



APOLLO SOLAR

MPPT v PWM Régulateurs de Charge

Apollo Solar, Inc.

23 F. J. Clarke Circle

Bethel, CT 06801

(203) 790-6400

www.ApolloSolar.com

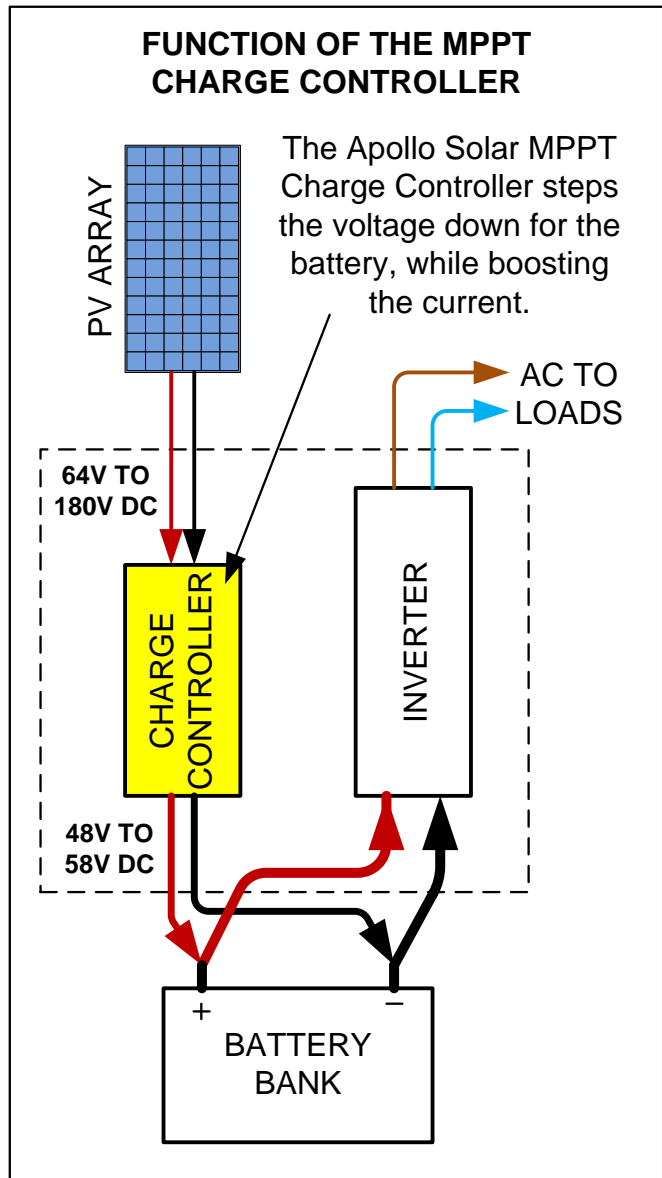
Historique du Régulateur de Charge PV

Le chargeur MPPT est la 3ème generation de technologie de chargeur PV.

- 1. RELAIS:** Les premiers chargeurs utilisaient des relai pour relier directement les modules PV au batteries et deconnecter quand les batteries sont charges. Cette methode réduit la durée de vie des batteries et faisait perdre beaucoup d'energie PV. Elle est remplacée.
- 2. PWM:** Le deuxième generation est la PWM (Pulse Width Modulation). PWM relie aussi directement les batteries aux modules mais très rapidement, les batteries ne sont pas affectées. Elle perd aussi beaucoup de production PV. Elle est encore utilisée dans les petits systems.
- 3. MPPT:** Les régulateurs maximum Power Point Tracking sont basés sur une conversion DC/DC. Elles incluent un programme qui ajuste à la tension et courant optimal du champ PV comme ces d'valeurs changent dans la journée. 100% of l'energie PV est extradite. La sortie vers les batteries est automatiquement ajustée au besoin de celles ci pour une charge optimale et une longue durée de vie.



