دليـــل تدريبـــى

لمشـــروع الطاقة الشمسية في دارفور

الذي يمـوله صنـدوق قطـــر للتنميـــة

في إطار صندوق الأمم المتحدة لإعادة الإعمار والتنمية في دارفور

REPUBLIC OF SUDAN
جمهورية السودان

UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

QATAR FUND
FOR DEVELOPMENT
صندوق قطر للتنمية

دليل الطالب للكهرباء الشمسية في دارفور
هو مشروع ممول من صندوق قطر للتنمية في إطار صندوق الأمم المتحدة لإعادة الإعمار والتنمية في دارفور وقد تم تنفيذ هذا المشروع من قبل منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم مركز ابحاث الطاقة بالسودان.

أعد الدليل:
الدكتور عزمي طه
خبير فى الطاقة الشمسية والإكترونيات، أمين الشئون العلمية لاكاديمية المنهل الجامعية للعلوم

بمشاركة:
الدكتور دانكان بريوا
الخبير فى الطاقة المتجددة.

مديرة المشروع:
السيدة لورانس أنسمرم
من إدارة تطوير الأعمال الزراعية برئاسة اليونيدو

مساعدة المشروع:
السيدة سابرينا غاسبريتي
من إدارة تطوير الأعمال الزراعية برئاسة اليونيدو

المنسق الوطنى للمشروع:
السيدة عازة بدري
من المكتب القطرى لليونيدو بالسودان

الطابعون: **سينان العالمية للطباعة**

UN Darfur Fund

QATAR FUND FOR DEVELOPMENT
صندوق قطر للتنمية

UNIDO
UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية UNIDO هي وكالة متخصصة من وكالات الأمم المتحدة تعمل على تشجيع التنمية الصناعية الشاملة بهدف الحد من الفقر، وتحقيق عولمة شاملة واستدامة بيئية.

العنوان
منظمة الامم المتحدة للتنمية الصناعية
مكتب السودان
مبنى رقم ١٠ الخرطوم شرق
شارع ٢٥، العمارات
الخرطوم- السودان
تلفون: +249-183-460342
بريد الكترونى: office.sudan@unido.org

فهرس المحتويات

مقدمة:	٤
١. مقدمة عن الطاقة الشمسية	٥
١,١ الإشعاع الشمسي	٥
٢,١ العوامل التي تؤثر على قيمة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح أفقي	٧
٣,١ أجهزة قياس الإشعاع الشمسي	٨
٣,١.١ البيرانوميتر	٨
٣,١.٢ السولاريميتر	٩
٣,١.٣ الخلية الشمسية	٩
٤,١ تمرين عملي رقم1، قياس شدة الإشعاع الشمسي	١٠
٥,١ قاعدة معلومات الطاقة الشمسية في السودان	١٠
٢. أجهزة القياس	١١
١,٢ الافوميتر	١١
١,٢,١ الافوميتر التماثلي	١١
٢,١,٢ الافوميتر الرقمي	١١
٢,٢ الثيرموميتر	١٣
٣,٢ الكلامبميتر	١٤
٤,٢ تمرين عملي رقم٢، طريقة استعمال الافوميتر	١٥
١,٤,٢ المقدمة	١٥
٢,٤,٢ قياس فرق الجهد	١٥
٣,٤,٢ قياس شدة التيار	١٦
٤,٤,٢ المقاومة	١٦
٥,٢ الاوسيليسكوب	١٦
٦,٢ التمارين:	١٧
٣. تحويل الطاقة الشمسية	٢٠
١,٣ التحويل الحراري	٢٠
٢,٣ التحويل الفوتوفولتائى أو الكهروضوئي	٢٠
٣,٣ التمارين	٢١
٤. الخلايا الشمسية	٢٢
١,٤ الخلايا الكهروضوئية (أو الخلايا الشمسية)	٢٢
٢,٤ كيفية تصنيع وعمل الخلايا الشمسية	٢٢
٣,٤ أنواع الخلايا الشمسية	٢٤
٤,٤ الدائرة الكهربائية للخلية الشمسية	٢٥

٥,٤	التمارين	٢٨
٥.	**لوحات الخلايا الشمسية**	**٢٩**
١,٥	تركيب لوحة الخلايا الشمسية	٢٩
٢,٥	كيفية وضع لوحات الخلايا الشمسية	٣٣
٣,٥	تمرين عملي رقم ٣، توصيلات لوحات الخلايا الشمسية	٣٣
١,٣,٥	التوصيل على التوازي	٣٣
٢,٣,٥	التوصيل على التوالي	٣٤
٣,٣,٥	التوصيل توالي - توازي	٣٦
٤,٥	التمارين	٣٧
٦.	**أنظمة الخلايا الشمسية**	**٣٩**
١,٦	مكونات أنظمة الخلايا الشمسية	٣٩
٢,٦	التطبيقات	٤١
٣,٦	التمارين	٤٢
٧.	**البطاريات**	**٤٣**
١,٧	تخزين الطاقة في الأنظمة الكهروضوئية	٤٣
٢,٧	تعريفات ومصطلحات	٤٣
٣,٧	البناء الداخلي للبطارية	٤٤
٤,٧	أنواع البطاريات:	٤٤
١,٤,٧	البطاريات السائلة	٤٤
٢,٤,٧	البطاريات الجافة	٤٥
٥,٧	تمرين عملي رقم ٤ طريقة ملأ وشحن البطارية	٤٦
٦,٧	تقسيم البطاريات من حيث عمق التفريغ	٤٦
١,٦,٧	بطاريات ضحلة التفريغ	٤٦
٢,٦,٧	بطاريات عميقة التفريغ	٤٧
٧,٧	صيانة البطارية الدورية	٤٨
٨,٧	شحن البطارية	٤٨
٩,٧	تمرين عملي رقم ٥، طريقة توصيل البطاريات	٤٩
١٠,٧	العوامل التي تؤثر على أداء البطاريات	٤٩
١١,٧	التمارين	٥١
٨.	**منظمات شحن البطارية**	**٥٤**
١,٨	تعريف	٥٤
٢,٨	أنواع منظم الشحن من حيث التصنيع	٥٤
٣,٨	تمرين عملي رقم ٦، طريقة توصيل منظمات الشحن	٥٦

٤,٨ التمارين	٥٨
٩. مبدلات أو محولات التيار	**٥٩**
١,٩ مقدمة وتعريف	٥٩
٢,٩ أنواع مبدلات التيار	٥٩
١,٢,٩ مبدل تيار ذو موجه جيبيه	٦٠
٢,٢,٩ مبدل تيار ذو موجه جيبيه معدلة	٦١
٣,٢,٩ مبدل تيار ذو موجه مربعة	٦١
٣,٩ طرق حماية مبدلات التيار	٦٢
٤,٩ المواصفات الفنية لمبدل التيار	٦٣
٥,٩ التمارين	٦٤
١٠. بعض التطبيقات العملية لأنظمة الخلايا الشمسية	**٦٥**
١,١٠ أنظمة الإنارة بالطاقة الشمسية	٦٥
٢,١٠ استخدام الخلايا الشمسية في الإتصالات	٦٦
٣,١٠ مضخات المياه الشمسية	٦٧
٤,١٠ الثلاجات الشمسية لحفظ الأمصال	٦٩
٥,١٠ تمرين عملي رقم ٧، تطبيقات أنظمة الخلايا الشمسية	٦٩
١,٥,١٠ أنظمة الإنارة	٦٩
٢,٥,١٠ شحن البطاريات	٦٩
٣,٥,١٠ مضخات المياه الشمسية	٦٩
٤,٥,١٠ الثلاجات الشمسية	٦٩
٦,١٠ التمارين	٧٠
١١. مزايا وعيوب الطاقة الشمسية	**٧١**
١,١١ مزايا الطاقة الشمسية	٧١
٢,١١ عيوب الطاقة الشمسية	٧١
٣,١١ التمارين	٧٢
١٢. تصميم أنظمة الخلايا الشمسية	**٧٣**
١,١٢ المتطلبات	٧٤
٢,١٢ تمرين عملي رقم ٨، تصميم أنظمة الخلايا الشمسية	٧٤
١,٢,١٢ تحديد لوحات الخلايا الشمسية	٧٤
٢,٢,١٢ تحديد سعة بطاريات الشحن	٧٥
٣,٢,١٢ تحديد مواصفات منظم الشحن	٧٥
٤,٢,١٢ تحديد مواصفات المبدل أو المحول	٧٥
المراجع	٧٦

مقدمة

الطاقة الشمسية التي نستقبلها على سطح الأرض في شكل شعاع شمسي قد استخدمها الانسان منذ العصور القديمة في بعض التطبيقات الهامة لحياته مثل التسخين والتجفيف.

وعلى مدى السنوات القليلة الماضية، نما قطاع الطاقة الشمسية بنسبة أسرع من أي مصدر آخر للطاقة، وانخفض سعر المعدات لأكثر من ٨٠٪ منذ عام ٢٠٠٥م، مما جعل الطاقة الشمسية أكثر قدرة على المنافسة مع المصادر التقليدية للطاقة مثل النفط والغاز والطاقة النووية. تتطلب زيادة الاهتمام بالطاقة الشمسية وتوسيع نطاق استخدامها إعادة تأهيل وتدريب الموارد البشرية القادرة على التعامل مع هذه الأنظمة.

هذا الكتاب المدرسي المعنون **"تقانة الطاقة الشمسية (الكهروضوئية)"** مخصص لطلاب دورة الهندسة الثالثة (المسار) في المدارس الثانوية الفنية. يحتوي الكتاب على ١١ وحدة؛ الوحدة الأولى معنية بمفاهيم الطاقة الشمسية ومواردها. الوحدة الثانية تتعامل مع أجهزة القياس. وتتعامل الوحدات الثلاث التالية مع تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء باستخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية (Photovoltaic) PV ولوحات الخلايا الشمسية الكهروضوئية، وتحديد مواصفاتها الفنية وشرح أساليبها في التوصيل الكهربائي. تقدم الوحدات من ستة إلى تسعة التصميم العام للأنظمة الشمسية الكهروضوئية ومكوناتها التي تناقش بالتفصيل بطاريات التخزين ووحدات التحكم في شحن البطارية ومحولات التيار. تقدم الوحدة ١٠ بعض تطبيقات الطاقة الشمسية. مزايا وعيوب استخدام الطاقة الشمسية نجدها في الوحدة ١١. تعطي الوحدة الأخيرة مفهوم نظام التصميم والتركيب والصيانة.

تم إعداد هذا الكتاب للاستخدام من قبل أي شخص يهتم بتطوير معرفته وقدراته الفنية في مجال الأنظمة الشمسية الكهروضوئية. ويستهدف الكتاب أيضا من يرغبون في المشاركة في توريد وتركيب وتشغيل وصيانة المكونات المختلفة للأنظمة الشمسية (الكهروضوئية).

١. مقدمة عن الطاقة الشمسية

١,١ الإشعاع الشمسي

تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة في العالم، حيث تصلنا هذه الطاقة في صورة موجات كهرومغناطيسية لها طيف وأطوال موجات محددة. ويتكون طيف الشمس من الآتي:

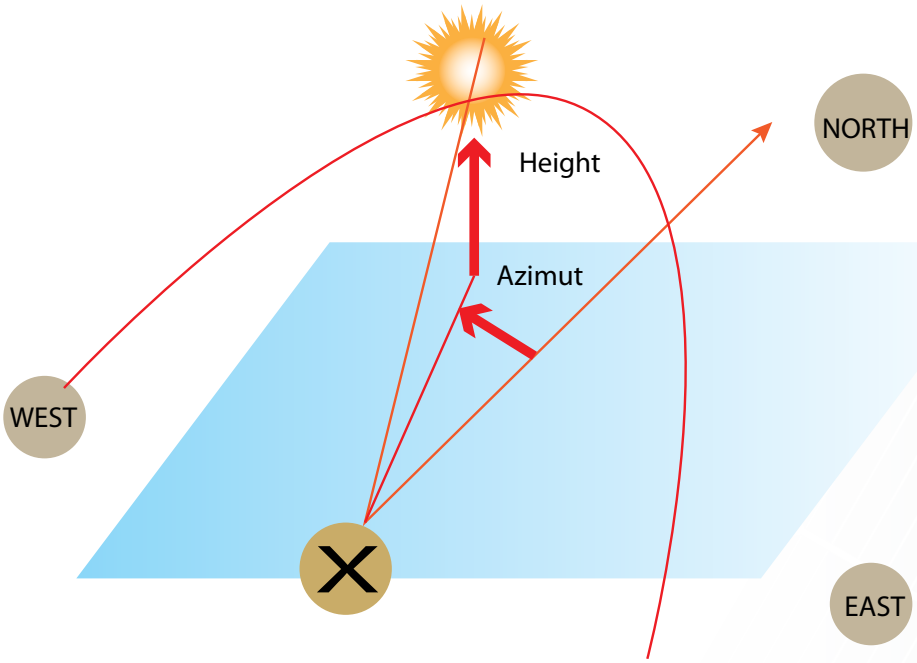
١. طيف الأشعة فوق البنفسجية ٩٪.
٢. طيف الضوء المرئي ٤٧٪.
٣. طيف الأشعة دون الحمراء ٤٤٪.

تنقسم نوعية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض في صورة شعاع إلى قسمين:

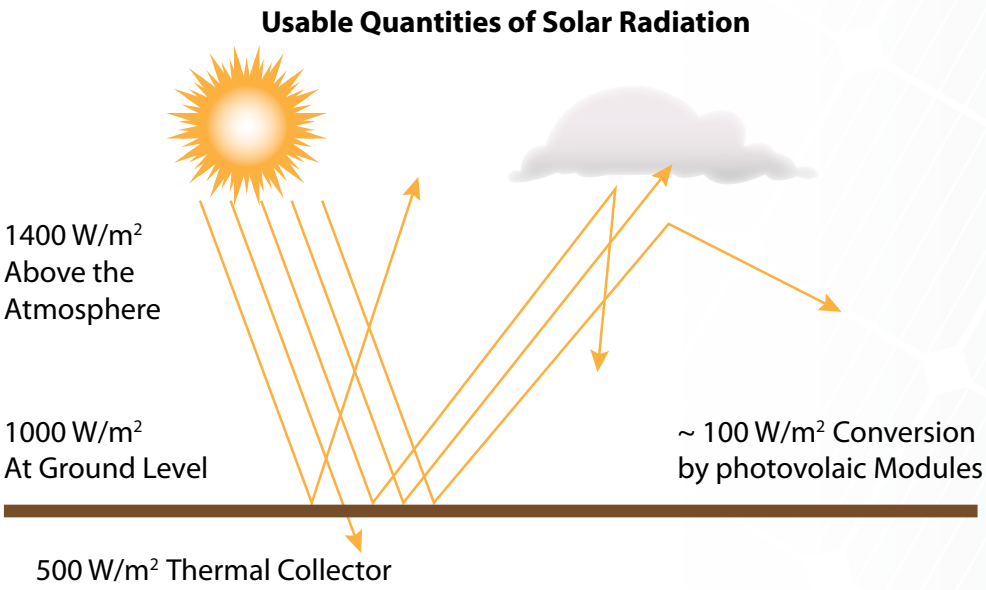
١. أشعة شمسية مباشرة وهي الأشعة التي تصل من الشمس مباشرة بدون أن تتعرض الى تشتت أو انعكاس أثناء مرورها خلال الغلاف الجوي.
٢. أشعة شمسية غير مباشرة وهي الأشعة التي تصل من الإتجاهات المختلفة نتيجة لإنعكاس وتشتت أشعة الشمس أثناء مرورها خلال الغلاف الجوي.

عنـد تصميم أي جهاز يعمل على الاسـتفادة من الطاقة الشمسـية يجب ملاحظة أن هذه الطاقة متغيرة في قيمتها ومتقطعة في وجودها وذلك للأسباب الآتية:

١. حركة الشمس الظاهرية من الشروق إلى الغروب، يجعل قيمة الطاقة الشمسية الساقطة على سـطح أفقي على سـطح الارض تبدأ من الصفر عند شروق الشـمس ثم تتزايد حتى تصـل الى قمتهـا عند حوالي منتصف النهار وبعد ذلك تبـدأ في النقصان الى أن تزول عند غروب الشمس.
٢. الطاقة الشمسية نستفيد منها فقط أثناء النهار ولذلك فهي متقطعة.
٣. حركة دوران الأرض حول الشمس والتي ينتج منها الفصول الأربعة تجعل قيمة الطاقة الشمسية تتغير من فصل الى أخر ومن شهر الى أخر.



الشكل ١: يوضح حركة الشمس الظاهرية



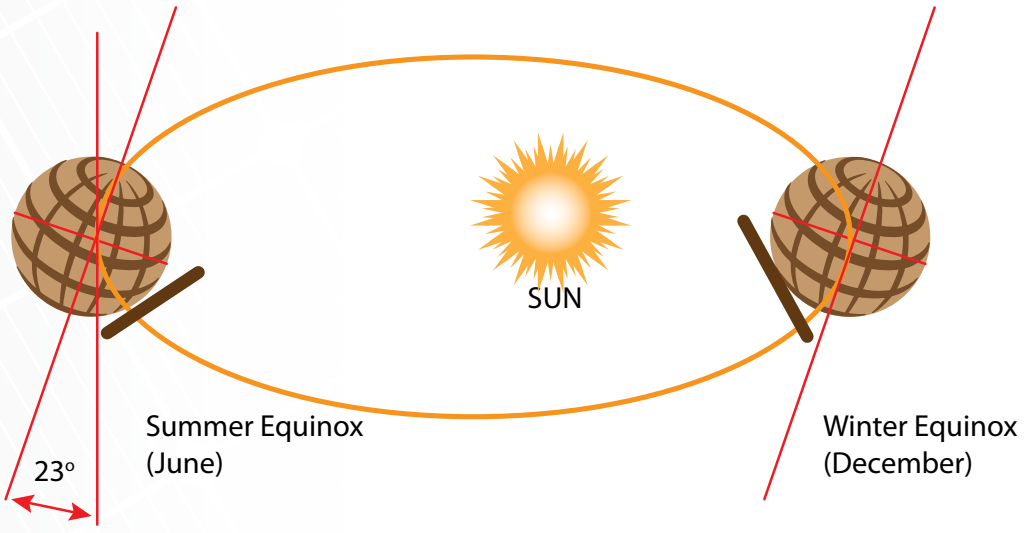
الشكل ٢: يوضح الكميات القابلة للاستخدام من الإشعاع الشمسي

٢,١ العوامل التي تؤثر على قيمة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح أفقي

هنالك عوامل تؤثر في معدل الإشعاع الشمسي المستقبل بواسطة النظم الشمسية، وتتمثل هذه في تغيير الفصول السنوية وموقع السطح المستقبل من حيث خط العرض وزاوية ميلانه بالنسبة لاتجاه الحزم الإشعاعية الساقطة، هذا المعدل يمكن أن ينقص أو يزيد بنسب متفاوتة حسب هذه المؤثرات. إضافة إلى ذلك فإن المنظومات التي تقوم بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية تستطيع - في الغالب عملياً - تحويل جزءٍ يسيرٍ من الإشعاع المتوفر بالنسبة لمنظومات التحويل الشمسي الكهروضوئي.

