مضخات الطاقة الشمسية

جامعة العلوم والتكنولوجيا

مركز الطاقة المتجددة والتصميم الإلكتروني

تقديم:

المهندس: عبدالباسط محمد البشة

ماجستير هندسة.

محتوى العرض

- مقدمة عن الألواح الشمسية.
- لمحة سريعة عن منظمات MPPT.
- مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.
- تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.
  - مثال تصميمي.

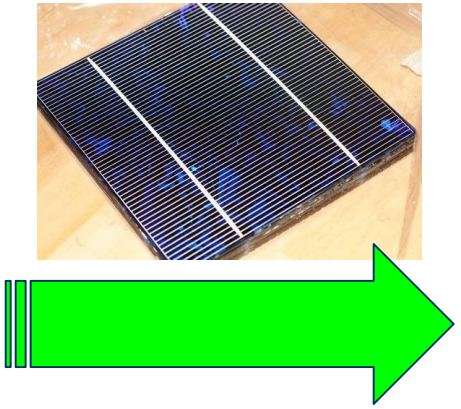
مقدمة عن الألواح الشمسية.

- تعريف الخلية الشمسية (مكونات ، مبدأ عمل).
- أنواع الخلايا الشمسية.
- مكونات اللوح الشمسي.
- الخصائص الكهربائية للخلايا والألواح الشمسية.
- العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.

مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **تعريف الخلية الشمسية.**

الخلايا الكهروضوئية: هي وحده تقوم بتحويل الطاقة الضوئية المباشرة إلى طاقة كهربائية , و كلمة فوتوفولتيك مشتقة من طبيعة عمل الخلية فكلمة (Photo) تعني ضوء، وكلمة (Voltaic) تعني كهرباء, و هذا يعني تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء .



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **مكونات الخلية الشمسية.**

تصنع الخلية الشمسية من المواد أشباه الموصلات semiconductors
وكل خلية مكونة من بلورة واحدة من السيلكون

أ.م. عبدالباسط محمد البشة

ضوء الشمس

بلورة سيلكون

إثارة الالكترونات الغير مرتبطة

تتحرك الالكترونات بحرية

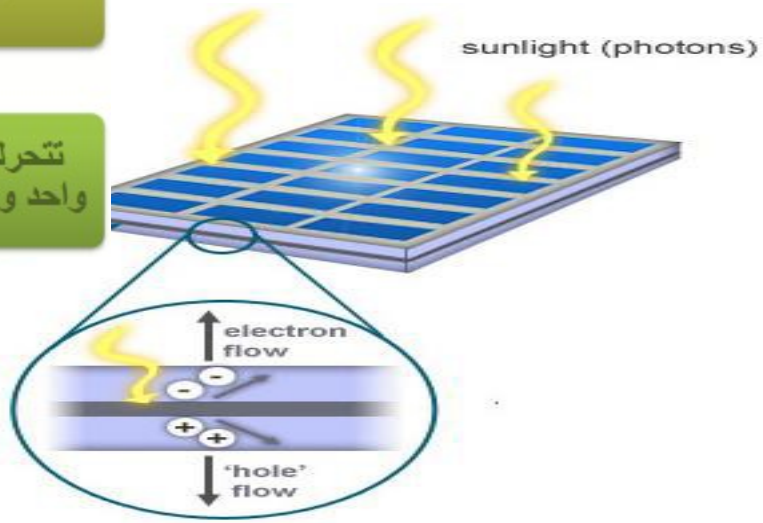
تتعرض لمجال كهربي

تتحرك الالكترونات باتجاه واحد وهذا هو التيار الكهربي

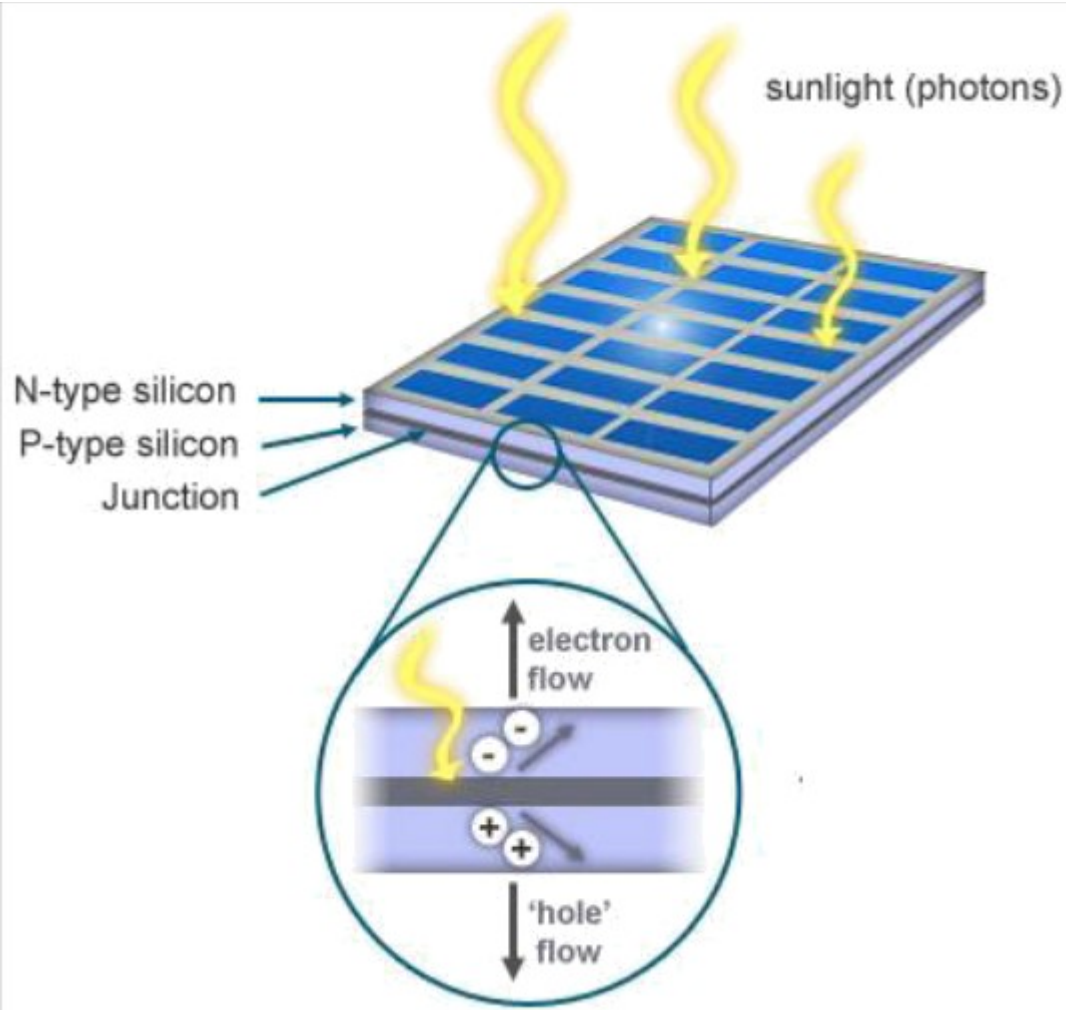
مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **مبدأ عمل الخلية الشمسية.**

عندما تسقط أشعة الضوء على الخلية فان جزء من الضوء يتم امتصاصه من قبل ذرات السيلكون ,أي أن طاقة الضوء قد امتصت من قبل مادة الخلية.



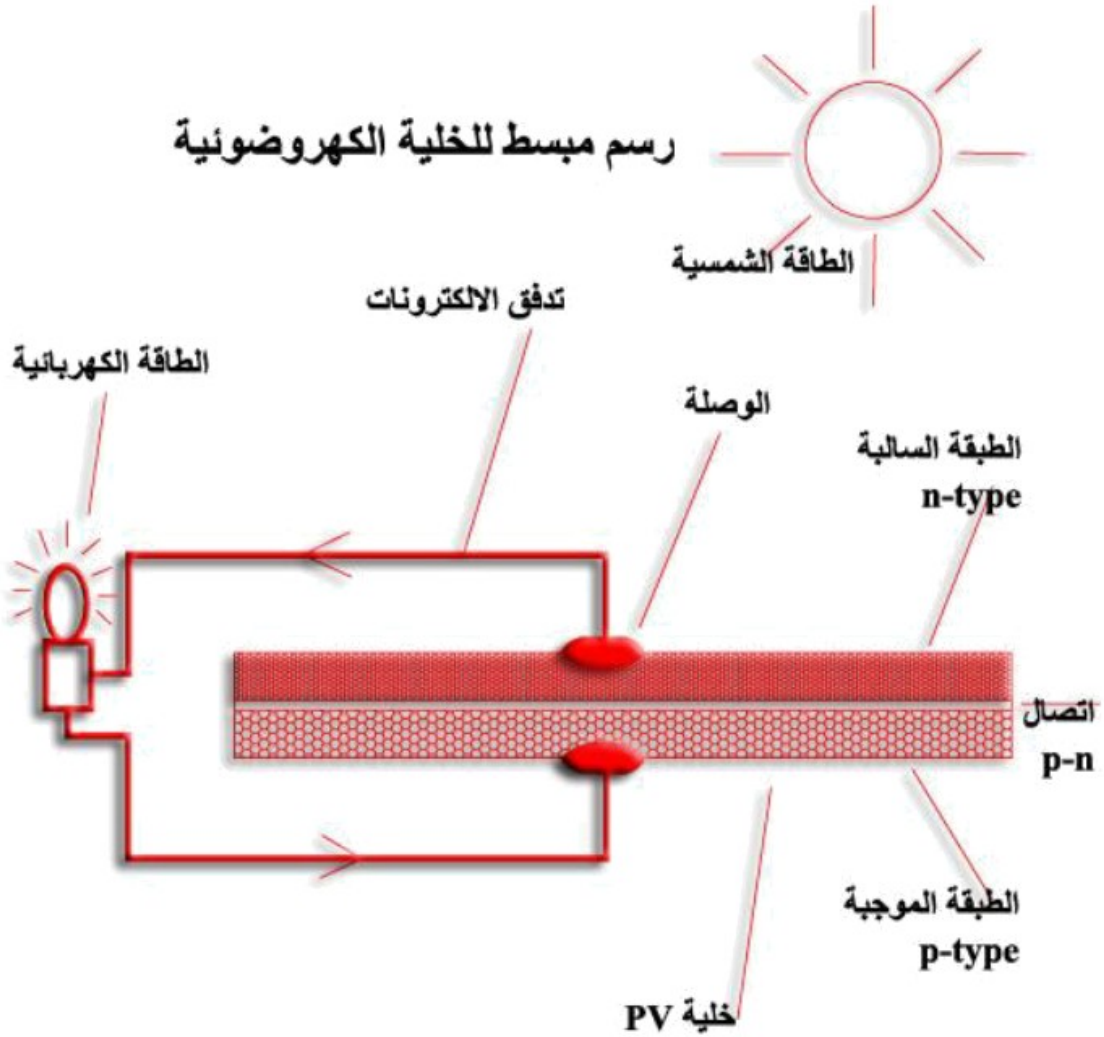
مقدمة عن الألواح الشمسية.



- **مبدأ عمل الخلية الشمسية**

تعمل هذه الطاقة على إثارة الالكترونات الغير مرتبطة في المادة وتجعلها تتحرك بحرية داخل المادة.

مقدمة عن الألواح الشمسية



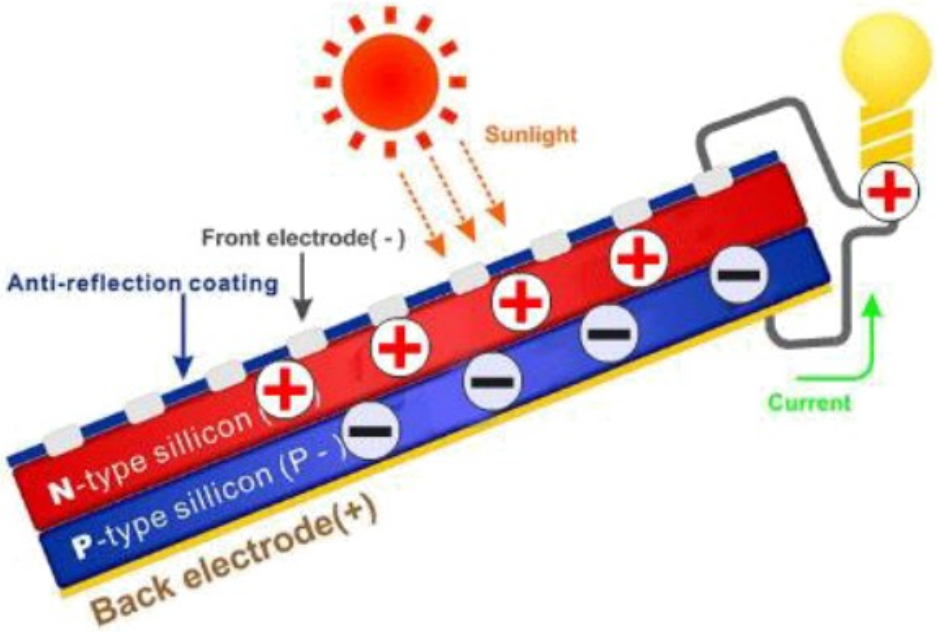
- **مبدأ عمل الخلية الش**

وعندما تتعرض هذه الالكتر
الحرة لمجال كهربي فإنها س
تتحرك كلها في اتجاه واحد و
يعني تيار كهربي

مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **مبدأ عمل الخلية الشمسية.**

وعند ربط طرفي الخلية بنقطتي توصيل على السطح العلوي والسطح السفلي للخلية نحصل على تيار كهربي طالما استمر سقوط الضوء على خلية



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- أنواع الخلايا الشمسية.
  - خلية تصنع من السليكون أحادي التبلور Mono Crystalline
  - خلية تصنع من السليكون متعدد التبلور Poly Crystalline
  - الخلايا المورفية أو خلايا الفيلم الرفيع amorphous

مقدمة عن الألواح الشمسية.

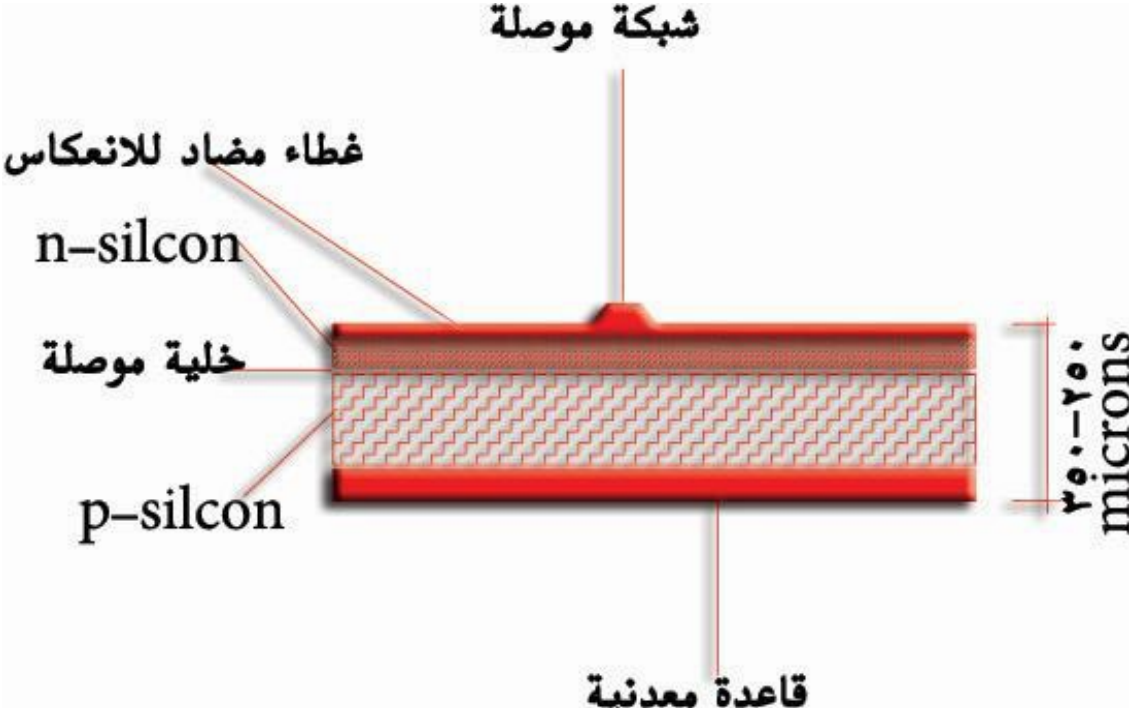
- **أنواع الخلايا الشمسية.**
  - **خلية تصنع من السليكون أحادي التبلور Mono Crystalline**

وهي عبارة عن خلايا قُطعت من بلورة سيلكون مفردة وكفاءة هذا النوع من الخلايا من 11 إلى 16 % مما يعني أن امتصاص الخلايا من الإشعاع القادم من الشمس الذي تبلغ قوته 1000 وات لكل متر مربع وذلك في يوم مشمس بالقرب من خط الاستواء أي أن الواحد متر مربع من هذه الخلايا يمتص الإشعاع الشمسي بهذه الكفاءة ينتج ما بين 110 إلى 160وات.

مقدمة عن الألواح الشمسية.

- أنواع الخلايا الشمسية.
  - خلية تصنع من السليكون أحادي التبلور Mono Crystalline

وتكون هذه الخلايا
متجانسة باللون والشكل.



