دورة في الطاقة الشمسية

تعلم تركيب الطاقة الشمسية بنفسك خطوة بخطوة



دورة في الطاقة الشمسية عربية مبسطة و تطبيقية

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

دورة في الطاقة الشمسية

تعلم تركيب الطاقة الشمسية بنفسك خطوة بخطوة

مقدمة

لقد ارتفع الطلب العالمي على الطاقة الشمسية انطلاقا من التسعينات. لكن المحير في الامر اننا كعالم عربي لا نستغل مناخنا المناسب جدا لنظام الطاقة الشمسية، فهذا النظام يعتمد اساسا على اشعة الشمس ليحولها الى طاقة كهربائية يمكن استعمالها في المنازل او في المصانع او في المجال الفلاحي...بالاضافة الى أن تكلفة تركيب نظام الطاقة الشمسية في انخفاض مستمر مع ارتفاع في تكلفة الكهرباء العمومي. لهذه الاسباب و غيرها قررت أن أجهز دورة في الطاقة الشمسية، و سأسعى أن تكون هذه الدورة تطبيقية قدر المستطاع. أي أن هدفي سيكون تمكن كل من يتابع هذه الدورة من ان يقوم بتركيب نظام الطاقة الشمسية بنفسه، أو على الأقل أن يفهم مكونات هذا النظام و يفهم أساسياته.

م.صابر سعيد

ـ سيكون تقسيم هذه الدورة كالآتي :

- **الدرس الاول :** نقوم بتقديم و تعريف بسيط للطاقة الشمسية ثم نقوم بعرض ابرز أنواع أنظمة الطاقة الشمسية بالصور مع تحديد المكونات المستعملة في كل نظام.

  * في باقي الدروس سنشرح المكونات الرئيسية لنظام الطاقة الشمسية سنخصص درس لكل مكون.

- **الدرس الثاني :** الالواح الشمسية (Solar Panels) و أنواعها و كيفية تركيبها وكيفية حساب العدد الذي نحتاجه من اللوحات.

- **الدرس الثالث :** منظم الشحن (Charge Controller)

- **الدرس الرابع :** بطاريات (Batteries) الطاقة الشمسية و أنواعها و كيفية اختيارها.

- **الدرس الخامس :** العاكس (Inverter) محول التيار في الطاقة الشمسية بمختلف أنواعه

- **الدرس السادس :** كيفية حماية نظام الطاقة الشمسية و حساب حجم الاسلاك.

- **الدرس السابع :** نظام مضخات المياه بالطاقة الشمسية.

الدرس الاول

* في هذا الدرس سنتعرف على :

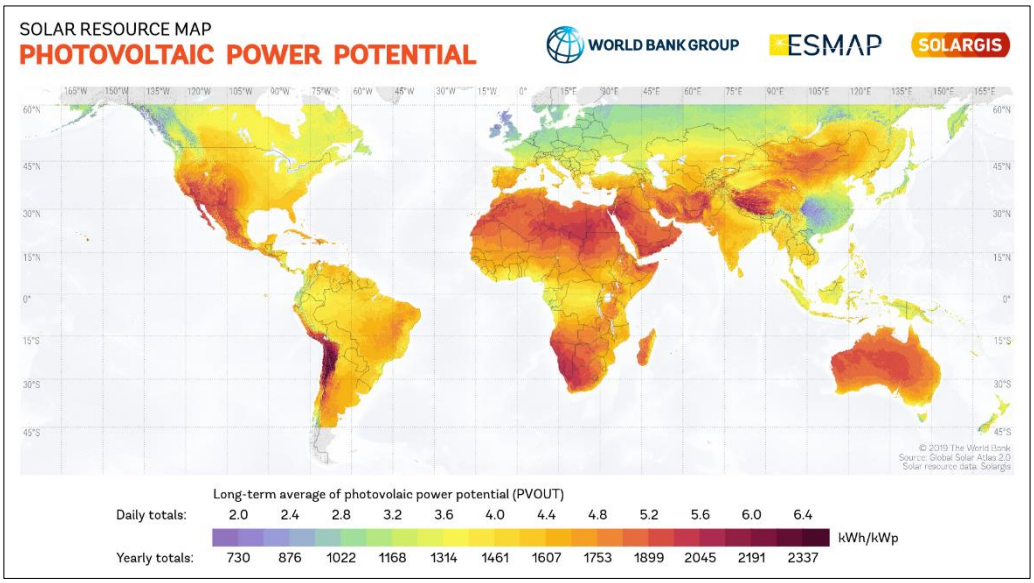
- الطاقة الشمسية
- خريطة الإشعاع الشمسي
- أنواع أنظمة الطاقة الشمسية و مكوناتها

الطاقة الشمسية

الطاقة الشّمسية أو ما يسمّى بالإشعاع الشمسيّ (solar energy)، وهي الطاقة المنبعثة من أشعّة الشّمس بشكلٍ رئيسيّ على شكل حرارة وضوء وهي نتاج التفاعلات النووية داخل النجم الأقرب إلينا وهو الشّمس، ولهذه الطاقة أهمية كبيرة في الكرة الأرضية والكائنات الحية الموجودة على سطحها وتعتبر كمية هذه الطاقة الناتجة تفوق بكثير متطلّبات الطاقة الحالية في العالم بشكل عام، وإذا تم تسخيرها واستغلالها بشكلٍ مناسب فقد تلبي جميع احتياجات الطاقة المستقبلية.

خريطة الإشعاع الشمسي

كما سبق و ذكرنا فإن الله أنعم علينا بنعمة الشمس و التي لم نحسن استغلالها على الأقل إلى الآن. و هذه خريطة الاشعاع الشمسي امامكم توضح مستوى الاشعاع الشمسي في العالم فلاحظوا شدته في العالم العربي.

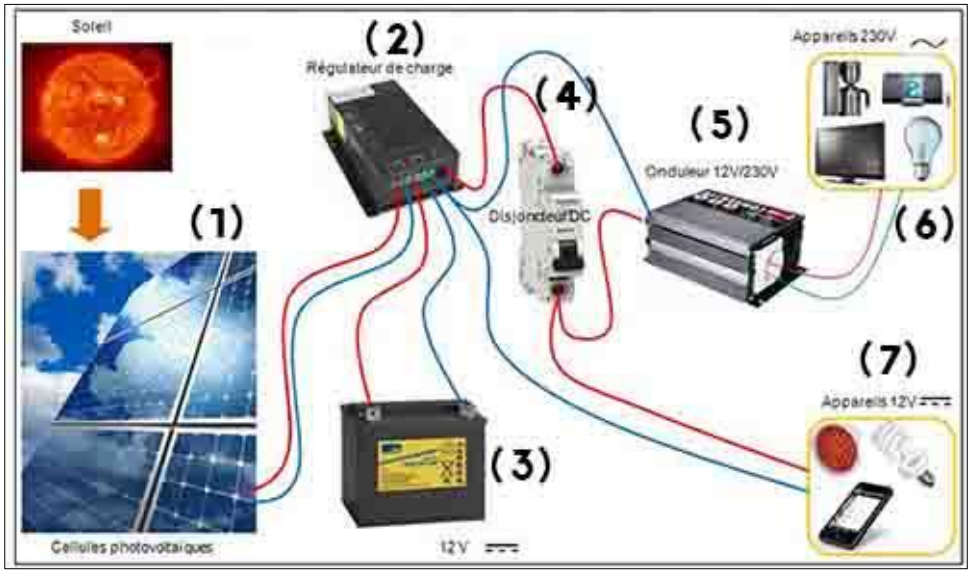


الصورة مأخوذة من موقع Solargis الذي يمكنك من تحميل خرائط الاشعاع الشمسي من المنطقة أو البلد الذي تختاره عبر هذا الرابط Solargis هذه الخرائط تحدد المعدل السنوي و اليومي للاشعاع الشمسي بال KWh/m^2 هذه المعطيات مهمة من أجل عمل حسابات النظام الشمسي بالاضافة إلى معطيات أخرى يمكن أخذها من المعهد الوطني للرصد الجوي (هكذا يسمى في تونس لا اعرف ان كانت نفس التسمية في البلدان العربية الاخرى). هناك موقع آخر أريد أن أشارككم إياه و هو موقع Globalatlas الخاص بنشر خرائط الطاقات المتجددة كالرياح و الشمس و مياه البحر و الهيدروجين و غيرها.

أنواع أنظمة الطاقة الشمسية و مكوناتها

في هذا الجزء من هذا الدرس من دورة في الطاقة الشمسية سنذكر 3 أنواع أنظمة الطاقة الشمسية و العناصر المكونة لكل نظام شمسي.

(1) النظام المستقل او النظام الأحادي



كما تشاهدون في الصورة فإن النظام المستقل لا يستعمل إلا الطاقة المولدة من الالواح الشمسية لا غير و من اجل توليد الكهرباء يستعمل هذا النظام الاحادي العناصر التالية:

(1) الالواح الشمسية Solar Panels : و هي العنصر الذي يحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية مستمرة.

(2) منظم الشحن Charge Controller : كما يوضح اسمه فهذا العنصر يقوم بتنظيم شحن البطاريات.

(3) البطاريات The Batteries : هي وسيلة لتخزين الطاقة الكهربائية الزائدة عن الاستعمال.

(4) قاطع دورة .C.B (اداة كهربائية لحماية مكونات النظام من الكهرباء المستمرة).

(5) محول التيار(العاكس) Inverter : يحول الكهرباء من التيار مستمر DC إلى التيار متردد AC.

(6) أجهزة تعمل عن طريق التيار المتردد.

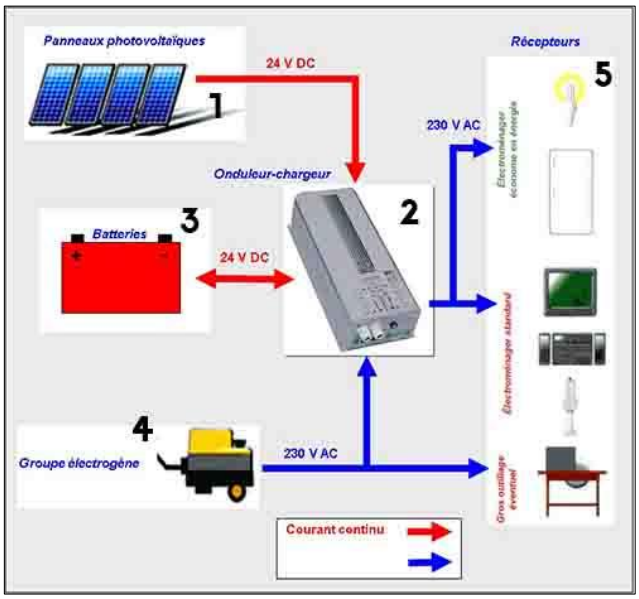
(7) أجهزة تعمل عن طريق التيار المستمر.

* هناك أنظمة أخرى أحادية لا تستعمل البطاريات لتخزين الطاقة مثل مضخات المياه بالطاقة الشمسية.

(2) النظام الهجين

هو نظام شبيه بالنظام الاحادي الا انه لا يستعمل الطاقة الشمسية فقط لتوليد الطاقة الكهربائية بل يستعمل موارد أخرى للطاقة كالمولدات الكهربائية و المراوح الهوائية.

*سنأخذ مثالين لهذا النوع من الانظمة الشمسية في الصورتين التاليتين :



اولاً : هذا النظام يستعمل نفس مكونات النظام الاحادي الا اننا هنا قمنا بتغيير محول التيار الى محول تيار/شاحن (رقم 2) حيث أن هذا العنصر يقوم بوظيفين وهما تحويل التيار و شحن البطارية باستعمال الطاقة الكهربائية المترددة المتأتية من مولد الكهرباء (رقم 4).لذلك لا يوجد منظم شحن في هذه الصورة، لكن هذا لا يمنع إمكانية إضافته للنظام في حالة أردنا استعمال الطاقة الشمسية كذلك لشحن البطاريات.

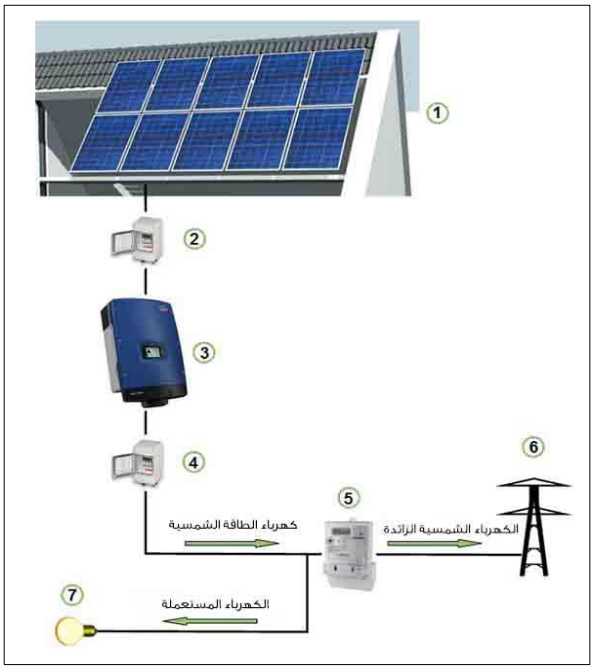
ثانياً : في النظام الهجين الثاني نلاحظ استعمال منظمي شحن اثنين واحد من أجل الالواح الشمسية و الآخر من أجل المروح الهوائية فكلا المصدرين للطاقة يولدان كهرباء مستمر و لا يوجد مصدر للتيار المتردد في هذه الحالة لذلك لم نستعمل محول تيار شحن بل محول تيار عادي من 12 فولط مستمر إلى 220 فولط متردد.



(3) النظام المتصل بخط الكهرباء العمومي

هذا النظام يعتبر من أبسط أنواع أنظمة الطاقة الشمسية من ناحية عدد المكونات الكهربائية فهو لا يحتوي على بطاريات و لا منظم شحن.و يسمح هذا النظام للمستعمل من استخدام الطاقة الشمسية و طاقة الكهرباء العمومي في الآن ذاته أي يربط مباشر مع المنظومة الكهربائية. إلا أن إمكانية تركيب هذا النوع من الأنظمة و عدمها مرتبط بالقوانين الموجودة في بلدك، ففي تونس مثلا يسمح بتركيب هذا النظام مع الشركة التونسية للكهرباء و الغاز.

* كما نلاحظ في الصورة فإن النظام المتصل بخط الكهرباء العمومي يتكون أساسا من:



- (1) الالواح الشمسية و هي عنصر أساسي لم يمكن الاستغناء عنها في أي نظام
- (2) و (4) أدوات لحماية مكونات النظام الشمسي.
- (3) محول التيار(INVERTER)
- (5) عداد كهرباء ثنائي الإتجاه(عداد مزدوج)، و هو العنصر الذي يميز هذا النظام فهو يسمح بتعداد الطاقة القادمة من الكهرباء العمومي إلى المستعمل(المنزل) و في نفس الوقت يقوم بحساب الطاقة القادمة من المستعمل و المتجهة الكهرباء العمومي. أي أن النظام المتصل بالكهرباء العمومي يسمح ببيع الكهرباء التي أنتجها الالواح الشمسية و الزائدة عن حاجة المستعمل.
- (6) الكهرباء العمومي
- (7) الأجهزة التي تستعمل الطاقة الكهربائية، و هذه الاجهزة تستعمل الكهرباء المولد من الالواح الشمسية في حال توفرها و في حال غياب الشمس تستعمل الكهرباء العمومي.

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

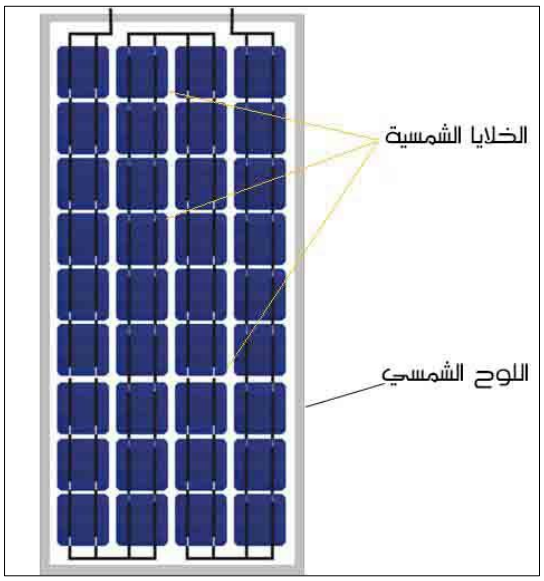
الدرس الثاني

* في هذا الدرس سنتعرف على :

- الواح الطاقة الشمسية و الخلايا الشمسية و أنواعها
- كيف تتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية
- كيفية حساب الواح الطاقة الشمسية
- شرح تركيب الواح الطاقة الشمسية
- اسعار الخلايا الشمسية و الالواح الشمسية

الواح الطاقة الشمسية و الخلايا الشمسية و أنواعها

اللوح الشمسي (module) هو مجموعة من الخلايا الشمسية المتصلة ببعضها البعض بطريقة تسلسلية(بالتوالي) او بالتوازي كما توضح الصورة .



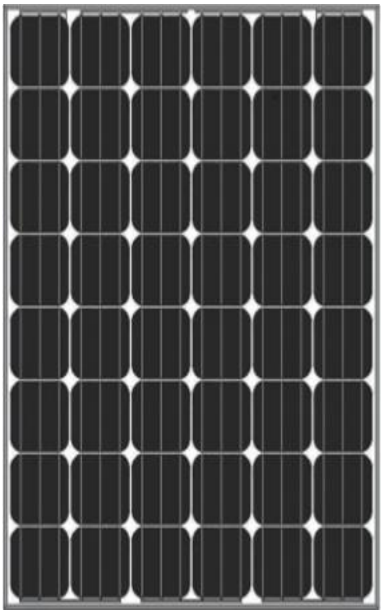
* يمكن تركيب مجوعة من الواح الطاقة الشمسية بالتوازي أو بالتسلسل كما سنتعلم في فقرة قادمة من هذا الدرس.

انواع الواح الطاقة الشمسية

كما تلاحظون في الجدول أسفله فإن خصائص اللوح الشمسي او الخلية الشمسية تختلف حسب نوعيتها و أهم خاصية من هذه الخاصيات هي كفاءة اللوح η_r % .

يمكن أن نقسم الالواح الشمسية حسب تواجدها في السوق إلى ثلاث أنواع شهيرة:

1 - اللوح الشمسي نوع **Mono-cristallin** :



عتبر افضل الالواح من ناحية الكفاءة وعمره اطول

يكون أغلب الأحيان ذا لون اسود يشبه خلية النحل .

2 - اللوح الشمسي نوع **Poly-cristallin** :

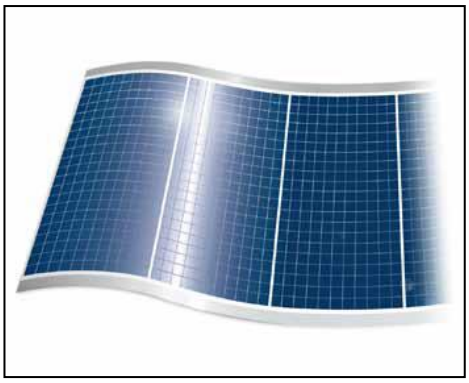


قل كفاءة من اللوح Mono-cristallin إلا أنه أقل ثمنا

و يكون في اغلب الاحيان ذا لون أزرق ولا يوجد

في شكله مسافات كما في الصورة .

3 - اللوح الشمسي نوع **Thin film** :



يتميز بمرونة و سهولة في التركيب إلا أن كفائته

ضعيفة مقارنة بالانواع الأخرى فهي لا تتجاوز 10%

ملاحظة : كفاءة الالواح الشمسية تتطور باستمرار و كذلك الأنواع ، فقد شاهدت فيديو يعرف بنوع جديد من الالواح يتميز بشفافيته أي أنه كالبلور يمكن تركيبه في النوافذ. أما من ناحية الكفاءة فإن الرقم القياسي في لكفاءة الخلايا الشمسية و صل الى 46% في ديسمبر سنة 2014 بحسب ويكيبيديا. طبعا من الصعب ايجاد خلايا شمسية بهذه الكفاءة في السوق الآن فهي لا تتجاوز 25% عادة.

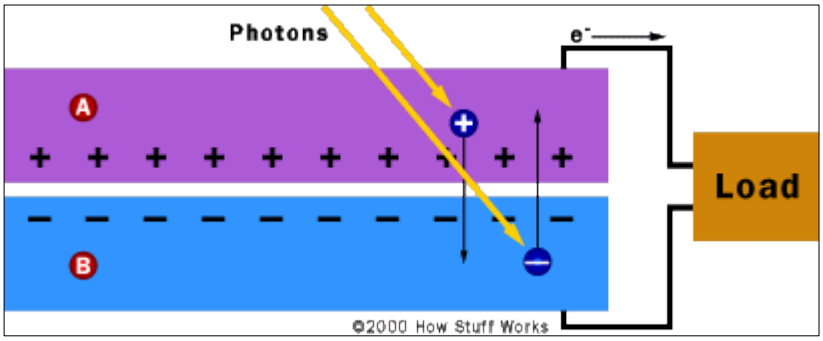
Type du module	$\eta_r(\%)$	$NOCT$ (°C)	$\beta_{pv}(\%/°C)$
Si mono-cristallin	13,0	45	0,40
Si poly-cristallin	11,0	45	0,40
Si amorphe	5,0	50	0,11
CdTe	7,0	46	0,24
CuInSe2 (CIS)	7,5	47	0,46

η_r % : كفاءة اللوح الشمسي

NOCT (°C) : درجة حرارة خلية أثناء التشغيل الطبيعي

كيف تتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية

صحيح أن هذه الدورة تطبيقية. لكن لا بأس بأن نتعلم بعض المعلومات النظرية. فمن الجيد أن نعلم كيفية عمل الخلايا الشمسية و كيف يمكنها توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.

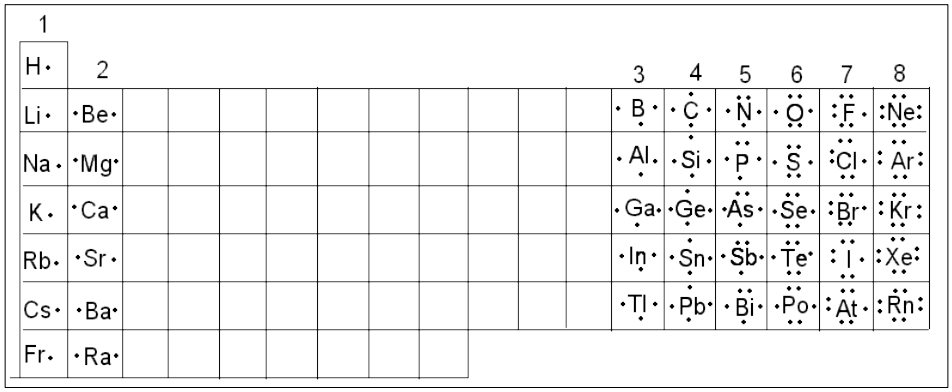


إذن باختصار فإن الخلايا الشمسية تتكون أساسا من عنصرين رئيسين كما في الصورة أعلاه هما:

(A) طبقة سيليكون من نوع **P** :وهي طبقة متكونة من **السيليكون** مضافا إليه نسبة قليلة من **البورون**.