Les basics de l'Off-Grid – Le régulateur de charge

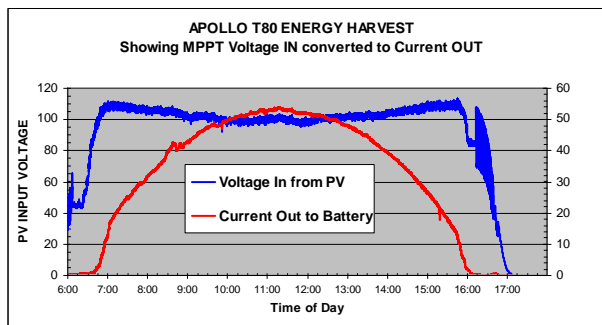


Le role du régulateur de charge:

1. Extraire le autant que possible l'énergie du champ PV en utilisant le MPPT
2. Charger les batteries pleinement chaque jour et le plus tot possible.
3. Protéger les batteries contre les surcharges.
4. Optimiser le rendement du process en entier (y compris le cablage du système)
5. Envoyer l'état de charge des batteries et les autres paramètres du système pour de la maintenance à distance.

Les Basics de l'Off-Grid Basics – Le Régulateur de charge

A DAY IN THE LIFE OF AN MPPT CHARGE CONTROLLER

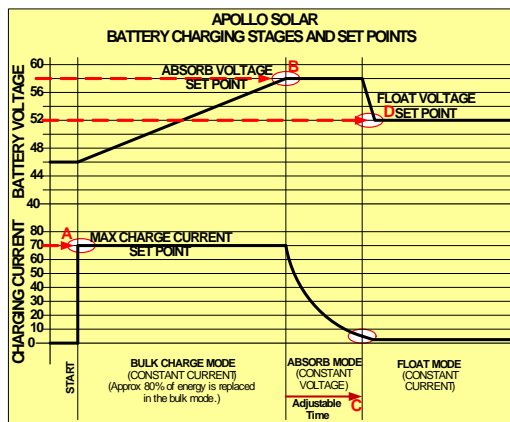


64V to 180V
DC FROM
PV ARRAY

The Charge Controller is a DC to DC converter which acts like a car transmission, matching the changing output of the PV array to the changing needs of the battery below.



