المقدمة

1-1 تمهيد:

الحمد لله الذي خلق الإنسان في أحسن تقويم وزينه بالعلم وميزه بالعقل على الحيوان البهيم وكرمه بأنواع التكريم وعلمه ما لم يكن يعلم والصلاة والسلام على المبعوث رحمة للعالمين ...

وبعد:

خلق الله الشمس والقمر كآيات دالة على كمال قدرته وعظمة سلطانه وجعل شعاع الشمس مورد للضياء على الأرض وجعل الشعاع المعكوس من سطح القمر نورا فالشمس تجري في الفضاء الخارجي بحساب دقيق أي أن مدار الأرض حول الشمس محدد بشكل دقيق وأي اختلاف في مسار الأرض سيؤدي تغيرات في درجة حرارتها وبنيتها وخلافها الجوي وقد تحدث كوارث إلى حد لا تكون عندها لقاء للحياء وقدرة الله تعالى وحدها جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئا ومصدر للطاقة حيث تبلغ درجة حرارة مركزها حوالي (40—8)*10 درجة مطلقة (كلفن) ثم تتدرج درجة حرارتها بالانخفاض حتى يصل عند السطح إلى 5762 مطلقة وأن طاقة الشمس تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض ومنها توزعت وتحولت إلى مصادر الطاقة الأخرى .أن منظومة الطاقة الشمسية تتكون من عدة عناصر تعمل كمنظومة واحدة للحصول على الطاقة الكهربائية من ألواح شمسية وبطاريات وعواكس منظمات شحن ، ولأن البطاريات والألواح نالت حظها من الاهتمام إلا أن منظمات الشحن أيضا جزء مهم من منظومة الطاقة الشمسية لذلك تم القيام باختيار نوع من منظمات الشحن وهو (MPPT).

لأن هذا النوع من المنظمات يحسن الطاقة الناتجة من الخلايا الشمسية حيث يقوم بشحن البطارية حتى القيمة المثالية ويؤدي لرفع كفاءة النظام والاستفادة القصوى من ارتفاع الفولتية الواصلة من الألواح .

1-2مشكلة البحث

نجد أن معظم مكونات منظومة الخلية الشمسية كالبطاريات والألواح نالت حظها من الاهتمام إلا أن منظمات الشحن أيضا جزء مهم من منظومة الطاقة الشمسية ولم تنل حظها لذلك تم القيام باختيار نوع من منظمات الشحن وهو maximum power point tracking (MPPT) وذلك لما فيه من ميزات لزيادة كفاءة شحن البطاريات.

1-3 أهداف البحث:

1- اختبار مزايا منظم الشحن maximum power point tracking في متحكمات الطاقة الشمسية.

2- توضيح كيفية ملاحقة نقطة الطاقة أو الاستطاعة الأعظمية.

3- تحديد أهمية تنظيم الشحن للبطاريات أو الشحن الكامل للبطاريات دون التوصل لحالة الشحن الزائد.

1-4 منهجية البحث:

للوصول للأهداف السابقة تم:

إجراء تجارب عملية بأخذ قراءاتMPPT وPWM

استخدام جهاز PWM لعمل مقارنة بناءا على المواصفات الاسمية لكلا الجهازين.

1-5 بنية البحث:

الباب الأول: يحتوي على المقدمة.

الباب الثاني: يحتوي على المبحث الأول الدراسات السابقة و المبحث الثاني الطاقة الشمسية.

الباب الثالث:يحتوي على المبحث الأول منظمات الشحن و المبحث الثاني MPPT و PWM.

الباب الرابع: يحتوي على النتائج .

الباب الخامس: يحتوي على المناقشة والمعوقات والتوصيات والخلاصة والمراجع

2-1الدراسات السابقة:

قام المهندس

م.محمد سركس (2)

بإجراء مقارنة الطرائق التقليدية في ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي في اللواقط الشمسية وخلص إلي انه:

مع ازدياد الاعتماد علي الطاقة الشمسية بوصفها مصدرا للحصول علي الطاقة الكهربائية ،طورت عدة تقنيات لملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي المستخدمة في اللواقط الكهروضوئية بهدف الحصول علي أعظم طاقة كهربائية يمكن توليدها من النظام الكهروضوئي وتختلف هذه التقنيات من حيث البساطة وسرعة الأداء والأدوات المستخدمة فيها (كالحساسات)والكلفة الاقتصادية .تتضمن هذه الدراسة مقارنه الطرائق المستخدمة في ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي للواقط الكهروضوئية باختلاف أنواعها .إذ قيم أداؤها من وجه نظر طاقية باستخدام برنامج أل Mat lab اخذين بالحسبان أشكالا مختلفة للإشعاع الشمسي فضلا عن التقييم الاقتصادي لها وذلك لإجراء مقارنة بناء الأداء والتكلفة لتحديد الخيار الأمثل بينها .(2)

قام المهندس

م.وسيم سعيد (1)

باستخدام المتحكم ذو المنطق العائم بهدف ربط النظام الكهروضوئي pv بالشبكة الكهربائية عبر مبدل ثلاثي الطور مُقاد (عاكس) إذ يقوم هذا المتحكم بملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي وحقن اكبر استطاعة ممكنة من نظام pv إلي الشبكة ذلك عن طريق تحديد زاوية القدح الواجب تطبيقه علي القواطع ،وقد اختيرت المتحولات اللغوية حتى يحدد مقدار التغير في زاوية القدح للمبدل لملاحقة الاستطاعة العظمي.(1)

الخلفية النظرية

3-1 الطاقة الشمسية[4][6]

يعتبر ضوء الشمس وحرارته من حقائق الكون المسلم بها والتي وهبها الله لخلقه كمنبع للضوء والدفء وواحدة من مصادر الحياة وينتفع عنها الإنسان والحيوان والنبات وهنالك حقيقة قد تكون خافيه على كثيرة من الناس وهي إن كل أنواع الطاقة على الأرض يرجع مصدرها للشمس.

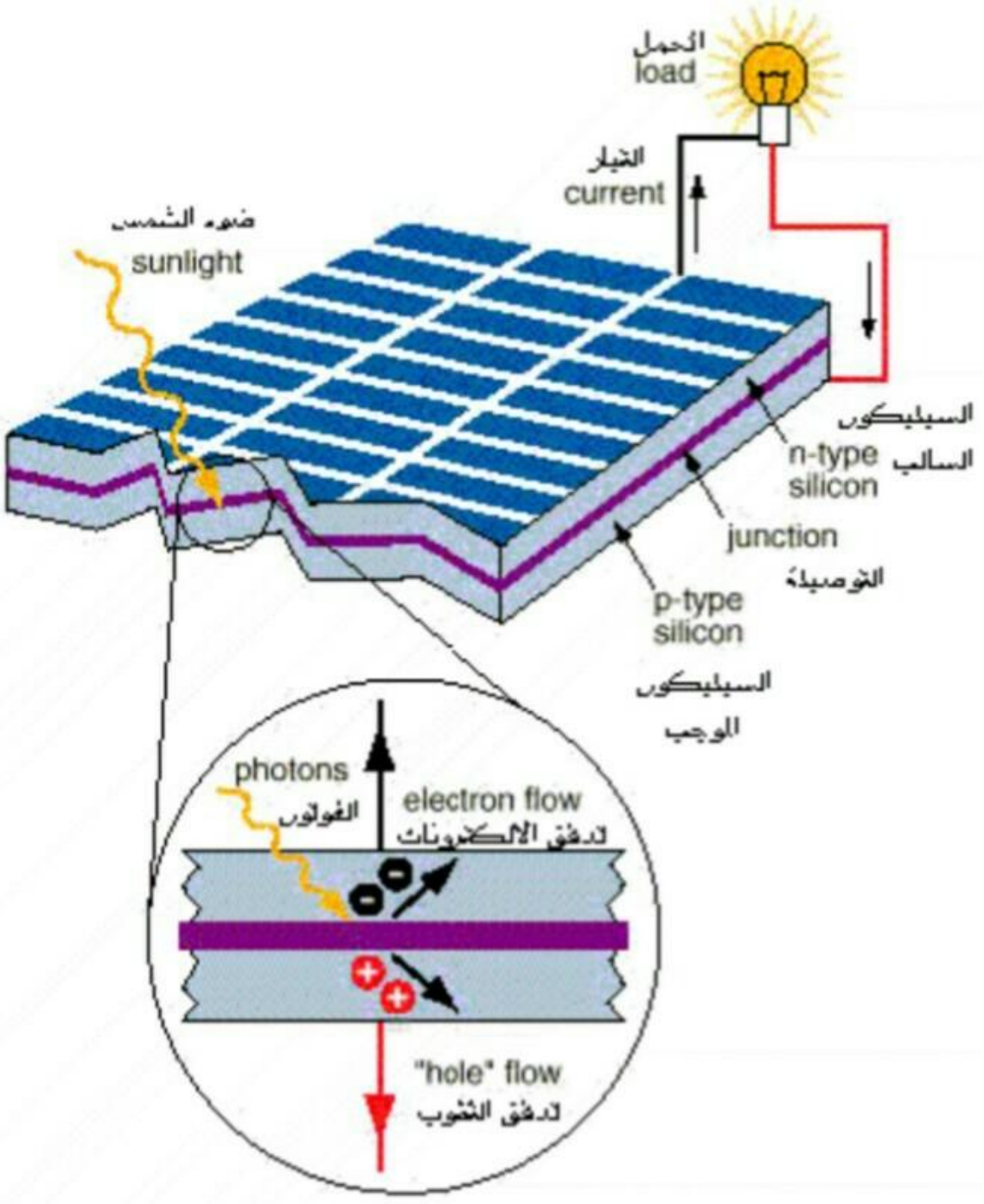
وكذلك مواد الوقود الهايدروكربونية مثل الفحم الحجري والزيت والغاز الطبيعي قد تم تكوينها بواسطة تفاعل طاقة الشمس مع المواد العضوية تحصل الأرض على معظم طاقاتها من الشمس على شكل إشعاع كهر ومغنطيسيي والذي يتكون من 3% أشعة فوق البنفسجية و43% أشعة مرئية و55% أشعة تحت الحمراء وتحتفظ الأرض بواحد في المائة فقط هذه الأشعة تمثل الطاقة الشمسية التي تتساقط على متر مربع فوق السحب (250وات) وعلى مستوى الأرض سنويا من خمسه إلى عشرة إضعاف طاقة الوقود المخزونة بما في ذلك اليورانيوم.

يمكننا استقلال الطاقة الشمسية كمصدر حراري سواء كان للتسخين وهذا يعتبر من أقدم الأساليب أو لتحويلها لطاقة حركية وذلك باستخدام التقنيات الحديثة إما عن أسلوب استقلال الطاقة الشمسية كمصدر ضوئي فيعتبر أسلوب حديث نسبيا ويستخدم في ذلك الخلايا الفولت ضوئية التي تحول ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء .

3-2 الخلايا الفولت ضوئية:

تعتبر الخلايا الفولت ضوئية الأسلوب الوحيد لاستقلال الطاقة الشمسية كمصدر ضوئي وهي عبارة عن مواد شبه موصلة مصنعة من السيلكون وعملية تصنيع المواد شبه الموصلة تتمثل في إعطاء شحنة سالبة لمادة السيلكون بإضافة عنصر الفسفور ويسمي السيلكون السالب أو بإضافة عنصر البورون ويسمي البورون الموجب وتوضع فوقها طبقة خفيفة من السيلكون السالب كما يبينه الشكل رقم (1-3) .بما أن

طبقة السيلكون السالب خفيف جدا فان ضوء الشمس المتكون من الفوتونات يخترقها بعمق حتى يصل إلي موقع الالتصاق مع طبقة السيلكون الموجب فيدفع الالكترونات وتتكون الثقوب في هذا الجزء وتكون النتيجة انه بإمكاننا إن نستخدم هذه الخلية كمصدر طاقة حيث يكون السيلكون السالب والسيلكون الموجب القطبين السالب والموجب بالتوالي .الشكل رقم (2−3) يوضح كيفية استخدام الخلية الفولت ضوئية كمصدر للطاقة موصل إلي حمل كهربائي وهي عبارة عن دائرة كهربائية تمثل مصدرا للتيار المستمر يغذي مقاومة مادية مع بطاريات لتخزين الطاقة



الشكل(1–3) يوضح مكونات الخلايا الفولت ضوئية

3-3 كفاءة تحويل الطاقة عند الخلايا الشمسية :

يمكننا تعريف كفاءة الخلية الشمسية بنسبة القدرة المستخرجة من الخلية إلي القدرة التي تستقبلها الخلية من ضوء الشمس وهذه الكفاءة تحددها القيمة النظرية لأقصي كمية طاقة يمكن إن تحول لقدرة كهربائية ،هذه الكفاءة القصوى حوالي 25% ورغم إن هذه الكفاءة متدنية إلا إننا عندما نقارنها بكفاءات تحويل طاقة أخري نجدها اعتيادية ، فمثلا محركات السيارات الاعتيادية لا تزيد كفاءة تحويل الطاقة فيها من حرارية إلي ميكانيكية إلي 25%.

كفاءة الخلية = القدرة الخارجة

القدرة الداخلة

3-4 هنالك عدة عوامل تؤثر علي كفاءة الخلية ومنها:

1-إن الضوء الذي ينعكس من سطح الخلية لايخترق طبقة السيلكون السالب إلي طبقة السيلكون الموجب ولذلك فان كفاءة الخلية تقل

2-من المعروف إن طبقة السيلكون السالب تكون خفيفة لتمكين الضوء اختراقها وعندما تثبت هذه الطبقة من طبقة السيلكون الموجب فان المادة المعدنية التي تستعمل للحام الجزئين تحجز بعض أشعة الضوء من المرور للجزء الثاني مما يقلل من كفاءة الخلية

2-هنالك تأثير الحرارة فالخلية مصممة عادة لتعمل في مدى حراري من5درجة إلى 125 درجة وعندما تبدأ درجة الحرارة الخلية في الارتفاع ينخفض الجهد بمعدل2mv لكل درجة مئوية ويعوض هذا الانخفاض بارتفاع التيار الذي يزيد هنالك تأثير الحرارة فالخلية مصممة عادة لتعمل في مدى حراري من65درجة إلى 125درجة وعندما تبدءا درجة الحرارة للخلية في الارتفاع ينخفض الجهد بمعدل 2 mv لكل درجة مئوية 2mv/°C ويعوض هذا الانخفاض بارتفاع التيار الذي يزيد بمعدل 0.5mA لكل درجة مئوية واحدة

0.5mA/°C ولكن القدرة ينخفض بمعدل 0.3% كلما ارتفعت الحرارة بمعدل درجة مئوية واحدة .

ويمكن حساب تيار الخلية من القوانين التالية :

$$E_{\text{out}} = \text{E}_{\text{ref}}[1 - 0.002(\text{T} - 25)]$$

E_{out} = جهد الخلية بالفولت

E_{ref}= جهد الخلية بالفولت عند درجة الحرارة

T (c)= الحرارة بالدرجة المئوية

$$I_{\text{out}} = \text{I}_{\text{ref}}[1 - 0.002\text{A}(\text{T} + 25)]$$

3-5 توصيل الخلايا على التوالي والتوازي:

بحكم جهد وتيار الخلية ضعيف جدا فيتم توصيل عدد كبير من الخلايا على التوالي وعلى التوازي للحصول على الجهد والتيار اللازمين عندما توصل الخلايا على التوالي كما هو موضح في الشكل (3-2) يكون الجهد الحاصل هو مجموع جهد هذه الخلايا ولكن التيار يكون تيار الخلية الواحدة والتيار مجموع تيارات الخلايا الموصلة بالتوازي .

تشكل الخلايا الموصلة على التوازي والتوالي ما يعرف باللوحة الشمسية بينها سوق الخلايا على شكل لوحات شمسية وتعرف كل لوحة بمواصفاتها من قدرة وجهد وذلك عند استقبال اعلي كمية من الأشعة الشمسية.

3-6 كيفية استخدام الطاقة الشمسية:

لتصميم نظام الطاقة الشمسية اللازمة لمشروع معين لابد لنا من توفير ودراسة المعلومات التالية:

1-التعرف على كمية ضوء الشمس المحتاج في موقع المشروع ومدى تغير هذه الكمية خلال فصول السنة.وهذه بالطبع يساعدنا على حساب عدد اللوحات المطلوب استخدامها لتوفير الطاقة اللازمة للمشروع

2-التعرف على خصائص الأحمال المستخدمة بما في ذلك متوسط التيار ودورة الاستخدام وهذه يمكننا من معرفة سعة البطارية.

3-اختيار نوع اللوحات الشمسية التي ستستخدم في هذا النظام وتحديد خصائصها والموقع الذي ستثبت فيه.

4-تحديد التيار المطلوب توفيره من اللوحات الشمسية عند تساقط الأشعة

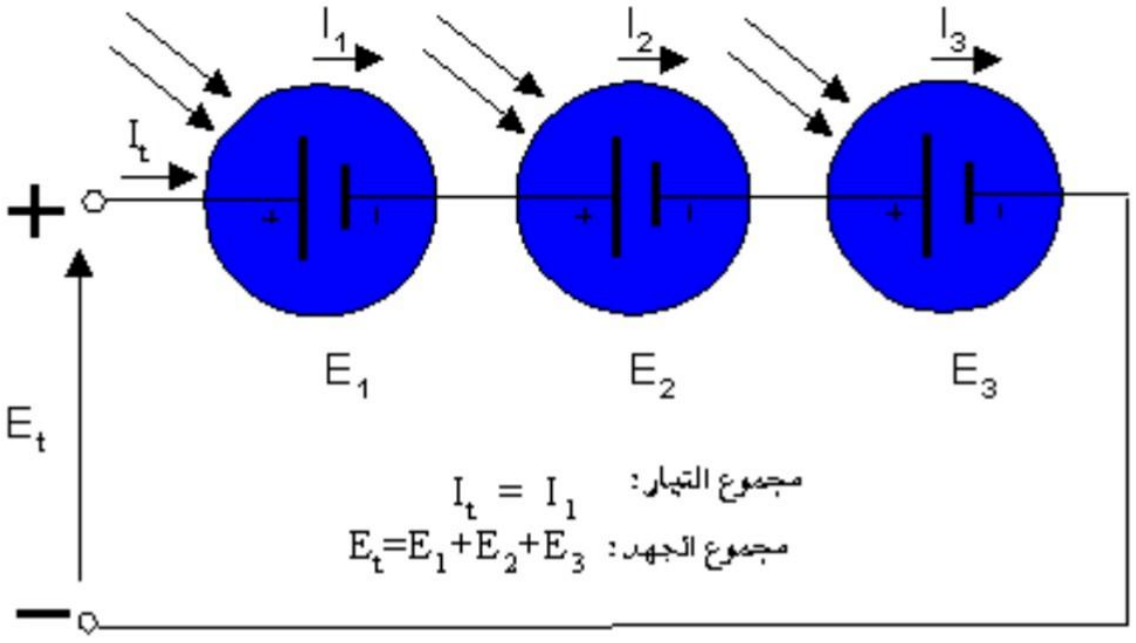
التيار المطلوب=معامل الأمان*متوسط التيار*24/ساعات تساقط الأشعة

5-تحديد عدد اللوحات اللازمة للمشروع وذلك حسب القواعد التالية

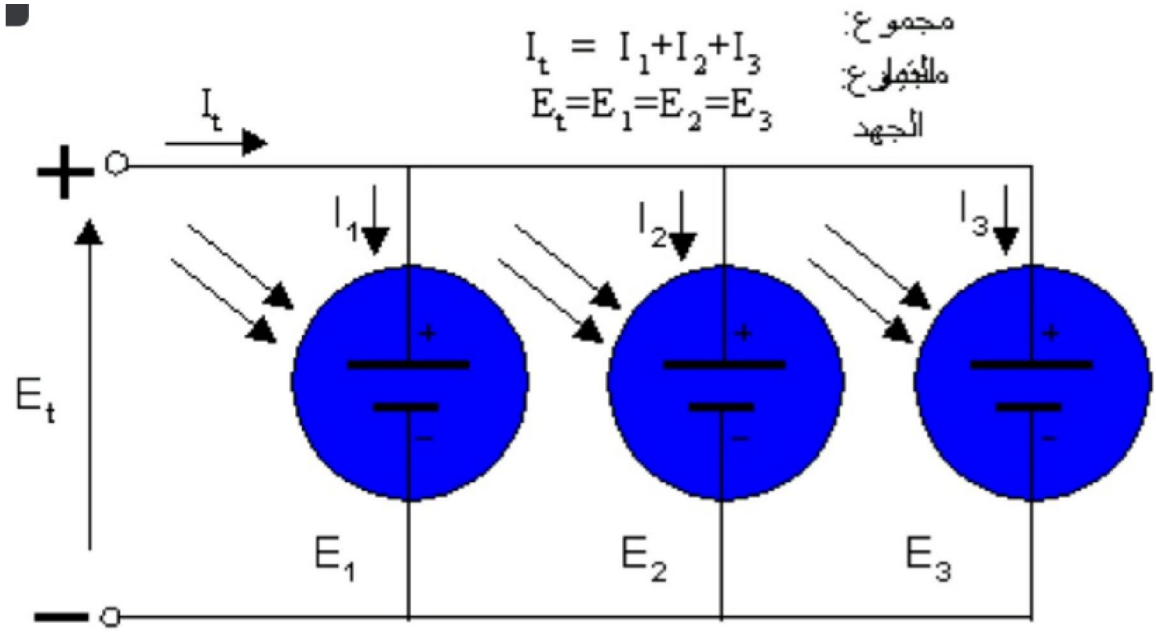
عدد اللوحات على التوالي=الجهد اللازم للحمل /جهد اللوحة الواحدة

عدد اللوحات على التوازي =التيار المطلوب/تيار اللوحة الواحدة

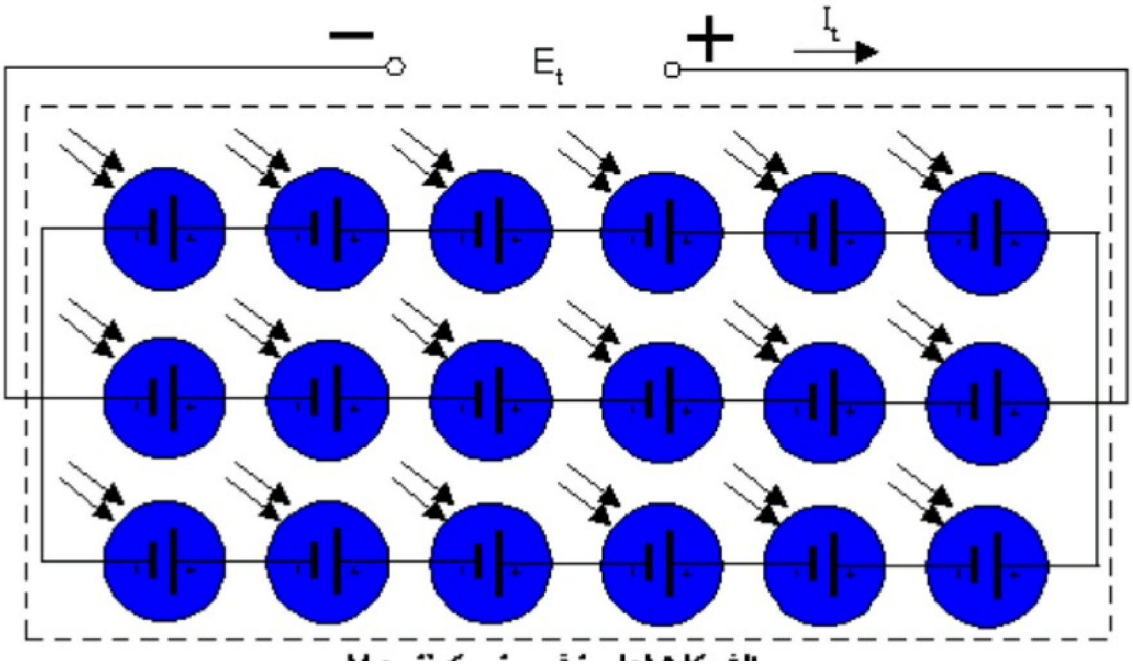
عدد اللوحات اللازمة =عدد اللوحات على التوالي*على اللوحات على التوازي.(4)



الشكل (2-3) طريقة توصيل الالواح علي التوالي .