يمكن تلخيص هذه العوامل في النقاط الآتية :

١. الموقع أو خط العرض.
٢. فصول السنة (الصيف أو الشتاء مثلاً).
٣. العوامل الجوية مثل السحب والغبار.
٤. درجة الحرارة.
٥. الزمن أثناء اليوم.



الشكل ٣: يوضح حركة دوران الأرض حول الشمس (الفصول)

٣,١ أجهزة قياس الإشعاع الشمسي

هنالك حوجه لقياس قدرة شدة الإشعاع الشمسي، وأيضاً الطاقة التراكمية أثناء فترة سطوع الشمس.

و تقاس القدرة اللحظية للطاقة الشمسية بالواط في المتر المربع وهي تمثل الطاقة الساقطة عليه في الثانية.

الطاقة التراكمية تعتمد على شدة الإشعاع الشمسي وساعات سطوع الشمس أثناء اليوم. من هذه القياسات يمكن إيجاد متوسط طاقة الإشعاع الشمسي اليومي لكل شهر من شهور السنة بالجول /م٢ /يوم أو بالكيلوواط ساعة/ م٢/ يوم.

١ كيلوواط ساعة/ م٢/ يوم = ٣,٦ ميقاجول /م٢ /يوم

هنالك عدة أجهزة لقياس شدة الإشعاع الشمسي من أهمها:

١,٣,١ البيرانوميتر (Pyranometer)

الشكل ٤: يوضح جهاز البيرانوميتر (Pyranometer)

٢,١,٣ السولاريميتر (Solarimeter)

الشكل ٥: يوضح جهازالسولاريميتر (Solarimeter)

- يمكن أيضاً استخدام الخلية الشمسية (Reference Cell) لقياس شدة الإشعاع الشمسي:

٣,١,٣ الخلية الشمسية (Reference Cell)

الشكل ٦: يوضح خلية شمسية (Reference Cell)

٤,١ تمرين عملي رقم١، قياس شدة الإشعاع الشمسي

٥,١ قاعدة معلومات الطاقة الشمسية في السودان

الجدول أدناه يوضح كميات الطاقة الشمسية الكلية والمنتشرة في بعض مدن السودان

الجدول ١: يوضح المتوسط اليومي الشهري للإشعاع الشمسي الكلي ميجا جول /م٢ /يوم

الشهر	دنقلا	بورتسودان	ود مدني	أبو نعامة	الفاشر	كادوقلي	غزالة جاوزت
يناير	١٩,٢٣	١٥,٣٣	٢١,٣٩	٢١,٧٦	٢٠,٧١	٢١,٢٣	٢٠,٥٢
فبراير	٢١,٠٩	١٩,٤٢	٢٣,٤٦	٢٤,٨	٢٣,٤٦	٢٢,٨٣	٢٢,٤٨
مارس	٢٤,٩٨	٣٢,٤٨	٢٤,٩٤	٢٦,٥٥	٢٤,٧	٢٣,١٣	٢٣,٣٦
أبريل	٢٥,٨١	٢٥,٩٦	٢٦,٠٣	٢٦,٠٧	٢٥,٤٣	٢٣,٩٧	٢٣,٥٧
مايو	٢٥,٨٨	٢٥,٣٨	٢٦,٤٤	٢٦,٠٢	٢٥,١٠	٢١,٢٥	٢٣,٥٣
يونيو	٢٥,٦٨	٢٦,٠٨	٢٤,٠٥	٢٣,٨٣	٢٣,٩٢	١٩,٢٣	٢١,٦٥
يوليو	٢٤,٥٤	٢٢,٦٩	٢٢,٧٦	٢٢,١٢	٢٢,٤٥	٢٠,٠١	٢٠,٤٧
أغسطس	٢٣,٧٤	٢٢,٧٦	٢٣,٤٨	٢٢,٦	٢٣,٣	١٨,١٥	٢١,٢٣
سبتمبر	٢٢,٩٢	٢٢,٦١	٢٣,٤٨	٢٣,٨٤	٢٣,٣	١٨,٥٧	٢١,٣١
أكتوبر	٢٢,٠٤	٢,٥٣	٢٢,٦٧	٢٢,٤٧	٢٢,٧٦	٢٠,١٣	٢١,٣٩
نوفمبر	١٩,٨٤	١٦,٩٢	٢١,٦٣	٢٢,٠١	٢١,٨٨	٢١,٧٧	٢١,٢٣
ديسمبر	١٨,٤١	١٥,١٤	٢٠,٧٢	٢٠,٦٧	٢٠,٥٨	٢٢,٦٦	٢٠,٣٥
المتوسط	٢٢,٨٥	٢١,٣٦	٢٣,٣٧	٢٣,٣٢	٢٣,٠٣	٢١,٨	٢١,٦

السودان كغيره من الأقطار الواقعة بين المدارين يمتاز بموقع جغرافي ممتاز، حيث يتدرج مناخه من صحراء في أقصى الشمال إلى المناخ الاستوائي في أقصى جنوبه، وهذا التدرج المناخي يجعل السودان من الدول الغنية بموارد الطاقة الشمسية على مدار العام في أكثر ولاياته، خاصة في الأجزاء الشمالية منه. حيث يتراوح عدد ساعات سطوع الشمس بين ١٠ إلى ١٢ ساعة في اليوم. ويبلغ معدل الإشعاع الشمسي السنوي فيه ما بين ١ إلى ١٠ بليون جول للمتر المربع على السطح الافقي. ويمكن أن يزيد هذا المعدل للأسطح التي توضع بزاوية ميل مناسبة في تجاه خط الإستواء بمعدل قد يصل إلى حوالي ١٠٪ أو يزيد.

يلاحظ أن معدل الإشعاع الشمسي عالي جداً في المحطات التي تقع في معظم الولايات الشمالية ويتدرج ليصل أدني مستوياته في الولايات الجنوبية. بسبب السحب المتراكمة في الغالب، أيضاً يلاحظ انخفاض معدلات الإشعاع لبعض المدن في الوسط والشمال في بعض فصول السنة ويرجع ذلك الي تكاثر السحب والغبار في هذه الفترات.

٢. أجهزة القياس

١,٢ الافوميتر (AVOmeter)

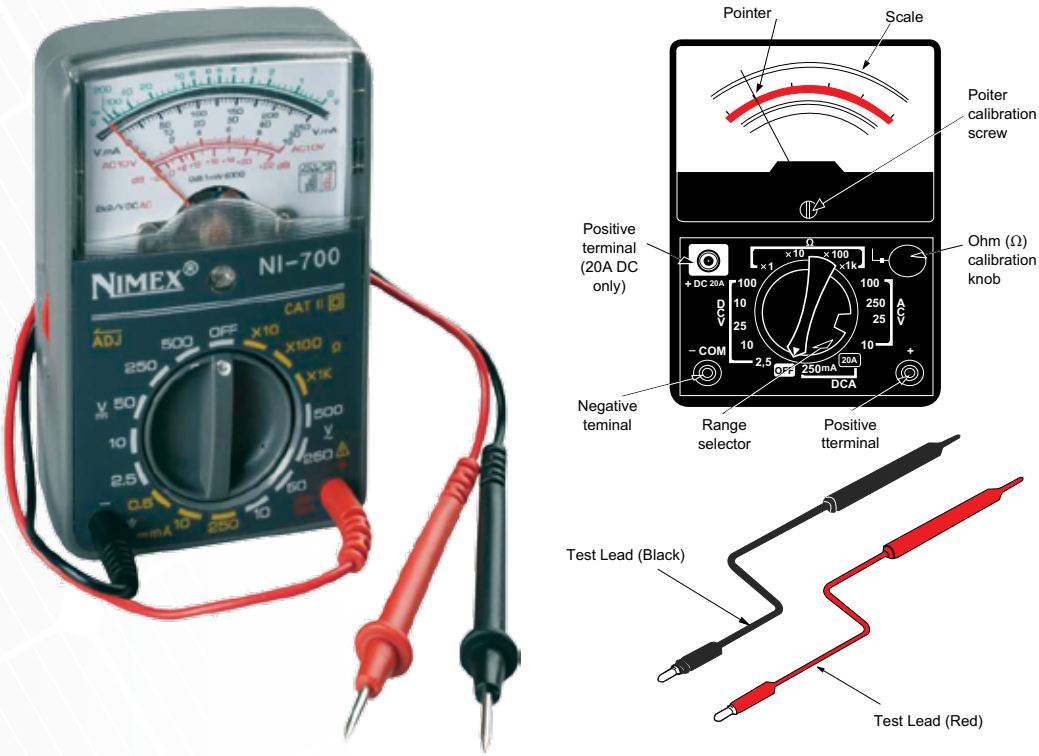
هو جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد، و شدة التيار، والمقاومة، وهو نوعان:

أ- الافوميتر التماثلي أو الميكانيكي.

ب - الافوميتر الرقمي.

١,١,٢ الأ فوميتر التماثلي (Analog AVOmeter):

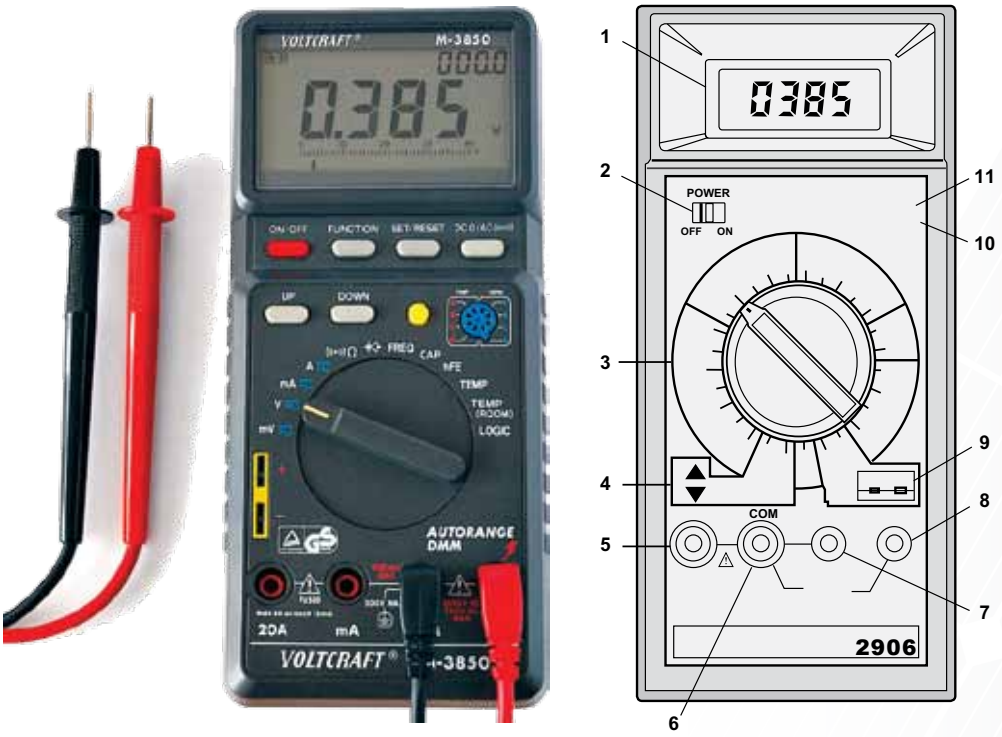
ويستخدم في حساب قيمة (فرق الجهد، و التيار والمقاومة) ويستخدم نظام المؤشر عند القراءة وفي هذه الحالة يجب وضع المؤشر (في الصفر) قبل استخدامه.



الشكل ٧: يوضح الافوميتر التماثلي

٢,١,٢ الأ فوميتر الرقمي (Digital AVOmeter)

يعطى قيمة (فرق الجهد، والتيار والمقاومة) بالأرقام عند القياس، وبه شاشة صغيرة توضح نوع القيمة المراد قياسها بالأرقام.



الشكل ٨: يوضح الأ فوميتر الرقمي

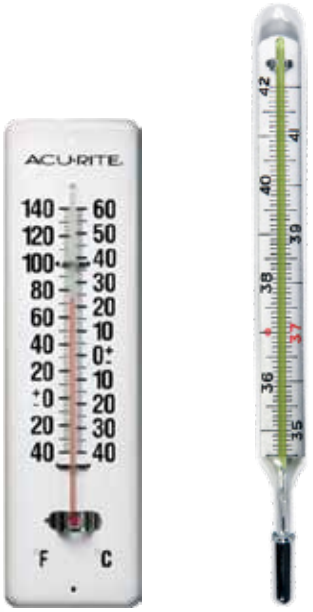
Keterangan:

1. 312 digit display (1999 maximum) with automatic decimal pt. and minus sign.
2. POWER switch.
3. Function Range Switch.
4. LOGDC Indicaters: Red LED = logic high, green LED = lower.
5. W-OHM Jack: Input for dc or ac voltage, resistance, or continuity.
6. COM Jack: Input for common or reference test lead forall measurements.
7. mA Jack Input for dc or ac currents up to 200 mA.
8. 10 A Jack: Input for currents up to 10 A.
9. TEMP TYPE K Jack: Input for Type K thermocouple.
10. hFE Jack: Input for direct insertion of npn or em transistor leads.
11. LOGIC Jack: Inputs for three pin logic test leads.

الشكل ٩: يوضح المعلومات المفتاحية للأ فوميتر الرقمي

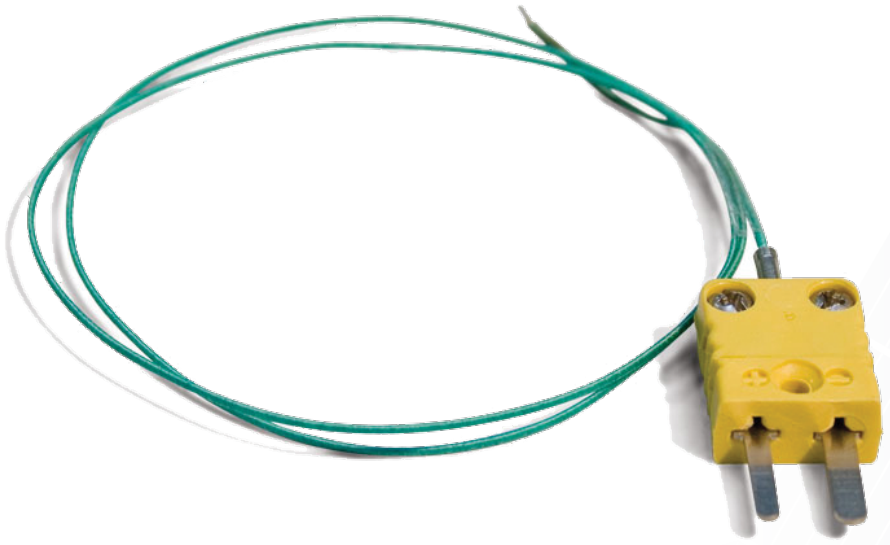
٢,٢ الثيرموميتر (Thermometer)

جهاز يستخدم لقياس درجة حرارة الخلايا الشمسية والاجواء المحيطة بها ، ووحدة قياس درجة الحرارة (درجة مئوية (C)) و(درجة فهرنهايت (F)°) .



الشكل ١٠: يوضح جهاز الثيرموميتر

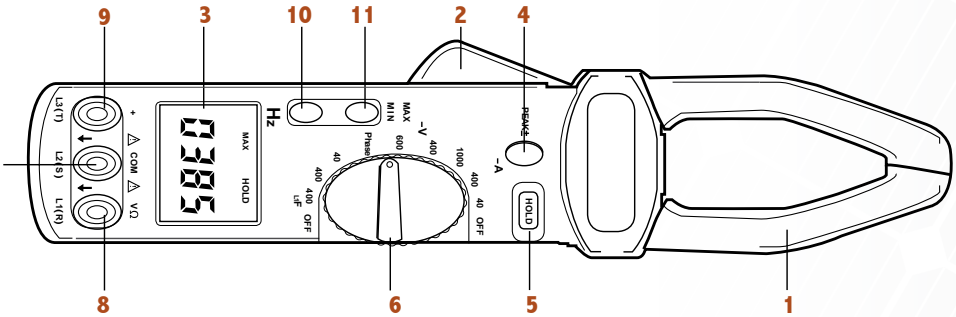
الشكل ١١: يوضح جهاز ثيرموميتر رقمي



الشكل ١٢: يوضح مجس حراري (Thermo Sensor)

٣,٢ الكلامبميتر (Clampmeter)

هو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار وذلك أثناء عمل الدائرة الكهربائية دون الحاجة لفصل الدائرة ثم أعادة توصيلها مرة أخرى.



1ـ فكا الجهاز.
2-ضاغط لفتح الفكين.
3-شاشة العرض LCD.
4-ضاغط لحفظ القيمة العظمى.
5-ضاغط لحفظ المعلومات التي على الشاشة.
6-مفتاح اختيار دوار.
7-بنانة لتوصيل الطرف COM
8-بنانة لتوصيل طرف قياس الجهد /L1/Ω
9-بنانة لتوصيل طرف القياس L3
10-ضاغط لقياس التردد
11-ضاغط لإظهار آقل واقصى قيمة للقراءة.

الشكل ١٣: يوضح جهاز الكلامبميتر

الشكل ١٤: يوضح كلامبميتر تماثلي

الشكل ١٥: يوضح كلامبميتر رقمي

٤,٢ تمرين عملي رقم٢، طريقة استعمال الافوميتر

١,٤,٢ المقدمة

عند استخدام الأ فوميتر يجب وضع المؤشر (في وسط الجهاز) بحيث يشير للشيء المراد قياسه (جهد، تيار، مقاومة) وذلك قبل استخدامه في الدائرة الكهربية، و أي خطأ في هذه الحالة يقود إلى تلف جهاز القياس.

وذلك مثلاً أ ن يكون وضع المؤشر في (الأ وم) واستعماله لقياس فرق جهد.

٢,٤,٢ قياس فرق الجهد

في حالة استخدام الجهاز لقياس فرق الجهد يوصل الجهاز على التوازي بين النقطتين المراد معرفة الجهد بينهما، بحيث يوصل الطرف السالب في الجهاز مع النقطة السالبة وموجب الجهاز مع النقطة الموجبة.

٣,٤,٢ قياس شدة التيار

عند استخدام جهاز الافوميتر لقياس شدة التيار، يوصل على التوالي مع الدائرة في النقطة المراد معرفة شدة التيار فيها مع مراعاة الاتجاهات عند التوصيل.

إذا كانت أقطاب الأفوميتر (السالب والموجب) معكوسة عند التوصيل فسوف يتحرك المؤشر في الإتجاه المعاكس. وهذا في حالة الأفوميتر الميكانيكي، أما في حالة الرقمي فتكون القراءة في الشاشة بالسالب، وفى هذه الحالة يجب عكس القطبين (قطبي الافوميتر) في الدائرة وهذا يعطى الجهاز القراءة بصورة صحيحة.