(B) طبقة سيليكون من نوع **N** :وهي عبارة عن طبقة متكونة من **السيليكون** أساسا مضافا إليه نسبة قليلة من **الفسفور**.

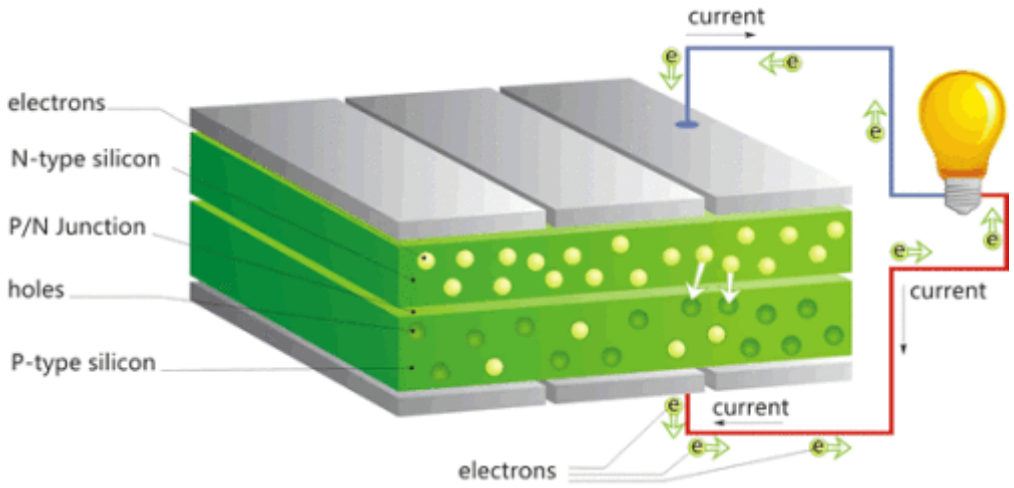
حتى نعلم كيف يقع توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية يجب أن نعرف أولا أن ذرة السيليكون تمتلك **4إلكترونات** في طبقتها السطحية و أن ذرة الفسفور لديها **5إلكترونات** في الطبقة السطحية و أن البورون لديه **3إلكترونات** فقط. من أجل معرفة عددالإلكترونات السطحية أو الكترونات التكافؤ لكل عنصر يمكن استعمال الجدول في الاسفل.



إذن الذي سيحصل في للطبقة من نوع P فإن إلكترونات البورون الثلاثة سترتبط مع 3 الكترونات للسيليكون و يبقى البورون في حاجة الى الى الكترون آخر ليربطه مع الالكترون المتبقي للسيليكون.

أما بالنسبة للطبقة من نوع N هو أن 4 الكترونات من الفسفور سترتبط بأربع الكترونات من السيليكون و تبقى الكترونة واحدة حرة هذا ما يسمى في عالم الكيمياء بالرابطة المشتركة.

اذن كحوصلة فإن طبقة السيليكون نوع P بحاجة الى الكترون و الطبقة نوع N لديه الكترونة حرة يريد التخلص منها. و كل ما ينقص الآن هو محفز يساعد على تنقل الالكترونات الزائدة من الطبقة نوع N الى الطبقة نوع P. و هذا المحفز ان صح التعبير هو اشعة الشمس أو الفوتونات الضوئية. ثم نقوم بربط الطبقتين بمستقبل كالمصباح (كما في الصورة التالية) فتبدأ الالكترونات بالتحرك داخل الدائرة . و هكذا يتم توليد الكهرباء.



فيديوات توجد في اليوتيوب مختارة حول كيفية توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية و كيفية صنع الخلايا الشمسية:

- https://www.youtube.com/watch?v=1gta2ICarDw
- https://www.youtube.com/watch?v=hs9hTCdvcOg
- https://www.youtube.com/watch?v=7FuCqmUsXZ8

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

كيفية حساب الواح الطاقة الشمسية

أول خطوة نقوم بها من أجل حساب الواح الطاقة الشمسية هي حساب الطاقة التي تحتاجها يوميا بوحدة kwh .

على سبيل المثال نفرض انك تريد تركيب لوحات شمسية في منزلك.

الخطوة الاولى عليك اذن حساب الطاقة التي يستهلكها منزلك يوميا.نفرض ان لديك :

–5 فوانيس بقوة 60 واط الواحدة تشتغل 4 ساعات يوميا.

-غسالة بقوة 2000 واط تشتغل لمدة ساعة يوميا.

-ثلاجة بقوة 200 واط تشتغل 24 ساعة يوميا.

يمكن كتابتها بجدول للتبسيط في الحساب :

الاجهزة	عددها	قوة (قدرة) كل جهاز بوحدة Watt	ساعات التشغيل في كل يوم
فوانيس	5	60	4
غسالة	1	2000	1
ثلاجة	1	200	24

اذن من اجل حساب استهلاكك اليومي للطاقة الكهربائية نطبق القانون التالي :

الاستهلاك اليومي =(قدرة الجهاز * عدده * ساعات تشغيله)+(الجهاز الثاني *عدده * ساعات التشغيل)...الخ

لحساب الاستهلاك اليومي للمثال اعلاه نطبق القانون

الاستهلاك اليومي= (4*5*60) +(1*1*2000)+(24*1*200) = W.h 8000 اي kwh 8 يوميا.

الخطوة الثانية لحساب الواح الطاقة الشمسية هي حساب الطاقة الجملية وذلك باعتبار ان العناصر الالكترونية لها كفاءة اقل من 100% طبعا. فهناك نسبة من الطاقة الكهربائية تضيع اثناء مرورها داخل المكونات الالكترونية قبل وصولها إلى المستعمل.

وكي نحدد الطاقة الاجمالية علينا أن نحدد نوع النظام الذي سنستعمله.

1- إن كان النظام متصلا بالكهرباء العمومي فهو لا يستعمل بطاريات كما رأينا في الدرس الأول. و في هذه الحالة المكون الالكتروني الوحيد الذي سيضيع جزء من الطاقة هو محول التيار العاكس (INVERTER) ولنفرض أن كفائته تساوي % 95 (اي 5% من الطاقة ضائعة). فعلينا إذن أضافة القدرة التي ستضيع مع محول التيار إلى القدرة التي يحتاجها المنزل.

اذن القدرة الأجمالية التي ستحتاج الألواح لتوليدها تساوي 8+(8*0.05)=8.4 kwh في اليوم

2- في الحالة التي يحتوي فيها النظام الشمسي على بطاريات، وفرضا أنا كفاءة البطاريات هي 95% ايضا. في هذه الحالة الطاقة الاجمالية تحسب كالآتي:

8+(8*0.05)+(8*0.05) =8.8 Kwh في اليوم.

ملاحظة: في هذه الحالة لتسهيل الامور افترضنا أن كفاءة المنظم و خيوط الربط تساوي 100% لكن في الواقع يجب معرفة كفائتها و اضافة الطاقة الضائعة داخلها و إضافتها للمجاميع السابقة. تتراوح كفاءة نظام الطاقة الشمسية عادة بين 60 و 80 بالمائة. اي ان نسبة الطاقة الضائعة تتراوح بين 40 و 20 بالمائة عادة. لذلك هناك من يقوم بقسمة الطاقة المستهلكة على 0.7 للحصول على الطاقة الجملية التي على الالواح الشمسية توليدها.

الخطوة الثالثة تتمثل في تحديد شدة الإشعاع الشمسي في المنطقة التي ستركب فيها الالواح الشمسية. ومن أجل القيام بهذه الخطوة يمكن الرجوع إلى الدرس الأول الذي ذكرنا فيه كيفية الحصول على خريطة الإشعاع الشمسي في بلدك.أو يمكن استعمال الموقع الرائع الذي سنذكره في الفقرة التالية من هذا الدرس. قيمة الشعاع الشمسي التي سنستعملها تكون بال kwh/m^2 في اليوم.

الخطوة الرابعة : هي حساب عدد الالواح الشمسية اللازمة. يمكن القيام بهذا الحساب بطريقتين:

الطريقة الأولى : من أجل استعمال هذه الطريقة يجب أن نعرف شدة الاشعاع الشمسي اليومي و كفاءة اللوح الشمسي و مساحة اللوح الواحد

من أجل حساب المساحة الأجمالية اللازمة من الالواح نقوم بالعملية التالية:

(القدرة الأجمالية/الاشعاع الشمسي)*(100/كفاءة اللوح)

* وحدة القدرة الاجمالية هي kwh في اليوم.
وحدة الاشعاع الشمسي هي kwh/m^2 في اليوم.

لو فرضنا أن كفاءة الالواح الشمسية التي سنستعملها هي 20 بالمائة و أن الاشعاع الشمسي قيمته 5 kwh/m^2. و لو طبقنا العملية أعلاه على مثالنا الحالي نتحصل على :

$$\frac{100}{20} * \frac{8.8}{5} = 8.8$$ متر مربع.

لو فرضنا الآن أن مساحة اللوح الشمسي الواحد هي 0.8 متر مربع إذن عدد الالواح الأجمالي سيكون:

11=8.8/0.8 لوح

الطريقة الثانية : هذه الطريقة تعمد على خاصية الطاقة بالـ(Watt) التي تميز اللوح الشمسي و لن نستعمل مساحته كما في الطريقة الاولى.ونحتاج من أجل ذلك طاقة اللوح الشمسي الواحد و هي عادة الطاقة التي يستطيع توليدها اللوح الشمسي باستعمال 1000 W/m^2 اي ما يساوي 1 Kw/m^2 و نحتاج كذلك شدة الاشعاع الشمسي.

ملاحظة : عند شراء اللوح الشمسي فستجد من يستعمل الواط (w) كوحد لقياس طاقة اللوح و هناك من يرمز لهذه الطاقة ب(Wc) او (Wp).
ومن اجل حساب عدد الالواح الشمسية اللازمة نقوم بالعملية الحسابية التالية:

عدد الالواح= الطاقة الأجمالية\(الاشعاع الشمسي*طاقة اللوح الواحد)

فلنطبق هذه العملية فارضين أن طاقة اللوح تساوي 150 واط اي 0.150 Kw و ان الاشعاع الشمسي قيمته 5 Kwh/m^2

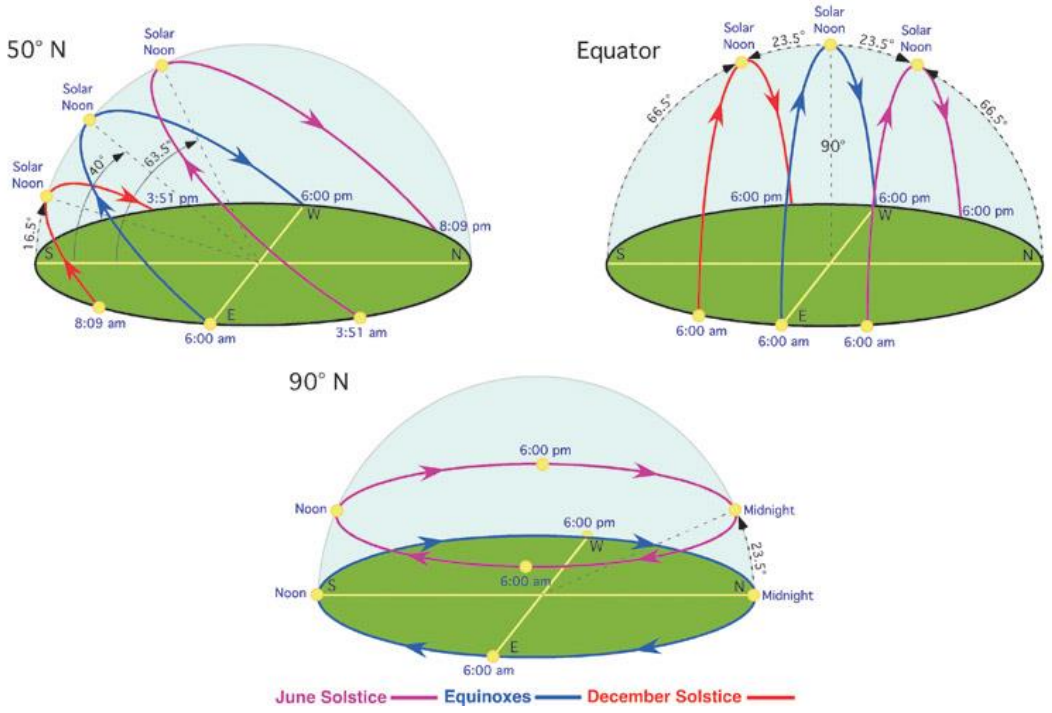
$$\frac{8.8}{0.150 * 5} = 12$$

اي نحتاج الى 12 لوح وهكذا ننتهي من شرح كيفية حساب الالواح الشمسية، و لمزيد من الدقة في الحسابات يجب أن نعلم أن كفاءة الألواح الشمسية مرتبطة بدرجة الحرارة، لكنها لا تغير فيها كثيرا. هذه الطرق تعتبر بسيطة و سهلة و هي تعتمد على خاصيات اللوح الشمسي.اختيار الطرق يعتمد عن المعطيات التي لديك حول اللوح الشمسي. هناك طرق أخرى أكثر تعقيدا و دقة تعتمد على خصائص الخلايا الشمسية و تفرق بين أنواع الانظمة التي تستعمل بطاريات و التي لا تستعملها.

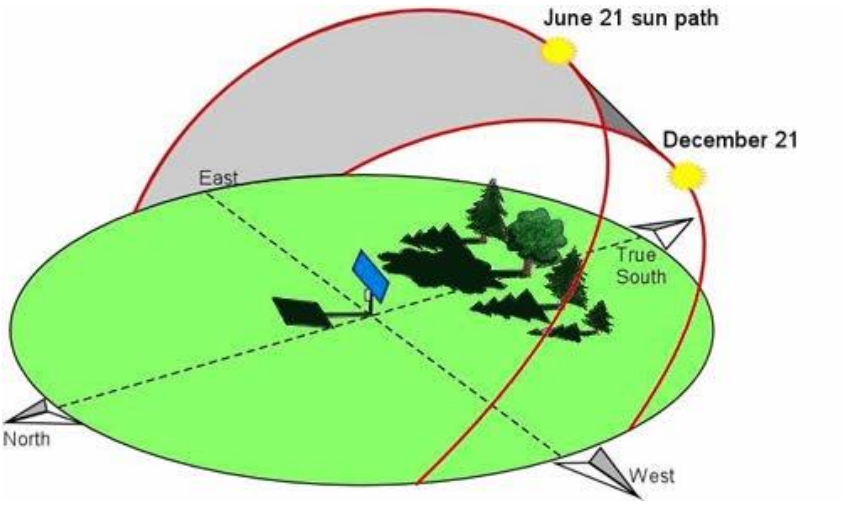
شرح تركيب الواح الطاقة الشمسية

(1) اختيار اتجاه و زاوية الواح الطاقة الشمسية

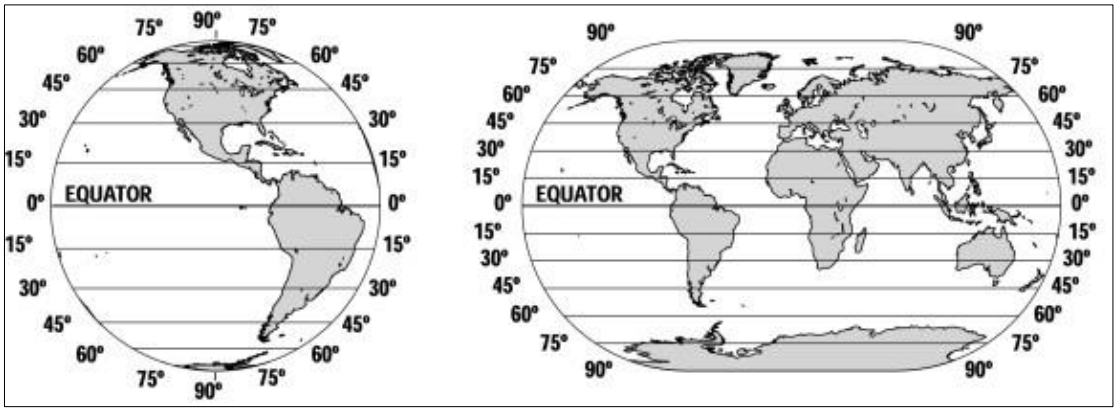
كما تشاهدون في الصورة التالية فإن مسار الشمس مقارنة بنقطة ثابتة في الارض يختلف من شهر لآخر. إلا أن الامر الثابت أن الشمس تشرق من الشرق و تغرب من الغرب و أن الدائرة التي يكونها مسار الشمس عمودية على خط الاستواء. أي أن الشخص الموجود في منطقة على خط الاستواء سيرى ان مسار الشمس يكون مساحة عمودية على الارض الافقية التي هو عليها كما في الصورة الثانيةخط الاستواء (**Equator**) في هذه الفقرة. و في نفس الصورة يمكن أن تلاحظو مسار الشمس من الخط العرضي 50 درجة شمالا (**50 N°**) اي الخط العرضي فوق خط الاستواء. في هذا الخط تكون الشمس غالبا موجودة في جهة الجنوب. أما إذا كانت المنطقة في خط عرضي جنوبي فان الشمس ستكون غالب في جهة الشمال.



مسار الشمس من خطوط عرض مختلفة



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



خطوط العرض الشمالية و الجنوبية يتوسطها خط الإستواء

هل لاحظتم مسار الشمس في خط العرض 90° شمالا في الصورة الثانية من هذه الفقرة. اجل الشمس دائما موجودة وهي تكون دائرة كاملة و ليس نصفها. وهذا ما يفسر عدم غروب الشمس في بعض المناطق كما ستشاهدون في الفيديو التالي:

https://www.youtube.com/watch?v=Xm_Cn8-DCNc

فلنعد الى موضوعنا بعد هذه الدورة الفلكية. إذن فلنطبق ما شاهدناه حول مسار الشمس على مثال في العالم العربي. عالمنا العربي موجود شمال خط الاستواء (Equator) اذن يفضل توجيه اللوحات الشمسية في اتجاه الجنوب حيث تتواجد الشمس.

(2) اختيار زاوية ميلان الالواح الشمسية

اذن بعد شاهدنا كيف نختار اتجاه الالواح الشمسية، تبقى لنا الآن أن نعرف زاوية تركيب الالواح. قيمة زاوية ميلان الالواح الشمسية مرتبطة بدرجة خط العرض الذي نتواجد فيه و بالفصل الذي نحن فيه. حيث يمكن حساب الزاوية باستعمال القواعد التالية:

فصل الخريف والربيع: زاوية الميلان= درجة خط العرض

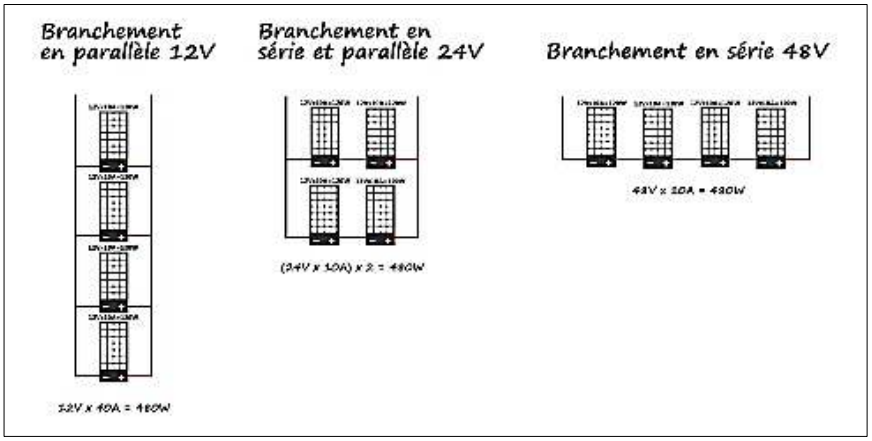
فصل الصيف : زاوية الميلان= درجة خط العرض – 15 درجة

في فصل الشتاء: زاوية الميلان= درجة خط العرض + 15 درجة

بامكانك تحديد خط العرض في منطقتك باستعمال خرائط جوجل او هذا الموقع findlatitudeandlongitude حتى إن لم تفهم ما ذكرته حول اختيار زاوية الميلان و اتجاه اللوح فلا توجد اي مشكلة. فهذا الموقع يمكنك من اختيار احسن اتجاه و احسن زاوية ميلان كل ما عليك فعله هو الدخول لهذا الرابط ثم اختيار بلدك ثم منطقتك ثم الاتجاه الذي تريد تجربته ثم تختار الزاوية و سيعطيك الموقع قيمة الاشعاع الشمسي اليومي في كل شهر. و كل ما عليك فعله هو اختيار الاتجاه و الزاوية التي اعطتك أفضل النتائج. لا تنسو أن بإمكانكم استعمال هذه المعطيات لحساب عدد الالواح الشمسية اللازمة.

(3) تركيب الالواح الشمسية بالتوازي و بالتسلسل

ان التعامل في جمع الالواح الشمسية مع بعضها يشبه التعامل مع البطاريات. فتركيبها بالتوازي يحافظ على الجهد و يزيد شدة التيار و تركيبها بالتسلسل (توالي) يزيد الجهد و يحافظ على قيمة شدة التيار. و مهما كان نوع التركيب متسلسلا او متوازيا او مزدوجا فان الطاقة الاجمالية لا تتغير اذا لم نغير عدد الالواح. و هذا ما توضحه الصورة التالية:



يجب الأخذ بعين الاعتبار انه لا يمكن تطبيقيا تركيب الواح شمسية بالتوازي الا اذا كانت كلها تحمل نفس الجهد (Volt).

اسعار الخلايا الشمسية او الالواح الشمسية



بعد جولة في بعض المواقع العالمية تمكنت من أن أستنتج أن سعر الالواح بطاقة **150 واط** تتراوح أسعارها بين 150 و 250 دولار. إلا انها تصل الى 90 دولار في بعض المواقع الصينية و تتجاوز 350 دولار احيانا اخرى. لكن أغلب الاسعار قريبة من 200 دولار. وهناك من يبيع الخلايا الشمسية لتقوم بتركيب لوحك بمفردك و هذا تكلفته أقل.

