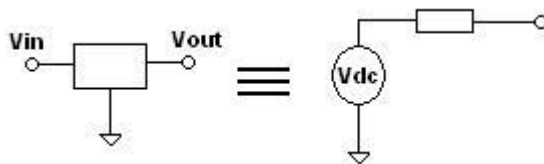


Chapitre II

LES REGULATEURS DE TENSION

II.1. Présentation :

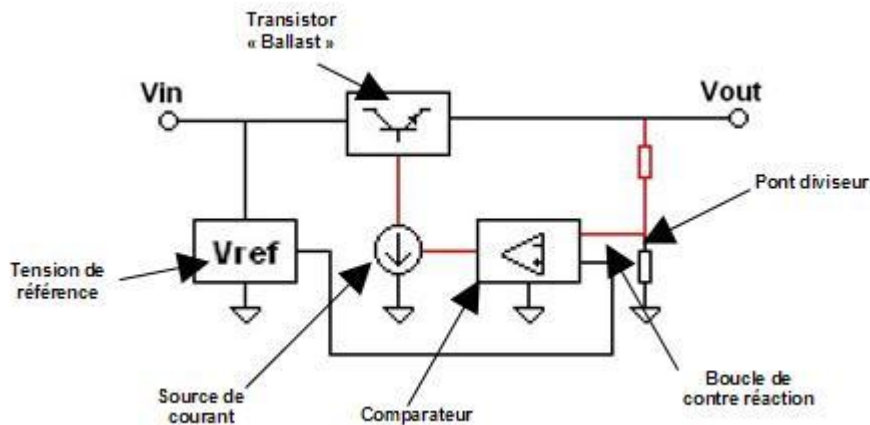
Un régulateur de tension est un élément qui permet de stabiliser une tension à une valeur fixe (doit fournir une tension constante pour n'importe quel courant de sortie, ou n'importe quelle charge), et qui est nécessaire pour les montages électroniques qui ont besoin d'une tension qui ne fluctue pas, ne serait-ce que peu. Un régulateur de tension peut être composé d'un ensemble de composants classiques (résistances, diodes **Zener** et transistor par exemple), mais il peut aussi être de type "intégré" et contenir tout ce qu'il faut dans un seul et même boîtier, pour faciliter son usage.



La tension à sa sortie peut être fixe (cas des 7812, 7805 etc...) ou ajustable (LM317 etc.). Pour les régulateurs à tension fixe les tensions les plus courantes sont : -15V, -12V, -5V, 3.3V, 5V, 8V, 9V, 12V, 15V, 18V, 24V etc.

II.2 Etude interne :

Voici schématiquement la composition interne d'un régulateur de tension :



Principe de fonctionnement d'un régulateur

La tension de sortie V_{out} est comparée (bloc comparateur) à une tension de référence V_{ref} , par la boucle de contre réaction représentée en rouge sur la figure, via un pont diviseur résistif. La source de courant permet de polariser l'étage « transistor ballast » grâce à la tension issue du comparateur. On oublie souvent la présence de cette contre réaction à l'intérieur du composant. Et certaines oscillations deviennent alors incompréhensibles. On ne s'attend pas à ce qu'un régulateur de tension, dont le but est de fournir une tension fixe, puisse osciller. Et pourtant c'est bien le cas, notamment pour les régulateurs (LDO : Low-dropout regulators).

Remarque : *Low-dropout regulators* (LDO), ce sont des régulateurs qui fonctionnent avec une différence de tension minimale acceptable inférieure. Exemple : FAN2500 de Fairchild, avec 100mV dropout voltage en débitant 100mA.

II.3. Les différents types de régulateurs

1. Les régulateurs électromécaniques :

Jusque dans les années 1970, les automobiles utilisaient un régulateur électromécanique pour réguler la tension de sortie de leur dynamo ou de leur alternateur. Ces régulateurs utilisent plusieurs relais commutant des résistances afin de faire varier le courant d'excitation de l'alternateur et rendre ainsi sa tension de sortie indépendante du régime de rotation du moteur et de la consommation électrique. Associé à une dynamo son rôle était aussi d'isoler la dynamo à bas régime, afin que celle-ci ne décharge pas la batterie en se comportant comme un moteur.