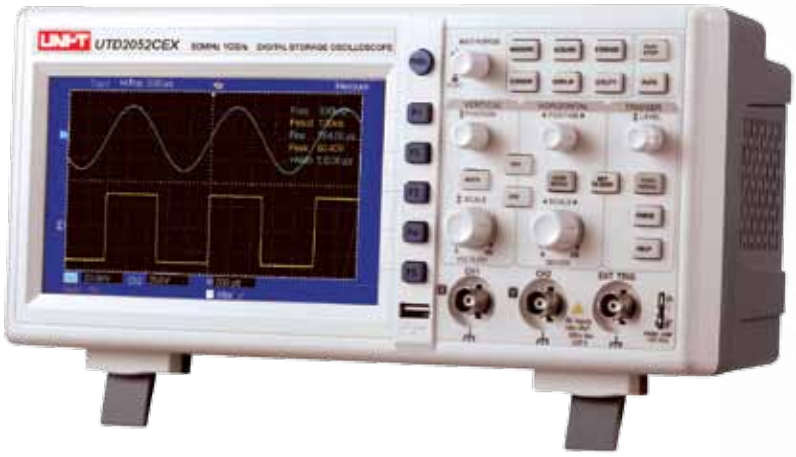
٤,٤,٢ المقاومة:

في حالة قياس المقاومة يجب توصيل الأفوميتر بين طرفي المقاومة دون اعتبار لاتجاهات السالب والموجب.

٥,٢ الأ وسيليسكوب (Oscilloscope)

هو جهاز معملي يستخدم لمعرفة نوع الموجة أو الإشارة الكهربائية وتحديد شكلها فيما إذا كانت جيبية أو مربعة مثلاً. و يعتبر الاوسيليسكوب من أهم أجهزة القياس واختبار الدوائر الإلكترونية، حيث يمكننا رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدوائر؛ وبالتالي نستطيع اكتشاف ما إذا كان يعمل بصورة صحيحة أم لا.

أيضاً يستخدم للقياسات الدقيقة للكميات الكهربائية كشدة التيار وفرق الجهد. يقوم الأوسيليسكوب بقياس فرق الجهد بطريقة مباشرة بينما يقوم بقياس التيار عن طريق قياس فرق الجهد بين طرفي مقاومة معلومة.



الشكل ١٦: يوضح جهاز الأوسيليسكوب

٦,٢ التمارين

السؤال الأول

عَرّف المصطلحات الآتية:

١. القدرة اللحظية للطاقة الشمسية.

٢. الكلامبميتر (Clampmeter).

٣. الاوسيليسكوب (Oscilloscope).

٤. البيرانوميتر (Pyranometer).

٥. السولاريميتر (Solarimeter).

السؤال الثاني

أجب باختصار عن الآتي:

١.الأشعة الشمسية التي تصل الأرض تنقسم الي:

١/..... ٢/.....

٢.الطاقة التراكمية للشمس تعتمد علي:

١/..... ٢/.....

٣. يتكون طيف الشمس من:

١/..... ٢/.....

٣/.....

٤.أُكتب ثلاثة عوامل تجعل الطاقة الشمسية متغيرة في قيمتها ومتقطعة في وجودها:

١/..... ٢/.....

٣/.....

٥.أُكتب ثلاثة أجهزة تستخدم لقياس شدة التيار وفرق الجهد:

١/..... ٢/.....

٣/.....

٦.أُكتب ثلاثة عوامل تؤثر في معدل الإشعاع الشمسي المستقبل بواسطة النظم الشمسية:

١/..... ٢/.....

٣/.....

٧.النسب المئوية لمكونات طيف الشمس هي:

١/..... ٢/.....

٣/.....

السؤال الثالث

أُرسم دائرة حول حرف الإجابة الصحيحة:

١. جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد، و شدة التيار والمقاومة ويستخدم نظام المؤشر عند القراءة وفي هذه الحالة يجب وضع المؤشر (في الصفر) قبل استخدامه:

أ. ثيرموميتر ب. أوسيليسكوب ج. آفوميتر د. كلامبميتر

٢. تقاس القدرة اللحظية للطاقة الشمسية في المتر المربع بـ:

أ. الفولت ب. الأمبير ج. الجول د. الواط

٣. تصل أشعة الشمس إلى الأرض في شكل موجات:

أ. ضوئية ب. مغناطيسية ج. كهروضوئية د. كهرومغناطيسية

٤. أفضل جهاز لقياس شدة الإشعاع الشمسي:

أ. السولاريميتر ب. البيرانوميتر ج. الافوميتر د. الخلية الشمسية

٥. تنتج الفصول الأربعة (الشتاء، الربيع، الصيف، الخريف) نتيجة لدوران الأرض حول:

أ. محورها ب. القمر ج. الشمس د. المريخ

٦. من أهم أجهزة القياس واختبار الدوائر الإلكترونية حيث يمكننا رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدوائر:
أ. ثيرموميتر ب. أوسيليسكوب ج. آفوميتر د. كلامبميتر

٧. أقصي معدل ساعات في اليوم لسطوع الشمس في السودان يتراوح ما بين:
أ. ٨ إلى ١٠ساعات ب. ١٠ إلى ١٢ ساعة ج. ١٢إلى ١٤ ساعة د. ١٠ إلى ١٤ ساعة

٨. تقاس درجات الحرارة بالنظام :
أ. المئوي ب. فهرنهايت ج. كلفن د. كل الإجابات صحيحة

٩. يمثل طيف الأشعة فوق البنفسجية من طيف الشمس نسبة قدرها :
أ. ٧ ٪ ب. ٩ ٪ ج. ٤٤ ٪ د. ٤٧ ٪

١٠. جهاز يستخدم لقياس شدة التيار وذلك أثناء عمل الدائرة الكهربائية دون الحاجة لفصل الدائرة ثم أعادة توصيلها مرة أخرى.
أ. ثيرموميتر ب. أوسيليسكوب ج. آفوميتر د. كلامبميتر

٣. تحويل الطاقة الشمسية

يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة مفيدة بعدة وسائل منها:

١,٣ التحويل الحراري (Thermal conversion)

و ذلك عند درجات حرارية منخفضة، و تستخدم فيه المجمعات الشمسية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية في درجات حرارة أقل من ٢٠٠ درجة مئوية.

٢,٣ التحويل الفوتوفولتائى أو الكهروضوئي (Photovoltaic conversion)

و تستخدم فيه الخلايا الشمسية لتحويل الطاقة الشمسية إلى تيار كهربائي مباشر.

يقوم نظام توليد الكهرباء الفوتوفولطائي بتحويل طاقة الإشعاع الشمسي بصورة مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية. و هذه الطريقة التي يتم فيها توليد الكهرباء من أشعة الشمس تعتبر طريقة مبسطة ومباشرة مقارنة بطرق توليد الكهرباء من مصادر أُخرى للطاقة.

لوحات الخلايا الشمسية التي تقوم بتحويل طاقة الشمس الي كهرباء ذات تيار مباشر ليس بها أي أجزاء متحركة ويمكنها أن تعمل بكفاءة لسنوات عديدة تفوق العشرين عاماً.

على الرغم من أن الطاقة الشمسية تصلنا من غير ثمن وهي تتجدد يومياً منذ شروق الشمس وحتى غروبها ومتوفرة تقريباً في كل مكان في العالم، يجب أن نضع في الاعتبار عند استغلالها أنها متغيرة القيمة وتوجد في فترات متقطعة.

٣,٣ التمارين

١. ماذا نعني بتحويل الطاقة الشمسية؟

٢. قارن بين التحويل الفوتوفولتائى (Photovoltaic) والتحويل الحراري (Thermal).

٤. الخلايا الشمسية (Solar Cells)

١,٤ الخلايا الكهروضوئية (أو الخلايا الشمسية)

الخليــة الشمســية هي الجهــاز الذي يقوم بتحويل ضوء الشــمس مبــاشرة إلى طاقة كهربائية ذات تيار مباشر. تصنع الخلايا الشمســية من مادة السيلكون (الرمل) التي يدخل في تركيبها بعض الشوائب.

عند سقوط أشعة الشمس على سطح الخلية الشمسية، يتم امتصاص جزء من الأشعة بواســطة مادة الخلية الشمسية حيث تتحول طاقة هذه الأشعة إلى الإلكترونات داخل الخلية مما يجعلها تتحرك عند التوصيل الخارجي لطرفي الخلية مولدة تياراً كهربائياً مباشراً.

يتناســب طردياً مقدار التيار الكهربائي المتولد بواســطة الخلية الشمســية، مع شدة الضوء الساقط على سطح الخلية.

أيضاً تتناســب الطاقة الكهربائية المتولدة بواسطة الخلية عكسياً مع درجات الحرارة حيث تقل الكفاءة عند ارتفاع درجة الحرارة.

٢,٤ كيفية تصنيع وعمل الخلايا الشمسية

يتم ذلك في عدة خطوات كالآتي :

١. الخطوة الأولى : تبدأ بصهر المادة الأولية للسليكون - وهي الرمل - بغرض تنقيتها من أي شوائب تحتوي عليها، ثم تحويلها إلى سيلكون نقي في شكل مادة متبلرة، سواء أكان ســيلكون ذا بلورة واحدة (Monocrystalline) أم سيلكون ذا بلورات متعددة (Polycrystalline). و هي تعتبر مادة شبه موصلة للكهرباء.

٢. الخطوة الثانية: هي إ ضافة قليل من ذرات مادة الفسفور التي تزيد من عدد الإلكترونات الحــرة، وبالتــالي تزيد من قابلية بلورة الســليكون عــلى التوصيل عن طريق حركة الإلكترونات. و تســمي مادة الســليكون في هذه الحالة بالنوع السالب (N-Type).

٣. الخطـوة الثالثة: هي إضافة قليـل من ذرات مادة البورون التـي تجعل عدد الإلكترونات متناقصاً مما يؤدي إلى زيادة عدد الشحنات الموجبة، و من ثَمّ تزيد من قابلية بلورة السـليكون على التوصيل عن طريق حركة الشـحنات الموجبة. و تسمي مادة السليكون في هذه الحالة بالنوع الموجب (P-Type).

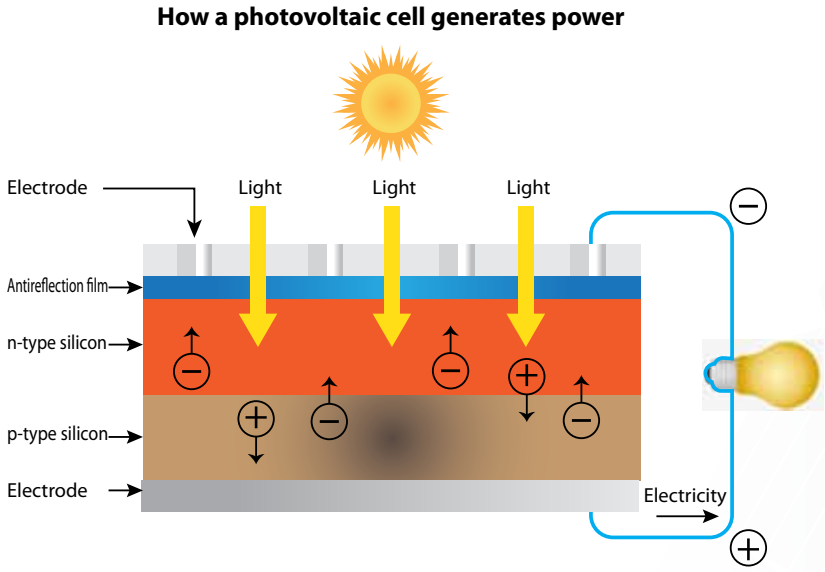
٤. الخطـوة الرابعـة : إذا قمنـا بجمع أو لصق هذيـن النوعين السـالب والموجب من بلورات السـليكون فسـوف يتكون لدينا ثنائي من هاتين المادتـين بينهما فاصل عند نقطـة الإلتقـاء وحول هـذا الفاصل يتكـون مجـال كهرومغناطيسي (P-N Junction). هذا الثنائي يمثل – ببساطة – تكوين الخلية الشمسية.

٥. الخطوة الخامسة : عند تعرض سطح الخلية لأشعة الشمس، تقوم بامتصاص الأشعة ذات القدرة العالية خاصة فوق البنفسجية فتكتسب الشحنات السالبة والشحنات الموجبـة – بمادتي السـليكون السـالب والموجب – هذه الطاقـة مما يزيد من قابليتها للحركة.

و يقوم المجـال الكهرومغناطيسي بتسريع حركة هذه الشـحنات في اتجاهين متعاكسين حول الفاصل.

(Junction)، ممـا يـؤدي إلى مرور تيار كهربائي – عنـد الدائرة – ناتج من سقوط أشعة الشمس على سطح الخلية الشمسية.

٦. الخطوة السادسة : عند سقوط أشعة الشمس على سطح الخلية الشمسية والدائرة مفتوحة، يظهر فرق جهد عند طرفي الخلية، نتيجة لنقص قيمة المجال الكهرومغناطيسي حول الفاصل عند حركة الشحنات السالبة والموجبة.

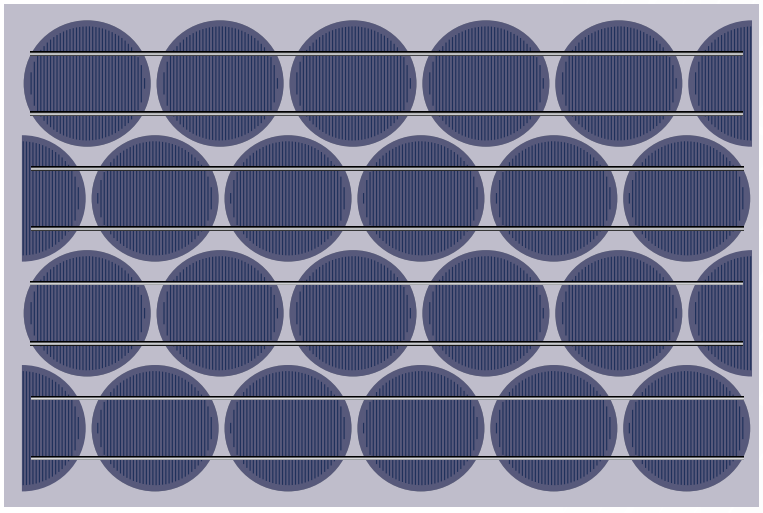


الشكل ١٧: يوضح كيفية توليد الخلايا الكهروضوئية للطاقة

٣,٤ أنواع الخلايا الشمسية

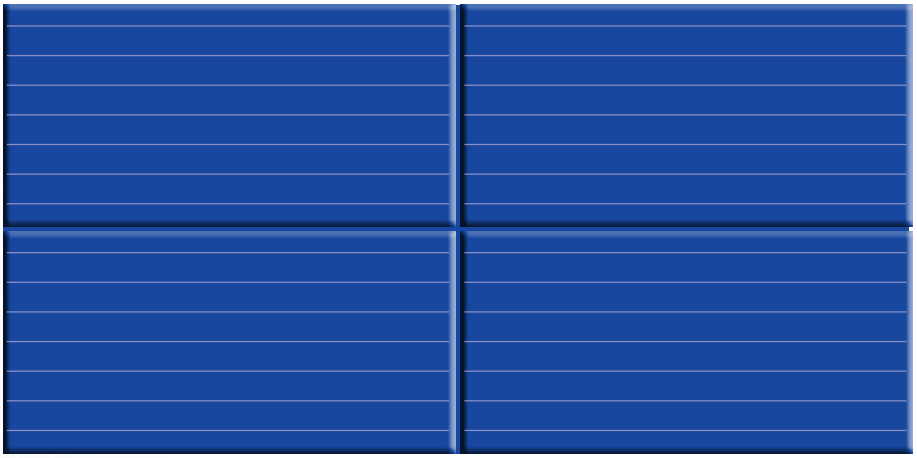
تنقسم الخلايا الشمسية إلى ثلاثة أنواع حسب نوع السيليكون المستخدم في تصنيعها كما هو موضح:

النوع الأول: خلايا سيليكون أحادية التبلر تصل كفاءتها التحويلية إلى ٢٥٪ وعمرها الافتراض يظل لأكثر من خمسة وعشرين عاماً.



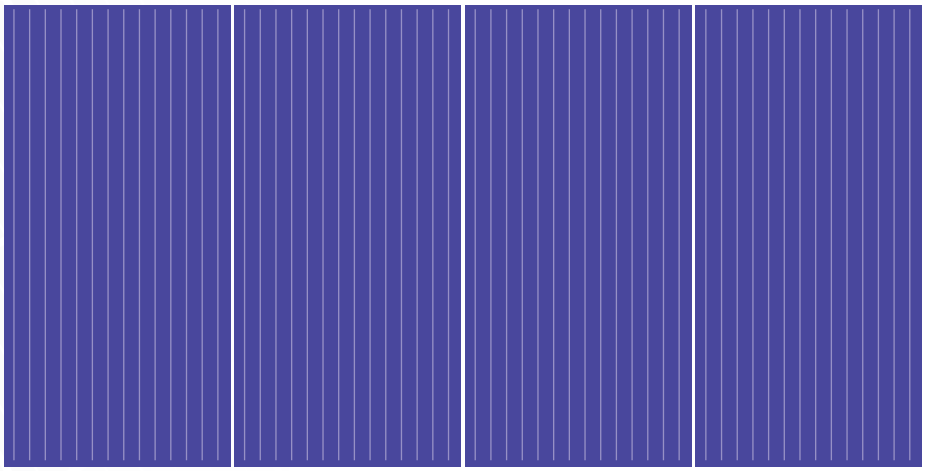
الشكل ١٨: يوضح سيليكون ذا بلورة واحدة

النوع الثاني : خلايا سيليكون متعددة التبلر



الشكل ١٩: يوضح سيليكون ذا بلورات متعددة

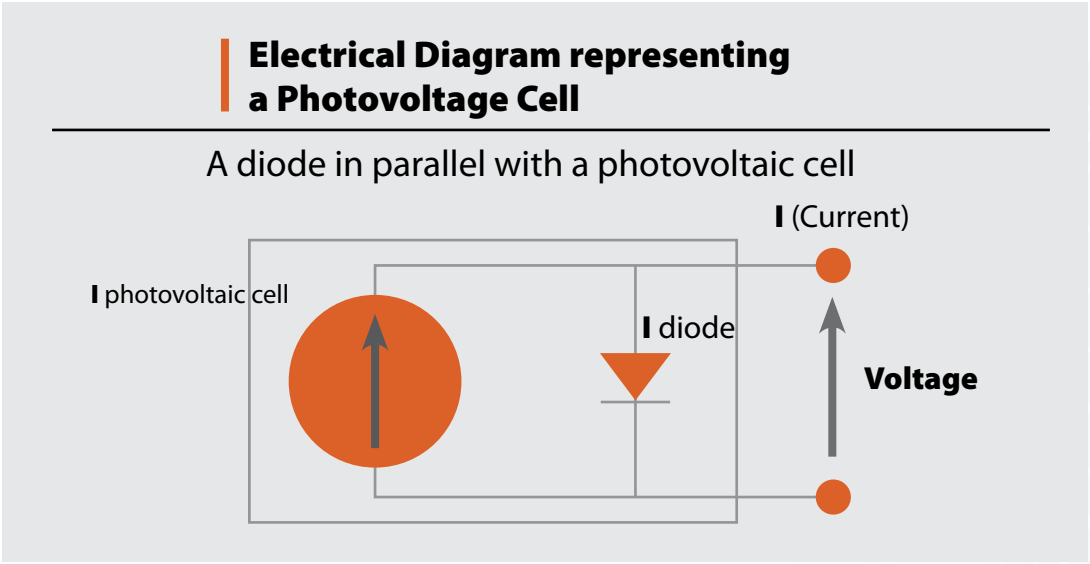
النوع الثالث: خلايا سيليكون غير متبلرة



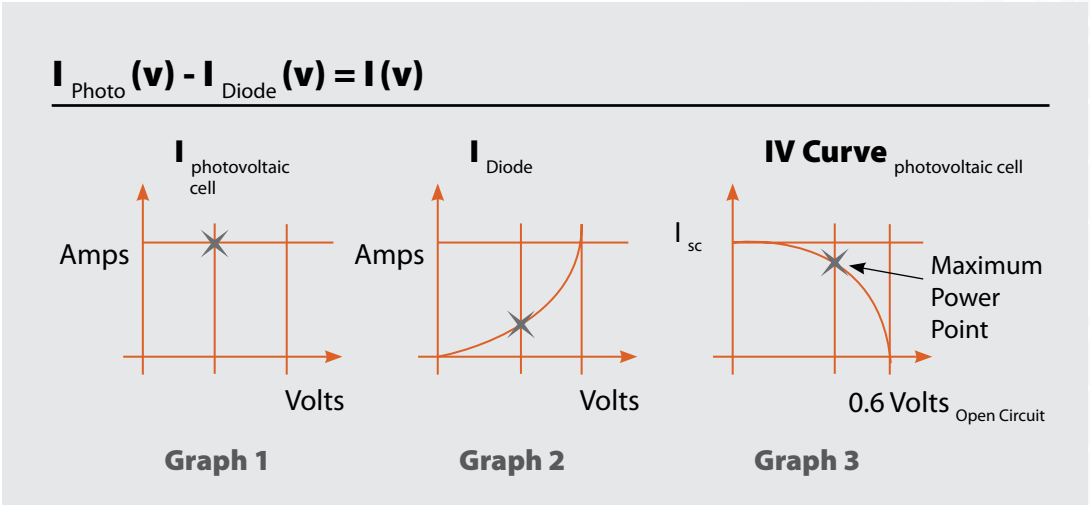
الشكل ٢٠: يوضح خلايا سيليكون غير متبلرة

٤,٤ الدائرة الكهربائية للخلية الشمسية

الدائرة الكهربائية للخلية الشمسية عبارة عن ثنائي (أو ديود) متصل بالتوازي مع مولد تيار يمثل التيار المتولد من الخلية عند تعرضها لأشعة الشمس.