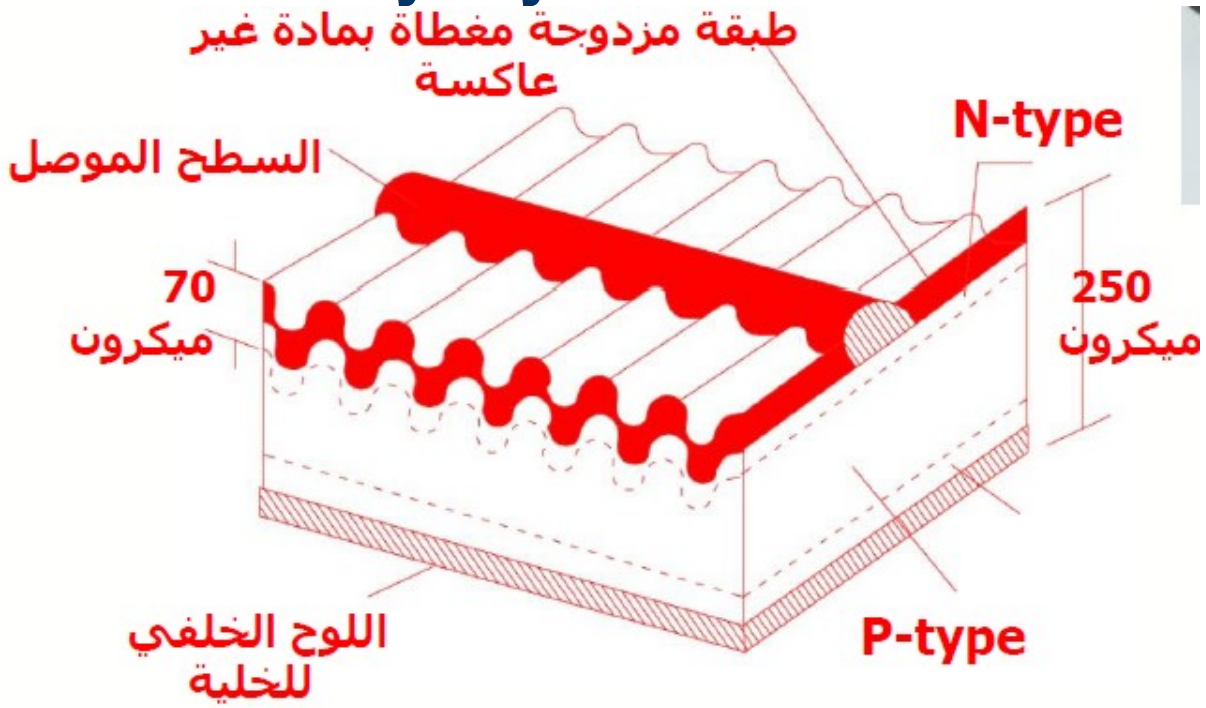
مقدمة عن الألواح الشمسية.

- أنواع الخلايا الشمسية.
  - خلية تصنع من السليكون متعدد التبلور Poly Crystalline

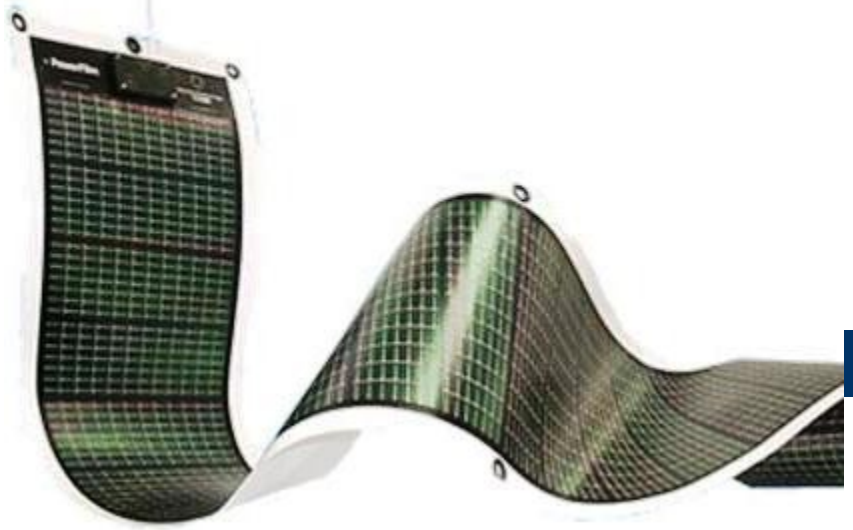
وهي عبارة عن رقائق من السليكون كُشطت من بلورات سليكون أسطوانية ثم تعالج كيميائيا في أفران لزيادة خواصها الكهربية وبعد ذلك تغطي أسطح الخلايا بمضاد الانعكاس لكي تمتص الخلايا أشعة الشمس بكفاءة عالية وكفاءة هذا النوع من 9 إلى 13%

مقدمة عن الألواح الشمسية.

- أنواع الخلايا الشمسية.
  - خلية تصنع من السليكون متعدد التبلور Poly Crystalline



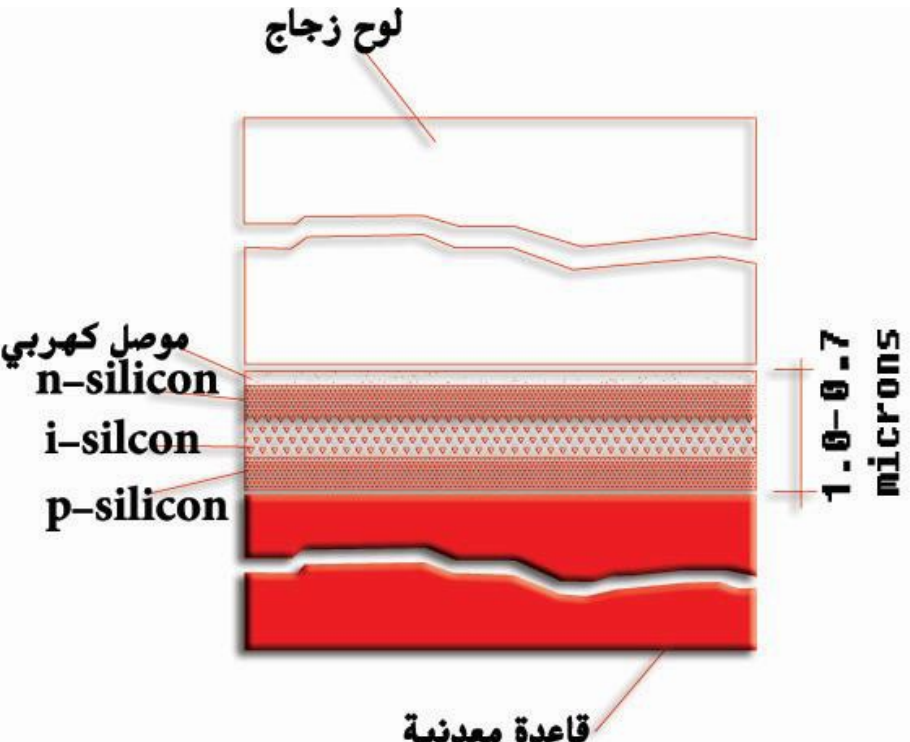
وتكون هذه الخلايا غير متجانسة باللون والشكل.

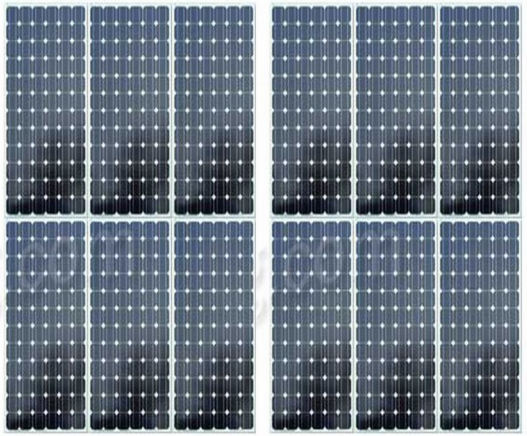


مقدمة عن الألواح الشمسية.

- أنواع الخلايا الشمسية.
  - الخلايا المورفية أو خلايا الفيلم الرفيع amorphous

وفيها مادة السيلكون تترسب على هيئة طبقات رفيعة علي أسطح من الزجاج أو البلاستيك لذلك فإن تصنيع هذه الخلايا يتم بتقنية سهلة ولكن كفاءتها أقل من 3 إلى 6% وأسعارها أيضا أقل. وهي مناسبة لتطبيقات من 40 وات إلى ما أقل .





مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **مكونات اللوح الشمسي.**

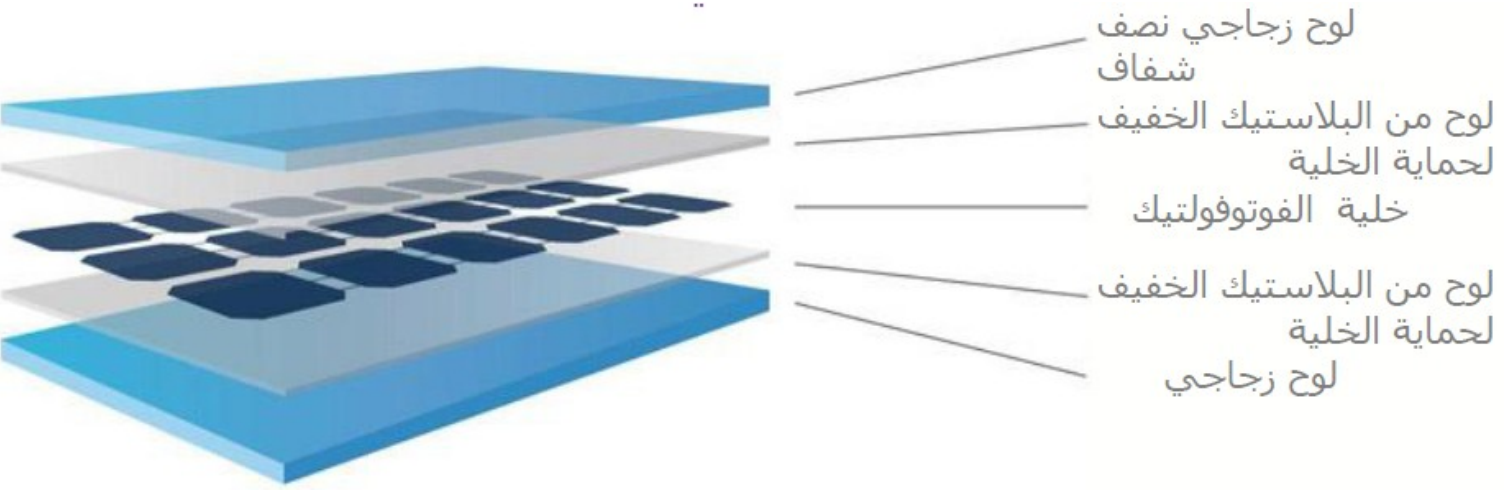
تعريفها : هي الجزء الظاهر من المنظومة الشمسية وتتكون من تجميع عدد من الخلايا الشمسية.

يتألف اللوح الشمسي من عدد من الخلايا التي تكون موصولة على التسلسل والتفرع مع بعضها البعض ضمن لوحة واحدة، ويجب أن تكون محمية من الماء والرطوبة والحرارة والسقوط

مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **مكونات اللوح الشمسي.**

يغلف اللوح الشمسي بطبقة من مادة الزجاج يليها طبقة شفافة خفيفة من البلاستك المعالج لمضاعفة الحماية للخلية الشمسية تليها طبقة من الخلايا الشمسية. تثبت الألواح الشمسية على قاعدة وتختلف المادة المصنعة لها من نوع إلى آخر, حيث تصنع إما من مادة الزجاج أو الفولاذ المقاوم للصدأ أو من مادة بلاستيكية .



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **الخصائص الكهربائية للخلايا والألواح الشمسية.**
  - **القدرة الكهربائية المتولدة P**: تكون الطاقة الكهربائية المتولدة من الخلية الكهر وشمسية بشكل تيار مستمر DC وتعتمد شدة هذا التيار على بارلمتري ن: الأول هو الأشعة الشمسية الساقط ة، والثاني هو التيار والفولط المطلوب للحمل. ويعتمد مردود اللوح الكهروشمسي على مردود هذه الخلايا.

وتعرف الخلية الشمسية ذات المساحة 100 سم مربع بأنها بطارية شمسية تقوم بإنتاج جهد قدره (0.5 V) وتيار يتناسب مع شدة الإشعاع الشمسي تصل قيمته ما بين (2.5-3A) عند شدة الإشعاع للقصوى.

تتحدد الخلية الكهروشمسية بفرق جهد دارتها المفتوحة وتيار دارتها المغلقة

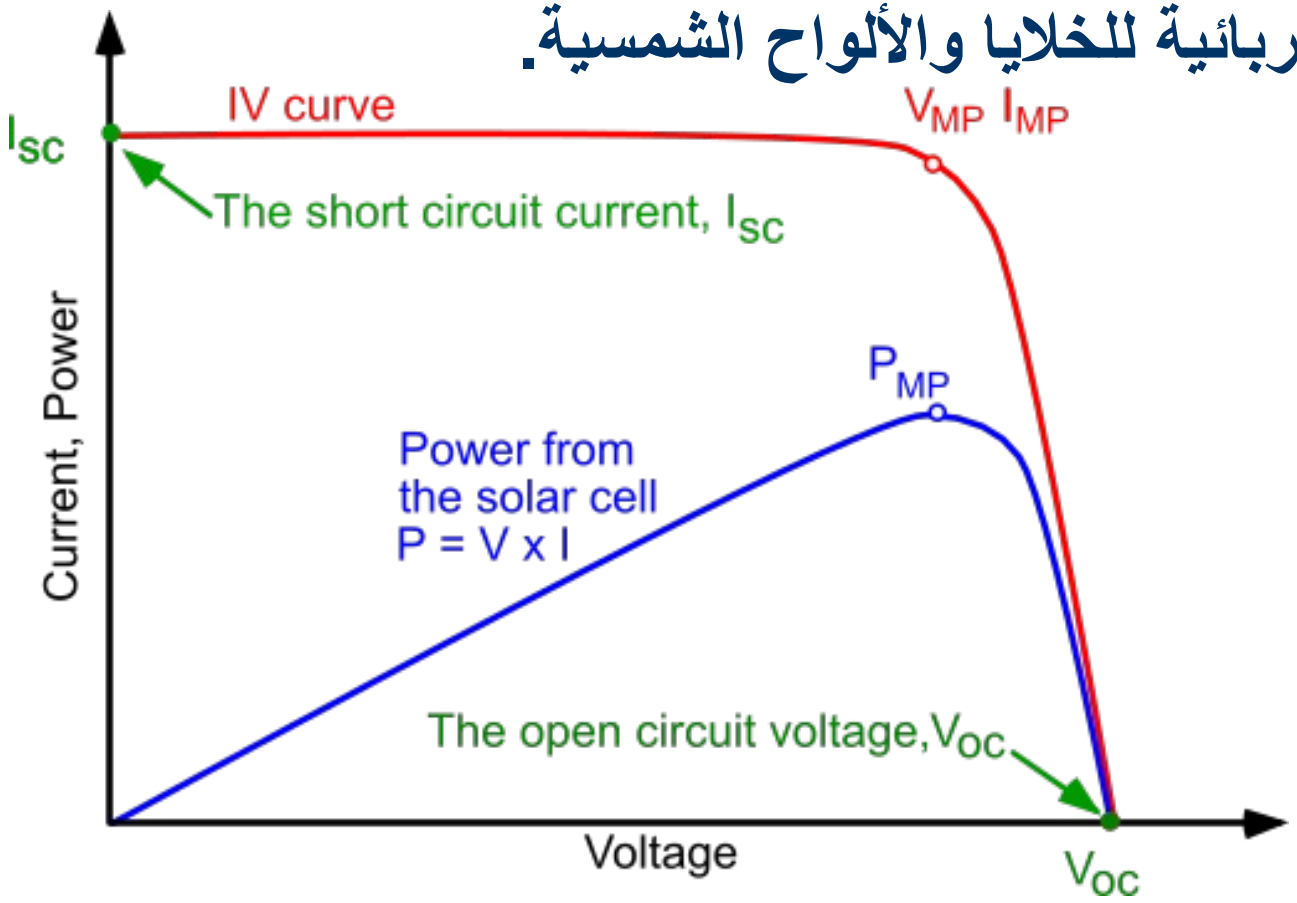
مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **الخصائص الكهربائية للخلايا والألواح الشمسية.**
  - **جهد الدائرة المفتوحة Voc**: هو الجهد الذي تعطيه الخلية الكهروشمسية عندما لا يمر في الدارة أي تيار، وهو الفولط الأعظمي الذي تعطيه الخلية الكهروشمسية من الإشعاع الشمسي.
  - **تيار الدارة المغلقة Isc:** فهو التيار المار في الخلية الكهروشمسية إلى دارة خارجية بدون حمل أو مقاومة، وهو التيار الأعظمي الذي تستطيع الخلية الكهروشمسية توليده من الإشعاع الشمسي(تيار القصر).

إن فرق الجهد المتولد من الخلية الكهروشمسية يبقى ثابتًا تقريبا عند كل مستويات الإشعاع الشمسي الساقط ، لكن التيار المتولد يتغير بشكل مباشر تبعًا لقيم الإشعاع الشمسي الساقط عند كل لحظة زمنية.

مقدمة عن الألواح الشمسية.