48V to 58V
DC TO
BATTERY

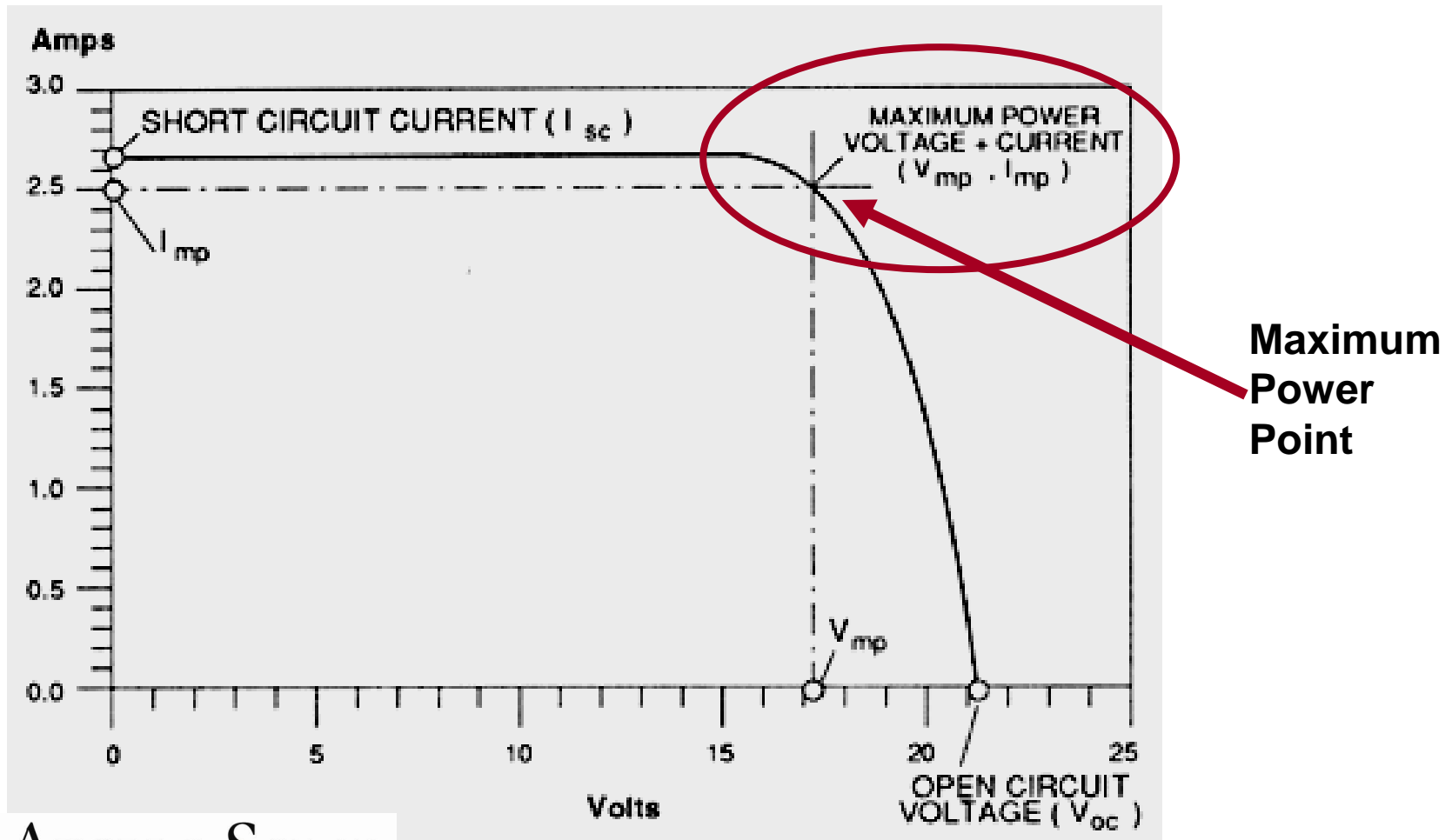


Une journée dans la vie d'un chargeur MPPT:

1. Le chargeur MPPT s'ajuste sur la tension et courant maximum tout au long de leur variation dans la journée.
2. Tension plus élevée = courant plus faible donc pertes plus faibles.
3. Par exemple pour 4kW exemple, 100 volt DC et 40 A en entrée est converti à 50V et 80A pour charger les batteries.
4. La courbe de charge des batteries est suivie avec les étapes boost absorption et floating.

Maximum Power Point Tracking

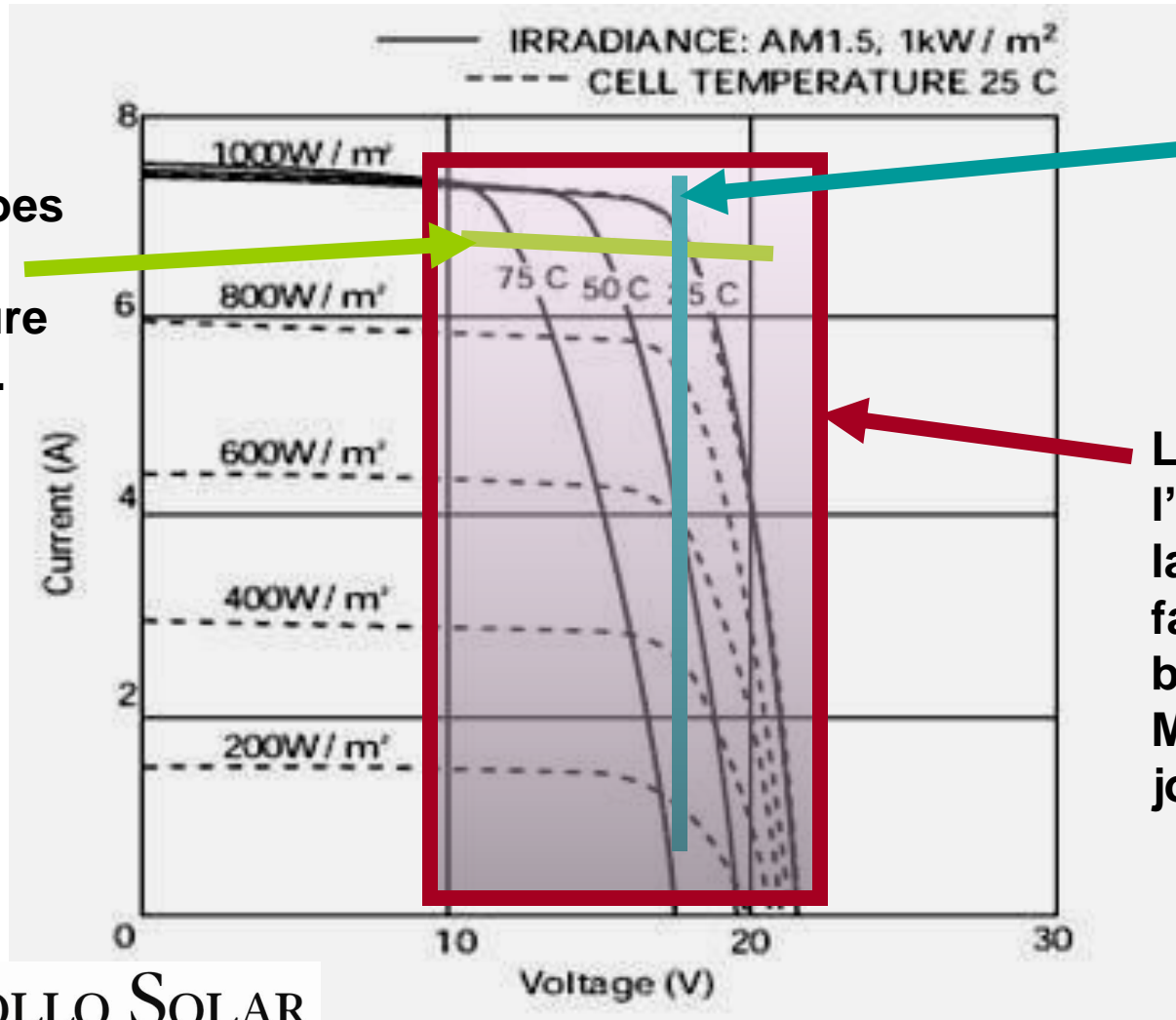
Fait 1: Pour avoir la puissance maximale du champ PV, la charge doit être à une certaine tension (V_{mp}) et à un certain courant (I_{mp}). $V_{mp} \times I_{mp}$ = Point de puissance max du champ PV (Max power Point: MPP)