الشكل(3-3) طريقة توصيل الالواح علي التوازي.



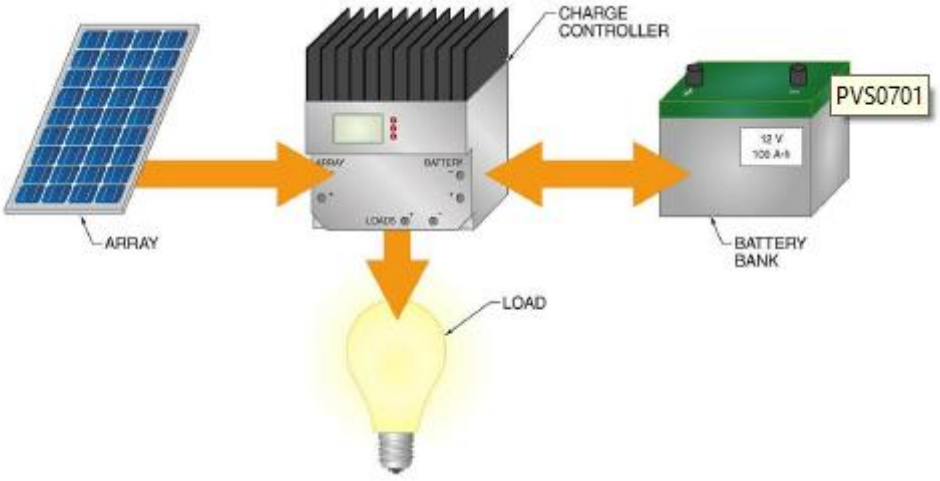
الشكل(4-3) طريقة التوصيل المركب للالواح(4)

النظام المقترح

4-1منظمات الشحن:Charger Controller(5)

4-1-1 منظم الطاقة الشمسية:

هو جهاز الكتروني يقوم بتنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الخلايا الشمسية قبل مروره إلى بطاريات الطاقة الشمسية وكذلك الصادرة من البطارية إلى الحمل الكهربائي.



الشكل(1-4) منظومة الطاقة الشمسية.

وذلك للمحافظة على بطاريات المستخدمة والتأكد من شحنها واستخدامها بصورة امثل.

4-1-2 أنواع منظمات الشحن المستخدمة في الخلايا الشمسية:

يوجد تقنيات مختلفة لمنظمات الشحن وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية :

1-منظم الشحن البسيط shunt charge controller:

وهو نوع قديم وتقريبا لا يستخدم كثيرا وهو يعمل بعملية بسيطة فقط يغلق المفتاح ويفتح التيار على البطاريات لشحنها وفعاليته منخفضة

2- منظم الشحن النابض pulse width modulated:

وهذا النوع يقوم بإرسال التيار الكهربائي إلى البطارية في شكل نبضات كهربائية

3-منظم الشحن المتتبع maximum power point tracking :

وطريقة عمله تتبع نقطة الطاقة القصوى

الشكل(2-4) منظمات الشحن المختلفة.

4-1-3 مبدأ عمل منظم الشحن:

تعمل منظمات الشحن مثل ملء كوب من الماء عندما يقترب الكوب من الامتلاء تخفض الصب ثم توقفه إذا امتلاء الكوب كذلك منظم الشحن عندما يكون شحن البطاريات منخفض يتم إرسال التيار القادم من الألواح بسرعة عالية وعندما تقترب من الامتلاء تخفض سرعة التيار ويتم ذلك عن طريق رفع الفولت وتخفيض الأمبير حسب حاجة البطارية للشحن بعد إن تمتلئ البطاريات يحافظ المنظم على بقائها مشحونة طوال الوقت بإرسال نبضات متقطعة من التيار حتى تبقى ممتلئة .

عملية شحن البطاريات تمر بعدة مراحل مرحلة الشحن العالي ثم مرحلة الامتصاص ثم مرحلة الطفؤ ومرحلة التوازن.

4-1-4 اختيار منظم الشحن :

اختيار منظم الشحن يعتمد على نوع البطاريات فكل نوع من البطاريات له منظم خاص فمثلا:

بطاريات أسيد الرصاص المغمورة (flooded lead Acid) تحتاج منظم خاص لأنها تحتاج مرحلة التوازن

أما بطاريات أسيد الرصاص المغلقة (sealed lead Acid) فلا تحتاج لهذه العملية أما بطاريات الليثيوم فهي تحتاج منظم من نوع خاص كل هذه عادة تجدها في مواصفات المنظم وغالبا تجد بعض المنظمات تعمل على عدة أنواع من البطاريات .

4-1-5 وظائف منظم الشحن:

1-تنظيم شحن البطاريات بمعنى السماح بالشحن الكامل دون الوصول إلى حالة الشحن الزائد فمثلا لو كانت البطاريات من نوع الجل من المعرون إن جهده 12V(75%شبه شحن) ثم بعدها تتناقص تدريجيا ، سرعة الشحن بصرف النظر عن التيارات القادمة من الألواح حتى يتم الوصول إلى الجهد(شحن كامل)وبعدها تتوقف عملية الشحن تماما ويتم فصل التيار القادم من الألواح كل هذه العملية هدفها الحفاظ على عمر بطارية النظام.

2- تنظيم الجهد الكهربائي الوارد من الألواح قبل مروره إلى البطاريات مثال:

من المعروف إن الألواح القياسية 250W-265W جهدها 37.5Vعند توصيل عدد 2 لوح على التوالي يكون الجهد القادم من الخلايا (75V)

مطلوب شحن بنك بطاريات 48V يتكون من 4 بطاريات 12V على التوالي هنا يقوم منظم الشحن بتخفيض الجهد لشحن البطاريات من 75إلى 51 هذه الوظيفة الأساسية للمنظم تؤدي إلى الحفاظ على البطارية ،وقد يبدو المبتدئين أن شحن البطارية سريعا من الخلايا بدون منظم مثل التونجر الشعبي شي فعال لكنه في النهاية يؤدي إلى تلف وخسائر سريعة أيضا من الملاحظ إن جهد شحن بطاريات الطاقة يجب إن يزيد عن48V حتى تتم عملية الشحن كما لا يمكن توصيل لوح واحد فقط جهده 37.5V ليقوم بشحن مجموعة بطاريات جهدها اكبر وليكن 48V مثلا

في هذه الحالة يجب أن يكون جهد بنك البطارية 24V أو 12V.

3- حماية الأنواع القديمة للألواح من التلف وذلك بمنع مرور التيار الكهربائي بشكل عكسي من بطاريات النظام إلى الألواح في المساء (حيث في الظلام تعتبر الخلية كحمل مستهلك للطاقة) ، وبالنسبة للنوعيات الحديثة من الخلايا الجيدة فمن المعلوم أنها تحتوي على دايود يحميها هذه التيارات العكسية على أي حال.

4- فصل التيار الكهربائي عن البطاريات عن وصولها إلى حدودها الدنيا من التخزين هذه الخاصية يطلق عليها low voltage disconnect (LVD) فمثلا معروف من جدول جهد البطاريات عند نسب الشحن المختلفة أن وصول البطارية لجهد 12.2Vيعني أن نسبة الشحن أصبحت 50% فقط وهي النسبة التي يجب عندها فصل البطارية وعدم السماح بالمزيد من التفريغ للحفاظ عليها فمنها يتم برمجة منظم الشحن ليقوم بفصل بنك البطاريات عند بلوغ جهد 12.2V وعندما يكون النظام 48V يتم برمجة الكنترولر ليفصل البطاريات عند جهد 48.8V وهكذا.

5- يحمي النظام من التيارات الكهربائية الزائدة أو الناقصة أو المتقلبة بفضل (احتواء فيوزات ودوائر خاصة لذلك).

6- يعمل كنظام مراقبة عن طريق المقاييس المستخدمة فيه بحيث يمكن أن يعطي ضوء أنزار عند حالات العمل الغير نظامية.

4-1-6 كيفية توصيل منظم الشحن:

كما واضح من الشكل يتألف من ثلاثة مداخل رئيسية :

المدخل الأول: بقطبين (موجب وسالب)خاص بالألواح الشمسية ويتم توصيله سواء لوح واحد أو عدد من الألواح بالتوالي أو التوازي حسب النظام الذي يتم تصميم المنظومة عليه .

المدخل الثاني:بقطبين(موجب وسالب) خاص بالبطاريات ومنها تستطيع توصيل بطارية واحدة أو عدد من البطاريات سواء على التوالي أو على التوازي حسب النظام المتبع في المنظومة و التصميم.

المدخل الثالث:بقطبين (موجب وسالب) خاص بالأحمال وتستطيع توصيل أحمال مختلفة مثل اللمبات ومودم الانترنت أو غيرها إذا كان النظام المتبع فولت مثلا

4-1-7 خصائص منظم الشحن:

1/ تيار الحمل/تيار الشحن

تيار الشحن وهو أهم خاصية يجب أن تعرفها عند اختيار منظم الشحن فكل منظم شحن له تيار حمل أقصى يمكنه،لذلك يجب القيام بحساب تيار الحمل الخاص بالنظام الشمسي ثم القيام باختيار منظم شحن ،لأن هذا التيار الخارج من المنظم وذاهب إلى البطاريات من أجل حساب هذه القيمة يجب القيام بالعملية الحسابية التالية

تيار الشحن = الطاقة الإجمالية المولدة من الألواح الشمسية

جهد البطاريات ألحملي

2/ قيمة الجهد القصوى التي يتقبلها من الألواح:

لحساب هذا الجهد نستعمل خاصية جهد الدائرة المفتوحة للألواح الشمسية أو إلPV (open circuit voltage) ويرمز إليها بVoc لذلك عند تركيب الألواح الشمسية يجب مراعاة عدم تجاوز الجهد الداخل للمنظم ، وما يزيد الجهد في الألواح هو التركيب على التوالي لكن في الوقت ذاته لا يجب تخفيض هذا الجهد كثيرا حتى لايقل عن مستوى شحن البطاريات في حالات ضعف الإشعاع الشمسي . *

إذا باختصار يجب مضاعفة عدد الألواح في التسلسل قدر المستطاع بدون تجاوز حد المنظم وذلك كي يتم التمكن من زيادة جهد البطاريات قدر المستطاع كي تخفض الأمبير وبالتالي تخفيض من حجم الاستهلاك.