Les véhicules récents utilisent un alternateur comportant un régulateur électronique intégré, démontable en cas de défaillance.

2. Les régulateurs linéaires

Un régulateur linéaire est un régulateur de tension basé sur un composant actif, travaillant dans sa zone linéaire, ou sur un composant passif, comme une diode Zener, travaillant dans sa zone inverse.

3. Les régulateurs à découpage

Un régulateur à découpage est un régulateur de tension basé sur un composant actif travaillant en commutation.

Avantages des régulateurs à découpage

Le principal avantage des régulateurs à découpage est leur rendement plus élevé et leur taille plus petite. Les régulateurs de type série et parallèle classiques fonctionnent avec un mode de conduction continu, et dissipent des quantités de puissance relativement élevées. Le rendement des régulateurs linéaires est habituellement de l'ordre de 40 à 50 %. Lorsque la différence de tension entre l'entrée et la sortie est élevée, le rendement qui en résulte est largement inférieur à 40 %. Les régulateurs à découpage ont des rendements typiques de l'ordre de

60 à 90 %, bien plus élevés que ceux des régulateurs linéaires de type série ou parallèle. Les régulateurs à découpage parviennent à ces rendements élevés grâce à leur transistor de puissance de découpage qui est toujours complètement à l'état passant ou à l'état bloqué, excepté lorsqu'il passe d'un état à l'autre. Il en résulte soit une tension faible, soit un courant faible pendant la plus grande partie de son fonctionnement.

Les régulateurs à découpage utilisent le rapport cyclique entre l'état passant et l'état bloqué du transistor de découpage pour réguler la tension et le courant de sortie. Leur fréquence étant beaucoup plus élevée que celle de la ligne, il est possible de réduire la taille, le poids et donc le coût des transformateurs, des condensateurs, des bobines et des autres éléments de filtrage.

Inconvénients des régulateurs à découpage

Les régulateurs à découpage peuvent générer des bruits d'ondes parasites électromagnétiques et de radiofréquences (Electro Magnetic Interference/Radio Frequency Interference, EMI/RFI) à cause de leur courant de découpage important et de leur temps de montée et de descente très court. Le bruit de EMI/RFI qui est généré aux fréquences élevées (100 kHz à 500 kHz) peut être facilement filtré. Dans les applications qui font intervenir de grandes impédances en série entre l'alimentation et le régulateur, les variations rapides de courant génèrent également une certaine quantité de bruit.

En 1975, les alimentations à découpage étaient plus rentables que les alimentations linéaires à partir d'un niveau de puissance de l'ordre de 500 W. Aujourd'hui, le point de rentabilité est descendu à une puissance inférieure à 5 W.

Comparatif régulateurs linéaire/à découpage

Les régulateurs à découpage comblent le principal défaut des régulateurs linéaires : leur faible rendement. En effet, le principal inconvénient des régulateurs linéaires par rapport aux régulateurs à découpage, est qu'ils se comportent comme des résistances variables dissipant ainsi beaucoup d'énergie. Les régulateurs à