إذن ماذا قمنا بحساب تكلفة الالواح الشمسية في مثالنا السابق معتبرين أن ثمن لوح 150 واط هو 200 دولار. لقد وجدنا سابقا أن عدد الالواح اللازم لمنزلنا هو 12 لوح إذن سيكلفنا سعر الخلايا الشمسية بدون اعتبار اسعار باقي المكونات الالكترونية : $200*12 = 2400$

ارى ان اسعار الخلايا الشمسية صارت مناسبة مقارنة بالمنفعة التي ستدرها علينا من ناحية تنقيص تكلفة الطاقة و من ناحية المحافظة على البيئة. و هذا ما يزيد استغرابي حول عدم انتشار هذه الطاقة بالشكل الكافي في العالم العربي.

الدرس الثالث

* في هذا الدرس سنتعرف على :

- **م**نظم الشحن **CHARGE CONTROLLER**
- انواع **م**نظم الشحن
- **حس**اب **ب**عض **خ**صائص **م**نظم **ش**حن الطاقة الشمسية

منظم الشحن CHARGE CONTROLLER

منظم شحن الطاقة الشمسية او مايسمى كذلك المعدل الشمسي له وظيفة رئيسية كما يبين إسمه و هي تنظيم شحن البطاريات. فهو يحرص على عدم حصول الشحن الزائد للبطاريات، حيث يقوم بقطع التيار عن البطاريات في حال وصولها الى مستوى معين من الشحن لا يصل الى 100 %. و بهذه الطريقة يحافظ على سلامة البطاريات.بالاضافة الى ذلك فإن ال charge controller او منظم الشحن يقوم بتعديل القدرة الخارجة من الالواح الشمسية بكيفية تسمح للبطاريات باخذ ما تستحقه من الجهد ومن التيار.بل اكثر من ذلك هناك انواع تعمل على تحسين اداء الالواح الشمسية و ذلك بجعلها تستخدم طاقتها القصوى.



انواع منظم الشحن

هناك نوعان رئيسيان من منظمات شحن الطاقة الشمسية و هما منظم الشحن PWM و منظم شحن MPPT وسنتحدث عنهما اكثر في الفقرات التالية لنعرف الفرق بينهما و ايهما نختار.

منظم الشحن PWM (PULSE WIDTH MODULATION)



منظم الشحن PWM يقوم بتقليص الجهد المتأتي من الألواح الشمسية لتحويله إلى الجهد المناسب لشحن البطاريات و هذا ما يتسبب في فقدان بعض الطاقة و تقليل كفاءة النظام.

وهذه أهم عيوب منظم الشحن PWM قيمة الكفاءة الضائعة مع هذا النوع من منظمات الشحن مرتبطة بالفرق بين قيم الجهد في الالواح الشمسية و البطاريات و ميزة منظم الشحن PWM هي ان ثمنه رخيص مقارنة بالنوع الثاني MPPT .

لذلك توجد حالات يمكن أن نختار فيها هذا النوع رغم قلة كفائته مقارنة بالنوع الآخر كما سنرى لاحقا.

منظم الشحن MPPT (MAXIMUM POWER POINT TRACKING)



منظم شحن MPPT متطور على منظم PWM من ناحية الكفاءة فهو يستغل الطاقة القصوى للالواح الشمسية. فهذا المنظم يأخذ الجهد المناسب لافضل كفاءة للنظام مهما اختلف الطقس واختلفت قيمة الاشعاع الشمسي.ففي الماضي كان يتوجب تقريب الجهد الذي تولده الالواح الى جهد البطاريات لتحسين الكفاءة. أما مع منظمات شحن MPPT فلا داعي لذلك فهي كما يوضح اسمها تتبع نقطة الطاقة القصوى. لكن كما ذكرنا فان سعر منظم MPPT اعلى من سعر منظم PWM. الآن و بعد أن ذكرنا مميزات و عيوب كل منظم شحن

كيف نعرف اي نوع نختار لنظامنا الشمسي منظم MPPT ام منظم PWM ؟

بصفة عامة المنظمات من نوع PWM تستعمل في حالات الطاقات الصغيرة اما المنظمات من نوع MPPT فيمكن استعمالها في حالات توليد طاقة كبيرة. و يمكن استعمال منظم PWM كذلك في الحالات التي يكون فيها الفرق بين الجهد الذي تولده الالواح و جهد البطاريات طفيفا. ففي هذه الحالة لا تنقص الكفاءة كثيرا. انظر الجدول التالي حول اختيار نوع المنظم :

Solar Panels and Batteries	Charge controller
36 cells Panels and 12V Batteries	Mppt
48 cells Panels and 12V/24V Batteries	Mppt
54 cells Panels and 12V/24V Batteries	Mppt
72 cells Panels and 12V/24V Batteries	Mppt
144 cells Panels and 48V Batteries	Mppt
30 cells Panels and 12V Batteries	Pwm
60 cells Panels and 24V Batteries	Pwm
120 cells Panels and 48V Batteries	Pwm

الخانة على اليمين فيها عدد الخلايا المستعملة في اللوح الشمسي و جهد البطاريات المستعمل و في الخانة على اليسار نجد نوع منظم الشحن المناسب. و الآن سنأخذ امثلة للجهد المقدر و جهد الدائرة المفتوحة الذي تولده الالواح الشمسية مقارنة بعدد الخلايا الشمسية.

30 خلية شمسية <– الجهد المقدر 12V <– جهد الدائرة المفتوحة 18 V

36 خلية شمسية <– الجهد المقدر 12V <– جهد الدائرة المفتوحة 21 V

54 خلية شمسية <– الجهد المقدر 18V <– جهد الدائرة المفتوحة 33 V

72 خلية شمسية <– الجهد المقدر 24V <– جهد الدائرة المفتوحة 42 V

طبعا هذه المعطيات تقريبية. و الاصل هو أن ننظر إلى معطيات صانع اللوح الشمسي.في الفقرة التالية سنرى كيف نقوم بحسابات منظم شحن الطاقة الشمسية كي تساعدنا على اختيار منظم بالخصائص المناسبة.

حساب بعض خصائص منظم شحن الطاقة الشمسية

- **حساب تيار الحمل (يستعمل عادة لاختيار نوع MPPT)**

تيار الحمل أو load current هو أهم خاصية يجب أن نعرفها عند اختيار منظم الشحنcharge controller فكل منظم شحن له تيار حمل أقصى يمكنه تحمله. لذلك علينا أن نقوم بحساب تيار الحمل الخاص بنظامنا الشمسي ثم نقوم باختيار منظم شحن يحمل نفس قيمة الـ load current التي سنحسبها أو أكبر منها.هذه الخاصية تسمى أيضا تيار الشحن، لأن هذا التيار خارج من المنظم وذاهب الى البطاريات. ومن أجل حساب هذه القيمة نقوم بالعملية الحسابية التالية:

$$\text{تيار الشحن} = \frac{\text{الطاقة الاجمالية المولدة من الالواح الشمسية}}{\text{جهد البطاريات الاجمالي}}$$

حسنا فلنطبق هذه القاعدة على مثال الدرس السابق حول الالواح الشمسية ولنفترض أن البطاريات التي سنشحنها تحمل جهد اجمالي بقيمة 24 V وكما راينا في الدرس السابق فان الطاقة الاجمالية التي تولدها الالواح هي 8.8 kwh لو فرضنا أن الشمس تظهر 5 ساعات في اليوم فقط اذن الطاقة المولدة في الساعة هي 8.8/5= 1.76 kw اي 1760 W اذن في حالتنا :

تيار الشحن= 1760 \ 24 =73 امبير

*بالامكان ان نحسب الطاقة المولدة من الالواح بطريقة اخرى ادق:

الطاقة المولدة = طاقة اللوح الواحد* عدد الالواح المستعملة

في مثالنا :

الطاقة المولدة = 12*150= 1800 W

تيار الشحن =1800 \24 = 75 Amp

* لا ننسى ان نضرب النتيجة التي و جدناها في عامل حماية قدره 1.25 فنتحصل على :

1.25 * 75= 93.75 Amp

اذن تيار الحمل load current الخاص بمنظم الشحن يجب أن يكون مساوا او اكبر من 93.75 Amp

- **حساب التيار الداخل الى منظم الشحن من الالواح الشمسية**

من اجل خساب هذا التيار سنستعمل احد خاصيات اللوح الشمسي وهي *Short Circuit Current* و يرمز لها ب *Isc*

قيمة التيار الداخل الى منظم الشحن = Isc * عدد الالواح المركبة بالتوازي* عامل حماية

فلو فرضنا ان قيمة Isc هي 8 امبير و ان عدد الالواح المركبة بالتوازي هو 2 اذن النتيجة ستكون كالآتي :

$$8*2*1.25 = 20\ Amp$$

من خصائص منظم شحن الطاقة الشمسية نذكر كذلك جهد او **جهود البطاريات** التي يقدر على شحنها وهي عادة تساوي 12 او 24 او 48 او 60 فولط تيار مستمر طبعا.

و من خصائصه ايضا **قيمة الجهد القصوى التي يتقبلها من الالواح** الشمسية و لحساب هذا الجهد نستعمل خاصية جهد الدائرة المفتوحة للالواح الشمسية او PV open circuit voltage و يرمز اليها ب .Uoc لذلك عند تركيب الالواح الشمسية يجب مراعاة عدم تجاوز الجهد الداخل للمنظم. و ما يزيد الجهد في الالواح هو التركيب المتسلسل لها كما راينا في الدرس السابق. لكن في الوقت ذاته لا يجب تخفيض هذا الجهد كثيرا حتى لا يقل عن مستوى شحن البطاريات في حالات ضعف الاشعاع الشمسي. فلا يوجد منظم شحن في العالم يمكنه شحن بطاريات 12 فولط مثلا بجهد اقل من 12.اذن باختصار علينا ان نحاول مضاعفة عدد الالواح المتوازية قدر المستطاع بدون تجاوز حد المنظم و ذلك كي نتمكن من زيادة جهد البطاريات قدر المستطاع كي نخفض التيار وبالتالي نخفض من حجم الاسلاك.

كذلك الطاقة القصوى للالواح الشمسية التي يمكن لمنظم الشحن تجملها هي من الخصائص التي نجدها في منظم الشحن.

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

الدرس الرابع

* في هذا الدرس سنتعرف على :

- البطاريات في منظومة الطاقة الشمسية
- متى نستعمل بطاريات الطاقة الشمسية ؟
- مواصفات البطاريات
- بعض انواع بطاريات الطاقة الشمسية، محاسنها و مساوئها
- طريقة اختيار بطاريات الطاقة الشمسية مقارنة بمميزاتها و ثمنها
- حساب سعة بطاريات الطاقة الشمسية
- توصيل بطاريات الطاقة الشمسية بالتوالي (سلسلة) أم بالتوازي

البطاريات في منظومات الطاقة الشمسية

في هذا الدرس الرابع من هذه الدورة سنتعرف على العنصر المسؤول عن تخزين الطاقة الشمسية و هي البطاريات. حيث سنعرض في هذا الدرس مواصفات البطاريات و انواعها و طريقة توصيلها و كيفية عمل حساب سعتها اللازمة في نظام الطاقة الشمسية.لكن قبل ذلك يجب أن نعرف الحالات التي تستوجب استعمال بطاريات الطاقة الشمسية و الحالات التي لا تستحق أستخدام بطاريات لتخزين الطاقة.



متى نستعمل بطاريات الطاقة الشمسية ؟

إن الانظمة الشمسية المتصلة بالكهرباء العمومي لا تستحق بطاريات طاقة شمسية و ذلك كما شاهدنا في الدرس الأول في أنواع أنظمة الطاقة الشمسية .وذلك نظرا لأن الكهرباء العمومي يمثل المخزن الدائم للكهرباء في حالات غياب الشمس. أما الانظمة الشمسية التي لا تتصل بالكهرباء العمومي فهي تستحق أستخدام بطاريات في منظومات الطاقة الشمسية لتخزين الطاقة في حالات عدم توفر الاشعاع الشمسي اللازم. و ذلك خاصة في حالات التطبيقات التي لا يجب إطلاقا أن تنقطع عنها الكهرباء مثل الساعة التي تعمل بالطاقة الشمسية. بل أكثر من ذلك، فان هذا النوع من التطبيقات يستوجب بطاريات بسعة كبيرة جدا تكفيها لايام كثيرة من العمل دون اشعاع شمسي. و في الانظمة المنفصلة توجد حالتان لا تستوجبان استعمال بطاريات الطاقة الشمسية و هما:

-حالة استعمال الآلات أثناء وجود اشعاع شمسي فقط. في هذه الحالة لا حاجة لنا الى تخزين الطاقة بما أننا نستعمل الطاقة الشمسية مباشرة من الالواح فقط

-حالة وجود وسيلة أخرى لتخزين الطاقة مثل نظام مضخات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية. ففي هذه الحالة يمكن تخزين المياه في مخزن مائي بعد ضخها اثناء تواجد اشعاع شمسي كاف. و في حالة غياب الشمس نستعمل خزان الماء بدل المضخة.

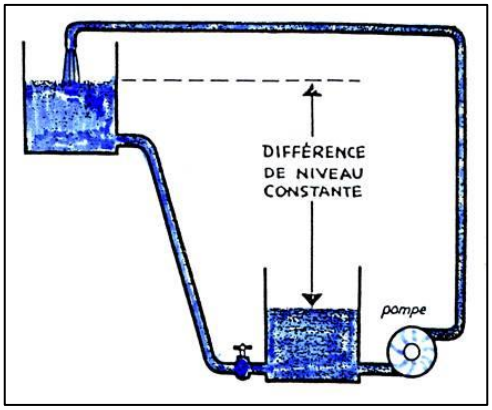
مواصفات البطاريات

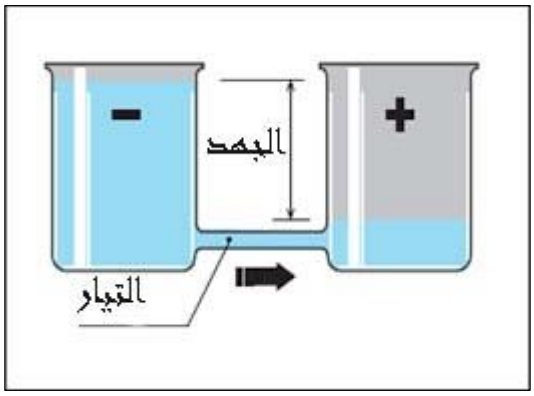
من أجل اختيار **بطاريات الطاقة الشمسية** المناسبة لنظام الطاقة الشمسية الخاص بنا يجب أن نعرف أولا ما هي مواصفات البطاريات ؟

*ومن أهم هذه المواصفات نذكر:

الجهد الكهربائي :

و هو من أهم مواصفات البطاريات و أشهرها ويعرف كذلك بفرق الجهد الكهربائي او القوة الكهربائية الدافعة او الفولتية. و الجهد الكهربائي هو الفرق في قيمة الطاقة الكهربائية بين قطبي البطارية. كما يعرف كذلك على أنه القوة الدافعة للالكترونات من القطب السالب الى القطب الموجب.الوحدة المستعملة لقياس الجهد الكهربائي هي الفولط Volt. و افضل طريقة لفهم الكهرباء هي مماثلته بالماء.فالجهد الكهربائي يمكن أن نمثله بارتفاع مستوى الماء أو بالضغط كما توضح أكثر الصور التالية:





من أكثر البطاريات شيوعا نذكر بطاريات الرصاص(Plomb) او (Lead-acid) و جهدها الكهربائي عادة 12 فولط .

جهد الشحن :

و هي تمثل أقل قيمة جهد كربائي لازمة لشحن البطارية . كمثال فإن بطاريات الرصاص(Plomb) ذات جهد 12V تستوجب جهد شحن يتراوح بين 13.2V و 14.4 V لشحنها بطريقة جيدة.

سعة تيار البطارية CAPACITY :

سعة تيار البطارية (capacity) هي من أهم مواصفات البطاريات. فهي القيمة التي نبحث عنها عند القيام بحساب بطاريات الطاقة الشمسية. وهي تمثل كمية الطاقة التي يمكن تخزينها في البطارية. لذلك يمكن أن نسميها سعة البطارية. وحدة قياس سعة البطارية هي Ah اي حاصل ضرب التيار المستخدم (بالامبير) في الوقت اللازم لتفريغ البطارية (بالساعة).

و يجب أن نعلم كذلك أن درجة الحرارة تأثر على قدرة البطارية. فقدرة البطارية تكون أفضل في فصل الصيف من فصل الشتاء. و ذلك لان التفاعلات الكيميائية عادة تكون اسرع عند ارتفاع درجة الحرارة. يمكن أن نعرف قدرة البطارية بأنها قدرتها على نقل قيمة محددة من التيار في ظرف ساعة.

فمثلا لو أخذنا بطارية ذات قدرة 50 AHو ربطناها بجهاز يستهلك 50 Aمن التيار هذا يعني ان المدة اللازمة لافراغ البطارية من الطاقة هي ساعة واحدة. ماذا لو ربطنا نفس البطارية مع جهاز كهربائي يستهلك 25 .Aفي هذه الحالة الوقت اللازم لتفريغ البطارية هو : 50 / 25 = 2 ساعة. طبعا هي الطريقة غير دقيقة 100 % لان مدة افراغ البطارية مرتبطة بنوع البطارية و لان قيمة القدرة التي حددها المصنع للبطارية هي خاصة بظروف تجريبية معينة كالحرارة و تيار المستهلك. و **عادة هذه الحرارة التجريبية تكون قيمتها 25 درجة و مدة افراغ الشحن التجريبية تكون 20 ساعة.**

معدل التفريغ (DISCHARGE RATE) :

معدل التفريغ أو ما يسمى كذلك معدل سي (C Rate) للتفريغ يمثل الحد الأقصى للتيار الذي يمكن للبطارية أن تنقله. و ليتضح الحال فلنطبق ذلك على مثالنا السابق للبطارية ذات سعة التيار AH 50 و لنفرض أن معدل التفريغ لهذه البطارية هو **1C** في هذه الحالة التيار الاقصى الذي يمكن أن تنقله البطارية هو **50A** اي ان الجهاز المستقبل (المتصل مع البطارية) لا يستطيع أن يستهلك اكثر من A 50 اما إذا كان معدل التفريغ لهذه البطارية هو **2C** فإن اقصى تيار يمكن لهذه البطارية هو **100A** اي اننا نضرب سعة التيار في عدد معدل التفريغ . لكن طبعا اذا زاد استهلاك التيار نقصت مدة تفريغ البطارية كما راينا في الفقرة السابقة. ففي حالة استهلاك A 100 من نفس البطارية AH 50 ستكون مدة التفريغ 50 / 100 = نصف ساعة.

معدل الشحن (CHARGE RATE) :

معدل الشحن او معدل سي للشحن (max charge C Rate) يمثل الحد الأقصى للتيار الذي يمكن تشحن به البطارية. فمثلا لو كان معدل الشحن الأقصى لبطاريتنا ذات قدرة **50AH**هو **1C**اذن هذا يعني اننا لا نستطيع شحنها باكثر من **50A.**و في هذه الظروف ستكون مدة الشحن هي ساعة واحدة. يجب أن نعرف أن الشحن البطيء بتيار ذو قيمة منخفضة يساعد على الابقاء على عمر البطارية بالاضافة الى انه يحسن كفاءة الشحن. و إن معدل الشحن الجيد لاغلب البطاريات هو C/10 او C 0.1اي اصغر من قدرة البطارية بعشر مرات في مثالنا التيار الجيد للشحن هو A. 5لكن هذا المعدل وصل الى C/500 في بعض البطاريات الحديثة.

عمق تفريغ الشحن الاقصى (DOD) :

هناك بعض انواع البطاريات التي لا يمكنها إخراج كل الطاقة المخزونة بداخلها، مثل بطاريات lead-acid ومن هنا اتى تعريف عمق تفريغ الشحن (Depth Of Discharge) و هو يمثل النسبة المائوية من سعة او قدرة البطارية التي يمكن استعمالها بدون ضرر البطارية طبعا. فمثلا بطاريات Lead-Acid القديمة لا يمكنها تحمل تفريغ شحن كبير لذلك ظهر فرع جديد من هذه البطاريات يسمى ببطاريات تفريغ الشحن العميق Deep cycle battery وهذه البطاريات يتراوح عمق تفريغ شحنها بين % 45 الى 75% و ذلك حسب معطيات الصانع لذلك

عندما نحسب المدة اللازمة لتفريغ البطارية يجب ان نضرب النتيجة في 0.6 مثلا اذا كنا نستعمل بطارية Lead-Acid .

* ولهذا السبب لا يمكننا استعمال البطاريات العادية كبطاريات السيارة في نظام الطاقة الشمسية فهي غير مصممة لتحمل افراغ شحن عميق . و إن ركبناها في نظام الطاقة الشمسية فإنها لن تدوم كثيرا لان عدد دورات الحياة الاقصى (عدد مرات افراغ الشحن الاقصى قبل انتهاء عمر البطارية) قليل في حالة البطارية العادية.

و في الصور التالية لاحظ تغير عدد دورات الحياة مقارنة بنسبة افراغ الشحن DOD لانواع بطاريات مختلفة.

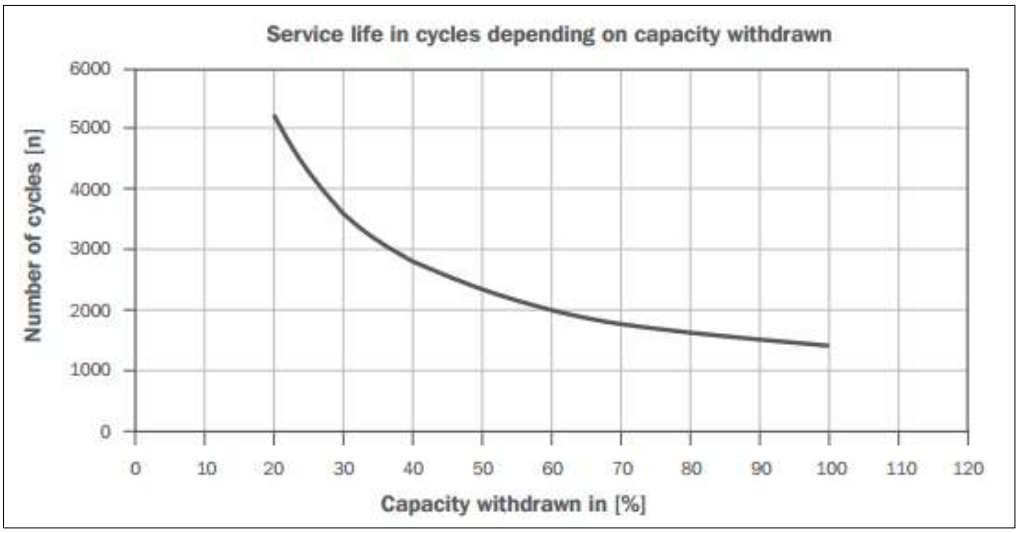
- هذا الجدول يبين الفرق الواضح في عدد دورات الحياة بين بطاريات Lead-acid العادية او تسمى ايضا بطاريات البداية (Starter battery) و بين بطاريات افراغ الشحن العميق Deep-cycle battery الشيء الثاني الذي يمكن ملاحظته من هذا الجدول هو نقصان عدد دورات الحياة مع زيادة نسبة تفريغ الشحن.

