

Régulateur MPPT

Table des matières

1. Introduction.....	2
2. Optimisation.....	2
3. Rendement des panneaux PV.....	2
4. Le MPPT.....	4
5. Fonctionnement d'un régulateur MPPT.....	4

Un Maximum Power Point Tracking (dispositif de poursuite du point de puissance maximale), régulateur MPP ou tracker MPP est un principe permettant de suivre le point de puissance maximale d'un générateur électrique non linéaire. Les systèmes MPPT sont généralement associés avec les générateurs photovoltaïques ou encore avec les générateurs éoliens.



1. Introduction

Un régulateur MPPT (Maximum Power Point Tracking¹) est un convertisseur électronique DC/DC² qui optimise en permanence les paramètres électriques de fonctionnement entre les 3 systèmes suivants :

- Le système photovoltaïque (constitué de un ou plusieurs panneaux solaires)
- Le dispositif batterie (composé de une ou plusieurs batteries)
- Les applications utilisant l'énergie (moteur, pompe, éclairage, réfrigérateur, etc.)

Ces régulateurs peuvent aussi être appelés "Power Trackers".

2. Optimisation

La majorité des panneaux solaires sont conçus pour produire, en théorie, un courant ayant une tension nominale de 12 Volts. En réalité la plupart de ces panneaux peuvent produire un courant dont la tension varie entre 16 Volts et 36 Volts.

Le problème réside dans le fait qu'une batterie fonctionne généralement avec une tension nominale de 12 Volts. Plus précisément entre 10,5 Volts et 12,7 Volts en fonction de son état de charge. Une batterie, lorsqu'elle est en charge, a besoin de 13,2 Volts à 14,2 Volts pour pouvoir se recharger complètement.

Ces valeurs sont sensiblement différentes des valeurs nominales produites par la plupart des panneaux solaires photovoltaïques.

Cas pratique : considérons un panneau qui produit 120 Watts sous une intensité 7,1 Ampères et une tension de 16,9 Volts.

La puissance délivrée sera $P = U.I = 7,1 \times 16,9 = 120$ Watts

Or, la batterie se charge sous une tension de 12 Volts et absorbe une puissance $P = 7,1 \times 12 = 85$ Watts... et non 120 Watts.

Les 35 Watts manquants ne sont pas partis dans la nature. Ils n'ont tout simplement pas été produits par le panneau. En effet, le panneau et la batterie ne se sont pas calés de façon « intelligente » de manière à fonctionner correctement ensemble (configuration optimale).

3. Rendement des panneaux PV

Un panneau PV³ de 120 Watts est capable de produire 120 Watts sous des conditions STC (Standard Test Conditions⁴) d'ensoleillement et de température.

Cependant, un générateur photovoltaïque est un générateur dont la caractéristique $I=f(U)$ est fortement non linéaire. En conséquence, pour un même éclairement, la puissance délivrée sera différente selon la charge. Dans le cas d'un panneau solaire, l'intensité maximale possible I est dépendante de la puissance lumineuse reçue par la cellule photovoltaïque. Tant que la charge ne dépasse pas la capacité de la cellule, l'intensité I est maximisée par l'ensoleillement reçu. Quand la

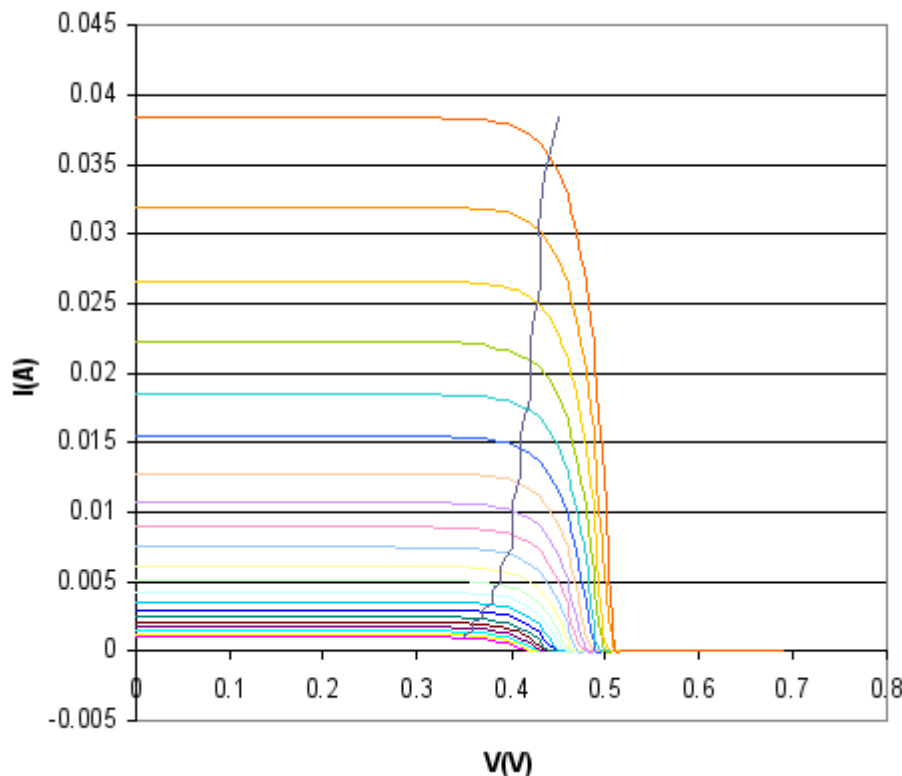
1 poursuite du point de puissance maximum

