مُقَدِّمَة :

الشمس أعظم نعم الله علينا . ترسل أشعتها الدافئة إلى الأرض فتبعث فيها الحياة وقد عرف الإنسان منذ أقدم العصور أن الشمس مصدر الحياة والقوة فاتخذ منها إلهً يتعبد إليه . ففي مصر كانوا يرمزون إليها بالإله (رع) وفي الدول الرومانية القديمة كانوا يرمزون إليها بالإله (ميترا) وقد جاء فيها على لسان إبراهيم عليه السلام في القرآن الكريم .

الشمس هي كوكب قريب من الأرض وطاقتها المشعة عملياً هي المصدر الوحيد للطاقة المؤثرة على الغلاف الجوي والطقس على الكرة الأرضية .

الشمس مكونة كلياً من مادة غازية الغالب فيها غاز الهيدروجين . التكوين الطبيعي لها كثير التعقيد ولكن يمكن اعتبارها مكونة من 7 أجزاء بدائية من القلب (Core) إلى أن ينتهي بالسطح الخارجي (Corona).

يعتبر ضوء الشمس وحرارتها من حقائق الكون المسلم والتي وهبها الله لخلقه كمنبع للضوء والدفء وواحدة من مصادر الحياة ينتفع منها الإنسان والحيوان والنبات وهنالك حقيقة قد تكون خافية على كثير من الناس وهي أن كل أنواع الطاقة على الأرض يرجع مصدرها للشمس على سبيل طاقة المياه والرياح تسببها الطاقة الشمسية وكذلك مواد الوقود الهيدروكربونية مثل الفحم الحجري والزيت والغاز الطبيعي قد تم تكوينها بواسطة تفاعل طاقة الشمس مع المواد العضوية .

تحصل الأرض على معظم طاقتها من الشمس على شعاع كهرومغناطيسي والذي يتكون من 3% أشعة فوق البنفسجية و 42% أشعة مرئية و 55% أشعة تحت الحمراء وتحتفظ الأرض بواحد في المائة فقط من هذه الأشعة .

تمثل الطاقة الشمسية التي تتساقط على متر مربع واحد فوق السحب W 1350 على مستوى الأرض يكون متوسط هذه الطاقة حوالي 100W وتساوي الطاقة الشمسية التي تتلقاها الأرض سنوياً من خمسة إلى عشرة اضعاف طاقة الوقود المخزونة بما في ذلك اليورانيوم .

يمكننا استقلال الطاقة الشمسية كمصدر حراري سواء كان للتسخين وهذا يعتبر من أقدم الأساليب أو لتلحويها إلى طاقة حركية وذلك باستخدام التقنيات الحديثة . أما عن أسلوب استغلال الطاقة الشمسية كمصدر ضوئي فيعتبر أسلوب حديث نسبياً ويستخدم في ذلك الخلايا الفولت ضوئية (Photovoltaic Cell) التي تحول ضوء الشمس مباشر إلى كهرباء .

دلـت المقـاييس المختلفـة للطيـف علـى أن درجـة حـرارة السـطح الخـارجي للشـمس تبلـغ نحـو ^0C 6000 . الجـزء الـداخلي أو القلـب ، هـو أكثـر أجـزاء الشـمس حـرارة وهـو كـذلك أكثرهـا كثافـة ، إن متوسـط درجـة الحـرارة وسـط هـذا الجـزء مـن الشـمس تبلـغ نحـو 8×10^6 إلـى 40×10^6 كلفـن والكثافـة تبلـغ مقـدار 100 مـرة مثـل كثافـة المـاء . ولكـن تبعـد الشـمس عـن الأرض بنحـو Km 149 ولمـا تمتصـه طبقـات الجـو المختلفـة مـن الأشـعة الشمسـية فـلا يصـل إلـى القليـل . إن الطاقـة التـي تمـدنا بهـا الشـمس سـنوياً علـى سـطح الأرض تعـادل 41 مثـل مجمـل الطاقـة المكتشـفة مـن الطاقـة التقليديـة (بتـرول – فحـم حجـري ... الـخ) وتعـادل كـذلك 4000 مـرة الاسـتهلاك السـنوي الحـالي للإنسـان مـن جميـع أنـواع الطاقـة ، الإشـعاع الشمسـي الـذي يسـقط علـى الغـلاف الجـوي لـلأرض يـنعكس راجعـاً 30% منـه بواسـطة الغـلاف الجـوي إلـى الفضـاء الكـوني كموجـات صـغيرة متناهيـة . كـذلك 47% منـه يـتم امتصاصـه بواسـطة الغـلاف الجـوي وسـطح الأرض والمحيطـات أمـا 23% الباقيـة هـي المسـئولة عـن عمليـات تبخـر الميـاه وبالتـالي الأمطـار كـذلك مراحـل ترسب دورة الهيدروجين .

الفصل الأول

الطاقة الشمسية الأسس والمبادئ

ونظم تطبيقات التحويل الحراري لها

الفصل الأول

الطاقة الشمسية الأسس والمبادئ ونظم تطبيقات التحويل الحراري لها

1-1. العوامل المؤثرة على الإشعاع الشمسي :

هنالك عوامل كثيرة مؤثرة على الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض منها:

1/ عدد ساعات الإشراق الشمسي في اليوم .

2/ درجة حرارة الهواء على سطح الأرض .

3/ خطوط الطول والعرض للمكان إذ أن هذين يؤثران في زاوية سقوط الإشعاع الشمسي وبالتالي في قوته أو قلتها .

4/ ارتفاع المكان من سطح الأرض .

5/ السحب والرطوبة العالية .

6/ العواصف الترابية وذرات الرمال العالقة في الجو .

7/ الأمطار والنباتات .

قياس أشعة الشمس وخاصية الامتصاص والانعكاس لها : تعتبر الأشعة الشمسية أكبر مصدر للطاقة وقد أصبح في الإمكان قياسها عند وصولها إلى سطح الأرض بواسطة أجهزة خاصة دقيقة .

يقاس الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض بالوات في المتر المربع وهنالك عدة أنواع من البايدونوميتر من حيث نوع الشركة الصانعة أو من حيث دقة القياس . وفي عدم وجود هذه الأجهزة يمكن حساب قوة الإشعاع إذا عرفت بعض المعلومات عن المكان المراد قياس الإشعاع فيه مثل درجة خط الطول ، خط العرض ، الارتفاع من سطح الأرض متوسط درجة الحرارة ... الخ .

يتم أخذ القياس عادة كل ساعة في كل يوم لجميع فصول السنة وعند الرغبة في استعمال إحدى تطبيقات الطاقة الشمسية في أي موقع يستحسن أن يتم استخدام المعلومات عند قياس الإشعاع الشمسي لفترة طويلة سنة أو أكثر ليكون التصميم أكثر ملائمة وذو فعالية جيدة .

ولحسن الحظ قامت هيئة الأرصاد الجوية بقياس العوامل الجوية (إشعاع شمسي ، درجة حرارة ، إشراق شمسي .. الخ) لعدة أماكن في السودان يكاد يشمل معظم الأقاليم والولايات ولمدة طويلة تزيد عن 50 عام مما أتاح الفرصة للباحثين والمهندسين كثيراً من المعلومات المطلوبة في الدراسات والتصاميم الخاصة بتطبيقات الطاقة الشمسية .

تختلف درجة امتصاص العناصر المختلفة في الكون لأشعة الشمس بعضها شفاف يمتد خلاله وبعضها يعكس الأشعة ثانية في الفضاء وبعضها الآخر له خاصية الامتصاص . مثلاً الزجاج والكوارتز والبلورات مواد شفافة تمر منها الأشعة .

ومن المواد العاكسة بعض المعادن كالألمونيوم والفضة والكروم وهي تعكس أكثر الإشعاعات التي تصل إليها دون أن ترتفع حرارتها إلا قليلاً فالفضة تعكس الأشعة بنسبة 92% والألمونيوم يعكسها بنسبة 82% ولذا تستخدم المواد الشفافة العاكسة في صنع أجهزة الطاقة الشمسية أما الأجزاء التي تصنع منها المواد الماصة للحرارة . فما زالت محتاجة إلى كثير من الدراسة للتعرف على أكثر فائدة واقتصاداً وهي التي تهمنا لامتصاصها الحرارة واتزانها .

ويعتبر الجسم الأسود أكثرها امتصاصاً للأشعة . ويعتبر الجرافيت وأكسيد النحاس وأكسيد الحديد أقرب المواد من الجسم الأسود لامتصاصها معظم الإشعاعات الساقطة عليه .

2-1. تركيز الطاقة الشمسية: *The focus of solar energy*

يمكن أن يتم تركيز الطاقة الشمسية بطريقتين :

1-2-1 أولاً : طريقة استعمال الألواح الزجاجية :

عندما تخترق أشعة الشمس الزجاج التي تغطي صندوقاً أو حوضاً مملوء زيت ترتفع درجة حرارة هذه المادة التي بالصندوق ولا سبيل إلى خروج الأشعة ثانية إذ تصنعها الألواح الزجاجية ويلاحظ أن الفرق يكاد يكون الضعف بين الحرارة داخل الصندوق وحرارة نفس الزيت إذا كان موضوعاً في المكان نفسه وفي الظروف نفسها ، دون وجود الصندوق الزجاجي فهي تصل إلى أكثر من 130° مئوية في الصندوق على حين لا تزيد على 60° مئوية خارجة .

2-2-1 ثانياً : التركيز بالمرايات :

درجة الحرارة التي يمكن تركيزها بالمرايات قد تصل ما بين 3000–300 درجة مئوية يعتمد ذلك على نوعية المرايا نفسها . فالمرايا المسطحة – وهي أبسطها . تزداد قدرتها العاكسة بزيادة عدد المرايات التي توضع على قطاع متكافئ . وفي الأونة الأخيرة قد تم إدخال كثير من التحسينات على طريقة التركيز لتلافي ضياع جزء كبير من الأشعة المنعكسة ولتشبع أشعة الشمس أثناء ساعات النهار بين الشروق والغروب وفي فصول السنة المختلفة . وهنالك مرايات لا تزيد درجة الحرارة التي تركزها على بضعة مئات ولكنها قليلة التكاليف وتكفي لأغراض الطهي وتسخين المياه .

3-1. تطبيقات التحويل الحراري للطاقة الشمسية :

Applications of thermal conversion of solar energy

يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية . فإذا تعرض جسم أسود اللون داخل صندوق مغطى بلوح زجاجي معزول حرارياً إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص هذا الإشعاع وترتفع درجة حرارته ويستفاد من هذه الحرارة في تسخين المياه وتقطيرها وللتدفئة والتبريد وتوليد البخار وتحليل المياه المالحة وتجفيف المحاصيل الزراعية وتوليد الكهرباء .

4-1. المجمع الشمسي : Solar pool

لكي يستفاد من الطاقة الشمسية لا بد من تجميعها بواسطة مجمعات تأخذ أشكالاً مختلفة بعضها مسطح وبعضها مقعر فالمسطحة منها تتولى جمع الإشعاع الشمسي الكلي بينما تتولى المجمعات الأخرى المقعرة الإشعاع المباشر . أن جميع المواصفات تقوم على أساس تقييم كفاءة المجمع الشمسي بنسبة الطاقة المستقلة من قبل المجمع الشمسي إلى الطاقة الشمسية الساقطة على المجمع الشمسي .

كفاءة المجمع الشمسي = الطاقة المستقلة من المجمع الشمسي / الطاقة الشمسية الساقطة على المجمع الشمسي

يدخل كل من الهيدروجين والهليوم في التركيب الأساسي للشمس وهي أشعة كهرومغناطيسية (كهربائية – مغناطيسية) ذات طاقة مختلفة تحمي طبقات الجو العليا للأرض من الأشعة الشمسية الشديدة الطاقة التي تضر الإنسان والحيوان والنبات مثل أشعة غاما كما تمتص طبقة الأوزون الأشعة فوق البنفسجية نتيجة للانعكاس من الأجسام المختلفة كالسحب والصخور والمنازل .

يختلف معدل الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض من موقع إلى آخر وذلك على حسب فصول السنة وموقع السطح المستقبلي من حيث خط العرض وزاوية ميلانه بالنسبة للإشعاع الشمسي .

تبلغ الأشعة التي تصل إلى الأرض أقصى شدتها في وسط النهار خاصة في فصل الصيف في نصف الكرة الشمالي عندما تكون الشمس متعامدة مع مدار السرطان .

والأشعة التي تصل إلى سطح الأرض تنقسم إلى قسمين:

(1) أشعة مباشرة : هي الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض بدون أن تتعرض إلى أي تشتت أو أي انعكاس .

(2) أشعة منتشرة : هي الأشعة التي تصل من الاتجاهات المختلفة نتيجة الانعكاس من الأجسام المختلفة كالسحب والصخور والمنازل .