Depth of discharge	Starter battery	Deep-cycle battery
100%	12 – 15 cycles	150 – 200 cycles
50%	100 – 120 cycles	400 – 500 cycles
30%	130 – 150 cycles	1,000 and more

- هذا الجدول الثاني يبين تغير عدد دورات الحياة مقارنة بنسبة افراغ الشحن لدى بطاريات Ni-Mh و بطارياتLi-ion

Depth of discharge	Number of discharge cycles of Li-ion, NiMH
100% DoD	300 - 500
50% DoD	1,200 - 1,500
25% DoD	2,000 - 2,400
10% DoD	3,750 - 4,700

هذا المنحنى يبين تغير عدد دورات حياة احد البطاريات مع تغير نسبة افراغ الشحنDOD



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بعض انواع بطاريات الطاقة الشمسية، محاسنها و مساوئها

بطاريات الرصاص LEAD ACID المفتوحة FLA

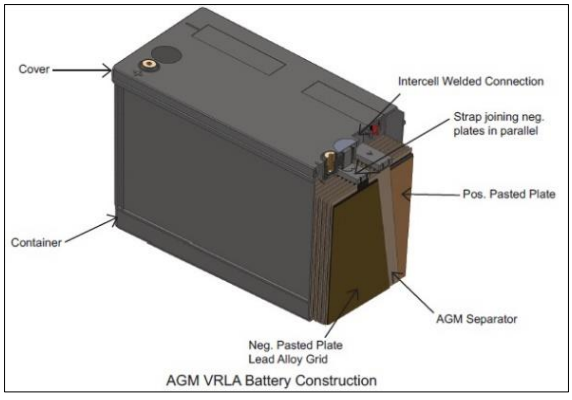
سميت بهذا الإسم لأن فيها سائل يجب تغييره كل فترة معينة (كبطاريات السيارة). و هذا النوع من البطاريات هو الأقدم و الأكثر استعمالا. وكما قلنا سابقا يجب التفريق بين بطاريات البداية او الانطلاق Starter battery و بطاريات افراغ الشحن العميق Deep-cycle battery المناسبة لنظام الطاقة الشمسية. تتراوح قدرة البطاريات المفتوحة الخاصة بالطاقة الشمسية بين 100 AH و 500 AH وعمرها قد يصل الى 10 سنوات.



بطاريات الرصاص العازلة للماء (المغلقة) VRLA

هذا النوع من بطاريات الطاقة الشمسية شبيه بالنوع الأول إلا أنه لا يستحق تغيير اي سائل اي انه لا توجد فيه صيانة. و ينقسم هذا النوع بحد ذاته الى ثلاثة انواع أخرى وهي : (Agm , Gel , Wet)





*ان المحاسن الرئيسية لبطاريات الرصاص بنوعيها هي كالآتي:

- طول عمرها المفترض
- نتيجة الجودة/السعر جيدة. اي السعر جيد مقارنة بالجودة.

- لا تستحق هذه البطاريات صيانة كبيرة او لا تستحقها اطلاقا مع البطاريات العازلة.
- بامكانها ان تشحن بتيار ضعيف
- يمكنها ان تقاوم درجات الحرارة الخارجية بشكل جيد.

ومع هذه الايجابيات لبطاريات الرصاص يجب اخذ هذه الاحتياطات اللازمة للمحافظة عليها:

- ❖ تجنب الشحن الزائد للبطاريات و تجنب تتجاوز نسبة تفريغ الشحن النسبة القصوى التي حددها الصانع. و هذا هو دور منظم الشحن كما ذكرنا في الدرس السابق من هذه الدورة.
- ❖ عند تخزين هذا النوع من البطاريات في حال عدم استخدامها يجب أن تكون مشحونة بالكامل. و ذلك عن طريق شحنها كل ثلاثة أو ستة اشهر و ذلك للحفاظ عليها من التلف.

بطاريات النيكل والكادميوم NI-CD و بطاريات النيكل و هيدريد المعادن NI-MH





هذان النوعان من بطاريات الطاقة الشمسية متشابهان و تتشاركان في بعض المحاسن و المساوئ .

* من محاسن هذه البطاريات المشتركة:

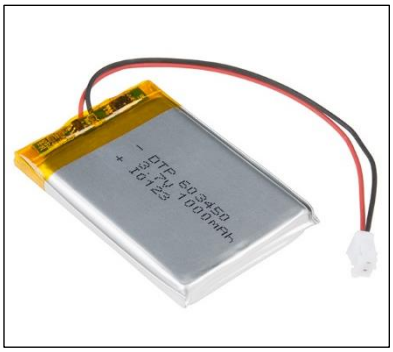
- توفرها بقدرات صغيرة و باشكال مختلفة. قدرتها تتراوح بين 30 mAh و 2000 mAh
- حجمها اصغر من حجم بطاريات الرصاص (مقارنة بقدرة موحدة).
- متوفرة بقيم مختلفة للجهد الكهربائي: 2.4 فولط، 3.6 فولط، 4.8 فولط، 12 فولط...
- تقاوم ارتفاع درجات الحرارة بكيفية جيدة جدا.

* لكن من مساوئ هذا النوع من بطاريات الطاقة الشمسية نذكر:

- ❖ لديها افراغ شحن تلقائي
- ❖ شحنها صعب في دراجات الحرارة تقل عن 0 C° .
- ❖ لديها خاصية تسمى بأثير الذاكرة .Memory effect و هذا يعني ان هذه البطاريات لو اعتادت على تفريغ شحنها الى نسبة 25% مثلا من جملة سعتها لمدة زمنية معينة ستظن ان سعتها الجملية هي 75% فقط اي اننا خسرنا 25% من سعة البطارية.

بطاريات الليثيوم LI-ION





تستعمل بطاريات الليثيوم اليوم في الكثير من الاجهزة المحمولة كالحواسيب المحمولة و ذلك بسبب صغر حجمها و خفة وزنها مقارنة بسعتها. و لذلك تستعمل في السيارات الكهربائية التي لا تحبث الوزن الثقيل. و من مميزات هذه البطارية كذلك أنها سريعة الشحن. لكن رغم ذلك فإن هذا النوع من البطاريات لا يعتبر متأقلما بدرجة كبيرة مع نظام الطاقة الشمسية، وذلك لأنها تستوجب طريقة شحن دقيقة جدا. أي أنها لا تستطيع التأقلم مع التيار المتغير بشدة الذي تولده الألواح الشمسية.

بالإضافة إلى ذلك فإن بطاريات الليثيوم معروفة بالأضرار التي تستببها في حالة تجاوزها للحد الأقصى لشحنها المسموح. و هذا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها أو انفجارها في بعض الأحيان. لهذا السبب فإن استعمال منظم شحن ذو جودة عالية مع بطاريات الليثيوم في نظام الطاقة الشمسية أمر لا غنى عنه. خاصة و أن الجهد المتأتي من الألواح عادة ما يتجاوز بكثير جهد شحن البطاريات.

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

طريقة اختيار بطاريات الطاقة الشمسية مقارنة بمميزاتها و ثمنها

قبل أن نبدأ الحديث عن طريقة اختيار البطاريات الحصرية أردت أن أعطي فكرة عن أسعار البطاريات:

بالنسبة لأسعار بطاريات الطاقة الشمسية فهي على عكس الألواح الشمسية مختلفة كثيرا. فأسعارها تختلف من بائع لآخر و من نوعية لنوعية أخرى و من حجم لحجم آخر. لكن بحسب البحث الذي قمت به فإن هذه الأسعار تتراوح بين 40 دولار و 250 دولار لل KWH الواحد في الأسواق الإلكترونية الصينية.

طريقة اختيار البطاريات:

من الصعب أن تجدوا هذه الطريقة السحرية و العجيبة في مكان آخر. لأنها ببساطة طريقة خاصة بمدونة العلوم سبيلنا تسمح لكم هذه الطريقة بعمل تقييم لاي بطارية بعملية حسابية بسيطة بدون أخذ نوعية البطارية بعين الإعتبار. هذا التقييم يأخذ بعين الاعتبار خمس معلومات عن البطارية : *ثمنها و كفائتها و قدرتها بال KWH و عدد دورات حياتها و نسبة تفريغ الشحن الخاص بها DOD*

قدرة البطارية بال KWH نحصل عليه عن طريق ضرب قدرتها (AH) في جهدها (V).

كفاءة البطارية تسمى أيضا كفاءة الجودة او كفاءة الشحن و التفريغ (Roundtip efficiency) وهو مصطلح يستعمل مع خزانات الطاقة. و تعتبر قيمة كفاءة البطاريات جيدة مقارنة بخزانات الطاقة الأخرى فهي تتراوح عادة بين 75% و 95 % .

* تقييم البطارية يكون عن طريق هذه العملية الحسابية البسيطة:

$$\text{التقييم} = \frac{\text{قدرة البطارية} * \text{عدد الدورات} * \boldsymbol{DOD} * \text{الكفاءة}}{\text{ثمن البطارية}}$$

فلنطبق هذه العملية على البطاريتين التاليتين:

بطارية 1 : كفاءة 92% ، DOD يساوي 50% ، عدد الدورات 2000 دورة ، قدرتها 7KWH ، ثمنها 3000$

بطارية 2 : كفاءة 80% ، DOD يساوي 50% ، عدد الدورات 3000 دورة ، قدرتها 8.2KWH ، ثمنها 3100$

تقييم البطارية 1 = (0.92 * 0.5 * 2000 * 7) \ 3000 = **2.14**

تقييم البطارية 2 =(0.8 * 0.5 * 3000 * 8.2) \ 3100 = **3.17**

اذن في هذه الحالة البطارية **رقم 2** هي الافضل من ناحية السعر و قدرتها الطاقية فقط.

حساب سعة بطاريات الطاقة الشمسية

حساب سعة بطاريات الطاقة الشمسية او قدرتها بال AH هو من اسهل حسابات نظام الطاقة الشمسية. فكل ما علينا فعله هو تطبيق العملية الحسابية التالية:

$$\text{قدرة البطاريات اللازمة} = \frac{\text{الطاقة المستهلكة} * \text{ايام العمل الذاتي}}{\text{كفاءة البطارية} * \textbf{DOD} * \text{جهد البطارية الاجمالي}}$$

- **الطاقة المستهلكة** هي الطاقة التي يستهلكها المنزل في اليوم الواحد. في مثالنا في درس الالواح الشمسية من هذه الدورة هذه الطاقة مساوية ل 8000 WH في اليوم.
- **أيام العمل الذاتي** عدد الايام التي نريد ضمان وجود الطاقة فيها حتى في حالة عدم وجود شمس. أي عدد الأيام التي بإمكان البطاريات ان تزود فيها المنزل بالطاقة بمفردها.

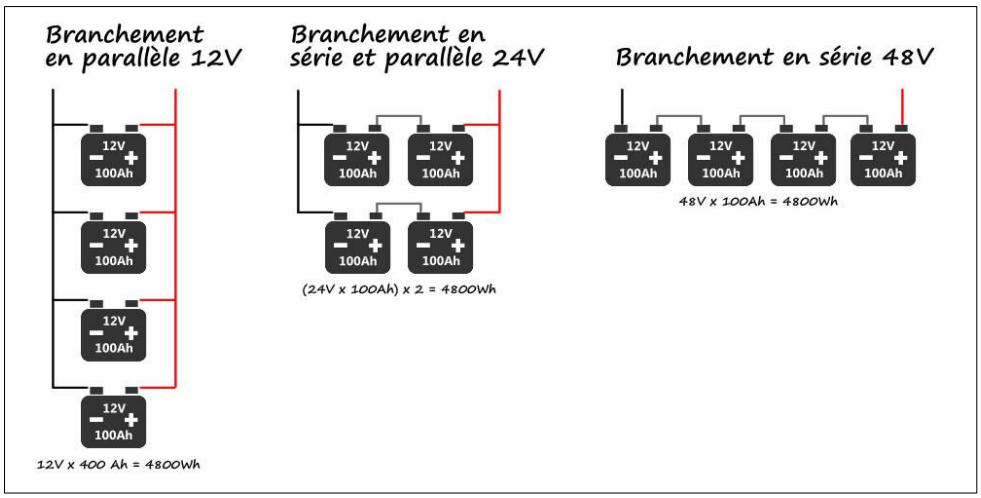
* لنواصل حساب مثالنا السابق و لنفرض أننا نريد أن نكون بطارية بجهد 24 فولط و نريد ثلاثة أيام من العمل الذاتي. و لنفرض أن كفاءة البطارية التي سنركبها هي 92 بالمائة و أن عمق إفراغ الشحن DOD فيها هو70% إذن قدرة البطارية ستكون كالآتي:

$$\text{قدرة البطارية} = \frac{3 * 8000}{0.92 * 0.7 * 24}$$

ان اختيار جهد البطارية الاجمالي مرتبط بمنظم الشحن كما رأينا في الدرس السابق و مرتبط كذلك بالجهد الداخل الذي يتحمله الانفرتر كما سنرى في الدرس القادم إن شاء الله. لكن هذا الجهد عادة ما يكون 12 ، 24 ، 48 او 60 فولط.و كلما زادت الطاقة المستهلكة من المستحسن ان نزيد الفولتية حتى ننقص من قوة التيار و لا يصبح كبيرا جدا. فكما راينا في درس منظم الشحن فقد وصل التيار الى 75 امبير. و ذلك رغم أننا فرضنا ان جهد البطاريات 24 فولط، فماذا لو كانت 12 فولط فقط.

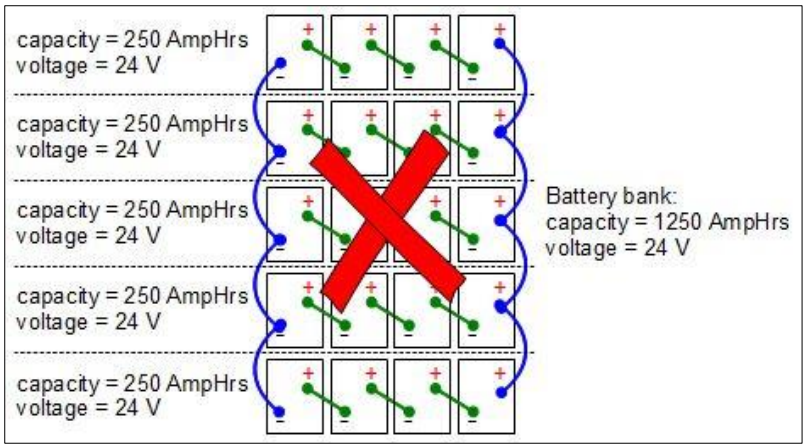
توصيل بطاريات الطاقة الشمسية بالتوالي (سلسلة) أم بالتوازي

إن تركيب البطاريات شبيه تماما بتركيب الألواح الشمسية كما سبق و ذكرنا. فإن أردنا أن نزيد من الجهد نقوم بتوصيل البطاريات بالتوالي و إن أردنا أن نزيد من التيار أو القدرة نزيد عدد البطاريات المركبة بالتوازي.
و إن أردنا زيادتهما معا نقوم بالتوصيل المزدوج (بالتوالي و التوازي معا). أي أننا نتحكم بالجهد و القدرة كما نشاء. لاحظ في الصورة التالية تغير الجهد (V)الو القدرة (AH) مع نوع من أنواع توصيل البطاريات.



في هذه الصورة لدينا أربع بطاريات ذات جهد 12 فولط و قدرة 100 . AH في أقصى يمين الصورة قمنا بتوصيل البطاريات بالتوالي و هذا ما أدى إلى زيادة الجهد و المحافظة على قيمة القدرة. فصارت قيمة الجهد 4*12 = 48 فولط. و في أقصى يسار الصورة قمنا بتوصيل بطاريات الطاقة الشمسية بالتوازي. فحافظنا بالتالي على الجهد 12 و فولط و زدنا في قيمة القدرة: 100 * 4 = 400 .Ah و في المثال المتبقي قمنا بتوصيل البطاريات بطريقة مزدوجة. اي اننا قمنا بعمل سلسلتين كل واحدة منهما متكونة من بطاريتين، و هذا ما زاد الفولتية إلى 24 فولط. ثم قمنا بعد ذلك بربط السلسلتين بالتوازي و هذا ما ادى زيادة القدرة فصارت 200.AH

- ملاحظة: يمكننا نظريا أن نقوم بتوصيل البطاريات كما نشاء. لكن تطبيقيا يجب أن نحاول أن لا نقوم بتوصيل أكثر من سلستين من البطاريات بالتوازي لأن هذا يؤدي الى استعمال غير متساو للبطاريات.حيث أن البطاريات التي في الوسط ستسعمل أقل من البطاريات التي في الاطراف. وهذا يسبب تفاوت في أعمار البطاريات. أما في السلسلتين يمكننا أن نختار العدد الذي نريده من البطاريات المتسلسلة.



وهذا مثال في الصورة التالية لتوصيل غير منصوح به للبطاريات. توصيل خمسة سلاسل من البطاريات بالتوازي.

الدرس الخامس

* في هذا الدرس سنتعرف على :

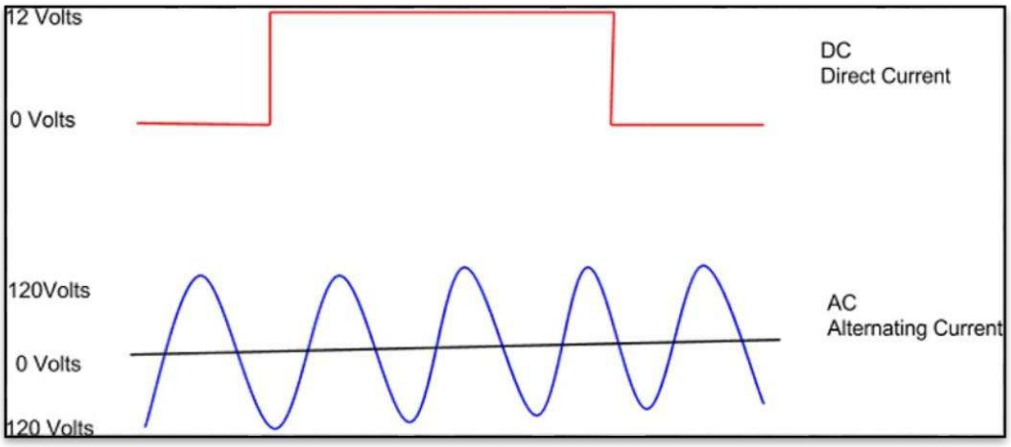
- ما هو انفرتر (العاكس) الطاقة الشمسية و ما الفرق بينه و بين الانفرتر الشاحن و الانفرتر الهجين ؟
- الانفرتر ام الميكروانفرتر MICROINVERTER ؟
- مميزات الانفرتر و كيف نختار الانفرتر المناسب
- تطبيق عملي لاختيار انفرتر الطاقة الشمسية
- توصيل الانفرتر و الميكروانفرتر

ما هو انفرتر(العاكس) الطاقة الشمسية و ما الفرق بينه و بين الانفرتر الشاحن و الانفرتر الهجين ؟



انفرتر الطاقة الشمسية

انفرتر الطاقة الشمسية أو محول الطاقة كما يسميه البعض هو العنصر المسؤول عن تحويل الكهرباء من كهرباء مستمر DC إلى تيار متردد AC . وهو عنصر ضروري في كل انواع الانظمة الشمسية للمنازل لأن اغلب الأجهزة المنزلية تعمل بالتيار المتردد. و التيار الذي تنتجه الالواح الشمسية هو تيار مستمر. لمن لا يعرف الفرق بين الكهرباء المستمر DC و المتردد AC شاهد المنحنين التالين لتعرف الفرق بينهما



الانفرتر الشاحن INVERTER/CHARGER

كما يبين اسمه فإن للانفرتر الشاحن وظيفتان رئيسيان:

- الوظيفة الاولى تحدثنا عنها في الفقرة الأولى مع انفرتر الطاقة الشمسية و هي تحويل التيار المستمر إلى تيار متردد.

- الوظيفة الثانية هي شحن بطاريات الطاقة الشمسية باستعمال مولد للكهرباء المتردد .ففي بعض الحالات في الشتاء مثلا قد لا تكفي الطاقة الشمسية لشحن البطاريات الموصولة في نظام الطاقة الشمسية. لذلك نلجأ الى استعمال مولد الخارجي للكهرباء المتردد للمساعدة في شحن البطاريات عن طريق الانفرتر الشاحن.

هناك من يعتقد أن استعمال الانفرتر الشاحن يؤدي إلى ضرورة الاستغناء عن منظم الشحن. لكن هذا الامر ليس بالضرورة. فالانفرتر الشاحن يستعمل الكهرباء المتردد لشحن البطاريات أما منظم الشحن فيستعمل الكهرباء المستمر المتأتي من الألواح الشمسية لشحنها. فكل شاحن مستقل عن الآخر. بالاضافة الى اننا سنخسر العديد من مميزات منظم الشحن في تحسين كفاءة النظام ان استغنينا عنه.لكن يجب التثبت من نوعية الدخل الخاص بشحن البطاريات للانفرتر الشاحن(حسب تعريف الصانع). وهو عادة كما قلنا دخل متردد. لكن هذا لا يمنع وجود بعض الانفرترات الشاحنة التي تدمج داخلها منظم شحن شمسي مثل(STUDER COMPACT XPC 2200) و في هذه الحالة لا ضرورة لاستعمال منظم شحن.

اذن باختصار الانفرتر الشاحن هو محول ذو اتجاهين. يقوم بتحويل التيار المتأتي من الالواح الشمسية او من البطاريات من تيار مستمر الى متردد. و في الآن ذاته يقوم بتحويل التيار المتأتي من مولد الكهرباء الخارجي من تيار متررد الى مستمر لشحن البطاريات.

الانفرتر الشاحن الهجين

الانفرتر الشاحن الهجين يعمل بنفس مبدأ الانفرتر الشاحن العادي، إلا أنه لا يعتمل على مولد الكهرباء بمفرده كمدخل للكهرباء المتردد بل يستعمل كذلك كهرباء التيار العمومي لشحن البطاريات. لكن استعماله مرتبط بقوانين كل بلد. فعلى حد علمي عادة لايسمح بتركيب البطاريات في نظام متصل بالكهرباء العمومي و الله أعلم.