2 courant continu vers courant continu

3 Photo Voltaïque

4 Conditions Standard de Test

charge augmente trop, l'intensité I baisse, jusqu'à zéro. Dans ce cas, la puissance de sortie est elle aussi nulle. Pour maximiser la puissance P , on va faire varier la tension U circulant dans la cellule, et atteindre la tension U la plus haute possible sans faire baisser l'intensité I .



Courbes caractéristiques d'une cellule photovoltaïque,

où le point de puissance maximale a été mis en évidence, pour différents ensoleillements.

Si la température du panneau est élevée on obtiendra moins de 15 Volts dans des régions chaudes et non 17 V. Avec un panneau délivrant moins de 15 Volts, la tension ne sera pas suffisante pour charger la batterie.

Dans des conditions de températures très froides, un panneau de 120 Watts est capable de produire plus de 130 Watts car plus la température est basse plus la puissance produite est élevée. D'un autre côté, dans des conditions de températures très chaudes, plus la température augmente plus la puissance produite par le panneau diminue.

C'est la raison pour laquelle le gain obtenu par l'emploi d'un régulateur MPPT est plus important dans les conditions suivantes : Hiver (basses températures) et/ou temps nuageux ou brumeux. Bref, quand il est possible de récupérer plus de puissance.

- Par temps froid les panneaux solaires délivrent plus de puissance, mais sans l'emploi d'un régulateur MPPT, la quantité de puissance perdue est supérieure à celle récupérée en plus.
- Batterie faiblement chargée. Plus le niveau de charge de votre dispositif batterie est bas, plus le régulateur MPPT alimente celui-ci en courant électrique.

4. Le MPPT

La recherche du point de puissance maximum (MPPT) est intégralement réalisée de façon électronique, sans aucun dispositif ou système mécanique.

Le contrôleur ou régulateur MPPT mesure et compare en permanence, la tension délivrée par le panneau avec celle du dispositif batterie.

Il calcule alors le niveau de puissance maximum que :

- le panneau peut délivrer à la batterie
- la batterie est capable de recevoir

À partir de cette valeur de puissance, il détermine la tension la plus adaptée afin de fournir une intensité optimum pour la batterie.

La méthode PO^5 est la plus simple pour faire une recherche du MPP. Dans le cas d'une application photovoltaïque, il s'agit en fait d'un algorithme qui va chercher la valeur optimale par « essai-erreur » en faisant varier la valeur de la tension U , et en analysant la puissance de sortie P (ou l'intensité de sortie I). L'objectif est de maximiser P , en augmentant au maximum la tension U sans faire baisser l'intensité I .

Algorithme :

1. pour une tension U_1 fixée, mesurer la puissance correspondante P_1 délivrée par le générateur
2. imposer une tension $U_2 = U_1 + \Delta U$ et mesurer la puissance correspondante P_2 ,
3. si $P_2 > P_1$, imposer une tension $U_3 = U_2 + \Delta U$ sinon abaisser la tension $U_3 = U_1 - \Delta U$

Ainsi le système adapte en permanence la tension aux bornes du générateur photovoltaïque afin de se rapprocher du point de puissance maximum, sans jamais l'atteindre précisément.

La plupart des régulateurs MPPT modernes permettent d'obtenir des rendements situés entre 92% et 97%.

L'emploi d'un régulateur MPPT permet d'obtenir généralement de 20% à 45% de puissance supplémentaire en hiver et de 10% à 15% en été (par rapport à un régulateur classique).

Les gains réels peuvent varier largement en fonction de la météo, de la température, de l'état de charge de la batterie et d'autres facteurs.

