون به ووفقا لمعاملات الإدخال الخاصة بعنصر تحكم MPPT، (يوضح الشكل (I.16) الرسم التخطيطي الشامل للنظام الكهروضوئي، مع وحدة MPPT التي تكون مدخلاتها هي جهد الخرج وتيار الوحدة. في معظم الحالات، يتم تعظيم الطاقة التي توفرها الوحدة الشمسية.



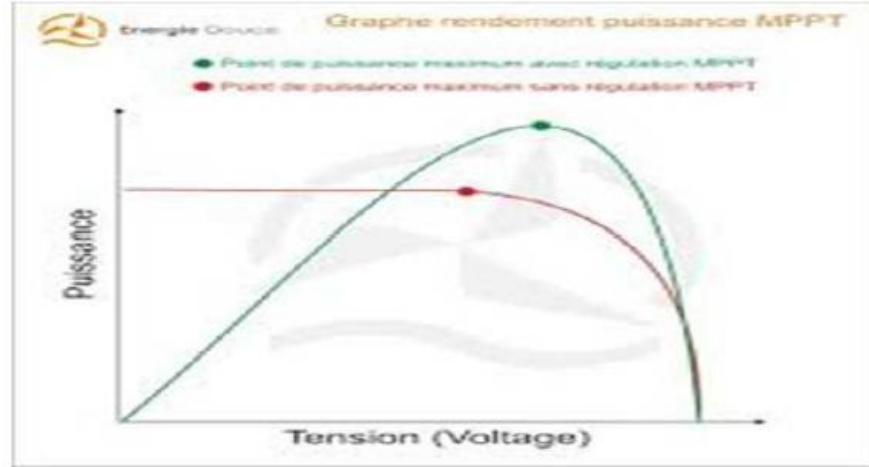
الشكل (I-15). رسم تخطيطي شامل لنظام كهروضوئي مع MPPT

5.10.I تمثيل رسومي لنقطة القدرة القصوى

يحتوي المنحنى الأخضر (التحكم MPPT) على قمة تتوافق مع أقصى نقطة طاقة.

- المنحنى الأحمر (بدون تنظيم MPPT) له قمة كلاسيكية.

تبحث وحدة تحكم MPPT عن الحد الأقصى لنقطة الطاقة، والتي تختلف قيمتها عن قيمة ظروف الاختبار القياسية (STC) في جميع المواقع تقريبا.



الشكل (I - 16) - الرسم البياني لكفاءة الطاقة MPPT

خاتمة

في هذا الفصل، تم تقديم نظرة عامة على الطاقات المتجددة، بما في ذلك الخلايا الكهروضوئية الشمسية. يتم تقديم معلومات عامة حول الأنظمة الكهروضوئية (الإشعاع الشمسي والتحويل الكهروضوئي) وخصائص أشباه الموصلات. وهكذا، رأينا التقنيات المختلفة للخلية الكهروضوئية موجودة في الأدبيات، ونمذجة الخلية الكهروضوئية أخيراً ذكرنا مزايا وعيوب الأنظمة الكهروضوئية، ونقدم الطرق المختلفة لإعادة تكوين الوحدات الكهروضوئية من أجل تحسين الطاقة التي يوفرها المولد الكهروضوئي.

الفصل الثاني

الموارد الشمسية

الفصل الثاني: الموارد الشمسية

I. مقدمة

إن أهم مورد أساسي لجميع إمكانات الطاقة المتجددة هي الطاقة الشمسية، وهي الإشعاعات المنبعثة من الشمس في جميع الاتجاهات، والتي تستقبلها الأرض بقدرتها متوسطة قدرها 1.4 كيلو وات/م² [1]، لسطح متعامد على سطح الأرض. اتجاه الأرض - الشمس. ويضعف هذا التدفق الشمسي أثناء مروره عبر الغلاف الجوي عن طريق الامتصاص أو الانتشار، اعتمادًا على الظروف الجوية وخط عرض الموقع على مستوى الأرض.

ومن أجل تحقيق الاستخدام الأمثل لمورد الطاقة هذا ولتحديد الحجم المناسب للمنشآت الشمسية، من الضروري معرفة كمية الطاقة الشمسية المتوفرة في مكان محدد في كل لحظة من اليوم والسنة.

ولهذا السبب كان من الضروري أن نقدم في هذا الفصل فكرة عامة عن الإحداثيات السماوية وكذلك الإشعاع الشمسي.

II- علم الفلك الشمس

II.1- الشمس

الشمس هي النجم الذي تدور حوله الأرض. وهي مصدر للطاقة لا ينضب تقريباً، حيث ترسل الإشعاعات إلى سطح الأرض، وهو ما يمثل كل عام ما يقرب من 8400 ضعف استهلاك البشرية من الطاقة.

وينتج عن تكثيف السحابة بين النجوم تحت تأثير الجاذبية. هذا النوع من السحابة حار للغاية وغازي. يتكون من 80% هيدروجين، 19% هيليوم، و1% المتبقية عبارة عن خليط من أكثر من 100 عنصر. تأتي طاقتها من التفاعلات النووية الحرارية لدمج الهيدروجين مع الهيليوم، مما يؤدي إلى إطلاق 4109 كجم/ث من الطاقة الجماعية وفقاً لمعادلة أينشتاين الشهيرة $E = mc^2$ [2].

2.II- هيكـل الشمس

يمكن تقسيم الشمس إلى عدة طبقات متحدة المركز. نحن نميز أربع مناطق معينة: الطبقات الداخلية، والغلاف الضوئي، والكروموسفير، والتاج [3].

1-2.II الطبقات الداخلية

1-1-2.II النواة

ويمثل 50% من كتلة الشمس. هذه المنطقة التي تحدث فيها التفاعلات النووية. ويمتد من المركز إلى حوالي 0.25 نصف قطر شمسي (حوالي 210.000 كم). النواة عبارة عن غاز كثافته أكبر 150 مرة من كثافة الماء، ودرجة حرارته في المركز 16 مليون درجة مئوية، وتتناقص كلما ابتعدنا عن المركز. وعندما تصل درجة الحرارة إلى 7 ملايين درجة مئوية، تصبح الحرارة غير كافية لاستمرار التفاعلات الاندماجية.

2-1-2.II المنطقة الإشعاعية

هذه المنطقة هي موقع تفاعلات الاندماج النووي. هي مادة (الغاز) غير شفافة نسبياً، لذلك يتم امتصاص الإشعاع باستمرار ليعاد انبعاثه في اتجاه عشوائي. وتعني هذه "الارتدادات" الدائمة أن الطاقة تستغرق حوالي مليون سنة لعبور هذه المنطقة. هذا الغاز له نفس كثافة الماء، ودرجة حرارته 2.5 مليون درجة مئوية، وتتناقص كلما ابتعدنا عن المركز

II.2-1-3 منطقة الحمل الحراري

الطبقة الخارجية من الجزء الداخلي للطاقة الشمسية، والتي تشغل 0.30 نصف قطر شمسي، تسمى منطقة الحمل الحراري، وتسبب المادة المعتمنة للغاية تراكم الطاقة من المنطقة الإشعاعية مما يخلق تيارات الحمل الحراري، حيث ترتفع المادة الساخنة نحو السطح، وتهبط المادة الباردة. درجة حرارتها 2 مليون درجة مئوية. هنا يستغرق الإشعاع شهرين فقط لعبور منطقة الحمل الحراري.

II.2-1-4 تاج

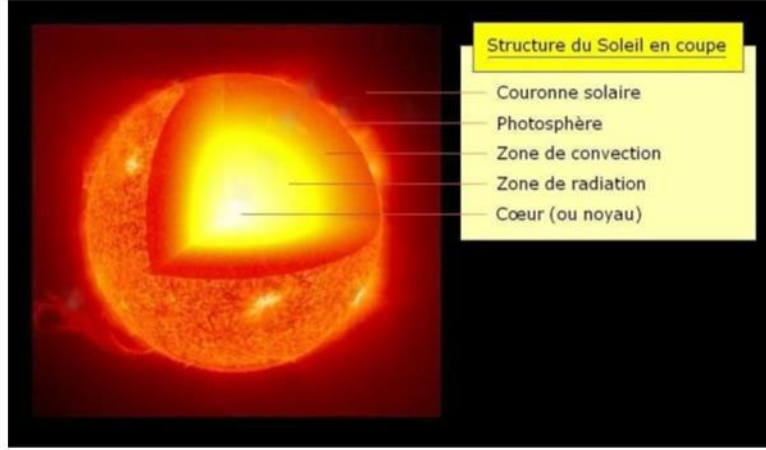
هي الطبقة الخارجية للغلاف الجوي للشمس. وهي طبقة ذات لهب متوهج، ليس لها حدود، وتمتد لعدة ملايين من الكيلومترات في الفضاء، وهي بشكل عام مغروسة في الغلاف الجوي الشمسي وتختلط بالوسط الكوكبي، ولا يمكن رؤيتها إلا أثناء الكسوف الكلي للشمس. وتصل درجة حرارته إلى 10 مليون درجة.

II.2-1-5 الفوتوسفير

إنه السطح المرئي للشمس، وهو أعمق منطقة في الغلاف الجوي الشمسي. اسمها يعني مجال الضوء وهي طبقة رقيقة يبلغ سمكها 300 كيلومتر فقط، تنبعث منها طاقة على شكل إشعاع شمسي وأشعة تحت الحمراء. سطحها له هيكل حبيبي. وتتراوح أبعاد هذه الحبيبات ما بين 1000 و 2000 كيلومتر، وعمرها حوالي 9 حوالي عشر دقائق، وتبدأ درجة حرارتها في الارتفاع نحو خارج الشمس، يمكن أن يكون حوالي 5800 درجة في المتوسط.

II-2-1-6 كروموسفير

الغلاف الجوي هو الجزء السفلي من الغلاف الجوي الشمسي، وهو يساهم بنسبة قليلة جدًا في إشعاع الشمس. وهي طبقة غير متجانسة للغاية ويبلغ متوسط سمكها من 2000 إلى 3000 كيلومتر. تبلغ درجة حرارته عدة آلاف من الدرجات وتزداد نحو الخارج لتصل إلى 20 ألف درجة مئوية. ويمكن رؤيته للحظات قصيرة أثناء الخسوف الكلي [3].