Maximum Power Point Tracking

Fait 2: Le MPP change rapidement si la température des modules ou l'irradiation change.

PV output voltage goes down as temperature increases.



Le courant PV augmente avec l'irradiation

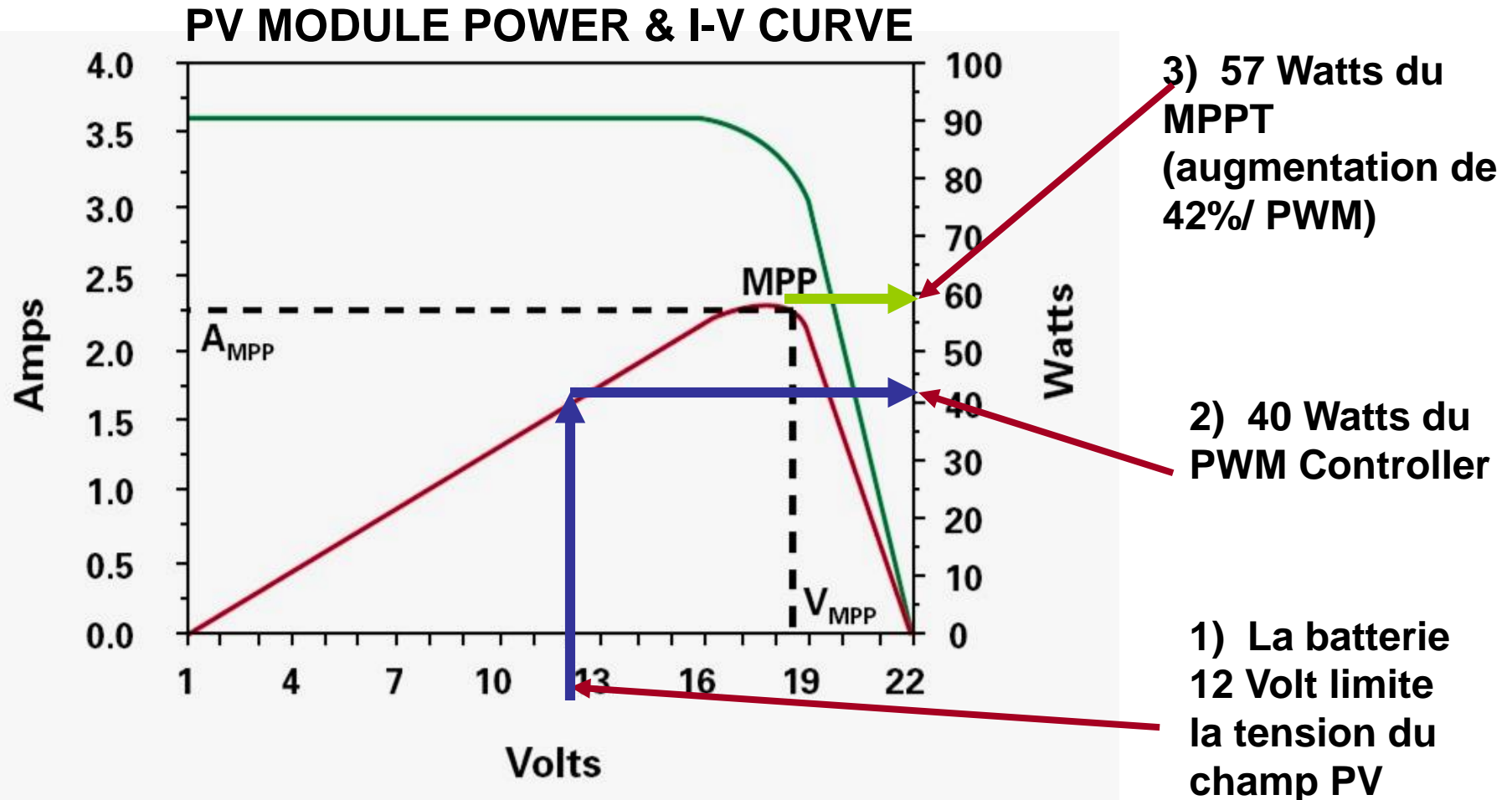
La variation de l'irradiation et de la température fait changer beaucoup le MPP Durant la journée.