الشكل ٢١: يوضح الدائرة الكهربائية للخلية الشمسية



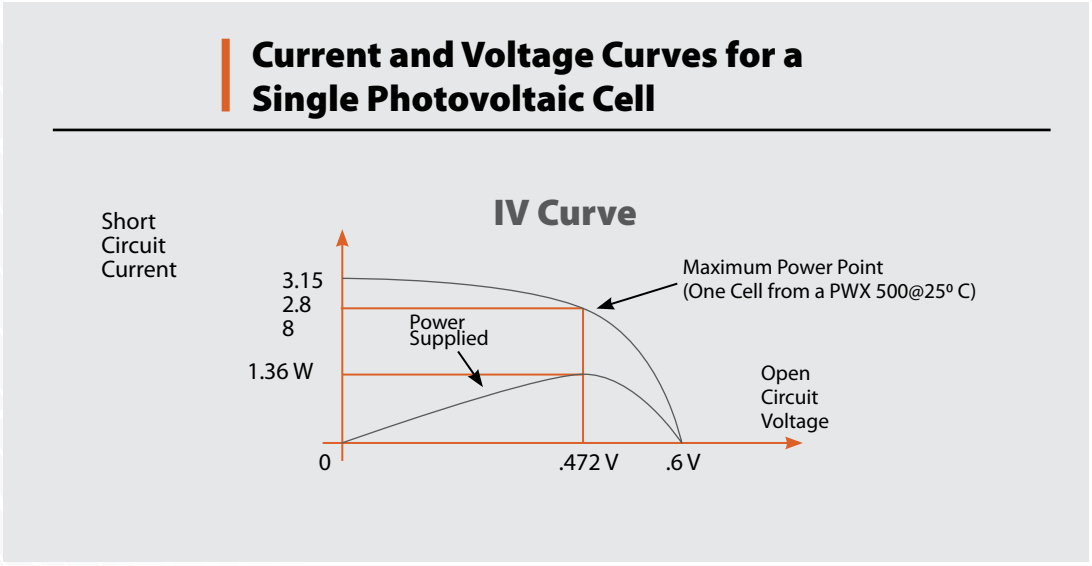
الشكل ٢: يوضح كيفية حساب التيار في الدائرة الكهربائية للخلية الشمسية

I photo : يمثل التيار المتولد في الخلية الشمسية من امتصاص أشعة الشمس.

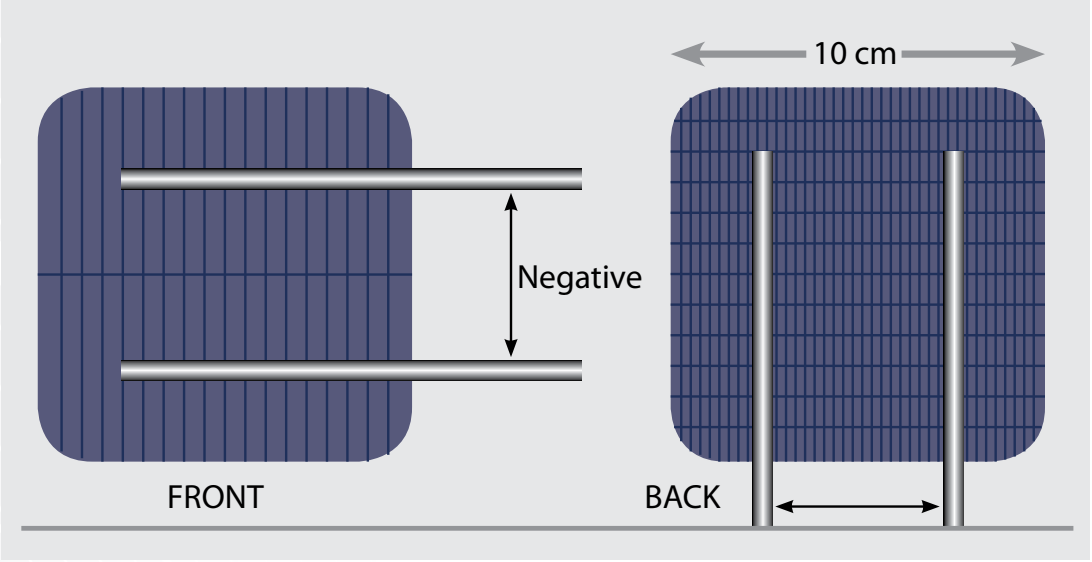
I Diode : يمثل تيار الانحياز الأمامي للخلية الشمسية عندما تكون مظلمة، و تعتبر ثنائي أو ديود.

I : يمثل التيار الكلي للخلية الشمسية عند سقوط أشعة الشمس عليها.

V: يمثل فرق الجهد بين طرفي الخلية الشمسية عند سقوط أشعة الشمس عليها ويكون عادة حوالي ٠,٥ فولت.



الشكل ٢٣: يوضح منحني الجهد والتيار



الشكل ٢٤: يوضح السطحين الأمامي والخلفي للخلية الشمسية

تقاس القدرة القصوى للخلية الشمسية (واط أقصى) عندما تسقط عليها أشعة شمسية مقدارها ١ كيلوواط على المتر المربع عند درجة حرارة ٢٣ درجة مئوية Wp.

٥,٤ التمارين:

السؤال الأول

عَرّف المصطلحات الآتية:

١.الخلية الشمسية.

٢.الدائرة الكهربائية للخلية الشمسية.

٣.سيلكون ذو بلورة واحدة

٤. ثنائى أو ديود.

السؤال الثاني

أجب عن الآتي :

١.قارن بين سيلكون ذو بلورة واحدة و سيلكون ذو بلورات متعددة (Polycrystalline) و (Amorphous silicon).

٢.ما هو الشيء الذي يزيد قابلية بلورة السليكون للتوصيل؟ ٣.

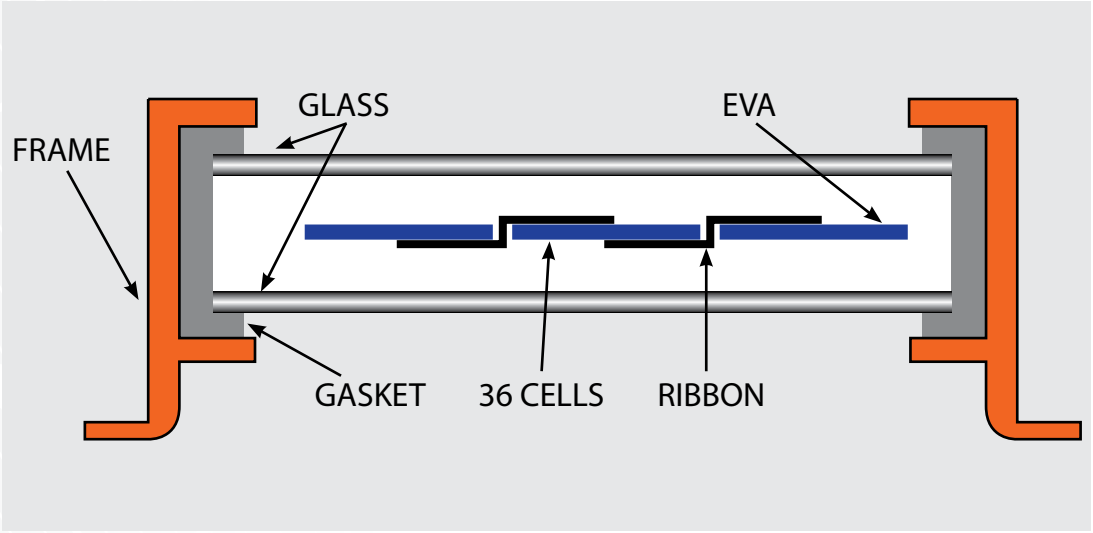
٥. لوحات الخلايا الشمسية (PV Solar Modules)

١,٥ تركيب لوحة الخلايا الشمسية

تسمى مجموعة الخلايا الشمسية الموصلة مع بعضها على التوالي أو على التوازي في وحدة واحدة بلوحة الخلايا الشمسية. و هي أصغر وحدة خلايا شمسية تباع تجارياً.

يغطي اللوح من الأمام بزجاج ذي نفاذية مرتفعة جداً ؛ لكي يسمح بنفاذ معظم أشعة الشمس (High Transparency Treated Glass) كما يعمل أيضاً كواقٍ للوحة الخلايا الشمسية من الأتربة والأوساخ والأمطار. و يغطى السطح الخلفي بمشمع يعمل على تمدد الخلايا تحت تأثير حرارة الشمس والرطوبة بالإضافة إلى أنه عازل كهربائي.

و أخيراً، توضع لوحة الخلايا الشمسية في إطار من الألونيوم لحمايتها من الكسر والعوامل الجوية.



الشكل ٢٥: يوضح تركيب لوح خلايا شمسية

- **مواصفات لوحات الخلايا الشمسية**

١.فرق الجهد ودائرة الخلية مفتوحة يتراوح بين ١٧ فولت و٢٠ فولت.

٢.فرق الجهد والخلية متصلة بالدائرة الكهربائية حوالي ١٢ فولت.

٣.التيار الكهربائي والدائرة متصلة يعتمد على مساحة الخلايا الشمسية وشدة ضوء الشمس ودرجة الحرارة، ولكنه عامة يتراوح ما بين ٢ أمبير إلى ٣ أمبير للوحة قدرة ٥٠ واط أقصى.

٤.في الجزء الخلفي لأي لوحة تضع الشركات المصنعة ديباجة توضح خصائص الخلية الشمسية والتي تشمل :

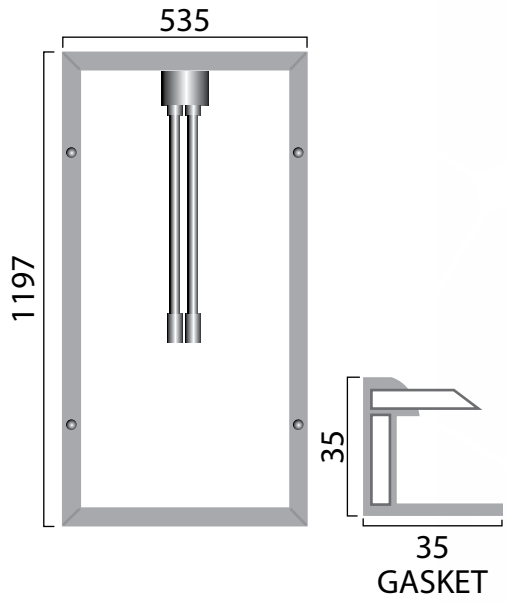
أ. القدرة القصوى (Watt Peak W_p)

ب. شدة التيار والدائرة مقصرة (Short Circuit Current) I_{sc}

ج. فرق الجهد والدائرة مفتوحة (Open Circuit Voltage) V_{oc}

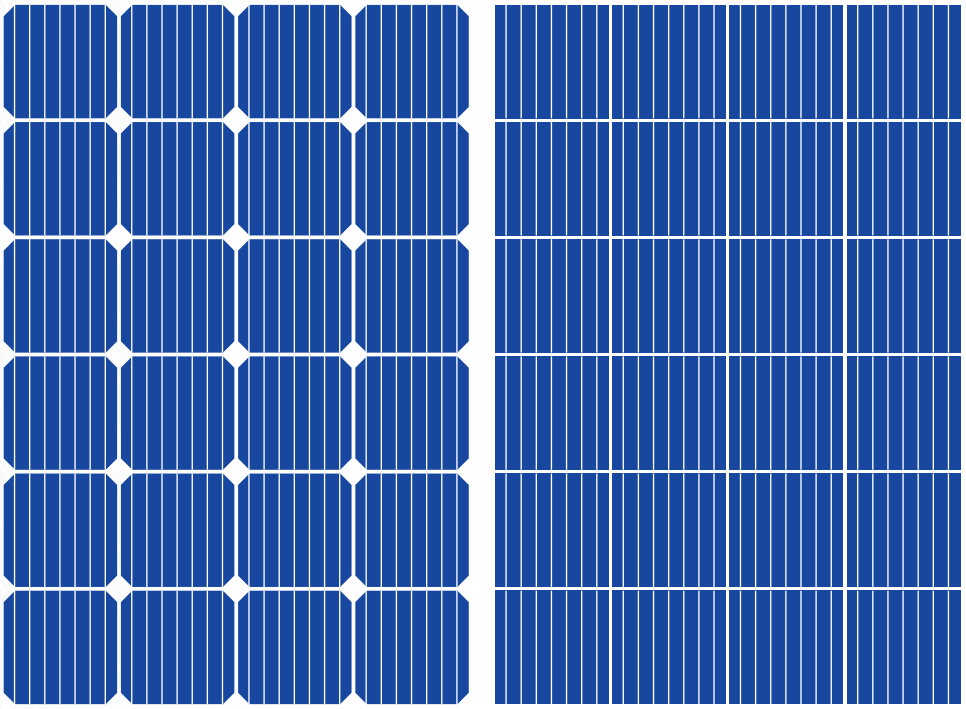
الجدول ٢: يوضح مواصفات لوح خلايا شمسية

Code	
Model	50116
Power	FVG 50P
Peak (W)	50
Vm (V)	17,5
Im (A)	2,90
Voc (V)	22,00
Isc (A)	3,20



الشكل ٢٦: يوضح سطح لوح خلايا شمسية

يتم إنتاج الواح الخلايا الشمسية بقدرات مختلفة من ٥ إلى ٤٠٠ واط وتعرف بالقدرة القصوى للخلايا (Watt Peak) مثلا W_p٥٥. والقدرة القصوى W_p هي أقصي قدرة كهربائية يمكن الحصول عليها من لوحة الخلايا الشمسية وذلك تحت الظروف القياسية المذكورة آنفاً وهي أن تكون درجة حرارة لوح الخلايا ٢٥ درجة مئوية وشدة الإشعاع الشمسي ١٠٠٠ واط/متر٢.

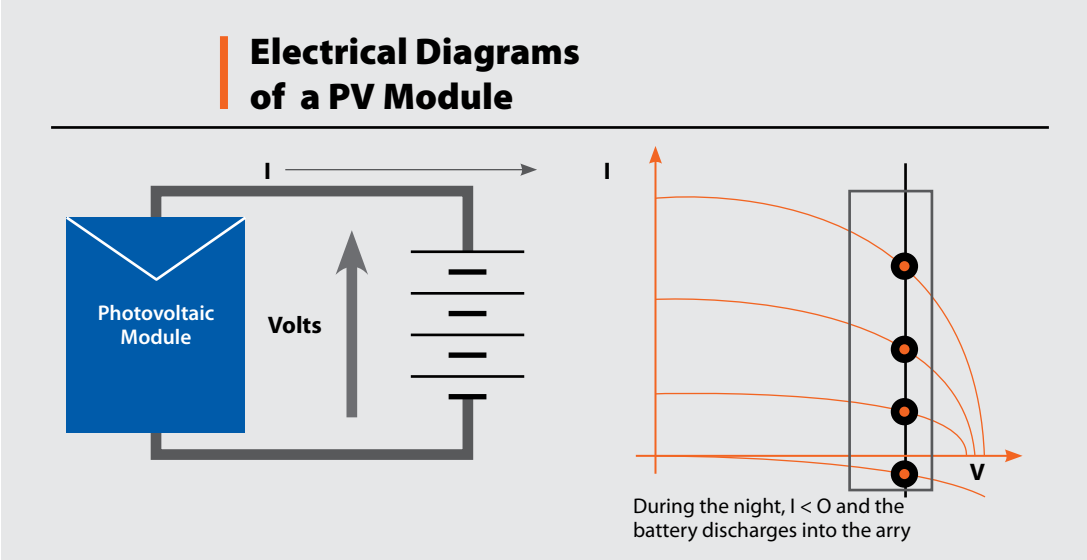


لوح خلايا ذو بلورات متعددة　　لوح خلايا ذو بلورة واحدة

الشكل ٢٧: يوضح الواح خلايا شمسية

•

- **الدائرة الكهربائية للوحة الشمسية**



الشكل ٢٨: يوضح مخطط كهربائي لوحدة كهروضوئية (PV Module)

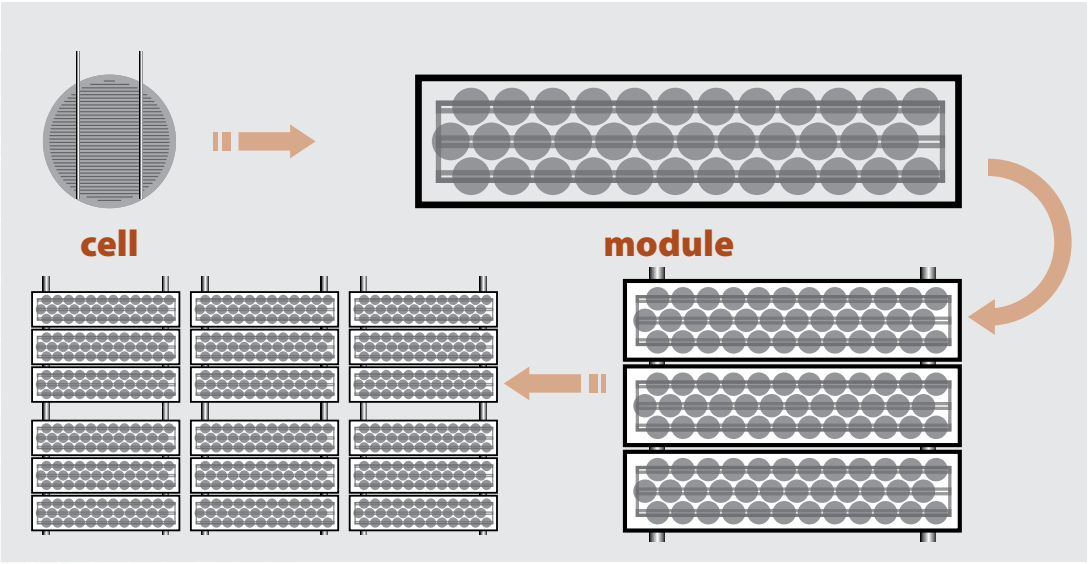
٢,٥ كيفية وضع لوحات الخلايا الشمسية

- توضع لوحات الخلايا الشمسية بإتجاه الجنوب في نصف الكرة الشمالي وتوضع باتجاه الشمال في نصف الكرة الجنوبي بزاوية ميلان تعادل خط عرض الموقع المراد التركيب فيه.