الانفرتر ام الميكروانفرتر MICROINVERTER ؟

في أنظمة الطاقة الشمسية التقليدية نجد انفرتر واحد كبير في كل النظام.لكن مع الوقت ظهر تصميم جديد يسمى تصميم ميكروانفرتر. و هو ببساطة تغيير الانفرتر الوحيد ذو القدرة الكبيرة بعدة انفرترات او ميكروانفرترات ذو قدرة اصغر و تكون مركبة بالتوازي. وفي هذا التصميم الجديد عادة ما يكون كل لوح شمسي متصلا بميكروانفرتر خاص به. سنرى كيفية توصيل كل تصميم في فقرة قادمة.

اذن السؤال الذي يطرح نفسه الآن ايهما أفضل تصميم الانفرتر الواحد ام الميكرو انفرترات. لنجيب على هذا السؤال سنذكر محاسن و عيوب الميكرو انفرتر و لكم حرية الاختيار.

محاسن الميكرو انفرتر:

- يستعمل تقنية (MPPT) لاستغلال الطاقة القصوى للالواح(Maximum Power Point Tracking)
- زيادة إتاحية النظام. أي أن عدم عمل لوح واحد بشكل جيد لن يؤثر على كامل النظام، لان كل لوح له انفرتر خاص به.
- التيار المستمر المستعمل منخفض لاننا لن نضطر لجمع تيار كل الالواح في نقطة واحدة. و هذا يوفر أكثر أمانا للانسان.
- يزيد مرونة اختيار اتجاه الالواح.
- امكانية استعمال الواح شمسية مختلفة في نظام واحد.

- مرونة في امكانية زيادة ألواح شمسية عند الحاجة لاننا لا نحتاج لعمل حسابات للانفرتر كما في حال الانفرتر الواحد.

مساوئ الميكرو انفرتر:

- تكلفة الميكرو انفرترات تكون أكثر من الانفرتر الواحد عادة.
- كثرة خيوط التوصيل و تعقيدها بسبب كثرة الميكرو انفرترات.
- زيادة تكلفة الصيانة نظرا لزيادة عدد الانفرترات.
- نظرا لمكان تواجدها في نظام الطاقة الشمسية (محاذيا للالواح الشمسية) قد تتسبب الحرارة الشديدة مشاكل لبعض انواع الميكرو انفرتر.

مميزات الانفرتر و كيف نختار الانفرتر المناسب

قمة القدرة الكهربائية PEACK POWER

قمة القدرة الكهربائية أو اندفاع التيار (Surge) هو من أهم مميزات الانفرتر التي نستعملها لاختياره عند إرادة اقتناء واحد. و هذه الميزة تعبر عن القدرة القصوى التي يمكن للانفرتر تحملها في وقت محدد يتراوح عادة بين بضع ثوان و يصل الى 15 دقيقة. فلنطبق ذلك على مثال لنفهم اكثر هذه الميزة.

فلنفرض مثلا انك تستعمل محركا في منزلك لضخ الماء. المعروف عن المحركات أنها تستعمل قدرة كهربائية كبيرة عند انطلاقها. لذلك ان كنت ستقوم بتوصيل انفرتر لتشغيل هذا المحرك فيجب أن يتمتع هذا الانفرتر بقمة قدرة Surge مساوية او اكبر من القدرة التي يستحقها المحرك عند انطلاقه. وكذلك يجب ان تكون مدة قمة القدرة عند الانفرتر أطول من مدة القدرة القصوى للمحرك عند الانطلاقة. ثم بعد الانطلاقة اي وقت الاستعمال العادي للمحرك سنستعمل خاصية أخرى للانفرتر سنراها في الفقرة التالية.

القدرة الكهربائية النموذجية TYPICAL POWER

الميزة التالية من مميزات الانفرتر هي القدرة الكهربائية النموذجية. و هذه الميزة مهمة كذلك من اجل اختيار الانفرتر. وهي تمثل متوسط القدرة الكهربائية اثناء الاستعمال العادي و المتواصل للاجهزة المستهلكة للكهرباء المتردد. و إذا طبقنا ذلك على مثال مضخة الماء. فإن قيمة القدرة النموذجية للانفرتر يجب أن تكون مساوية أو أكبر مع قدة محرك المضخة أثناء الاستعمال المتواصل. (و ليس اثناء الإنطلاقة).

القدرة الكهربائية المتوسطة AVERAGE POWER

متوسط القدرة الكهربائية للانفرتر هي متوسط قدرته مقارنة بالوقت الذي يستعمل فيه. اي أن هذه القيمة لها علاقة بالوقت الذي تعمل فيه الأجهزة المستهلكة.كلما زادت مدة الاستعمل زادت القدرة الكهربائية المتوسطة اللازمة.إلا أن هذه الميزة لا تستعمل من أجل اختيار الانفرتر المناسب. لكن تستعمل الخاصيتين السابقتين فقط من أجل الإختيار.

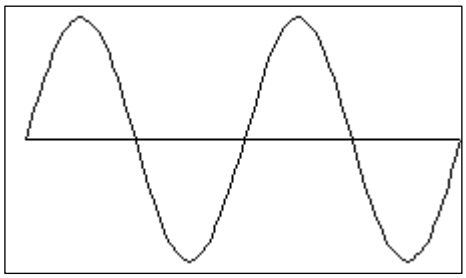
الجهد المستمر الأقصى

وهو يمثل الجهد الداخل المستمر الأقصى الذي يمكن للانفرتر تحمله. ففي حالة نظام الطاقة الشمسية المتصل بالكهرباء العمومي لا يجب أن يتجاوز جهد الدائرة المفتوحة الإجمالي قيمة الجهد المستمر الأقصى للانفرتر.أما في حالة النظام المستقل فلا يجب أن يتجاوز جهد البطاريات الإجمالي هذه القيمة. في صورة التالية بعض مميزات 3 انفرترات لنظام متصل بشبكة الكهرباء مأخوذة من موقع بيع صيني.

Rated Power	1000W (1200W Max DC Input Power)		
Recommended Solar Panel	18V/36cells Vmp: 18-21V Voc:20-24V	24V/48cells or 30V/60cells Vmp: 26-30V, Voc:34-38V	36V 72cells Vmp: 35-39 Voc:42-46V
DC Input Voltage Range	10.5-28V	20-40V	24-48V
MPPT Voltage	15-23VDC	24-34VDC	26-36VDC
Max DC Input Current	80A	60A	50A
AC Output Voltage Range	120VAC(90-140VAC) or 230VAC(190-260VAC)		
Frequency Range	50Hz /60Hz(Auto-control)		
Power Factor	>97.5%		
Total Harmonic Distortion	<5%		
Phase Shift	<2%		
	120VAC (90-140VAC)		
Peak Efficiency	87%	92%	92%
Stable Efficiency	85%	89%	90%
	230VAC (190-260VAC)		
Peak Efficiency	>87%	>92%	>94%
Stable Efficiency	>86%	>90%	>90%
Protection	Islanding Protecton; Short-Circuit Protection; Reverse Protection; Low-voltage Protection; High-voltage Protection; High-temperature Protection, etc;		

نوعية التيار المتردد الخارج من الانفرتر

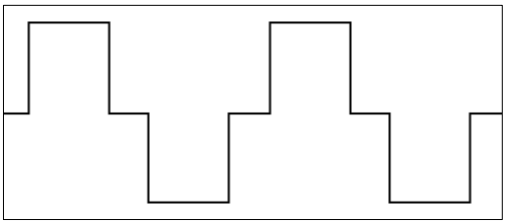
هناك العديد من أنواع التيار المترددة كما توضح الصور التالية. و من أبرز أنواع التيارات المترددة نذكر موجة ساين النقية Pure sine wave و موجة ساين معدلة Modified sine wave و الموجة المربعة Square wave.لذلك عند اقتناء انفرتر للطاقة الشمسية يجب التثبت من نوع الكهرباء المتردد الخارج. و الكهرباء المستعمل في المنازل هو من نوع موجة ساين النقية.



الصورة الاولى تمثل منحنى تيار موجة ساين النقية Pure sine wave و هو نوع الكهرباء الذي يستعمل في المنازل و نفس التيار المتأتي من الكهرباء العمومي.و قيمة تردده عادة بين 50 و 60 هرتز. أي من المفترض أن كل الأجهزة المنزلية تعمل عليه بدون مشاكل.

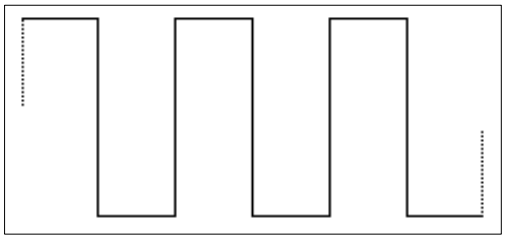
هذه الصورة الثانية هي عبارة عن منحنى للتيار

من نوع موجة ساين المعدلةModified sine wave



الصورة الثالثة و الأخيرة هي لمنحنى

التيار المتردد المربع Square wave



تطبيق عملي لاختيار انفرتر الطاقة الشمسية

حسنا ماذا لو طبقنا كيفية اختيار الانفرتر على مثال المنزل الذي بدأناه في الدروس السابقة. وقد قلنا في درس حساب الالواح الشمسية أن المنزل يستعمل 5فوانيس ذات قدرة 60واط و غسالة بقدرة 2000واط و ثلاجة بقدرة 200واط.

1- في حالة استعمال نظام طاقة شمسية منفصل عن الكهرباء العمومي:

إذا فرضنا أن جميع هذه الأجهزة ذات قدرة متواصلة غير متغيرة ابتداءا من انطلاقها الى إطفائها. (و هذا حال أغلب الأجهزة المنزلية العادية كالفوانيس و الحواسيب). في هذه الحالة فإن ميزة متوسط القدرة الكهربائية (القدرة الكهربائية النموذجية) تكفي لاختيار انفرتر مناسب. لنفرض أن جميع اجهزة هذا المنزل تعمل مع بعضها في وقت واحد. هذا يعني أن متوسط القدرة المستهلكة يساوي (60*5 +2000+ 200 = 2500W) اي أن متوسط القدرة الكهربائية للانفرتر المناسب للمنزل يجب أن تكون أكبر من 2500 W .

*ملاحظة :

من أجل القيام بحسابات اكثر دقة و أكثر أمانا يجب معرفة قمة القدرة Surge لجميع الاجهزة و جمعها مع بعضها هي الأخرى لمعرفة قيمة القدرة المناسبة للانفرتر.

2- في حالة استعمال النظام المتصل بخط الكهرباء العمومي:

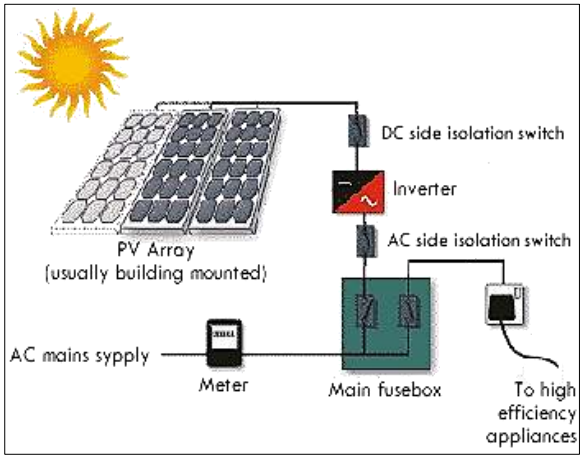
في حالة تركيب نظام الطاقة الشمسية المتصل بالكهرباء العمومي يكفي أن نعرف بأن متوسط القدرة الكهربائية للانفرتر يجب أن تكون مساوي أو أقل قليلا لقدرة اللوحات الشمسية. و هذه القيمة كما حسبناها في الدرس الثاني مساوي ل 1800واط .حيث استعملنا 12 لوح ذو قدرة 150 واط. و ينصح كثير من صانعي الانفرتر بأن لا تتجاوز قدرة الالواح الشمسة 125% من متوسط قدرة الانفرتر. اي لا ينصح أن تتجاوز قدرة الالواح (1.25 * متوسط قدرة الانفرتر).

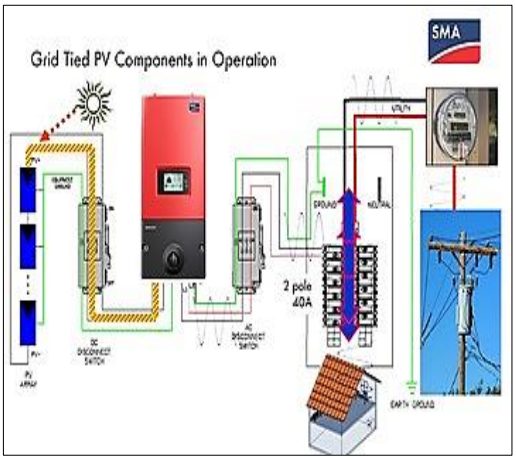
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

توصيل الانفرتر و الميكروانفرتر

توصيل الانفرتر الوحيد في النظام المتصل بالكهرباء العمومي

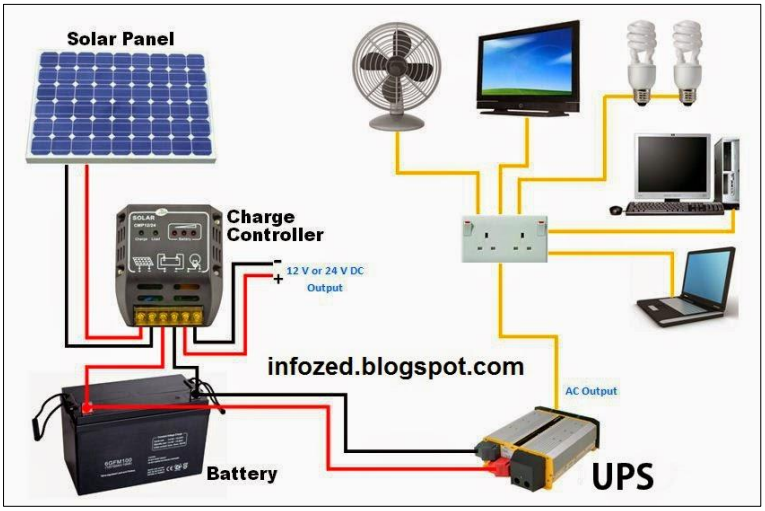
في هذه الحالة الانفرتر لديه مدخل تيار مستمر واحد وهو الألواح الشمسية. و لديه مخرج تيار متردد واحد يتجه إلى علبة قاطع الدائرة Disjoncteur و تقوم علبة قاطع الدائرة أو علبة الحماية بدورها بتوصيل المنزل و الكهرباء العمومي بالتيار المتردد. سنرى في الدرس القادم إن شاء الله كيفية عمل حسابات مكونات الحماية في أنظمة الطاقة الشمسية.

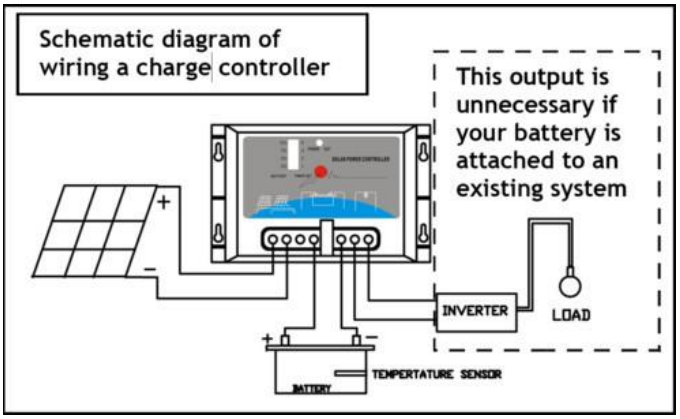




توصيل الانفرتر الوحيد في النظام المستقل

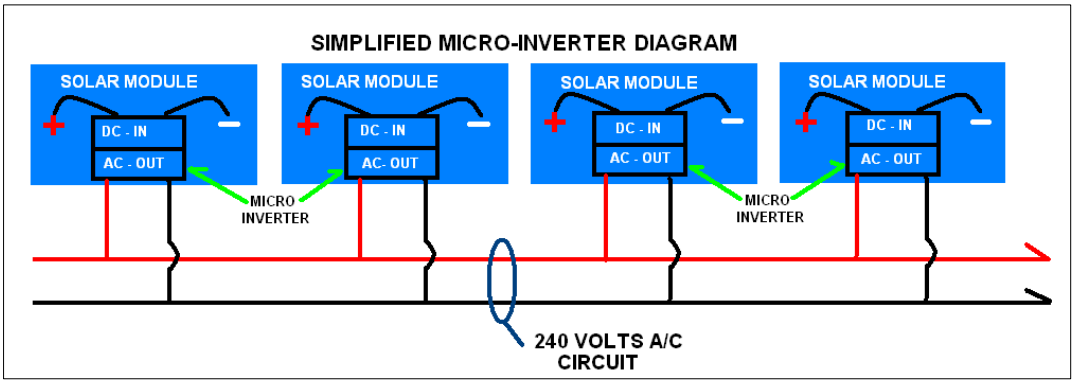
في النظام المستقل يكون التيار المستمر DC الداخل الى الانفرتر إما متأتيا من البطاريات و هي الحالة الأكثر شيوعا. و إما يكون التيار المستمر متأتيا من مخرج التيار المستمر لمنظم الشحن كما في الصورة الثانية من هذه الفقرة. طريقة التوصيل الأولى هي الأكثر استعمالا لأن مخرج DC في منظم الشحن مخصص عادة للأجهزة التي تعمل بالتيار المستمر.





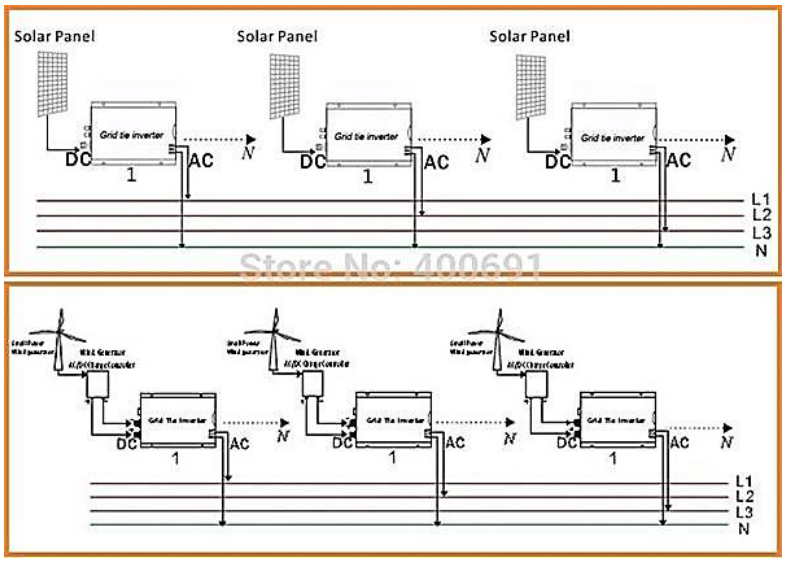
توصيل الميكروانفرتر في النظام أحادي الطور (1 فاز)

لكل ميكروانفتر مدخل تيار مستمر يأتي يتصل بلوح شمسي أو مجموعة من الالواح الشمسية. و له مخرج تيار متردد يقع أيصاله بالتوازي مع بقية مخارج المييكروانفرترات الأخرى كما توضح الصورة التالية.



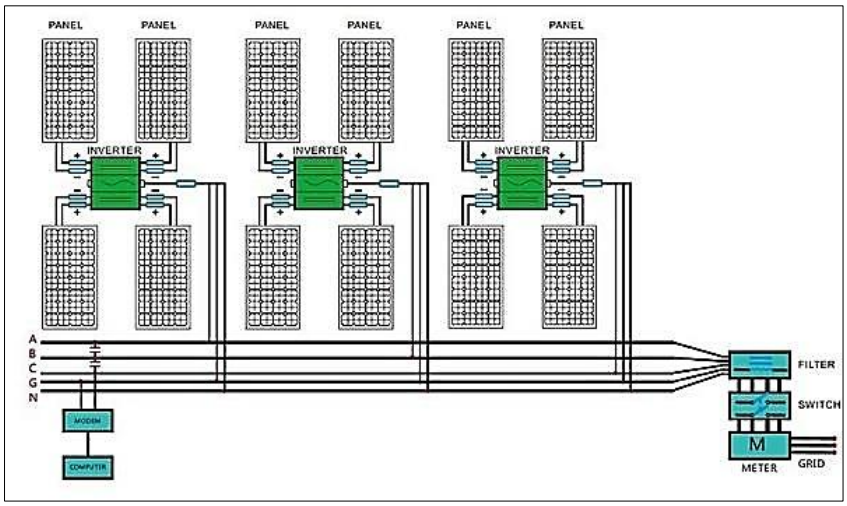
توصيل الميكروانفرتر في النظام ثلاثي الاطوار (3 فاز)

من اجل استعمال الميكروانفرتر في توليد كهرباء ثلاثي الأطوار يكفي ربط النيوترالات الخارجة من الميكروانفرترات ببعضها. و استعمال ثلاث فازات المتبقية لتكوين نظلم ثلاثي الأطوار كما في الصور التالية.



Store No: 400691

في المثال التالي كل ميكروانفرتر متصل باربع ألواح شمسية و ليس بلوح واحد.



فيديو تركيب انفرتر الطاقة الشمسية في النظام المتصل بالكهرباء العمومي

ليكون هذا الدرس تطبيقيا أكثر إخترت لكم هذا الفيديو من يوتيوب.

الفيديو لشخص يقوم بتركيب انفرتر الطاقة الشمسية لنظام متصل بالكهرباء العمومي. فرجة ممتعة.

- https://www.youtube.com/watch?v=gFbuX_bXGZU

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

الدرس السادس

حماية نظام الطاقة الشمسية من التيار القوي و حساب حجم الاسلاك اللازم

* في هذا الدرس سنتعرف على :

- حماية الألواح الشمسية
- حماية الربط بين منظم الشحن و البطاريات
- حماية الربط بين البطاريات و الانفرتر
- معادلة حساب مساحة مقطع الأسلاك الكهربائية
- تمرين تطبيقي

حماية نظام الطاقة الشمسية من التيار القوي و حساب حجم الاسلاك اللازم

في هذا الدرس من دورة الطاقة الشمسية سنتعرف على كيفية حماية نظام الطاقة الشمسية بالفيوز أو بالقواطع الكهربائية و ذلك خطوة بخطوة و مرحلة بمرحلة.