3 / الطاقة القصوى التي يتقبلها الألواح الشمسية:

كذلك الطاقة القصوى للألواح الشمسية التي يمكن لمنظم الشحن تحملها من الخصائص التي تجدها في منظم الشحن .

4-2ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي

(2)Maximum power point tracking (MPPT)

4-2-1 تمهيد :

تعد الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة الأولية في العالم عموما وفي السودان خاصة بحكم موقعه الجغرافي حيث يتدفق الشمس بمعدل تساقط 3 ألاف ساعة سنويا .

تبرز تطبيقات الطاقة الشمسية في الحصول علي الطاقة الكهربائية في النظم الشمسية الكهروضوئية التي منها النظم المرتبطة ضمن الشبكة (كمحطات التوليد الكهروضوئية والأنظمة الهجينة والخ....والنظم المستقلة كأنظمة الإنارة وأنظمة التغذية الكهربائية غير المرتبطة بالشبكة والنظم المستخدمة في ضخ المياه ....الخ.

تتميز الطاقة الشمسية بأنها صديقة البيئة ومتجددة لاتنضب إلا أنها أيضا تواجه مشكلتين رئيسيتين من ناحية التقنية :

الأولي:

انخفاض مردود تحويل الطاقة الضوئية إلي طاقة كهربائية الذي يتراوح بين (17%_____9)

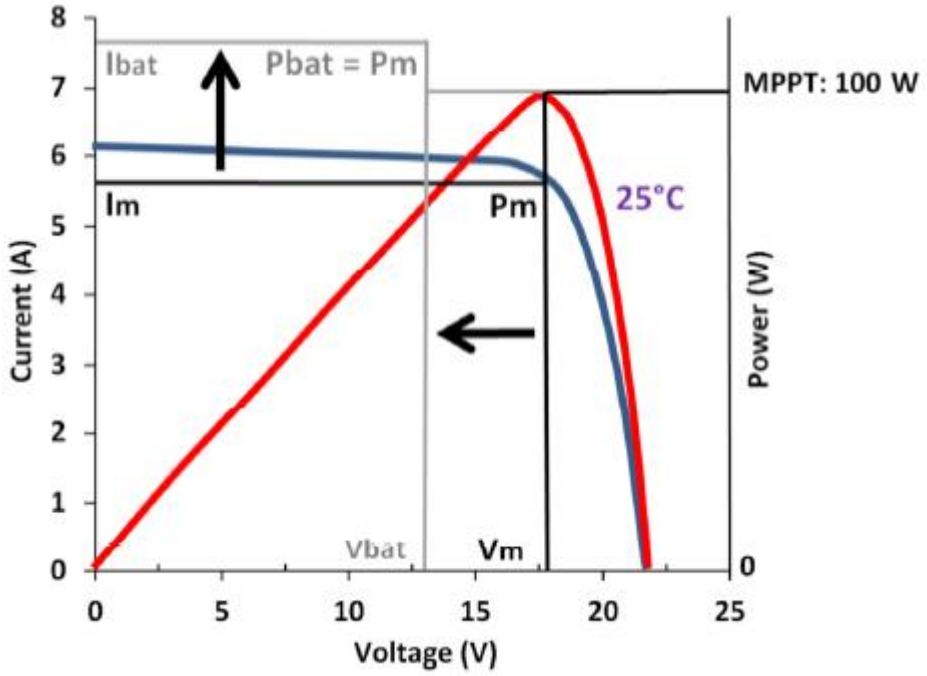
الثانية :

تعتبر الطاقة الكهربائية المولدة من الخلية الكهروضوئية بتغير الظروف المناخية المحيطة (الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة)

4-2-2 نقطة الاستطاعة العظمي Maximum Power Point :

تعرف نقطة الاستطاعة العظمي :من خلال منحني التيار _توتر ومن خلال منحني التوتر _استطاعة للخلية الكهروضوئية وبين الشكل (3-4) منحني التيار _توتر ومنحني التوتر _استطاعة الخلية كهر وضوئية

فمن منحني التيار توتر ومنحني التوتر استطاعة لخلية كهروضوئية ،فمن منحني التوتر استطاعة نلاحظ العظمي نلاحظ في الزوايا العليا علي يمين المنحني وجود قمة حادة تمثل نقطة الاستطاعة العظمي وهي التي نسعى للوصول إليها بدقة وذلك لمنحني التيار توتر عن طريق تغير نقطة التشغيل للنظام الكهروضوئي ككل ولتحقيق هذا الهدف ومن ثم مواجهة المشكلتين الرئيسيتين اللتين تواجهان تطبيقات الطاقة الشمسية في الحصول علي الطاقة الكهربائية ومحاولة التحقيق من إثرهما في عمل الخلية الشمسية .ظهرت عدة تقنيات تعتمد علي نقل نقطة العمل للاقط الكهروضوئي وعرفت هذه التقنيات بتقنيات ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي maximum power point tracking ويتأثر عمل الخلية الكهروضوئية بتغيرات الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة فمثلا لو أخذنا لاقطا باستطاعة 120w فان اللاقط سيكون قادرا علي توليد الاستطاعة فقط ضمن ظروف التشغيل المعيارية stc أما في الحالة التطبيقية العملية فانه لن يكون قادرا علي ذلك ،فعلي سبيل المثال لو انخفضت درجة الحرارة المعيارية فان اللاقط سيولد استطاعة اكبر مثلا 130wومن ثم نقطة الاستطاعة العظمي قد تغيرت ولابد من نقل نقطة العمل إليها للحصول علي الاستطاعة العظمي المتاحة من اللاقط الكهروضوئي



الشكل (4-3) منحني العلاقة بين الجهد والتيار في MPPT(8)

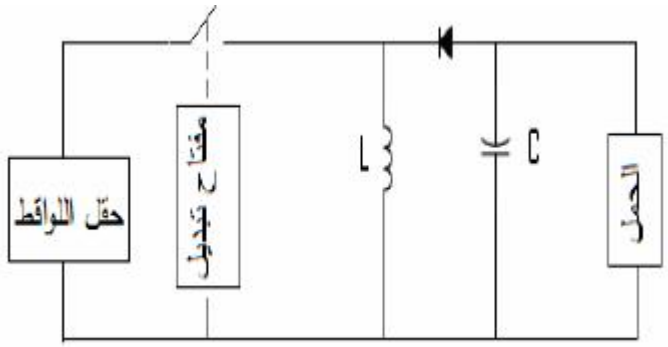
4-2-3 الفرق بين MPPT وتحريك اللواقط PANEL TRAKING:

لتجنب الالتباس في مصطلح الملاحقة لابد من التفريق بين MPPTوملاحقة اللواقط PANEL TRACKINGفملاحقة اللواقط هي تحريكها بواسطة نظام تحريك وملاحقة للشمس نفسها وهذا النظام يعتمد علي مجموعة من الحساسات التي تقوم بتتبع حركة الشمس اليومية ومحرك يقوم اللواقط بحيث تصبح مواجهة لقرص الشمس بحسب تغير حركة القرص وربما يحقق سقوط أعظم إشعاع من الشمس علي اللواقط.

*إما الجهاز الذي نحن بصدد إجراء اختبار لمزاياه MPPTهو جهاز ملاحقة فليس له علاقة بتحريك اللواقط إنما يقوم بمراقبة خرج اللواقط الشمسية الكهروضوئية مع توتر الحمل بحيث تنقل اكبر استطاعة ممكنة للحمل وذلك عن طريق أفضل جهد لإعطاء أفضل تيار .

4-2-4 المبدأ الأساسي في ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي للواقط الكهروضوئية :

تعتمد تقنيات ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي علي التبديل من جهد مستمر إلي جهد مستمر (DC to DC)(1) بهدف الوصول إلي نقطة الاستطاعة العظمي أو النقطة المثلي علي منحني التيار توتر المنبع المستمر DC (المولد الكهروضوئي) أو خفضه إلي توتر مستمر DC موافق للحمل المطلوب ويبين الشكل (4-4) دارة التبديل (المبدل)



الشكل(4-4) دارة التبديل DC.DC المستخدمة في تقنيات MPPT

إذ يقوم الترانسيستور (المفتاح) بالفصل والوصل بمعدل سريع (20KHZ)ويحوي النظام أيضا مكثفا موصلا عبر المولد غير مبين في الشكل .

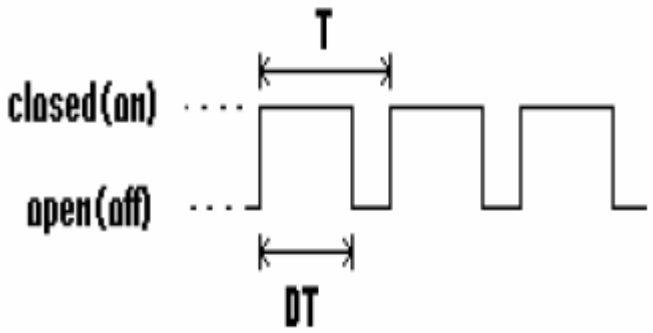
فعندما يكون المفتاح مغلقا يكون التوتر عبر الملف هو توتر المنبع V_iالذي يدفع تيار أل I_lعبر الملف يجري تيار المنبع بأكمله خلال الملف لان الدايود يمنع أي تيار من الجريان في بقية الدارة في إثناء هذا الجزء من الدورة تضاف طاقة إلي الحقل المغناطيسي في الملف بسب تشكل التيار ،إذ يعني المفتاح مغلقا ،يشكل الملف أخيرا دارة قصيرة ويقدم PV تيار قصر تحت توتر صفر.

عندما يفتح المفتاح يستمر التيار بالجريان في الملف في الوقت الذي يبدأ الحقل المغناطيسي بالانهيار،يجري تيار الملف خلال المكثف والحمولة والدايود ،إن تيار الملف يشحن المكثف ويولد توترا بقطبية معكوسة عبر الحمل هذا التوتر يساعد في الحفاظ علي تغذية الحمل بعد إن يغلق المفتاح ثانية .

إذا كانت عملية فصل ووصل المفتاح سريعة علي نحو كاف فان التوتر عبر المكثف لن يملك الفرصة ليهبط كثيرا قبل شحنه مجددا من قبل تيار الملف خلال مدة فتح القاطع التالية ،والمكثف لايغير توتره فجأة (لحظيا) وعندما تكون دورة المفتاح سريعة كفاية والمكثف كبيرا كفاية يكون توتر الخرج عبر المكثف والحمولة تابتا تقريبا .

عليه نلخص :

توتر الخرج Vo ثابت ومعاكس بالإشارة إلي توتر الدخل Vi إما آلية تحديد العلاقة بين توتر الدخل والخرج فتعتمد علي دورة عمل الترانزيستور D (Duty cycle) إذا كان 1>D>0 وباعتبار إن Dهي نسبة زمن الإغلاق إلي زمن الدورة T(مجموع زمن الإغلاق والفتح)فان التغير في زمن حالة القاطع وإغلاقه نسميه تعديل عرض النبضة PWM Pulse Width Modulation يبين الشكل (5-4) زمن الفتح والإغلاق للمفتاح



الشكل(5-4) زمن الفتح والإغلاق للمفتاح

وبفرض إن مركبات الدائرة مثالية أي إن الملف والدايود والمكثف لا تستهلك أي طاقة خلال دورة عمل كاملة للمفتاح تكون الاستطاعة الوسطية الداخلة إلي الدارة متساوية للاستطاعة الوسطية المقدمة من الدارة أي إن المردود 100% علمي في الحالة العملية يكون المردود نحو 95% (1)

عندما يكون المفتاح مغلقا من الزمن t=0 إلي $t = D.t$ يكون التوتر عبر الملف ثابتا علي V_iوتكون الاستطاعة الوسطية للملف خلال دورة كاملة هي :

$$p_{L,in} = \frac{1}{T}\int_0^{DT} V_i . I_L . dt = \frac{1}{T} V_i . \int_0^{DT} I_L . dt$$

إذا :

$P_{L.in}$= الاستطاعة الوسطية للملف وتقدر بالوات W .