والزوايا القياسية هي:

٥، ١٠، ١٥،...، ٢٥ درجة

- توضع الخلايا الشمسية في مكان بحيث لا تتعرض للكسر والظلال كظلال الأشجار والمباني.
- يجب نظافتها من الأتربة والغبار وإزالة الموانع التي تحجب أشعة الشمس بصورة دورية.



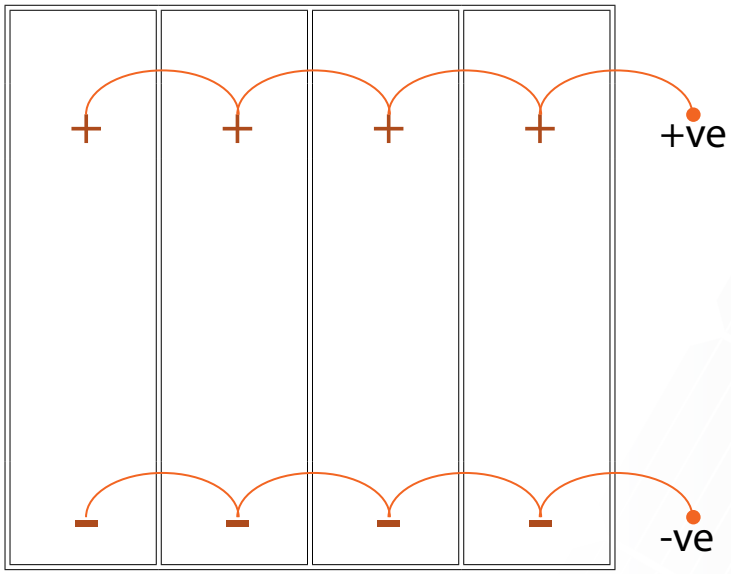
الشكل ٢٩: يوضح مخطط انسيابي لتحول الخلية للوح خلايا ثم مجموعة خلايا ثم مولد شمسي

٣,٥ تمرين عملي رقم ٣، توصيلات لوحات الخلايا الشمسية

١,٣,٥ التوصيل على التوازي (Parallel Connection)

هنالك أجهزة تحتاج لتيار مباشر أكبر ؛ في مثل هذه الحالة يتم توصيل ألواح الخلايا الشمسية على التوازي، بحيث يوصّل القطب الموجب للخلية الشمسية مع القطب الموجب للخلية الثانية والقطب السالب مع السالب وهكذا. في هذا النوع من التوصيل تكون:

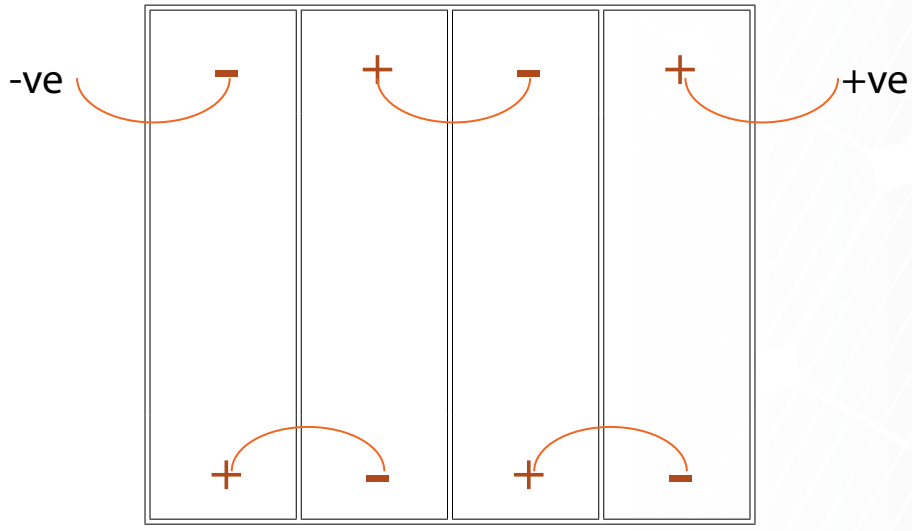
- شدة التيار الكلي = شدة تيار خلية واحدة × عدد الخلايا.
- فرق الجهد الكلي = فرق الجهد لخلية واحدة.



الشكل ٣٠: يوضح التوصيل على التوازي

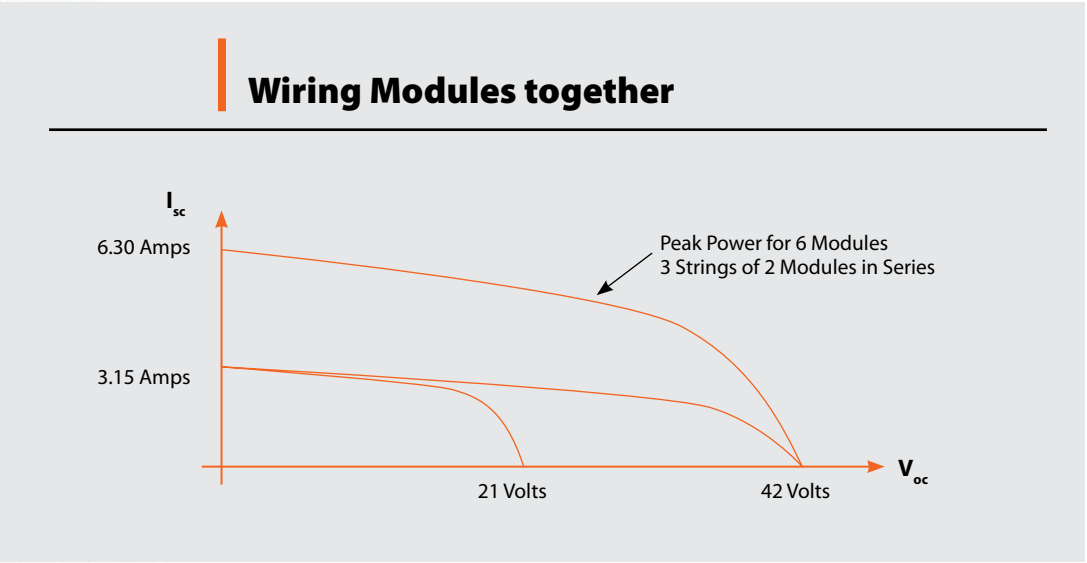
٢,٣,٥ التوصيل على التوالي (Series Connection)

هنالك أجهزة تعمل بفرق جهد مباشر أكثر من ١٢ فولت مثال ٢٤ فولت أو٤٨ فولت. في مثل هذه الحالة يجب زيادة فرق الجهد ويتم ذلك بتوصيل عدد من الخلايا على التوالي حسب فرق الجهد المطلوب، بحيث يوصّل القطب الموجب للخلية الأولى مع القطب السالب للخلية الثانية ثم موجب الثانية مع سالب الثالثة وهكذا حتى نهاية التوصيل.



الشكل ٣١: يوضح التوصيل على التوالي

يستعمل هذا النوع من التوصيلات في المضخات الشمسية المستخدمة لضخ المياه،وبعض الثلاجات الشمسية، وكذلك في بعض أنظمة الخلايا الشمسية التي تعمل بواسطة مبدلات التيار (INVERTERS) بفرق جهد ٢٤ أو ٤٨ فولت.

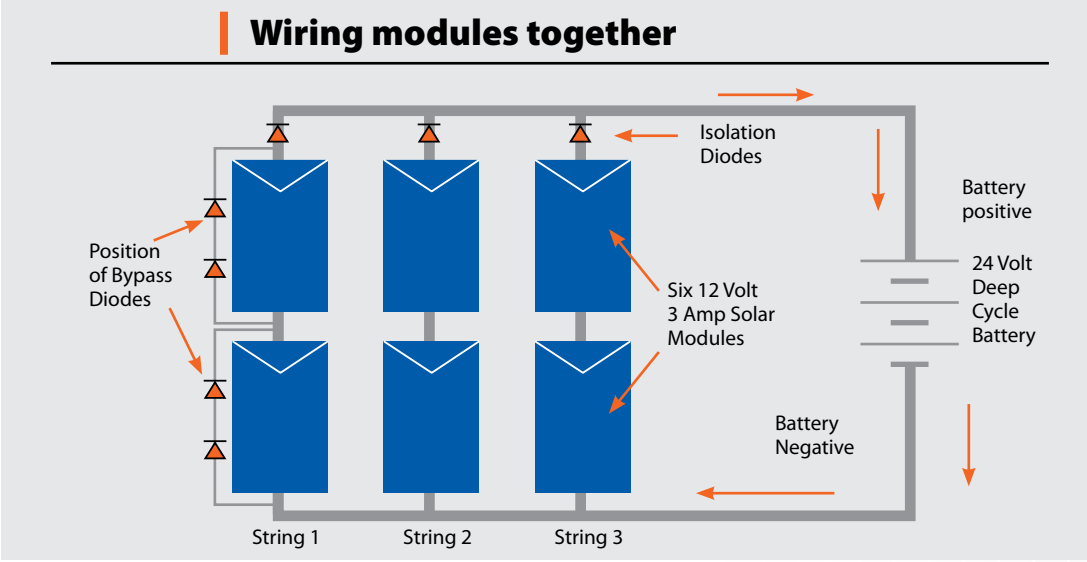


الشكل ٣٢: يوضح منحنى التيار وفرق الجهد للوحات خلايا شمسية

كن حذراً جداً عند توصيل الوحدات الشمسية في سلسلة. يمكن للمرء الحصول على فولتية عالية جداً (DC)، وهو أمر خطر قد يقتل.

٣,٣,٥ توصيل توالي – توازي

هنالك أجهزة كهربائية تعمل بفرق جهد أكثر من ١٢ فولت (٢٤، ٤٨ أو أكثر) وتسحب تيار شدته أكثر من ٣ أمبير (٦، ١٠ أو أكثر) – 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).



الشكل ٣٣: يوضح كيفية التوصيل المركب للوحات خلايا شمسية

٤,٥ التمارين

ضع /ي علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة وعلامة (×) أمام الإجابة الخاطئة؛ ومن ثم صحح الخطأ :

١. لوحة الخلايا الشمسية هي أصغر وحدة خلايا شمسية تباع تجارياً..... ( )

.....

.....

٢. في التوصيل المنزلي، شدة التيار الكلي = شدة تيار خلية واحدة × عدد الخلايا..... ( )

.....

.....

٣. يُفضل استعمال التوصيل على التوازي في المضخات الشمسية المستخدمة لضخ المياه وبعض الثلاجات الشمسية ..... ( )

.....

.....

٤. عند وضع لوحات الخلايا الشمسية تكون بزاوية ميلان تعادل خط عرض الموقع المراد التركيب فيه. وممكن بزاوية مقدارها ٤٧ درجة ..... ( )

.....

.....

٥. هنالك أجهزة كهربائية تعمل بفرق جهد ٢٤ فولت وتسحب تيار شدته أكثر من ٦ أمبير على حسب القدرة الكهربائية للجهاز وفي هذه الحالة يتم توصيل عدد من الخلايا الشمسية على التوازي لزيادة فرق الجهد وعلى التوالي لزيادة شدة التيار ..... ( )

.....

.....

٦. توضع لوحة الخلايا الشمسية في إطار من النحاس لحمايتها من الكسر والعوامل الجوية. ( )

.....

.....

٧. التوصيل المركب هو توصيل (توالي – توازي) لزيادة فرق الجهد وشدة التيار ..... ( )

.....

.....

٨. لزيادة فرق الجهد يتم ذلك بزيادة توصيل عدد من الخلايا، حيث يتم توصيل القطب الموجب للخلية الأولي مع القطب السالب للخلية الثانية، ثم موجب الثانية مع سالب الثالثة وهكذا حتى نهاية التوصيل، يسمي هذا النوع من التوصيل بالتوصيل على التوالي ..... ( )

.....

.....

٩. أقصي قدرة كهربائية يمكن الحصول عليها من لوحة الخلايا الشمسية عندما تكون درجة حرارة لوح الخلايا ٢٠ درجة مئوية وشدة الإشعاع الشمسي ١٠٠ واط/متر٢..... ( )

.....

.....

١٠. توضع لوحات الخلايا الشمسية بإتجاه الشمال في السودان وتوضع بإتجاه الجنوب في البرازيل، وبزاوية ميلان تعادل خط عرض الموقع المراد التركيب فيه..... ( )

.....

.....

٦. أنظمة الخلايا الشمسية (PV Solar Systems)

بما أن الطاقة المتولدة بواسطة الخلايا الشمسية هي طاقة كهربائية ذات تيار مباشر فإنه يمكن تشغيل أي جهاز كهربائي يعمل على التيار المباشر، أو تحويل هذا التيار بواسطة محول كهربائي إلى تيار متردد لتشغيل الأجهزة الكهربائية التي تعمل على التيار المتردد.

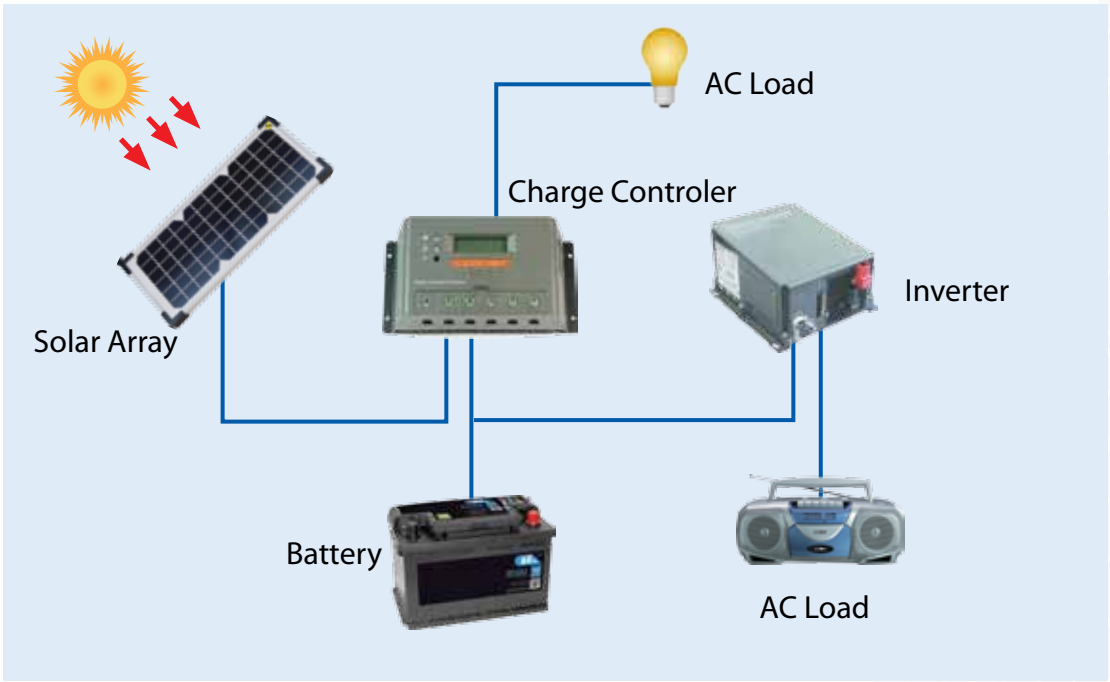
يتوفر مصدر الطاقة الشمسية فقط أثناء النهار، فيمكن تخزين الطاقة الكهربائية المتولدة بواسطة الخلايا الشمسية في بطاريات لاستعمالها في الأوقات التي لا تظهر فيها الشمس وخاصة أثناء الليل.

١,٦ مكونات أنظمة الخلايا الشمسية (PV Solar System Components)

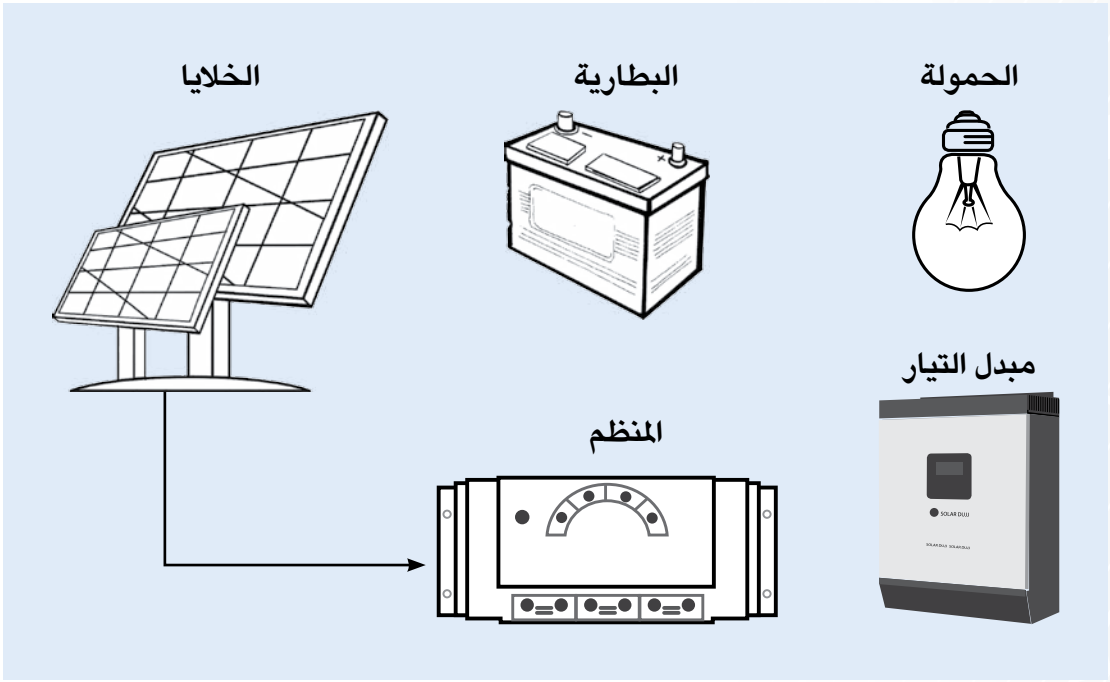
يتكون نظام الخلايا الشمسية في أبسط صورة من المكونات الآتية:

١. لوحات الخلايا الشمسية (PV Solar Modules).
٢. البطاريات (Storage Batteries).
٣. منظم الشحن Battery Charge Controller(BCU)
٤. محول من تيار مباشر الي تيار متردد (مبدل تيار) (DC-AC Inverter).
٥. الحمولة (Load or Application).