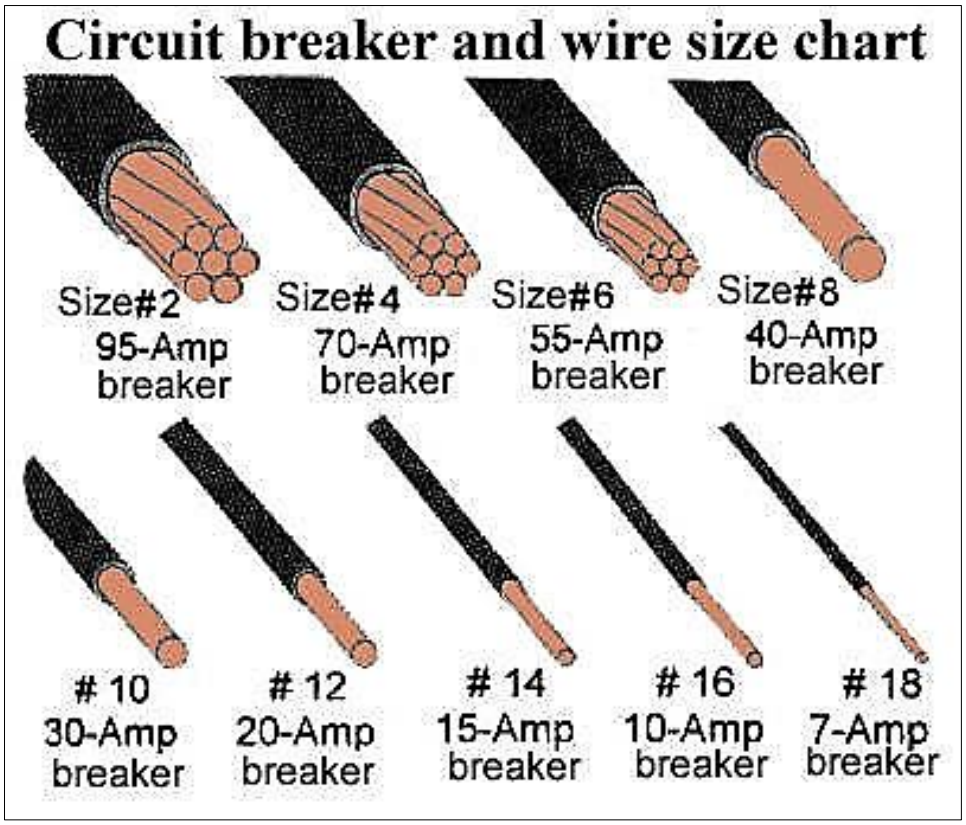
حماية الألواح الشمسية

من أجل حماية نظام الطاقة الشمسية نبدأ أولا بحساب حماية الألواح الشمسية.

تجاريا نجد الألواح الشمسية ذات قدرة أكبر من 50 واط مصحوبة بأسلاك كهربائية ذات حجم AWG 10 و هذا النوع من الأسلاك قادر على تحمل تيار كهربائي قدره 30 امبير

شاهد الصورة و الجدول التالي لمعرفة التيار الملائم لكل حجم من أحجام الأسلاك.

* ملاحظة / كلما قل مقياس السلك (Wire Size) تزداد قدرة تحمل السلك و بالتالي يزداد سمكه و تزداد عدد الضفيرة الواحدة



* هذا الجدول بمقاسات الـ(AWG) أختصار لـ(American Wire Gauge) وهو النظام المعمول به في قياس الاسلاك في العالم

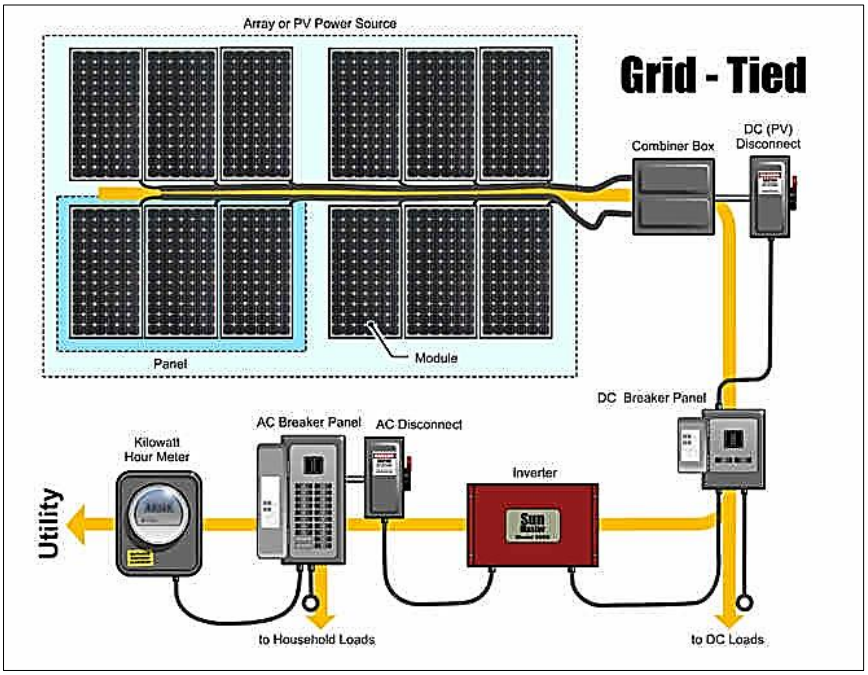
Wire and Cable Gauge	Amps	Max Wattage Load	Uses
14 gauge	15 amp	1440 watts (120V)	Common residential wiring: Light fixtures, receptacles
12 gauge	20 amp	1920 watts (120V) 3840 watts (240)	Common residential wiring: Light fixtures, receptacles, small appliances like a microwave
10 gauge	30 amp	2880 watts (120V) 5760 watts (240)	Large appliances: Window a/c unit, clothes dryer
8 gauge	40 amp	7680 watts (240V)	Large appliances: Electric range, central a/c
6 gauge	50 amp	9600 watts (240V)	Large appliances: Central a/c, electric furnace
4 gauge	70 amp	13440 watts (240V)	
3 gauge	85 amp	163420 watts (240V)	
2 gauge	95 amp	18240 watts (240V)	
1	130 amp		
1/0	130 amp		
2/0	150 amp		
3/0	200 amp		
4/0	230 amp		
250	255 amp		
300	285 amp		
350	310 amp		
500	380 amp		
600	420 amp		

إذا **قمنا بتوصيل الألواح بالتوالي (بالتسلسل) فإن التيار الكهربائي لن يزيد** كما سبق و ذكرنا في درس تركيب الألواح الشمسية .لذلك في هذه الحالة فإن تركيب الفيوز غير ضروري لأن الاسلاك المركبة عادة ما تتحمل تيار اكبر بكثير من تيار دارة القصر Isc للوح الشمسي. لكننا نستطيع أن نقوم بتوصيل قاطعة للتيار المستمر (Dc disconnet switche)

أما **في الحالة التي نقوم فيها بتركيب عدد معين من الألواح بالتوازي فإن التيار سيزيد**. لذلك يجب إضافة فيوزات (Fuses) او (circuit breakers) إلى علبة توصيل أسلاك الألواح الشمسية (combiner box) في الصورة التالية مثال لعلبة توصيل بها فيوزان.

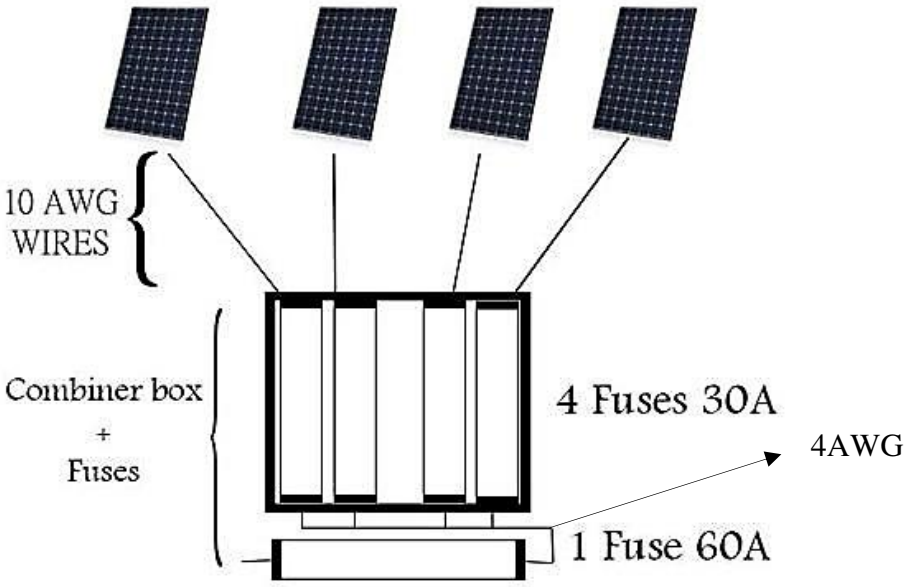


لاحظوا مكان توصيل علبة وصل الاسلاك (combiner box) في النظام المتصل بشبكة الكهرباء العمومي.



لحماية الألواح المركبة بشكل متوازي يجب إضافة فيوز لكل سلسلة من الالواح الشمسية و تركيب فيوز آخر لنقطة تجمع الالواح المتوازية. فلتاخذ مثال لأربع من الالواح الشمسية المركبة بالتوازي. فلنفرض أن تيار دارة القصر لهذه الألواح هو 8.5 أمبير. وتطبيقا للقواعد الصناعية يجب اضافة نسبة 25 % لقيمة تيار القصر كحماية فتصبح 10.6 أمبير تقريبا. ثم إضافة 25 اذا كان الحمل متواصلا فتصبح قيمة التيار 13.3 تقريبا في اللوح الواحد. و بالتالي فإن قيمة التيار الخارجة من أربع الواح متوازية قد تصل إلى 53.2 امبير تقريبا. اذا اخترنا سلكا من النوع الموجود في الجدول أعلاه فإن الحجم 4 سيكون مناسبا لتحمل 53 امبير. لكن لو اخترنا سلكا من نوع USE-2 مثلا فحجم 8 من هذا النوع يكفي لتحمل 55 اومبير وهو مناسب جدا لحالتنا. و من أجل أن نحمي هذا السلك يمكن أن نركب فيوز 60 امبير. في الصورة التالية تلخيص لما ذكرناه حول حماية الألواح الشمسية المركبة بالتوازي.

وكما تلاحظون فعلى عكس الألواح المركبة بالتسلسل فإن إضافة فيوز 30 امبير لكل لوح لحماية أسلاك حجم 10 أمر ضروري.



Fusing 4 panels in parallel

3ooloom.com

حماية الربط بين منظم الشحن و البطاريات

بالنسبة لمنظم الشحن من نوع PWM أي (Pulse Width Modulated) فإن أقصى قيمة للتيار الداخل إلى المنظم تكون متساوية مع أقصى قيمة خارجة منه. لذلك فإن اختيار الفيوز أو المنصهر يكون عادة مطابقا لاختيار الأسلاك و الفيوز التي بين الألواح الشمسية و المنظم. أما بالنسبة لمنظم الشحن نوع MPPT فإن هذا الأخير قادر في الآن ذاته على تخفيض الجهد الكربائي و رفع التيار الكهربائي الداخلان إليه. لذلك فإن اختيار الفيوز المناسب لمنظم MPPT يكون بالرجوع إلى كتيب الخاص بمنظم الشحن. فمثلا هناك منظم شحن 50 امبير يقترح فيوز 60 امبير للحماية.

حماية الربط بين البطاريات و الانفرتر

لحساب تيار الفيوز المكلف بحماية الربط بين البطاريات و الأنفرتر يجب أن نقوم بقسمة قدرة الانفرتر على قيمة الجهد الداخلة إليه. مثلا لو كانت قدرة الانفرتر 3000 W و جهد البطاريات 48 فولط فإن معدل التيار ستكون قيمته 62 امبير تقريبا. يجب أن تكون قيمة تيار فيوز الحماية أكبر من هذه القيمة 62 A وفي نفس الوقت أصغر من قيمة التيار الذي تتحمله الاسلاك مضروبا في 0.90. اي : $\mathbf{62\ A \leq I_N \leq 0{,}90 \times I_Z}$

حيث $\mathbf{I_Z}$ تمثل التيار الذي يتحمله السلك.

* لكن من الأحسن دائما الرجوع إلى كتيب الصانع للانفرتر لمعرفة قيمة تيار الفيوز المناسب للحماية. بل قد تجد أن الانفرتر بحد ذاته يحتوي على فيوزات حماية.

معادلة حساب مساحة مقطع الأسلاك الكهربائية

إلى حد الآن لم نأخذ بعيم الإعتبار إلا تأثير التيار الكربائي على الأسلاك الكهربائية. و هذا مهم جدا لأن التيار هو المسبب الأساسي في ارتفاع حرارة الأسلاك او اشتعالها إذا تجاوزت هذه الحرارة القيمة القصوى التي يمكن للسلك تحملها.

لكن هناك طريقة أخرى أكثر دقة من أجل اختيار حجم الأسلاك الملائم. لأن هذه الطريقة تأخذ بعين الإعتبار طول السلك و الجهد و التيار سقوط الجهد الخاص بالسلك. و هذه الطريقة ببساطة هي استعمال لمعادلة حساب مساحة مقطع السلك التالية:

$$S = \frac{\rho_1 * L * I}{\varepsilon * V_a}$$

S : مساحة مقطع السلك بالملم متر المربع (mm^2)

L : طول السلك بالمتر (m)

I : التيار الكهربائي المار في السلك بالامبير (باستعمال تيار القدرة القصوى (Imp) للوح الشمسي)

V_a : الجهد الكهربائي بالفولط (باستعمال جهد القدرة القصوى (Ump) الخاص باللوح الشمسي)

ρ_1 : المقاومية الخاصة بالمادة المصنوع منها السلك بالـ($O.mm^2/m$)

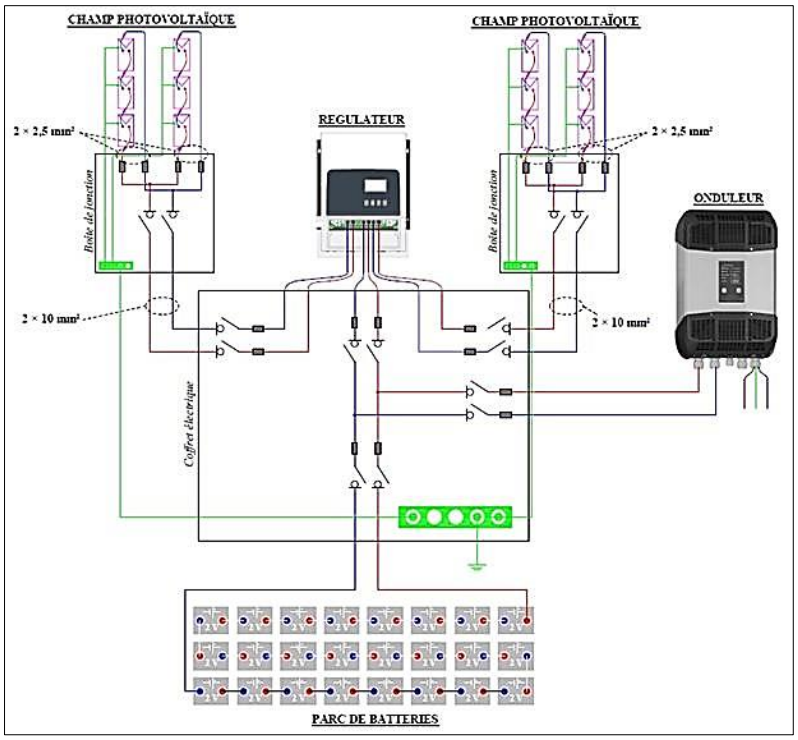
ε : نسبة سقوط الجهد

في أنظمة الطاقة الشمسية العادية عادة ما تتراوح قيمة سقوط الجهد ε بين 0.001 و 0.006. و لتقريب قيمة **ε** يمكن الإستعانة بكتيب السلك الذي سنستعمله أو استعمال أحد الأدوات اون لاين التي تقوم بحساب هذه القيمة للاسلاك.

لكن الطريقة التي سنستعملها اليوم من أجل حساب قيمة سقوط الجهد هي أننا نفترض في البداية أن هذه القيمة تساوي 0.001 . ثم نقوم بحساب مساحة مقطع السلك المناسبة لهذه القيمة مطبقين المعادلة أعلاه. و بعد ذلك نقوم بأيجاد مساحة اكبر من المساحة التي حسبناها و تكون متوفرة في السوق. مثلا لو كانت المساحة التي حسبناها بقيمة 0.88 ملم متر مربع نختار سلك مساحة مقطعه تساوي 2.5 ملم متر مربع. ولو كانت المساحة التي حسبناها تساوي 6.03 ملم متر مربع نختار كابلا مساحة مقطعه 10 ملم متر مربع. ثم بعد ذلك نعيد حساب نسبة سقوط الجهد للسلك مستعملين نفس المعادلة أعلاه و قيمة مساحة السلك الجديدة الموجودة في السوق.

وبعد حساب مساحة مقطع السلك اللازمة باستعمال المعادلة أعلاه نقوم بالتثبت من إمكانية تحمل السلك لتيار قيمته (Isc * 1.25) كما رأينا في الفقرة الأولى من هذا الدرس و إذا كنا نستعمل حمل يستعمل تيار مستمر نضيف 25% اخرى لل.Isc

تمرين تطبيقي



في الصورة أعلاه دائرة نظام شمسي متكون من مجموعتين من الألواح الشمسية. كل منهما متكون من سلسلتين متوازيتين من الألواح الشمسية. و كل سلسلة متكونة من 3 ألواح شمسية مركبة بالتوالي (بالتسلسل) .

حاول حساب :

-مساحة مقطع الاسلاك الرابطة بين الالواح و علبة الربط.(Boite de jonction)

-مساحة مقطع الاسلاك الرابطة بين علبة الربط و منظم الشحن.(Reguateur)

مع العلم أن للوح الشمسي الواحد الخاصيات التالية:

- U_{MPP} = 33.7 V
- I_{MPP} = 5.49 A
- Isc= 5.8 A

و مع العلم أيضا أن طول الأسلاك الرابطة بين الالواح و علبة الربط هو 7 متر.
و طول الاسلاك بين علبة الربط و منظم الشحن هي 24 متر.

و أن مساحة مقطع الأسلاك الموجودة في السوق بالملم المتر المربع هي كالآتي بالترتيب:
1,5 و 2,5 و 4 و 6 و 10 و 16 و 25 و 35 و 50 و 70 و 95 و 120 و 150.

و أن المقاومية ρ_1 = 0.02314 O.mm²/m

النتيجة موجودة في الصورة أعلاه فحاول إيجادها بنفسك. و لو لديك إي إستفسار فلا تبخل بطرحه في التعليق.
و أرجو أن يكون درس حماية نظام الطاقة الشمسية واضحا للجميع.

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

الدرس السابع

مضخات المياه بالطاقة الشمسية

أنواعها و كيفية حمايتها و توصيلها و حساب قدرتها

* في هذا الدرس سنتعرف على :

- أنواع مضخات المياه بالطاقة الشمسية و توصيلها في نظام الطاقة الشمسية
- حساب قدرة مضخات المياه بالطاقة الشمسية اللازمة
- أهم العناصر الالكترونية لحماية مضخات المياه
- مكثفات المحركات الكهربائية و أنواعها

مضخات المياه بالطاقة الشمسية

أنواعها و كيفية حمايتها و توصيلها و حساب قدرتها

في هذا الدرس الأخير من دورة الطاقة الشمسية سنتطرق إلى الكثير من المواضيع التي تخص مضخات المياه بالطاقة الشمسية. حيث سنبدأ بالحديث عن أهم أنواع مضخات المياه و كيفية توصيلها في نظام الطاقة الشمسية. ثم سنشرح كيفية حساب قدرة المضخة و قدرة الالواح الشمسية اللازمتين. ثم سنفهم كيفية حماية المضخات حيث سنتحدث عن أهم العناصر الالكترونية في اللوحة الكهربائية للمضخة. و العناصر التي سنطرحها في موضوع اليوم هي المرحل الحراري و الكونتاكتور و مرحل مستوى المياه و مرحل الفاز. و أخيرا سنعرف متى نستعمل المكثف مع المضخات (محركات المضخات).



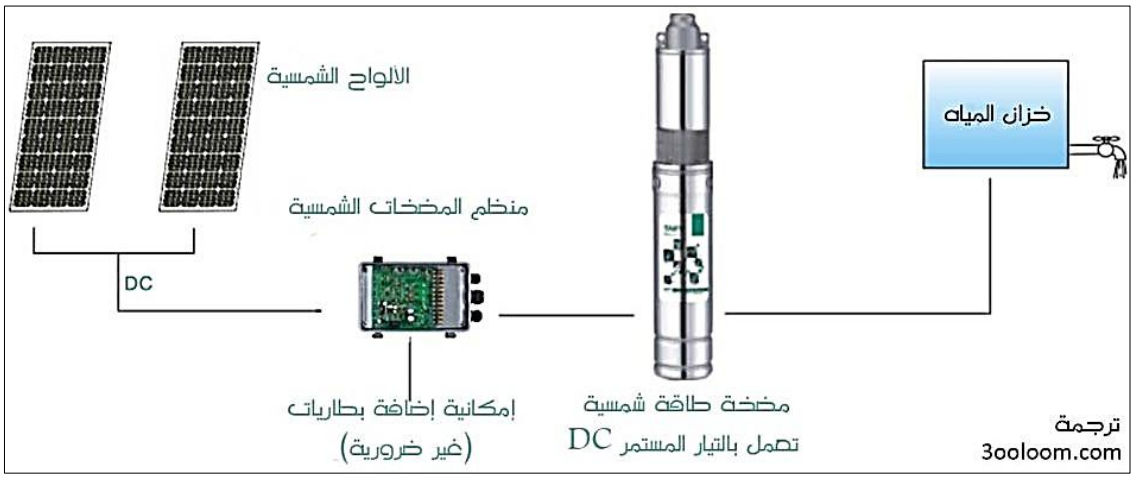
أنواع مضخات المياه بالطاقة الشمسية و توصيلها في نظام الطاقة الشمسية

أولا و قبل أن نعرض أنواع مضخات المياه، يجب أن نعرف أن المضخات تتكون من جزئين أساسين : المحرك و المضخة.

1. **أنواع مضخات المياه حسب نوع الكهرباء الذي يستهلكه المحرك :**

- محركات مضخات المياه التي تعمل بالتيار المستمر DC

نجد هذه المحركات خاصة مع المضخات ذات القدرة الصغيرة و المتوسطة. و باستعمال هذه النوع من المضخات فإننا لا نستحق انفرتر ليحول التيار المستمر إلى تيار متردد. لكننا نستحق فقط منظم شحن MPPT أو ما يسمى في السوق متحكم مضخة المياه الشمسية (Solar Pump Controller) لتوفير التيار المستمر الكافي من الألواح الشمسية للمضخة. و عادة ما يكون منظم المضخات الشمسية مجهزا ببعض أدوات الحماية كمتابعة مستوى المياه سواء في البئر أو في الخزان.و التي سنراها في فقرات قادمة إن شاء الله.