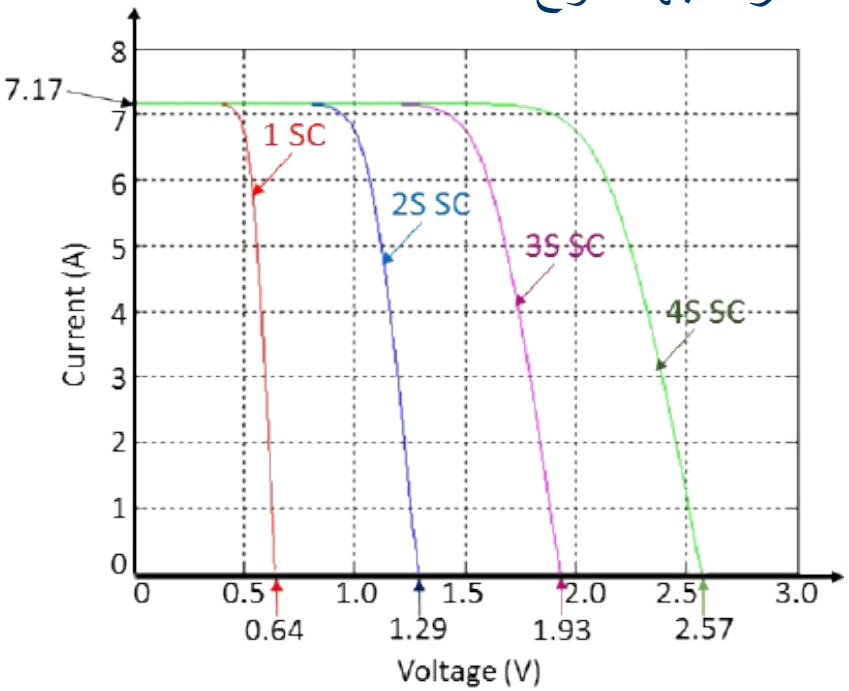
- الخصائص الكهربائية للخلايا والألواح الشمسية.



مقدمة عن الألواح الشمسية.

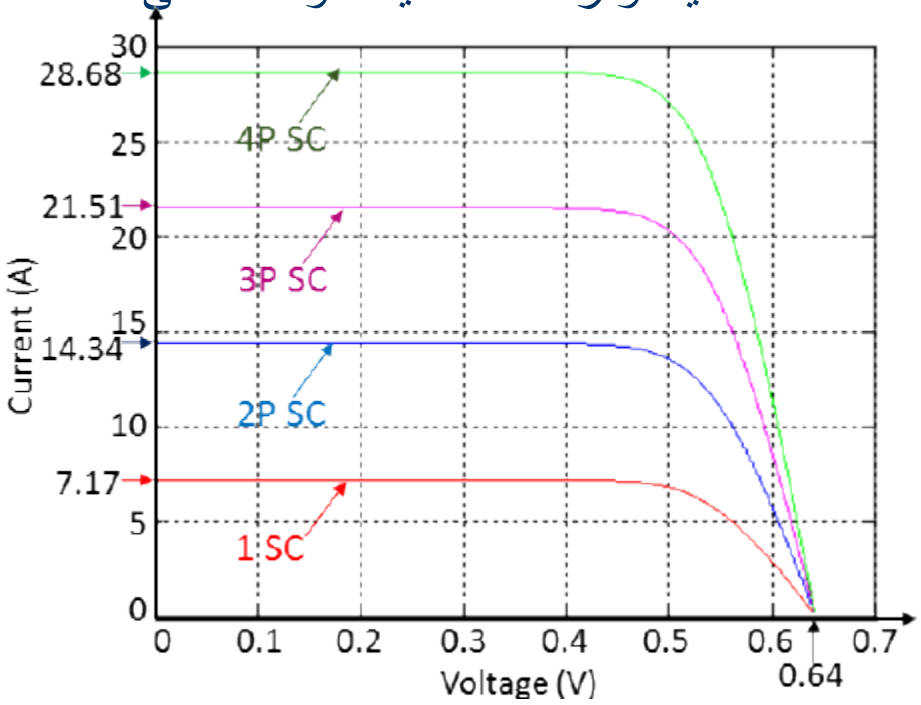
- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **تأثير عدد الخلايا الموصلة داخل اللوح Effect of the number of cells** :

كلما زلدت عدد الخلايا الموصلة على التوالي كلما زاد جهد اللوح



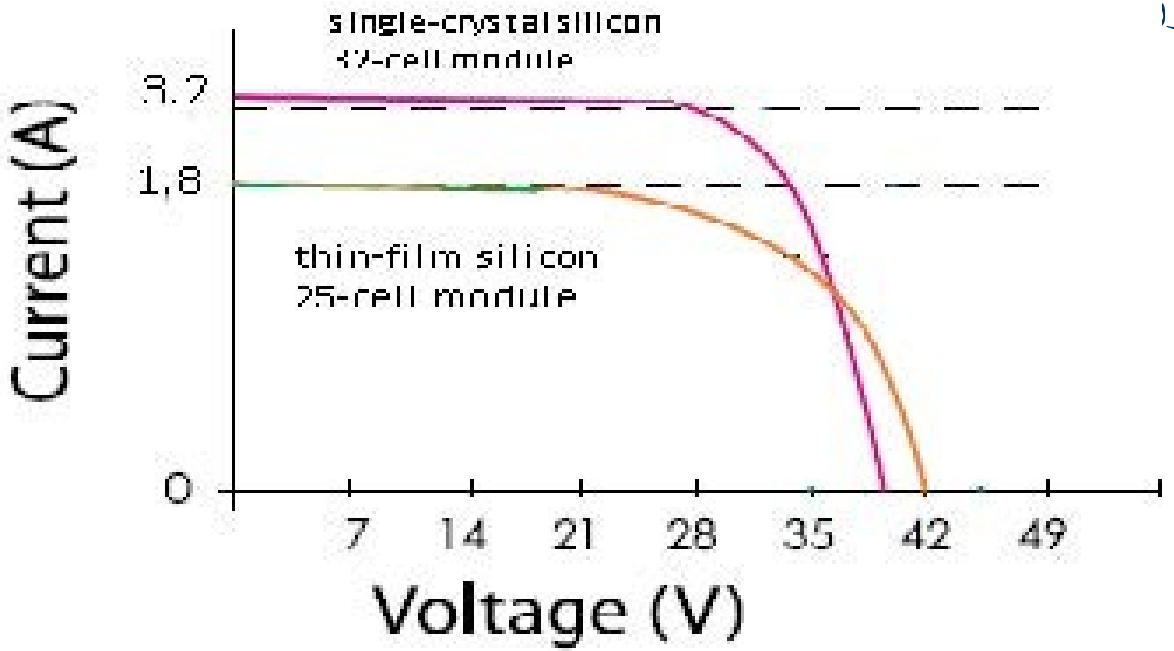
مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **تأثير مساحة الخلية Effect of cell area** : كلما زادت عدد الخلايا الموصلة على التوالي كلما زاد جهد اللوح وكلما زادت مساحة الخلية أو زادت الخلايا الموصلة على التوازي كلما زاد تيار اللوح



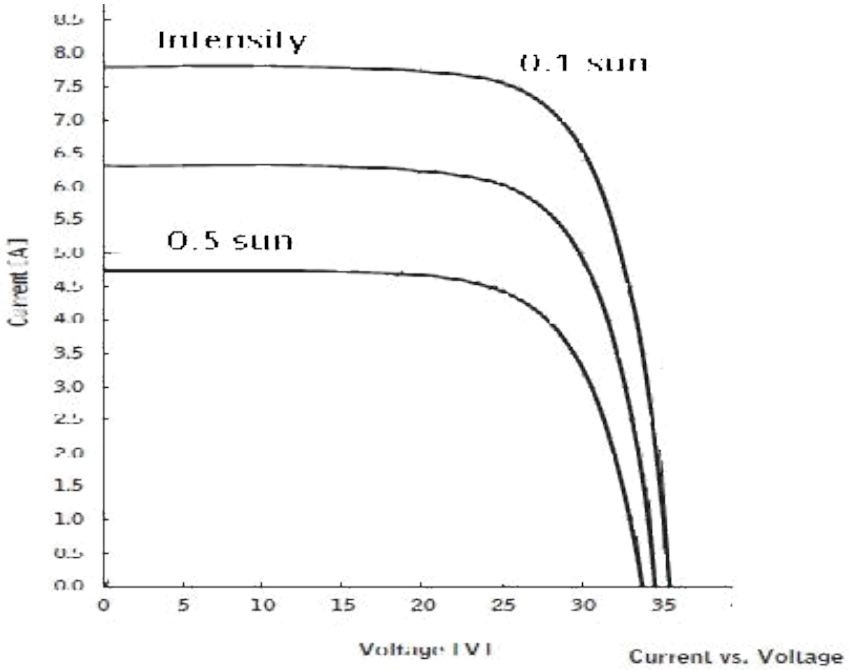
مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **تأثير نوعية السيلكون Effect of type of silicon** : تختلف كفاءة الخلية باختلاف نوعية السيليكو



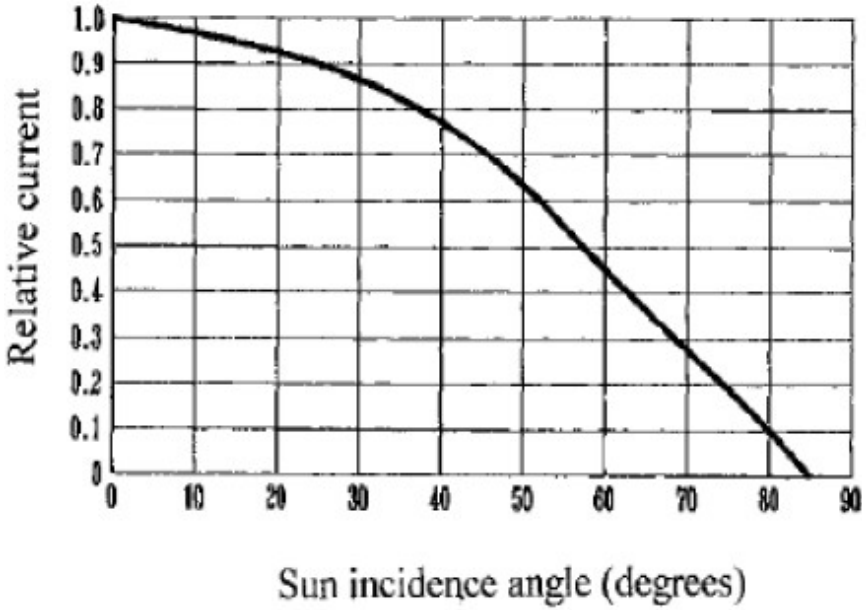
مقدمة عن الألواح الشمسية.

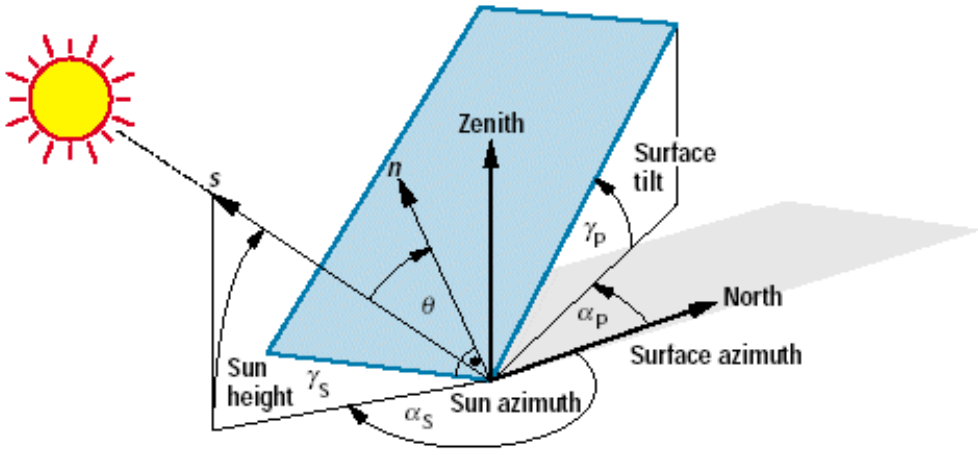
- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **شدة الإشعاع Sun Intensity** : يزداد تيار الخلية الشمسية بشكل شبه خطي مع زيادة الإشعاع الشمسي بينما يزداد الجهد بشكل سريع عند بداية لرتفاع الإشعاع الشمسي ثم يزداد بشكل طفيف في مستويات الإشعاع العالية.



مقدمة عن الألواح الشمسية.

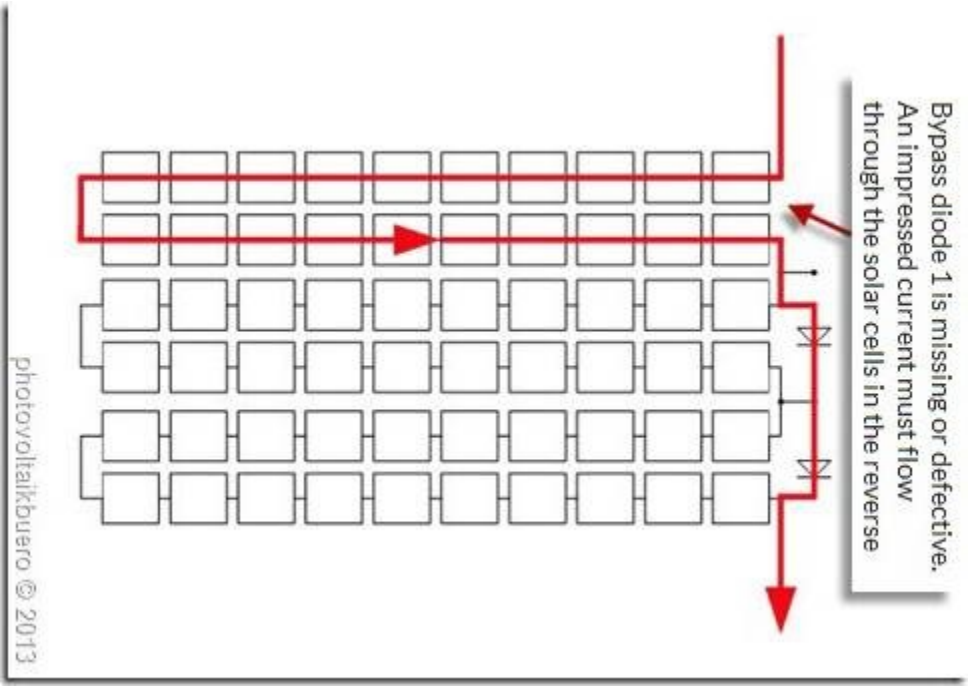
- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **ميلان زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على اللوح Sun Angle** : كلما كانت زاوية السقوط على اللوح عمودية كلما تحسن خرج اللوح ويوضح الشكل التالي نسبة النفص في خرج للوح عند انحراف زاوية السقوط عن التعامد.





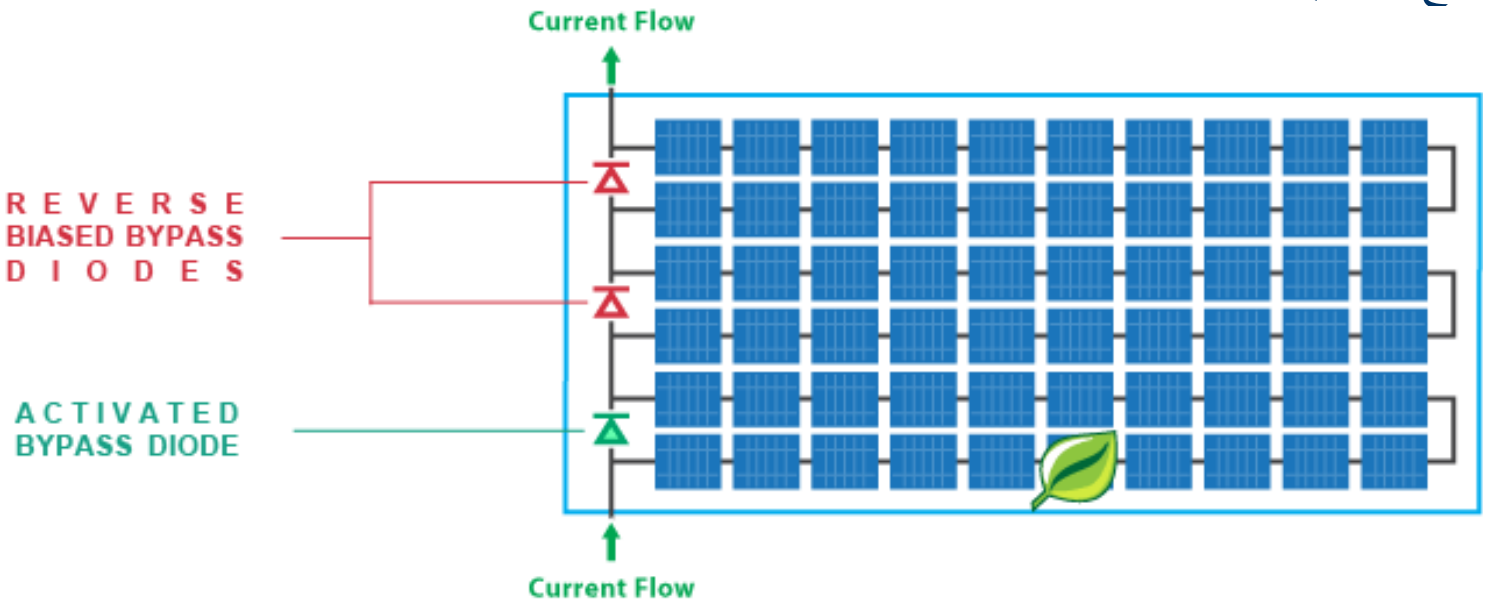
مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **تأثير الظل Shadow Effect** : توضح الاشكال التالية التغير في منحنى خرج اللوح عند التظليل الجزئي وكيف تعالج هذه الإشكالية بإضافة دايودات معكوسة التوصيل على التوازي مع الخلايا.