Maximum Power Point Tracking

1. Pour avoir le maximum du champ PV, le MPP doit être recherché, mémorisé et recalculé régulièrement (tracké) d'où le nom MPP Tracking (MPPT)
2. Le chargeur Apollo Solar MPPT recalcule le MPP 500 fois chaque seconde pour faire la moyenne de ses résultats et se fixe sur un nouveau point toutes les 1,25 secondes. (chez certains concurrents c'est 3 minutes ou plus.)
3. Le résultat est que le chargeur MPPT Apollo Solar extrait toute l'énergie disponible du champ PV quelque soit le temps (ensoleillé ou pas) et le climat (chaud ou froid).

Tension de fonctionnement PWM v MPPT

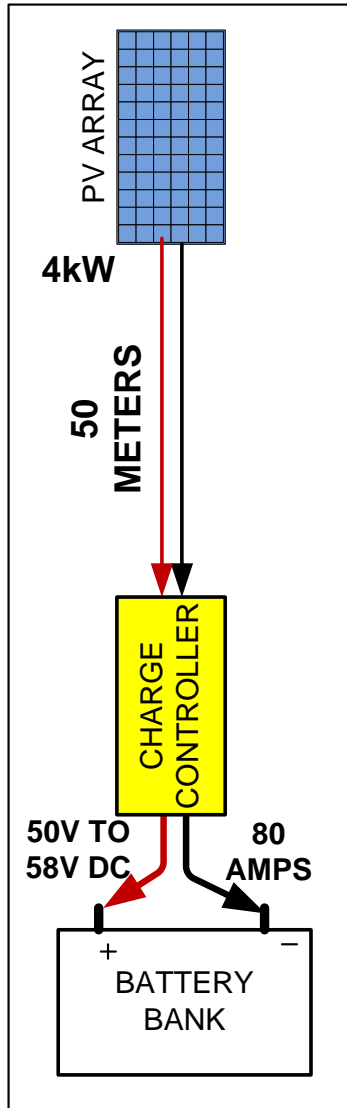
Les régulateurs PWM relient directement le champ PV aux batteries, obligeant le champ PV à être à la tension des batteries, donc limitant la puissance possible du champ PV.



Les avantages techniques du MPPT/PWM

1. Plus d'extraction d'énergie du champ PV pas simplement une petite plage un peu au dessus de la tension batterie. Pas de perte de puissance en MPPT.
2. Plus d'extraction d'énergie puisque le champ PV est utilisé à sa puissance max à toutes les températures.
3. Plus d'extraction puisque le champ PV peut être utilisé tôt le matin, tard l'après midi, par temps nuageux même si la tension et le courant sont très bas.
4. Le PWM produit 0 puissance si l'ensoleillement est faible. Il a été mesuré que la différence est supérieure à 25% en faveur du MPPT.
5. Avec le MPPT, les tensions plus élevées permettent d'avoir des sections de câble plus faibles donc des coûts plus faibles.
6. Puisque l'extraction d'énergie est plus forte avec de faibles températures et quand les batteries sont profondément déchargées, le MPPT produit plus d'énergie le matin quand le besoin est plus élevé, augmentant ainsi la durée de vie des batteries.

Reduction de la section des cables – Importante reduction de cout



Example: 4kW de champ PV à 50 m du régulateur.