الأشكال التالية توضح الإطار العام لأي نظام يستعمل الخلايا الشمسية كمصدر للطاقة



الشكل ٣٤: يوضح الإطار العام لأي نظام يستعمل الخلايا الشمسية كمصدر للطاقة



الشكل ٣٥: يوضح الإطار العام لأي نظام يستعمل الخلايا الشمسية كمصدر للطاقة

الشكل ٣٦: يوضح الإطار العام لأي نظام يستعمل الخلايا الشمسية كمصدر للطاقة

٢,٦ التطبيقات

توجد العديد من التطبيقات التي تستخدم الخلايا الشمسية مثل:

- أنظمة الإنارة بالطاقة الشمسية (Lighting systems).
- شحن البطاريات (Battery Charging).
- مضخات رفع المياه للري أو الاستخدام المنزلي (Water Pumping) .
- الاتصالات (Telecommunications).
- التبريد والتكييف (Refrigeration and air conditioning).
- ثلاجات حفظ الامصال (Vaccines storage solar refrigerators).
- التوصيل مع الشبكة القومية للكهرباء (Grid connected PV solar system).
- وتطبيقات أخرى (Others).

٣,٦ التمارين

أجب بإختصار عن الآتي:

١.أُكتب أربعة تطبيقات تستخدم الخلايا الشمسية :

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

٢.أُكتب أربعة مكونات للخلايا الشمسية :

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

٣.أُكتب أربعة أجهزة تكون الخلايا الشمسية مصدر للطاقة لها:

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

٧. البطاريات

١,٧ تخزين الطاقة في الأنظمة الكهروضوئية

١. هناك العديد من أنواع البطاريات المختلفة لكن بطارية (DEEP CYCLE LEAD-ACID) هي النوع الأكثر شيوعًا في الأنظمة الكهروضوئية.

٢. تستخدم البطاريات لتخزين الطاقة الكهربائية المولدة من الوحدات الشمسية خلال النهـار، ثم توصّل الطاقة مباشرة إلى أحمال التيار المسـتمر (DC) أو لأحمال التيار المتردد (AC) (عن طريق المبدل(Inverter)).

٣. أنـواع أخرى من تخزين الطاقة تشـمل خزانات المياه المرفوعـة والبطاريات القلوية (alkaline batteries).

٢,٧ تعريفات ومصطلحات

١. البطارية هي الوعاء الذي يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية المباشرة (DC) في شـكل طاقة كيميائية وتحويلها مرة أخرى إلى طاقة كهربائية مباشرة عند الاحتياج.

٢. عند تخزين كمية من الطاقة الكهربائية في البطارية لاسـتخدامها فيما بعد، تسـمى هذه العملية بعملية شحن البطارية (Charge).

٣. عند اسـتخدام الطاقة الكهربائية المخزنة في البطارية لتشـغيل الأجهزة الكهربائيةْ، تسمي هذه العملية بعملية تفريغ البطارية (Discharge).

٤. الطاقة التي يمكن تخزينها في البطارية تسمي بسعة البطارية (Capacity) وتقاس بالأمبير– ساعة. تختلف السعة حسب نوع البطارية وطريقة تصنيعها.

٥. عدد مرات شـحن البطارية وتفريغها تحدد عمر البطارية وتسـمى بدورة التشغيل (Life cycle).

٦. الحد الأقصى من سعة البطارية الذي يمكن استخدامه عند التفريغ منسوباً إلى سعة البطارية الكلية يسمي عمق التفريغ Depth of Discharge (DOD).

٧. سـعة البطارية عند شحنها لمستوى معين منسـوباً إلى سعة البطارية الكلية يسمى بحالة الشحن (State of Charge).

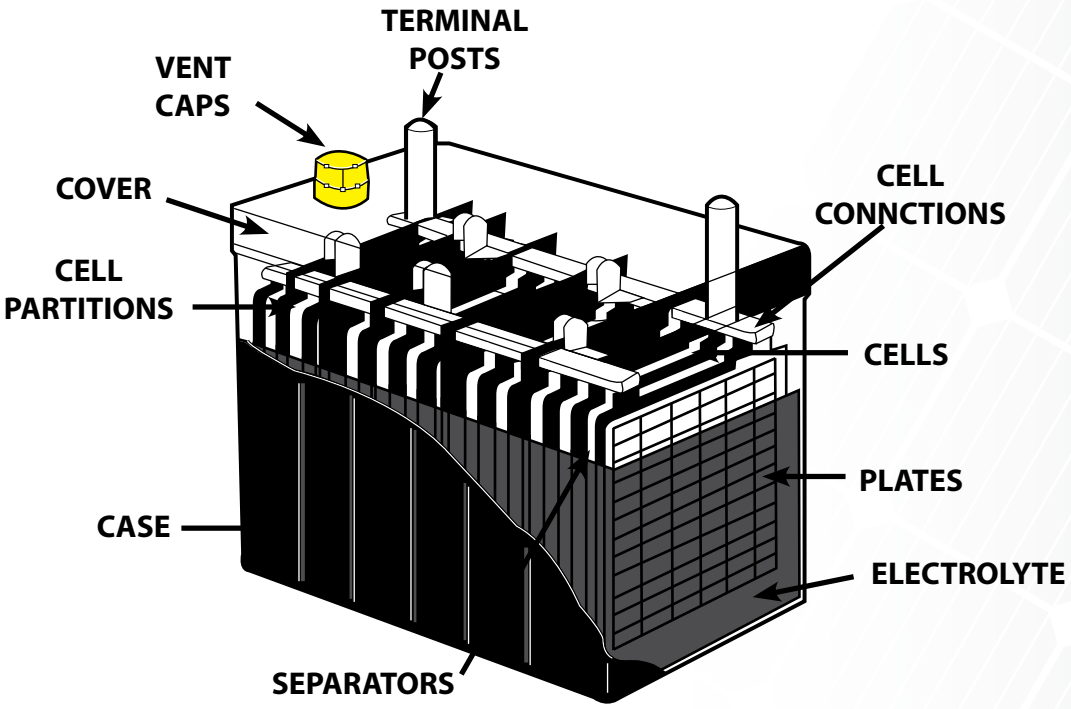
٣,٧ البناء الداخلي للبطارية

١.البطارية عبارة عن مجموعة من الخلايا (أو العناصر).

٢.كل خلية بطارية حمض الرصاص – توفر ٢ فولت (١,٢ فولت لخلية قلوية).

٣. ترتبط ٦ خلايا حمض الرصاص في سلسلة لإنشاء بطارية ١٢ فولت.

٤. يمثل كل ثقب تهوية في الجزء العلوي من البطارية خلية واحدة.



الشكل ٣٧: يوضح مكونات البطارية

٤,٧ أنواع البطاريات

هناك نوعان من البطاريات هما الجافة والسائلة.

١,٤,٧ البطاريات السائلة (Lead Acid batteries):

و هي عبارة عن نوعين من الألواح أحدهما رصاص والأخر أوكسيد رصاص يمثلان القطب السالب والموجب. وتكون هذه الألواح مغمورة في حامض الكبريتيك ذي كثافة معينة.

وحدة البطارية : وهذه تسمي خلية (Cell) وتعطي فرق جهد مقداره ٢ فولت.

البطارية عبارة عن مجموعة من الخلايا المتصلة على التوالي. مثل البطارية التي تعطي فرق جهد ١٢ فولت تتكون من ٦ خلايا متصلة على التوالي.

الشكل ٣٨: يوضح البطارية السائلة

٢,٤,٧ البطاريات الجافة (Dry Batteries)

هذا النوع من البطاريات يستخدم حامض الكبريتيك المخفف في التفاعل الكيميائي ويكون جامداً. و هذه تستعمل في تشغيل الأقمار الصناعية وفي أجهزة الطاقة الشمسية.

يتراوح عمرها الافتراضي من ٥ إلى ١٥ سنة.

الشكل ٣٩: يوضح البطارية الجافة

٥,٧ تمرين عملي رقم ٤ طريقة ملأ وشحن البطارية

١. تملأ البطارية بماء موزون نقى (حامض كبريتيك) كثافة ١,٢٥٠ درجة.
٢. تملأ البطارية حتى أعلى الطبقات بمقدار ١٠ مم.
٣. تثبت سدادات البطارية وتغسل من آثار الحامض التي قد تكون سقطت عليها وتجفف.
٤. إذا نقصت كثافة الحامض بعد الملء عن ١,٢٢٠ درجة يجب شحن البطارية حتى تعود الكثافة إلى ١,٢٥٠ درجة مرة أُخرى.

- ✓ كثافة الحامض تقاس بالهيدروميتر (Hydrometer) ويمكن استخدامه بغمره في الحامض (داخل – البطارية) وضغط الأنبوبة التي في مؤخرته وترك الحامض حتى يصل إلى أعلى مستوى له في الجهاز.
- ✓ عند شحن البطارية يتم توصيل قطبها الموجب بالقطب الموجب لمصدر تيار كهربائي مباشر وقطبها السالب للقطب السالب لذلك المصدر.

٦,٧ تقسيم البطاريات من حيث عمق التفريغ (Categories with DOD)

يتم تقسيم البطاريات من حيث عمق التفريغ (D.O.D) إلى

١,٦,٧ بطاريات ضحلة التفريغ (Shallow Discharge)

هذا النوع من البطاريات عمره الافتراضي قصير (٣ سنوات)، ولا يحتمل التفريغ (Discharge) لأكثر من ٣٠٪ من سعة البطارية وإذا زاد التفريغ أعلى من هذه النسبة فإنه يعمل على استهلاك الرصاص، ويؤدي لتقليل العمر الافتراضي للبطارية. مثل البطاريات التجارية التي تستخدم للسيارات.

الشكل ٤٠: يوضح بطارية تجارية

٢,٦,٧ بطاريات عميقة التفريغ (Deep discharge batteries)

تعتبر من أجود أنواع البطاريات نسبة لسعتها الكبيرة وعمرها الافتراضي الطويل من ٥ -٢٥ سنة، وفي هذا النوع يمكن تفريغ البطارية حتى ٦٠٪ من سعتها وتوجد بفرق جهد ٢، ٦ أو ١٢ فولت. توجد في سعات مختلفة. يقدر العمر الافتراضي للبطارية بعدد الدورات ويعني عملية شحن وتفريغ البطارية.

الشكل ٤١: يوضح بطارية عميقة التفريغ

٧,٧ صيانة البطارية الدورية

١. يجب الكشف عن مستوى الماء الموزون بالبطارية مرة كل أسبوع، وإذا وجد منخفضاً فيجب إضافة ماء مقطر (فقط) حتى يعود إلى ١٠ مم فوق الطبقات.
٢. يجب الحفاظ على نظافة البطارية وجفافها من الشوائب.
٣. إذا بقيت البطارية بدون استعمال وهي مملؤة فيجب إعادة شحنها مرة كل شهر.

٨,٧ شحن البطارية

١. لا يجب الكشف عن حالة البطارية بتوصيل طرفي قطبيها بكابل أو مفك وعمل شرارة؛ لأن ذلك يؤدي إلى مرور تيار ذي أمبير عالٍ يتلف أجزاء البطارية الداخلية، ويفتت المادة الفعالة بها على الألواح.
٢. يجب شحن البطارية بأمبير قدره ١٠٪ من سعة البطارية على الأكثر وأن يستمر الشحن حتى تتكون فقاقيع ويثبت على ذلك مدة ساعتين مع ترك السدادات بدون تثبيت أثناء الشحن.
٣. إذا زادت درجة الحرارة أثناء الشحن عن ٥٠ درجة مئوية يجب تخفيض أمبير الشحن أو وقف الشحن حتى تبرد البطارية تماماً.
٤. يجب إضافة ماء مقطر إذا هبط مستوى الماء الموزون داخل البطارية عن ١٠ مم – فوق الألواح – أثناء وبعد الشحن.
٥. الشحن الزائد يستهلك الحامض بسرعة وبالتالي ألواح الرصاص وبذلك يقلل من عمر البطارية.
٦. عمر البطارية يعتمد على نوعية البطارية، ولكن إذا اتبعت طريقة الصيانة المذكورة أعلاه يمكن تحقيق أكبر فترة زمنية يمكن الاستفادة منها.
٧. في السحب من البطارية المشحونة يفضل ألا تزيد الطاقة المسحوبة عن ٣٠٪ من سعتها وعليه يجب شحن البطارية كلما نقصت الطاقة فيها إلى ٣٠٪ من سعتها وذلك تفادياً لتقليل عمرها.

٩,٧ تمرين عملي رقم ٥، طريقة توصيل البطاريات

- ✓ عند استعمال البطارية بعد شحنها يجب توصيل قطبها الموجب مع القطب الموجب للحمولة وكذلك قطبها السالب للقطب السالب للحمولة – ويجب ملاحظة نظافة الصباعات عند التوصيل وربط الأسلاك بحزم وذلك منعاً لتسرب الطاقة والتماس القطبين مع بعضهما البعض.
- ✓ إذا كانت الحمولة تحتاج إلى ١٢ فولت لبطاريتين، في هذه الحالة يجب توصيل البطاريتين على التوازي وذلك بتوصيل القطبين المتشابهين في البطاريتين مع بعضهما البعض.
- ✓ إذا كانت الحمولة تحتاج إلى ٢٤ فولت ففي هذه الحالة يجب توصيل بطاريتين على التوالي وذلك بتوصيل موجب أحدهما بسالب الثانية.

باتباع الطريقة أعلاه يمكن توصيل أي عدد من البطاريات في حالة توالى أو توازي أو توالى – توازي للحصول على الجهد والطاقة المطلوبين.

ومثالاً لذلك : إذا كان لدينا أربع بطاريات كل واحدة ١٢ فولت ونحتاج إلى ٢٤ فولت لتشغيل الحمولة وكذلك نحتاج إلى سعة جميع الأربع بطاريات، يجب توصيل كل بطاريتين على التوالي وتوصيل المجموعة على التوازي، أو يمكن توصيل كل بطاريتين على التوازي ثم توصيل المجموعة على التوالي.

١٠,٧ العوامل التي تؤثر على أداء البطاريات

١. معدل الشحن والتفريغ

Charge & Discharge Rate, the “C” Rate (capacity / hours),

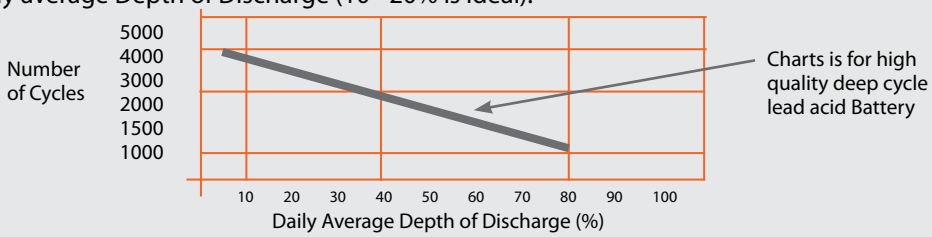
C/20 = it will take 20 hours to fully discharge the battery.

٢. درجة الحرارة. ارتفاع درجة الحرارة يقلل من عمر البطارية.

٣. عمق الشحن اليومى

Different factors affecting Battery Performance

- Charge & Discharge Rate, the "c" Rate (capacity / hours) C/20 = it will take 20 hours to fully Discharge the battery.
- Temperature (25° C is ideal).
- Daily average Depth of Discharge (10 - 20% is ideal).



الشكل ٤٢: يوضح تغير عمر البطارية أو دورة التشغيل مع عمق الشحن

الشكل ٤٣: يوضح كيفية تركيب البطاريات عملياً في الموقع

١١,٧ التمارين

السؤال الأول:

ضع /ي علامة (✓)أمام الإجابة الصحيحة وعلامة (×) أمام الإجابة الخاطئة ؛ ومن ثم صحح الخطأ :

١. البطارية عبارة عن مجموعة من الخلايا متصلة على التوازي ..... ( )

.....

٢. عند استخدام الطاقة الكهربائية المخزنة في البطارية لتشغيل الأجهزة الكهربائيةْ، تسمي هذه العملية تفريغ البطارية (Discharge) ..... ( )

.....

٣. لا تتأثر سعة البطارية بنوع البطارية وطريقة تصنيعها ..... ( )

.....

٤. في البطارية السائلة يستخدم حامض الكبريتيك المخفف في التفاعل الكيميائي ويكون جامداً ( )

.....

٥. البطارية هي الوعاء الذي يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية المباشرة (DC) في شـكل طاقة كيميائية ويحولها مرة أخرى إلى طاقة كهربائية مباشرة عند الاحتياج ..... ( )

.....

٦. عند تخزين كمية من الطاقة الكهربائية في البطارية لاستخدامها فيما بعد، تسمى هذه العملية بعملية الطاقة الكهربائية المخزنة في البطارية ..... ( )

.....

٧. سعة البطارية (Capacity) عبارة عن الطاقة الكهربائية التي يمكن تخزينها في البطارية وتقاس بالفولت – ساعة ..... ( )

.....

٨. عمق التفريغ (DOD) Depth of Discharge عبارة عن الحد الأقصى من سعة البطارية الذي يمكن استخدامه عند التفريغ منسوباً إلى حالة البطارية الكلية ..... ( )

.....

٩. مستوى الماء الموزون بالبطارية يتم الكشف عليه مرة كل أسبوع ويجب أن يكون ٢٠ جم فوق الطبقات ..... ( )

.....

١٠. دورة التشغيل (Life Cycle) عبارة عن عدد المرات التي يمكن فيها شحن البطارية وتفريغها وتحدد عمر البطارية ..... ( )

.....