5. Fonctionnement d'un régulateur MPPT

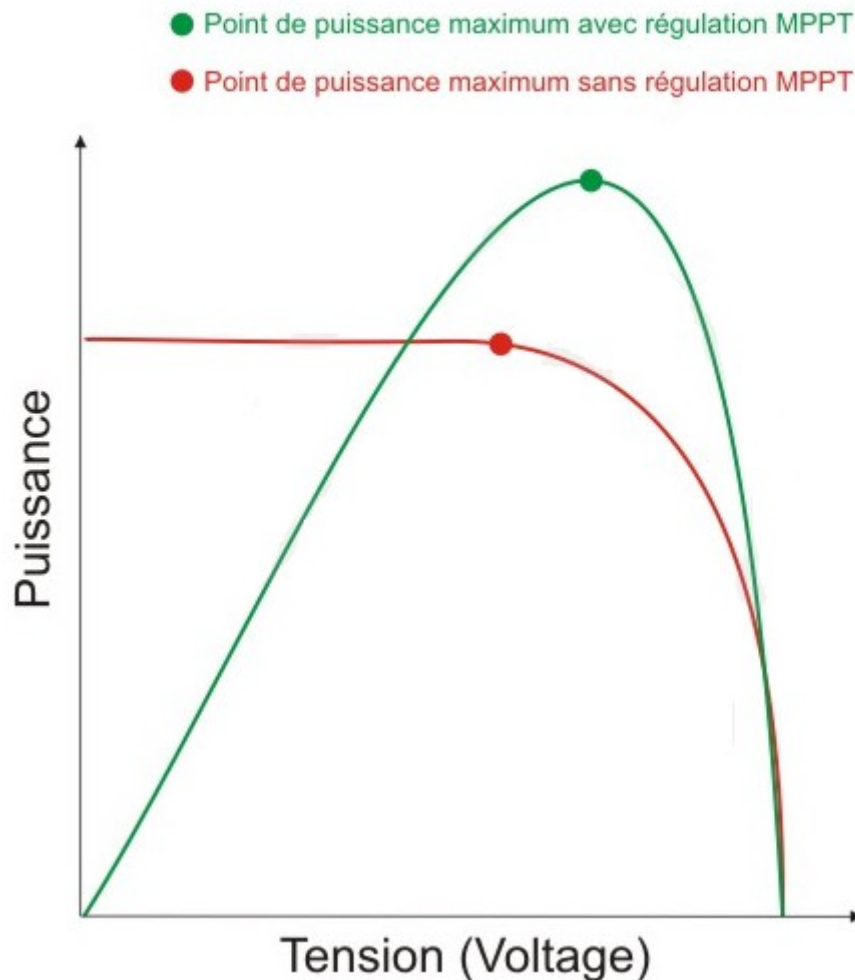
Imaginons que le niveau de charge d'une batterie soit d'environ 11,5 Volts. Le régulateur MPPT reçoit un courant de 7,1 Ampères sous une tension de 16,9 Volts. Il convertit ces 7,1 Ampères sous 16,9 Volts en 9,6 Ampères sous 12,5 Volts avant de les fournir au dispositif batterie.

Panneau PV : $P = 7,1 \times 16,9 = 119,99$ Watts (soit 120 Watts)

Batterie : $P = 9,6 \times 12,5 = 120,00$ Watts (sortie régulateur)

Idéalement, pour disposer d'un rendement de 100% lors de la conversion, il faudrait avoir 10 Ampères sous une tension de 11,5 Volts. Mais il faut alimenter le dispositif batterie avec une tension supérieure pour forcer la charge dans le dispositif batterie. C'est pour cela que le régulateur MPPT utilise une tension 12,5 Volts et non de 11,5 Volts.

Graphe rendement puissance MPPT



Un régulateur MPPT recherche le point de puissance maximum, dont la valeur diffère de la valeur STC (Standard Test Conditions) dans presque toutes les situations.

Le système de recherche du point de puissance maximum est un convertisseur DC vers DC c'est-à-dire un appareil qui convertit le courant continu en courant continu. Cet appareil prend le courant continu dans les panneaux solaires, le transforme en courant alternatif haute fréquence, et le convertit à nouveau en un courant continu dont la tension et l'intensité sont parfaitement adaptées au dispositif batterie.

Le régulateur MPPT fonctionne avec des fréquences audio très élevées, généralement situées dans la plage des 20-80 kHz. L'avantage des circuits hautes fréquences est qu'ils peuvent être conçus avec des transformateurs très efficaces de petite taille.

Les systèmes de recherche du point de puissance (et tous les convertisseurs DC vers DC) fonctionnent sur le même principe : ils prennent le courant continu, le convertissent en courant alternatif (via un transformateur de type toroïdal) et le convertissent à nouveau en courant continu à la sortie du régulateur.

Ce processus est entièrement électronique dans la plupart des convertisseurs DC/DC classiques. Ces systèmes ne nécessitent pas vraiment d'« intelligence » à l'exception de la phase de conversion lors de la régulation de sortie.

Les régulateurs de charge MPPT des panneaux solaires nécessitent, quant à eux, beaucoup plus d'« intelligence » étant donné les variations intempestives de :

- l'intensité du rayonnement solaire,
- la température extérieure
- la tension (voltage) du dispositif batterie.

La plupart des nouveaux modèles de régulateurs MPPT disponibles sont pilotés et contrôlés par un microprocesseur. Ces nouveaux régulateurs savent quand et comment ajuster le signal électrique en sortie (envoyé à la batterie). Ils sont capables d'interrompre l'alimentation pendant quelques microsecondes afin d'analyser le dispositif d'alimentation (panneaux solaires) et le dispositif batterie afin de réaliser les ajustements nécessaires (optimisation et réglage des paramètres de conversion du courant).