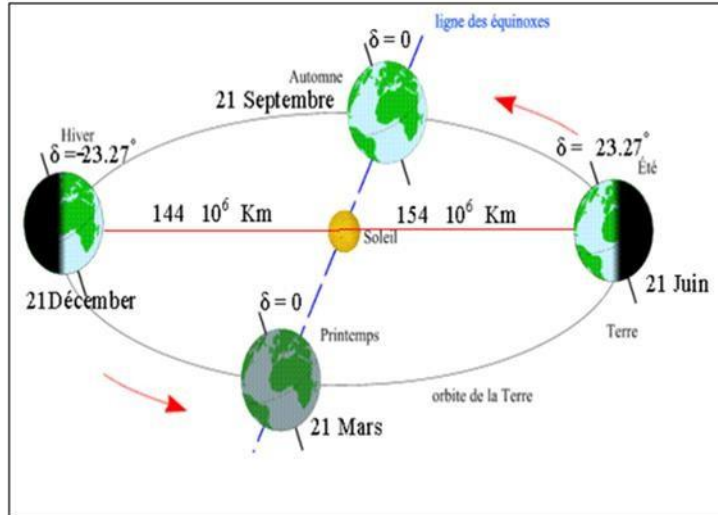
الشكل (II-1): بنية الشمس

II-3 حركة الأرض حول الشمس

وتصف الأرض مسارًا شبه دائري حول الشمس، يسمى المستوى البروسي، بمتوسط مسافة 149.6 مليون كيلومتر، وعلى مدى 365.25 يومًا [5].

تدور الأرض حول نفسها لمدة 24 ساعة، ويميل محور دورانها (المحور القطبي) بالنسبة إلى مستوى مسير الشمس $279^{\circ}23$ (-) $279^{\circ}23$ عند الانقلاب الشتوي، $+ 279^{\circ}23$ عند الانقلاب الصيفي) والصفير عند الاعتدالات.

وفي الانقلاب الشتوي 9 (21 ديسمبر) تكون الأرض أقرب إلى الشمس، وفي الانقلاب الصيفي 9 (22 يونيو) تكون الأبعد عنها [6].



الشكل (2-II): حركة الأرض حول الشمس

1.3-II الإحداثيات السماوية

تتيح معرفة موقع الشمس إمكانية تقدير الطاقة التي يلتقطها الإشعاع الشمسي وتحسين أنظمة الالتقاط.

بالنسبة لموقع معين، يتم تحديد موقع الشمس في كل لحظة من اليوم والسنة بواسطة أنظمة إحداثيات مختلفة:

2-3-II الإحداثيات الجغرافية

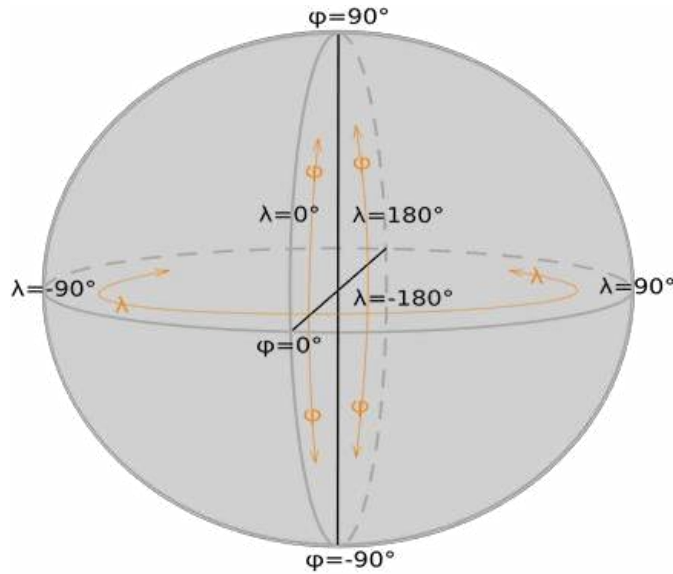
يقسم خط الاستواء الأرض إلى نصفين كرويين، نصف الكرة الشمالي للجزء الواقع على جانب القطب الشمالي، ونصف الكرة الجنوبي للجزء الواقع على جانب القطب الجنوبي. ومن ناحية أخرى، يتقاسمها من الغرب إلى الشرق خط الطول الأصلي الذي يمر عبر غرينتش (بالقرب من لندن في إنجلترا) [8].

1-2-3-II خط الطول

تمثل القيمة (L) الزاوية المتكونة بين خط الطول الأصلي وخط الطول للموقع قيد النظر. يقع خط الطول (L) بين 180- (باتجاه الغرب) و180+ (باتجاه الشرق)، وبما أن الأرض تستغرق 24 ساعة لتدور حول نفسها (360 درجة)، فإننا نستنتج أن كل ساعة تمثل 15 درجة فرق بين خط الطول [5].

II-3-2-2 خط العرض

خط العرض (φ) الزاوية التي يصنعها عمودي المكان (الموقع) مع المستوى الاستوائي. يسمح لك بتحديد المسافة الزاوية لأي نقطة من خط الاستواء. وبالتالي إذا كان الموقع في نصف الكرة الشمالي تكون القيمة $\varphi > 0$ ، وعندما يكون الموقع في نصف الكرة الجنوبي $\varphi < 0$. (وتتراوح من 0° إلى $+90^\circ$ باتجاه الشمال ومن 0° إلى -90° نحو الجنوب) [9].



الشكل (3-II): خطوط الطول ودوائر العرض على الكرة الأرضية [10].

3-2-3-II الارتفاع

يعبر الارتفاع عن الفرق بين نقطة معينة ومستوى متوسط، وغالبًا ما يكون مستوى سطح البحر (أو المستوى 0). ترتبط القمم بارتفاع يتم حسابه بوسائل غير مباشرة مختلفة (الجيوديسيا والتثليث) [8].

3-3-II إحداثيات الوقت

يتم تحديد حركة الشمس بالنسبة للمستوى الاستوائي للأرض باستخدام زاويتين: الانحراف δ والزاوية الساعة ω [8].

1-3-3-II الانحراف (δ)

وهي الزاوية التي يصنعها اتجاه الشمس مع المستوى الاستوائي، وهي تختلف على مدار العام، ويتراوح ميلها من $-23^\circ 27'$ في الشتاء إلى $+23^\circ 27'$ في الصيف، وتكون صفرًا عند الاعتدال. يتم الحصول عليه من الصيغة التالية [11].

$$\delta = 23.45 \sin [360/365 (284 + nj)] \quad (1-II)$$

حيث: δ يتم التعبير عنها بالدرجات:

$$\sin(\delta) = 0.4 \sin [360/365 (nj - 80)] \quad (2-II)$$

nj : عدد اليوم في السنة التاسعة يبدأ من 1 يناير. تختلف زاوية

الميل خلال الفصول:

• الاعتدال الربيعي: 21 مارس $\delta = 0$

• الانقلاب الصيفي: 21 يونيو، $\delta = +23^\circ 27'$

• الاعتدال الخريفي: 21 سبتمبر، $\delta = 0$

• الانقلاب الشتوي: 21 ديسمبر، $\delta = -23^\circ 27'$

II-3-2 زاوية الساعة (ω)

زاوية الشمس كل ساعة (ω) هي الإزاحة الزاوية للشمس حول المحور القطبي، في مسارها من الشرق إلى الغرب، بالنسبة إلى خط الطول المحلي. تكون قيمة زاوية الساعة صفرًا عند الظهيرة الشمسية، وسالبة في الصباح، وموجبة بعد الظهر، وتزداد بمقدار 15 درجة في الساعة (دورة واحدة 360 درجة في 24 ساعة) [11]

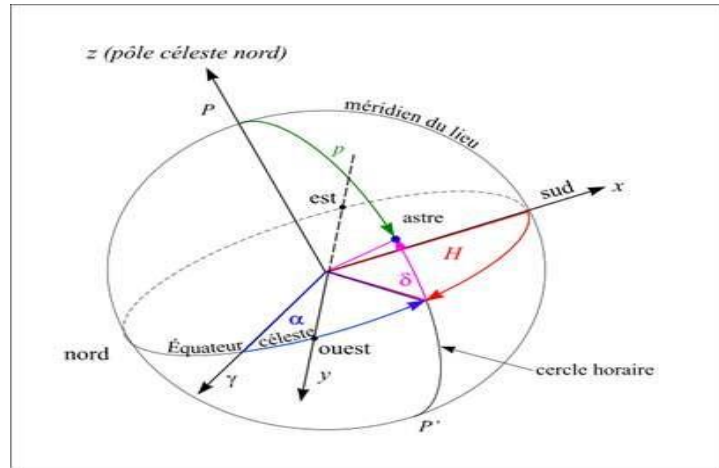
وتعطى بالعلاقة التالية:

$$\omega = (T_{sv} - 15^\circ) \cdot 12 \quad (3-II)$$

(تتراوح من -180° إلى $+180^\circ$) حيث:

T_{sv} هو التوقيت الشمسي الحقيقي.

- عندما $\omega = 0$ ، عند الظهر
- عندما $\omega > 0$ ، الصباح.
- إذا $\omega < 0$ ، بعد الظهر .



الشكل (4-II): إحداثيات الوقت

4-3-II الإحداثيات الأفقية

ويتكون المرجع الأفقي من مستوى الأفق الفلكي التاسع والعمودي للمكان. الإحداثيات في هذا المعلم هي ارتفاع الشمس h والسمت a_s [8].

1.4-3-II- السمت

السمت (a_s) هو الزاوية المحصورة بين الاتجاه الجنوبي والمسقط على المستوى الأفقي محلية على اليمين التي تربط الأرض بالشمس. ويرتبط السمت بزاوية الساعة والارتفاع الزاوي والانحراف في كل لحظة من اليوم، ويتم حسابه من 0 درجة إلى 360 درجة من الجنوب في الاتجاه الرجعي. حسب العلاقة التالية [13].

$$\sin(a_s) = \sin(a_s) = \frac{\sin(\omega) \cos(\delta)}{\cos(h)} \quad (4-II)$$

2.4-3-II. الارتفاع (h)

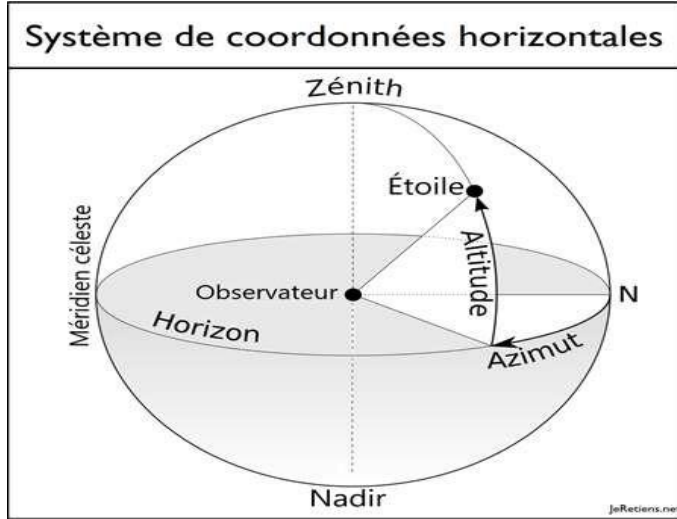
الارتفاع الشمسي (h) هو الزاوية بين الخط الواصل بين مركز القرص الشمسي ونقطة المراقبة والمستوى الأفقي الذي يمر عبر نقطة المراقبة (الشكل 6). أو الزاوية التي يصنعها اتجاه الشمس مع سقوطها على المستوى الأفقي. ويختلف ارتفاع الشمس في كل لحظة من النهار والسنة حسب العلاقة التالية [13]:

$$\sin(h) = \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\varphi) \sin(\delta) \quad (5-II)$$

h: تتراوح بين $(90^\circ-)$ و $(90^\circ+)$ ونأخذ:

• $0 < h$; النهار.