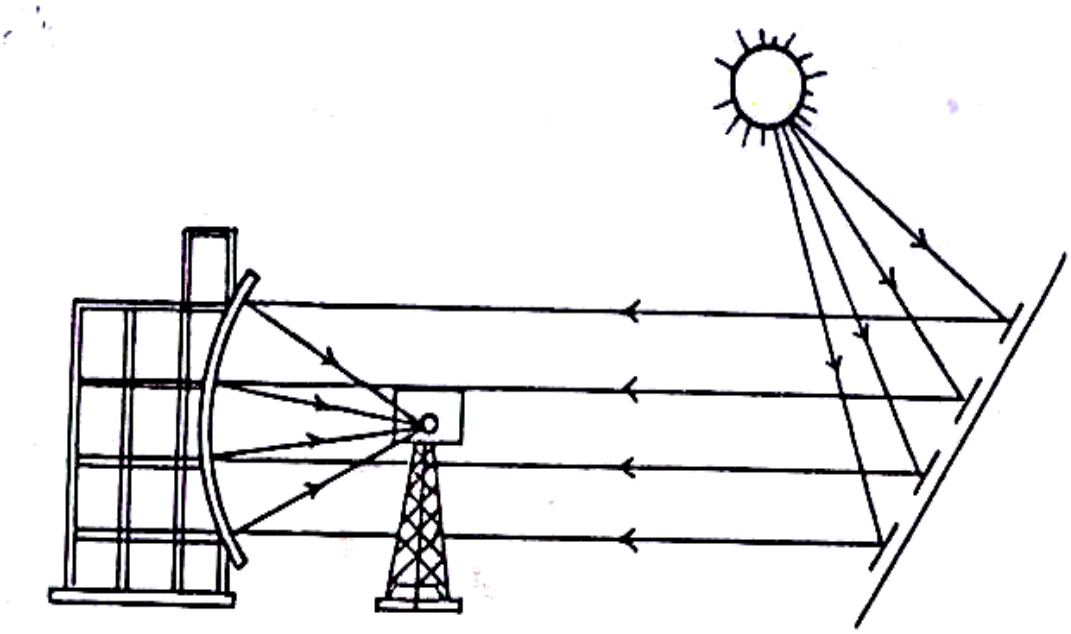
وتقاس هذه الأشعة (مباشرة ، غير مباشرة أو منتشرة) بواسطة جهاز يسمى براينوميتر (Pyranometer) ووحدتها واط / متر^2 (W/m^2) .

5-1 استخدام العاكس الشمسي : *Use of solar reflector*

تستخدم في هذه الطريقة بعض المرايات أو الشرائح المعدنية ذات السطح اللامع مثل شرائح الألمونيوم المصقول .

وترتب هذه المرايات أو الشرائح المعدنية بشكل دائري بحيث يمكن تجميع أشعة الشمس المنعكسة منها في بؤرة واحدة وتصل درجة الحرارة في هذه البؤرة إلى حدود عالية ويمكن عندئذٍ استخدامها في صهر الفلزات أو في إنتاج البخار لتوليد الكهرباء .

وتحتاج هذه الطريقة إلى استخدام تجهيزات معقدة نوعاً ما ، ومثال ذلك إنتاج 500 ميجا واط من الكهرباء يحتاج إلى عاكس يتكون من مرايا تبلغ مساحتها نحو 2.5 كيلو متر يتوسطها برج خاص ارتفاعه 450 متراً لكي يستطيع أن يتلقى الطاقة المتجمعة في بؤرة هذا العاكس .



العاكس الشمسي

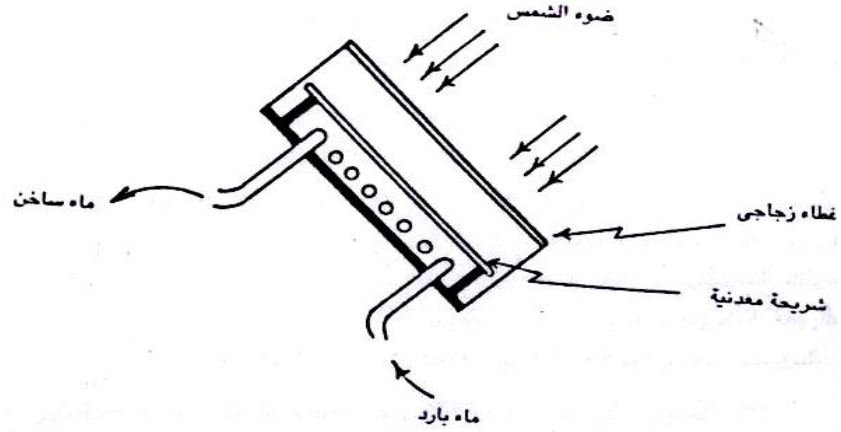
Fig (1-1)

6-1 تجميع حرارة الشمس : *Assembling of the sun heat*

تعتمد هذه الطريقة على امتصاص جزء من الطاقة الحرارية للشمس وتجميعها طوال اليوم لاستخدامها في عمليات التسخين والتدفئة .

ويتكون جهاز تجميع حرارة الشمس في أبسط صورة من شريحة مستوية من الألمونيوم أو النحاس أو الصلب وهي توضع في مواجهة أشعة الشمس المباشرة فترتفع حرارتها ارتفاعاً ملحوظاً .

وعادة ما تطلى هذه الشرائح المعدنية باللون الأسود لتقليل انعكاس الضوء من سطحها ولزيادة قدرتها على امتصاص الحرارة ، كما يتم عزلها عن الجو المحيط بها حتى لا تتسرب منها الحرارة .



جهاز مبسط لتجميع حرارة الشمس

Fig (1-2)

وتغطى هذه الشرائح كذلك بغطاء من الزجاج أو البلاستيك لزيادة كفاءتها وذلك لأن هذا الغطاء يسمح بمرور الأشعة ذات الموجات القصيرة ، وعند مرور هذه الموجات في الزجاج أو البلاستيك تتحول إلى أشعة طويلة الموجات ، وهذه الأخيرة لا تستطيع المرور في الزجاج أو البلاستيك مرة أخرى ، وبذلك تبقى داخل الجهاز وترتفع درجة حرارته .

وتشبه هذه العملية ما تقوم به الصعوبات الزجاجية التي تستخدم في زراعة الزهور والنباتات . وتوضع هذه الأجهزة البسيطة فوق سطح المباني أو مكان مرتفع بحيث تواجه أشعة الشمس أطول مرة ممكنة . وعند إمرار الهواء أو الماء في جهاز التجميع ، تنتقل منه الحرارة إلى هذا الوسط المائع الذي ترتفع درجة حرارته ويستخدم بعد ذلك في نقل الحرارة إلى المنزل أو المتجر أو الفندق .

ولا يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية استفادة كاملة في المناطق الباردة التي يغطي السحاب سماؤها . ولكن يمكن ذلك في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية التي يغمرها ضياء الشمس كل يوم على مدار العام .

7-1 استخدام الطاقة الشمسية في الفضاء: *Usage of Solar energy in space*

هناك أفكار خاصة بإقامة محطات خاصة في الفضاء الخارجي تحمل البطاريات الشمسية التي تستقبل الطاقة الشمسية وتحولها إلى طاقة كهربائية يتم إرسالها بعد ذلك إلى سطح الأرض .

ومن المعتقد أن إقامة محطة من هذا النوع على ارتفاع 30.000 كيلو متر من سطح الأرض ، فوق خط الاستواء يمكن أن تستقبل كمية كبيرة من الطاقة الشمسية ، تزيد بنحو ست مرات على الطاقة الشمسية التي تصل من خلال الغلاف الجوي إلى سطح الأرض كما أن هذه المحطة ستبقى معرضة للشمس لمدة 24 ساعة كل يوم على مدار العام .

ومن المقترح أن تتكون هذه المحطة من مجموعة هائلة من خلايا البطاريات الشمسية على هيئة مجمع يشغل مساحة هائلة، قد يصل طولها إلى 10 كيلومترات وعرضها إلى 4 كيلومترات على وجه التقريب. ويمكن نقل هذه الكهرباء التي تولدها هذه البطاريات من أشعة الشمس ، إلى سطح الأرض بواسطة الميكروويف عن طريق محطة إرسال خاصة لتستقبلها محطة استقبال تقوم بتحويلها إلى تيار كهربائي مرة أخرى .

ولا بد أن يفقد جزء من الطاقة في عمليات تحويل تيار الكهرباء إلى موجات الميكروويف ، ثم في تحويل الميكروويف إلى تيار كهربائي مرة أخرى ، ولكن الجزء المفقود من الطاقة صغير جداً ، وتتم مثل هذه العمليات التحويلية حالياً على سطح الأرض بكفاءة عالية تصل إلى نحو 90% تقريباً .

ومن الطبيعي أنه كي يتحقق مثل هذا المشروع الهائل فإن الأمر يتطلب ضرورة ابتكار بطاريات شمسية جديدة خفيفة الوزن ، وقليلة التكاليف ، كذلك يحتاج إلى تصنيع مثل هذه البطاريات على نطاق واسع مع ضرورة وجود نظام محكم لنقل هذه الخلايا إلى الفضاء الخارجي ، وتركيبها في مكانها في مدار حول الأرض .

الفصل الثاني

الخلايا الشمسية

الفصل الثاني

الخلايا الشمسية : *Solar Cells*

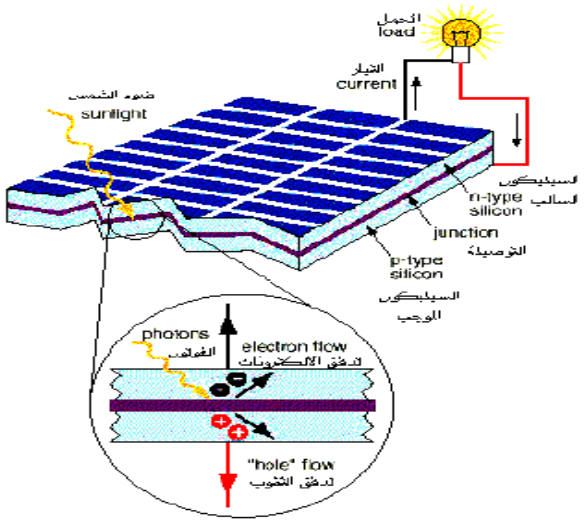
1-2 تعريف ومكونات الخلية الشمسية :

الخليـة الشمسـية هـي التـي تقـوم بتحويـل ضـوء الشـمس إلـى طاقـة كهربائيـة مباشرة .

تعتبـر الخلايـا الفولـت الضـوئية الأسـلوب الوحيـد لاسـتغلال الطاقـة الشمسـية كمصدر ضوئي وهي عبارة عن مواد شبه موصلة مصنعة من السيلكون (Silicon).

عمليـة تكـوين المـواد شـبه الموصـلة تتمثـل فـي إعطـاء شـحنة سـالبة لمـادة السـيلكون بإضـافة عنصـر الفسـفور (Phosphorus) ويسـمى السـيلكون السـالب (N-Type Silicon) أو بإضـافة عنصـر البـورون (Boron) ويسـمى السـيلكون الموجب (P-Type Silicon) .

تتكـون قاعـدة خليـة الفولـت الضـوئية مـن السـيلكون الموجـب وتوضـع فوقهـا طبقـة خفيفـة مـن السـيلكون السـالب كمـا مبينـة فـي الشـكل أدنـاه بمـا أن طبقـة السـيلكون السـالب خفيفـة فـإن ضـوء الشـمس المتكـون مـن الفوتونـات (Photons) يخترقهـا بعمـق حتـى يصـل موقـع الالتصـاق مـع طبقـة السـيلكون الموجـب فيـدفع الإلكترونـات وتتكـون الثقـوب فـي هـذا الجـزء . وتكـون النتيجـة أنـه بإمكاننـا أن تسـتخدم هـذه الخليـة كمصـدر طاقـة يحـث يكـون السـيلكون السـالب والسـيلكون الموجـب القطبـين السـالب والموجـب بـالتوالي . الشـكل رقـم (2-1) يوضـح كيفيـة اسـتخدام الخليـة الفولـت ضـوئية (اللوحـة الشمسـية) كمصـدر للطاقـة موصـل إلـى حمـل كهربـائي وهـي عبـارة عـن دائـرة كهربائيـة تمثـل مصـدراً للتيـار المستمر يغذي مقاومة مادية مع بطاريات لتخزين الطاقة .



مكونات الخلية الفولت ضوئية

Fig (2-1)

بـدأت فكـرة تصـنيع الخلايـا الشمسـية مـن ملاحظـة التـأثير الكهروضـوئي الـذي يسـبب انبعـاث الإلكترونـات مـن سـطح الفلـزات عنـدما تتعـرض إلـى الأشـعة الشمسـية وقـد لاحـظ هـذه الظـاهرة العـالم الفرنسـي بيكريـل عـام 1839 وكانـت كفاءتهـا 1% ووصـلت إلـى 6% عام 1954 وإلى 14% في 1958 .

يمكـن تقسـيم المـواد الموجـودة فـي الطبيعـة حسـب ناقليتهـا للتيـار الكهربـائي إلـى ثلاثة أقسام :

1. مواد جيدة التوصيل كالمعادن (نحاس ، حديد ، ... الخ) .
2. مواد عازلة كالخشب والبلاستيك .
3. مـواد رديئـة التوصـيل وتسـمى أنصـاف النواقـل (أشـباه الموصـلات) كالسـيلكون والجرمانيوم) .

يقـع السـيلكون فـي الفئـة الرابعـة مـن الجـدول الـدوري (رقمـه الـذري 14) يحتـوي مـداره الأخيـر علـى 4 إلكترونـات وهـي ذرة معتدلـة بحيـث تـربط كـل ذرة بأربعـة ذرات مجـاورة برابطـة إسـهامية وبالتـالي يكـون السـيلكون عـازل للتيـار الكهربـائي . وهـذا هـو الحـال فـي درجـات الحـرارة المنخفضـة . أمـا فـي درجـة حـرارة الجـو العـادي فـإن السـيلكون ينقـل (وإن بصـعوبة) التيـار الكهربـائي ويعلـل ذلـك فـإن الـروابط بـين الـذرات المشـكلة للبلـورة ضـعيفة فتكفـي درجـة الحـرارة العاديـة لتفكيـك هـذه الـروابط وتحـرز الإلكترونـات ولـذا يمكنها من نقل التيار الكهربائي .