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **تأثير الظل Shadow Effect** : توضح الاشكال التالية التغير في منحنى خرج اللوح عند التظليل الجزئي وكيف تعالج هذه الإشكالية بإضافة دايودات معكوسة التوصيل على التوازي مع الخلايا.

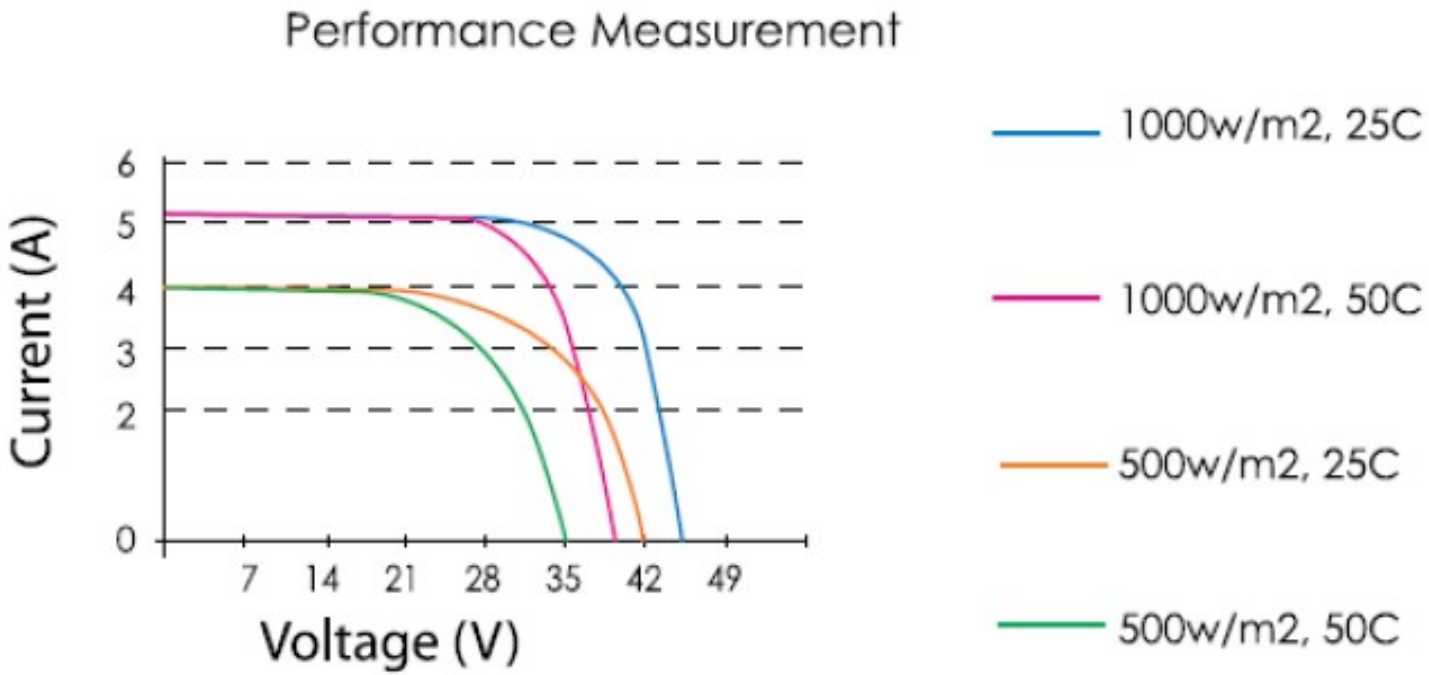


مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - تأثير الحرارة **Temperature Effect** :
  - يقل جهد وقدرة للوح كلما ارتفعت درجة الحرارة حيث أن قدرة اللوح تتناقص بمعدل يصل إلى 0.4% لكل أرتفاع في درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة.
  - كما أن جهد اللوح يتناقص بمعدل يقارب 0.33% لكل درجة مئوية.
  - وهذا يكون في لألواح الجيدة التصنيع. وهذه النسب تؤدي إلى نقص في القدرة يصل لنسبة تزيد عن 20% من خرج اللوح في المناطق المرتفعة الحرارة. بينما يزداد تيار اللوح بشكل طفيف يمكن إهماله.

مقدمة عن الألواح الشمسية.

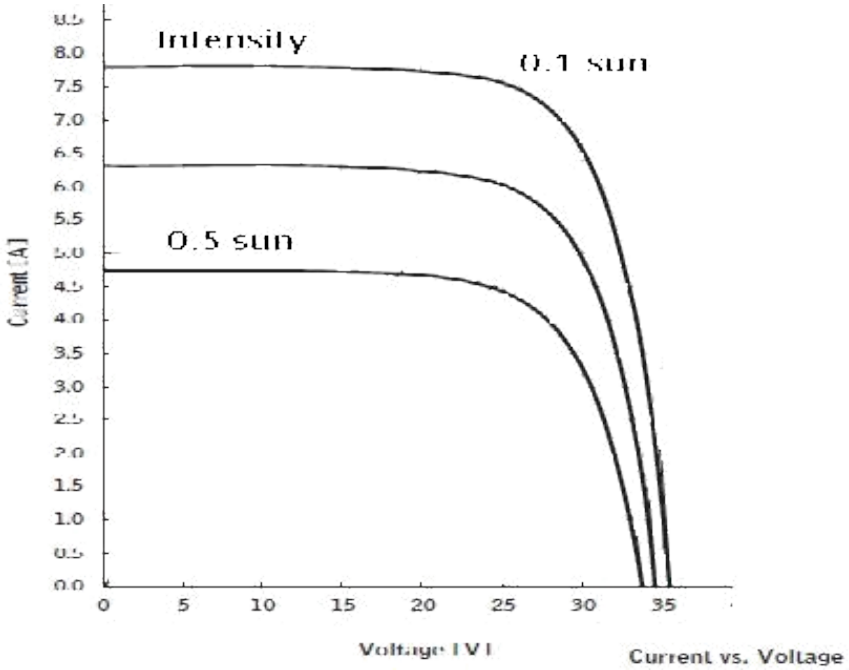
- العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.
  - تأثير الحرارة **Temperature Effect** :



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **تأثير العوامل المناخية Effect of Climate :**

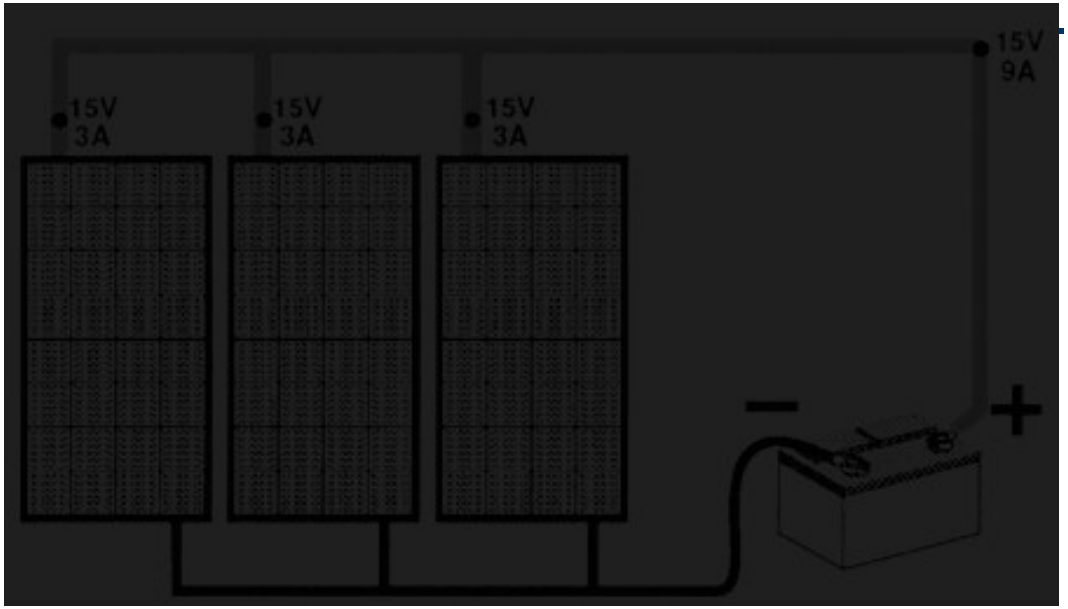
تؤثر الغيوم والرطوبة والغبار على تقليل الإشعاع الواصل إلى اللوح مما يؤثر على خرجها



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **نوعية الأحمال الكهربائية Electrical Load Matching :**

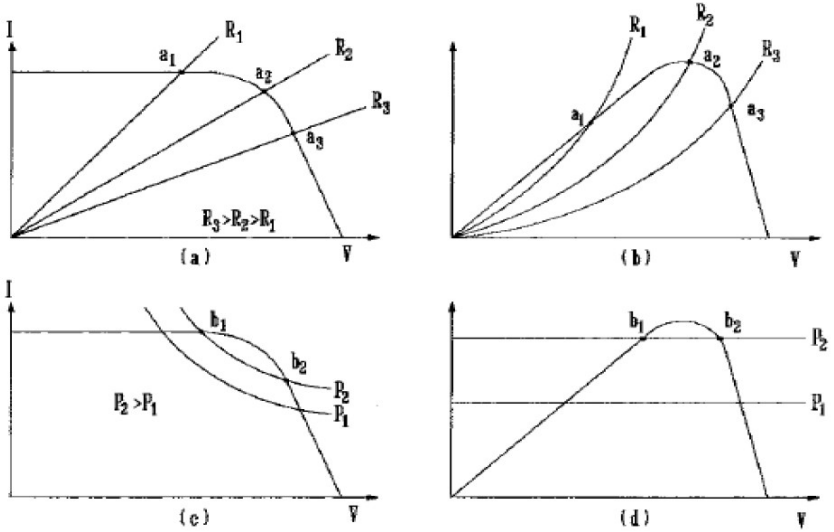
يقل تأثير البطاريات على الإنحراف عن نقطة التشغيل القصوى للوح بسبب ثبات جهد البطاريات وتغيره بشكل طفيف.



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **العوامل المؤثرة على خرج وتصميم المنظومة الشمسية.**
  - **نوعية الأحمال الكهربائية Electrical Load Matching :**

بينما تؤثر الأحمال الخطية المائلة كالمضخات بشكل كبير على الإنحراف عن نقطة التشغيل عند مستويات الإشعاع المختلفة، مما يؤدي إلى نقصان تحصيل القدرة من الألواح الشمسية، وهذا يلزم إستخدام منظمات متتبعات القدرة للموائمة بين الأحمال والألواح.



مقدمة عن الألواح الشمسية.

- **الفوارق بين الألواح الشمسية في السوق والعوامل المؤثرة عليها**

بعض العوامل المؤثرة على جودة الألواح الشمسية

1- مقاومة التوالي الداخلية Rs لأسلاك التوصيل وزيادة الهبوط عليها يؤدي مع إرتفاع درجة الحرارة لإنخفاض جهد اللوح.

2- مقاومة Rshunt العزل بين الخلايا والإطار المعدني على تحمله للجهود المرتفعة.

3- المقاومات الخارجية للموصلات: حيث تؤثر على نقطة التشغيل برفعها بشكل كبير وبالتالي زيادة هبوط القدرة وعمل اللوح عند منطقة الهبوط السريع لتيار اللوح وعند فولت مرتفع.

4- المادة العازلة الخلفية ونوعيتها: حيث تؤثر على التوصيل الحراري للخارج وبالتالي هبوط القدرة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة.

5- إن استخدلم ديودات Bypass بشكل كافي يمنع تأثير التظليل على الألواح وتأثير الألواح على بعضها عند التظليل الجزئي.

6- عدد الخلايا في اللوح (32-36/ 60-72) وعدم ملائمة (32-60) للمناطق الحارة.

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- وظيفة منظم الشحن في كل منظومة.
- الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.
- انفرتر المضخات الشمسية MPPT.

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **وظيفة منظم الشحن في كل منظومة.**

1- توقف الشحن عند إمتلاء البطارية, حيث أن ترك البطارية على الشحن بعد إمتلاءها قد يقلل عمر البطارية بشكل كبير

2- مراقبة مستوى جهد البطارية (و إظهار قيمة الجهد في أنواع الشاحنات التي تمتلك شاشة عرض)

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

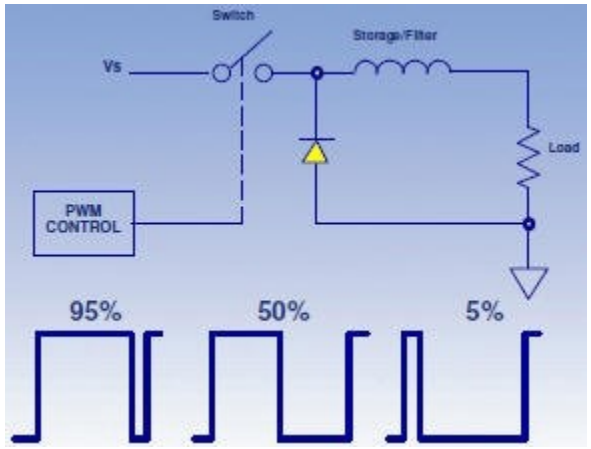
- **وظيفة منظم الشحن في كل منظومة.**

3- تشغيل الحمل المربوط عليه (إنارة) في الليل و إطفائها في النهار آليا.
هذه الخاصية مفيدة جدا لإنارة الشوارع بالطاقة الشمسية.

4 - تثبيت جهد الخارج من خلية الشمسية و شحن البطارية بجهد المناسب.
فمثلا من الممكن أن تربط لوحة شمسية من نوع 50 فولت و تشحن بها بطارية 12 فولت فلو لا وجود الشاحنة في هذه الحالة قد تنفجر البطارية !! لكن منظم الشحن يخفض الجهد على مقدار 14 فولت تقريبا ثم يشحن بها بطارية 12 فولت.

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.**
  - إن اللوح الشمسي المستخدم في الطاقة الشمسية لا يعطي جهد بالضبط مساوي لجهد اللازم لشحن البطارية فمثلا اللوح الشمسي لشحن بطارية 12 فولت هو من نوع 18 فولت على الأقل و هكذا بطارية 24 يجب إستخدام لوح شمسي 30 أو 36 فولت على الأقل.



لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.**

إن الفرق بين شاحنات PWM و MPPT هو:

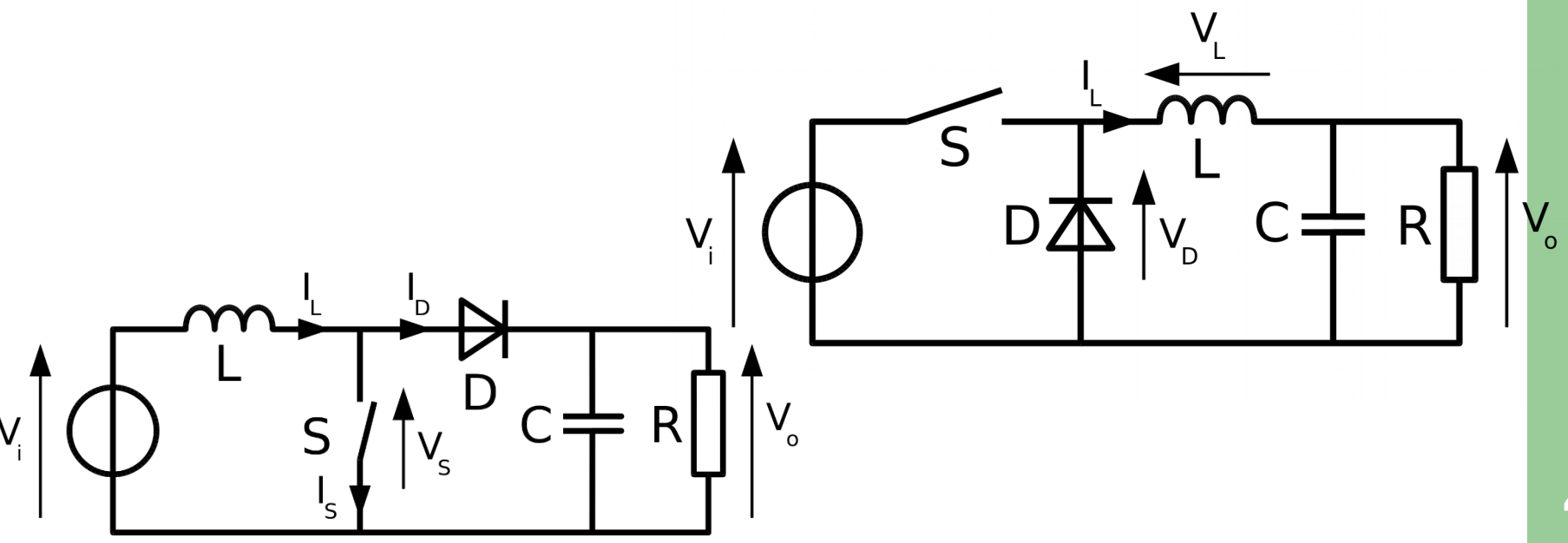
- أن منظمات الشحن من نوع PWM تأخذ جهد اللازم لشحن البطارية من اللوح الشمسي و تترك الجهد الزائد,
- مثلا لو ربطنا عليه لوحة شمسية بجهد 30 فولت و البطارية المراد شحنها كانت من نوع 12 فولت في هذه الحالة تأخذ الشاحنة 14 فولت تقريبا من الخلية و تشحن بها البطارية و تترك الـ 16 فولت المتبقي من اللوحة الشمسية, هذا النوع متوفر بأسعار مناسبة و يتم إستخدامه غالباً لمنظومات الشمسية الصغيرة أقل من 2000 واط .