• $0 > h$; الليل.



الشكل (5-II): الإحداثيات الأفقية [14].

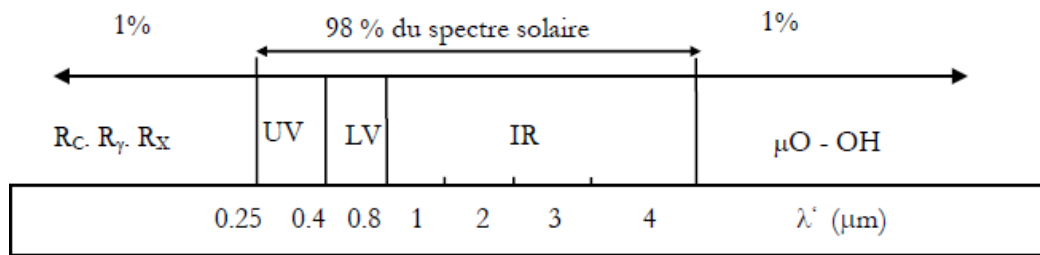
4.II الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية هي جزء من طاقة الإشعاع الشمسي التي يتم وصول الطاقة الحرارية والضوء إلى سطح الأرض بعد تصفيته بواسطة الغلاف الجوي للأرض. الطاقة الشمسية متوفرة في أي مكان في العالم، بينما تتركز الطاقات التقليدية الأخرى في مصادر معينة (حقول النفط، محطات توليد الطاقة). لا تحتاج الطاقة الشمسية إلى أن يتم نقلها إلى مراكز الاستخدام، وهذا التشتت يعد ميزة ولكن يعوقه حقيقة أن الطاقة الساقطة لكل وحدة مساحة منخفضة. إن الاحتياطيات الأرضية من الوقود الأحفوري والنووي لا تمثل حتى 20% من الطاقة التي ترسلها الشمس خلال عام واحد. هذه الطاقة، ذات الأصل النووي خارج الأرض الناتجة عن التفاعلات الكيميائية، تعادل 10^{24} (كيلوواط ساعة)، والشمس لا تنضب على نطاق الإنسان على الرغم من أن كتلتها تتناقص بمقدار 5 ملايين طن في الثانية [15].

5-II الإشعاع الشمسي

1.5-II الطبيعة والتكوين

تصل الطاقة المنبعثة من الشمس إلينا على شكل إشعاع كهرومغناطيسي ينتشر بسرعة الضوء ويشكل معاً الإشعاع الشمسي، الذي يشكل المصدر الخارجي الوحيد البارز للطاقة للغلاف الجوي. ومع ذلك، فإن النطاق الكامل للإشعاع الكهرومغناطيسي يتكون أساساً من الأشعة فوق البنفسجية البعيدة مثل أشعة جاما إلى موجات الراديو إلى الضوء المرئي. يحتوي الإشعاع الشمسي أيضاً على أشعة كونية من جزيئات متحركة ذات سرعة وطاقة عالية للغاية. وانظر أيضاً تكوين هذا الضوء الذي يأتي من الشمس على شكل موجة كهرومغناطيسية تتراوح 98% من طاقتها بين $\lambda = 4 \mu\text{m}$ و $\lambda = 0.25 \mu\text{m}$. والباقي يمثل 1% فوق هذا الفاصل و1% تحته (الشكل II.6).



الشكل (II-6): تركيب الإشعاع

II-5-2 انبعاث الإشعاع الشمسي

ومن المثير للاهتمام أن نلاحظ أنه فيما يتعلق بالانبعاث الإشعاعي، فإن الشمس تتصرف بطريقة مشابهة لجسم أسود، عند درجة حرارة حوالي 6000 كلفن. وتلعب الأرض وغلافها الجوي دوراً كمحولات للطاقة الشمسية، التي تستقبلها بشكل رئيسي في شكل إشعاعات ذات طول موجي قصير والتي تنبعث مرة أخرى نحو الفضاء بشكل رئيسي في شكل الأشعة تحت الحمراء [2،18]

II-5-3 الثابت الشمسي

إن متوسط قيمة التدفق الشمسي الذي يستقبله مستوى متعامد مساحته متر مربع واحد من السطح ويوضع عند الحد الأعلى للغلاف الجوي للأرض يسمى الثابت الشمسي، ويرمز له بـ I_0 . ومتوسط القيمة السنوية هو $I_0 = 1353$ واط/م² وأكد من خلال عمل "ثيكايكارا؛ دنكان وآخرون [20]، الذين اقترحوا قيمة 1367 واط/م². هذه القيمة هي دالة للمسافة بين الأرض والشمس، والتي تختلف بشكل كبير خلال العام [20].

يتم حساب الثابت الشمسي وفق قانون ستيفان-بولتزمان ويبلغ متوسط المسافة بين الشمس والأرض 150.106 كلم [18]:

$$I_0 = C_s \left(\frac{R_s}{D_0} \right)^2 \cdot T^4 \quad (6-II)$$

C_s : ثابت ستيفان بولتزمان $5.67 \cdot 10^{-8} \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}\text{)}$.

T : درجة حرارة سطح الشمس بالدرجات الكلفانية.

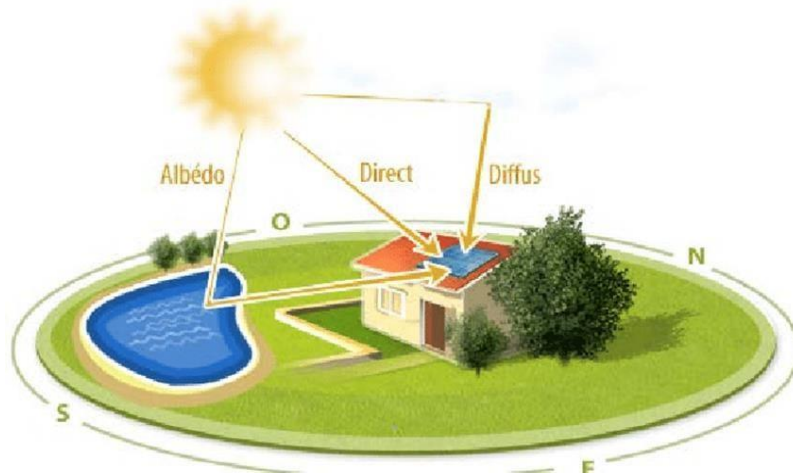
يمكن تقييم تصحيح المسافة بين الأرض والشمس C_s بالعلاقة التالية:

$$C_s = 1 + 0.0033(0.984 + n_j) \cos(T) \quad (7-II)$$

(حيث n_j هو رقم اليوم في السنة من 1 إلى 365).

II-6 الإشعاع الشمسي على الأرض

الإشعاع الشمسي، والذي يسمى أيضًا الإشعاع الكهرومغناطيسي، المنبعث من الشمس يضرب بشكل كبير بواسطة الغلاف الجوي. وهذا يسمح فقط باستقبال على الأرض أهم وأنشط مكونات الإشعاع الشمسي الإجمالي، وهي الإشعاع المباشر والإشعاع المنتشر. الجزء المنعكس (albedo) بواسطة الأرض من الإشعاع الشمسي العالمي كما هو موضح في الشكل التالي [21].



الشكل (II-7): المكونات المختلفة للإشعاع الشمسي

هناك عدة مكونات أهمها :

II-6-1- الإشعاع المباشر (I)

ونطلق على الإشعاع الشمسي المباشر ما يصل إلى الأرض دون أن يخضع للانتشار. وهو يختلف بشكل ملحوظ عن الإشعاع الذي يصل إلى الحد الأعلى للغلاف الجوي، ولا سيما بسبب امتصاصه من قبل المكونات الغازية للغلاف الجوي [23].

II-6-2- الإشعاع المنتشر (د)

هي الإشعاعات المنبعثة من العوائق (السحب، الأرض، المباني) وتأتي من كافة الاتجاهات. حصة الإشعاع المنتشر لا تكاد تذكر ويمكن أن تصل إلى 50% من إجمالي الإشعاع (حسب الموقع الجغرافي للمكان). يختلف الإشعاع الإجمالي على الأرض وحصته من الإشعاع المنتشر على مدار العام [23].

II-6-3- الإشعاع العالمي (G)

هو مجموع الإشعاع المباشر والمنتشر [17]. وينتشر الإشعاع بواسطة جزيئات الهواء والجسيمات العالقة في الغلاف الجوي، وبالتالي فهو إشعاع كلي باستثناء مكونه المباشر. ويعرف أيضاً بأنه الإشعاع المستقبل على سطح أفقي قادم من الشمس والقبو السماوي بأكمله [23].

7-II أشعة الشمس ومعدلاتها

1-7-II-1 مدة سطوع الشمس

أشعة الشمس هي الوقت الذي يتعرض فيه المكان لأشعة الشمس. هذا هو الفاصل الزمني بين شروق الشمس وغروبها. تبلغ الإضاءة المباشرة العادية التي تصل إلى الأرض دون انخفاض 120 وات/م².

2-7-II-2 معدل أشعة الشمس

في سماء صافية، تتلقى الأرض إشعاعًا شمسيًا مباشرًا طوال مدة النهار، أو بشكل أكثر دقة خلال أقصى مدة لسطوع الشمس SS_0 .

نحن نسمي معدل أشعة الشمس أو معدل التشمس النسبة بين المدة الفعالة والحد الأقصى لمدة أشعة الشمس [24]

$$\delta = SS/SS_0 \quad (9-II)$$

SS : المدة الفعالة لأشعة الشمس.

SS_0 : أقصى مدة لسطوع الشمس.

II . 8 معلمة الوقت

1-8-II-1 التوقيت العالمي (Tu)

التوقيت العالمي (Tu) هو وقت مرور الشمس عند خط الطول الأصلي أو يسمى أيضًا بتوقيت جرينتش (توقيت جرينتش ميريديان) [25].

2-8-II-2 متوسط وقت الطاقة الشمسية (Tsm)

متوسط اليوم الشمسي هو الوقت الذي يفصل في المتوسط بين مرورين متتاليين للشمس عند خط الطول لمكان ما. بحكم التعريف، يبلغ متوسط اليوم الشمسي مدة يوم واحد = 24 ساعة و 00 دقيقة و 00 ثانية [26].