T=زمن الدورة الكاملة وتقدر بالثانية S.

V_i=توتر الدخل للدارة ويقدر بالفولت V.

I_L=تيار الملف ويقدر بالأمبير A.

بافتراض تيار الملف ثابت نجد:

$$p_{L,in} = \frac{1}{T} V_i . I_L . \int_0^{DT} dt = V_i . I_L . D$$

عندما يفتح المفتاح يبدأ الحقل المغنطيسي للملف بالانهيار معبرا الطاقة التي اكتسبها توا يصبح الدايود ناقلا ،وهذا يعني إن التوتر عبر الملف V_iهو نفسه التوتر عبر الحمل V_0 لذلك تكون الاستطاعة الوسيطة المقدمة .

$$p_{L,out} = \frac{1}{T}\int_{DT}^{T} V_L . I_L . dt = \frac{1}{T}\int_{DT}^{T} V_0 . I_L . dt$$

لأجل التصميم الجيد يكون V_0 و i ثابتين وعليه :

$$p_{L,out} = \frac{1}{T} V_0 . I_L . (T - DT) = V_0 . I_L . (1 - D)$$

لأجل دور كامل تساوي الاستطاعتان الوسطيتان الداخلة إلي الملف والخارجة منها وعليه :

$$\frac{V_O}{V_i} = -\left(\frac{D}{1-D}\right)$$

زمن ثم يمكن رفع التوتر (مع ملاحظة تغير الإشارة)عن طريق دورة العمل D للمبدل

إن Dالطويلة تسمح زمنا اكبر للمكثف لعملية الشحن وزمن اقل لعملية التفريغ ومن ثم يزداد توتر الخرج مع تزايد D.

مثلا:

$D = 0.5$ يتساوي توتر الخرج وتوتر الدخل .

$D = 2/3$ يتضاعف توتر الخرج

$D = 1/3$ يكون توتر الخرج نصف توتر الدخل

يحتاج جهاز ملاحظة نقطة الاستطاعة MPPT طريقة ما ليملي علي المبدل دورة العمل الملائمة في أي لحظة زمنية

4-2-5 تقنيات ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي :

كما ذكرنا فان الهدف لأي تقنية ملاحة نقطة الاستطاعة العظمي هو أيجاد طريقة لجعل المبدل المذكور يعمل وفق دورة عمل ملاحقة في أي لحظة زمنية بما يحقق العمل عند نقطة الاستطاعة العظمي .

ولتحقيق ذلك يتم تميز نوعين من التقنيات:

1/التقنيات التقليدية :

وهي التقنيات التي تعتمد عناصر كهربائية ودارت ومتحكمات تقليدية كالمكثفات والمتحكمات التناسبية.

2/التقنيات الحديثة أو المتقدمة :

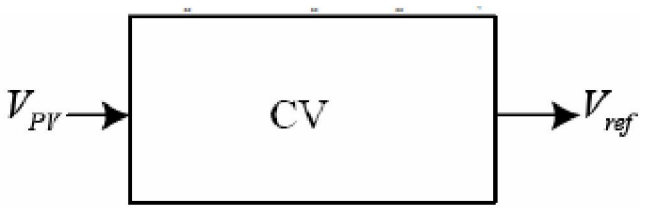
وهو الذي يعتمد على الشبكات العصبونية والمنطق القائم وغيرها من طرق التحكم المتقدمة.

4-2-6 بعض التقنيات التقليدية لملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي

1-طريقة التوتر الثابت(Constant Voltage(CV :

أن تقنية التوتر الثابت هي أسهل الطرق إذ أن نقطة عمل اللاقط الكهروضوئي تبقي قريبة من Mppمن خلال تنظيم التوتر ومطابقته مع توتر ثابت مرجعي أن التوتر المرجعي يعبر علي أساس قيمة V_m المأخوذة من خصائص النظام وهذه الطريقة تفترض أن التغيرات الفردية للإشعاع ودرجة الحرارة غير مهمة وان القيمة المرجعية V_{mf}

تعد كقيمة تقريبية لنقطة الاستطاعة العظمي لذالك التشغيل ليكون مطابقا لنقطة الاستطاعة العظمي هذه الطريقة لأتطلب أي دخل لكن لابد من قياس توتر خرج النظام V_{pv} وذلك لضبط دورة الحمل للمقطع dc من خلال متحكم تناسبي تكامله أل P_i كما في الشكل:



الشكل (4-6) مخطط صندوقي لتقنية التوتر الثابت

من المهم ملاحظة أن هذه الطريقة عملية في ظروف الإشعاع المنخفض وبفضل هذه الخاصية تستخدم هذه التقنية بوضعها طريقة دائمة للطرائق الاخري بملاحقة نقطة الاستطاعة العظمي.

2-طريقة نبضة تيار القصر (CSC) Short Current Pulse Method

تصل هذه الطريقة إلي نقطة الاستطاعة العظمي Mpp من خلال إعطاء تيار تشغيل I_{op}ألي مبدل استطاعة يتحكم بالتيار

في الواقع إن تيار العمل الأمثل لاستطاعة خرج اعظمية يتناسب طردا مع تيار القصر I_{sc} قي مختلف ظروف الإشعاع الشمسي وفقا للمعادلة :

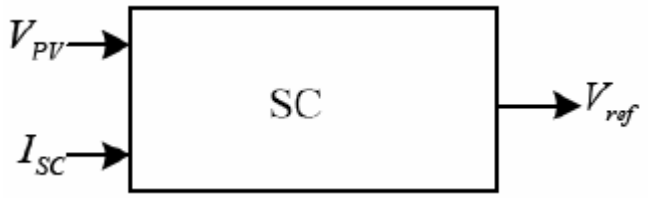
$$\mathrm{I_{op}=K.I_{sc}}$$

k =ثابت التناسب يعبر تقريبا علي

من هذه المعادلة يثبت أن المن هذه المعادلة يثبت أن إل I_{op} يمكن تحديده مباشرة من خلال تحديد I_{sc}

إذا العلاقة بين إذا العلاقة بين I_{ou} و I_{sc} تبقي تتناسب ضمن مجال تغير درجات الحرارة (0c − 60c)

لذالك هذه الطريقة تتطلب قياس تيار القصر باستخدام قاطع ساكن علي التفرع من النظام وذالك لإمرار تيار قصر ومن المهم ملاحظة أن خلال القصر $V_{\mathrm{PV}} = 0$ من ثم النظام لايحقق أي استطاعة كما في الطريقة السابقة تحتاج ألي قياس V_{pv} وذالك لأجل المنظم pi يعرف يضبب V_{ref} بحيث تكون قادرة علي إعطاء تيار التشغيل I_{op} المحسوب كما بالشكل (7−4)



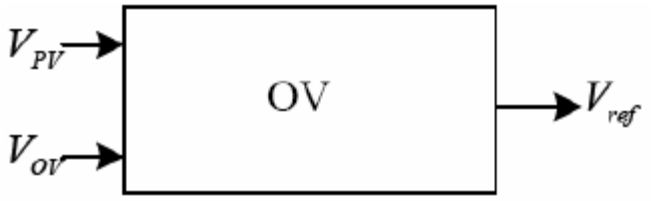
الشكل (7−4) مخطط صندوقي لتقنية نبضة تيار القصر

3−طريقة توتر الدارة المفتوحة Open Voltage Method(OV)

تعتمد هذه الطريقة علي افتراض أن توتر نقطة الاستطاعة العظمي هو نسبة ثابتة من توتر الدائرة المفتوحة إذ أن درجة الحرارة ومستويات الإشعاع الشمسي تغير موقع نقطة الاستطاعة العظمي بحزمة تفاوت 2%

بشكل عام هذه التقنية تحدد أن 76% من توتر الدائرة المفتوحة Voc هو التوتر المثالي الذي عنده يمكن استخلاص اكبر استطاعة ممكنة هذه الطريقة تتطلب قياس توتر الدائرة المفتوحة Voc وهذا يعني انه من الضروري وضوح قاطع ساكن علي التسلسل مع النظام وعند فتح القاطع فان Ivp=0 ومن ثم فان

النظام لايحقق أي استطاعة تتطلب قيم pv لأجل المنظم ويبين الشكل (4-8)مخططا صندوقيا لهذه التقنية



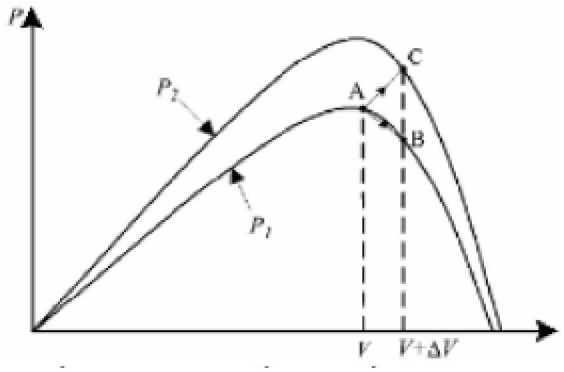
الشكل (4-8) مخطط صندوقي لتقنية الدائرة المفتوحة

4- طرائق الاضطراب والمراقبة Pert band observe method

تعتمد هذه الطريقة علي إجراء اضطراب (زيادة أو نقصان) علي قيمة توتر أو تيار خرج النظام ومقارنة استطاعة خرج النظام بعد الاضطراب فعندما يتغير توتر النظام واستطاعة زيادة أي$(db/dv > 0)$ فان نظام التحكم سيقوم بتحريك نقطة الحمل نفسه أي يجري اضطراب بالزيادة

وفي حالة $(dp/\mathrm{dv} < 0)$ فان النظام يحرك نقطة العمل بالاتجاه المعاكس أي يجري اضطراب بالنقصان .

أن تقنيات P&D تشترك بمشكلة هي أن توتر الخرج يضرب في كل دورة وذلك عند الوصول ألMpp فان استطاعة الخرج تتأرجح حول القيمة العظمي وذلك نظرا ألي تغير التوتر في كل دورة وهذا ما يسبب ضياع في استطاعة النظام تطبق الطريقة عمليا في حالة التغيرات السريعة ولتوضيح ذلك بشكل أعمق نورد الشكل(4-9) الذي يوضح عمل الطريقة :



الشكل (4-9) آلية عمل تقنية الاضطراب والمراقبة

فإذا بدا العمل من النقطة A علي منحني الاستطاعة Pوبفرض أن الظروف الجوية تبقي ثابتة تقريبا فان عند إجراء اضطراب Sv سوف تنقل نقطة العمل من A إلي B كما يبين منحني الاستطاعة P وهذا ما يودي إلي انعكاس الاضطراب في الدورة التالية بالاتجاه المعاكس.