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.**
  - بينما شاحنات MPPT تقوم بأخذ الجهد اللازم لشحن البطارية و تحول الجهد الزائد إلى تيار لكي تسرّع عملية شحن البطارية و بكفاءة أعلى, سعر هذا النوع من المنظمات غالي نسبيا قد يصل إلى 3 أضعاف سعر شاحنات PWM و غالبا تستخدم في منظومات أكبر من 2000 أو 3000 واط .

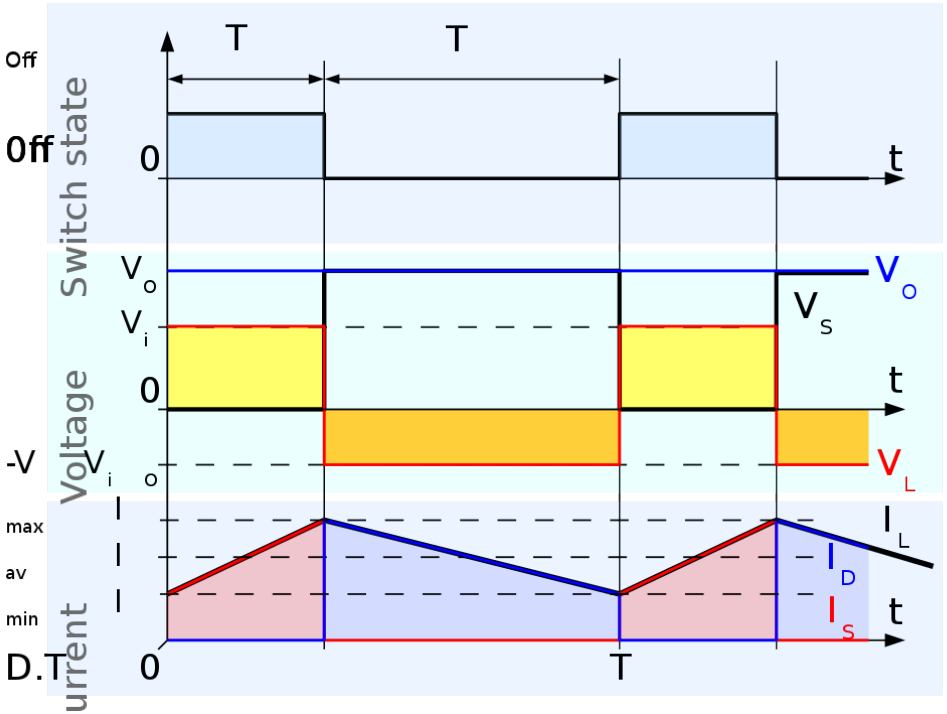
لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

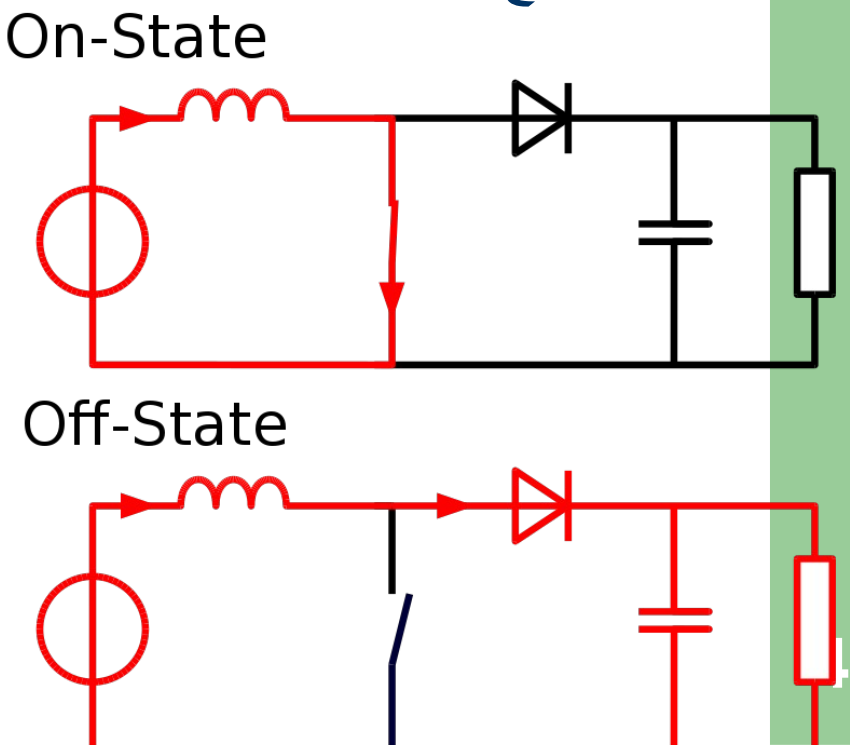
- هناك نوعان من منظمات MPPT وهما رافع للجهد Boost وخافض للجهد Buck.



لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

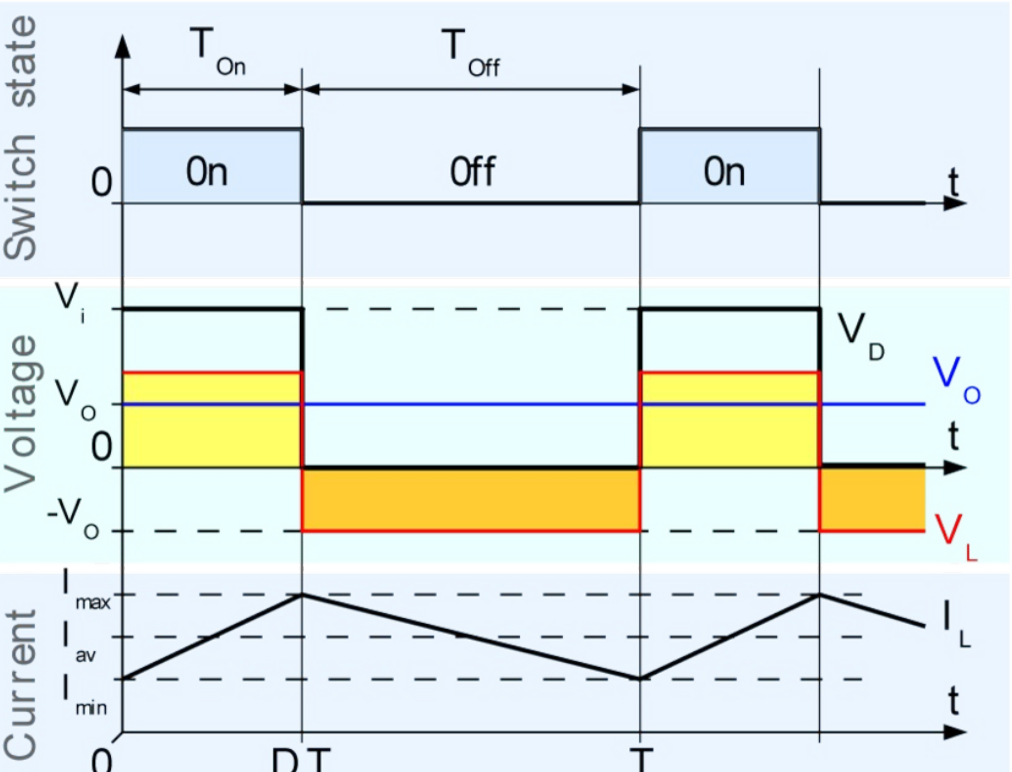
- الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.
  - رافع الجهد Boost

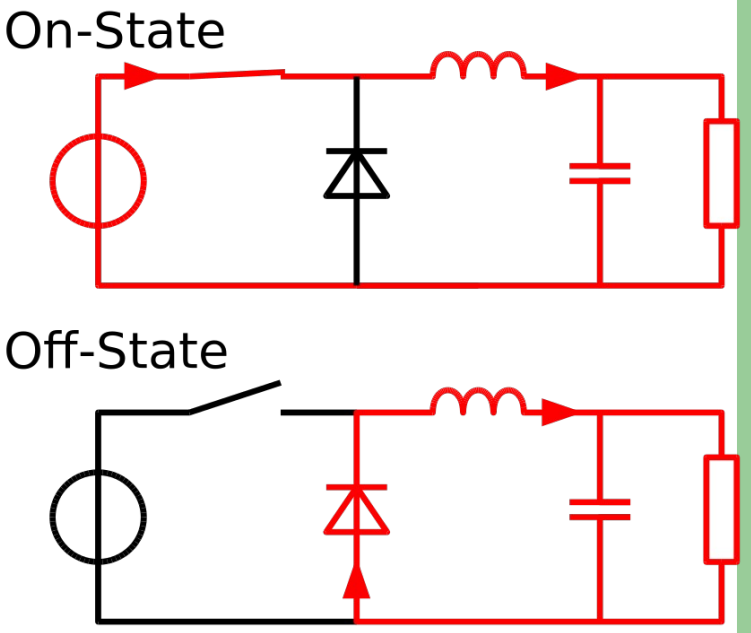




لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.
  - خافض الجهد Buck





لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.**

نأخذ مثال بسيط لتوضيح الموضوع أكثر: P=14 X 3.3 =46W

- نفترض لدينا لوح شمسي 30 فولت 100 واط و نريد أن نشحن بها بطارية 12 فولت (**بغض النظر عن حجم البطارية و المفاقيد**)
- بما أن اللوح 30 فولت و القدرة 100 واط إذن التيار الخارج هو 3.3 أمبير (3.3=100/30) لأن القدرة تساوي الجهد في التيار,
- في هذه الحالة لو ربطنا اللوحة على منظم شحن من نوع PWM سوف تقوم بشحن البطارية بجهد 14 فولت وتترك الجهد المتبقي من الـ 30 فولت, تيار الشحن في هذه الحالة سوف يكون 3.3 أمبير فقط. إذن قدرة المستخدمة لشحن البطارية تساوي 46 واط فقط !!(**بدون أخذ المفاقيد بعين الإعتبار**)

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.**

نأخذ مثال بسيط لتوضيح الموضوع أكثر: **P=14 X 7.1 =100W**

- نفترض لدينا لوح شمسي 30 فولت 100 واط و نريد أن نشحن بها بطارية 12 فولت (**بغض النظر عن حجم البطارية و المفاقيد**)
- بما أن اللوح 30 فولت و القدرة 100 واط إذن التيار الخارج هو 3.3 أمبير (3.3=100/30) لأن القدرة تساوي الجهد في التيار,
- بينما لو ربطنا نفس اللوحة السابقة على نفس البطارية السابقة لكن هذه المرّة بإستخدام شاحنة من نوع MPPT تقوم بشحن البطارية بجهد 14 فولت و ثم تحول الجهد المتبقي من الـ 30 فولت إلى تيار, فيصبح تيار الشحن 7.1 أمبير !! (**بدون أخذ المفاقيد بعين الإعتبار**)

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **الفرق بين شاحنات MPPT و PWM.**

نأخذ مثال بسيط لتوضيح الموضوع أكثر:

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **انفرتر المضخات الشمسية MPPT**
  - من المعلوم ان قوة الشعاع الشمسي متغيرة اثناء النهار مما ينتج عنه الحاجة الي تغيير سرعة المضخة التي تعمل بالطاقة الشمسية علي مدار اليوم. و تمتاز هذه الأنفرترات بالقدرة علي التحكم في سرعة مضخات التيار المتردد AC من لحظة تشغيلها في الشروق إلى لحظة إيقافها في الغروب مروراً بفترة تشغيلها العادية اثناء النهار.

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **انفرتر المضخات الشمسية MPPT**
  - إن انفرترات المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية تستقبل سلسلة من الخلايا المتصلة مع بعضها على التوالي باجمالي جهد يصل الي 800 فولت. حيث يمكن وجود 20 لوحاً شمسياً متصلةً مع بعضها البعض بالتوالي وأن يكون هنالك 60 مجموعة من هذه ال 20 لوحاً فيتم إيصالها جميعا داخل الانفرترات التي قد يصل قدرتها في الأحجام الكبيرة الي 300 كيلو وات

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **انفرتر المضخات الشمسية MPPT**
  - يتحكم الانفرتر في بدء تشغيل الموتور عن طريق رفع الجهد والتردد تدريجياً من الصفر حتى يصل إلى السرعة الأولية المبرمجة أو السرعة المطلوبة Reference Speed في خلال نسبة من زمن يسمى زمن التسارع Acceleration Time تم تحديده وبرمجته مسبقاً وكذلك عملية إيقاف الموتور يقوم بخفض الجهد والتردد تدريجياً من القيمة التي هو عليها لحظة طلب الإيقاف حتى يصل إلى الصفر في خلال نسبة من زمن يسمى زمن التسارع Deceleration Time تم تحديده وبرمجته مسبقاً.

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **انفرتر المضخات الشمسية MPPT**
  - إن العواكس المخصصة للمضخات الأقل من 2 حصان عادة يكون فيها مخرج التيار احادي الطور one phase
  - جميع العواكس المخصصة للمضخات الأكبر من 2 حصان لها مخرج تيار متردد ثلاثي الطور three phase
  - العديد من الأنواع الحديثة لعواكس المضخات الشمسية يوجد بها مدخل ديزل و كهرباء AC من الشبكة, للحصول علي نظام هجيني يعمل مصدر احتياطي للطاقة بخلأف طاقة الألواح.

لمحة سريعة عن انفرتر MPPT.

- **انفرتر المضخات الشمسية MPPT**
  - يقوم العاكس باخراج تيار ذو تردد متغير يبداء من 0 الي 50 هرتز طبقا للكثافة اللحظية لأشعة الشمس.
  - العاكس مزود بجهاز السوفت ستارتر soft starter الذي يقوم بالتقويم الناعم للمواتير ذات القدرات الكبيرة والمتوسطة لتقليل تيار البدء والذي يكون عالياً عند التشغيل المباشر للموتور من خلال كونتاكتور ولرفع سرعة الحمل تدريجياً من الصفر حتى السرعة القصوى. هذه الخاصية تغني عن استخدام عاكس كبير لتحمل التيار الأبتدائي الكبير Surge Power الذي يحدث في بداية تشغيل المواتير الحثية.

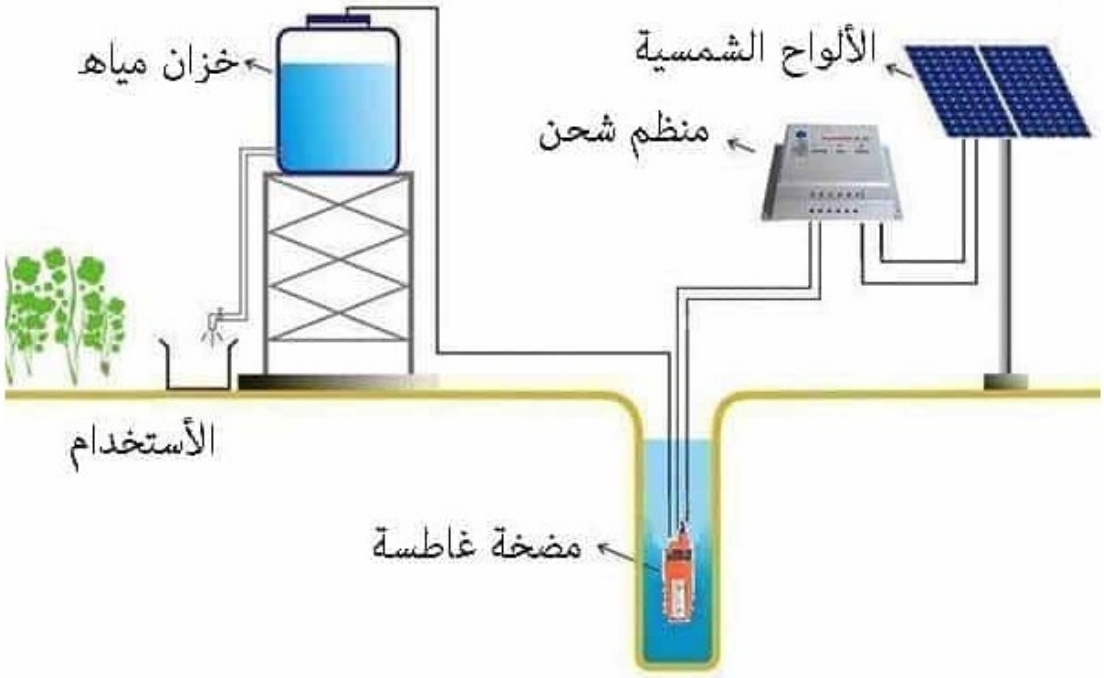
مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- المضخات المستخدمة في منظومات الضخ الكهروشمسية .
- أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع المضخات.**
  - **مضخة نابذة غاطسة متعددة المراحل:**

هذا النوع هو الأكثر شيوعًا من بين أنواع المضخات الشمسية المستعملة لتزويد القرى بالما ء. ويتميز هذا النوع بأنه سهل التركيب وتكون مجموعة (محرك- مضخة) مغمورة بالماء بعيدًا عن الأخطار المحتملة.



مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.
  - انظمة مضخات التيار المستمر DC.
  - انظمة مضخات التيار المتردد AC.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المستمر DC.

- تستخدم مضخات الطاقة الشمسية في المشاريع الصغيرة بقدرات تصل إلى حوالي 3 كيلوواط. وهي مناسبة لتطبيقات مثل نوافير الحدائق، ومياه الشرب للماشية، أو مشاريع الري الصغيرة.
- يوجد سلسلة من الأنظمة تغطي أعماق تصل الي 150 متر ومعدلات ضخ للمياه حتي 10 متر مكعب في الساعة.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المستمر DC.

- يتم تحديد قدرة النظام عن طريق تحديد عمق البئر وكمية المياه المنتجة في اليوم.
- ويعمل هذا النظام بطريقة تلقائية سهلة جدا من وقت شروق الشمس وحتي غروبها دون الحاجة الي بطاريات تخزين للطاقة.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المستمر DC.

- تكون النظام من اربع أجزاء:

1- الألواح

2- وحدة التحكم و تتكون من منظم للتيار الكهربائي وأجهزة الاستشعار لمنسوب المياه و الملحقات الأخرى.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المستمر DC.

- تكون النظام من اربع أجزاء:

إن الغرض من وحدة التحكم ذو شقين:

اولأ: مطابقة الطاقة التي تحصل علىها مضخة مع الطاقة المتاحة من الألواح.

ثانيا: حماية المصخة من الجهد المنخفض، حيث يتم ايقاف نظام خروج الكهرباء إذا كان الجهد منخفض جدا أو مرتفعة جدا لمدى جهد التشغيل المضخة. وهذا يزيد من عمر المضخة وبالتالي تقليل الحاجة إلى الصيانة.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المستمر DC.

3- مضخة غاطسة تيار مستمر DC

تميل هذه المضخات إلى أن تكون مستويات الكفاءة الكلية بها أعلى من المضخات AC ذات الحجم المماثل.

و بذلك يتم تخفيض تكاليف الألوح المستخدمة في المشروع.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المستمر DC.

4- خزان المياه:

إن الطريقة العامة لتحديد حجم الخزان هو أن يكون على الأقل يكفي لمدة ثلاثة أيـام استخدام

في نظم مياه الشرب الصغيرة حتي سعة 50 متر مكعب يتم استخدام خزانات الPVC العادية وتوضع فوق اسطح اي مبني قائم او يتم عمل هيكل معدني لرفعها فوق سطح الأرض بارتفاع مناسب للاستفادة من الجاذبية في الضخ بالمواسير.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المتناوب AC.

يتم استخدام مضخة الطاقة الشمسية التي تعمل بالتيار المتردد في المشاريع الاكبر حجما. كما تستخدم هذه الانظمة في تنقية وتدوير المياه في حمامات السباحة وتحلية مياه البحر ومشروعات مياه الشرب و يتكون النظام من ثلاثة أجزاء:

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المتناوب AC.

يتكون النظام من ثلاثة أجزاء:

1- الألواح: تشكل معظم تكلفة النظام (حوالي 80٪). و يعتمد حجم الالوح بشكل مباشر على حجم المضخة وكمية المياه المطلوبة (متر مكعب / يوم) والإشعاع الشمسي المتاح في مكان الموقع .

2- عاكس المضخة Solar pump Inverter يتم تركيبه لتحويل التيار المباشر القادم من الألواح إلى تيار متردد للمضخة. القدرات المتاحة للمحولات تبداء من 1 حتي 300 كيلو وات وذلك يغطي معدلات تدفق للمياه تصل الي 450 متر مكعب في الساعة.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

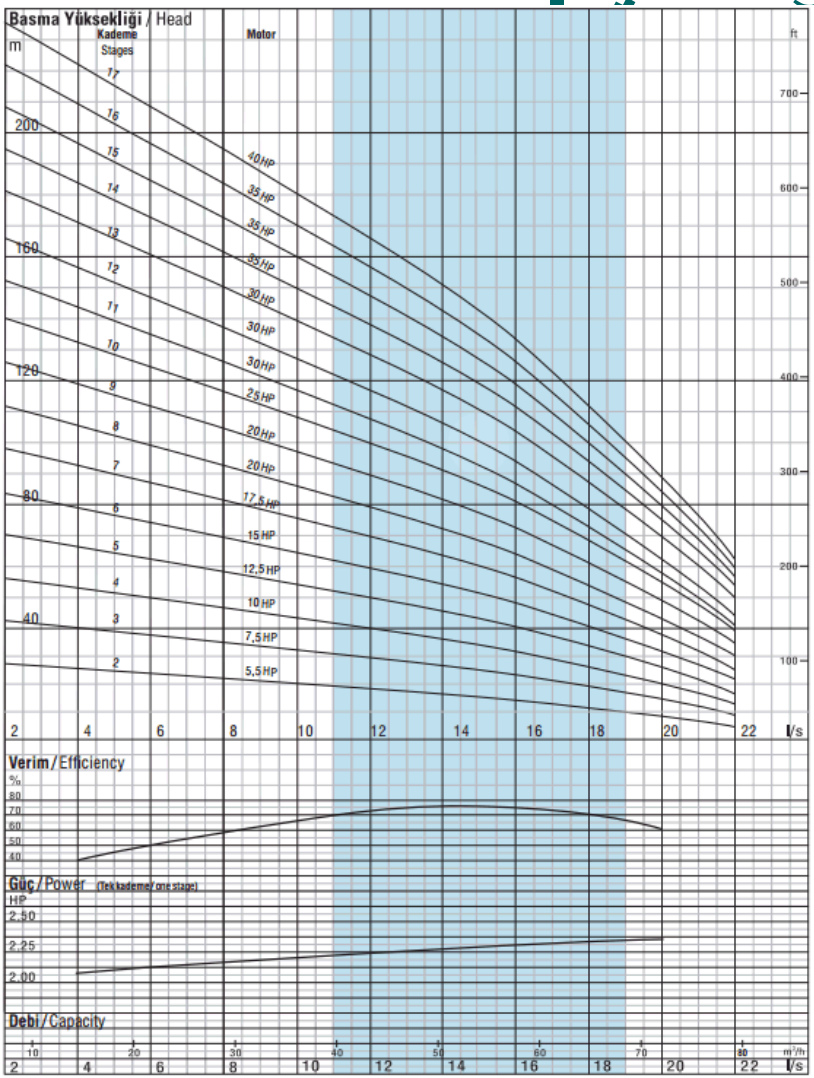
انظمة مضخات التيار المتناوب AC.

يتكون النظام من ثلاثة أجزاء:

3- مضخات التيار المتردد و يجب ان يتم اختيارها من جداول المضخات الخاصة بالمنتجين علي ان يكون اخيتار المضخة في نقطة مثالية في منحي الكفائة طبقا لأجمالي عمق الغاطس.

و لأن الكهرباء القادمة من الطاقة الفوتوضوئية هي كهرباء متفاوتة الشدة علي مدار اليوم, فان اختيار مضخة من الجداول تعمل بكفائة اقل من 70% , سوف يؤدي الي قصر ساعات عملها و ضعف اتجاجيتها

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.



- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المتناوب AC.

يتكون النظام من ثلاثة أجزاء:

3- مضخات التيار المتردد

من الأخطاء الفادحة و المنتشرة لدي الكثير من المبتدئين في مجال الطاقة المتجددة هو اختيار مضخات من الأطراف الضعيفة لمنحنيات الكفائة.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **أنواع ومكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

انظمة مضخات التيار المتناوب AC.

يتكون النظام من ثلاثة أجزاء:

4- الخزان الأرضي: في نظم مياه الشرب و الأراضي الزراعية الكبيرة يجب عمل خزان ارضي و هذا الخزان الذي قد يصل سعته الي 2000 متر مكعب او اكثر.

مقدمة عن أنظمة الضخ الكهروشمسية.

- **مكونات أنظمة الضخ الكهروشمسية.**

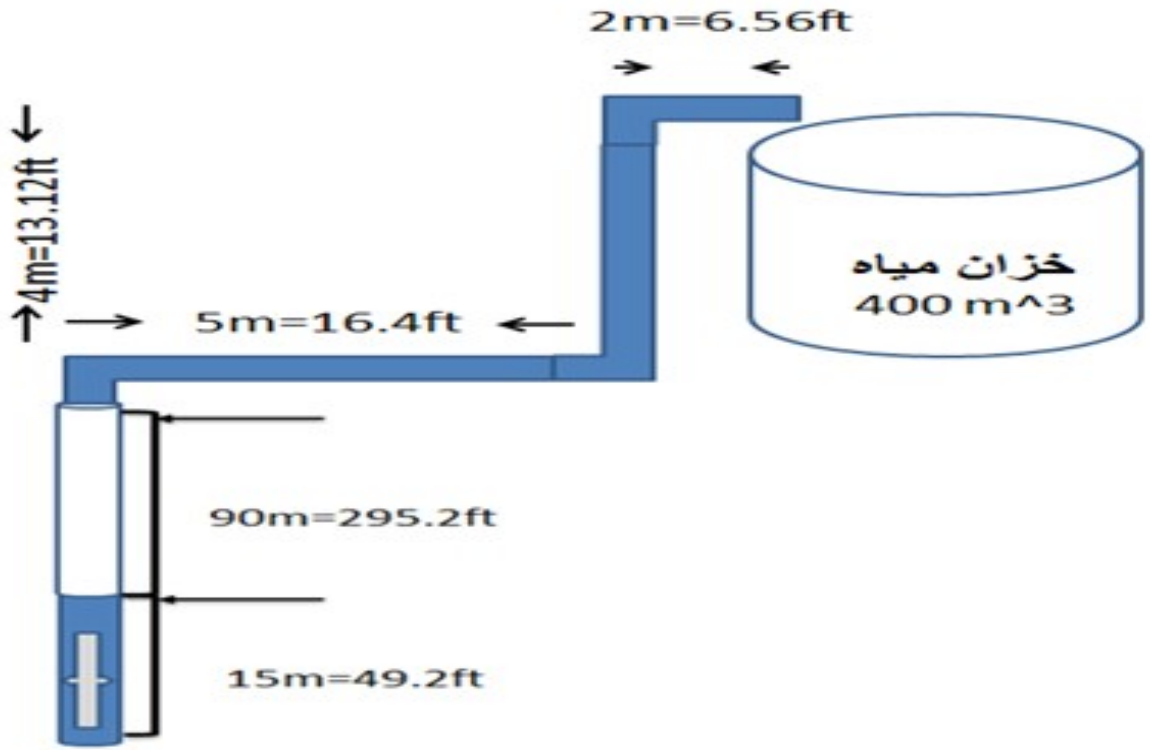
انظمة مضخات التيار المتناوب AC.

يتكون النظام من ثلاثة أجزاء:

4- الخزان الأرضي: في نظم مياه الشرب و الأراضي الزراعية الكبيرة يجب عمل خزان ارضي و هذا الخزان الذي قد يصل سعته الي 2000 متر مكعب او اكثر.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

تصميم وتركيب مضخة مياه شمسية بمحافظة مارب:



تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

تصميم وتركيب مضخة مياه شمسية بمحافظة مارب:

- مأرب تقع عند خط عرض 16.5 درجة وارتفاعها عن سطح البحر يقارب 1000m.
- كمية الماء المطلوبة يوميا 400,000 لتر اي ما يعادل 105680 جالون من المياه.
- نظام توجيه الالواح متغير طوال السنة.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

تصميم وتركيب مضخة مياه شمسية بمحافظة مارب:

- كمية الماء المطلوبة يوميا 400,000 لتر اي ما يعادل 105680 جالون من المياه.
- نظام توجيه الالواح متغير طوال السنة.
- عدة ساعات الذروة يوميا للاشعاع الشمسي 6 ساعات مضروبة في معامل اداء مصفوفة الالواح (0.95) وهذا يساوي 5.7 h لكل يوم وهذا يعني 5.7 Kwh/m^2-day (ساعات ذروة الشمس المتاحة (P3))

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

أولا: حساب عدد ساعات الذروة P3.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ P5.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

رابعا: حساب قدرة مضخة الطاقة الشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

سادسا: حساب مواصفات الإنفرتر.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

أولا: حساب الإشعاع المتاح(P3)

1- حساب متوسط قيمة الإشعاع الشمسي **(P1)**

في اليوم خلال أشهر السنة في منطقة البئر باستخدام أحد البرامج أو عبر الانترنت.

بسبب تأثر الإشعاع الشمسي بحسب الموقع الجغرافي وزاوية ميلان الأسطح (الألواح) والفصول الأربعة (أشهر العام) فيجب تحديد كل هذه العوامل قبل بداية التصميم لمعرفة الإشعاع اليومي الذي سيتم التصميم بناءً عليه.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

أولا: حساب الإشعاع المتاح (P1)

1- حساب متوسط قيمة الإشعاع الشمسي (P1)

$$P_1 = 6 \; \frac{kWh/m^2}{m^2} \; irr/day$$

City	Tilt	Insolation (kWh/m²day) JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
Orlando, FL Latitude 28.55	Horizontal	3.14	3.92	4.99	5.99	6.27	5.78	5.68	5.28	4.72	4.11	3.46	2.92	4.69
	15	3.75	4.43	5.30	6.05	6.10	5.54	5.49	5.24	4.89	4.53	4.06	3.56	4.91
	20	3.92	4.56	5.36	6.01	5.99	5.41	5.37	5.18	4.90	4.63	4.23	3.74	4.94
	25	4.07	4.67	5.39	5.95	5.85	5.26	5.23	5.10	4.89	4.70	4.37	3.90	4.95
	30	4.19	4.75	5.39	5.85	5.67	5.07	5.06	4.99	4.86	4.75	4.49	4.04	4.93
	35	4.29	4.80	5.36	5.72	5.47	4.87	4.87	4.85	4.79	4.77	4.58	4.15	4.88
	40	4.37	4.82	5.31	5.56	5.24	4.63	4.66	4.69	4.71	4.76	4.64	4.24	4.80

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

أولا: حساب الإشعاع المتاح(P1)

2- حساب الإشعاع الصالح للإستعمال **(P2)**.

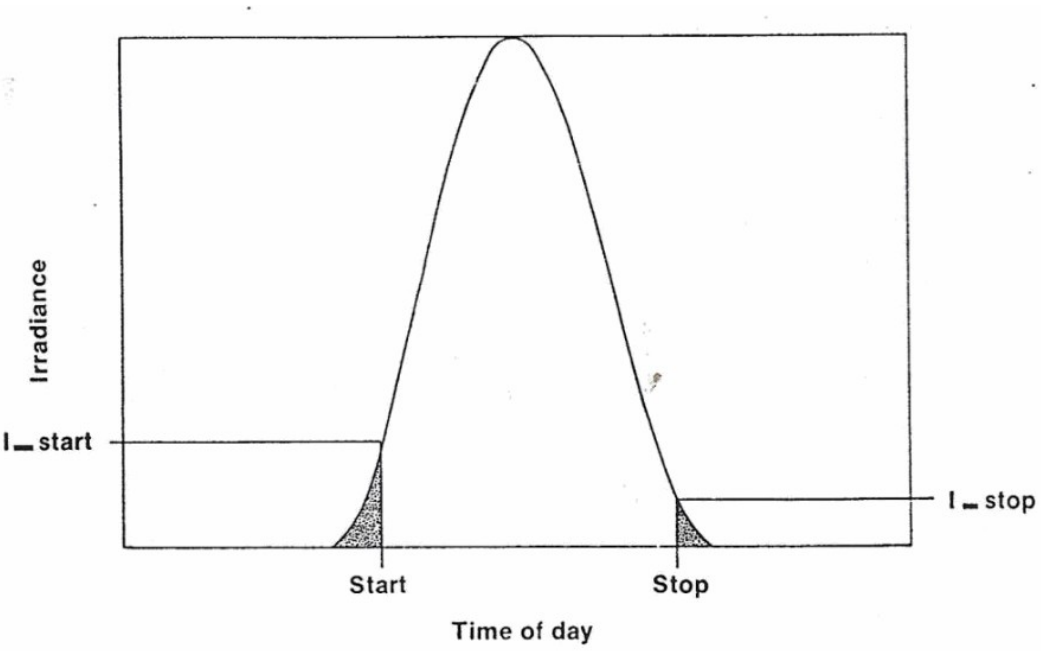
كون المضخة الشمسية متصلة مباشرة بالألواح الشمسية فإن المضخة تحتاج لحد أدنى من التيار حتى تقلع ولذلك فإن الإشعاع الشمسي يجب أن يكون قادر على توفير هذا التيار لتشغيل المضخة (250w/m2-200) وبالتالي فإن هناك جزء من الإشعاع لا يستفاد منه في تشغيل المضخة،

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

أولا: حساب الإشعاع المتاح (P1)

2- حساب الإشعاع الصالح للإستعمال **(P2)**.

وبالتالي فإن هناك جزء من الإ
لا يستفاد منه في تشغيل المض



تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

أولا: حساب الإشعاع المتاح(P1)

2- حساب الإشعاع الصالح للإستعمال **(P2)**.