متوسط التوقيت الشمسي (Tsm) هو الفرق بين التوقيت العالمي وتصحيح خط الطول، والذي يُعطى بواسطة [25]:

$$T_{sm} = T_u + \frac{L}{15} \quad (10-II)$$

L: خط طول بالدرجات (90+) شرقاً الى (90-) غرباً

II-8-3- الوقت الشمسي الحقيقي (TSV)

هذا هو الوقت الذي تستغرقه الشمس بين ممرين متتاليين في خط الطول لمكان ما (يختلف

التوقيت الشمسي الحقيقي عن متوسط التوقيت الشمسي).

ويسمى الفرق معادلة الزمن، ويختلف باختلاف اليوم [27]:

$$svT = sMT + TE \quad (11-II)$$

حيث E_T هي معادلة الزمن. وقت E_T من -14.5 دقيقة (من 10 إلى 15 فبراير) إلى

+16.5 دقيقة (من 25 إلى 30 أكتوبر) يعطى تقديراً تقريبياً جيداً لوقت E_T من خلال

المعادلة التالية:

$$E_T = 9.9 \sin[2(0.986nj + 1000)] - 7.7 \sin(0.986nj - 2) \quad (12-II)$$

حيث:

يتم التعبير عن E_T بالدقائق و n هو عدد اليوم في السنة التي تبدأ من 1 يناير [28].

II-8-4-- الوقت المحلي (TL)

هو التوقيت الرسمي للدولة، وهو يختلف عن توقيت غرينتش من خلال التحول المعبر عنه بالساعات.

$$\Delta H + L T = UT$$

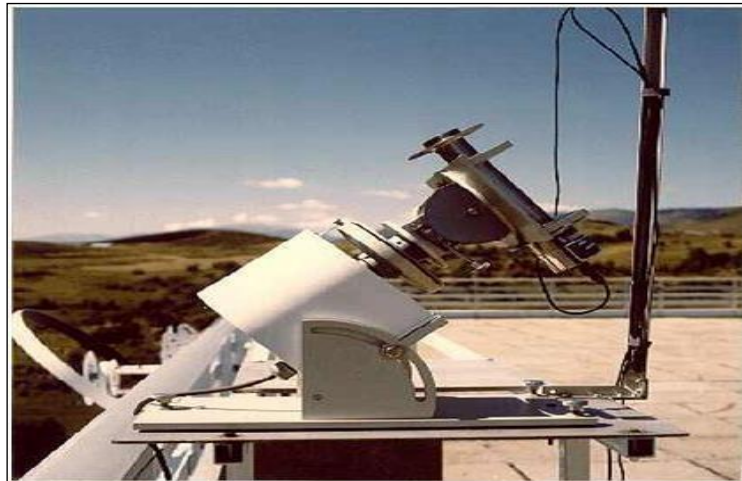
ΔH هو الفارق الزمني بين خط الطول غرينتش والحالة المدروسة، ($H = 1\Delta$ ساعة في الجزائر) [23].

II-9. قياس الإشعاع الشمسي

هنالك بعض الأجهزة لقياس أشعة الشمس من بينها:

II-9.1 جهاز البيرومترات

يستعمل لقياس الإشعاع الشمسي المباشر (أي إشعاع جزء صغير من السماء يحتوي على الشمس بأكملها) عند حدوثه الطبيعي؛ وتسمى أيضاً مقاييس الحركة. تتكون هذه الأجهزة (الشكل 1.9) من أنبوب مزود بأغشية وموجه نحو الشمس. ويوجد في أسفل هذا الأنبوب مستقبل حراري غير انتقائي يمتص الإشعاع ويحوّله إلى حرارة، وتستخدم هذه الأخيرة لرفع درجة حرارة المادة الصلب أو السائل. يتم قياس ارتفاع درجة الحرارة الناتج



الشكل (II-8): جهاز البيرومترات

II-9-2 جهاز البيرانومتر

تسمى أحياناً مقاييس الطاقة الشمسية (الشكل I.10)، وهي تقيس الإشعاع الشمسي العالمي القادم من نصف الفضاء (الزاوية الصلبة 2π). ويستخدمون في الغالب الفرق في درجة الحرارة الذي يظهر بين السطح الأسود الذي يمتص كل الإشعاع الشمسي المرئي والسطح الأبيض الذي يعكسه. يتم قياس الفرق في درجة الحرارة بواسطة مزدوج حراري.

توضع أجهزة قياس البيرانومتر عموماً في وضع أفقي، بحيث تغطي السماء بأكملها. جهاز الاستقبال محمي من الرياح والطقس السيئ بواسطة كوب أو كوبين نصف كرويين شفافين.



الشكل (II-9): جهاز البيرانومتر

3-9-II جهاز البيرايومتر

تقيس أجهزة قياس البيرايومتر (الشكل I.11) الإشعاع الكلي (الطول الموجي الطويل والقصير)، القادم من زاوية مجسمة 2π . تهدف هذه الأجهزة إلى قياس إجمالي الإشعاع، في النطاق 0.2 ميكرومتر -100 ميكرومتر، الذي يصل إلى سطح مستو من زاوية صلبة 2π . سطحها الحساس أسود اللون وله انبعاث عالي. فإذا عرفنا درجة حرارة السطح وانبعاثيته، يمكننا استنتاج الإشعاع الكلي.

تحتوي أجهزة قياس البيرايوم التفاضلية على سطحين حساسين، أحدهما موجه نحو الأرض والآخر نحو السماء. يكون الفرق في درجة الحرارة بين هذين السطحين $T\Delta$ صغيرًا جدًا بشكل عام. علاوة على ذلك، لديهم نفس الانبعاثية. إشعاعهم الخاص يزيله، لذلك، $T\Delta$ يتناسب مع الفرق بين الإشعاع القادم من السماء والإشعاع القادم من الأرض.



الشكل (II-10): جهاز البيرايومتر

II-9-4 جهاز الهليوغراف

تقيس المخططات الشمسية مدة التشميس، أي الفترة التي يعتمد فيها الإشعاع المباشر على قيمة معينة (105 وات/م² على سبيل المثال) (نستخدم أحياناً تعريفات أخرى لمدة التشميس، أي الفترة التي خلالها نرى قرص الشمس أو حتى الذي نرى خلاله الظلال). يعتبر مخطط كامبل ستوكس (الشكل I.12) هو الأكثر استخداماً. وهي تتألف من كرة زجاجية تقوم بتركيز الإشعاع الشمسي على شريط من الورق المقوى. وينتج عن هذا اللون البني أو الاحترق اعتماداً على شدة الإشعاع.

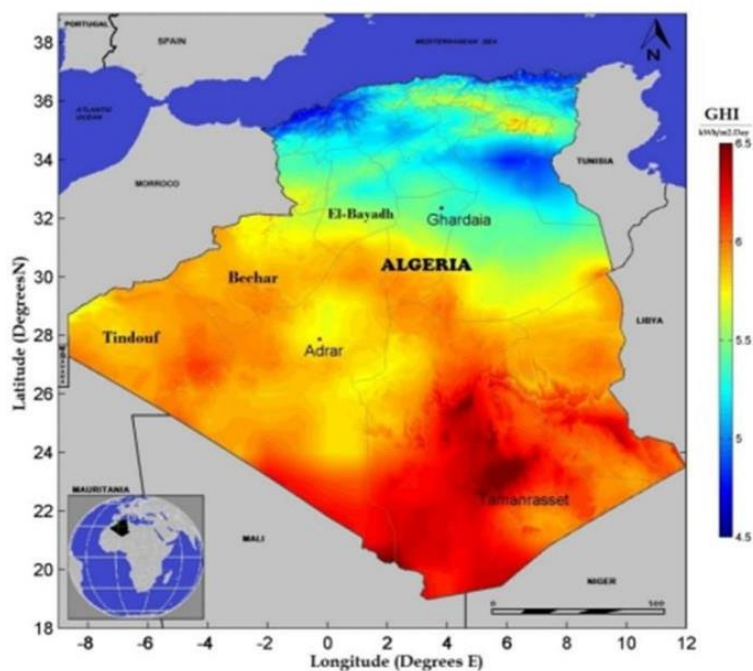
II-10. الطاقة الشمسية في الجزائر

المستودعات الشمسية عبارة عن مجموعة من البيانات التي تصف تطور الإشعاع الشمسي المتاح خلال فترة معينة. يتم استخدامه لمحاكاة تشغيل نظام الطاقة الشمسية وتنفيذ التحجيم الأكثر دقة وفقاً للطلب المطلوب تلييته [26].

بحكم موقعها الجغرافي، تمتلك الجزائر أحد المستودعات الشمسية الهائلة كما هو موضح في الشكل (I.13). ويمثل توزيع الإمكانات الشمسية حسب المنطقة المناخية في الأراضي الجزائرية في الجدول (I.1) على أساس سطوع الشمس السنوي. تتجاوز مدة التشميس على كامل التراب الوطني تقريباً 2000 ساعة سنوياً ويمكن أن تصل إلى 3900 ساعة (الهضاب العالية والصحراء). تبلغ الطاقة المتلقاة يومياً على سطح أفقي مساحته 1 م² حوالي 5 كيلوات في الساعة فوق معظم التراب الوطني، أو ما يقرب من ذلك. 1700 كيلوات ساعة/م³ سنة في الشمال و2263 كيلوات ساعة/م³ سنة في جنوب البلاد.

وبعد تقييم القمر الصناعي، خلصت وكالة الفضاء الألمانية (ASA) إلى ذلك

تمتلك الجزائر أعلى إمكانات الطاقة الشمسية في حوض البحر الأبيض المتوسط، مع 169.000 تيراواط ساعة/سنة للطاقة الشمسية الحرارية و 13.9 تيراواط ساعة/سنة للطاقة الشمسية الكهروضوئية. وتعادل إمكانات الجزائر من الطاقة الشمسية عشرة مكامن كبيرة للغاز الطبيعي تم اكتشافها في منطقة حاسي الرمل.



الشكل (II-11): خريطة متوسط مدة سطوع الشمس السنوية بالساعات (1983-2012)

الجدول الأول. 1 : استقبال أشعة الشمس في الجزائر حسب المناطق المناخية [35]

المناطق	المنطقة الساحلية	الهضاب العالية	الصحراء
المساحة (ل)	4	10	86
متوسط مدة سطوع الشمس (ساعة/سنة)	2650	3000	3500
متوسط الطاقة المستقبلة (كيلو م ² /سنة)	1700	1900	2650

خاتمة

عرضنا في هذا الفصل الرواسب الشمسية وإشعاعها المستقبل على مستوى الأرض وموقعها لكمية الإشعاع الساقط على سطح معتبر، وحددنا بعض المعطيات الفلكية اللازمة لهذه الدراسة وانتهينا منها بالشمس. الإمكانيات في الجزائر

إن الجزائر، وهي دولة كبيرة جدا ذات مناخ متنوع للغاية، وتمتلك منطقتين جغرافيتين كبيرتين ومتميزتين، شمال البحر الأبيض المتوسط وجنوب الصحراء، يمكن أن تصبح منافسا جيدا في هذا السباق لاستخدام الطاقات المتجددة.