يـتم اسـتخلاص السـيلكون مـن الرمـل الأبـيض لدرجـة نقـاوة عاليـة (99.99 %) ثـم تضـاف إليـه بعـض الشـوائب لتزيـد مـن مقدرتـه علـي نقـل التيـار الكهربائي .

عنـد إضـافة الفسـفور إلـى السـيلكون تتكـون الطبقـة السـالبة وعنـد إضـافة البـورون أو الألمونيـوم تتكـون الطبقـة الموجبـة يـتم وضـع السـيلكون ذو الطبقـة السـالبة مـع الطبقـة الموجبة على شريحة زجاجية تسمى سطح التلامس .

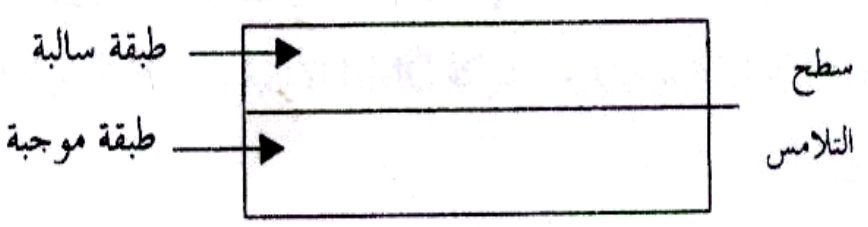


Fig ()

عند سقوط أشعة الشمس على سطح التلامس تقوم ذرات السيلكون بامتصاص الفوتونات الموجودة في ضوء الشمس والتي بدورها تقوم بتحديد الشحنات السالبة والموجبة وهذا ما يعرف بالتيار الكهربائي المباشر .

اصغر وحدة تعرف بالخلية الشمسية (Solar Cell) وهي إما أن تكون دائرية أو مربعة الشكل . عندما تتعرض هذه الخلايا لأشعة الشمس وعند ظروف قياسية معينة (Standard Test Condition) وهي عندما تكون درجة حرارة الخلية الشمسية 25° مئوية ومعدل الإشعاع الشمسي W/m^2 1000 تنتج 0.5 فولت و 3 أمبير تقريباً . وفي الطبيعة يختلف إنتاج الخلايا الشمسية من منطقة إلى أخرى على حسب خط العرض وزاوية ميلان الخلية .

تم تصميم الخلية الشمسية لشحن البطاريات 6,12 فولت لهذا يتم تركيب وتوصيل عدد من الخلايا الصغيرة على التوالي لتكون لوح الخلية الشمسية (Panel or Module) .

تغطي الخلية الشمسية بزجاج ذو نقاط عالية يسمح للأشعة الشمسية بالنفاذ ويعطي كحماية للخلية الشمسية من الرطوبة كما يعمل كعازل كهربائي .

2-2 كيفية وضع الخلايا الشمسية :

توجه الخلايا الشمسية ناحية الجنوب في نصف الكرة الشمالي بزاوية ميلان تعادل خط عرض الموقع المراد التركيب فيه والزاوية القياسية هي 5 ، 10 ، 15 ، 20 ، 25 درجة توضع الخلايا الشمسية في مكان بحيث لا تتعرض للكسر أو للظلال كظلال الأشجار والمباني .

يجب نظافتها من الأتربة والغبار وإزالة الموانع التي تحجب أشعة الشمس .

3-2 الشركات المصنعة للخلايا الشمسية :

تصنع الخلايا الشمسية بقدرات مختلفة (20 ، 40 ، 50 ، 55 ، 75 وات) وتعرف بالقدرة القصوى للخلايا (Watt Peak) مثلاً (wp 55) وللقدرة القصوى (wp) هي أقصى قدرة كهربائية يتم الحصول عليها من الخلية الشمسية إذا توفرت ظروف معينة مثلاً أن تكون درجة حرارة الخلية 25ْ وكثافة الأشعة الشمسية (1000 وات / م^2) .

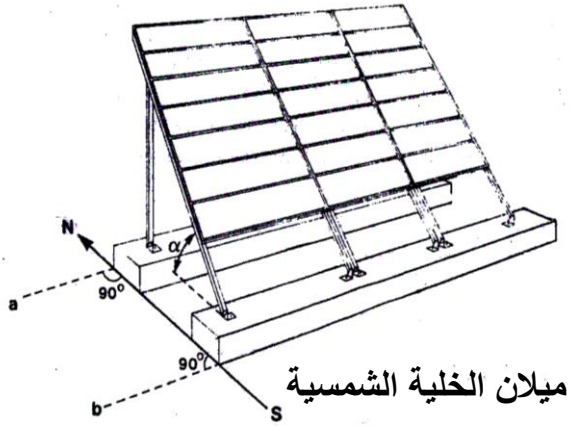
ومن الشركات المصنعة للخلايا الشمسية شركة BP البريطانية ، شركة Total الفرنسية ، شركة siemens الألمانية ، شركة Helious الإيطالية ، شركة BMG الألمانية وشركة Italsolar الإيطالية .

فـي الجـزء الخلفـي للخليـة الشمسـية تضـع الشـركات المصـنعة ديباجـة توضـح خصائص الخلية والتي تشمل القدرة القصوى (WP) .

شـدة التيـار والـدائرة مقصـرة Isc Short- Circuit Current فـرق الجهـد والـدائرة مفتوحـة VOC Open – Circuit Voltage (255 . BP) هذا يعني:

الشركة المصنعة في شركة BP البريطانية .

القدرة القصوى للخلية هي 55 واط .



زاوية ميلان الخلية الشمسية

Fig (2-2)

4-2 كفاءة تحويل الطاقة عند الخلايا الشمسية :

يمكننـا تعريـف كفـاءة الخليـة الشمسـية بنسـبة القـدرة المسـتخرجة مـن الخليـة إلـى القـدرة التـي تسـتقبلها الخليـة مـن ضـوء الشـمس وهـذه الكفـاءة تحـددها القيمـة النظريـة لأقصـى كميـة طاقـة يمكـن أن تحـول إلـى طاقـة كهربائيـة . هـذه الكفـاءة القصـوى هـي حـوالي 25 بالمائـة ورغـم أن هـذه الكفـاءة متدنيـة إلا أننـا عنـدما نقارنهـا بكفـاءات تحويـل أخـرى نجـدها اعتياديـة ، فمـثلاً محركـات السـيارات الاعتياديـة لا تزيـد كفـاءة تحويـل الطاقـة فيها من حرارية إلى ميكانيكية عن 25% .

كفاءة الخلية = القدرة الخارجة / القدرة الداخلية

$$\eta(cell) = \frac{Pout}{Pin}$$

5-2 العوامل التي تؤثر على كفاءة الخلية :

إن الضـوء الـذي يـنعكس مـن سـطح الخليـة لا يختـرق طبقـة السـيلكون السـالب (N-Type) إلى طبقة السيلكون الموجب (P-Type) ولذلك فإن كفاءة الخلية تقل.

1/ مـن المعـروف أن طبقـة السـيلكون السـالب تكـون خفيفـة لـتمكن الضـوء مـن اختراقهـا وعنـدما تثبـت هـذه الطبقـة مـع طبقـة السـيلكون الموجـب فـإن المـادة المعدنيـة التـي تسـتخدم للخـام الجـزأين تحجـز بعـض أشـعة الضـوء مـن المـرور للجـزء الثـاني ممـا يقلـل مـن كفـاءة الخلية .

2/ هنالـك تـأثير الحـرارة ، فالخليـة عـادة مصـنعة أو مصـممة لتعمـل فـي مـدى حـراري مـن ($+125^0C$ - -65^0C) وعنـدما تبـدأ درجـة حـرارة الخليـة فـي الارتفـاع يـنخفض الجهـد بمعـدل 2Vm لكـل درجـة مئويـة (1^0C/ 2Vm) ويعـوض هـذا الانخفـاض بارتفـاع التيـار الـذي يزيـده بمعـدل ($0.5mA/1^0C$) ولكـن القـدرة تـنخفض بمعـدل (0.3^0C) بالمئويـة كلمـا ارتفعـت الحـرارة بمعـدل درجـة مئويـة واحـدة . وسـيمكن حسـاب تيار وجهد الخلية من القوانين التالية :

$$E_{out} = E_{ref}\left[1 - 0.002(T - 25)\right]$$

حيث :

E_{out} = Output of Cell in Volt — جهد الخلية بالفولت

E_{ref} = Output of Cell in Volts at (25^0) — جهد الخلية بالفولت عند درجة حرارة (25)

T= Temperature in Degrees Centigrade — الحرارة بالدرجة المئوية (^0C)

$$I_{out} = I_{ref}\left[1 - 0.025A(T - 25)\right]$$

حيث :

I_{out} = Output Current of Cell in (mA) — تيار الخلية

E_{ref} = Output Current of Cell in at(mA) — تيار الخلية بالملي أمبير عند درجة حرارة (25^0)

T= Temperature in Degrees Centigrade — الحرارة بالدرجة المئوية (^0C)

6-2 توصيلات الخلايا الشمسية: *Solar Cell Connections*

بحكم أن جهد وتيار الخلية ضعيف جداً فيتم توصيل عدد من الخلايا على التوالي والتوازي للحصول على الجهد والتيار اللازمين عندما توصل الخلايا على التوالي كما هو موضح في الشكل رقم (1-4-2) و (2-4-2) يكون الجهد الحاصل هو مجموع جهد هذه الخلايا ولكن التيار يكون تيار الخلية الواحدة .

وعندما توصل الخلية بالتوازي كما موضح في الشكل رقم (1-3-2) و (2-3-2) يكون الجهد مساوياً لجهد الخلية الواحدة والتيار مجموع التيارات للخلايا الموصلة بالتوازي تشكل الخلايا الموصلة على التوالي والتوازي ما يعرف باللوحة الشمسية كما بينها الشكل رقم (1-5-2) و (2-5-2) تسوق الخلايا على شكل لوحات شمسية وتعرف كل لوحة بمواصفاتها من قدرة وجهد وذلك عند استقبال أعلى كمية من الأشعة الشمسية .

* كيفية استخدام الطاقة الشمسية اللازم لمشروع معين لا بد لنا من توفير ودراسة المعلومات التالية :

1. التعرف على كمية ضوء الشمس المتاح في موقع المشروع ومدي تغير هذه الكمية خلال فصول السنة . وهذا بالطبع يساعدنا على حساب عدد اللوحات المطلوب استخدامها لتوفير الطاقة اللازمة للمشروع .
2. التعرف على خصائص الأحمال المستخدمة في ذلك متوسط التيار ودورة الاستخدام وهذا يمكننا من معرفة سعة البطاريات المطلوبة لتخزين الطاقة واستعمالها في أوقات انعدام الشمس .
3. اختيار نوع اللوحات الشمسية التي تستخدم في هذا النظام وتحديد خصائصها والموقع الذي ستثبت فيه .
4. تحديد التيار المطلوب توفيره من اللوحات الشمسية عند تساقط الأشعة:

$$\text{التيار المطلوب} = \frac{\text{معامل الأمان} \times \text{متوسط التيار} \times 24 \text{ ساعة}}{\text{ساعة تساقط الأشعة الشمسية يومياً}}$$

5. تحديد عدد اللوحات الشمسية اللازمة للمشروع وذلك حسب القواعد التالية :

$$\text{عدد اللوحات على التوالي} = \frac{\text{الجهد اللازم للحمل}}{\text{جهد اللوحة الواحدة}}$$

$$\text{عدد اللوحات على التوازي} = \frac{\text{التيار المطلوب}}{\text{تيار اللوحة الواحدة}}$$

عدد اللوحات اللازمة = عدد اللوحات على التوالي × عدد اللوحات على التوازي .