ولمعرفة الإشعاع الصالح للإستعمال يتم ضرب متوسط قيمة الإشعاع الشمسي P1 في معامل الإشعاع المفيد وهو معامل تقريبي يتم إيجاده بمقارنة نقاط تشغيل وإيقاف المضخة مع أداء مصفوفة الألواح الشمسية والذي يكون عادةً 0.95

$$P_2 = 6 \times 0.95 = 5.7 \; kw/m^2 \; in \; day$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

أولا: حساب الإشعاع المتاح (P1)

3- عدد ساعات الذروة للشمس خلال اليوم **(P3)**.

عدد ساعات الذروة للشمس خلال اليوم تساوي قيمتها عددياً قيمة الإشعاع الصالح للاستعمال

$$P_3 = 6 \times 0.95 = 5.7 h \text{ in day}$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ.

1. حساب كمية الماء المطلوبة يومياً **(P4)**
2. حساب معدل التدفق الأقصى **(P5)**
3. تحديد القطر الداخلي للماسورة **(P6)**
4. حساب السرعة القصوى **(P7)**

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ.

1- حساب كمية الماء المطلوبة يومياً (P4)

الخطوة الأولى في تحديد حجم نظام الضخ الكهر وشمسي هي تحديد كمية الماء التي نحتاجه. فإذا تفاوتت الحاجة للماء في أثناء الفصل يجب أن نعتمد الكمية الأكبر التي نتوقع أن نستهلكها.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ.

1- حساب كمية الماء المطلوبة يومياً (P4)

وهي كمية المياه المطلوب ضخها بشكل يومي ويتم تحديدها بالجالون (gallon) ويمكن إستخدام العلاقات التالية:

وكما هو موضح في هذا المثال أن كمية الماء المطلوبة 400 متر مكعب يومياً أي 105680 جالون

$$1\ m^3 = 1000\ lit$$

$$1\ gal = 3.78\ lit$$

$$1\ m^3 = 264.55\ gal$$

$$P_4 \equiv 105680\ gal$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ.

1- حساب كمية الماء المطلوبة يومياً (P4)

بعض المعطيات بشكل تقريبي لاستعمال الماء

التطبيق	الاستهلاك التقريبي
العائلة	(190) لتر باليوم للشخص بشكل وسطي
الماشية والخيول	(38-57) لتر باليوم لكل رأس
الأبقار الحلوبة	(76-114) لتر باليوم لكل رأس
الخراف والماعز	(7.6) لتر باليوم لكل رأس
الحيوانات الصغيرة	(0.96) لتر باليوم لكل (11) كغ من وزن الجسم
الدواجن	(23-45.6) لتر باليوم لكل (100) طير
الأشجار الصغيرة	(57) لتر باليوم في الطقس الجاف

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ.

2- حساب معدل التدفق الأقصى (P5)

ويمثل أقصى سرعة للماء على فرض أن كمية الماء المطلوبة يومياً تُضخ خلال ساعات ذروة الشمس المتاحة ويمكن حساب هذا المعدل بالمعادلة التالية:

$$P_5 = \frac{P_{44}}{60 \times P_{33}} \; gal/min$$

وتكون لمثالنا على النحو التالي:

$$P_5 = \frac{105680}{60 \times 5.7} = 309 \; gal/min$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ.

3- تحديد القطر الداخلي للماسورة **(P6)**

ويمثل القطر الداخلي للماسورة المستخدمة التي سيتدفق الماء بداخلها، وتعطى بوحدة الإنش inch

وسيتم استكمال المثال السابق بفرض أن القطر الداخلي

$$P_6 \equiv 4\ inch$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثانياً: حساب متطلبات تدفق الضخ.

4- تحديد السرعة القصوى للماء **(P6)**

لمعرفة السرعة القصوى للماء داخل الماسورة يتم باستخدام العلاقة التالية:

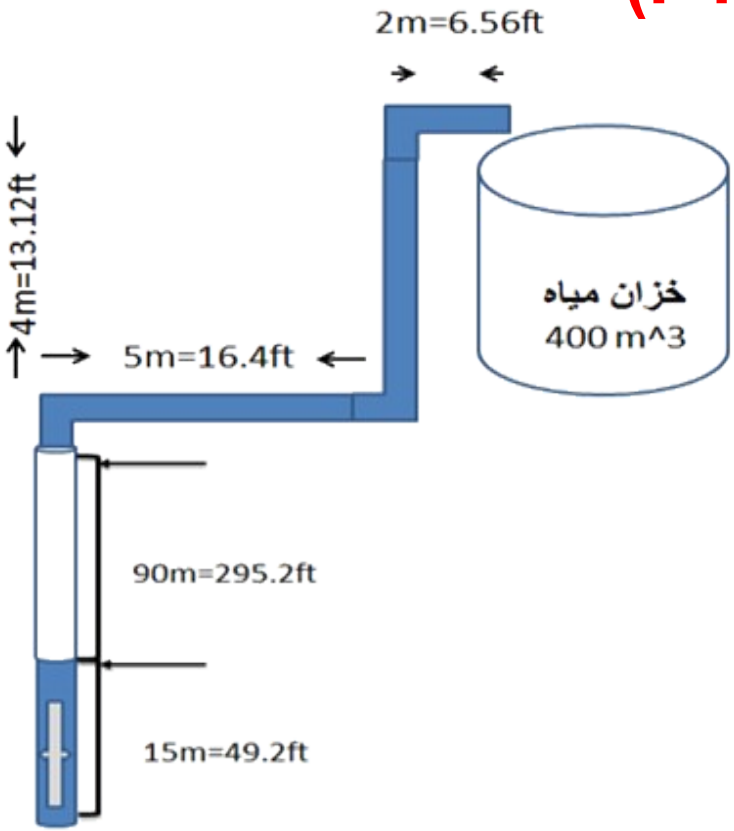
$$P_7 = 0.408 \times \frac{P_5 P_5}{P_6^2 P_6^2} \; ft/sec$$

ويفضل أن تكون قيمة السرعة القصوى الناتجة بين(5 و8) ويتم زيادتها أو نقصانها بتغيير قيمة قطر الماسورة، وستكون هذه القيمة للمثال السابق:

$$P_7 = 0.408 \times \frac{309}{4^2} = 7.88 \; ft/sec$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ (P16)



وينقسم لجزئين وهما:

1- الارتفاع الثابت

Static Head (P11)

2- الارتفاع الديناميكي المتغير

Dynamic Head (P15)

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

1- الارتفاع الثابت (P11) Static Head: وينقسم إلى

أ- الارتفاع المغمور Suction Head (P8)

ب- ارتفاع التفريغ Discharge Head (P9)

ج- ارتفاع الضغط Pressure Head (P10)

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

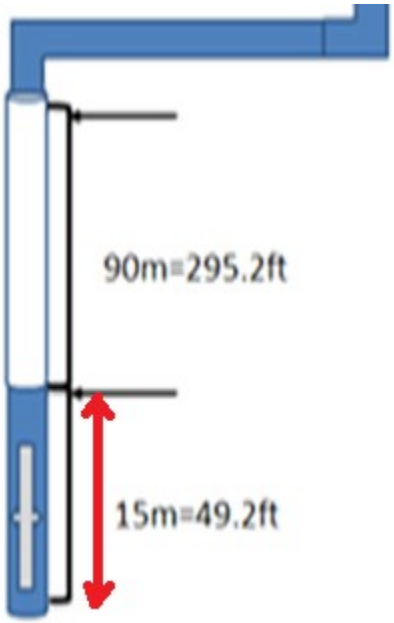
ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

1- الارتفاع الثابت Static Head (P11):

أ- الارتفاع المغمور Suction Head (P8)

وهو المسافة الرأسية بالقدم من سطح الماء إلى منتصف المضخة، وستكون لمثالنا على النحو التالي:

ويتم تكبير الجزء المغمور في حالة كان هناك تأكد بأن مستوى الماء يهبط بشكل كبير عند ضخ المياه بسبب قلة تدفق الماء في البئر.



$$P_8 \equiv 15m \equiv 49.2ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

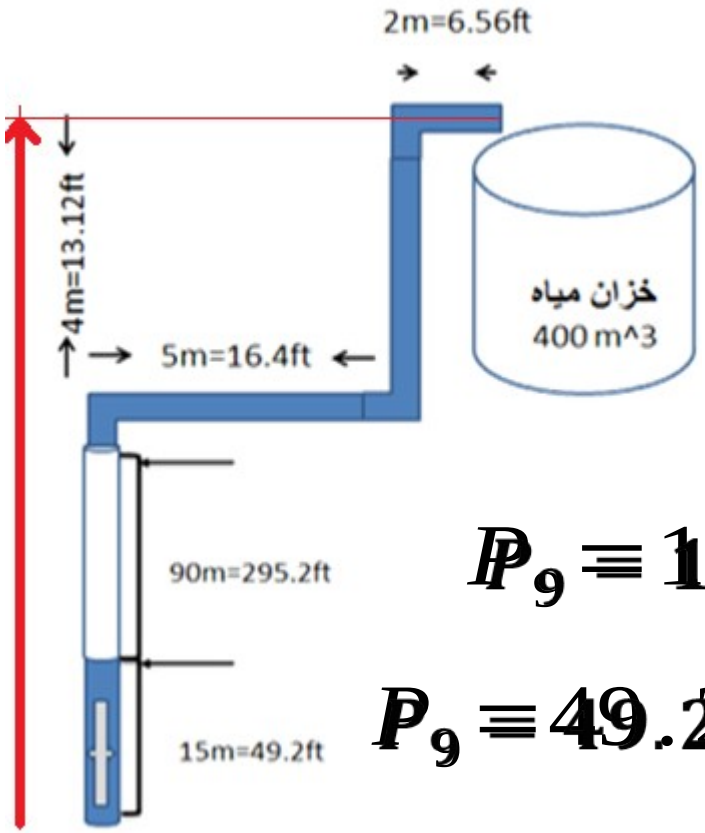
1- الارتفاع الثابت (P11) Static Head:

ب- ارتفاع التفريغ (P9) Discharge Head

وهو إجمالي المسافة الرأسية بالقدم

من منتصف المضخة إلى نقطة التفريغ الحر،

وستكون لمثالنا على النحو التالي:



$$P_9 = 15 + 90 + 4 = 109m$$

$$P_9 = 49.2 + 295.2 + 13.2 = 357.51ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

1- الارتفاع الثابت Static Head (P11):

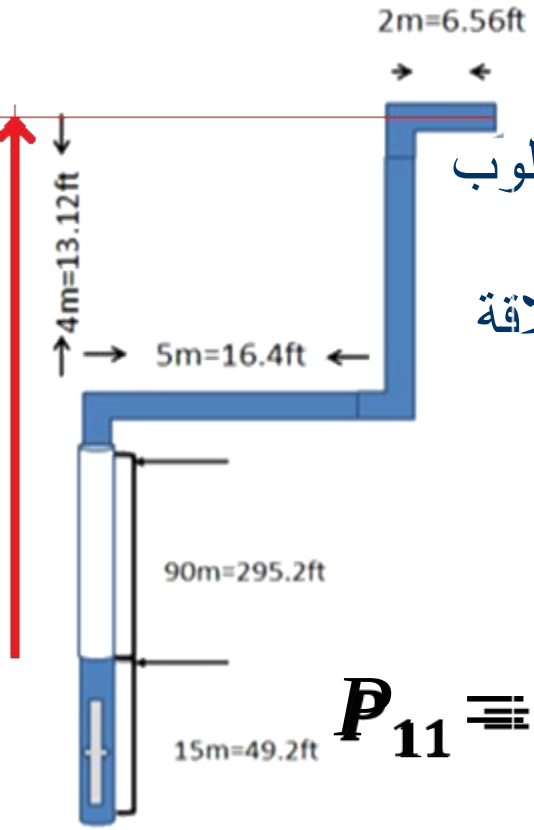
ج- ارتفاع الضغط Pressure Head (P10)

في حالة كان الضغط المطلوب عند التفريغ أكبر من الضغط الجوي (مثال حالة مرشات) فيجب أن تكون المضخة قادرة على توفير هذا الضغط، ويتم إضافة هذا الضغط على شكل ارتفاع بالقدم ويمكن أن يتم إضافة 10 متر لكل بار ضغط جوي. في المثال الموضح في الشكل السابق يتضح أن التفريغ مباشرة إلى الخزان وبالتالي فأن ارتفاع الضغط يساوي الصفر

$$P_{100} = 0\ ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ



1- الارتفاع الثابت Static Head (P11):

إجمالي الإرتفاع الثابت: وهو إجمالي الارتفاع المطلوب لرفع الماء إلى النقطة المطلوبة وبالضغط المطلوب، ويمكن حساب إجمالي الارتفاع الثابت باستخدام العلاقة التالية:

$$P_{11} = P_{10} + P_9 = P_8$$

وستكون لمثالنا على النحو التالي:

$$P_{11} = 109 + 0 = 15 = 94\ m$$

$$P_{11} = 357.51 + 0 - 49.2 = 308.32\ ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

أ- ارتفاع السرعة **Velocity Head (P12)**

ب- إجمالي الطول المكافئ **Total equivalent length (P13)**

ج- ارتفاع الاحتكاك **Friction Head(P14)**

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

أ- ارتفاع السرعة Velocity Head (P12):

ويمثل الارتفاع الذي يجب أن تتحمله المضخة لتحريك الماء خلال الماسورة وبسرعة معينة، ويمكن أن يتم إيجاد هذا الارتفاع باستخدام العلاقة التالية:

$$P_{12} = 0.0155 \times P_{77}^{2} \; ft$$

وعادة ما تكون هذه القيمة صغيرة جداً ويمكن إهمالها. وستكون لمثالنا على النحو التالي:

$$P_{12} = 0.0155 \times 7.88^{2} = 0.962 \; ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

ب- إجمالي الطول المكافئ Total equivalent length (P13)

وهو طول الماسورة الممتدة من المضخة إلى نقطة التفريغ مضافا إليه الطول المكافئ لبقية مكونات الماسورة من أكواع وغيرها والتي تحسب من الجداول.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

ب- إجمالي الطول المكافئ **Total equivalent length (P13)**

$P_{Ell} = 30\ ft$

والجدول الاتي يوضح قيم الارتفاع التي تسببها الركب.

Size of Fitting, Inches	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"
90° Ell	1.5	2.0	2.7	3.5	4.3	5.5	6.5	8.0	10.0
45° Ell	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	3.0	3.8	5.0
Long Sweep Ell	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.5	4.2	5.2	7.0
Close Return Bend	3.6	5.0	6.0	8.3	10.0	13.0	15.0	18.0	24.0
Tee—Straight Run	1	2	2	3	3	4	5		
Tee—Side Inlet or Outlet	3.3	4.5	5.7	7.6	9.0	12.0	14.0	17.0	22.0
Glove Valve Open	17.0	22.0	27.0	36.0	43.0	55.0	67.0	82.0	110.0
Angle Valve Open	8.4	12.0	15.0	18.0	22.0	28.0	33.0	42.0	58.0
Gate Valve—Fully Open	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.3
Check Valve (Swing)	4	5	7	9	11	13	16	20	26
Check Valve (Spring)	4	6	8	12	14	19	23	32	43

في مشروعنا يوجد ثلاث ركب 90 درجة وقطر الماسورة 4inch فيكون الارتفاع الاضافي الناتج عن كل ركبة من الجدول يساوي 10 ft لكل ركبة وهذا يعني 30 ft للثلاثة الركب ذو ال 90 درجة

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

ب- إجمالي الطول المكافئ Total equivalent length (P13)

يكون اجمالي الطول المكافئ : هو حاصل جمع ارتفاع التفريغ P9 مع الطول الأفقي للماسورة Paz ومع الارتفاع الاضافي الناتج عن كل ركبة

$$P_{az} = 16.4 + 6.56 = 22.96 ft$$

$$P_{13} = P_{Eq.l} + P_9 + P_{az}$$

$$P_{13} = 30 + 357.51 + 22.96 = 410.48 ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

ج- ارتفاع الاحتكاك **Friction Head(P14)**

بالإضافة للطاقة المطلوبة للمضخة لرفع الماء يجب أن تكون المضخة قادرة على التغلب على الفقد الناتج عن الاحتكاك في الماسورة والأكواع والناتج عن تدفق الماء في الماسورة. لذلك يجب إضافة الإرتفاع الناتج عن الاحتكاك لكافة المكونات في الماسورة من بدايتها إلى نهايتها.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

ج- ارتفاع الاحتكاك Friction Head(P14)

يتم إيجاد فقد الأحتكاك ***friction loss per 100 ft*** من العلاقة التالية:

$$H_f = 0.2083 \times \left(\frac{100}{C}\right)^{1.852} \times \frac{P_5^{1.852}}{P_{66}^{4.866}}$$

حيث أن C معامل احتكاك الماسورة المستخدمة وفي مثالنا C=100

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

ج- ارتفاع الاحتكاك Friction Head(P14)

حيث أن C معامل احتكاك الماسورة المستخدمة وفي مثالنا C=100

$$H_f = 0.2088 \times \frac{\left(\frac{300}{100}\right)^{1.852}}{\left(\frac{4}{1}\right)^{4.866}} = 10.011\ ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

ج- ارتفاع الاحتكاك Friction Head(P14)

يتم إيجاد الارتفاع الناتج عن الاحتكاك باستخدام العلاقة التالية:

$$P_{14} = \frac{P_{13} \times H_f}{100} \; ft$$

وستكون لمثالنا على النحو التالي:

$$P_{14} = \frac{410.48 \times 100.011}{100} = 411.1 \; ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

2- الارتفاع الديناميكي المتغير Dynamic Head (P15)

إجمالي الارتفاع الديناميكي المتغير وهو إجمالي الارتفاع الناتج عن السرعة بالإضافة إلى الارتفاع الناتج عن الاحتكاك ويمكن حسابه بالعلاقة التالية:

$$P_{15} = P_{12} + P_{14} \; ft$$

وستكون لمثالنا على النحو التالي:

$$P_{15} = 0.962 + 41.1 = 42 \; ft$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

ثالثا: حساب متطلبات ارتفاع الضخ

إجمالي ارتفاع النظام:

وهو حاصل جمع الارتفاع الثابت مع الارتفاع المتغير ويمكن حسابه بالعلاقة التالية:

$$P_{166} \equiv P_{111} + P_{155}\, ft$$

وستكون لمثالنا على النحو التالي:

$$P_{16} \equiv 308.32 + 42 \equiv 350.32\, ft \equiv 107\, m$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

رابعا: حساب قدرة مضخة الطاقة الشمسية.