ولكن عند تغير الإشعاع الشمسي زيادة بشكل كبير فان ذلك يودي ألي انتقال منحني الاستطاعة من P1ألي أل P2 خلال مدة الاضطراب وهذا ما يودي آلي انتقال نقطة الاستطاعة من Aإلي C علي المنحني P2ومن ثم فان الاستطاعة علي النقطة C ستكون اكبر منها عند النقطة Aوهذا ما يدفع النظام لإبقاء الاضطراب زيادة بدل النقصان آو هذا ما يودي ألي ضياع نقطة الاستطاعة العظمي ويستمر هذا الضياع باستمرار تغير الإشعاع.

5- طرائق زيادة التناقلية Incensement Conductance Method(IC)

تعتمد هذه الطريقة علي إشارة القيمة الآتية :

$$(I_{pv} / V_{pv}) + (dI_{pv} / dV_{pv})$$

(I_{pv}/V_{pv}) السماحية اللحظية وهي تمثل ميل نقطة التشغيل وهذا الميل موجب دوما المماس علي منحني I.V

فعندما نعمل عند MPP يكون الميلان متساوين ومتعاكس أي يكون المستقيمان متعامدا فيكون :

$$\left(\frac{dI_{PV}}{dV_{PV}}\right)+\left(\frac{I_{PV}}{V_{PV}}\right)=0$$

بينما عندما تقع نقطة العمل للنظام علي يمين Mpp يكون ميل التشغيل ومن ثم تكون المعادلة (10)

$$\left(\frac{dI_{PV}}{dV_{PV}}\right)+\left(\frac{I_{PV}}{V_{PV}}\right)<0$$

أما عندما تقع نقطة العمل للنظام علي يسار Mpp يكون ميل المماس اصغر من ميل نقطة التشغيل فتكون المعادلة:

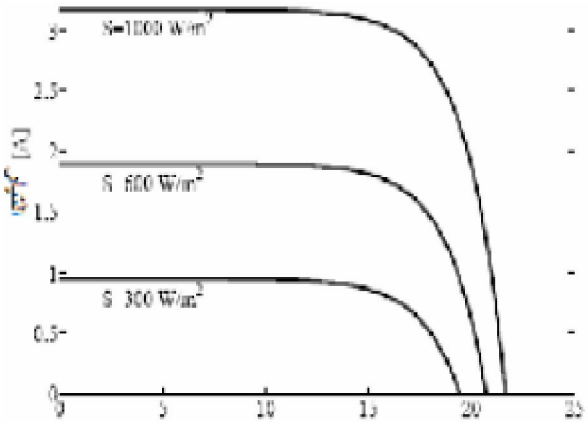
$$\left(\frac{dI_{PV}}{dV_{PV}}\right)+\left(\frac{I_{PV}}{V_{PV}}\right)>0$$

ومن ثم نجري ملاحظة Mpp بإجراء المقارنة أو بحسب الإشارة يتحدد الاتجاه الصحيح للاضطراب المؤدي أليMpp وحالما تصل ألي أل Mpp فان النظام سيستمر عند هذه النقطة وسيتوقف الاضطراب حتى يلاحظ تغير في I_{pv}

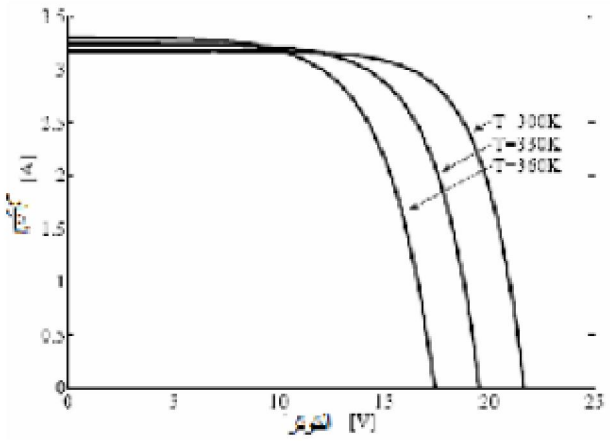
وفي هذه الحالة فان النظام سيزيد آو ينقصV_{ref} لملاحقة نقطة MPPT الجديد ومقدار الزيادة يحدد مدي سرعة الملاحقة نلاحظ انه هذه الطريقة يمكن الوصول نظريا إلي MPPT التي عندها يمكن إيقافها اضطراريا .

6- طرائق درجة الحرارة Temperature methods:

كما هو معروف فإن منحني التيار توتر للخلية الكهروضوئية بتغير كل من الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة إذ إن توترا لدارة المفتوحة للخلية الشمسية يتغير بشكل رئيسي مع درجة حرارة الخلية في حين يتناسب تيار القصر مباشرة مع مستوي الإشعاع كما موضح في الشكل ويكون التيار ثابت تقريبا مع تغيرات درجة الحرارة



الشكل (4–10) منحني التيار _توتر للخلية الكهروضوئية بتغير الإشعاع الشمسي



الشكل (4–11) تغير منحني التيار _توتر للخلية الكهروضوئية بتغير درجة الحرارة

ويعطي توتر الدائرة المفتوحة بالمعادلة الآتية:

$$V_{ov} \simeq V_{ovstc} + \frac{dV_{ov}}{dT} \cdot (T - T_{stc})$$

إذا

V_{ovstc} = توتر الدارة المفتوحة في شروط الاختبار

المعيارية STC هو أل Standard tost condition

$dV_{ov}/_{dt}$ الميل الحراري ويقدر بالفولت لكل كلفن درجة tstc درجة حرارة الخلية عند شروط الاختبار المعيارية.

من جهة أخري يعطي توتر نقطة الاستطاعة العظمي V_{mpp} عند أي شروط تشغيل بالمعادلة التالية :

$$V_{\mathrm{mpp-module(x*c)}} = \mathrm{V_{mpp-m0dule-stc}} + (\mathrm{x} - \mathrm{T_{stc}}) * \Delta \mathrm{V}$$

حيث أن $V_{\mathrm{mpp-module(stc)}}$=التوتر عند شروط الاختبار العيارية ويقدر بالفولت

ΔV = معامل تغير درجة الحرارة(يكون بقيمة سالبة)

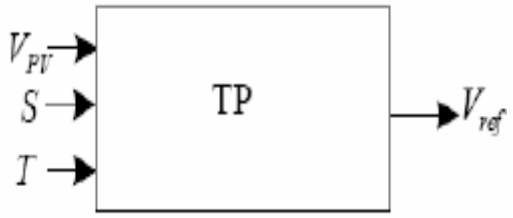
X = درجة الحرارة المراد حساب التوتر عندها .

7- طريقة معادلة البارومترات الحرارية (TM) 'Temperature Parameters :

تعتمد علي المعادلة التالية :

$$- = V_{Mpp-modul-STS} + (X - T_{STC}) * \Delta V V_{Mpp-modul(x*i)}$$

بحسب التوتر V_{Mpp}وذلك عن طريق قياس درجة الحرارة وشدة الإشعاع فضلا عن قياسV_{pv} من اجل المتحكم التناسبي التكاملي P_{i} ومن ثم يكون المخطط الصندوقي لهذه الطريقة كما بالشكل



الشكل (4-12) المخطط الصندوقي لطريقة البارومترات الحراري (3)

3-4 منظم الشحن :Pulse Width Modulation(PWM)(5)

1-3-4 منظم الشحن PWM:

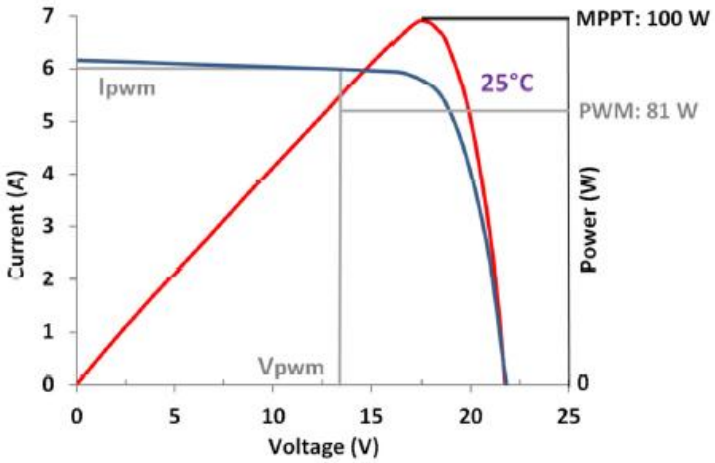
منظم الشحن PWM يقوم بتقليص الجهد المتعاتي من الألواح الشمسية لتحويله الى الجهد المناسب في شحن البطاريات وهذا ما يتسبب في فقدان بغض الطاقة وتقليل كفاءة النظام وهذه أهم عيوب منظم الشحن PWM قيمة الكفاءة الضائعة مع هذا النوع من منظمات الشحن مرتبطة بالفرق بين قيم الجهد

فـي الألـواح الشمسية والبطاريـات وميـزة مـنظم الشـحنPWM إن ثمنـه رخـيص مقارنـة بـالنوع الثـاني MPPTلذلك توجد حالات يمكن إن يختار فيها هذا النوع رغم قلة كفاءته مقارنة بالنوع الأخر .

بصفة عامة المنظمات من نوع PWM يستعمل في حالات الطاقة الصغيرة أما المنظمات من نوع MPPTفيمكن استعمالها في حالة توليد طاقة كبيرة .ويمكن استعمال منظم PWM كذلك في الحالات التي يكون فيها الفرق بين الجهد الذي تولده الألواح بجهد البطاريات طفيفا ففي هذه الحالة لا تنقص الكفاءة كثيرا.

يسمى بهذا الاسم لان هذا النوع يقوم بإرسال التيار على شكل نبضات كهربائية تسمى (pulse) يقوم هذا النوع بتعديل عرض النبضات وفقا لحجم التيار المخزن في البطارية .

العيب الخطير في PWM في أنها تقوم بخفض الفولت مع الإبقاء على نفس الأمبير.



الشكل (13-4) منحني العلاقة بين الجهد والتيار في PWM(8)

مثال:

لوح 250W يتم توصيله بمنظم PWM لشحن بطاريتين 12V تم توصيلها على التوالي الجهد الداخل إلى المنظم 36V ، 5A أثناء الظهر

القدرة بالوات = 5*36V = 180V

الكهرباء التي يتم شحنها بالوات = 5*25.6 = 128W

إذن الفاقد في الكهرباء = 30%

4-3-2 ما هو الفرق مابين منظِمات MPPT/PWM

–الفرق بين منظمات PWM و MPPTهو إن منظمات الشحن من نوع PWM تأخذ الجهد اللازم لشحن البطارية من اللوحة الشمسية وتترك الجهد الزائد ،مثلا لو ربطنا عليه لوحة شمسية بجهد 30V والبطارية المراد شحنها كانت من نوع 12V في هذه الحالة تؤخذ الشاحنة 14V تقريبا من الخلية وتشحن بها البطارية ونترك أل16V المتبقي من اللوحة الشمسية هذا النوع متوفر بأسعار مناسبة ويتم استخدامه غالبا للمنظومات الصغيرة أقل من 200W.

–بينما شاحنات MPPT تقوم بأخذ الجهد اللازم لشحن البطارية وتحول الجهد إلى تيار لكي تسرع عملية شحن البطارية وبكفاءة أعلى ، سعر هذا النوع من المنظمات عالي نسبيا قد إلى 3 أضعاف سعر شاحنات PWM وغالبا تستخدم في منظومات اكبر من 200W أو 300W .