Régulateur MPPT :

4kW = 25 Amps at 160 volts

Avec un cable de 6mm², la resistance pour 100m est .1077 ohms.

Perte: $I^2R = 25 * 25 * .1077 = 67.31$ watts soit 1.68% de perte ce qui considéré comme très bon.

Régulateur PWM :

4kW = 71.4 Amps at 56 volts

Avec un cable 16mm², La resistance pour 100m est 1077 ohms.

Perte: $I^2R = 71.4 * 71.4 * .1077 = 549$ watts soit 13.73% qui est très mauvais.

La section de cable doit etre au minimum 95mm² avec .0181 ohms pour 100m.

Perte: $71.4 * 71.4 * .0181 = 92.27$ watts soit 2.31% ce qui est acceptable.

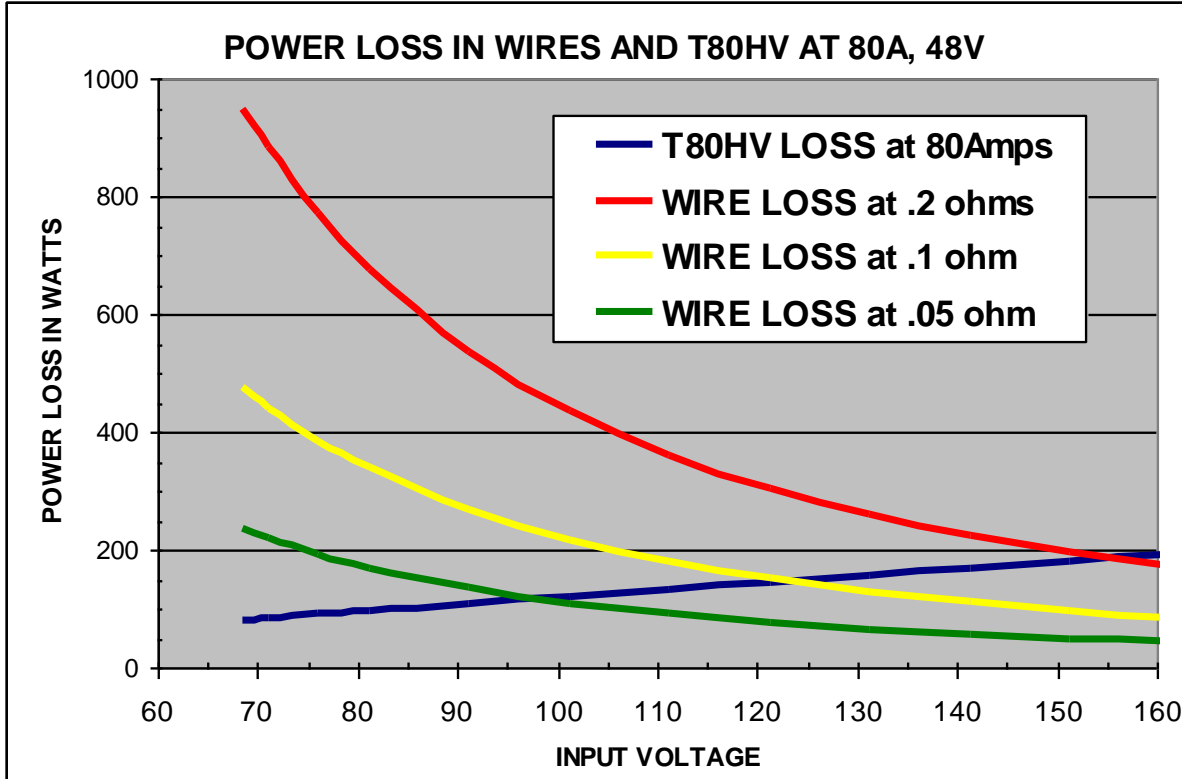
Couts: Pourr 100m, 95mm² = \$6100, 16mm² wire = \$1030.

Economie: chaque MPPT reduit \$5070 pour 100m de cable .

A15 m le cout du cable paye le chargeur MPPT.

Les Pertes en ligne et le T80HV

La tension très élevée du champ PV à l'entrée du T80HV réduit facilement les pertes



Idéalement, on maintient les pertes en ligne et dans le T80HV en dessous de 200W. Ainsi les câbles devraient avoir moins de 0,1ohms et la tension d'entrée environ 160V.

La différence sur le prix du câble peut souvent payer le T80HV.