السؤال الثاني

أُرسم دائرة حول حرف الإجابة الصحيحة:

١. إذا كان فرق الجهد لبطارية ما ٤٨ فولت فإن هذه البطارية مكونة من:

أ. ٦ خلايا ب. ١٢ خلية ج. ٢٤ خلية د. ٤٨ خلية

٢. سعة البطارية عند شحنها ألى مستوى معين منسوباً لسعة البطارية الكلية يسمى :

أ. مستوى السعة ب. حالة السعة ج. مستوى الشحن د. حالة الشحن

٣. تقاس سعة البطارية (Capacity) بـ:

أ. الفولت ب. الأمبير ج. الجول د. الواط

٤. تعطي وحدة البطارية السائلة الواحدة فرق جهد مقداره:

أ. ١ فولت ب. ٢ فولت ج. ٣ فولت د. ٤ فولت

٥. في البطاريات عميقة التفريغ، تصل نسبة التفريغ إلى :

أ. ٣٠ ٪ ب. ٤٠ ٪ ج. ٥٠ ٪ د. ٦٠ ٪

٦. كثافة الحامض الذي تملأ به البطارية يقاس بـ:

أ. البيروميتر ب. الجلفانوميتر ج. الجول د. الهيدروميتر

٧. إذا بقيت البطارية بدون استعمال لفترة شهر وهي مملؤة فيجب :

أ. استبدالها ب. تغير الحامض (المياه) ج. إعادة شحنها د. تغيير ألواح الرصاص

٨. في السحب من البطارية المشحونة يفضل ألا تزيد الطاقة المسحوبة عن:
أ. ٣٠ ٪ ب. ٤٠ ٪ ج. ٥٠ ٪ د. ٦٠ ٪

٩. إذا كانت الحمولة تحتاج إلى ٤٨ فولت ولكن لأربع بطاريات يجب توصيل البطاريات على:
أ. التوالي ب. التوازي ج. توالي - توازي د. لا يمكن ذلك

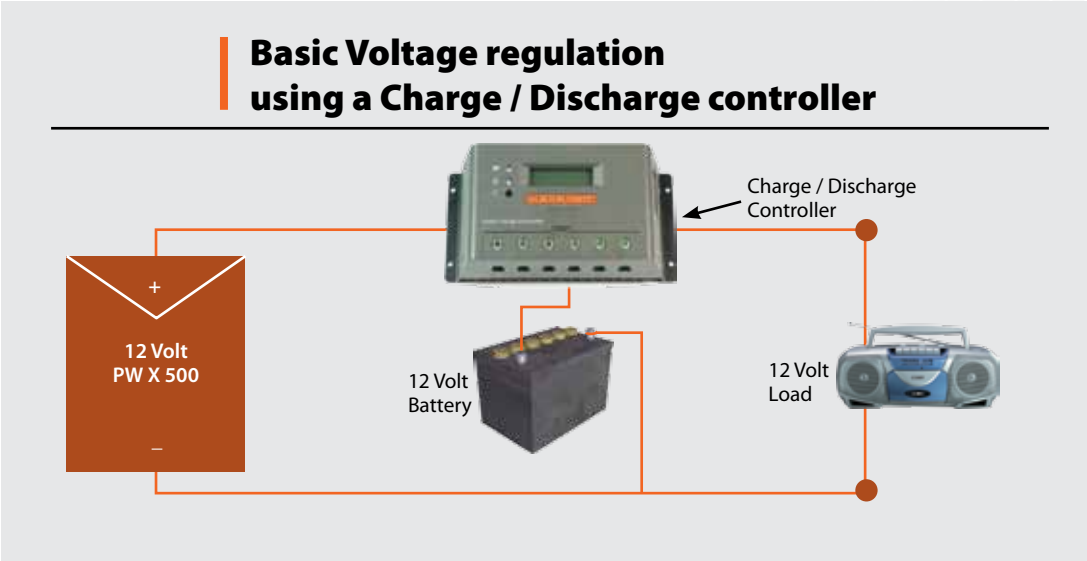
١٠. من العوامل التي تؤثر على أداء البطارية:
أ. سعة البطارية ب. نوع البطارية ج. دورة التشغيل د. كثافة الحامض

٨. منظمات شحن البطارية (Battery charge controllers)

١,٨ تعريف

منظم شحن البطارية هو عبارة عن جهاز إلكتروني يقوم بالتحكم في عمل البطارية وحمايتها من الشحن والتفريغ الزائدين، وأيضاً حمايتها من قصر الدوائر الكهربائية Short c/t.

توجد أنواع مختلفة حسب فرق الجهد وشدة التيار المطلوب ١٢ فولت، ٢٤ فولت، ١٠ أو ٢٠ أمبير أو أكثر.



الشكل ٤٤: يوضح كيفية عمل منظم الشحن في الدائرة الكهربائية

٢,٨ أنواع منظم الشحن من حيث التصنيع

١. النوع الذي ينظم على التوالي (Series Type)

- هذا النوع يقوم بفصل البطارية عن الدائرة الكهربائية للوحات الخلايا الشمسية عند اكتمال شحن البطارية (١٢,٤ فولت) وارجاعها الي الدائرة مرة أخرى عند انخفاض مستوى الشحن. أيضاً يقوم منظم الشحن بفصل الجهاز أو الحمل من البطارية إذا انخفض مستوى الشحن عند التشغيل (١١ فولت مثلا) ويقوم بإعادتها مرة أخرى إذا ارتفع مستوى الشحن كما في الشكل السابق.

٢.النوع الذي ينظم على التوازي (Parallel Type)

هذا النوع يقوم بإعادة جزء كبير من التيار الذي يشحن البطارية عن طريق دائرة قصر إلى لوحات الخلايا الشمسية عند اكتمال شحن البطارية (١٢,٤ فولت) لحمايتها من الشحن الزائد. و يقوم أيضاً بإرجاع تيار الشحن إلى الدائرة مرة أخرى عند انخفاض مستوى الشحن.

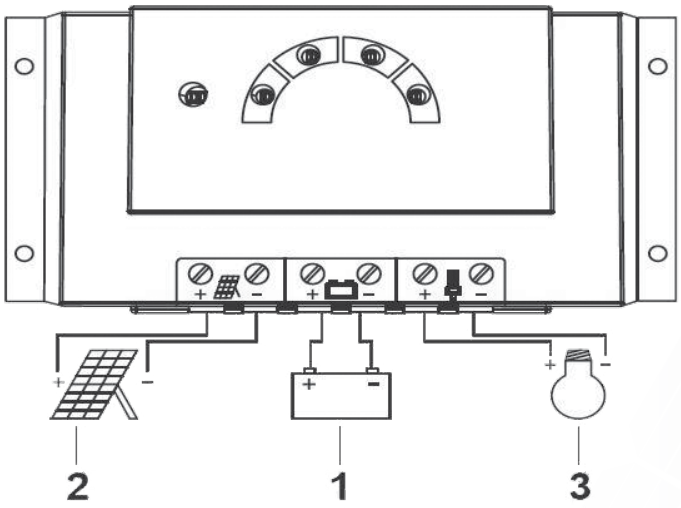
٣. النوع الذي يستخدم المعالج الدقيق (Microprocessor controlled type):

- هذا النوع يقوم بالتحكم في عمل البطارية وحمايتها من الشحن والتفريغ الزائدين عن طريق برمجة المعالج الدقيق الذي يتحكم في دوائر إيقاف الشحن أو فصل الحمل أو ارجاعهما.

الجدول ٣: يوضح مستوى شحن البطارية أو سعتها مع فرق الجهد حول أطرافها.

عمل المنظم	مستوى شحن البطارية	فرق جهد البطارية
تحذير التفريغ العميق Deep Discharge Alarm	< 40%	11.2
فصل الحمولة من النظام Disconnect Load	< 30%	10.8
ارجاع الحمولة للنظام Reconnect Load	> 50%	12.1
شحن معادلة البطارية Equalize Charge	> 70%	12.8
وقف شحن البطارية Stop Battery Charge	= 100%	14.18

٣,٨ تمرين عملي رقم ٦، طريقة توصيل منظمات الشحن



الشكل ٤٥: يوضح الجانب الأمامي لمنظم شحن البطارية

خطوات تركيب منظم الشحن:

يعتبر منظم الشحن العقل المدبر لنظام الخلايا الشمسية، لذلك لا بد من أخذ الحذر الكامل عند تركيبه. والخطوات الآتية تشرح بالترتيب كما هو موضح بالأرقام:

١. أولاً: توصّل البطارية في النقطة ١ مع مراعاة القطبية الصحيحة الموجب مع موجب البطارية والسالب مع سالب البطارية.

٢. ثانياً: توصّل لوحات الخلايا الشمسية في النقطة ٢ مع مراعاة القطبية الصحيحة الموجب مع موجب لوحة الخلايا الشمسية والسالب مع سالب لوحة الخلايا الشمسية.

٣. أخيراً: يتم توصيل الحمولة في النقطة ٣ مع مراعاة القطبية إذا كانت مطلوبة.

٤. عند فصل المنظم يتم أولاً فصل الحمولة و ثانياً فصل لوحات الخلايا الشمسية و أخيراً فصل البطاريات.

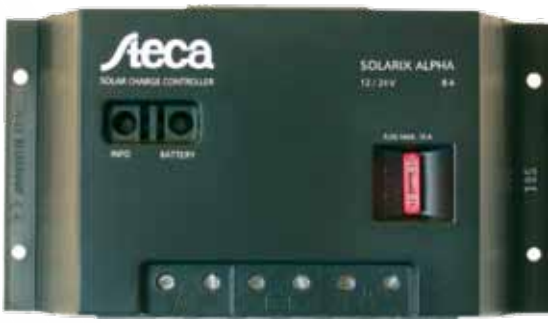
٥. احذر من فصل البطارية وترك لوحات الخلايا الشمسية موصلة مع منظم الشحن ؛ لأنه في هذه الحالة قد يتلف فرق جهد لوحة الخلايا الشمسية المنظم.

من الأنواع المستخدمة كمنظمات للشحن:

منظم الشحن من نوع (Steca)

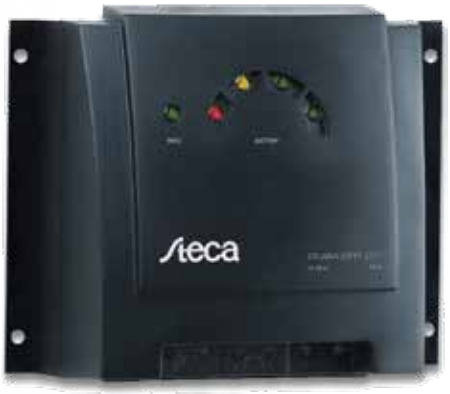
الشكل ٤٦: يوضح منظم الشحن من نوع (Steca)

منظم الشحن ٨ أمبير



الشكل ٤٧: يوضح منظم شحن ٨ أمبير

منظم شحن ٢١ أمبير



الشكل ٤٨: يوضح منظم شحن ٢١ أمبير

٤,٨ التمارين

١. ما هو منظم شحن البطارية (Battery charge controllers)؟
٢. أُكتب/ي باختصار عن منظم شحن البطارية من النوع الذي يستخدم المعالج الدقيق (Microprocessor controlled type)؟
٣. قارن/ي بين منظم شحن البطارية (Series Type) و (Parallel Type)؟
٤. قارن/ي بين منظم شحن البطارية (٨ أمبير) و (٢١ أمبير)؟

٩. مبدلات أو محولات التيار (DC – AC Inverters)

١,٩ مقدمة وتعريف

في حالة تشـغيل الأجهزة الكهربائيـة التي تعمل بالتيار المتردد لا بد من اسـتخدام جهاز مبـدل التيار (أو محول التيار) في أنظمة الخلايا الشمسـية لتحويـل التيار المباشر المنتج من الخلايا الشمسية لتيار متردد.

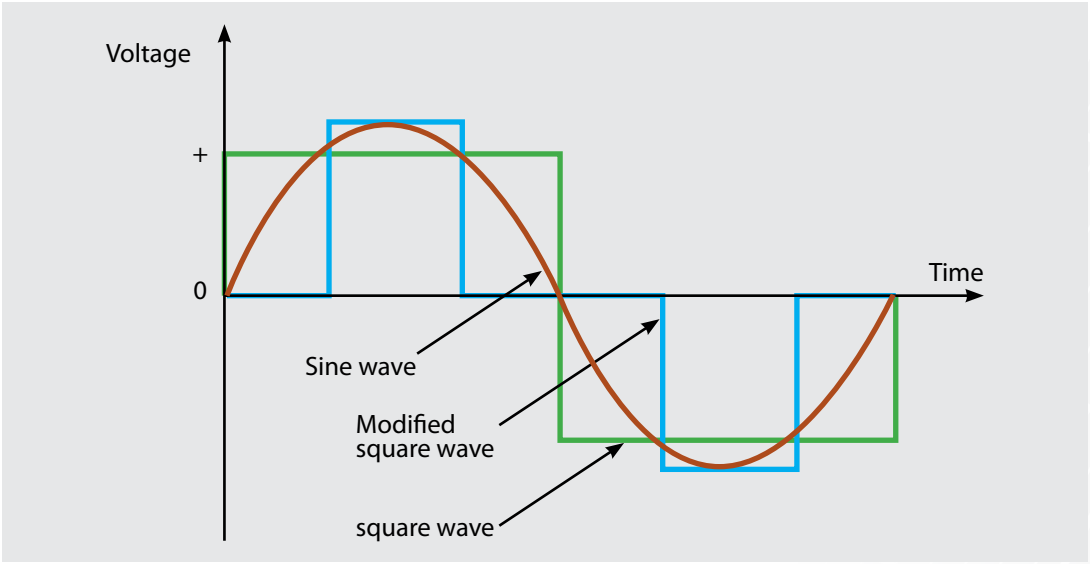
يسـتفاد من نظام التيار المتردد في تشـغيل الأجهزة المنزلية العاديـة كالمراوح والمصابيح الكهربائيـة والخلاطـات والتلفاز والاسـتقبال الفضائـي، بالإضافة إلى أجهزة الحواسـيب. ولمعرفة هذا النوع من الأنظمة لا بد من التعرف على جهاز مبدل التيار.

مبـدل التيـار (Inverter) هو جهاز يحول من التيار المبـاشر (٢٤ VDC or ١٢ VDC) إلى التيار المتردد ٢٢٠V AC- ٥٠ Hz، وهو ذو قدرات مختلفة قد تصل لعشرات الكيلوواط.

الشكل ٤٩: يوضح محولات التيار

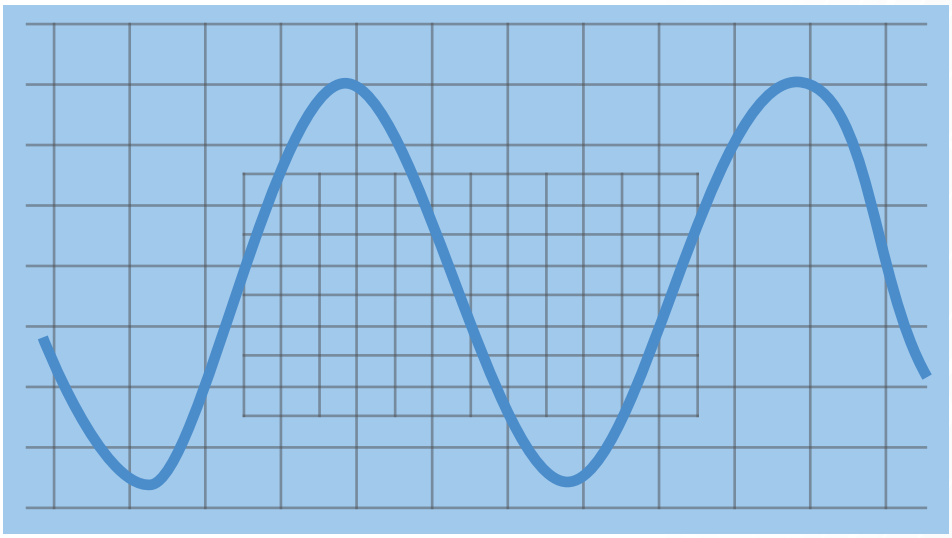
٢,٩ أنواع مبدلات التيار (Types of DC-AC Inverters)

تقسم أجهزة مبدل التيار إلى ثلاثة أنواع حسب نوع الموجة المنتجة من الجهاز وهي ثلاثة أشكال لموجة التيار المتردد مبينة في الشكل أدناه:



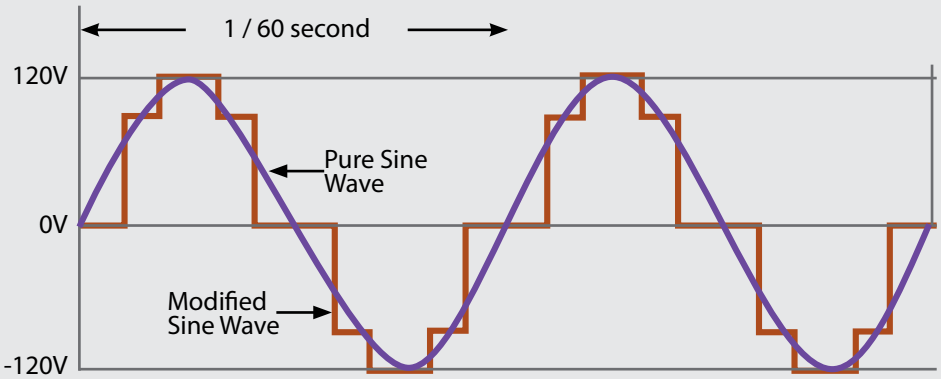
الشكل ٥٠: يوضح أنواع مبدلات التيار الثلاث

١,٢,٩ مبدل تيار ذو موجة جيبية (Sine-wave Inverters)



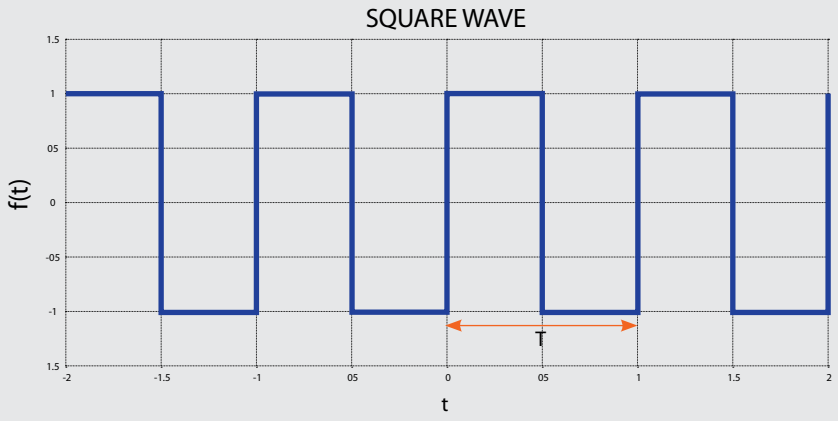
الشكل ٥١: يوضح مبدل تيار ذو موجة جيبية

٢,٢,٩ مبدل تيار ذو موجة جيبية معدلة (Modified Sine-wave Inverters)



الشكل ٥٢: يوضح مبدل تيار ذو موجة جيبية معدلة

٣,٢,٩ مبدل تيار ذو موجة مربعة (Square-wave Inverters)



الشكل ٥٣: يوضح مبدل تيار ذو موجة مربعة

يمكـن تركيب مبـدل التيار في نظام الخلايا الشمسـية من البطارية مبـاشرة مع مراعاة القطبية السالب والموجب كما يجب ربط الكوابل بإحكام شديد.

الشكل ٥٤: يوضح الجزء الخلفي للمبدل (Inverter)

٣,٩ طرق حماية مبدلات التيار (Protection of Inverters)

مبدلات التيا ر تكون دائماً مزودة بحماية ذاتية من بعض المشـاكل التي قد تحدث للنظام وتشمل:

١. الحماية من زيادة الحمولة على الجهاز (Overload Protection).
٢. الحماية من زيادة فرق جهد البطارية (High Battery Voltage Protection).
٣. الحماية من نقصان فرق جهد البطارية (Low Battery Voltage Protection).
٤. الحماية من زيادة درجة حرارة الجهاز (High Temperature Protection).
٥. الحمايـة مـن عكس أقطاب فـرق الجهـد داخـل البطاريـة (Reverse Polarity Protection).

الشكل ٥٥: يوضح اللوحة الأمامية للمبدل (Inverter)

٤,٩ المواصفات الفنية لمبدل التيار (Inverter Terms)

١. القدرة اللحظية عند بدء التشغيل بالواط(Maximum output power in watts).