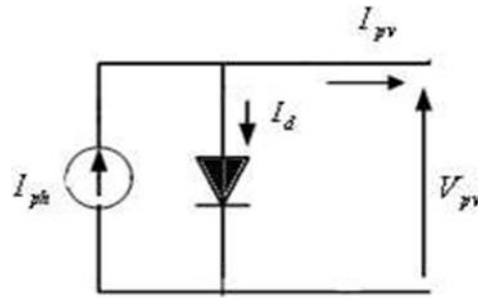
الفصل الثالث: النموذج الرياضي

III النموذج الرياضي

III-1 التيار الكهربائي للخلايا

III-1-1 نموذج رباعي المعلمات (L 3P)

يمكن وصف الخلية الكهروضوئية ببساطة بأنها مصدر تيار مثالي ينتج تيارًا (I_{ph}) المعادلة (1) تتناسب مع قوة الضوء الساقطة، بالتوازي مع الصمام الثنائي الذي يتوافق مع منطقة الانتقال PN للخلية الكهروضوئية. يُعرف أيضًا باسم (L3P) مجمع، نموذج آلية واحد مع 3 معلمات . بالنسبة للمولد الكهروضوئي المثالي، يكون الجهد عبر المقاومة مساويًا للجهد عبر الصمام الثنائي. ويمثل الشكل (1) المخطط الكهربائي المكافئ للخلية الكهروضوئية لهذا النموذج:



الشكل III-1. رسم تخطيطي مكافئ لنموذج L3P.

يمكن استخلاص التيار الكهربائي للخلية الشمسية الموضح في الشكل 2 من خلال تطبيق قانون كيرشوف كما يلي:

$$I = I_{ph} - I_d \quad (1-III)$$

$$I = I_{ph} - I_0 \left(e^{\left(\frac{V}{nv_t}\right)} - 1 \right). \quad (2-III)$$

يتم إعطاء عبارته تيار الفوتون المرتبط بالإضاءة ودرجة الحرارة والتيار الفوتون المقاس في

الظروف المرجعية حسب [2,1]

$$I_{ph} = G (h_{ref} - \mu_{cc} (T_c - T_{c_{ref}})) / G \quad (3-III)$$

مع:

$I_{ph_{ref}}$ التيار المرجعي

μ_{cc} معامل حساسية الشدة لدرجة الحرارة [A/K]

G_{ref} الاستضاءة الفعلية والشرط المرجعي [W/m²]

$T_{c_{ref}}$ درجة حرارة الخلية الحقيقية وعند الحالة المرجعية

يمكن استخراج جهد الدائرة المفتوحة V_{oc} من المعادلة (1) عندما ($I = 0$).

$$V_{oc} = v_t \ln \left(\frac{I_{ph}}{I_0} + 1 \right) \quad (4-III)$$

بالنسبة للإضاءة المنخفضة، يمكن تقريب الجهد على النحو التالي:

$$V_{oc} = \frac{v_t \cdot I_{ph}}{I_0} \quad (5-III)$$

حيث:

$$(v_t) = \frac{k \cdot T}{q}$$

الكمون الحراري

$(R_0 = \frac{Vt}{I_0})$: هي مقاومة الصمام الثنائي

I_{ph} : التيار الكهربائي الناتج من الخلية

T : درجة الحرارة المطلقة للخلية

q : ثابت شحنة الإلكترون، $1.602 \cdot 10^{-19} C$

K : ثابت بولتزمان، $1.38 \cdot 10^{-23} J/K$

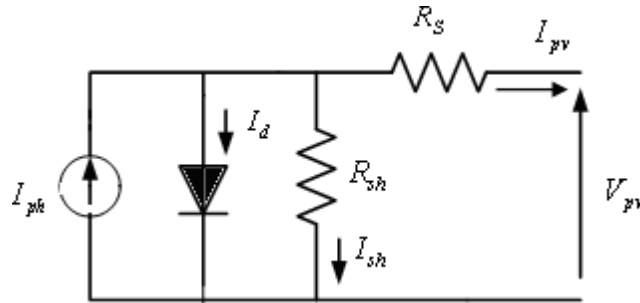
I_0 : تيار التشبع

n : عامل المثالية

III-1-2 نموذج خمسة معلمات (L5P)

يتم تمثيل الخلية الكهروضوئية بالدائرة الكهربائية في الشكل (III.2) والتي تتكون من مصدر تيار يقوم بنمذجة تدفق الضوء، ويتم تمثيل الخسائر بواسطة مقاومتين، مقاومة تحويلية، ومقاومة متتالية. وبالتالي يتضمن النموذج المعلمات الخمس غير المعروفة التالية n ، I_{ph} ، R_{sh} ، I_0 (و المعادلة (6) وهي معروفة باسم L5P (Lumped Parameter Mechanism، 1 Mechanism، Parameters).

يتم استنتاج المعادلة المميزة بطريقة مباشرة من قانون كيرشوف



الشكل III-2. رسم تخطيطي مكافئ لنموذج L5P

يتم بعد ذلك إعطاء التيار الكهربائي الذي تنتجه الخلية بالتعبير التالي: [45]

$$I_{pv} = I_{ph} - I_d - I_{sh} \quad (6-III)$$

حيث يمثل I_{sh} التيار المار في المقاومه R_{sh} .

$$I_{pv} = I_{ph} - I_0 \left(\exp \left(\frac{V+IR_s}{V_t} \right) - 1 \right) - \frac{V+IR_s}{R_{sh}} \quad (7-III)$$

III-2-الكفاءة الكهربائية

تعتمد الكفاءة الكهربائية للخلية الكهروضوئية على الإشعاع الشمسي الوارد ودرجة حرارة الخلايا. هي النسبة بين الطاقة الكهربائية التي يولدها الجهاز الكهروضوئي والطاقة التي يتلقاها من الشمس أو أي مصدر ضوئي، وتعطى بالعلاقة التالية [3]

$$\eta = FF \frac{I_{cc} V_{OC}}{A_c G_s} \quad (8-III)$$

حيث:

FF هو معامل الشكل،

A_c هو سطح المستشعر

G هو إجمالي الإشعاع الشمسي الواصل إلى المجمع.

V_{oc} جهد الدائرة المفتوحة

I_{sc} تيار الدائرة القصيرة

III-3- درجة حرارة الخلية

يتم تحديد درجة حرارة اللوحة الكهروضوئية المصنوعة من خلايا السيلكون متعددة البلورات بواسطة [4]

$$T_c = 30 + 0.0175(G_s - 150) + 1.14(T_a - 25) \quad (9-III)$$

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة

1-IV مقدمة

لدراسة تأثير بعض العوامل على المقادير الكهربائية للوح شمسي كهر وضوئي، قمنا بإنجاز عمل تجريبي في مدينة المسيلة وبالضبط فوق سطح إحدى مباني كلية العلوم بجامعة المسيلة بتاريخ 2024 /05/28، في يوم مشمس نوعا ما وفي غياب الرياح على اللوح الشمسي من نوع متعدد الكريستال الذي يحمل الخصائص الكهربائية المبينة في الصورة (1) وان إبعاده الهندسية هي $(68 \times 103 \text{cm}^2)$ وكانت خطوات التجربة كالتالي:

1. قمنا بقياس شدة الإشعاع الشمسي كل ساعة بجهاز قياس الشعاع الشمسي.
2. قمنا بتوجيه اللوح الشمسي كل ساعة نحو الجنوب مباشرة أين تكون زاوية السميت ($\text{Azimuth}=0^\circ$) وبعدها قمنا بتغيير زاوية الميل لعدة أوضاع وهي كالتالي $(30^\circ, 60^\circ, 0^\circ)$ وقمنا بتسجيل شدة التيار الكهربائي (تيار الدارة القصيرة I_{cc}) وكذلك جهد الدارة المفتوحة VOC وكذلك قمنا بتسجيل درجة حرارة الطبقة الخلفية للوح الشمسي (Tedler) بواسطة الترمومتر.
3. في نفس الوقت قمنا بتوجه اللوح الشمسي نحو اتجاه الشمس مباشرة بزاوية ميل 30° وقمنا بإجراء نفس القياسات.
4. لمعرفة تأثير درجة الحرارة على المقادير الكهربائية قمنا بتبريد الغطاء الزجاجي للوح الشمسي بالماء وقمنا بتسجيل درجة حرارته وشده التيار وكذلك الجهد الكهربائي. وان الشكل رقم (1) يبين الأجهزة المستعملة في هذا العمل التجريبي.

الفصل الرابع: النتائج ومناقشتها

STC : Irradiance of 1,000W/m ² , AM 1.5G, Cell temperature 25°C		
MAXIMUM POWER	(Pmax)	80.0 W
OPEN CIRCUIT VOLTAGE	(Voc)	19.5 V
SHORT CIRCUIT CURRENT	(Isc)	5.56 A
MAXIMUM POWER VOLTAGE	(Vpm)	16.3 V
MAXIMUM POWER CURRENT	(Ipm)	4.92 A
MAXIMUM SYSTEM VOLTAGE		1000VDC

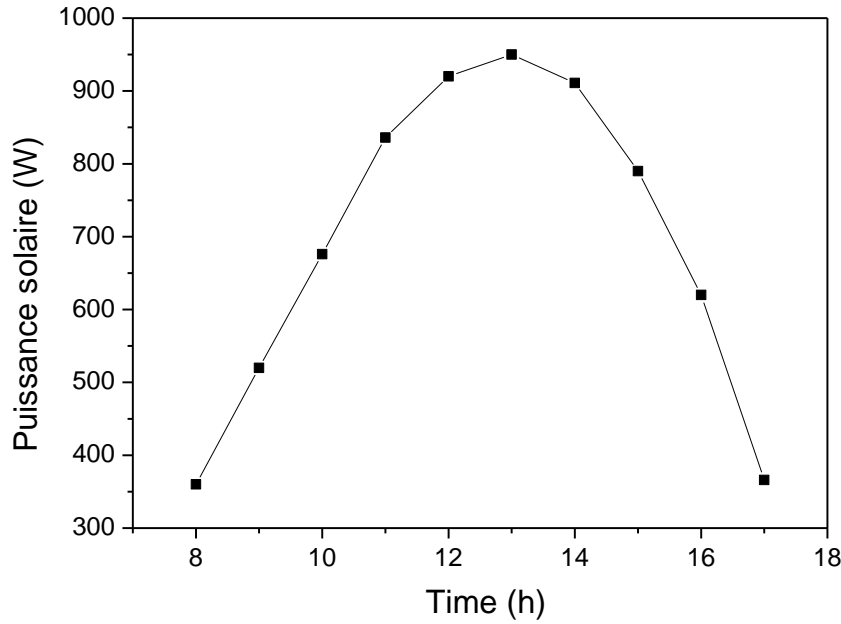
الصورة رقم (1) . الخصائص الكهربائية للوح الشمسي المستعمل



الشكل رقم 1.IV. الأجهزة المستعملة في العمل التجريبي

2-IV تغيرات الإشعاع الشمسي

يبين الشكل (2.IV) تغيرات الإشعاع الشمسي اليومي بمدينة المسيلة بتاريخ 2024/05/28 حيث يلاحظ من هذا الشكل إن الإشعاع الشمسي يتزايد ابتداء من الساعة الثامنة صباحا ليصل إلى الذروة على الساعة الواحدة زوالا ثم بعد هذه الساعة يبدأ في التناقص إلى غاية الساعة الخامسة مساء وهذا ناتج عن دوران الأرض حول الشمس من جهة ومن جهة أخرى فإنه راجع إلى تغير زاوية ميلان الشمس حيث إن شدة الإشعاع الشمسي تتغير بتغير فصول السنة.