1-6-2 التوصيل على التوازي : Parallel Connection

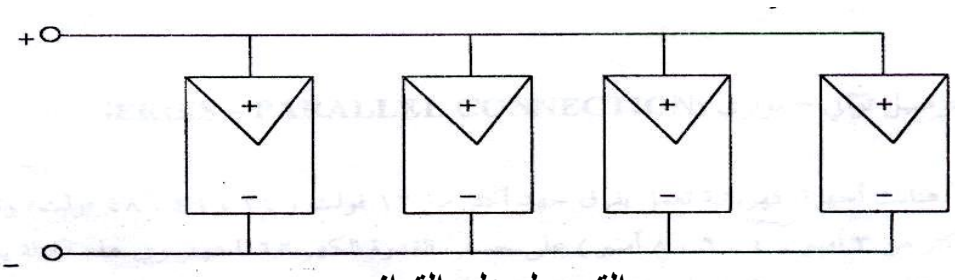
هنالك أجهزة تحتاج إلى تيار مباشر أكثر من 3 أمبير مثل 6 ، 9 أمبير في هذه الحالة يتم توصيل ألواح الخلايا الشمسية على التوازي حيث يتم توصيل القطب الموجب للخلية الشمسية مع القطب الموجب للخلية الثانية والقطب السالب مع السالب وهكذا في هذا النوع من التوصيل تكون:

شدة التيار الكلي = شدة التيار لخلية واحدة × عدد الخلايا

فرق الجهد الكلي = فرق الجهد لخلية واحدة (18 فولت)

مثال :

خلايا شمسية من نوع (Bp255) موصلة على التوازي وكان فرق الجهد والدائرة فاتحة (Voc) 18 فولت – وشدة التيار والدائرة مقصرة (Isc) 3 أمبير للخلية الواحدة . وضح بالرسم كيفية التوصيل مع حساب فرق الجهد وشدة التيار الكلي ؟



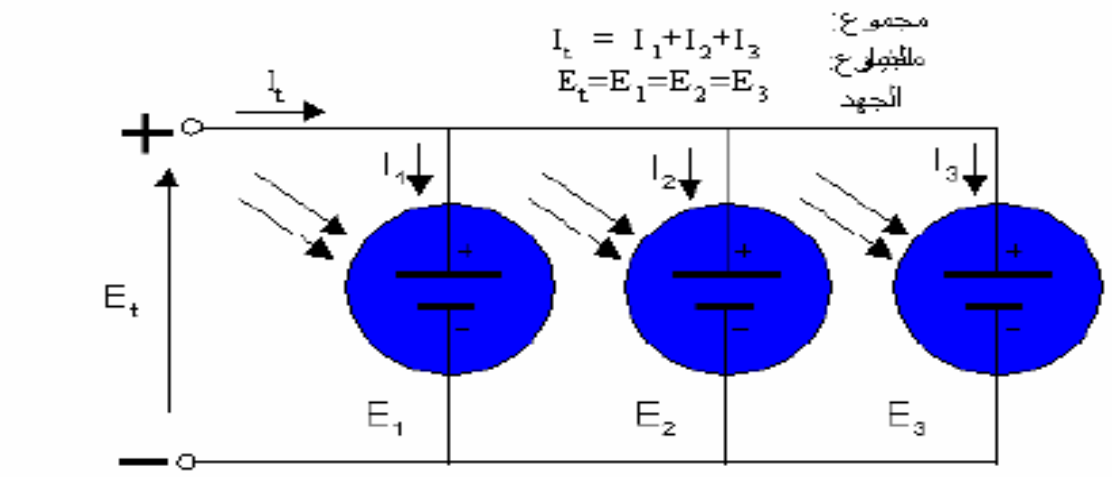
التوصيل على التوازي

Fig (2-3-1)

شدة التيار الكلي = 3 × 4 = 12 أمبير

فرق الجهد الكلي = 18 فولت

هذا التوصيل يمكن تطبيقه في الأجهزة التي تعمل بفرق جهد مباشر (12 VDC) مثل الثلاجات الشمسية، راديو، تلفون، إنارة، وتلفزيون (أبيض وأسود).



التوصيل على التوازي (التيار، الجهد)

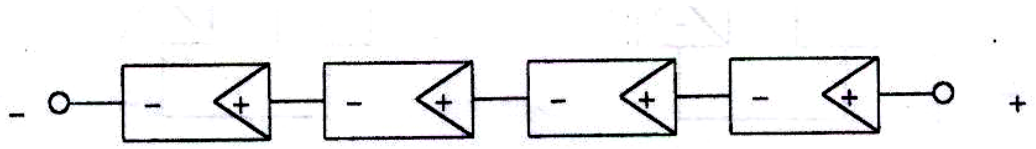
Fig (2-3-2)

2-6-2 التوصيل على التوالي : *Series Connection*

هنالك أجهزة تعمل بفرق جهد مباشر أكثر من 12 فولت مثل 24 ، 36 ، 48 فولت في هذه الحالة يجب زيادة فرق الجهد ويتم ذلك بتوصيل عدد من الخلايا على التوالي على حساب فرق الجهد المطلوب حيث يتم توصيل القطب الموجب للخلية الأولى مع القطب السالب للخلية الثانية ثم موجب الثانية مع سالب الثالثة وهكذا حتى نهاية التوصيل .

مثال :

4 خلايا شمسية موصلة على التوالي وضح بالرسم كيفية التوصيل مع حساب فرق الجهد وشدة التيار الكلي علماً بأن الخلية الشمسية للواحدة فرق جهدها 18 فولت وشدة تيارها 3 أمبير ؟



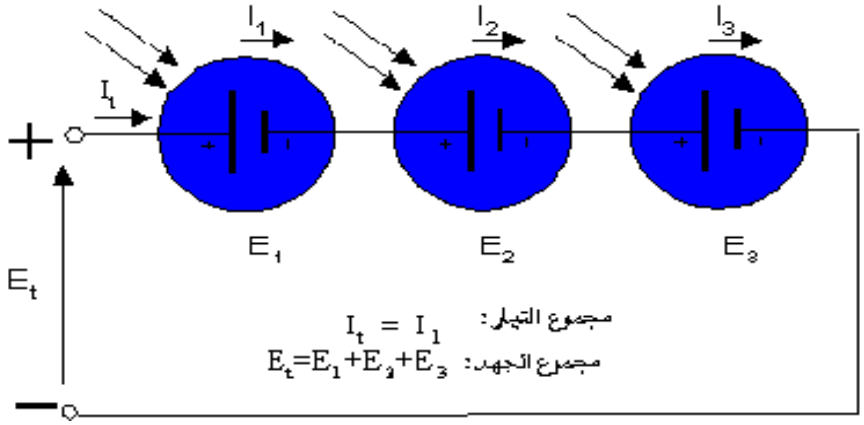
التوصيل على التوالي

Fig (2-4-1)

فرق الجهد الكلي = 14 × 18 = 72 فولت

شدة التيار الكلي = 3 أمبير

يستعمل هذا النوع من التوصيل في الطلمبات الشمسية تضع المياه وبعض الثلاجات الشمسية وكذلك في بعض أنظمة الإنارة بالطاقة الشمسية التي تعمل بالمحولات الكهربائية (Inverters) بفرق جهد 24 أو 48 فولت .



التوصيل على التوالي (التيار ، الجهد)

Fig (2-4-2)

3-6-2 التوصيل المركب (توالي – توازي) : *Series – Parallel Connection*

هنالك أجهزة كهربائية تعمل بفرق جهد أكثر من 12 فولت (24 ، 36 ، 48 فولت) وتسحب تيار شدته أكثر من 3 أمبير (A6,8,4) على حسب القدرة الكهربائية للجهاز وفي هذه الحالة يتم توصيل عدد من الخلايا الشمسية على التوالي لزيادة فرق الجهد وعلى التوازي لزيادة شدة التيار ويسمى التوصيل في هذه الحالة بالتوصيل المركب (توالي – توازي) .

مثال :

جهاز تلفزيون يعمل بفرق جهد 24 فولت وتيار شدته 5 أمبير . وضح بالرسم كيفية توصيل عدد من الخلايا التي تناسب تشغيل ذلك الجهاز علماً بأن الخلية الشمسية تعطي فرق جهد 18 فولت وتيار شدته 3 أمبير ؟

الحل :

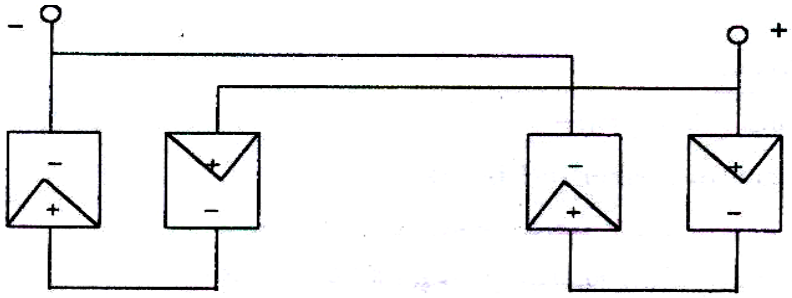
عدد الخلايا الشمسية الموصلة على التوالي = فرق الجهد الكلي / فرق الجهد في الخلية الواحدة = 18/24 = 1.3 = 2 خلية .

عدد المجموعات الموصلة على التوازي = شدة التيار الكلي / شدة التيار للخلية الواحدة .

وبما أن الجهاز يسحب 5 أمبير :

إذاً عدد المجموعات المطلوبة = 5/3 = 1.7 = 2 مجموعة

إذا : عدد الخلايا الشمسية المطلوبة لتشغيل الجهاز = 2×2 = 4 خلايا



التوصيل المركب

Fig (2-5-1)

فرق الجهد الكلي = فرق جهد مجموعة واحدة = 2 × 18 = 36 فولت

شدة التيار الكلي : شدة التيار لمجموعة واحدة × عدد المجموعات = 3

× 2 = 6 أمبير

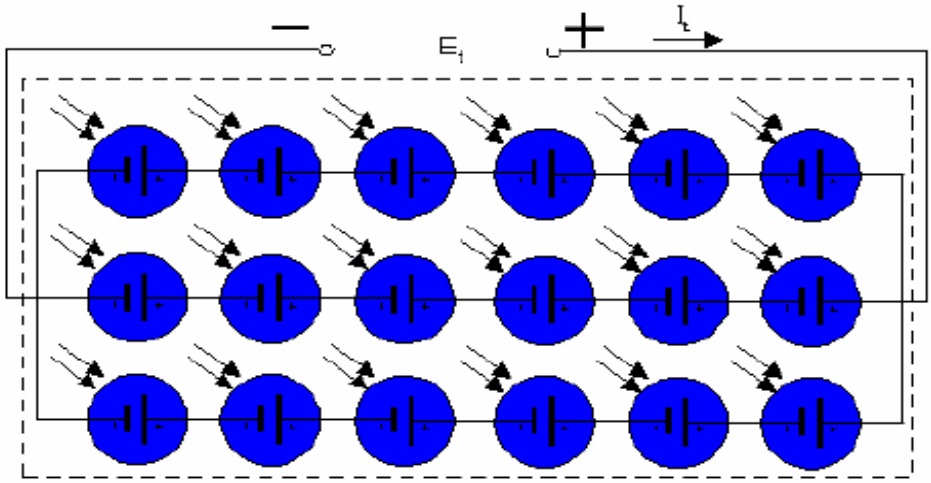


Fig (2-5-2)

7-2 كيفية اختبار لوح الخلايا الشمسية:

How to select panel solar cells

لاختبار أي لوح للخلايا الشمسية لا بد من اتباع الخطوات التالية :

1. مراجعة البيانات الموجودة على الديباجة الملحقة بالخلية الشمسية من الخلف ومعرفة الآتي :

- فرق الجهد والدائرة مفتوحة VOC .
- شدة التيار والدائرة مقصرة Ish .

– القدرة القصوى للخلية الشمسية .

2. بواسطة جهاز الأفوميتر نحصل على القطب الموجب (+) والقطب السالب (–).

3. بواسطة جهاز الأوفوميتر نحصل على قراءة فرق الجهد (VOC) وشدة التيار (Isc) ويجب أن تكون القراءات في المدى (هذه القراءات تعتمد على الزمن وزاوية الميلان للخلية) فرق الجهد 15 – 22 فولت – شدة التيار 0–4 أمبير .

4. إذا كانت الخلية الشمسية مستعملة ولا تعمل لا بد من التأكد من الزجاج الأمامي ليس به كسر وكذلك لا يوجد أي فصل بين أجزاء الخلايا للوح بعد ذلك اختبر الثنائي الموجود بين القطب الموجب والسالب (كما في الفقرتان 2و3 أعلاه) والتأكد من عد وجود مواد عازلة كالكربون بين أقطاب لوح الخلية الشمسية.

الفصل الثالث

منظم الشحن والبطاريات

الفصل الثالث
منظم الشحن والبطاريات

1-3 منظم الشحن :Charging Regulator

1-1-3 تعريف منظم الشحن :

عبارة عن جهاز إلكتروني يقوم بالتحكم في شحن البطارية وحمايتها من الشحن والتفريغ الزائدين وأيضاً حمايتها من قصر الدوائر الكهربائية (Short Circuit). الشكل (3-1) يوضح بيان نقاط المنظم.

وتوجد أنواع مختلفة منها على حسب فرق الجهد وشدة التيار المطلوبة 12 فولت، 24 فولت، (10 ، 20 ، ... أمبير).

Fig (3-1)

2-1-3 كيفية تركيب منظم الشحن :

- أولاً : توصيل البطارية في المنطقة (B) مع مراعاة القطبية الصحيحة.
- ثانياً : توصيل الخلايا الشمسية في المنطقة (P) ، (A) .
- ثالثاً : يتم توصيل الحمل في النقطة (L) أو (U) .

3-1-3 كيفية اختبار منظم الشحن :

باستعمال جهاز الأوفوميتر قم بقياس فرق الجهد بين النقاط L,B,P ويجب أن تكون القراءة متساوية أو متقاربة في مدى (12.5 فولت – 13.8 فولت) والقراءة بين النقطة B (12.11 فولت) .

قم بفصل الخلية الشمسية وقياس فرق جهدها فإذا كانت في المدى (17 – 20 فولت) فهذا دليل على سلامة الخلية الشمسية وبعد ذلك قم بقياس البطارية إذا كانت القراءة في المدى (9–11 فولت) وهذا يؤكد تعطل البطارية .