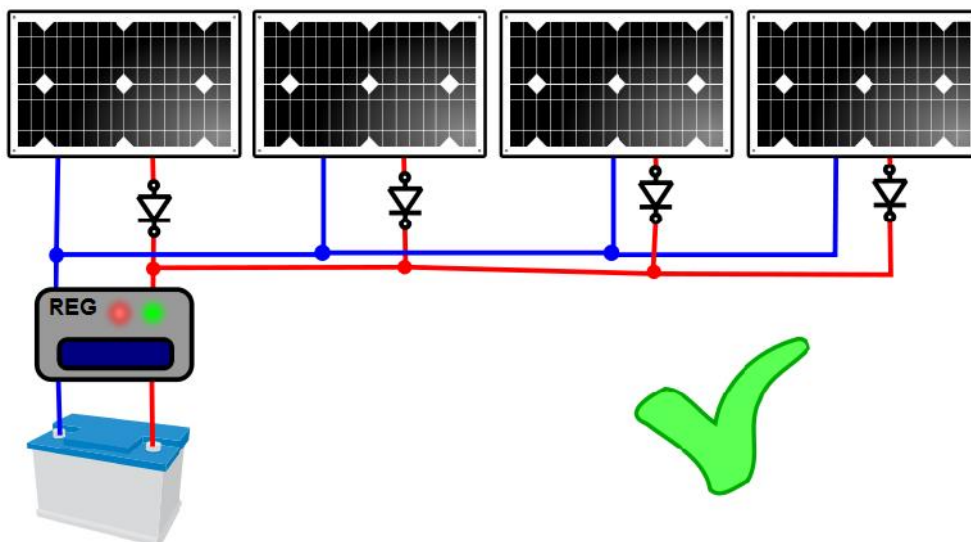
découpage ont donc remplacé les régulateurs linéaires pour les applications requérant un minimum de puissance (quelques watts). Les principaux inconvénients des régulateurs à découpage sont leur plus grande complexité, par conséquent leur coût, ainsi que le bruit HF qu'ils génèrent.

II.4. Le régulateur de charge et de décharge photovoltaïque.

II.4.1. Le régulateur de charge.

Le régulateur de charge/décharge est l'électronique entièrement automatique à laquelle sont reliés le panneau photovoltaïque, la batterie, ainsi que les équipements destinataires de l'électricité solaire. En effet, chaque système solaire Photovoltaïque (PV) hors réseau doit se doter d'un régulateur de charge afin de gérer la charge des accumulateurs. Les régulateurs offrent plusieurs autres fonctions dans la gestion et l'installation d'un système PV avec accumulateurs.

Nous verrons dans le présent article les principales différences entre les contrôleurs traditionnels PWM (Pulse Width Modulation) et les MPPT (Maximum Power Point Tracking) qui ont un rendement de régulation de charge supérieure de 20-30% en comparaison aux PWM.



Sa fonction principale est de contrôler l'état de la batterie. Il autorise la charge complète de celle-ci en éliminant tout risque de surcharge et interrompt l'alimentation des destinataires si

l'état de charge de la batterie devient inférieur au seuil de déclenchement de la sécurité anti décharge profonde. Prolongeant ainsi la durée de vie de la batterie qui est le seul composant fragile du générateur photovoltaïque.

Les régulateurs de charge solaire assurent une gestion de la charge optimale de des batteries grâce à des cycles de charge en plusieurs phases : Bulk, Absorption, Floating. Le régulateur évite également une décharge complète des batteries. Ces fonctions ont pour but d'éviter le vieillissement prématuré des batteries dû à une évaporation en eau ou un dégazage important. Ils sont adaptables à toutes les technologies de batteries, AGM, Gel, Plomb ouvert. Disponibles pour de la simple utilisation loisir avec un module solaire jusqu'aux applications autonomes plus complexes.

Remarque :

- type **AGM** (Absorbed Glass Mat) : une fine feuille de fibre, imbibée d'électrolyte (70% d'eau et 30 % d'acide) est placée entre les plaques de plomb de la batterie. Cette batterie peut fournir un courant élevé, de courte durée.
- type **GEL** : l'électrolyte est figé par l'addition de gel de silice. Ces batteries sont étanches et peuvent être placées dans n'importe quelle position.
- Le floating consiste à appliquer une tension proche de la tension de repos de la batterie, de façon à éviter l'autodécharge. Il permet aussi d'alimenter les différents consommateurs d'énergie, en conservant la batterie chargée.

Dans leurs versions les plus simples, les régulateurs de charge disposent de fonctions de protection de la batterie (anti-surcharge et anti-décharge profonde), de sécurités internes d'autoprotection et de protection du système photovoltaïque, d'une sonde de température intégrée et d'une diode série anti-courants inverses. Ils n'utilisent plus de relais mécaniques. On trouve généralement sur leur face avant deux diodes électroluminescentes (LED) qui renseignent l'une sur l'état de charge de la batterie et l'autre sur l'état de fonctionnement de tout le générateur et leur propre consommation d'énergie est réduite (faible auto consommation). La catégorie supérieure de régulateurs de charge modernes gèrent différents processus de recharge (y compris de régénération périodiques), disposent de la technique de la

modulation de largeur d'impulsion (PWM) et la MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) . Leurs fonctionnement est contrôlés par logiciel.