نأخذ مثال بسيط للتوضيح:

نفترض وجود لوحة شمسية 30V والقدرة 100W يراد أن يشحن بها بطارية 12V (بغض النظر عن حجم البطارية والمفاقيد)

بما أن اللوحة 30V والقدرة 100W إذن التيار الخارج هو 3.3A (3.3=100/30) لأن القدرة تساوي الجهد في التيار في هذه الحالة لو ربط اللوحة على منظم من نوع PWM سوف تقوم بشحن البطارية بجهد 14V وتترك الجهد المتبقي من 30V ، تيار الشحن في هذه الحالة سوف يكون 3.3A فقط إذن القدرة المستخدمة لشحن البطارية تساوي 48W فقط (بدون أخذ المفاقيد في الاعتبار)

14*3.3=48W

بينما إذا تم ربط نفس اللوحة السابقة على نفس البطارية السابقة لكن هذه المرة شاحنة من نوع MPPT تقوم بشحن البطارية بجهد 14V وثم تحول الجهد المتبقي من أل30V إلى تيار فيصبح تيار الشحن 7.1A (بدون أخذ المفاقيد في الاعتبار)

14*7.1=100W

4-3-3 كيفية رفع التيار في MPPT:

هنالك قاعدة عامة في علم الالكترونيات والكهرباء من المستحيل رفع الجهد إلا على حساب التيار والعكس صحيح فلا يمكن رفع التيار إلا على حساب الجهد.

منظمات شحن من نوع MPPT ترفع التيار على حساب الجهد ففي البداية كان الجهد 30V والتيار 3.3A ثم أصبح التيار 7.1A لكن الجهد قد انخفض إلى 14V تقريبا ، لكن في كلا الحالتين القدرة بقت كما هي تساوي 100W كما موضح في المعادلة التالية

30*3.3=14*7.1=100W

الصورة أدناه توضح الفرق بين الشاحنين من الداخل يمكنك بكل وضوح إن ترى بأن الشاحن MPPT تمتلك ملفات بأحجام كبيرة مسئولة عن رفع التيار ولما دائرة الكترونية معقدة أكثر بكثير من PWM وهذا هو السبب غلاء أسعار MPPT

4-3-4 متى يجب استخدام MPPT ومتى PWM

شاحنات MPPT غالبا تستخدم في الحالات التالية:

1- يكون هنالك فرق جهد كبير ما بين جهد اللوحة الشمسية وجهد البطارية في مثال أعلاه لو كان جهد اللوحة الشمسية 18V بدلا من أن يكون 30V نسبة الجهد الذي يتم خسارته في PWM أقل بكثير لذا استخدام شاحنات PWM تكون أكثر منطقية.

2- يكون حجم المنظومة صغير (أقل من 200W)

4-3-5 يمكن التمييز بين منظمات PWM و MPPT بطريقتين:

1-فتحها وبحث عن ملفات كبيرة

2-عن طريق فحص التيار الداخل للبطارية ، تيار شحن البطارية يجب أن يكون أكثر من تيار اللوحة الشمسية

4-3-6 اختيار نوع المنظم MPPT أم PWM

بصفة عامة المنظمات من نوع PWM تستعمل في حالات الطاقة الصغيرة أما منظمات من نوع MPPT ممكن استعمالها في حالات توليد طاقة كبيرة ، ويمكن استعمال منظم PWM في الحالات الذي يكون فيها الفرق بين الجهد الذي تولده الألواح وجهد البطاريات طفيفا ففي هذه الحالة لا تنقص الكفاءة كثيرا

الجدول التالي حول اختيار نوع المنظم:

Solar panels and batteries	Charge controller
36cells 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/24Vbatteries	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

الجدول (1-4) اختيار نوع المنظم

إجراء تجارب عملية علي الجهاز PWM و MPPT

لإجراء تجارب عملية لتحقيق مميزات جهاز أل MPPT عن طريق المقارنة بين جهازي MPPT و PWM تم ربط الجهازين على منظومة إنارة ذات قدرة واحدة وحمل واحد وأخذت قراءات للجهازين في نفس الزمن على فترات متعددة تختلف فيها فيها معدل سقوط الأشعة.

ومن أجل تحقيق ذلك يجب حساب الأتي:

- الجهد الداخل إلى MPPT.
- الجهد الخارج من MPPT.
- التيار الداخل إلى MPPT.
- التيار الخارج من أل MPPT إلى الحمل والبطارية(تيار الشحن).

وكذلك:

- الجهد الداخل إلى PWM.
- الجهد الخارج من PWM.
- التيار الداخل إلى PWM.
- التيار الخارج من PWM إلى الحمل والبطارية(تيار الشحن).

1-5 موقع التجربة :

أجريت التجربة في شركة ألراجحي الدولية للزراعة والاستثمار في مدينة بربر ولاية نهر النيل السودان

2-5 المنظومة المجرى عليها الدراسة:

1-الألواح الكهروضوئية : تم استخدام لوح كهر وضوئي ، باستطاعة عظمى 250Wو جهد 36V.

وبشكل عام يجب أن تكون الألواح الكهروضوئية عن الأفق وفق المعادلة

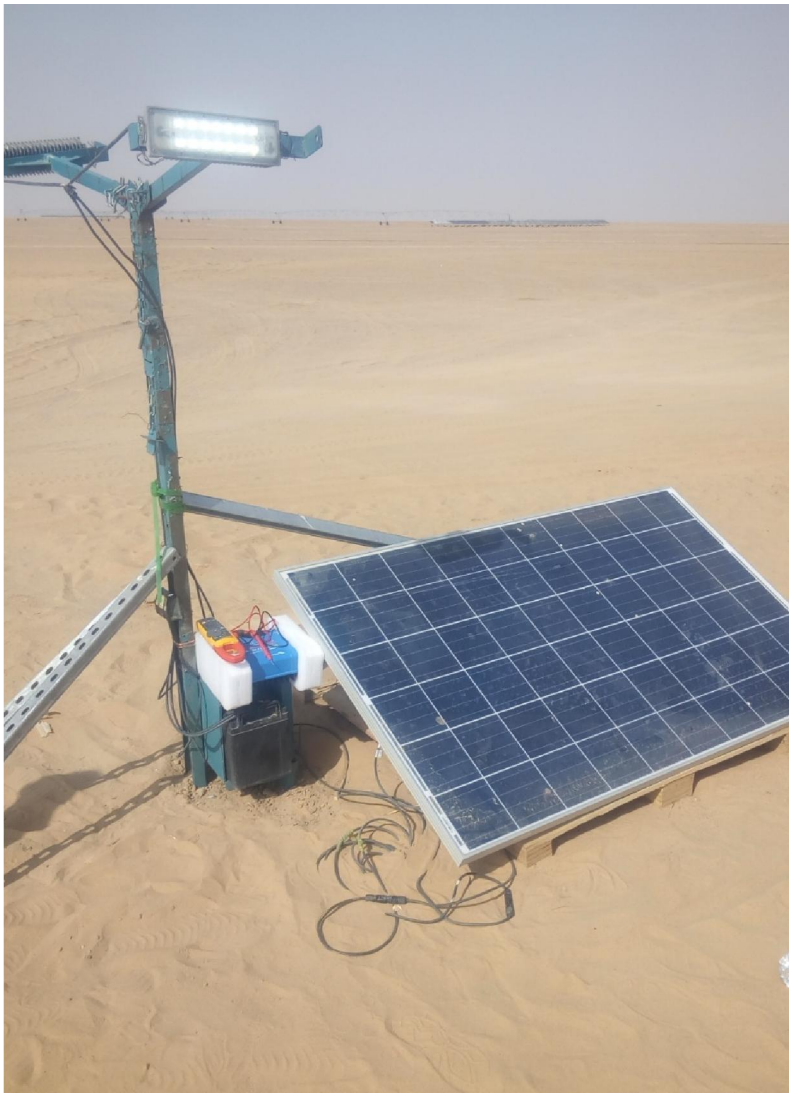
$$\phi = \alpha \pm(10\rightarrow15) \quad (3)$$

حيث:

α : زاوية ميل الألواح الكهروضوئية عن الأفق

$(\pm)$: الإشارة السالبة للصيف والموجبة للشتاء

ϕ : خط عرض موقع تركيب المنظومة



2-الأحمال (منظومة إنارة):

وهي بالمواصفات القياسية التالية:

-الاستطاعة العظمى (39.63) DC

-الجهد لكلا الكشافتين (12V) DC

التيار ألأعظمي (2*1.64) DC

3-5 أجهزة القياس المستخدمة:

أجريت القياس بالأجهزة التالية:

جهاز قياس الفولت

جهاز قياس شدة التيار

4-5 أسلوب أخذ القياس:

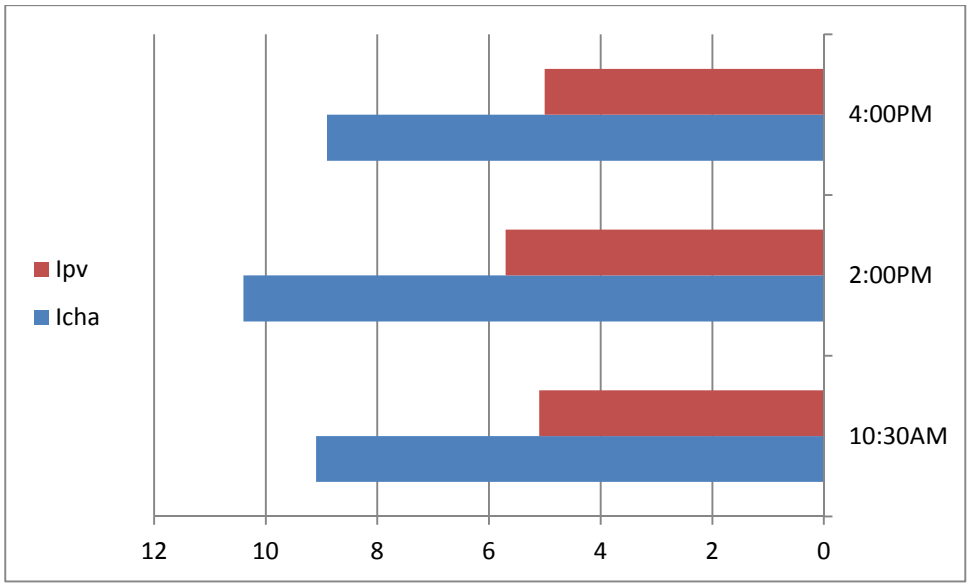
- تم أخذ قراءات جهد اللوحة وتياره قبل ربط أي من الجهازين
- تم ربط جهاز أل MPPT على المنظومة وأخذت قراءات الجهد والتيار الداخل والخارج.
- ومن ثم تم ربط جهاز أل PWM في نفس المنظومة وتم أخذ قراءات الجهد والتيار الداخل والخارج من PWM.
- علما بأن القراءات تتم على ثلاث فترات صباحا وظهرا ومساءا

5-5 النتائج المأخوذة من القياسات:

النتائج التي تمت قراءتها في يوم 30/9/2017 لجهاز أل MPPT

Time	V_{in}	V_{out}	I_{in}	I_{cha}	V_{load}	I_{load}	V_{pv}	I_{pv}
10:30AM	12.7	12.4	2.8	9.1	12.4	3.5	32.5	5.1
2:00PM	12.7	12.4	3.7	10.4	12.4	3.5	33.5	5.7
4:00PM	12.7	12.4	2.5	8.9	12.4	3.4	31.5	5.0