من الأنواع المستخدمة لمنظمات الشحن هي :

أ/ جهاز منظم الشحن من نوع **B.P Solar LK System Controller**

لمبة البيان :

- اللمبة الخضراء (Charge) : هذه اللمبة عند إضاءتها تعني أن الخلية الشمسية للكهرباء وتقوم بشحن البطارية عبر فيون أحمر اللون (10A) . في حالة احتراق الفيون لا يكون هنالك شحن للبطارية وهذا يؤدي إلى إضاءة اللمبة الحمراء وتوقف الإضاءة.
- اللمبة الصفراء (Low Battery) : تبين انخفاض مستوى شحن البطارية وذلك يرجع لعدة أسباب منها كربون وشوائب على صباعات البطارية ، نزول الحامض إلى أدنى شرائح الرصاص (يجب إضافة ماء مقطر ، تراكم أتربة وغبار على الخلية الشمسية ، زيادة عدد اللمبات المستخدمة ، زيادة الساعات المقررة) .
- اللمبة الحمراء (Over Load) : هذه اللمبة عند إضاءتها تعني انخفاض مستوى شحن البطارية تماماً ، يجب مراجعة فقره كيفية منظم الشحن . وفي هذه الحالة يقوم المنظم بفصل الكهرباء من النقطة (Load Output) (L- +L) وتكون اللمبة طائفة في هذه الحالة أما إذا كانت موصلة من البطاريات تكون اللمبات ضعيفة وخافضة تماماً ويفضل في هذه الحالة ، فحص البطارية وكذلك الفيون الأحمر ويجب تغييره إذا كان محروقاً .

4-1-3 طريقة توصيل منظم الشحن :

- أولاً : يتم توصيل البطارية في النقطة B بحيث يتم تركيب القطب الموجب للبطارية ذو العلامة (+) (السلك الأحمر) في النقطة (+) وسالب البطارية ذو العلامة (−) (السلك الأسود) في النقطة (−) مع التأكد بأن التوصيل جيد ومحكم .
- ثانياً : يتم وتوصيل الخلية الشمسية في النقطة (P) بحيث يتم توصيل القطب الموجب (السلك الأحمر) في النقطة (+) والقطب السالب (السلك الأسود) في النقطة (−) مع ملاحظة إضاءة اللمبة الخضراء رقم (1) وهذا يؤكد سلامة التوصيل .
- ثالثاً : يتم توصيل الحمل (اللمبات) في الموقع (U) مع مراعاة القطبية الصحيحة .

تنبيه :

عند التأكد من تعطل منظم الشحن ولم يتم الحصول عليه يمكن توصيل الخلية الشمسية مباشرة إلى البطارية مع مراعاة القطبية الصحيحة (أي سلك الأحمر مع الأحمر وهكذا) .

وأيضاً هنالك نوعاً آخر من أنواع منظمات الشحن وهو نوع توتال وهو من صنع فرنسي (TR10A) .

2-3 البطاريات : Batteries

1-2-3 تعريف البطارية :

هي الجهاز الذي يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية المباشرة (D.c) في شكل طاقة كيميائية يحولها مرة أخرى إلى طاقة كهربائية مباشرة (D.C) عند الاستعمال.

في أنظمة الطاقة الشمسية تشحن البطارية بواسطة الخلايا الشمسية وتستعمل في تطبيقات الإنارة والثلاجات والمنازل والأجهزة الكهربائية .

2-2-3 أنواع البطاريات : Types of Batteries

يوجد نوعان من البطاريات :

1-1-2-3 البطاريات الجافة : Sealed Batteries

هذا النوع من البطاريات لا تستخدم حامض الكبريتيك المخفف يستخدم في تشغيل الأقمار الصناعية في أجهزة الطاقة الشمسية ويتراوح عمرها الافتراضي من 7 – 15 سنة .

2-1-2-3 البطاريات السائلة : Liquid Batteries

تستخدم حامض الكبريتيك المخفف وتصنع عادة من لوحين من الرصاص أحداهما أكسيد الرصاص ويمثل القطب الموجب والآخر رصاص ويمثل القطب السالب (–) .

يستخدم نوعان من البطاريات السائلة في أنظمة الطاقة الشمسية :

1/ البطاريات العادية (بطاريات العربات) : Car Batteries

هذا النوع من البطاريات عمره الافتراضي قصير (5 سنوات) . ولا يحتمل التفريغ (Discharge) أكثر من 30% من سعة البطارية وإذا زاد فوق هذه النسبة يعمل على استهلاك الرصاص ويؤدي إلى تقليل العمر الافتراضي للبطارية .

معظم هذه البطاريات تعمل بفرق جهد 12 فولت ولكن ذا سعة مختلفة (70 ، 100 ، 120 أمبير ساعة) .

2/ بطاريات عميقة التفريغ : Deep cycle Batteries

تعتبر من أجود أنواع البطاريات نسبة إلى سعتها الكبيرة وعمرها الافتراضي الطويل (5 – 15 سنة) وفي هذا النوع يمكن تفريغ البطارية حتى 60% من سعتها وتوجد بفرق جهد (2 ، 6 ، 12 فولت) وذات سعة مختلفة . من أمثلتها بطاريات شركة B.p البريطانية 2P425 (2 فولت ، 425 أمبير ساعة) .

يقدر العمل الافتراضي للبطارية بعدد الرولات وتعني عملية شحن وتفريغ البطارية .

توجد البطاريات السائلة في حالتين :

1/ بطاريات مشحونة وهي جافة : ***Dry Ccharged***

وهذا النوع عند ملئها بحامض الكبريتيك (الماء الموزون) يمكن استعمالها ولا تحتاج إلى شحنها بعد ملئها (مثل بطاريات العربات عند مائها تترك لمدة نصف ساعة على الأقل قبل الاستعمال) .

2/ بطاريات غير مشحونة جافة : ***Dry Uncharged***

هذا النوع من البطاريات غير مشحونة وجافة . عند ملئها بالحامض يكون فرق الجهد يساوي صفر لهذا يلتزم شحنها هذا النوع من البطاريات بتيار شحن مقداره 20% من سعة البطارية ويستمر في الشحن حتى يصل فرق إلى 12.7 فولت.

3-2-3 طريقة شحن البطارية: ***How charged Battery***

تملأ البطارية بماء موزون كثافته 1250 جرام لتر وتقاس كثافة الحامض بجهاز الهايدروميتر .

تشحن البطارية بواسطة جهاز الشحن (التنجر) أو عن طريق الخلايا الشمسية على أن لا يتعدى حدود الشحن أو المعدل عن 15% من سعة البطارية .

إذا تم ملأ البطارية بالحامض ولم تستعمل تقوم البطارية بفقدان شحنتها ذاتياً من تلقاء نفسها ، وتختلف نسبتها اعتماداً على درجة الحرارة فيزداد بزيادة درجة الحرارة .

وفي هذا الحالة يجب إعادة شحنها مرة كل شهر .

الشحن الزائد لا يستهلك الحامض والألواح الرصاصية وهكذا يؤدي إلى تقليل العمر الافتراضي للبطارية .

4-2-3 طريقة فحص البطارية: ***How to check the Battery***

بواسطة جهاز الفولتميتر أو الهايدروميتر :

1. التأكد من أن الحامض موزون كثافته 1225 جرام لتر .
2. فرق جهد البطارية في حالة اكتمال الشحن إلى 100% يعادل 12.7 فولت .

3. إذا كانت كثافة الحامض 1225 جرام لتر وفرق جهد البطارية أقل من 11 فولت . بعد الشحن ، فهذا يؤكد انتهاء البطارية .

4. إذا كانت كثافة الحامض أقل من 1112 جرام / لتر فيجب تغيير الحامض وإعادة شحن البطارية فإذا كان فرق الجهد من (12.3 – 12.7) فولت فهذا يؤكد سلامة البطارية أما إذا كان مازال فرق الجهد أقل من 11 فولت فهذا يؤكد انتهاء البطارية .

5. إذا كانت كثافة الحامض في أسفل البطارية مرتفعة وفي أعلاها منخفضة أو يحدث ذلك عند انخفاض درجة حرارة الجو إلى أقل 20° مئوية عندها يجب إعادة شحن البطارية لمدة 24 ساعة بفرق جهد مقداره 13.8 فولت .

6. وبعض الحالات تكون كثافة الحامض داخل البطارية بين الألواح الرصاصية غير متساوية (أو يحدث ذلك في حالات البرد الشديد أو عند إضافة حامض مختلف في الكثافة) لهذا يجب عمل معادلة شحن للبطارية (Equalization) ويتم ذلك لشحن البطارية بفرق جهد يساوي 16.3 فولت حتى يتعادل فرق الجهد والكثافة لكل ألواح البطارية . ولتفادي التفريغ الذاتي للبطارية يجب عمل الآتي :

1. عدم تعريض البطارية لأشعة الشمس .
2. وضع البطارية في صندوق خشبي حتى لا تتعرض للأتربة والغبار .
3. نظافة الكربون المتراكم حول صباعات البطارية ودهنها بالشحم والفازلين .

5-2-3 صيانة البطارية وطرق المحافظة عليها :

Battery maintenance & preservation methods

يجب إضافة ماء مقطر فقط عند نزول مستوى الحامض تحت الخط (Max) يجب دائماً مراعاة مستوى الماء الموزون بين الخطين (Max & Min) كما موضح في الشكل رقم (2-3).

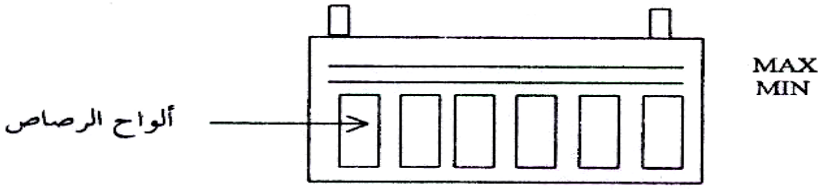


Fig (3-2) مكونات البطارية

إزالة الشوائب والكربون المترسب على اقطاب البطارية بنظافتها بالماء الساخن وإضافة الشحم والفازلين ليمنع تراكم الكربون حول الأقطاب (يجب تجفيف صباع البطارية من الماء قبل التشحيم) .

مراقبة مستوى شحن البطارية وفرق الجهد فإذا كان مستوى الشحن أقل من 70% فيجب ترشيد الاستهلاك حتى يكون مستوى السحن أكثر من 80% .

يجب ترك البطارية في مكان جيد التهوية .

فـي حالـة السـحب (تفريـغ البطاريـة) يجـب ألا تزيـد الطاقـة المسـحوبة أكثـر مـن 30% مـن سـعة البطاريـة العاديـة (بطاريـة العربـات) 50% مـن سـعة البطاريـة عميقـة التفريغ (بطاريات الطاقة الشمسية) .

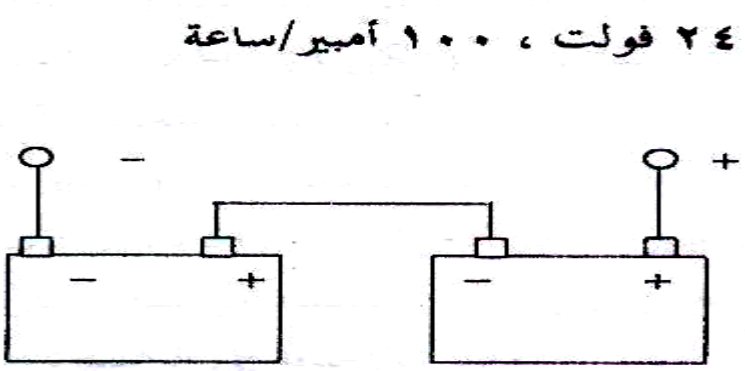
6-2-3 توصيل البطاريات: *Batteries connection*

مثال :

لـدينا بطاريتـان عاديتـان سـعة الواحـدة 100 أمبيـر سـاعة و جهـدها 12 فولـت. وصلهما مرة على التوالي ومرة على التوازي .

1-6-2--3 التوصيل على التوالي : *Series connection*

شكل رقم (3-3) يوضح التوصيل على التوالي :

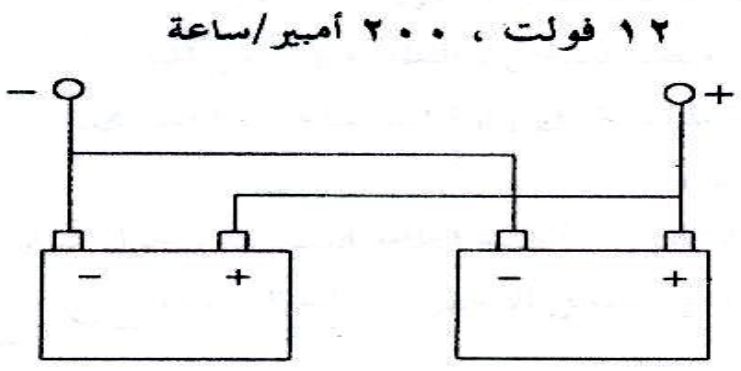


التوصيل على التوالي

Fig (3-3)

2-6-2-3 التوصيل على التوازي : *Parallel connection*

شكل رقم (3-4) يوضح التوصيل على التوازي:



التوصيل على التوازي

مثال :

نظـام إنـارة بالطاقـة الشمسـية يعمـل بفـرق جهـد مقـداره 12 فولـت ويحتـاج إلـى 400 أمبير ساعة

المطلوب :

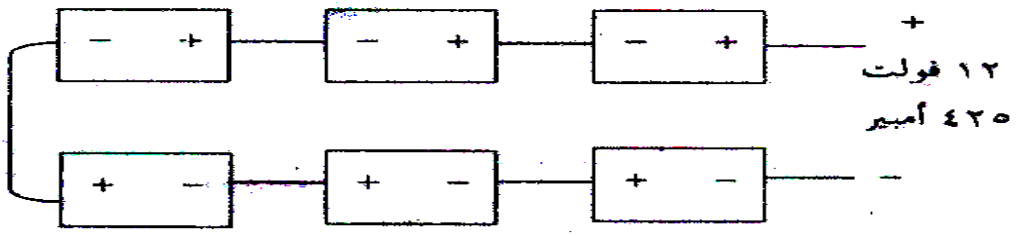
اختيـار البطاريـات المناسـبة ووضـح التوصـيل . إذا كانـت البطاريـات الموجـودة هي من أصل بريطاني وأنواعها هي :

2P425 و 2P363

الحل :

1/ يـتم اختيـار البطاريـة علـى حسـب السـعة المطلوبـة (400 أمبيـر. سـاعة) وأنسـب نـوع هو 2P425 .