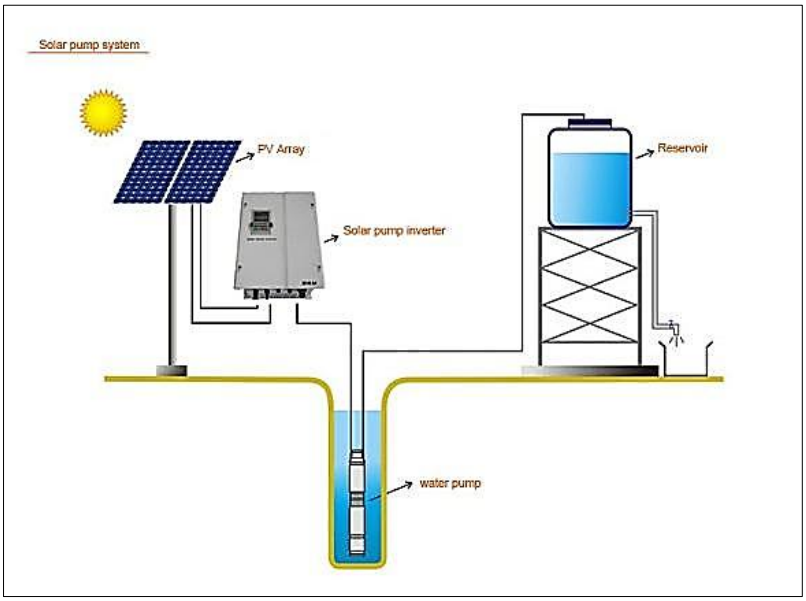


من المهم كذلك أن نعرف أن استعمال البطاريات أمر غير ضروري و غير منصوح به في أنظمة مضخات المياه بالطاقة الشمسية. و ذلك نظرا لاستعمال خزانات المياه بدلا منها لتخزين الطاقة. و خزانات المياه دائما أفضل من البطاريات من ناحية عمرها الإفتراضي و تكلفة صيانتها.

ـ محركات مضخات المياه التي تعمل بالتيار المتردد AC

هذا النوع من المضخات أكثر انتشارا من مضخات التيار المستمر. و يمكن أن نجد منها مضخات تعمل بالتيار المتردد أحادي الطور (فاز واحد) و مضخات أخرى تعمل بالتيار ثلاثي الطور (3 فاز).

من تابع هذه الدورة و فهمها سيعلم أنه من البديهي أننا نستحق انفرتر مع هذا النوع من المضخات لتحويل الكهرباء المستمر إلى متردد. و عادة ما تحتوي انفرترات مضخات المياه بالطاقة الشمسية على منظم MPPT لاستغلال القدرة القصوى للالواح.

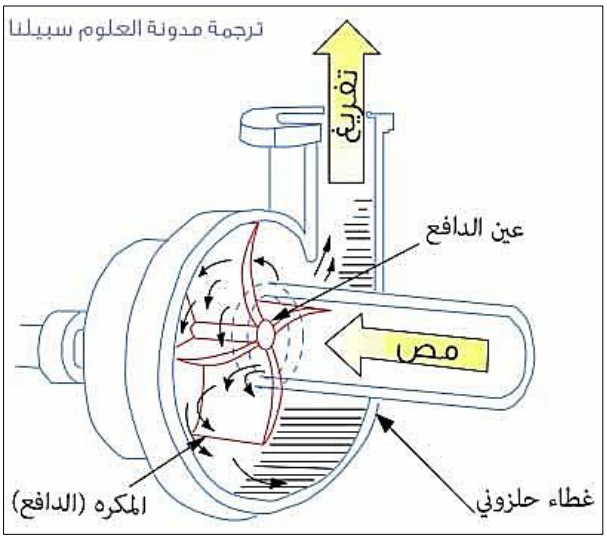


2. أنواع مضخات المياه حسب نوع المضخة نفسها (وليس محرك المضخة) :

بدون أن نتعمق كثيرا يمكن نقسم مضخات المياه بالطاقة الشمسية إلى قسمين رئيسين حسب آلية عمل المضخة:

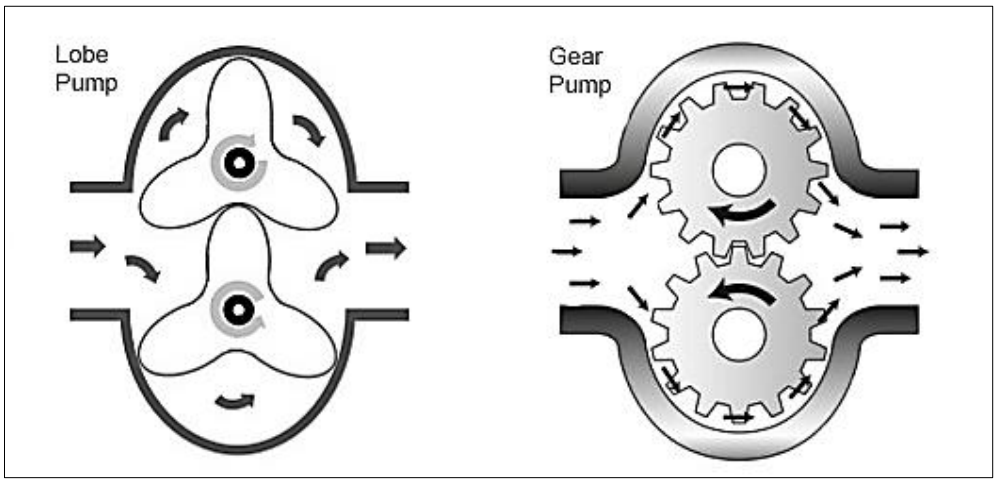
- **مضخات الطرد المركزي (Centrifugal)**

كما تشاهدون في الصورة التالية فإن مضخة الطرد المركزي تعتمد على الدافع الذي يقوم المحرك بتدويره ليقوم هذا الأخير بضخ الماء.



- **مضخات الإزاحة الفعالة (Positive displacement)**

مضخات الإزاحة الفعالة تستعمل فصين أو مروحتين إن صح التعبير يدوران باتجاه معاكس لمص المياه و إزاحتها كما توضح الصورة التالية :



* تنقسم كل من مضخات الطرد المركزي و مضخات الإزاحة الفعالة إلى نوعين من المضخات و ذلك حسب موقع عملها:

1. المضخات السطحية
2. المضخات الغاطسة

1) المضخات السطحية



توضع على سطح الأرض اي لا تنزل في البئر.
و لا تستعمل مع الآبار العميقة لكنها **تستعمل في الآبار التي لا يتجاوز عمقها عشرة أمتار و منسوب المياه لا يقل فيها عن ثلاثة أمتار. أي بطريقة أخرى لا يمكنها سحب المياه من ارتفاع يزيد عن سبعة أمتار (تحديدا 7.6 متر).**

2) المضخات الغاطسة



هي مضخات تتميز بشكلها الصاروخي و قطرها الضعيف **بحيث يمكن إنزالها داخل البئر و تعمل وسط الماء و عملها بدون ماء يتسبب في تلفها.**

الخلاصة :

إذن حتى نحوصل فإن المكونات الرئيسية لنظام مضخات الطاقة الشمسية هي كالآتي :

- الألواح الشمسية
- مضخة المياه
- المتحكم في مضخات المياه بالطاقة الشمسية (في حالة استعمال مضخة DC)
- انفرتر الطاقة الشمسية (في حالة استعمال مضخة AC)

حساب قدرة مضخات المياه بالطاقة الشمسية اللازمة

من أجل القيام بحساب قدرة المضخة المناسبة في نظام الطاقة الشمسية سنقوم بثلاثة مراحل بسيطة و هي كالآتي:

1-حساب تدفق المياه المناسب

2-حساب الارتفاع المانومتري الجملي (HMT)أو ارتفاع الضغط الديناميكي(TDH)

3-اختيار مضخة الطاقة الشمسية المناسبة

المرحلة 1: حساب تدفق المياه المناسب

من أجل حساب تدفق المياه الذي نحتاجه في مزرعتنا يجب أن نعرف أولا كمية المياه التي تحتاجها في اليوم الواحد. و من أجل القيام بذلك يمكن الإستعانة بالجدول التالي حول حجم إستهلاك المياه في المزرعة لأنواع مختلفة من الحيوانات و غيرها.

الاستهلاك اليومي باللتر	نوع الدابة او الاستعمال
70	البقرة
25	العجل
55	الخيل العامل
35	الخيل الراعي
4	الخروف
1	الحمل
75	الشجرة متوسطة الحجم
200	الاستعمال المنزلي للشخص

طبعا هذه الأرقام تقريبية. فالإستهلاك المنزلي للماء يختلف من بلد لآخر و من شخص لآخر، و يختلف استهلاك النباتات للماء من نوع لآخر.

المهم، بعد أن نقوم بتحديد حجم الإستهلاك اليومي للماء نقوم بتحديد عدد ساعات ظهور الشمس في اليوم الواحد.

في تونس مثلا و حسب المعهد الوطني للرصد الجوي، فإن الشمس في أسوأ الحالات خلال فصل الشتاء تظهر لمدة 4 ساعات يوميا. و من جهة أخرى يصل عدد ساعات ظهورها إلى 12.6 ساعات في فصل الصيف في بعض المناطق.

أرى أن نختار خمس ساعات كعدد ساعات ظهور الشمس في اليوم .و ذلك لأن فترة 4 ساعات يوميا هي في فصل الشتاء كما قلنا. أي أنه من الممكن استغلال نزول الأمطار في تلك الفترة.

إذن بعد أن حددنا عدد ساعات ظهور الشمس **5 ساعات** فلنفرض أن استهلاك الماء في مزرعتنا هو **6000 لتر في اليوم الواحد** .كي نقوم بحساب تدفق المياه اللازم نقوم بالعملية التالية:

تدفق المياه = كمية المياه اللازمة \ عدد ساعات ظهور الشمس

تطبيق هذه العملية على مثالنا الحالي:

تدفق المياه = 6000 \ 5 = 1200 لتر في الساعة

المرحلة 2: حساب الارتفاع المانومتري الجملي HMT او ارتفاع الضغط الديناميكيTDH

في الواقع بعد بحثي حول كيفية اختيار مضخات المياه و جدت طريقتين متشابهتين معتمدان في حساب خصائص المضخات المائية.

الطريقة الأولى: *سأسميها الطريقة الأروبية* و **الطريقة الثانية** : *سأسميها الطريقة الأمريكية*.
و الآن السؤال الذي يطرح نفسه هو متى نستعمل الطريقة الأولى و متى نستعمل الطريقة الثانية. ببساطة اختيار الطريقة التي نستعملها مرتبط بمعطيات الصانع كما سنرى في المرحلة الثالثة. فإن كان الصانع يستعمل ال **HMT** في كتيب المضخة فإننا نستعمل الطريقة الاوروبية أما إن كان يستعمل ال **TDH** فإننا نستعمل الطريقة الامريكية.

الطريقة 1: حساب الارتفاع المانومتري الجملي HMT

حساب الارتفاع المانومتري يتم باستعمال المعادلة التالية:

$$\mathbf{HMT = Ha+Hr+PC+Pr}$$

HMT : الارتفاع المانومتري الجملي بالمتر

Ha : ارتفاع السحب و يمثل المسافة بين سطح الماء و محور المضخة و هذا الارتفاعي يساوي 0 في حالة استعمال المضخات الغاطسة.

Hr : ارتفاع التفريغ و يمثل الارتفاع بين محور المضخة و أعلى نقطة تفريغ مياه بالنسبة للمضخة السطحية.أما بالنسبة للمضخة الغاطسة فهو يمثل الارتفاع بين سطح الماء و أعلى نقطة تفريغ مياه.

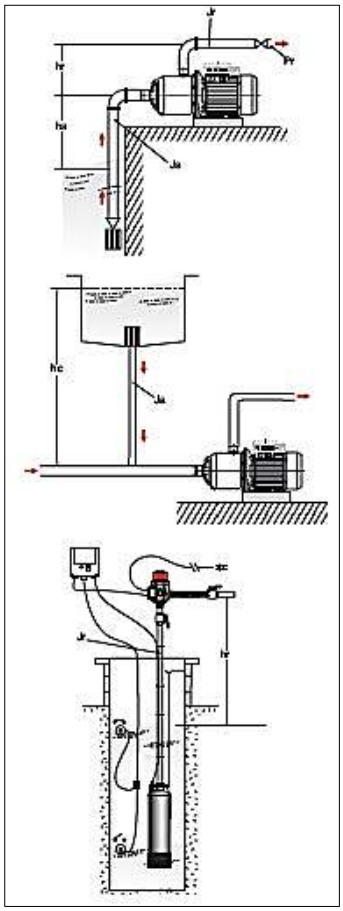
PC : متوسط فقدان الأحمال و تمثل الطاقة الضائعة في أنابيب المياه

$$PC=Ja+Jr$$

Jr : فقدان الاحمال في أنابيب التفريغ

Ja : فقدان الاحمال في أنابيب السحب، قيمتها صفر في حالة المضخات الغاطسة لانه لا يوجد أنابيب سحب في هذه الحالة.

Pr : الضغط المستعمل المطلوب عند فتح الحنفية يتراوح عادة بين 1 و 3 بار (أي بين 10 و 30 متر)



لمن لم يفهم المعادلة الأولى فإنه يمكن استعمال قاعدة أعم من القاعدة أعلاه و هي:

$$\underline{\mathbf{HMT}} = Hh + J\,a + J\,r + Pr$$

Hh : الحمل الهدروليكي و تمثل المسافة بين مستوى المياه و أعلى نقطة تفريغ بالمتر.

و من أجل تحويل Hh من المتر إلى الباسكال نستعمل المعادلة التالية:

$$Hh\ pa = Hh * 9.1 * r$$

r : تمثل كثافة السائل بال كغم\م^3 و هي 1000 كغم\م^3 بالنسبة للماء.

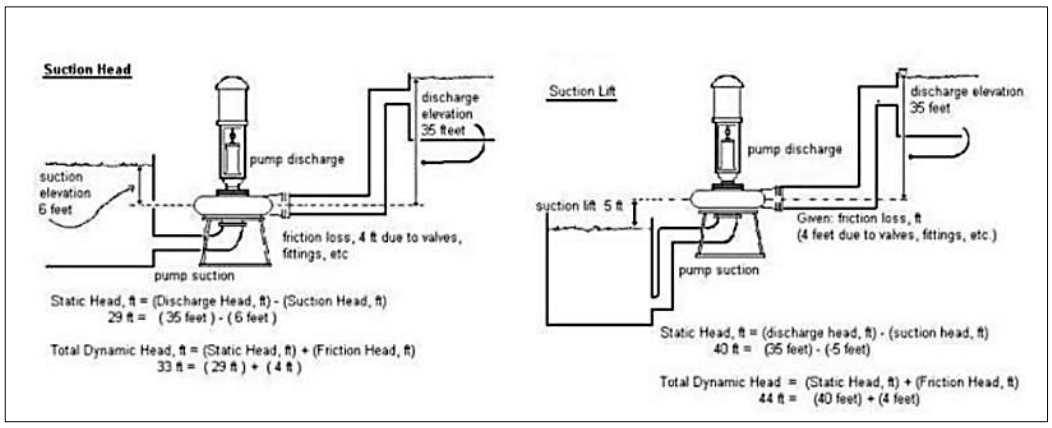
من أجل حساب فقدان الحمل يمكن الإستعانة بالجدول التالي الذي يقدم قيمة فقدان الحمل بالمم **للمتر الواحد** للانبوب حسب قطره و حسب قيمة التدفق.

التدفق	قطر الأنابيب (DN)											
m^3/h	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	65	80	100	125	150	200
0,2	15	3										
0,5	100	20	5	1								
0,7	200	40	10	2								
1	400	80	24	5	2							
1,5		170	50	10	5	1						
2		300	90	20	9	3						
3			210	45	22	6	2					
4			320	76	35	10	5	1				
5				130	60	18	7	2				
6				170	80	25	10	3				
7				250	120	35	13	3				
8				330	140	45	17	5	1			
9					190	57	21	6	2			
10					230	70	25	7	2			
12					330	100	35	10	3	1		
15						150	53	16	5	2		
20						260	88	28	8	3	1	
25						440	138	44	13	4	2	
30							188	63	19	6	2	
40							325	112	33	11	4	
50								175	52	17	7	1
60								250	76	24	10	2
70								340	102	33	13	3
80									134	43	17	4
100									210	68	26	6
150										153	58	12
200										272	104	22

pertes de charge exprimées en mm

الطريقة 2: حساب ارتفاع الضغط الديناميكيTDH

الفرق الرئيسي بين هذه الطريقة و الطريقة الأولى هو أن الطريقة الاوروبية تضيف Pr (الضغط المستعمل المطلوب إلى المعادلة)



باختصار لحساب ارتفاع الضغط الديناميكي يكفي استعمال المعادلة التالية:

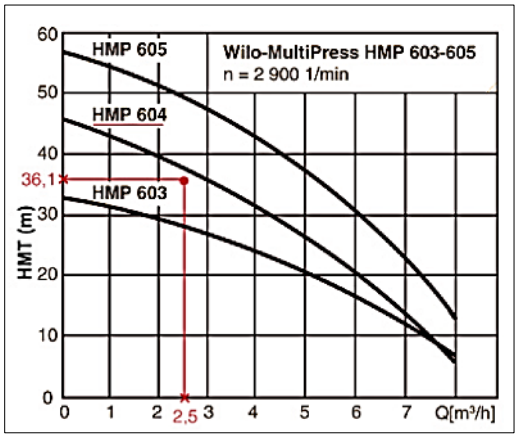
$$\underline{\mathbf{TDH}} = Hh + J\,a + J\,r$$

و كما شرحنا في الطريقة الأولى فإن Hh هي الحمل الهيدروليكي (في الصورة أعلاه Static Head)
ومجموع Ja و Jr يمثل فقدان الحمل باللإحتكاك داخل الأنابيب (في الصورة أعلاه Friction Head)

*في هذا الملف ستجدون تطبيق مفصل حول اختيار المضخات الغاطسة باستعمال الـ TDH: ملف pdf انجليزي

المرحلة 3: اختيار مضخة الطاقة الشمسية المناسبة

كل صانع مضخات مياه لديه أنواع مختلفة من المضخات بخصائص مختلفة. و في كتيب الصانع نجد عادة منحنيات تمرز المضخات المائية. هذه المنحيات هي مقارنة لمعدل التدفق (أو السريان) بقيمة ال HMT او TDH في الصورة التالية نجد مثال لهذه المنحنيات.



فلتفرض مثلا أن معدل التدفق الذي نحتاجه في مزرعتنا هو 2.5 م³ في الساعة و أن HMT الذي حسبناه هو 36.1 متر. إذن نقوم برسم نقطة التقاطع لهذين القيمتين كما هو مبين في الصورة التالية. و المضخة التي نختارها يجب أن يكون المنحنى الخاص بها فوق نقطة التقاطع. في حالتنا المضخة المناسبة هي من نوعHMP 604

الطريقة الثانية من أجل اختيار مضخات المياه بالطاقة الشمسية هي عن طريق حساب قدرة المضخة. هذه الطريقة أقل دقة من الطريقة الأولى حيث أن قدرة المضخة لا تحدد القيمة الدقيقة للتدفق و الـ HMT او الـ TDH لكننا في كل الحالات نحتاج معرفة قدرة محرك المضخة لنعرف عدد الألواح اللازم لنظام مضخات الطاقة الشمسية.

و من أجل حساب قدرة محرك المضخة يجب حساب قدرة المضخة أولا باستعمال المعادلة التالية:

قدرة المضخة بالواط = الحمل الهيدروليكي بالباسكال (Hh pa) * **معدل التدفق بالم³ في الثانية**

وقد سبق و رأينا كيف نحول الحمل الهيدروليكي من المتر إلى الباسكال.

إذن بعد القيام بحساب قدرة المضخة يكفي نقسم هذه القيمة على كفاءة المضخة لنتحصل على قدرة المحرك اللازمة.

قدرة محرك المضخة = قدرة المضخة / كفاءة المضخة

*كفاءة المضخات المائية تتراوح عادة بين 0.4 و 0.8.

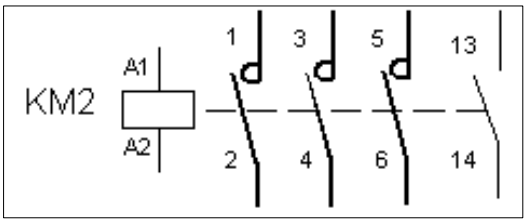
أهم العناصر الالكترونية لحماية مضخات المياه

تستوجب مضخات المياه بالطاقة الشمسية حماية الكترونية خاصة. لذلك سنتعرف في هذه الفقرة على أهم العناصر الالكترونية التي توفر الحماية للمضخات المائية و التحكم فيها.

الكونتاكتور



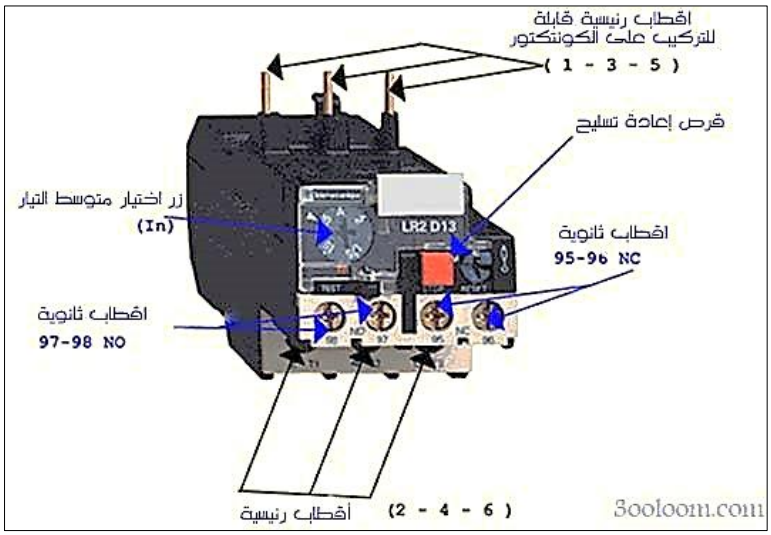
لمن يعرف الريليه فإن الكونتاكتور له نفس وظيفة هذا الأخير و له نفس طريقة عمله. إلا أن الكونتاكتور مخصص للتيارات القوية و عادة ما يستعمل في الكهرباء ثلاثية الطور. يتكون الكونتاكتور من وشيعة (المستطيل في الصورة التالية **الملف**) ومن قواطع تغير حالتها حسب حالة الوشيعة (يمر فيها تيار أم لا). فمثلا لو أن القواطع مفتوحة في البداية(في حالة عدم وجود تيار في الوشيعة) فإن هذه الأخيرة ستغلق عند تمرير الكهرباء في الوشيعة.أي بطريقة أخرى الوشيعة تستعمل للتحكم في القواطع. و الصورة التالية هي عبارة عن رمز الكونتاكتور.