٢. القدرة القصوى بالواط (Instantaneous surge power in watts).

٣. كفاءة التحويل من تيار مباشر إلى تيار متردد

Efficiency (95–98% mod. sine wave, 80–95% sine wave)

٤. مدى قيمة فرق جهد الدخل من البطارية 10.5 – 15 V for 12 V model(DC voltage limits)

٥,٩ التمارين

أجب باختصار عن الآتي:

١.أُكتب/ي ثلاث مشاكل يمكن أن تحدث لمبدل التيار(Inverter):

١..... ٢.....

٣.....

٢.أُكتب/ي ثلاث مواصفات فنية لمبدل التيار(Inverter):

١..... ٢.....

٣.....

٣.أُكتب/ي ثلاثة أنواع لمبدل التيار(Inverter):

١..... ٢.....

٣.....

٤.أُكتب/ي ثلاثة أجهزة المنزلية تستفيد من نظام التيار المتردد في التشغيل

١..... ٢.....

٣.....

١٠. بعض التطبيقات العملية لأنظمة الخلايا الشمسية

هنالــك العديد من الأنظمة والتطبيقات التي تســتخدم لوحات الخلايا الشمســية كمصدر للطاقة توجد على نطاق تجاري وقد أثبتت جدواها الفنية منذ عدة سنوات نذكر منها الآتي :

١,١٠ أنظمة الإنارة بالطاقة الشمسية (Solar Lighting Systems):

تعتبر التطبيقات الصغيرة للطاقة الشمســية، والتي تســتعمل عدة لوحات خلايا شمسية، ذات جدوى اقتصادية وخاصة في المناطق الريفية والنائية، و الإنارة بالطاقة الشمسية تعتبر من التطبيقات التي لها اســتعمالات عدة على المســتوى الخاص أو العام، و نســتخدم أنظمة الإنارة في المنازل و في القرى والمدن التي ليس بها مصدر أمداد كهربائي لإنارة الأماكن العامة والمؤسسات الخدمية مثل : المدارس، و المراكز الصحية والمستشفيات، و الأسواق، و الشوارع، و الجوامــع والخلاوي، و مزارع الدواجــن والأبقار. أيضاً الإنارة بأجهزة التلفاز الشمســية، واســتعمالها في نوادي القرى لبث البرامــج التعليمية والثقافية، مع ملاحظة أن كل ذلك ليس ممكناً في عدم وجود الطاقة الشمسية.

تتكون أنظمة الإنارة الشمسية اللامركزية - بصورة عامة - من الآتي:

١. لوحات الخلايا الشمسية.
٢. بطاريات لتخزين الطاقة الكهربائية.
٣. منظم شحن البطارية.
٤. مصابيح تعمل على تيار مباشر أو تيار متردد.
٥. محول من تيار مباشر إلى متردد في حالة استعمال مصابيح تعمل على التيار المتردد.

يتم اختيار عدد من اللوحات الشمسية وسعة بطارية التخزين حسب عدد وقدرة المصابيح المستعملة وزمن إضاءتها.

هنالك أنواع مختلفة من أنظمة الإنارة بالخلايا الشمسية يمكن تسويقها مثل:

١. الأنظمة المنزلية الثابتة والتي تكون فيها اللوحات الشمسية والبطارية مثبتة في أماكن محددة.
٢. نظام إنارة متحرك ذاتي الشحن ويتكون من قطعة واحدة تشمل اللوحة الشمسية والبطارية والمصباح.

٣. نظام الإضاءة المتحرك مركزي الشحن وهو يتكون من عدة مصابيح إضاءة، كل واحد يحتوي على بطارية تخزين. كل مصباح يمكن شحنه من لوحة خلايا شمسية ثابتة ثم استعماله لفترة معينة حتى تفرغ البطارية ثم يعاد شحنه مرة أخرى.

٤. نظام إنارة الشوارع الذي يستخدم أنواع خاصة من المصابيح بالإضافة إلى لوحة شمسية وبطارية ومنظم.

الشكل ٥٤: يوضح إنارة الطريق والشارع (Street and Road lighting)

٢,١٠ استخدام الخلايا الشمسية في الاتصالات(Telecommunications)

تعتبر الكهرباء المصدر الرئيسي للطاقة لتشـغل أجهزة الاتصال اللاسلكية والهاتفية. و في الأرياف تستخدم الآن البطاريات التي تشحن بواسطة المولدات، غير أنه يمكن للوحات الخلايا الشمسـية أن تكون بديلاً مثالياً لحل مشـكلة تزويد أجهزة الاتصالات بالطاقة الكهربائية في المناطق التي لا يتوفر بها إمداد كهربائي.

يتكون نظام الطاقة الشمسية اللازم لتزويد أجهزة الاتصالات بالكهرباء من المكونات الآتية :

١. لوحات الخلايا الشمسية.
٢. بطاريات لتخزين الطاقة.
٣. منظم شحن البطارية.

يعتمد تصميم عدد اللوحات الشمسية وسعة بطارية التخزين على الآتي:

١. سعة استهلاك جهاز الاتصال.
٢. عدد ساعات التشغيل اليومي ؛ وخاصة في حالتي الإرسال والاستقبال.
٣. فرق الجهد الذي يعمل عليه الجهاز.
٤. مقدار الطاقة الشمسية في الموقع المستخدم فيه الجهاز والعوامل الجوية الأخرى.

الشكل ٥٥: يوضح استخدام الخلايا الشمسية في الاتصالات

٣,١٠ مضخات المياه الشمسية (Solar Pumping)

تتكون أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية بصورة عامة من الأجزاء الآتية :

١) ألواح الخلايا الشمسية، والتي يمكن اختيار عددها حسب الطاقة المطلوبة.
٢) موتور(المحرك) كهربائي ومضخة.
٣) جهاز تحويل تيار مباشر إلى تيار متردد في حالة استعمال مضخات تعمل على تيار متردد.

هنالك أنواع وأحجام مختلفة للمضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية تنتجها شركات عالمية مختلفة. بالإضافة إلى مضخات عائمة تعمل بتيار مباشر.

يتطلب تركيب المضخة الشمسية وجود بئر أو مصدر مائي مناسب وأحياناً صهريج

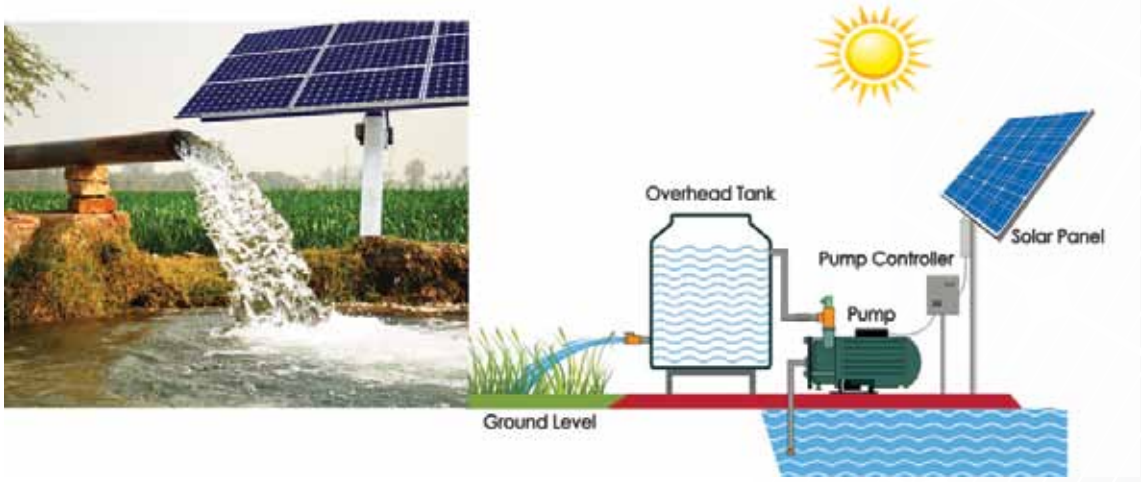
لتخزين المياه. تعتمد كمية المياه التي ترفعها المضخة الشمسية على العوامل الآتية :

١) سعة المضخة المستعملة.

٢) مساحة الألواح الشمسية وطريقة توصيلها.

٣) العمق الذي تضخ منه المياه.

٤) مقدار الإشعاع الشمسي في المنطقة والظروف الجوية.



الشكل ٥٦: يوضح مكونات مضخة المياه الشمسية

الشكل ٥٧: يوضح مضخة مياه شمسية (Water Pumping)

٤,١٠ الثلاجات الشمسية لحفظ الأمصال (PV Solar Refrigerators for Vaccines)

تعتبر الثلاجات الشمسية مصدراً لا بديل له لحفظ الأمصال في المجال الصحي والمجال البيطري في القرى والمناطق الريفية لعدم وجود الإمداد الكهربائي.

أما الثلاجات التي تعمل بالكيروسين فإنها تحتاج إلى صيانة كثيرة و توفر الوقود وترحيله لتلك المناطق، مما يجعل الاعتماد عليها في حفظ الأمصال أقل أماناً مقارنة بالثلاجات الشمسية.

تتكون الثلاجات الشمسية من:

١) **الألواح الشمسية:** حيث تحتاج الثلاجة عادة من أربع إلى ست لوحات اعتماداً على سعة الثلاجة.

٢) **البطاريات:** لتخزين الطاقة الكهربائية التي تستعمل لتشغيل الثلاجة أثناء الليل ويتم اختيار سعتها اعتمادا على سعة الثلاجة والظروف الجوية السائدة في تلك المنطقة.

٣) **كابينة الثلاجة:** وبها (زر) ضاغط يعمل بالتيار المباشر وتتراوح سعة الكابينة ما بين ٤٠ لتر إلى ١٦٠ لتر.

٤) **منظم الشحن:** يعمل على تنظيم عملية شحن البطاريات بواسطة الألواح الشمسية وحماية البطاريات من الشحن والسحب الزائد.

٥) **منظم الحرارة:** ويعمل على تنظيم درجة الحرارة داخل كابينة الثلاجة.

٥,١٠ تمرين عملي رقم ٧، تطبيقات أنظمة الخلايا الشمسية

١,٥,١٠ أنظمة الإنارة (PV Solar Lighting Systems)

٢,٥,١٠ شحن البطاريات (Battery Charging by PV Modules)

٣,٥,١٠ مضخات المياه الشمسية (PV Solar Pumping Systems)

٤,٥,١٠ الثلاجات الشمسية (PV Solar Refrigerators)

٦,١٠ التمارين

أجب/ باختصار عن الآتي:

١.تتكون أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية بصورة عامة من الأجزاء الآتية:

١..... ٢.....

٣.....

٢.أُكتب/ي ثلاث مكونات لنظام الطاقة الشمسية اللازم لتزويد أجهزة الاتصالات بالكهرباء:

١..... ٢.....

٣.....

٣.أُكتب/ي أربعة مكونات لأنظمة الإنارة الشمسية اللامركزية:

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

٤.أُكتب/ي أربعة أنواع مختلفة من أنظمة الإنارة بالخلايا الشمسية التي يمكن تسويقها:

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

٥.أُكتب/ي أربعة من مكونات الثلاجات الشمسية:

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

٦.أُكتب أربعة العوامل تعتمد عليها المضخة الشمسية في تحديد كمية المياه التي ترفعها:

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

٧.يعتمد تصميم عدد اللوحات الشمسية وسعة بطارية التخزين على الآتي:

١..... ٢.....

٣..... ٤.....

١١. مزايا و عيوب الطاقة الشمسية

١,١١ مزايا الطاقة الشمسية

تمتاز الطاقة الشمسية بعدة مميزات أهمها:

١. توفر طاقة نظيفة وصديقة للبيئة، حيث لا تنبعث أي غازات ضارة.
٢. الطاقة الشمسية هي الطاقة التي توفرها الطبيعة - وبالتالي فهي مجانية ومتاحة على نطاق واسع ولا تعتمد على الوقود الأحفوري.
٣. يمكن استخدام الطاقة الشمسية المتاحة في أي مكان على سطح الأرض تسقط عليه أشعة الشمس.
٤. تكاليف التشغيل والصيانة للوحدات الكهربائية الضوئية منخفضة، ولا تكاد تذكر، مقارنة بتكاليف أنظمة الطاقة الأخرى.
٥. لا تشمل الألواح الشمسية الأجزاء المتحركة، مما يقلل من متطلبات الصيانة مقارنة مع أنظمة الطاقة المتجددة الأخرى (على سبيل المثال، توربينات الرياح).
٦. الألواح الشمسية لا تنتج أي ضجيج.
٧. الطاقة الشمسية هي وحدات تسمح للنظم أن تكون بحجم الاحتياجات.

٢,١١ عيوب الطاقة الشمسية

١. كما هو الحال مع جميع مصادر الطاقة المتجددة، لا تتوفر الطاقة الشمسية دائمًا، حيث لا تشرق الشمس في الليل أو في الأيام الملبدة بالغيوم والأمطار.
٢. تتطلب الألواح الشمسية معدات إضافية لتحويل الطاقة الشمسية إلى كهربائية لاستخدامها في شبكة الكهرباء.
٣. الإمداد المستمر للطاقة الكهربائية، يتطلب استخدام بطاريات لتخزين الطاقة. وبالتالي زيادة كبيرة في التكلفة.
٤. الحاجة إلى مناطق كبيرة - نسبياً من الأرض - لتركيب الألواح الشمسية.
٥. كفاءة الألواح الشمسية منخفضة نسبياً مقارنة بأنظمة الطاقة المتجددة الأخرى.
٦. الألواح الشمسية هشة نسبياً ويمكن أن تتلف بسهولة وتتطلب تأمين إضافي.
٧. يمكن بسهولة سرقة الألواح الشمسية أو البطاريات واستخدامها لأغراض أخرى.

٣,١١ التمارين

قارن بين مميزات وعيوب الطاقة الشمسية

١٢. تصميم أنظمة الخلايا الشمسية (Sizing of PV Systems)

١,١٢ المتطلبات

١. عنـد تصميم نظام الطاقة الشمسـية، يجب عليك أولاً تحديد الأحمال(load)، لحسـاب القدرة المطلوبة لكل نوع من أنواع الحمل.
٢. تحديد الزمن أو ساعات التشغيل أثناء اليوم المرادفة لكل نوع من أنواع الحمل.
٣. من المعطيات أعلاه تحديد الطاقة المطلوبة لتشغيل الأجهزة أو الحمل الكلي أثناء اليوم.
٤. آخذين في الاعتبار متوسـط الإشعاع الشـمسي اليومي في الموقع أو المنطقة، يمكن تحديد حجم لوحات الخلايا الشمسية المطلوب لإنتاج هذه الطاقة.
٥. آخذيـن في الاعتبـار كفـاءة التحويل وفرق جهد النظـام، يمكن تحديد سـعة بطاريات التخزين.
٦. منظم الشحن يعمل على نفس فرق جهد النظام وقدرته يحددها تيار شحن البطارية من لوحات الخلايا الشمسية.
٧. مبدل التيار أو المحول يعمل على نفس فرق جهد النظام عند دخل التيار المباشر، وقدرته تحددها قدرة الأجهزة المراد استعمالها أو الحمل.
٨. أثناء تركيب النظام، تعتبر السلامة واختيار الأسلاك المناسبة من الاهتمامات الرئيسية.

٢,١٢ تمرين عملي رقم ٨، تصميم أنظمة الخلايا الشمسية

١,٢,١٢ تحديد لوحات الخلايا الشمسية (Array Sizing Calculations)

Sizing the photovoltaic Array

- Array Sizing Calculations

AH required by the Batteries	÷	Battery Inefficiency	÷	High module Operating Temperature	÷	Dirt ang Dust on the Module	÷	Controller and Wiring loss	÷	Changing Meteorological Conditions
36 Ah		0.80		0.90		0.96		0.97		0.97

Array AH required	÷	Peak Sun Hours	=	Array Amps required	÷	Module Amps	=	Modules in Parallel	System Voltage	÷	Modules Voltage	=	Modules in Series
56 Ah		5.8 Hours		10 A		2.78 A		3.59 (4)	24 volt		12 volt		2

الشكل ٥٨: يوضح تحديد لوحات الخلايا الشمسية

٢,٢,١٢ تحديد سعة بطاريات الشحن

Sizing the Batteries

- Battery Sizing Calculations

Energy required 720 WH per day	÷	System Voltage	=	Amps Hours required/Day	÷	0.85 Battery Temperature	x	5 Days of Autonomy	+	20% (Max DOD is 80%)
		24 volts		30 AH		36 AH/day		180 AH		225 AH

System Voltage	÷	Battery Voltage	=	Batteries In Series		Total AH Required	÷	Battery Rated AH	Batteries in Parallel	You need two 12 Volt. 230 AH Batteries for a 36 AH per day load (at 24 volts)
24 volts		24 volts		2		225 AH		230 AH	1	

الشكل ٥٩: يوضح تحديد سعة بطاريات الشحن

٣,٢,١٢ تحديد مواصفات منظم الشحن

Voltage Controller Calculations

System Voltage	Maximum Inputs Current
24 Volts Minimum Range 20 - 30 Volts	4 Series stings X 3 amps I_{sc} = 12 amps max input

Options	Low Voltages Disconnect?	Conformal Coating?	Field Adjustable Set Points?	Metering LED's?
	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No

الشكل ٦٠: يوضح تحديد مواصفات منظم الشحن

٤,٢,١٢ تحديد مواصفات المبدل أو المحول

Inverter Calculations

System Voltage	Maximum Connected Watts Nominal	Max Surge Watts
24 Volts Minimum Range 20 - 30 Volts	2062 Watts	4122 Watts

Options	Sine Wave?	Conformal Coating?	Include a Battery Charger?	«Sleep» Mode?
	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No

الشكل ٦١: يوضح تحديد مواصفات المبدل أو المحول

المراجع

١. هربرت أ. ويد، "دليل التدريب التقني على الطاقة الشمسية الكهروضوئية»، اليونسكو، ٢٠٠٢.

٢. المركـز الوطني لبحوث الطاقة، منظمة الأمم المتحـدة للتنمية الصناعية، "تكنولوجيا أنظمة الخلايا الشمسية الكهروضوئية»، ٢٠١٨.

٣. عبد الرحمن بشير حسن، "دليل التدريب على أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية»، ولاية كسلا، فبراير ٢٠٠٨.

٤. توتال للطاقة في جنوب إفريقيا،(TENESA) »التدريب على تقنيات الألواح الضوئية»، ٢٠١٠.

٥. تقوية الصحة، خيارات كهربائية للمراكز الصحية الريفية، USAID.

٦. د.عزمي زين العابدين طه، »دليل التدريب على أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية»، أكاديمية شركة الاتصالات السودانية (سوداكاد)، أبريل ٢٠١٧.

٧. د. دونكان برور، "كتاب تدريب الطاقة الشمسية الكهروضوئية السودانية» .

إخلاء المسئولية
أعدت هذه الوثيقة دون تحرير رسمي من الأمم المتحدة. إن الآراء والتعيينات والعروض المادية لا تعني التعبير عن أي رأي من جانب اليونيدو فيمـا يتعلـق بالوضع القانوني لأي دولة أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو سـلطاتها ، أو فيما يتعلـق بتحديد الحدود أو الحدود. لغة نشر هذا المستند هي العربية.