2/ دائمـاً بطاريـات BP البريطانيـة ذات السـمات العاليـة تكـون 2 فولـت ولـذا يلـزم أن تكـون المجموعـة الواحـدة فيهـا 6 بطاريـات توصـل علـى التـوالي كمـا هـو موضـح فـي الشكل أدناه :



التوصيل على التوالي

Fig (3-5)

الفصل الرابع

تصميم أنظمة الطاقة الشمسية

الفصل الرابع

تصميم أنظمة الطاقة الشمسية:

The design of solar energy systems

4-1 تحديد مكونات نظام الطاقة الشمسية :

لتحديد مكونات نظام الطاقة الشمسية لا بد من معرفة المواد المتوفرة في السوق المحلي أو العالمي واختيار الأجهزة المناسبة .

فمثلاً خلية من نوع BP255 ذات القدرة القصوى 55 واط إنتاجها المتوسط في اليوم 18 أمبير ساعة البطاريات المتوفرة في السوق المحلي فرق جهدها 12 فولت ذات سعات (50 ، 70 ، 100 ، 120 ، 150) أمبير ساعة أقصى حد تفريغ 30% من بطاريات العربات و 50% من بطاريات الطاقة الشمسية .

الخلايا الشمسية يتأثر إنتاجها بدرجة الحرارة فزيادة درجة الحرارة تظل القدرة الكهربائية أيضاً تتأثر بكفاءة البطارية ومنظم الشحن وتحدد تلك العوامل مثلاً بـ (0.8) ويجب الأخذ في الاعتبار ومسابه عند تصميم أي نظام طاقة شمسية لا بد من مراعاة بعض العوامل مثل كفاءة البطارية التي تتأثر بدرجة الحرارة وكفاءة المحول ومنظم الشحن ولا بد من معرفة معدل الإشعاع الشمسي في المنطقة المعينة وهي :

- عامل البطارية 0.8 إلى 0.9
- عامل منظم الشحن 0.9 إلى 0.95
- عامل المحول 0.9 إلى 0.95

عند تصميم أي نظام طاقة شمسية (مباشر أو ذو التيار المتردد) يجب اتباع الآتي :

1/ حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة لكل الأجهزة .

الطاقة المستهلكة = فرق الجهد × التيار × الزمن (واط . ساعة)

2/ حساب عامل النظام .

العامل = عامل البطارية × عامل المنظم × عامل المحول

3/ حساب كمية الطاقة الكهربائية المراد إنتاجها من الخلايا الشمسية .

الطاقة المطلوبة = الطاقة المستهلكة / العامل (واط . ساعة)

4/ تحديد فرق الجهد الذي يعمل به النظام (12 ، 24 ، 48 فولت)

5/ حساب السعة المطلوبة .

= الطاقة المطلوبة / فرق جهد النظام (أمبير.ساعة)

6/ حساب عدد الخلايا المطلوبة .

= السعة المطلوبة / إنتاج الخلية الواحدة

7/ حساب السعة التخزينية المطلوبة (عدد البطاريات) .

= السعة المطلوبة / سعة البطارية المختارة

8/ اختيار المنظم المناسب .

= عدد الخلايا × أقصى شدة لتيار الخلية الواحدة .

* تستخدم طريقة التصميم أعلاه لتحديد الاحتياج المناسب لأنظمة الطاقة الشمسية للإنارة وبعض الأجهزة الأخرى مثل المراوح ، الثلاجات ، التلفزيونات ..الخ .

2-4 تطبيقات أخرى على أنظمة الطاقة الشمسية :

1-2-4 أجهزة الاتصال :

1. أجهزة الراديو Radio System
2. الهاتف الخلوي والريفي Rural Telecommunication
3. أجهزة استقبال وإرسال الإشارات بالسفن والبواخر .
4. أجهزة منارات إرشادات السفن والبواخر .
5. محطات المايكرويف Microwave Repeaters

2-2-4 أجهزة التلفزيونات والاستقبال الفضائي *TV Receivers* .

من أهم استخدامات الطاقة الشمسية هي استخدامها لتشغيل التلفزيون وأجهزة الاستقبال الفضائي وخاصة في المناطق النائية التي لا توجد فيها خدمات كهرباء والاستقبال التلفزيوني للإرسال القومي مما يغير في خدمات الاتصال الجماهيري وتوصيل المعلومات والأخبار . ومن المعلوم أن أجهزة الاستقبال الفضائي لا تستهلك طاقة عالية وهي تحتاج إلى قدرة تتراوح بين 20 – 40 واط في أقصى حالاتها .

3-2-4 استخدامات أخرى :

منزلية مثل تشغيل المراوح والخلاطات وغيرها وأيضاً في الاستخدامات المكتبية مثل الحاسبات والطابعات.

3-4 أنظمة الطاقة الشمسية : *Solar lighting systems*

يوجد نوعان من أنظمة الطاقة الشمسية :

أنظمة مباشرة (VDC 12) وأخرى تعمل في التيار المتردد (220 VAC) .

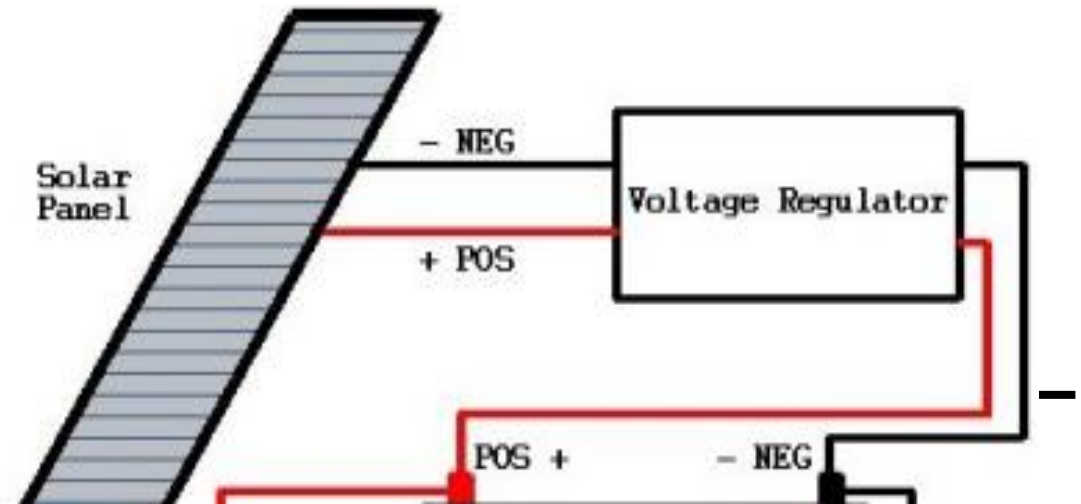
بالنسبة للأنظمة المباشرة تعمل بفرق جهد ثابت (12V) وتسحب التيار مباشرة من البطارية .

يتكـون النظـام المباشـر مـن الخلايـا الشمسـية ، مـنظم الشـحن ، البطاريـة والحمـل المباشـر (DC Load) (لمبـات + تلفزيـون + ...الـخ) تسـتخدم الأنظمـة المباشـرة فـي إنـــارة المســـاجد ، الخـــلاوي ، المـــدارس ، المراكـــز الصـــحية ونظـــام الاتصـــالات (راديو + تلفون) .

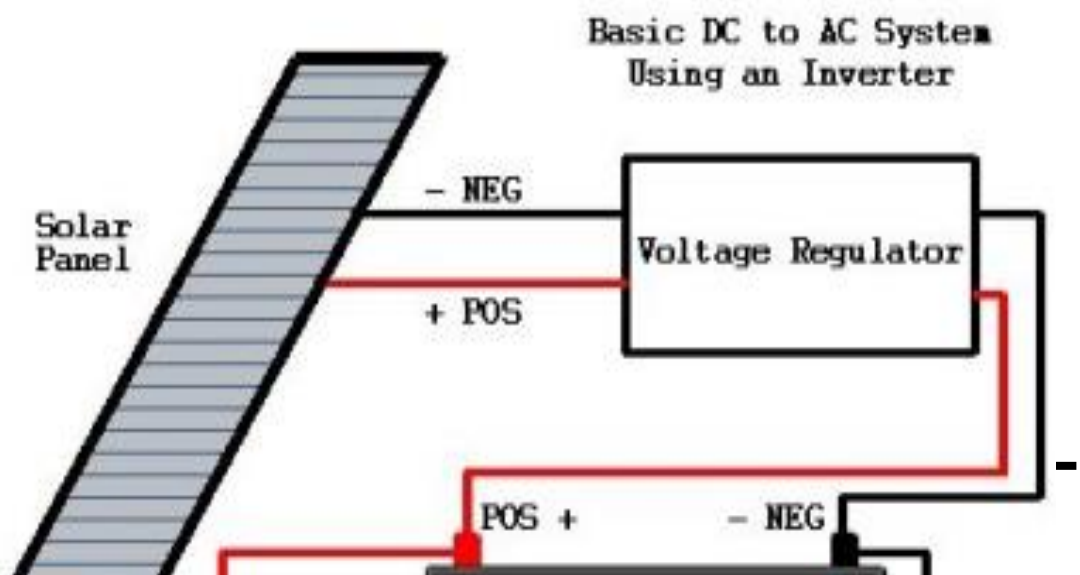
فـي حالـة تشـغيل الأجهـزة الكهربائيـة بالتيـار المتـردد يـتم تركيـب جهـاز محـول (Invrtor) لأنظمـة الطاقـة الشمسـية لتحويـل التيـار المباشـر فـي البطاريـة إلـى تيـار متـردد . يسـتفاد مـن نظـام التيـار المتـردد فـي تشـغيل الأجهـزة المنزليـة العاديـة (مـراوح ، لمبـات ، خلاطة ، تلفزيون) .

يتكـون نظـام الطاقـة الشمسـية الـذي يعمـل بالتيـار المتـردد مـن عـدد مـن الخلايـا الشمسـية (Solar Cells) ، مـنظم شـحن (Voltage Regulator) ، بطاريـة (Battery) ، محول (Inverter) والحمل (Ac Load).

1-3-4 النظام المستمر (المباشر) : (D.C) Direct system



2-3-4 النظام المتردد : (**A.C**) ***Alternating system***



4-4 أنواع الأحمال المناسبة والمصابيح المناسبة لتقليل مفاقيد القدرة :

1-4-4 مصابيح التيار المباشر والمتردد : DC & AC Lamps

توجد أنواع مختلفة من لمبات الإضاءة وهي ذات مقدرة مختلفة في استهلاك الطاقة الكهربائية وهذه تتراوح بين (8 ، 13 ، 18 ، 20 واط) .

وهي لمبات بغاز النيون توجد أنواع من هذه اللمبات غير محمية من انعكاس القطبية (Reverse Polarity) وعليه يجب توصيل ثنائي (Diode) على التوالي مع القطب الموجب للمبة .

هنالــك بعــض الشــركات تقــوم بتصــميم لمبــات تعمــل بفــرق جهــد 24 فولــت (24 VDC) وهذه تحتاج إلى عدد ثنائي من الخلايا الشمسية والبطاريات .

مـــــع التقـــــدم التكنولـــــوجي ظهـــــرت لمبـــــات حفـــــظ الطاقـــــة (Energy Saving Lamps) وهـي لمبـات تعمـل بالتيـار المباشـر ، وكـذلك تعمـل بالتيـار المتـردد المتـوفرة فـي أحجـام مختلفـة ويتـراوح اسـتهلاكها بـين (W 7,9,11,15,20) وهذا النـوع مـن اللمبـات أتـاح إنـارة أكبـر مسـاحة ممكنـة بأقـل عـدد من الألواح الشمسية وتقليل التكلفة الكلية لنظام الإنارة بالطاقة الشمسية.

عنـد توصـيل هـذه اللمبـات يجـب مراعـاة قـدرة كـل لمبـة والموقـع المـراد إضـاءته مـع استعمال اللمبة المناسبة من شدة الاستضاءة.

وهنالــك أيضــاً نــوع آخــر يســتخدم للإضــاءة الخارجيــة أو الشــوارع (كشافة) تعمل بجهد 220V .