Les modèles les plus perfectionnés sont des gestionnaires très complets de systèmes photovoltaïques. Outre les minuteries, alarmes, enregistreurs de données..., dont ils disposent, ils réalisent un contrôle sophistiqué des composants du système solaire, la mise en route de groupes électrogènes, le contrôle automatique d'équipements destinataires principaux et secondaires...

II.4.1.1. Gamme de régulateurs solaires standard PWM :

La **modulation de largeur d'impulsions (MLI** ; en anglais : Pulse Width Modulation, soit PWM), est une technique couramment utilisée pour synthétiser des signaux continus à l'aide de circuits à fonctionnement tout ou rien, ou plus généralement à états discrets.

Le principe général est qu'en appliquant une succession d'états discrets pendant des durées bien choisies, on peut obtenir en moyenne sur une certaine durée n'importe quelle valeur intermédiaire.

Les régulateurs solaires traditionnels intégrant la technologie PWM relient les panneaux solaires au banc de batteries. Dans cette utilisation directe, la tension de sortie des panneaux est réduite à la tension nominale des batteries. Cela est dû au fait que les batteries sont une charge importante vis-à-vis du courant limité en sortie des panneaux. La tension V_{mp} (pour tension à puissance maximale) correspond ici à l'abscisse V_{Max} . au point d'inflexion de la courbe I/V (courant/tension) du module solaire, le point de puissance maximale P_{Max} . La puissance des modules (i.e. 100W ou 205W) sont donc spécifiés à la tension de puissance maximale V_{mp} .

Prenons l'exemple d'un système 12V, la tension de la batterie se situe entre 10-15 Vcc. Cependant, les modules solaires ont généralement une tension V_{mp} autour de 17V. Lorsqu'une rangée de panneaux (V_{mp} totale de 17V) est reliée pour charger les batteries, celles-ci dictent et abaissent la tension en sortie des panneaux. Ceux-ci ne fonctionnent donc plus sous une tension optimale de 17V, mais autour de 10 à 15V.

Du fait que les régulateurs PWM fonctionnent rarement à la tension V_{mp} des panneaux solaires, l'énergie qui aurait pu charger les batteries et alimenter les charges du système est simplement dissipée. Et plus l'écart entre la tension V_{mp} des panneaux et la tension des batteries est élevée, plus l'énergie est gaspillée.

Exemples :

EMA-EML : Simple avec un très bon rapport qualité prix pour de petites installations solaires
EMS : Etanche à l'eau et à la poussière, 1 ou 2 sorties batteries.

SBC DUO : 2 sorties batteries pour utilisation marine ou camping car.
TRISTAR : Pour des systèmes complets solaires ou éoliens. Performance et technicité en charge batterie avec système solaire en régulation et éolien en redressage ou régulation.
STECA : Référence sur le marché avec des fonctions et des caractéristiques étendues par rapport à d'autres produits plus basiques. (écran LCD, ampérage etc..)

Shunt et série.

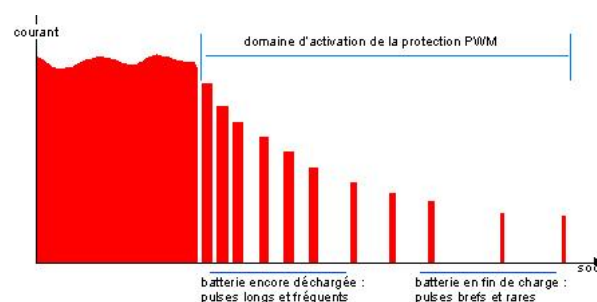
Les panneaux photovoltaïques ont une particularité : ils peuvent être court-circuités ou peuvent voir leur circuit s'ouvrir sans dommage. Cette caractéristique a donné naissance à deux méthodes principales de contrôle de la charge de la batterie : le régulateur série linéaire et le régulateur shunt linéaire. Dès que les critères de fin de charge de la batterie commencent à être atteints (tension de la batterie ou mieux encore, son état de charge), le courant du panneau photovoltaïque est réduit de façon progressive jusqu'à le court-circuiter (shunt) ou en ouvrant le circuit électrique (série).