WIRE SIZE AWG	OHMS PER 100ft	\$ / 100ft USE-2 APRIL 2012
14	0.25250	\$ 45.00
12	0.15880	\$ 80.17
10	0.09989	\$ 120.15
8	0.06282	\$ 164.40
6	0.03951	\$ 248.64
4	0.02485	\$ 376.16
3	0.01970	\$ 435.91
2	0.01563	\$ 610.94
1	0.01239	\$ 825.48
1/0	0.00983	\$ 1,030.97
2/0	0.00779	\$ 1,295.95
3/0	0.00618	\$ 1,619.45
4/0	0.00490	\$ 1,849.41

The price of copper wire was quoted by Encore Wire Corp in April 2012.

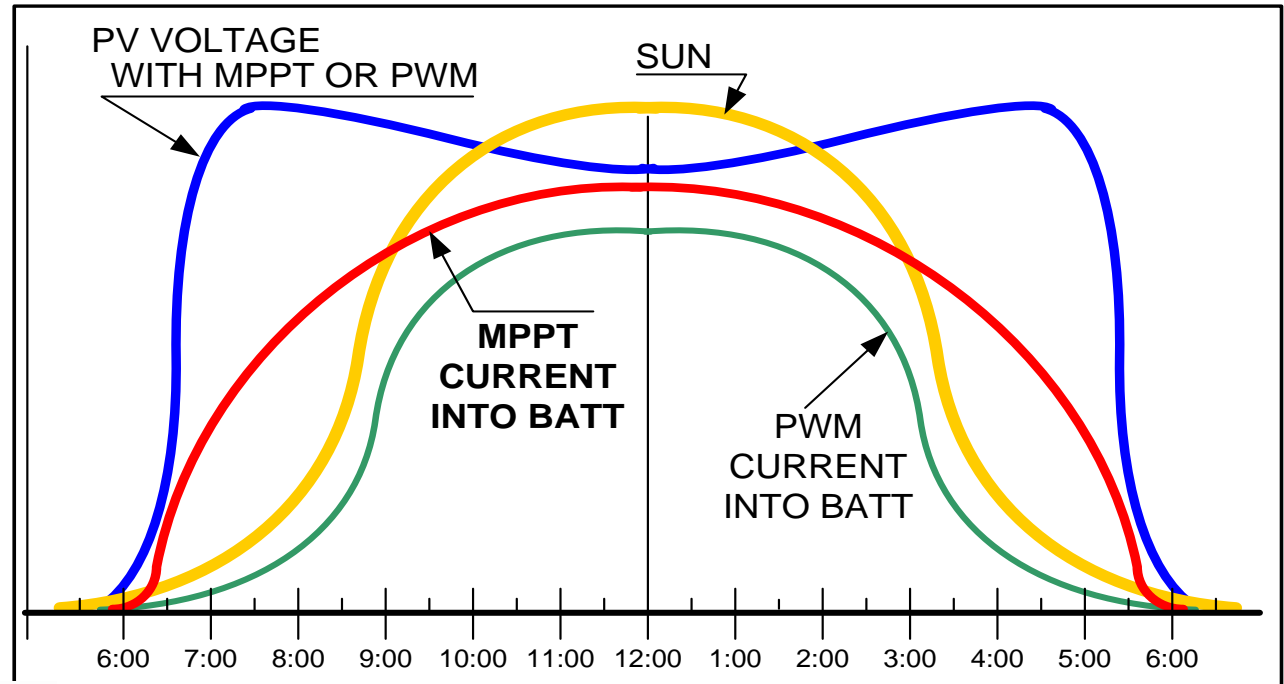
Les Avantages en couts du MPPT/ PWM

1. La puissance additionnelle captée par le MPPT permet de réduire le champ PV de 30%. Beaucoup d'économies.
2. MPPT permet une tension plus élevée donc une réduction de la section des cables PV donc une réduction du cout de ce poste en F & P.
3. Vu qu'un bon MPPT augmente la durée de vie des batteries, il réduit donc le cout de remplacement de ces dernières.
4. MPPT permet l'utilisation des modules connectés réseaux qui coutent moins cher que les modules 12V. Economie en profitant des productions de masse du cnnecté réeau.
5. MPPT coute plus cher que le PWM. Mais ce cout est largement cmopensé par les économies générées.