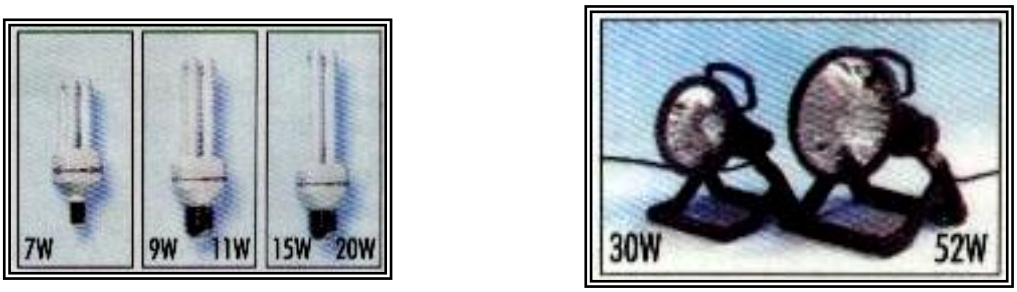


Fig (4-3)

5-4 أحمال أخرى تعمل بأنظمة الطاقة الشمسية :

1/ أجهزة الاتصال :

أ/ أجهزة الراديو Radio system

ب/ الهاتف الخلوي أو الريفي Rural telecommunication

ج/ أجهزة استقبال وإرسال الإشارات بالسفن والبواخر .

د/ أجهزة إرشادات السفن والبواخر .

هـ/ محطات المايكروويف Microwave Repeaters

2/ أجهزة التلفزيونات والاستقبال الفضائي T.V Receivers

3/ أحمال منزلية مثل المراوح ، الخلاطات ، الحواسيب والطابعات وغيرها .

6-4 الأسلاك المستخدمة في مجال الإنارة :

نسبة لفرق الجهد القليل من الأنظمة المباشرة (12 فولت) لا بد من المحافظة على الجهد وتقليل الفقدان الناتج من الأسلاك الحاملة للتيار المباشر وذلك يتم باستخدام أسلاك سميكة (مقاومة قليلة) 4مم ، 6مم ، 10مم .

ولذلك في حالة النظام المباشر يفضل تقصير المسافات بين اللمبات حتى يتم الحصول على شدة استضاءة مناسبة وعليه يجب أن يكون فرق الجهد بين طرفي اللمبة من (10.51 – 12.5 فولت) .

بالنسبة للتوصيلات المباشرة (DC Connection) يجب مراعاة استعمال اللون الأحمر للقطب الموجب واللون الأسود للقطب السالب واللون الأخضر (أخضر + أصفر) للأرضي .

بالنسبة لأنظمة التيار المتردد يمكن استعمال الأسلاك العادية مثل 1.5 مم للتوزيع بعد المبدل (Inverter) .

يجب وضع المبدل في مكان تهوية للحفاظ عليه وتمكينه من تشغيله للساعات المقررة عليه .

بالنسبة للتوصيلات المباشرة يجب أن لا يزيد طول السلك عن 15 متر (هذا الطول يبتدئ حسابه من البطارية) .

الفصل الخامس

التجارب العملية

الفصل الخامس

التجارب العملية : ***Practical experiments***

مقدمة :

أجريت تجربتين نظام طاقة شمسية DC بهيئة سكك حديد السودان (قسم الإشارات والاتصالات – ورشة اللاسلكي) وتم أخذ القراءات ورسم المنحنيات .

التجارب العملية التى تم اجراءها:

5-1. دراسة تأثير الحمل على جهد وتيار وقدرة البطارية و الكفاءة.

5-2. دراسة توضح مستوى الجهد المولد بالخلية الشمسية خلال ساعات اليوم.

5-3. دراسة توضح الأحوال الجوية وتأثيرها على نظام الطاقة الشمسية .

5-4. دراسة توضح عمر الخلية وكفاءتها في نظام الطاقة الشمسية :

5-1. دراسة تأثير الحمل على جهد وتيار وقدرة البطارية و الكفاءة.

5-1-1 :مكونات ومواصفات المكونات التي قامت عليها التجربة:

1/ خلية شمسية من نوع BP سعة :

42 – 55 W
12 – 17 V
3.5 – 4.4A

الأبعاد بالملم : 56 * 652 * 696

الوزن : 5.25 KG

2/ بطارية سائلة سعة :

12V - 50A

3/ منظم شحن من النوع BP سعة :

12V - 15A

4/ حمل DC بقدرة 60W وهو عبارة عن إضاءة تتمثل في أربعة لمبات قدرة اللمبة الواحدة 15W بجهد 12V تسحب تيار 1360A .

5/ جهاز قياس أوفوميتر .

6/ سلك مساحة مقطعه 6mm .

7/ معدات عمل .

5-1-2 الدائرة الكهربائية للتجربة أعلاه :

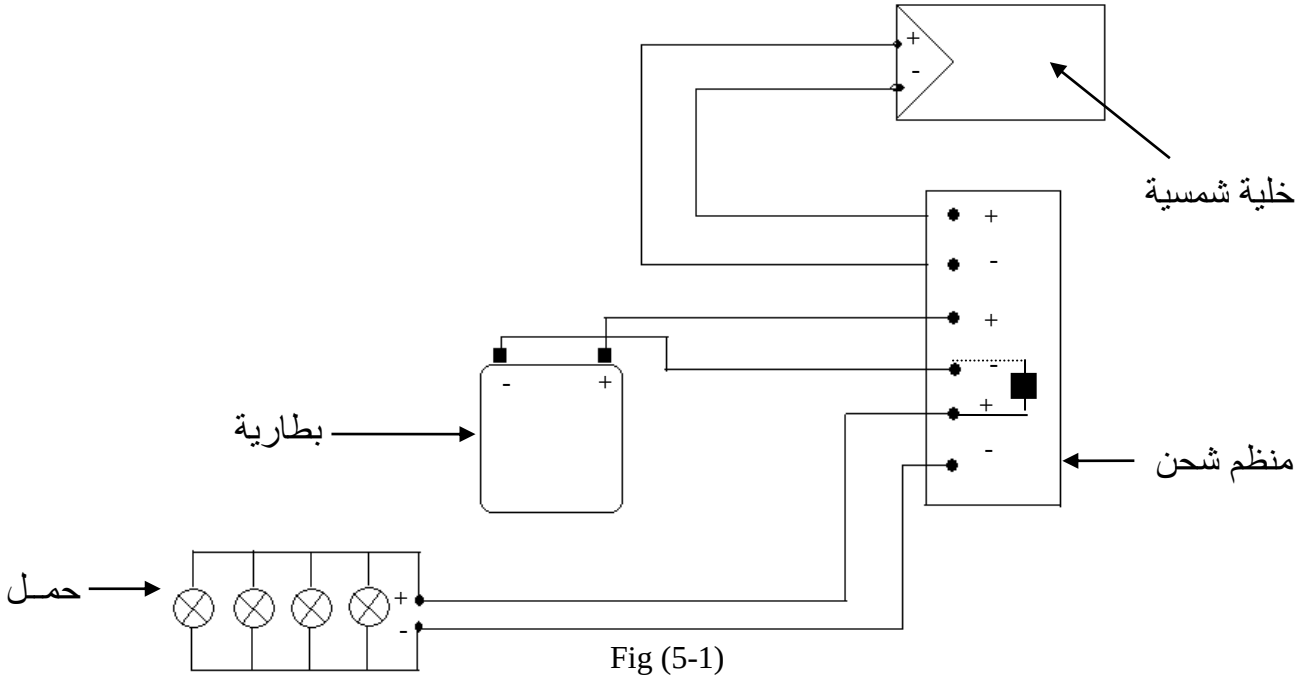


Fig (5-1)

3.1-5 المنحنيات:

تم رسم المنحني والذي يبين تفاصيل القراءات للتجربة أعلاه كالآتي:

منحنى يوضح تأثير الحمل في أنظمة الطاقة الشمسية :

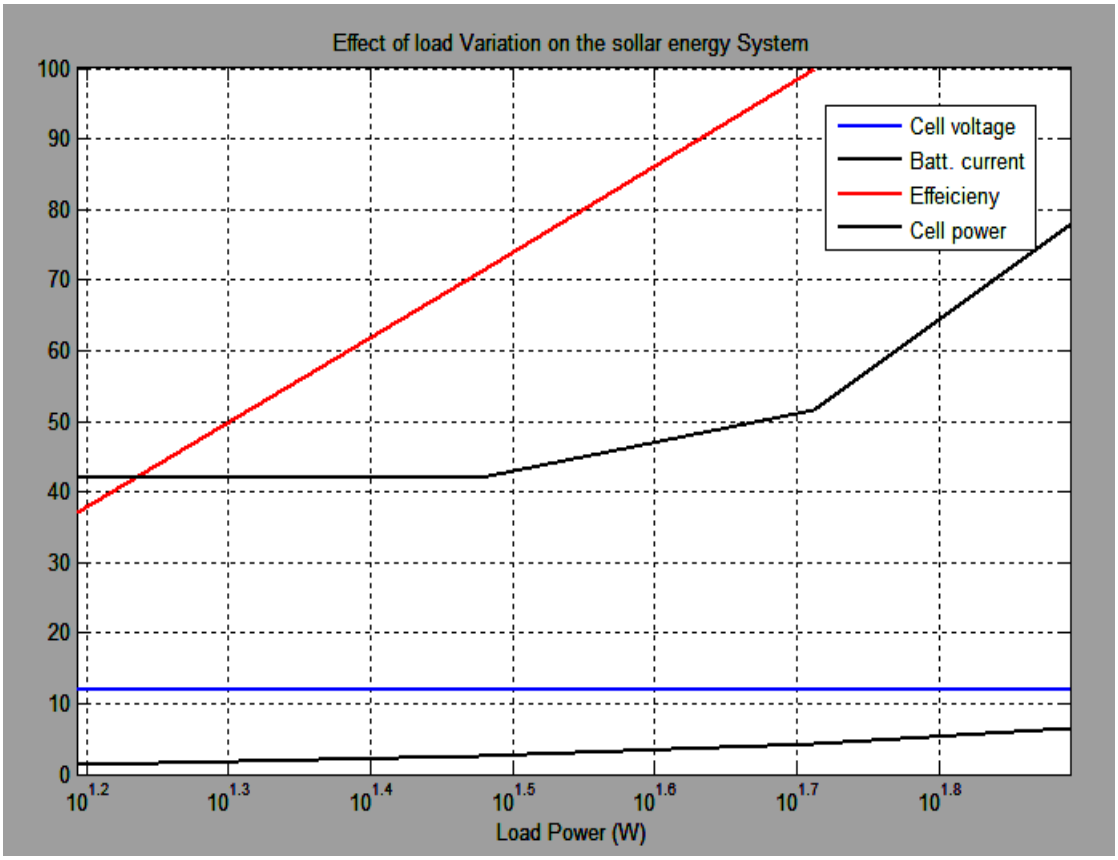


Fig (5-2)

ملحوظة :

لقد تم توجيه الخلية ناحية الجنوب بميلان 25^0 وهي أقصى زاوية للقياس .

2-5. دراسة توضح مستوى الجهد المولد بالخلية الشمسية خلال ساعات اليوم.

1.2-5 : مكونات ومواصفات المكونات التي قامت عليها التجربة:

1/ خلية شمسية بالمواصفات السابقة :

2/ جهاز قياس فولتميتر .

3/ قاعدة الخلية .

2.2-5 الدائرة الكهربية للتجربة أعلاه :

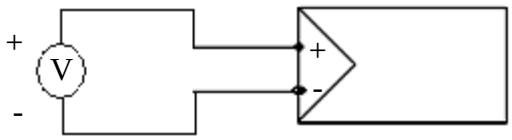


Fig (5-3)

3.2-5 المنحنيات :

منحنى يوضح تأثير الزمن على الجهد خلال ساعات اليوم :

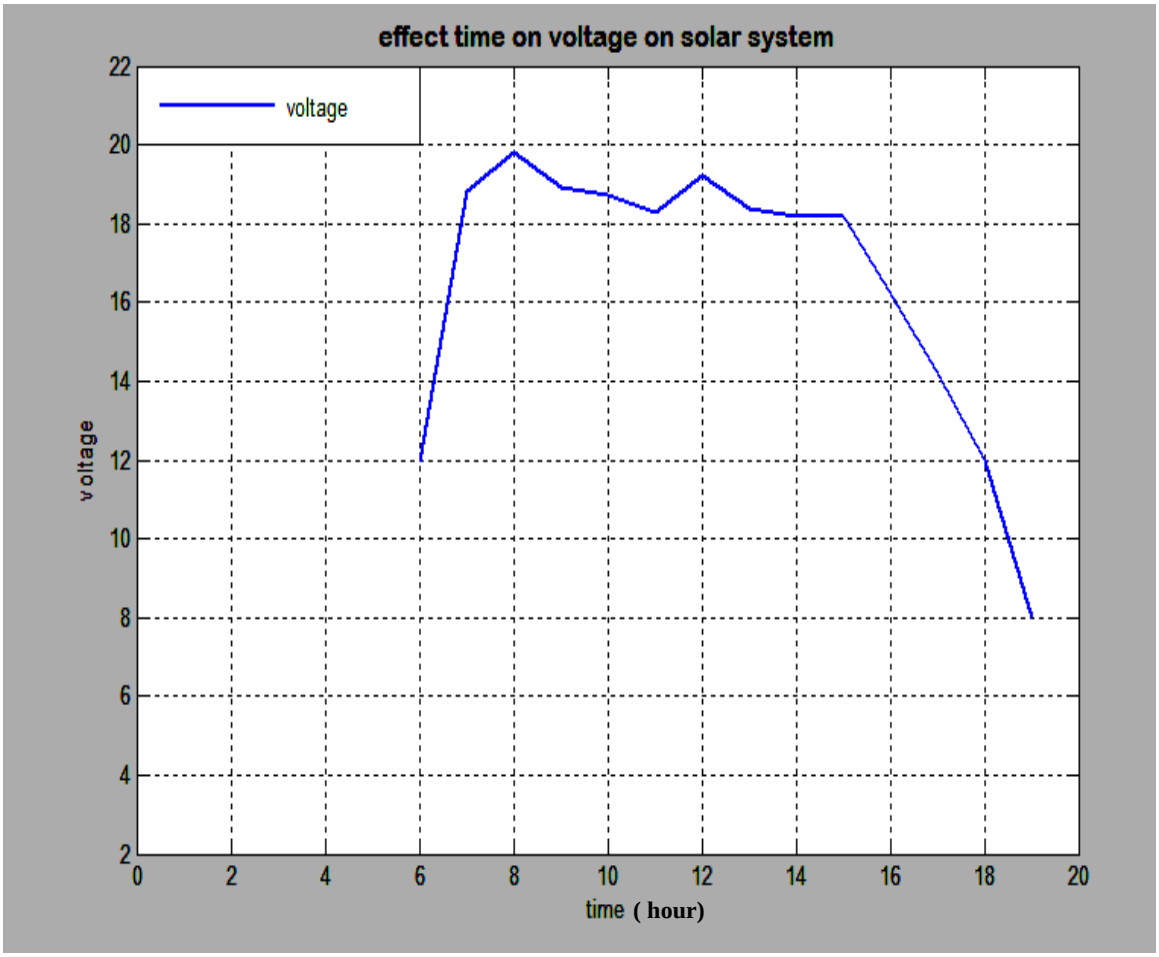


Fig (5-4)

ملحوظة :

لقد تم توجيه الخلية ناحية الجنوب بميلان 25^0 وهي أقصى زاوية للقياس .