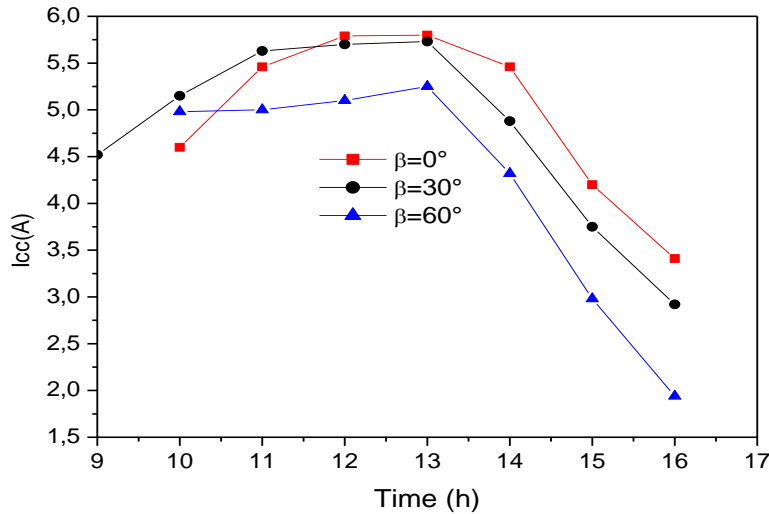


الشكل رقم 2.IV تغيرات الإشعاع الشمسي اليومي

3-IV- تأثير زاوية الميل على شدة التيار

الشكل رقم (3-IV) يبين تغيرات شدة التيار الكهربائي لداره قصيرة لزاويا ميل مختلفة بدلالة الزمن حيث ان اللوح الشمسي موجه مباشرة نحو الجنوب. من خلال المنحنيات نلاحظ

أن شدة التيار تكون في أعظم قيمه لها عند الساعة الواحدة زوالا مهما كانت زاوية الميل وهذا راجع الى ان شدة الإشعاع الشمسي تكون في أعظم قيمه لها في هذا الوقت. ويفسر ذلك في زيادة عدد الإلكترونات المتحررة من الخلايا الشمسية كلما زادت شدة الإضاءة وهذا من خواص أشباه النواقل. نلاحظ من جهة أخرى ان شدة التيار الكهربائي من اجل زاوية الميل 0° تكون لها قيم عظمى بالمقارنة مع زوايا الميل الأخرى 30° و 60° وهذا راجع إلى زاوية ارتفاع الشمس عن الأفق h حيث في هذا الفصل تكون الأشعة عمودية نوعا ما على سطح الأرض. ويلاحظ أيضا انه في فصل الصيف تكون زاوية الميل المقاربة للصفر هي الأنسب وذلك لان اشعه الشمس تكون متعامدة تقريبا على سطح الأرض.

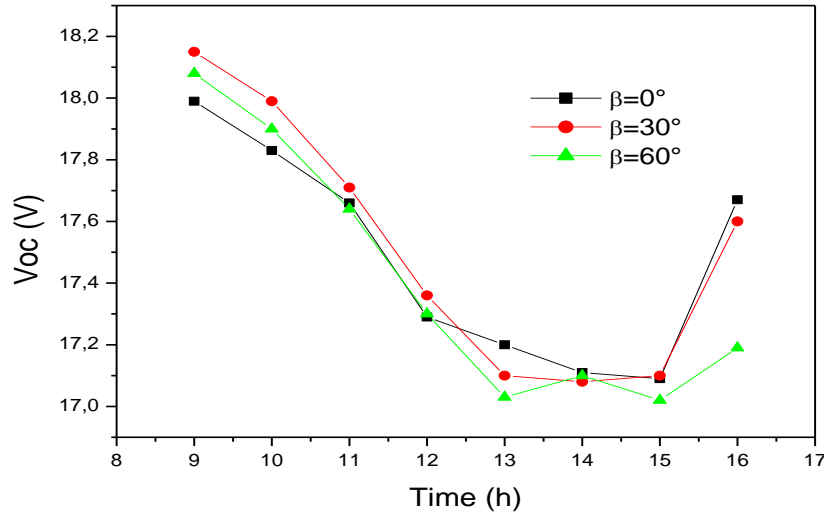


الشكل (3-IV) تغيرات شدة التيار لزوايا ميل مختلفة بدلالة الزمن

4-IV- تأثير زاوية الميل على جهد الدارة المفتوحة

الشكل (4-IV) يوضح تغيرات الجهد من اجل زوايا ميل مختلفة للوح الشمسي الموجه ناحية الجنوب مباشرة بدلالة الزمن. من خلال المنحنيات نلاحظ أنه كلما زادت قيمة الإشعاع الشمسي كلما زادت درجة الحرارة وبالتالي تنقص قيمة الجهد الكهربائي وهذا راجع إلى

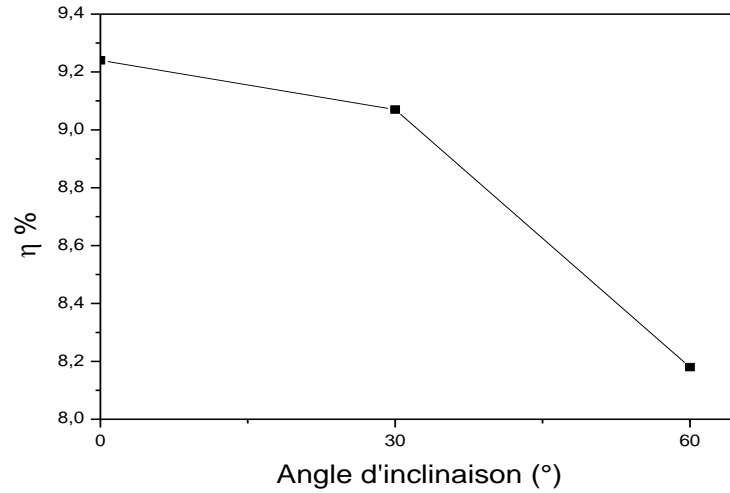
الزيادة في تيار الإشباع للصبام الثنائي (diode) وبالتالي تنقص المقاومة الكهربائية كما تبين العلاقة (III.4).



الشكل (4-IV) تغيرات الجهد لزاويا ميل مختلفة بدلالة الزمن

5-IV- تأثير زاوية الميل على الكفاءة الكهربائية

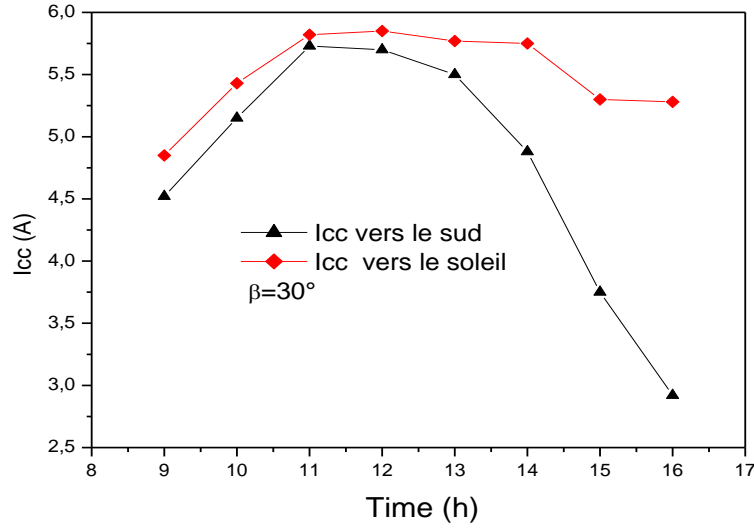
الشكل 4-IV يمثّل تأثير زاوية الميل على الكفاءة الكهربائية على الساعة الواحدة زوالاً حيث تكون في أعلى قيمة عند زاوية ميل 0 درجة للوح الشمسي وتتناقص قيمة الكفاءة الكهربائية كلما زادت زاوية ميل اللوح الشمسي وهذا راجع إلى زيادة في قيمة الجهد الكهربائي عند زاوية ميل 0 درجة بسبب الإشعاع الشمسي الذي يكون شاقولي على اللوح في هذا الوقت وهذا يدل على أن زاوية الميل لها دور كبير في الكفاءة الكهربائية



الشكل 4-IV -تأثير زاوية الميل على الكفاءة الكهربائية

6-IV-تأثير اتجاه اللوح الشمسي على قيمة شدة التيار الكهربائي

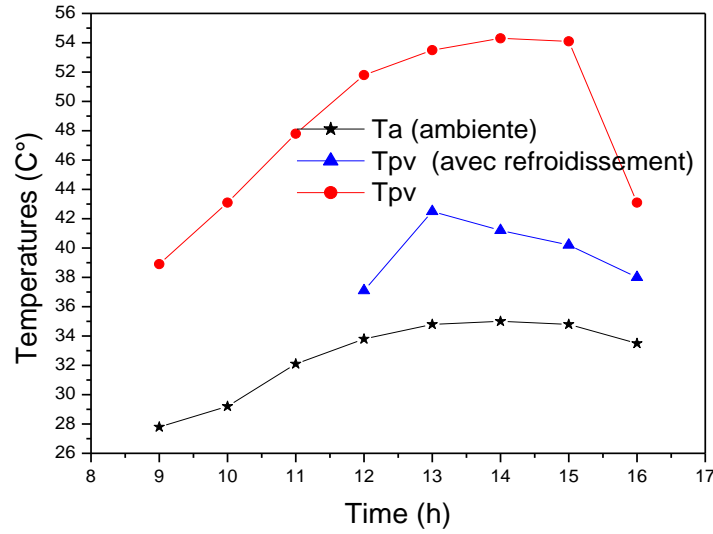
الشكل (5-IV) يمثل مقارنة قيمة شدة التيار الكهربائي في اتجاه الجنوب واتجاه الشمس مباشرة بنفس درجة الميل بزاوية 30°. حيث نلاحظ أن قيمة شدة التيار الكهربائي تكون ذات أهمية عندما يكون اللوح موجه باتجاه الشمس مباشرة مقارنة باتجاه الجنوب. حيث يلاحظ أيضا أن المنحنيين يتقاربان عند وقت الظهيرة بعدها قيمة الشدة التيار للوح الموجه للجنوب تتناقص بشكل كبير وهذا راجع لان الأشعة لا تسقط مباشرة على اللوح.