Extraction d'Énergie MPPT vs PWM

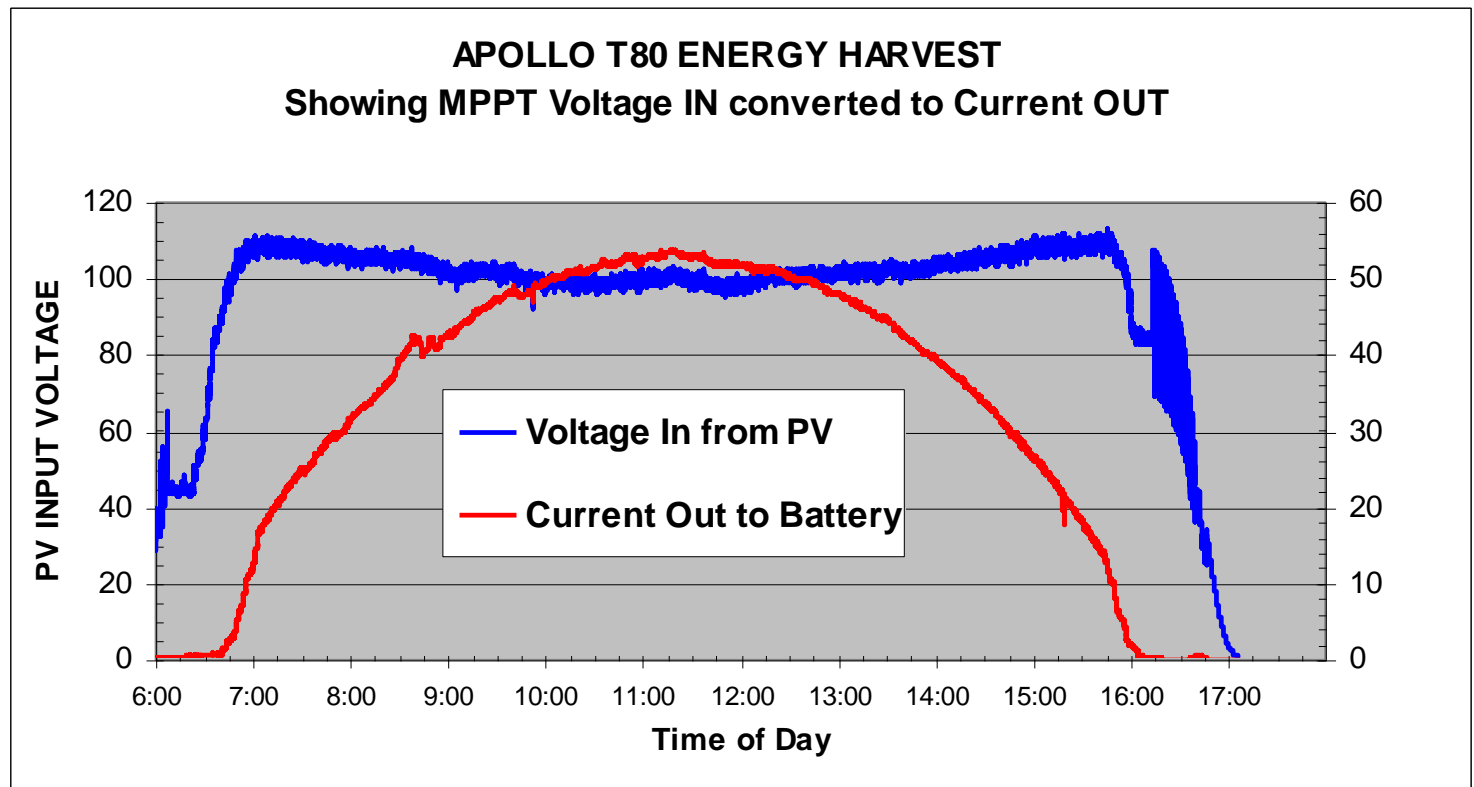
- ★ Une conversion DC/DC permet une conversion de toute la tension PV en courant utile pour charger les batteries.
- ★ L'algorithme MPPT track et trouve le point max U et I au fil de leur changement.
- ★ Les régulateurs PWM n'ont pas de convertisseurs DC/DC et donc ne peuvent utiliser l'excédent de tension ou tracker le MPP.

Le courant MPPT (en rouge) est supérieur toute la journée au courant PWM (en vert).



Extraction Optimale de l'Énergie

- ★ Algorithm inbattable d'Apollo Solar
- ★ Capte toute l'énergie du champ PV à toutes températures et irradiation.



Actual data captured in SD card and displayed in Excel