جدول (1-5)يوضح نتائج MPPT

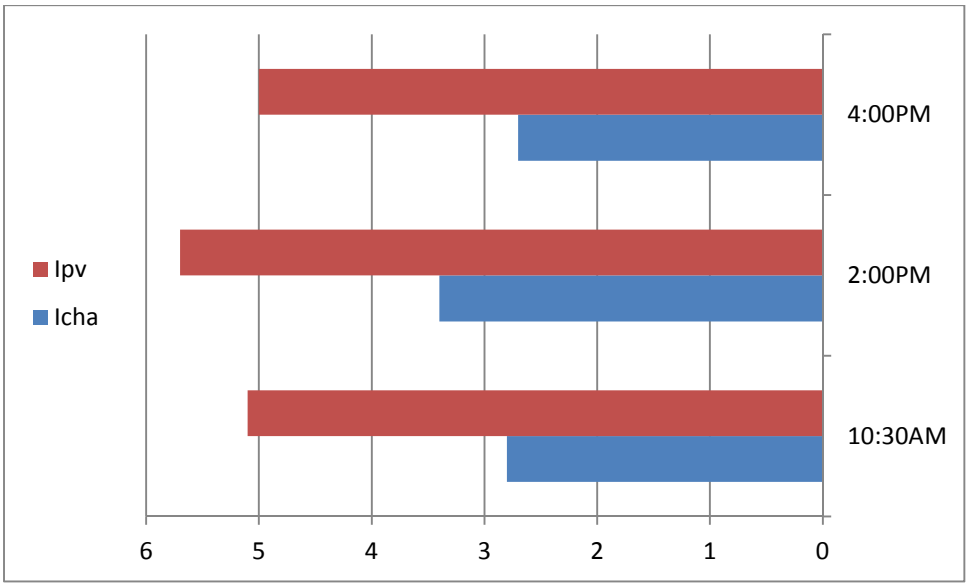


العلاقة بين تيار الـ PV وتيار الشحن

النتائج التي تمت قراءتها يوم30/9/2017 لجهاز أل PWM

I_{pv}	V_{pv}	I_{load}	V_{load}	I_{cha}	I_{in}	V_{out}	V_{in}	Time
5.1	32.3	3.5	12.4	2.8	2.8	12.4	12.7	10:30AM
5.7	33.5	3.5	12.4	3.4	3.5	12.4	12.7	2:00PM
5.0	31.6	3.5	12.4	2.7	2.7	12.4	12.7	4:00PM

جدول (2-5)يوضح نتائج PWM

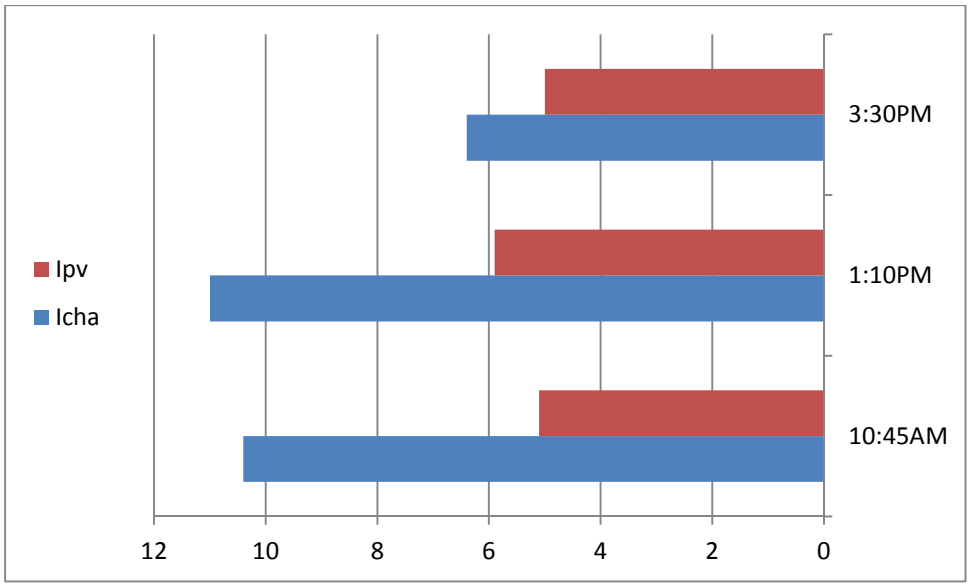


العلاقة بين تيار PV وتيار الشحن

النتائج التي تمت قراءتها في يوم 9/10/2017 لجهاز أل MPPT

I_{pv}	V_{pv}	I_{load}	V_{load}	I_{cha}	I_{in}	V_{out}	V_{in}	Time
5.1	31.5	3.5	12.4	10.4	4.9	12.4	12.7	10:45AM
5.9	32.5	3.5	12.4	11	5.3	12.4	12.7	1:10PM
5	31.4	3.5	12.4	6.4	4	12.4	12.7	3:30PM

جدول (3-5)يوضح نتائج MPPT

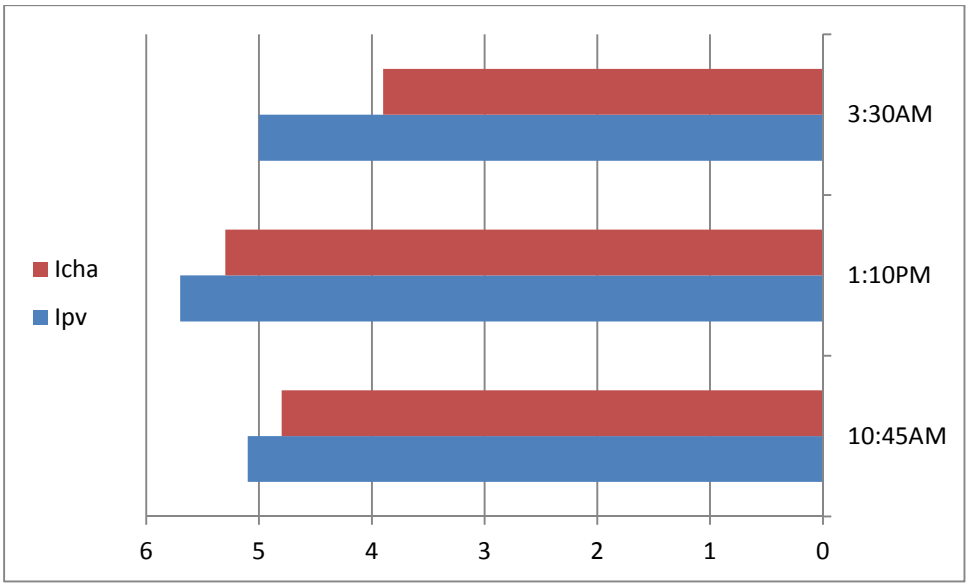


العلاقة بين تيار PV وتيار الشحن

النتائج التي تمت قراءتها يوم9/10/2017 لجهاز أل PWM

I_{pv}	V_{pv}	I_{load}	V_{load}	I_{cha}	I_{in}	V_{out}	V_{in}	Time
5.1	31.5	3.4	12.4	4.8	4.9	12.4	12.7	10:45AM
5.7	32.5	3.5	12.4	5.3	5.3	12.4	12.7	1:10PM
5.0	31.4	3.5	12.4	3.9	4	12.4	12.7	3:30AM

جدول (4-5)يوضح نتائج PWM



العلاقة بين تيار PV وتيار الشحن

5-6 مناقشة النتائج:

أولا:بالعودة إلى منحنى العلاقة بين تيار الدخل والخرج الموضح في الجدول (2-4) والمنحنى (2-4) أن القراءات التي أخذت في جهاز أل PWM الساعة (10:30) نلاحظ أن التيار الداخل يتساوى مع تيار الشحن وهو التيار الخارج من المنظم ، وأيضا نلاحظ أن جهد اللوحة (32.5) والجد الداخل إلى الجهاز هو (12.7), وذلك لأن جهاز ألPWM يقوم بأخذ الجهد اللازم لشحن البطارية ويترك الجهد الزائد لذلك يتبين أن هنالك فقد في القدرة.

ثانيا:بالعودة إلى منحنى العلاقة بين تيار الدخل وتيار الشحن الموضح في الجدول (1-4) والمنحنى (4-1) وجد أن القراءات التي تم أخذها من جهاز أل MPPT وفي نفس زمن أخذ القراءات في جهاز أل PWM لوحظ أن الجهد في اللوحة 32.5V والجهد الداخل إلى جهاز أل MPPT 12.7V وذلك لأن جهاز أل MPPT يقوم بأخذ القيمة اللازمة لشحن البطارية ويحول الجهد الزائد إلى تيار لذلك نجد أن تيار الشحن أعلى من التيار الداخل وهذه من أهم مميزات هذا الجهاز حيث يتم الاستفادة من القدرة القصوى الناتجة من الألواح.

5-7 الاستنتاجات:

1- أن جهاز ألPWM يقوم بأخذ الجهد اللازم لشحن البطارية ويترك الجهد الزائد.

2- أما جهاز ألMPPT يقوم بأخذ الجهد اللازم لشحن البطارية ويحول الجهد الزائد إلى تيار.

3- أن في جهاز ألPWM يوجد فقد في القدرة

4- ومن الملاحظ أن في حالة المنظومات الصغيرة يفضل استخدام جهاز أل PWM بدلا عن المنظم MPPT وذلك لارتفاع ثمن جهاز ألMPPT ولكن في حالة المنظومات الكبيرة نحتاج إلى تيار كبير لذلك من الأجدر استخدام MPPT لأنه وكما ذكرنا أنه يقوم بتحويل الجهد الزائد إلى تيار.

8-5 المعوقات:

1-عدم توفر المعلومات الكافية عن أجهزة الشحن وذلك نسبة إلى عدم اهتمام السودان بالصورة المطلوبة بالطاقة الشمسية .

2-عدم انتشار استخدام جهاز ألMPPT في السودان.

3-عدم تعاون الشركات بالقدر الكافي.

6-1 الخاتمة:

بناءاً على النتائج التي تم الوصول إليها ومن خلال التجارب العملية والمقارنة بين الجهاز PWM وجهاز MPPT تمَّ الوصول إلى أن جهاز MPPT له مميزات واضحة بالمقارنة مع الأجهزة الأخرى وجهاز PWM بصورة خاصة وفي حالة المنظومات الكبيرة أكبر من 2000W يجب إستخدام جهاز MPPT وفي حالة المنظومات الصغيرة أقل من 2000W يمكن إستخدام PWM .

6-2التوصيات والمقترحات

من اجل الاستفادة القصوى من إمكانيات السودان الجغرافية ومن اجل مواكبة دول العالم في هذه المجال يقترح مراعاة التوصيات التالية :

1-الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجال أجهزة الطاقة الشمسية .

2-رفد مكتبة الجامعة بالمعلومات الكافية.

3-إضافة منظومة طاقة شمسية متكاملة ألي معامل الجامعة لتسهيل عملية البحث العلمي .

4-التشجيع علي استخدام الطاقة النظيفة

6-3 المراجع:

المراجع العربية

1) م. وسيم سعيد ، مجلة جامعة دمشق للعلوم ، العام 2014م ، المجلة الثلاثون ، العدد الأول

2) م. محمد سركس ، مجلة جامعة دمشق للعلوم ، العام 2014م ، المجلة الثلاثون العدد الأول

3) علي ناجي حمودي ، دراسة وتنفيذ وتعين أداء محطة ضخ مياه تعمل بالطاقة الشمسية ، دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير ، هندسة القوة الميكانيكية ، جامعة تشرين ، اللاذقية 2008م

4) الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج ، محطات التوليد ونقل القدرة ، المملكة العربية السعودية

5) 3ooloom.com/3ooloom/2016/10 منظم شحن الطاقة الشمسية مارس 2016،ابريل 2017

المراجع الاجنبية :

6- Olle I. Elgerd " Electric Energy Systems Theory" An Introduction McGraw-Hill, New York, ١٩٨٢.

7- www.victronenergy.com، 28 june 2014، 12 june 2017.