Compensation de température.

Comme la tension de fin de charge ainsi que la tension de fin de décharge d'une batterie dépendent de la température, il est essentiel que le régulateur de charge ait une lecture précise de cette grandeur. Si les températures du régulateur et de la batterie sont différentes, alors la thermistance intégrée (qui ne mesure que la température ambiante) doit être remplacée par un thermocouple placé près des batteries. De cette manière, et tant que le régulateur lit la valeur réelle de la température de la batterie, celle-ci sera toujours entièrement chargée en hiver et évitera tout risque de surcharge en été.

Caractéristiques essentielles

Modulation de Largeur d'Impulsion (PWM).



La modulation de Largeur d'Impulsion (PWM) est une méthode très rapide et efficace qui permet d'atteindre l'état de pleine charge d'une batterie solaire. Contrairement aux contrôleurs plus anciens qui n'agissaient sur le courant de charge que par ON ou OFF (ce qui est suffisant pour restaurer l'état de charge d'une batterie à environ 70%), le régulateur à technique PWM vérifie constamment l'état de charge de la batterie pour ajuster la durée et la fréquence des impulsions de courants à lui délivrer. Si la batterie est déchargée, les impulsions de courant sont longues et presque ininterrompues. Quand la batterie est presque entièrement chargée, les impulsions deviennent de plus en plus brèves et espacées. Par sa nature même, cette technique achève la dernière portion du processus de la recharge (la plus complexe) et diminue la sulfatation des plaques car le courant de charge de la batterie est pulsé à haute fréquence.

Gestion de la charge de régénération.

Une charge d'égalisation (régénération) est une surcharge contrôlée qui maintient la cohérence parmi les cellules individuelles de la batterie, brasse l'électrolyte et réduit la sulfatation des plaques. Elle consiste à délivrer périodiquement et pendant une courte durée (quelques heures) à une batterie à électrolyte liquide un courant suffisamment important à une tension finale légèrement inférieure à la tension de gazéification (La *gazéification* est un processus à la frontière entre la pyrolyse et la combustion) et supérieure à la tension de fin de la charge normale. Par contre, une batterie à électrolyte gel serait gravement endommagée par un telle surcharge. On parle dans ce cas de charge d'entretien même si la tension finale est égale à la de tension de fin de charge normale (14,4 V) car la modulation du courant ne se réalise pas à la même fréquence.

3. Régimes et tensions de recharge en technique photovoltaïque.

En règle générale, les contrôleurs de charge solaire n'intègrent strictement ni de convertisseurs de courant, ni de convertisseurs de tension, les régulateurs de charge de type linéaires disposant eux de la particularité de réduire plus ou moins le courant disponible. Cette propriété, surtout conjuguée à la technique PWM donne lieu à une succession de différents

régimes de recharge de la batterie d'un système photovoltaïque, déclenchés par son état initial de décharge, et stoppés à des valeurs caractéristiques de sa tension.

3.1. Cas d'une batterie déchargée

Tant que le courant solaire est disponible, le régulateur d'un système photovoltaïque délivre à une batterie présentant un état de charge initial (SOC) inférieur à 50% d'abord tout le courant disponible jusqu'à ce que la tension de la batterie atteigne, sans la dépasser, la valeur de tension de fin de charge d'égalisation. Ensuite le courant est modulé pour que la tension de la batterie ne dépasse pas la valeur de tension de fin de charge normale et enfin le courant est encore plus modulé et réduit pour que la tension de la batterie ne dépasse pas la valeur de tension de fin de charge de finition.