يتم اختيار المضخة المناسبة من الكتالوجات وفق الحسابات السابقة لمعدل التدفق والارتفاع الكلي. كما يمكن استخدام العلاقة التالية لحساب القدرة التقديرية للمضخة:

$$P_{pump} = \frac{m \times g \times h}{\eta \times 3600} = \frac{P_{55} \left(\frac{l}{h}\right) \times g \times P_{16}}{\eta \times 3600} \quad W.h$$

m : كتلة الماء (من معدل التدفق)

g: عجلة الجاذبية الأرضية

h: الارتفاع

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

رابعا: حساب قدرة مضخة الطاقة الشمسية.

وستكون لمثالنا على النحو التالي:

$$P_{pump} = \frac{4000000 \times 9.8 \times 107}{0.5 \times 3600 \times 5.7} = 32.3\ kw.h$$

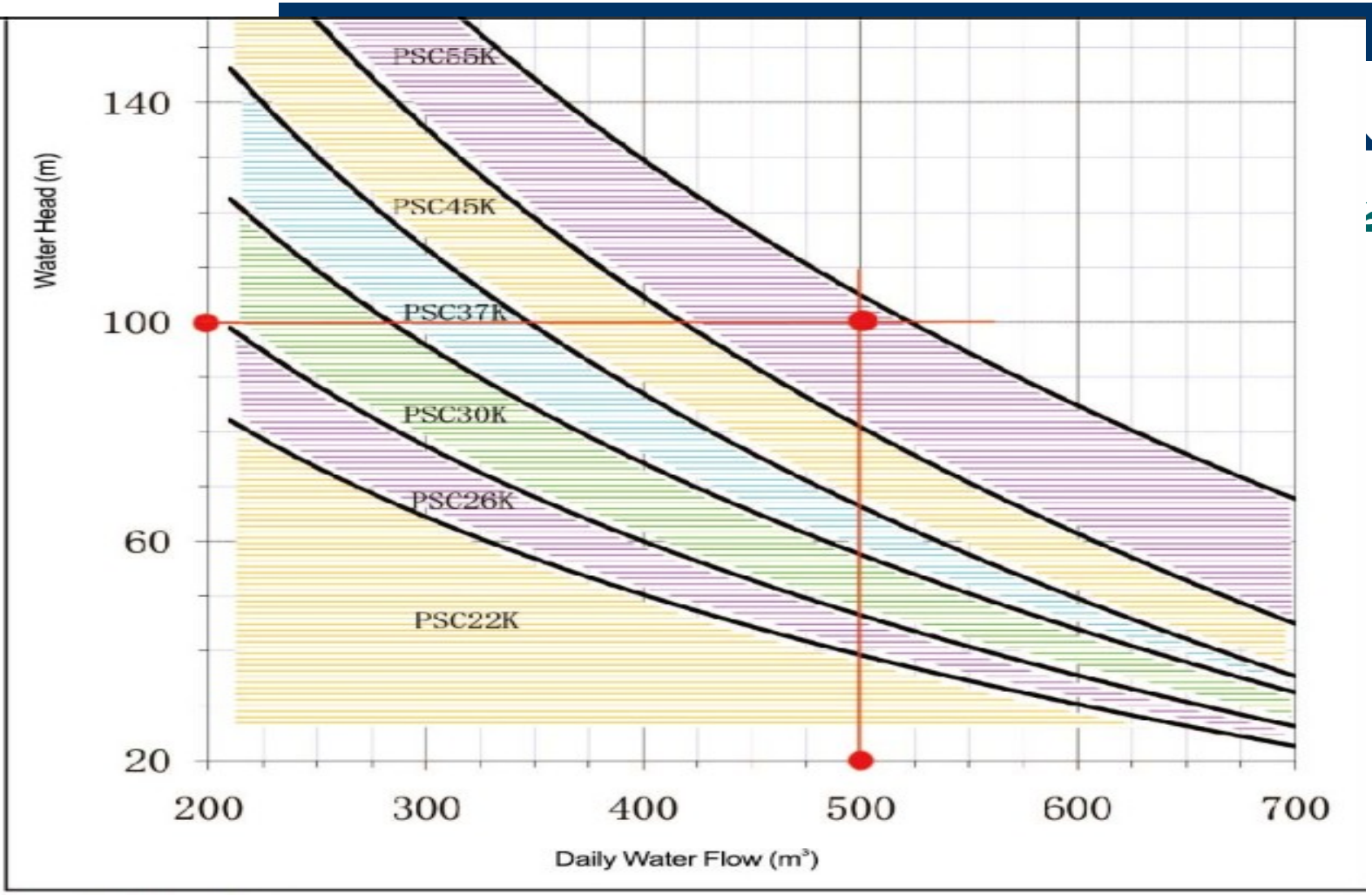
حيث الكتلة (M) وعجلة الجاذبية الارضية ((g وارتفاع النظام (H) وكفائه المضخة (0.6) .

نختار مضخة اكبر من *Kw 32.312*.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

رابعا: .

نختار مد



تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

رابعا: حساب قدرة مضخة الطاقة الشمسية.

حسب المنحنى السابق نجد أن قدرة المضخة التي تعطي معدل تدفق يومي يساوي 400 m^3/day تقع بين المضخة التي قدرتها PSC 45KW (45K) والمضخة التي قدرتها 55KW رقم (PSC 55K) لذلك نقوم باختيار المضخة ذات القدرة الاعلى من اجل اعطاء معدل التدفق اليومي المطلوب وايضا احتياطي مستقبلي لانخفاض مستوى الماء في البئر.

المضخة من شركة ***Solartech***

$$P_{Pump} = 55\ kw$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

1- حساب القدرة اللازمة من الألواح . (Ppv)

2- اختيار مواصفات اللوح.

3- اختيار مواصفات انفرتر MPPT.

4- حساب عدد الألواح.

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

1- حساب القدرة اللازمة من الألواح . (Ppv) ويتم بحساب الآتي:

أ- حساب معامل الهبوط في القدرة بسبب الحرارة **(Lp1)**

ب- حساب معدل الإشعاع المتاح **(Gp)**

ج- حساب معدل الهبوط في الأسلاك **(Lp2)**

د- حساب القدرة اللازمة من الألواح **(Ppv)**

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

الخطوة 1: حساب حجم مصفوفة الألواح.

1- حساب القدرة اللازمة من الألواح. (Ppv) ويتم بحساب الآتي:

أ- حساب معامل الهبوط في القدرة بسبب الحرارة (Lp1)

حيث δ معدل هبوط القدرة لكل درجة مئوية واحدة في اللوح الشمسي ولا يتجاوز تقريبا قيمة 0.5 % و 0.5 % قد تصل في اللوح.

$$L_{p1} = (T - 25) \times \delta$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

1- حساب القدرة اللازمة من الألواح . (Ppv) ويتم بحساب الآتي:

أ- حساب معامل الهبوط في القدرة بسبب الحرارة **(Lp1)**

تصل درجة حرارة الألواح في مأرب تقريبا إلى حوالي T=69 C لذا:

$$L_{p1} = (69 - 25) \times \frac{0.5}{100} = 0.22$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

1- حساب القدرة اللازمة من الألواح . (Ppv) ويتم بحساب الآتي:

ب- حساب معدل الإشعاع المتاح **(Gp)**

بما أن طقس مأرب مشبع بالغبار فأن الإشعاع المتاح سيقل عن 1000 وات بمقدار معين ليصل تقريبا لقيمة 900 وات لذا فإن معدل الإشعاع المتاح هو:

$$G_p = \frac{900}{1000} = 0.9$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

1- حساب القدرة اللازمة من الألواح . (Ppv) ويتم بحساب الآتي:

ج- حساب معدل الهبوط في الأسلاك **(Lp2)**

يتم أخذه تقريبا:

$$L_{p2} = 0.05$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

1- حساب القدرة اللازمة من الألواح . (Ppv) ويتم بحساب الآتي:

د- حساب القدرة اللازمة من الألواح **(Ppv)**

وتساوي حاصل قسمة قدرة المضخة مقسومة على المعاملات السابقة كما يلي:

$$P_{pv} = \frac{P_{pump}}{(1 - L_{p1}) \times (1 - L_{p2}) \times G_p}$$

$$P_{pv} = \frac{55\ kw}{(1 - 0.22) \times (1 - 0.05) \times 0.9} = 82.5\ kw$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

2- اختيار مواصفات اللوح.

يتم اختيار المواصفات التالية:

قدرة اللوح =315 W (72خلية) له المواصفات الاتية:

Vmp= 36.8 V , Vo.c =45.1 V , Imp=8.56A

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

3- اختيار مواصفات انفرتر MPPT.

يتم اختيار المواصفات التالية:

قدرة الانفرتر = قدرة المضخة * 1.3

$$P_{inv} = 1.3 \times P_{pump} = 55kw \times 1.3 \approx 75kw;$$

يتم اختيار الانفرتر ذو المواصفات التالية وفق الكاتلوج:

MPPT Voltage=(Vmin -Vmax) =(480-600) V

Input DC Voltage= =(VDCmin -VDCmax) =(450-750) V

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

3- اختيار مواصفات انفرتر MPPT.

SGY30KH	30	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	39	26	3PH 380
SGY37KH	37	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	45	30	3PH 380
SGY45KH	45	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	56	37	3PH 380
SGY55KH	55	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	68	45	3PH 380
SGY75KH	75	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	98	65	3PH 380
SGY90KH	90	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	105	75	3PH 380
SGY100KH	100	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	113	90	3PH 380
SGY120KH	120	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	145	110	3PH 380
SGY150KH	150	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	165	130	3PH 380
SGY225KH	225	450-750	480-600	3PH 380	0-50/60	225	200	3PH 380

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

أ- حساب عدد الألواح في الصف الواحد:

ويساوي حاصل قسمة النطاق الأقصى لانفرتر MPPT على الجهد الأقصى للوح

$$N_s = \frac{(V_{max})_{MPPT}}{(V_{mp})_{PV}} = \frac{600}{36.8} \approx 17\ PV$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

$$N_{ss} = 17 PV$$

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

أ- حساب عدد الألواح في الصف الواحد:

يجب ألا يتعدى جهد الدائرة المفتوحة لهذه الألواح في الصف الواحد الحد الأقصى لجهد VDCmax=750v في الأنفرتر و هوأعلى جهد يتحمله ال MPPT ويفصل المنظومة بعد تجاوزه.

$$V_{DDc} = N_{ss} \times (V_{occ})_{PW} = 17 \times 45.1 = 766 Volt$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

أ- حساب عدد الألواح في الصف الواحد:

$$N_s = \frac{V_{Dc}}{V_{PV}} = \frac{766}{45.1} = 16.98 \approx 16$$

$$V_{Dc} = 766\ Volt$$

$$V_{DcMax} = 750\ Volt$$

نلاحظ أن جهد الصف الواحد تجاوز الجهد الأقصى للإنفرتر. لذا يمكن انقاص لوح من الصف ونعيد الحساب.

$$V_{Dc} = N_s \times (V_{oc})_{PV} = 16 \times 45.1 = 721.6\ Volt$$

وهذا ضمن النطاق لكن هل مازلنا ضمن الحد الأدنى من نطاق Vmppt

وهو ضمن النطاق

$$V_{MPPT} = 16 \times 36.8 = 588.8\ V$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

الخطوة 3: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

أ- حساب عدد الألواح في الصف الواحد:

لكن لا ننسى بأن جهد اللوح V_{mp} يتناقص بالحرارة لذا يجب أن نحسب الهبوط بالجهد نتيجة الحرارة:

حيث β معدل هبوط الجهد لكل درجة مئوية واحدة في اللوح الشمسي ولا يتجاوز تقريبا قيمة 0.33% من الجهد اللوح.

$$L_v = (T - 25) \times \beta \times V_{mp}$$

$$L_v = (69 - 25) \times \frac{0.33}{100} \times 36.8 = 5.343\ V$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

أ- حساب عدد الألواح في الصف الواحد:

$$L_v = (69 - 25) \times \frac{0.0333}{1000} \times 366.8 = 5.343\ V$$

يصبح جهد اللوح الأدنى بسبب الحرارة:

$$V_{mp} = 31 - 1.45\ V$$

لكن هل مازلنا ضمن الحد الأدنى من نطاق Vmppt

وهو ضمن النطاق

$$V_{MPPT} = 16 \times 31 - 1.45 = 503.3\ V$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

ب- حساب عدد الصفوف المربوطة توازي:

قدرة الصف الواحد: $P_{1Row} = 315 \times 16 = 5040\ watt$

عدد الصفوف توازي = قدرة الالواح المطلوبة / قدرة الصف الواحد

عدد الألواح الكلي: $N_p = \frac{82500}{5040} = 16.37 \approx 17\ column$

$$N = N_p \times N_s = 16 \times 17 = 272\ Panel$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

ب- حساب عدد الصفوف المربوطة توازي:

القدرة الكلية =قدرة الصف الواحد * عدد الصفوف

$$P_{PvT} = P_{1Row} \times N_p = 17 \times 5040 = 85680\ watt$$

مقدار الزيادة عن القدرة المطلوبة يساوي:

$$\Delta P_{Pv} = P_{PvT} - P_{Pv} = 85680 - 82500 = 3180\ watt$$

نلاحظ ان مقدار الزيادة كبير نسبة للقدرة المطلوبة (82500).وهذا يعني زيادة 10 الواح لذا يجب أن نغير الألواح بحيث نقلل من قدرتها ولا نغير قيمة جهديها

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

إعادة الحساب:

نلاحظ ان مقدار الزيادة كبير نسبة للقدرة المطلوبة (82500).وهذا يعني زيادة 10 الواح لذا يجب أن نغير الألواح بحيث نقلل من قدرتها ولا نغير قيمة جهديها

قدرة اللوح =300 W (72خلية) له المواصفات الاتية:

Vmp= 36.8 V , Vo.c =45.1 V , Imp=8.56A

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

إعادة الحساب:

قدرة الصف الواحد: $P_{1Row} = 300 \times 16 = 4800\ watt$

عدد الصفوف توازي = قدرة الالواح المطلوبة / قدرة الصف الواحد

عدد الألواح الكلي: $N_p = \frac{82500}{4800} = 17.188 \approx 17\ column$

$$N = N_p \times N_s = 16 \times 17 = 272\ Panel$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

إعادة الحساب:

القدرة الكلية =قدرة الصف الواحد * عدد الصفوف

$$P_{PvT} = P_{1Row} \times N_p = 17 \times 4800 = 81600\ watt$$

مقدار النقص عن القدرة المطلوبة يساوي:

$$\Delta P_{Pv} = P_{PvT} - P_{Pv} = 81600 - 82500 = -900\ watt$$

نلاحظ ان مقدار النقص كبير نسبة للقدرة المطلوبة (82500).وهذا يعني نقص 3 الواح لذا يجب أن نغير الألواح بحيث نقلل من قدرتها ولا نغير قيمة جهديها

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

إعادة الحساب2:

نلاحظ ان مقدار النقص كبير نسبة للقدرة المطلوبة (82500).وهذا يعني نقص 3 الواح لذا يجب أن نغير الألواح بحيث نقلل من قدرتها ولا نغير قيمة جهديها

قدرة اللوح =325 W (72خلية) له المواصفات الاتية:

Vmp= 36.8 V , Vo.c =45.1 V , Imp=8.56A

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

إعادة الحساب2:

قدرة الصف الواحد: $P_{1Row} = 325 \times 16 = 5200\ watt$

عدد الصفوف توازي = قدرة الالواح المطلوبة / قدرة الصف الواحد

عدد الألواح الكلي: $N_p = \frac{82500}{4800} = 15.87 \approx 16\ column$

$$N = N_p \times N_s = 16 \times 16 = 256\ Panel$$

تصميم أنظمة الضخ الكهروشمسية.

خامسا: حساب حجم مصفوفة الألواح.

4- حساب عدد الألواح. ويتم كما يلي:

إعادة الحساب2:

القدرة الكلية =قدرة الصف الواحد * عدد الصفوف

$$P_{PvT} = P_{1Row} \times N_p = 16 \times 5200 = 83200\ watt$$

مقدار النقص عن القدرة المطلوبة يساوي:

$$\Delta P_{Pv} = P_{PvT} - P_{Pv} = 83200 - 82500 = 700\ watt$$

نلاحظ ان مقدار الزيادة قليل نسبة للقدرة المطلوبة (82500).وهذا يعني زيادة 2 الواح وهو عدد صغير مقارنة بعدد الالواح الكلي ((Panels 256