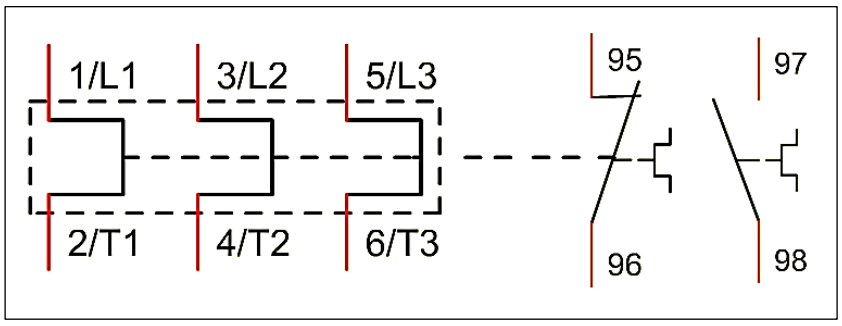
المرحل الحراري

مثل القواطع الكهربائية المنزلية الحرارية فإن الوظيفة الأساسية للمرحل الحراري (Thermal relay)هي حماية المحرك من الحمل الزائد. و كما ترون في الصورة التالية فإن المرحل الحراري يتكون خارجيا من:

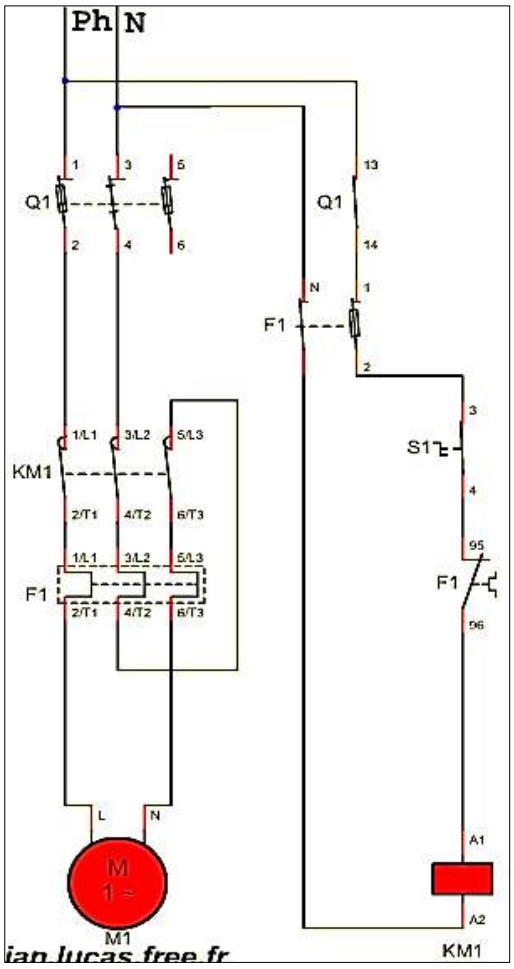
1. أقطاب رئيسية تربط بالفازات الثلاثة عادة
2. أقطاب ثانوية بنوعين NC مغلق في البداية و NO مفتوح في البداية.
3. زر إعادة التسليح أوSTOP
4. زر لاختيار نوعية إعادة التسليح اوتوماتيكي أو يدوي



في الصورة التالية رسم لرمز المرحل الحراري بأقطابه الرئيسية و الثانوية مرقمة كما في الصورة أعلاه. عندما تصل الموصلات الرئيسية إلى درجة حرارة معينة نتيجة الحمل الزائد فإن القواطع الثانوية تغير وضعيتها.

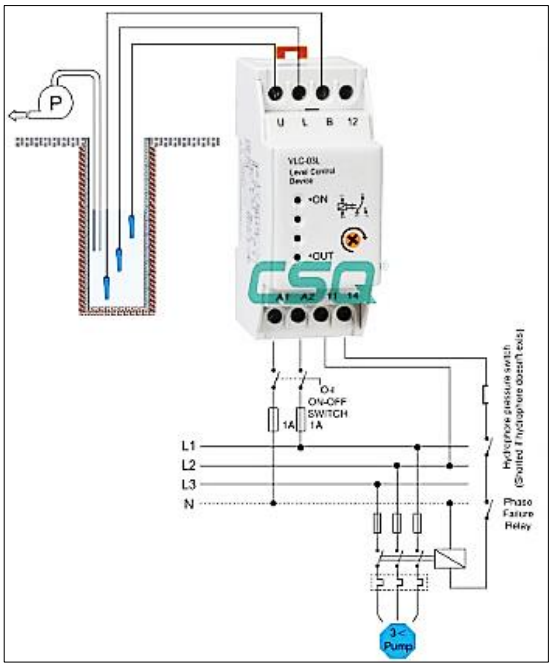


في الصورة التالية مثال لتوصيل المرحل الحراري و الكونتاكتور و عناصر أخرى كالفيوز من أجل التحكم في المحرك و حمايته.



و لمن لم يفهم التوصيل أعلاه فإنه عند الضغط على الزر S1و إغلاقه فإن الوشيعة KM1 على اليمين تتوصل بالكهرباء و بالتالي تغلق قواطع الكونتاكتور KM1 على اليسار فيشتغل المحركM و في حال حدوث حمل زائد على المحرك فإن المرحل الحراري سيتسبب في فتح القاطعة F1 على اليمين (بين 95 و 96). و بالتالي سيقطع التيار على الوشيعة و تفتح قواطع الكونتاكتور و يتوقف المحرك.

مرحل مستوى المياه



كما يوضح اسمه فإن وظيفة مرحل مستوى المياه الرئيسية هي مراقبة مستوى المياه.وهو يستعمل لتجنب فيضان الخزان أو تفريغه إلى حد نفاذه التام من الماء. كما يستعمل كذلك لمراقبة مستوى المياه داخل البئر و التأكد من أن المضخة الغاطسة تعمل وسط الماء لأن عكس ذلك يؤدي إلى هلاك المضخة.

في الصورة التالية توصيل لأحد أنواع مرحلات مستوى المياه. حيث أن هذا التوصيل لهذا المرحل يسمح بالحفاظ على مستوى المياه في الخزان بين الحساس U و الحساس L (باللون الأزرق في الخزان). حيث أنه يقطع التيار على المضخة إذا وصل مستوى الماء إلى المستوى الأدنىL و يرجعها للعمل في حالة وصول مستوى الماء إلى المستوى الأعلى U

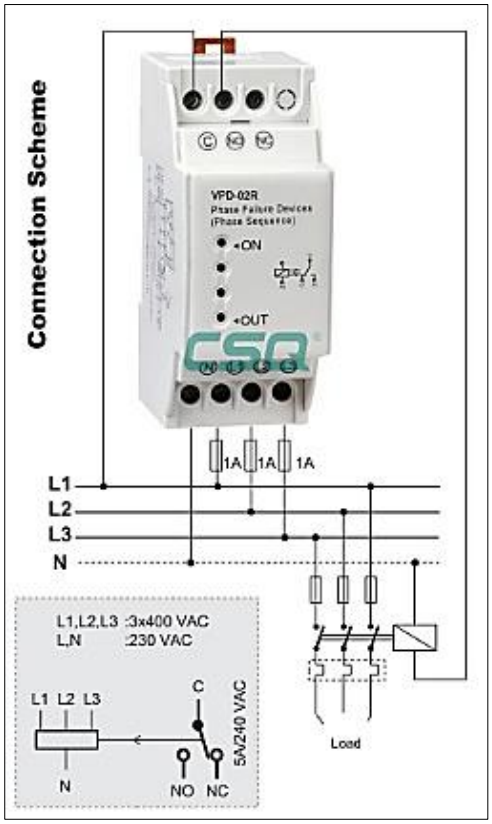
لتفادي فيضان الخزان يمكن كذلك أن نستعمل القاطعة العائمة (*float switch*) حيث تقوم هذه الأخيرة بقطع الكهرباء عندما يصل الماء إلى مستواها.



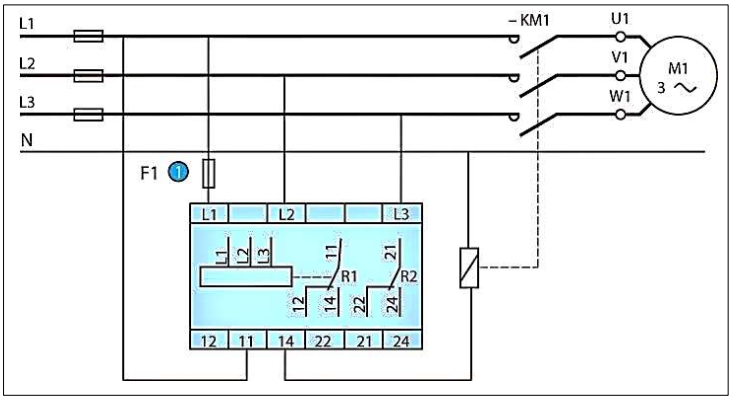
في الصورة التالية مثال لأحد أنواع القواطع العائمة مفتوحة لنرى ما بداخلها. عند وصول الماء إلى مستوى القاطعة العائمة تتحرك الكرة الحديدية لتتسبب في الضغط على زر القطع أو تركه.

مرحل الفاز

مرحل الفاز أو مرحل تتابع الفاز (Phase Sequence Relay) يستعمل مع الكهرباء ثلاثية الطور. و الهدف من تركيبه هو تفادي المشاكل التي تسببها الفازات كعكس ترتيب الفازات أو نقص في أحد الفازات أو تغير قيمة الجهد. كل هذه المشاكل قد تسبب أضرار للمحرك وهنا يأتي دور مرحل الفاز حيث يقطع هذا الأخير الكهرباء عن وشيعة الكونتاكتور لقطع الكهرباء عن المحرك الخاص بمضخات المياه بالطاقة الشمسية.



و في الصور التالية أمثلة لتوصيل مرحل الفاز لفهم أكثر لكيفية عمله.



مكثفات المحركات الكهربائية و أنواعها

تستعمل بعض مضخات المياه بالطاقة الشمسية مكثفات من أجل تشغيل محركاتها لذلك سنتعرف الآن على أنواع هذه المكثفات.

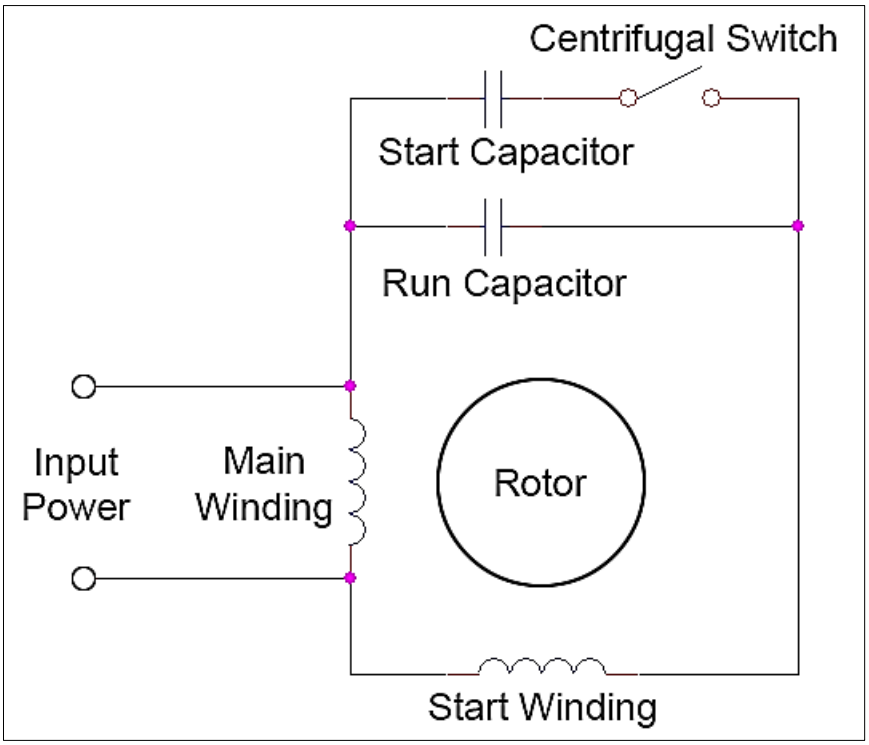
تقسم المكثفات التي تركب مع المحركات إلى نوعين أساسين هما مكثفات الإنطلاقة و المكثفات المستمرة.

المكثفات المستمرة Run Capacitor

كما يوضح إسمها فإن المكثفات المستمرة تعمل طول فترة عمل المحرك. و وظيفتها الأساسية هي زيادة قيمة عامل القدرة (power factor) او cosφ بالإضافة إلى أن بعض أنواع المحركات الحثية ذات الطور الواحد تتطلب استعمال مكثفات مستمرة.
و تتكيز المكثفات المستمرة بقيمة صغيرة مقارنة بمكثفات الإنطلاقة. حيث تتراوح هذه القيمة عادة بين 1.5 µF و 100 µF

أما فولطية هذا المكثف فتتراوح بين 370 و 440 فولط في أنظمة 240 فولط. أما في أنظمة 480 فولط فهذه القيمة تساوي عادة 600 فولط.

الصورة التالية توضح كيفية توصيل مكثف الانطلاقة و المكثف المستمر مع محرك حثي.

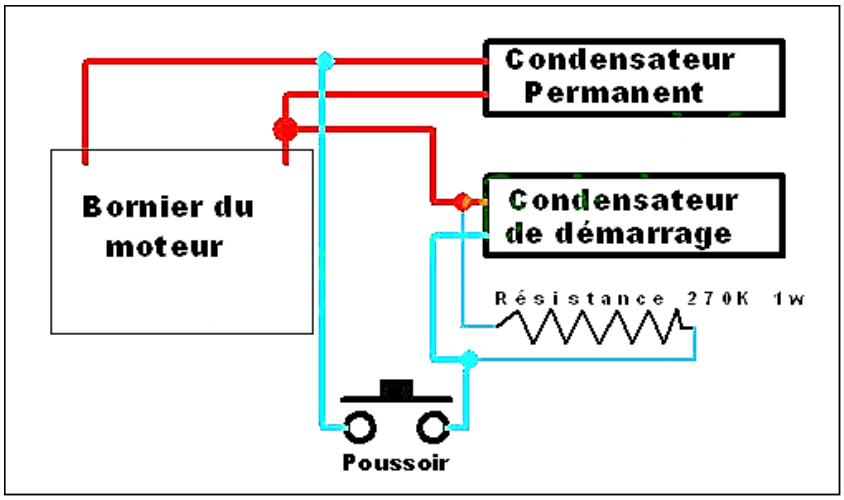


مكثفات الإنطلاقة Start Capacitor

تستعمل مكثفات الانطلاقة كما يوضح إسمها عند انطلاق المحركات الحثية أحادية الطور. و يقع فصلها عند وصول سرعة المحرك إلى 75 بالمائة من سرعته القصوى. و تتميز هذه المكثفات بقيمة عالية تتجاوز 70 µF. و الفولطيات الأكثر إستعمالا لهذه المكثفات هي : 220/250V,165V,110/125V او 330V

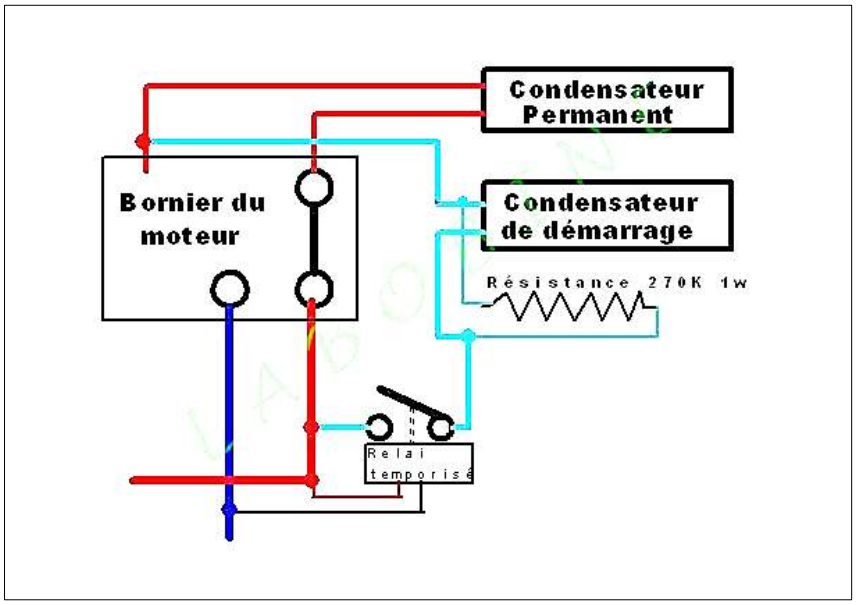
و بما أن مكثفات الإنطلاقة تعمل فقط عند بداية تشغيل المحرك يجب إذن إيجاد حلول لقطع المكثف بعد و صول سرعة المحركة إلى القيمة المطلوبة. ومن هذه الحلول نذكر اربعة:

1. استعمال الزر الدفعي Pushbutton استعمال يدوي يستوجب الضغط على زر المكثف في نفس و قت الضغط على زر تشغيل المحرك.مقاومة التفريغ ليست ضرورية لكن منصوح بها لإطالة عمر المكثفين.

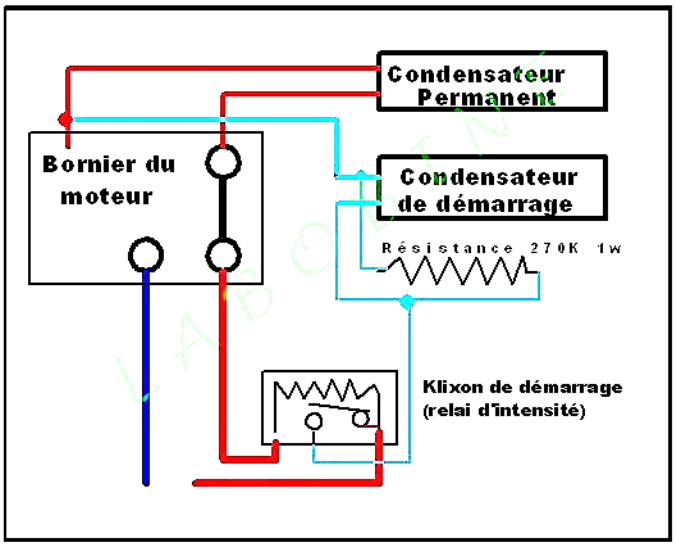


*هذه الصور من موقع LABO3INE

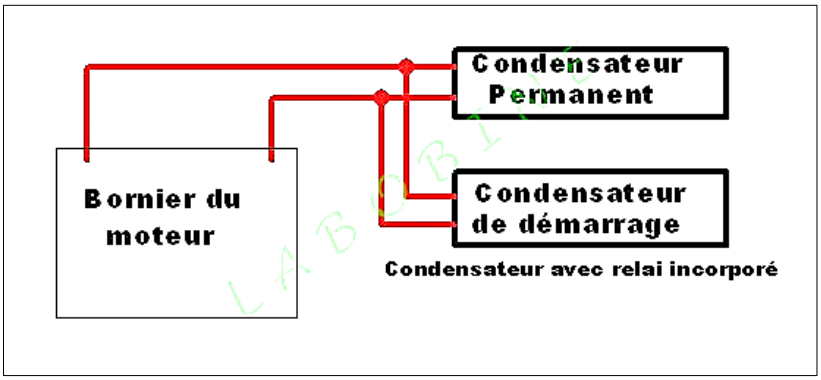
2. استعمال المرحل الوقتي



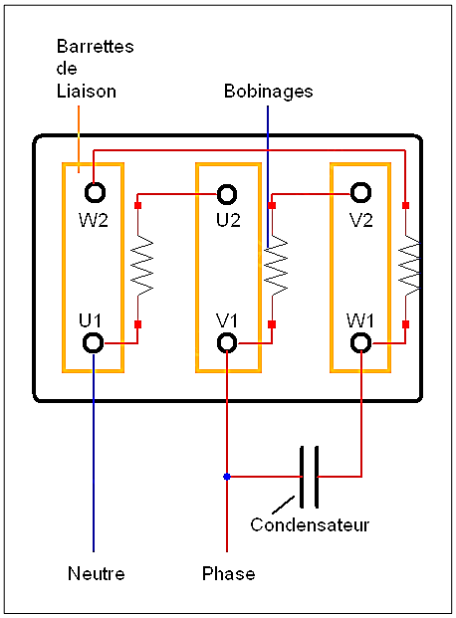
3. استعمال مرحل التيار أو ما يسمى بـklixon



4. استعمال مكثف يحتوي في وسطه على مرحل و تعتبر الاسهل من ناحية التوصيل



* يمكن كذلك أن تستعمل المكثفات من أجل استعمال محرك ثلاثي الطور مع تيار ثنائي الطور عن طريق توصيله كما في الصورة التالية. لكن يجب أن نعرف أن هذه الطريقة تفقد المحرك حوالي 30 % من قدرته.



حساب قيمة المكثف اللازمة

من أجل حساب قيمة مكثف الإنطلاقة المطلوبة بالـ µF يكفي القيام بالمعادلة التالية :

$$C = \frac{10^6}{2\pi f * X_c}$$

$$X_C = \frac{V_C}{I_C}$$

$$P = IV * Cos\ \emptyset$$

C : قيمة المكثف بالµF

P : قدرة المحرك بالحصان

f : التردد بالهارتز

V : الفولطية

X_c : الممانعة السعوية

و من أجل حساب قيمة المكثف الذي سنستعمله من أجل استعمال محرك ثلاثي الطور في كهرباء أحادي الطور يمكن استعمال الموقع التالي .حيث يطلب هذا الموقع ادخال التيار الذي يعمل به المحرك لحساب قيمة المكثف اللازمة. ويعتمد على المعادلة التالية: $C = I * (f * V * 6{,}28 * 10^{-6})$

في ختام هذا الدرس آمل أن يكون كل شيء واضح حول مضخات المياه بالطاقة الشمسية. و لا تنسو دعم الموضوع بتعليقاتكم و إضافاتكم و استفساراتكم.

م.صابر سعيد

- ✓ رابط موقعنا مدونة العلوم سبيلنا
- ✓ رابط دورة في الطاقة الشمسية

تم بحمد الله