3.2. Cas d'une batterie moyennement déchargée .

Tant que le courant solaire est disponible, le régulateur d'un système photovoltaïque délivre à une batterie présentant un état de charge initial (SOC) compris entre 50% et 70% d'abord un courant modulé jusqu'à ce que la tension de la batterie atteigne sans la dépasser la valeur de tension de fin de charge normale, puis le courant est encore plus réduit et modulé pour que la tension de la batterie ne dépasse pas la valeur de tension de fin de charge de finition.

3.3. Cas d'une batterie peu déchargée.

Tant que le courant solaire est disponible, le régulateur d'un système photovoltaïque délivre à une batterie présentant un état de charge initial (SOC) supérieur à 70% un courant suffisamment réduit et modulé pour que la tension de la batterie ne dépasse pas la valeur de tension de fin de charge de finition.

type de charge	batterie à électrolyte liquide	batterie à électrolyte gel
charge de finition	de 13,7 à 13,9 V	de 13,8 à 14,1 V
charge normale	de 14,4 à 14,7 V	de 14,4 à 14,5
charge d'égalisation	de 14,7 à 15 V	--
charge d'entretien	de 14,4 à 14,7	14,4
valeurs indicatives des fins de tensions de charge selon diverses fabrications à T° réf		

II.4.1.2. Gamme de régulateur solaire MPPT :

Les régulateurs MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) cherchent en permanence le point de puissance maximal et permettent d'optimiser jusqu'à 25-30% le rendement des installations.

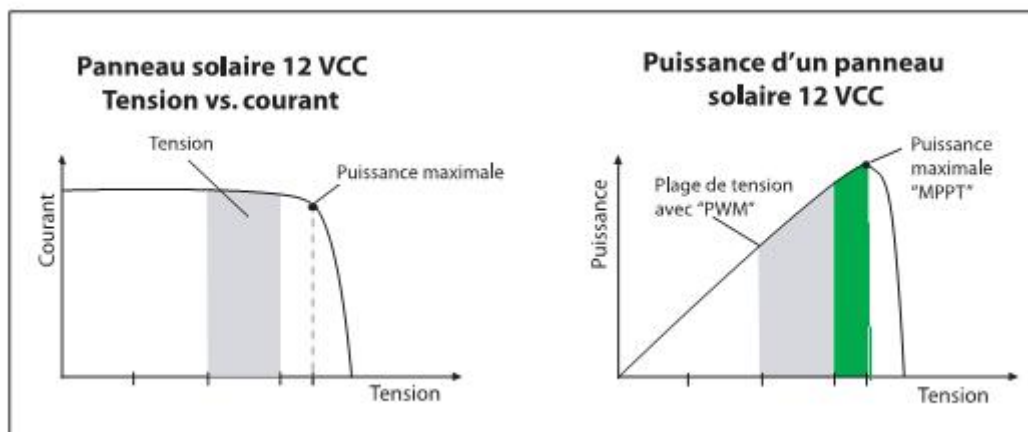
Un régulateur Mppt gère les performances du système lorsqu'il y a des masques d'ombres, des variations d'ensoleillement ou de luminosité. Ils permettent aussi de limiter les sections de câble lorsqu'il y a de la distance avec le parc batterie. On outre, on peut augmenter la tension du champ photovoltaïque, on limite les pertes dans les câbles et seul un Mppt pourra adapter les caractéristiques du champ solaire à la tension du parc batterie sans pertes de puissances. Ils sont donc les seuls à pouvoir adapter des tensions d'entrée supérieures venant du champ solaire à la tension des batteries sans pertes de puissances.