الشكل (5-IV) تأثير اتجاه اللوح الشمسي على قيمة شدة التيار الكهربائي

7-IV- تغيرات درجات الحرارة

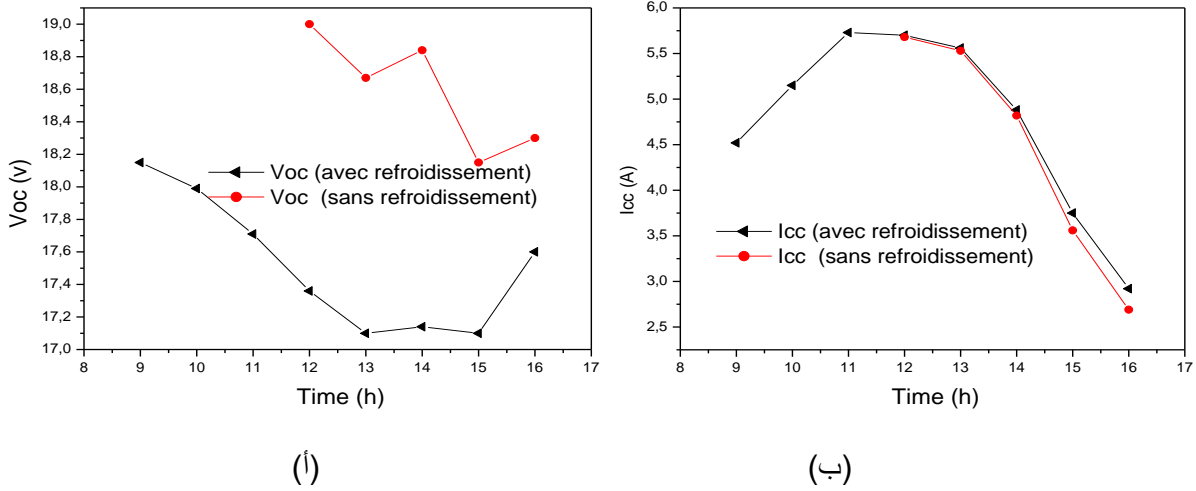
الشكل (6-IV) يوضح تغيرات درجة حرارة الوسط واللوح الشمسي قبل وبعد تبريد الغطاء الزجاجي له بالماء. حيث نلاحظ أن درجة حرارة الوسط تكون أعظمية على الساعة الثانية زوالاً حيث تصل قيمتها إلى 35 درجة مئوية بينما نلاحظ أن درجة حرارة اللوح (طبقة التيدلر) تصل إلى 54.3 درجة مئوية وعند القيام بعملية تبريد الزجاج ابتداءً من الساعة 12 نلاحظ أن درجة حرارة الزجاج تنخفض بشكل ملحوظ لتصل إلى 41.2 درجة مئوية. أي بفارق 13.1 درجة مئوية وبالتالي فإن عملية التبريد سيكون لها تأثير كبير على زيادة الجهد الكهربائي وبالتالي زيادة في الكفاءة الكهربائية للوح كما سنرى في النتائج المقبلة.



الشكل (6-IV) تغيرات درجات الحرارة بدلالة الزمن

8-IV- تأثير درجة الحرارة على الجهد والتيار الكهربائي

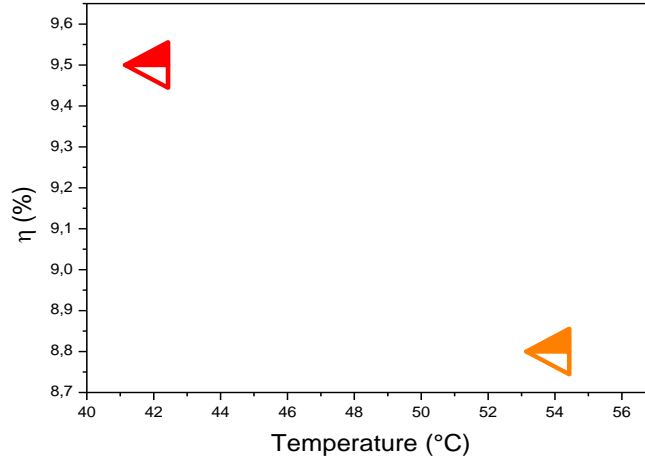
الشكل (7-IV) يبين لنا تأثير درجة الحرارة على كل من الجهد الكهربائي وشدة التيار حيث أننا قمنا بقياس درجة حرارة اللوح الشمسي والجهد الكهربائي للوح الشمسي قبل تبريده (تبريد الزجاج) ثم قمنا بنفس عملية القياس بعد تبريده. حيث نلاحظ ان درجة الحرارة لا تؤثر على شدة التيار كثيرا عكس الجهد الكهربائي حيث انه يوجد فرق جد ملحوظ.



الشكل (7-IV) تأثير درجة الحرارة على : (أ) الجهد . (ب) شدة التيار الكهربائي

9-IV- تأثير درجة الحرارة على الكفاءة الكهربائية

من الشكل 7-IV- نلاحظ أن تأثير درجة الحرارة يلعب دور كبير على الكفاءة الكهربائية للوح الشمسي فكلما زادت درجة الحرارة تقل الكفاءة الكهربائية وهذا راجع لنقصان في الجهد الكهربائي للوح الشمسي حيث تم حساب الكفاءة على الساعة الواحدة زوالا في الحالتين قبل وبعد التبريد (تبريد الغطاء الزجاجي) . حيث ان قيمه الكفاءة بدون تبريد هي 8.8 % عند درجة حرارة اللوح من الاسفل $54^{\circ}C$ بينما بعد عملية التبريد انخفضت درجة حرارة اللوح الى $42^{\circ}C$ وارتفعت قيمه الكفاءة الكهربائية الى 9.5%.



الشكل 8-IV- تأثير درجة الحرارة على الكفاءة الكهربائية

خاتمة

تعتبر الطاقة الشمسية طاقة بديله نظيفة ومجانية بالمقارنة مع الطاقة الاحفورية مثل البترول والغاز والفحم. وان الجزائر وخاصة مدينة المسيلة تتميز بطقس مشمس طوال العام تقريبا من بين استعمالات الطاقة الشمسية الطاقة الكهروضوئية لإنتاج الكهرباء لكن بالمقابل فان هذه الأخيرة لها سلبيات متعددة تواجهها في إنتاج الطاقة الكهربائية لا بد من تحسينها لزيادة الكفاءة او المردود. من اجل ذلك، لقد قمنا في هذا البحث بدراسة تجريبية بمدينة المسيلة (القطب الجامعي) على لوح شمسي كهروضوئي لمعرفة تأثير بعض العوامل والمتغيرات على المقادير الكهربائية من شدة التيار وجهد كهربائي وكذلك الكفاءة الكهربائية. من بين هذه العوامل تأثير زاوية الميل والاتجاه وكذلك تأثير درجة الحرارة.

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين لنا ان زاوية الميل وكذلك اتجاه اللوح الشمسي لهما تأثير كبير على المقادير الكهربائية للوح الشمسي وبالتالي الكفاءة الكهربائية له. حيث تبين ان زاوية الميل المناسبة في هذا الفصل (فصل الصيف) هي الزاوية المقاربة للصفر وهذا راجع إلى الوضعية الأفقية تقريبا لأشعة الشمس في هذا الفصل بالإضافة الى ذلك فان توجيه اللوح إلى الشمس مباشرة وعند زاوية ميل مناسبة يزيد من الجهد والتيار وبالتالي الكفاءة.

ومن بين العوامل الاخرى المؤثرة هي درجة الحرارة للخلايا الشمسية فكلما زادت درجة الحرارة قلت الكفاءة لذلك قمنا بتبريد الغطاء الزجاجي للوح بالماء فكانت النتيجة ان عملية التبريد تزيد في الكفاءة الكهربائية للوح الشمسي بشكل ملحوظ.

قائمة المراجع

الفصل الاول

- [1] ج. روبروت. جياكو و.إي. شيلر، ب. ساداسي. 8 الضخ الضوئي9، جامعة أوتاوا، 1998.
- [2] S.ABADA 8 دراسة وتعظيم الاستفادة من المولد الكهروضوئي لإعادة شحن البطارية بمحول sepic9، رسالة ماجستير في العلوم، جامعة لافال، 2011.
- [3] ERFilho و JRGazoli و MG Villalva 8 نهج شامل لنمذجة ومحاكاة المصفوفات الكهروضوئية 9، مجلة إلكترونيات الطاقة، مايو 2009.
- [4] مقدمة أ. لابوريتوم. فيلوز بقلم جان لويس بال 9Energie Solar Photovoltaïque8، الكبد 4 طبقات، 2008.
- [5] ب. فليش - د. ديلاجنيس 8، الطاقة الشمسية الكهروضوئية9. doc، يونيو 2007، <http://www.scribd.com>.
- [6] م.بلهاد 8، نمذجة نظام التقاط الخلايا الكهروضوئية المستقلة9، رسالة ماجستير في جامعة بشار، 2008.
- [7] س. بيتيون 8 بنيات جديدة لإدارة الطاقة الموزعة وتحويلها للتطبيقات الكهروضوئية 9، جامعة تولوز، 2009.
- [8] بن صديق، فجلود 8، دراسة وتحسين تشغيل النظام الكهروضوئي9، جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، 2012.
- [9] M.R oss, D. Thévenard and "التحقق والتحقق من نماذج المكونات ونماذج النظام للطاقة الكهروضوئية"، تقرير CETC الداخلي 035-2003، كندا، (2003).
- [10] جوليان لابي، "الهيدروجين: التحليل الكهربائي كوسيلة لتخزين الكهرباء للأنظمة الكهروضوئية المعزولة"، أطروحة دكتوراه في كلية باريس للمناجم (2006).
- [11] بن جامع إبراهيم، "النمذجة والتحكم في نظام التخزين الكهروضوئي" / جامعة الماجستير أبو بكر بلقايد 3 تلمسان.
- [12] و. مروش، ح. تيببيل و أ. مالك، "تطوير منظم يعتمد على Proteus® على خوارزمية شحن فعالة وأمنة لبطاريات الرصاص في النظام الكهروضوئي" مجلة الطاقات المتجددة SIENR912 غرداية (2012) 1753186.
- [13] أ. زرقة، ف. بنيارو وب. بن يوسف "تحسين كفاءة الخلية الشمسية NP المصنوعة من السيليكون أحادي البلورية" Rev.Energ. رن: فيزياء الطاقة (1998 ص 95-100).
- [14] ديرك أوفي سوير، "التخزين الكهروكيميائي للخلايا الكهروضوئية"، معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية ISE، فرايبورج، ألمانيا، (2004).
- [15] سي إم شبيرد، جي إلكتروكيم. شركة نفط الجنوب. 112 (1965) 6573664.
- [16] إتش إل مانيجون. دليل التصميم الهندسي للأنظمة الكهروضوئية المستقلة، 1981 تقرير رقم. M108، ManegonLtd., Gaithersburg, MD ص. 28339.