3-5. دراسة توضح الأحوال الجوية وتأثيرها على نظام الطاقة الشمسية :

1.3-5 المنحنيات :

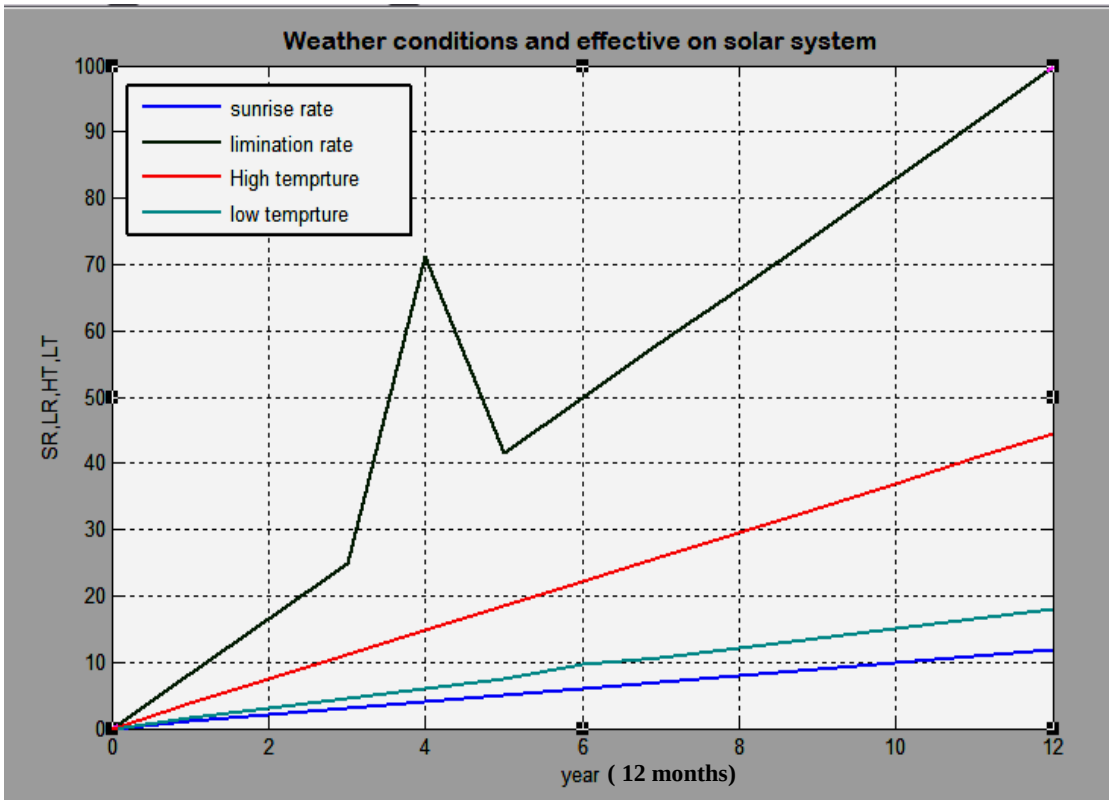


Fig (5-5)

4-5. دراسة توضح عمر الخلية وكفاءتها في نظام الطاقة الشمسية :

1.4-5 المنحنيات :

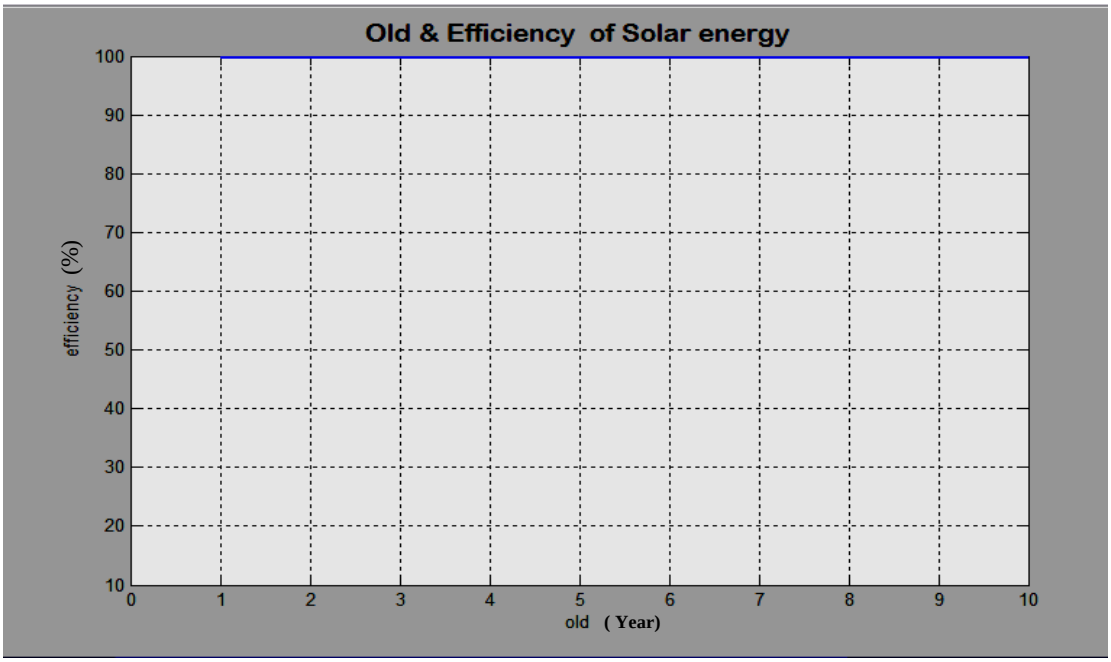


Fig (5-6)

ملحوظة :

لا يوجـد عمـر افتراضـي للوحـة الشمسـية . وتظـل الكفـاءة 100% لا تقـل إلا حدث تلف في الخلية .

هذا النوع من الخلايا من شركة BP .

5-5 صور مأخوذة من الجانب العملي :

5-5-1 إضـاءة حمـل واحـد (مصـباح يعمـل بالتيـار المسـتمر 15 وات) مباشـرة مـن الخلية الشمسية :

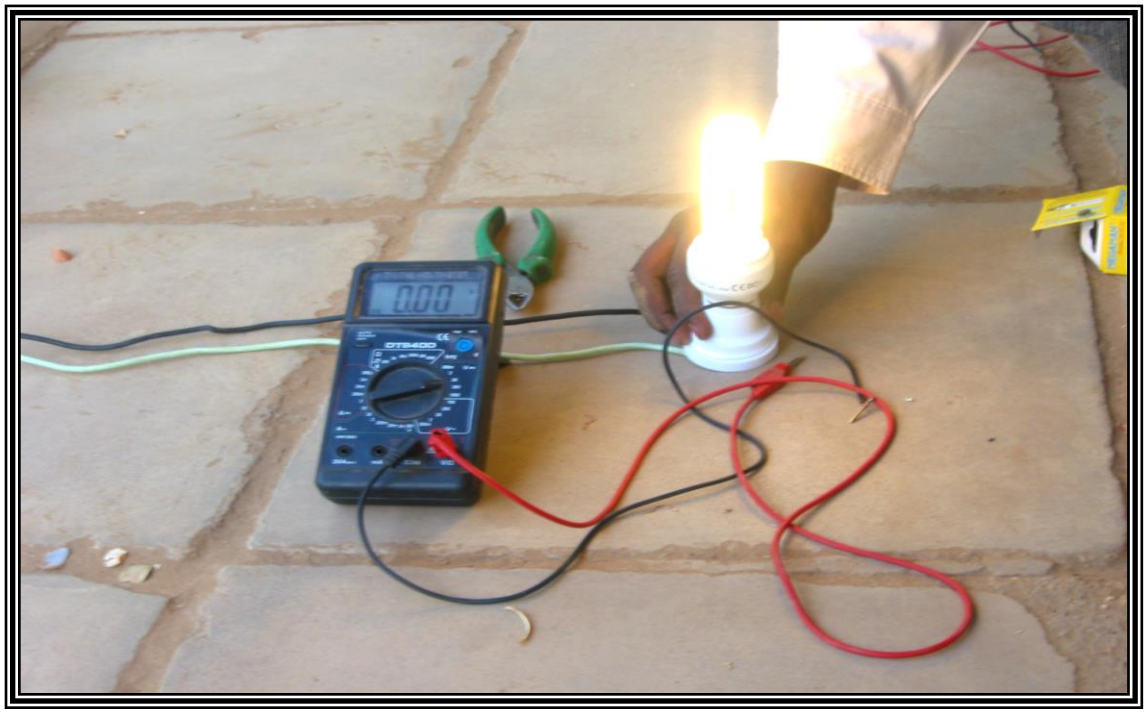


Fig (5-7)

5-5-2 مكونات منظومة تعمل بالتيار المستمر :

Fig (5-8)

5-5-3 صورة أثناء تنفيذ المشروع :

Fig (5-9)

4-5-5 قراءة الجهد على أطراف منظم الشحن (Volt DC) :

Fig (5-11)

المراجع :

1. الطاقــة الشمســية الأســس والمبــادئ ونظــم تطبيقــات التحويــل الحــراري لهــا – معهــد أبحاث الطاقة – د. عثمان ميرغني محمد .
2. الطاقة ومصادرها المختلفة – د. أحمد مدحت إسلام .

3. www.cdd.gotevot.edu.sa

التوصيات والمقترحات

نوصي نحن الباحثون بتطبيق نظام الطاقة الشمسية بصورة أوسع علي مستوي السودان ومن المقترح أن يأتي الطلاب الذين من بعدنا بتطبيق هذا المشروع وإضافة Inverter للاستفادة من الطاقة المخزونة في البطاريات DC والاستفادة منها في التيارات المترددة AC لإغراض مختلفة في مناطق متعددة بعيدة عن المدن والضواحي (المناطق الخلوية) كما قمنا نحن الباحثون بتطبيق هذا المشروع.

نقترح إضافة Inverter لتحويل التيار المستمر الى تيار متردد وبإمكان الطلاب الذين من بعدنا والمهتمين بهذا المجال تنفيذ هذا المشروع بالكلية.

المنظومة التى قمنا بدراستها واجراء التجارب عليها بهيئة سكك حديد السودان بعطبرة نقترح تركيبها بالكلية.

نقترح أن يكون من مشاريع الفصول التالية تصميم الـ Invertor واستخدامه مع منظومة التيار المستمر.

كما نقترح نحن الباحثون بتنفيذ هذا المشروع في هذه الكلية وإنارة ورشة كاملة تعمل بالطاقة الشمسية والقيام بالتوصيلات المختلفة لها.

الخلاصة :

في هذا المشروع تمت مناولة كل جزء من مكونات الطاقة الشمسية على حده . تمت دراسة أسس مبادئ الطاقة الشمسية ونظم تطبيقات التحويل الحراري لها والعوامل المؤثرة على الإشعاع الشمسي وتفصيل للخلية الشمسية وطرق توصيلها وكيفية وضعها في الاتجاه المناسب مع الشمس و تجميع الطاقة بواسطة هذه الخلية .

ثم تناولت الدراسة أيضاً طرق شحن هذه الطاقة إلى البطاريات عن طريق منظمات الشحن وأيضاً أنواع البطاريات وصيانتها وطرق المحافظة عليها وتفصيل كامل لمنظم الشحن وتوصيله والتعرف على لمبات البيان التي يحتوي عليها منظم الشحن وبيان كل لمبة ووظيفتها .

يوضح أيضا تصميم أنظمة الطاقة المختلفة وبيان نظاميها المستمر والمتردد وأجريت التجارب المعملية لنظامين يعملا بالتيار المستمر وأجريت بعض الدراسات وتم رسم منحنياتها ودوائر التشغيل.

تم أخذ صور من الجانب العملي توضح كيفية التعامل مع المعدات المختلفة وطريق قياس الجهود والتيارات وكيفية الإنارة عن طريق الطاقة الشمسية .