- [17] جي بي كوييتي، نموذج بطارية عام لمحاكاة النظام الكهروضوئي، التقدم في مجال الطاقة الكهروضوئية: الأبحاث والتطبيقات. 1993، المجلد الأول، 283-292.
- [18] جي بي كوييتي، بطاريات الرصاص/الحمض للتطبيقات الكهروضوئية. نتائج الاختبار والنمذجة، مجلة مصادر الطاقة (47)، 1994، 109-118.
- ### الفصل الثاني
- [1] R. Bernard, G. Menguy, M. Schwartz [1]، "الإشعاع الشمسي، التحويل الحراري والتطبيق"، التقنية والتوثيق، باريس، (1979).
- [2] J. Olivieri P. Bessemoulin، "الإشعاع الشمسي ومكونه فوق البنفسجي"، LaMétéorologie، المجلد. 8. لا. 31. ص. 42. 2000. دوى: 36135/2042/10.4267.
- [3] محمد زموري، ح. زغلاش ودي هيرد، أندريه، "توصيف الضوء الطبيعي وتحسينه في بيئة حضرية"، جامعة فرحات عباس – سطيف: معهد الهندسة المعمارية وعلوم الأرض، الجزائر: 386 smp، رسالة الدكتوراه: بنيان.
- [4] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Soleil-page-4.html>
- [5] أنجستروم. "الإشعاع الشمسي والأرضي". QJR التقى سوك (1924).
- [6] جي إيه دوفي، وجي دبليو بيكمان، "الهندسة الشمسية للعمليات الحرارية، الطبعة الثانية"، (1991).
- [7] جي إم شاسيريو، "التحويل الحراري للإشعاع الشمسي"، دونود، (1984).
- [8] م. إقبال، "مقدمة في الإشعاع الشمسي"، الصحافة الأكاديمية، قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة كولومبيا البريطانية، كندا، (1983).
- [9] سي بي دي بريشوموت، سي. فوج، "الرواسب الشمسية"، إديتيك. & دوك، باريس، (1982).
- [10] https://fr.wikipedia.org/wiki/Coordonn%C3%A9es_g%C3%A9ographiques
- [11] نيا محمد، "دراسة مقارنة لطرق تقدير الإشعاع الشمسي"، أطروحة ماجستير، جامعة سطيف، (2010).
- [12] https://media4.obspm.fr/public/ressources_lu/pages_defreperere/repere-equatoriallocal.html
- [13] إس إيه كالوجيرو، "عمليات وأنظمة هندسة الطاقة الشمسية"، الطبعة الثانية، إلسفير. بوسطن-ماساتشوستس (الولايات المتحدة الأمريكية). 819 ص. (2014).
- [14] <https://jeretiens.net/altitude-azimut-zenith-nadir-comprendre-le-systeme-de-coordonnees-horizontales>
- [15] ب. بوشكيمة، "البحث عن الظروف المثلى لتحلية المياه قليلة الملوحة باستخدام جهاز التقطير الشعري"، أطروحة دكتوراه الدولة USTHB، الجزائر (2001).
- [16] R. Bernard, G. Menguy and M. Schwartz [16]، "الإشعاع الشمسي والتحويل الحراري والتطبيقات"، التقنية والتوثيق، الطبعة الثانية. 1980 (2015).

- [17] بوقرين محمد، "دراسة ومحاكاة المجال الشمسي في مدينة الأغواط"، أطروحة نهاية الدراسة، جامعة الأغواط، (2010).
- [18] زكاي سين، "أساسيات الطاقة الشمسية وتقنيات النمذجة"، سيرينغر (2008).
- [19] MP Thekaekara، R. Kruger و CHDuncan، "قياسات الإشعاع الشمسي من طائرة بحثية"، Appl. اختر، يقرر. 8، 1713-1732 (1969).
- [20] ك. سكيكر، "تحويل الطاقة وإدارتها"، 47، 331 (2006).
- [21] سي. ديلورم، "الإشعاع الشمسي القابل للاستخدام"، منشورات جامعة أفينيون فرنسا.
- [22] المكونات المختلفة للإشعاع الشمسي – صور بنج.
- [23] السيد ن. بايليك، "دراسة ونمذجة التدفق الشمسي العالمي على سطح مائل في منطقة توات"، أطروحة دكتوراه، سيدي بلعباس.
- [24] الدب الكارباتي الأبيض، "مقدمة إلى C++ Builder"، إيسيم (1988 - 1999)، http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/intro_cpp_builder.pdf (تم الوصول إليه عام 2012 في 3: 54 م).012/20.
- [25] بيرنارد، "الطاقة الشمسية: الحسابات والتحسين"، الطبعة الحذيفة، (2004).
- [26] م. كابديرو، "الأطلس الشمسي للجزائر"، المجلد الأول، المجلدان الأول والثاني، النماذج.
- [27] م. مصري مختارية، أشكنان، "مقدمة في نظرية الرواسب الشمسية الجزائرية وتطبيقاتها"، جامعة عمار تليجي – الأغواط.
- [28] ط. ثابت، "دراسة وإنتاج ومحاكاة جهاز الاستشعار الشمسي"، أطروحة دكتوراه، جامعة قسنطينة.
- [29] أ.أ. صفير، ج. جواراسينو، "مهندس أنظمة الطاقة الشمسية، تطبيق على الإسكان والتقنية والتوثيق"، طبعة باريس، (1981).
- [30] أ.ريكود، "المستودع الشمسي"، طبعة سيثيليا ZEN، فرنسا، (2009).
- [31] <https://dspace.univ-adrar.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/4464/1/Performance%20des%20Modules.pdf>
- [32] <https://educalingo.com/fr/dic-fr/pyranometre>
- [33] <https://www.blet-climat.fr/bilan-radiatif/pyrradiometre-thies.html>
- [34] <https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/801111>
- [35] أ. مفتي، محمد بوروبي، ح. ميموني، "تقييم إمكانات الطاقة الشمسية، نشرة الطاقات المتجددة"، العدد 2، ص 12، ديسمبر (2002).

الفصل الثالث

- [1] السيد ايت الشيخ وآخرون "تطوير تنظيم غامض للطاقة الشمسية الدفيئة الزراعية " Revue des Energies Renewables Vol. 13 رقم 3، ص 421-443، 2010.
- [2] نيخيل ج. أنتوني "التحليل الحراري لنظام تقطير المياه بالطاقة الشمسية وتوليد الكهرباء". رسالة مقدمة إلى قسم الهندسة الميكانيكية استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير في العلوم الدرجة العلمية الممنوحة: الفصل الدراسي الخريفي 2008.
- [3] KH حسين ا. موتا T. هوشينو M. أوساكادا "الحد الأقصى لتتبع الطاقة الكهروضوئية: خوارزمية للظروف الجوية المتغيرة بسرعة". LEE Proc-Gener. عبر. التوزيع، المجلد. 142، رقم 1، الصفحات 59-64 يناير 1995.
- [4] SA Kalogirou وY. Tripanagnostopoulos، "التطبيق الصناعي لأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية/T"، الهندسة الحرارية التطبيقية، المجلد. 27، العدد 8-9، ص. 1259 – 1270، 2007.

ملخص

يعتبر إنتاج الكهرباء باستعمال الألواح الكهروضوئية الشمسية في العصر الحديث ذو أهمية كبرى وذلك لعدة أسباب من بينها بان الطاقة الشمسية نظيفة لا ينتج عنها تلوث وإنها طاقة مجانية. لكن هنالك عدة عوامل تؤثر على مردود الألواح الشمسية من الكهرباء. لهذه الأسباب فلقد قمنا بدراسة تجريبية على لوح شمسي كهروضوئي بمدينة المسيلة (بالقرب الجامعي) لمعرفة تأثير بعض العوامل على المقادير الكهربائية للوح الكهروضوئي كشدة التيار والجهد الكهربائي وكذلك الفعالية. ومن بين هذه العوامل درسنا تأثير زاوية ميل اللوح الشمسي وكذلك مقارنة اتجاهه نحو الجنوب ونحو الشمس مباشرة بالإضافة إلى تأثير درجة الحرارة حيث قمنا بتبريد الغلاف الزجاجي للوح بواسطة الماء. تبين النتائج المتحصل عليها ان زاوية الميل لها تأثير كبير حيث وجدنا أن الزاوية المناسبة في هذا الفصل (الصيف) تكون مقاربة للصفر وان توجيه اللوح إلى الشمس مباشرة يزيد من الفعالية وكذلك عملية التبريد.

Abstract:

The production of electricity using solar photovoltaic panels in the modern era is of great importance for several reasons, including that solar energy is clean and does not produce pollution and is free energy. However, there are several factors that affect the electricity yield of solar panels. For these reasons, we have conducted an experimental study on a photovoltaic solar panel in the city of Messila (University Pole) to find out the effect of some factors on the electrical amounts of the photovoltaic panel, such as current and voltage, as well as efficiency. Among these factors, we studied the effect of the angle of inclination of the solar panel.

Résumé

La production d'électricité à l'aide de panneaux solaires photovoltaïques à l'époque modern est d'une grande importance pour plusieurs raisons, notamment que l'énergie solaire est propre et ne produit pas de pollution et est une énergie gratuite. Cependant, plusieurs facteurs affectent le rendement électrique des panneaux solaires. Pour ces raisons, nous avons mené une étude expérimentale sur un panneau solaire photovoltaïque dans la ville de Messila (pôle universitaire) pour connaître l'effet de certains facteurs sur les quantités électriques du panneau photovoltaïque, tels que le courant et la tension, ainsi que l'efficacité. Parmi ces facteurs, nous avons examiné l'effet de l'angle d'inclinaison du panneau solaire.