Les régulateurs MPPT traquent avec une grande rapidité et une grande précision la tension V_{mp} (puissance maximale) des panneaux solaires. Ils balaient une plage de tension en entrée pour déterminer constamment à quel point se trouve la puissance maximale délivrée par les panneaux. Le régulateur MPPT prélève la puissance à cette tension V_{mp} et la renvoie vers les batteries sous une tension plus basse, ce qui a pour effet d'augmenter le courant de charge. Comme les puissances en entrée et en sortie du régulateur sont égales (dans un modèle au rendement à 100%, les pertes dues à la conversion et au câblage sont négligées), un abaissement de la tension entraîne nécessairement une augmentation proportionnelle du courant. La puissance, exprimée en Watts, est égale au produit de la tension et du courant, ainsi, si la tension est réduite, le courant augmente nécessairement pour maintenir le ratio entrée/sortie égal. Pour un rendement de 100% :

Puissance d'Entrée = Puissance de Sortie

Volts Entrée * Amps Entrée = Volts Sortie * Amps Sortie

Exemple : Prenons un panneau de 135W (V_{mp} de 17V) relié à une batterie de 12V via un régulateur MPPT. Sous des conditions idéales, le courant maximum tiré des panneaux est de 7.94A ($135W/17=7.94A$). Cependant, la tension nominale des batteries est de 12V, ce qui implique que le courant actuel vers les batteries est de 11.24A ($135W/12V=11.24A$).



Les graphiques précédents présentent l'avantage d'un régulateur MPPT versus un régulateur traditionnel. La conséquence directe de cette formule : moins les batteries sont chargées (faible tension), plus elles recevront un courant boosté. C'est précisément à ce moment qu'elles vont avoir besoin d'un important courant de charge.

Dimensionner un champ PV avec régulateur PWM

NOTE : La tension V_{mp} des panneaux solaires devrait être à la fois la plus haute mais aussi la plus proche possible de la tension de charge des batteries. Une tension V_{mp} beaucoup trop élevée que la tension de charge des batteries impliquerait une baisse de l'efficacité de la charge.

Enfin, le courant de sortie des panneaux est aussi à considérer. À la différence des régulateurs MPPT, les régulateurs traditionnels PWM n'amplifient pas la production du courant en convertissant la différence de tension. Cela signifie que le courant issu des panneaux solaires est égal au courant délivré aux batteries. Les modules solaires doivent être choisis de telle sorte que le courant de court-circuit (I_{sc}) n'excède pas le courant nominal du régulateur. Un courant plus élevé que le courant nominal de charge

du régulateur déclencherait le dispositif de protection de court-circuit, voire endommagerait le régulateur.

IMPORTANT : Pour tout système PV, le courant nominal du régulateur doit être égal ou plus grand que 125% du courant de court-circuit en sortie des panneaux solaires (I_{sc}). Par exemple, le courant de sortie maximal autorisé en entrée d'un régulateur 30A serait 24A ($24A * 1.25 = 30A$).

Dimensionner un champ PV avec régulateur MPPT

Comme les régulateurs PWM, le paramètre à prendre en compte en premier est la tension de circuit-ouvert (V_{oc}). La tension V_{oc} des panneaux solaires, compensée par les effets de variation de température, doit rester inférieure à cette tension admise par le régulateur MPPT. Une tension V_{oc} supérieure peut endommager les circuits du régulateur. Pour un courant nominal et une tension du système donnés, il existe une puissance de fonctionnement maximale de panneaux solaires. Les régulateurs MPPT imposent le courant de charge maximal aux batteries, correspondant à leur courant nominal.

NOTE : le courant de charge des batteries est différent du courant en sortie des panneaux solaires puisque la technologie MPPT amplifie l'ampérage.

Ainsi, le courant nominal du régulateur multiplié par la tension des batteries indique la puissance maximale des modules solaires.

Exemple :

un régulateur MPPT 45A est utilisé dans un système 12V. En multipliant le courant et la tension, on obtient 540W ($45A * 12V = 540W$). La puissance maximale du champ PV dans ce système, couplé au régulateur 45A, est de 540W.

Avantage pratique pour l'installation

1. Le régulateur solaire MPPT permet aux utilisateurs de faire des branchements des modules PV avec une plus haute tension de sortie que celle des batteries. Par exemple avec les régulateurs conventionnels PWM, si les modules PV doivent être

placés loin du régulateur de charge et de la batterie, le calibre du fil doit être assez gros pour réduire la chute de tension. Avec un régulateur solaire MPPT, les utilisateurs peuvent utiliser les fils de petit calibre entre les modules PV et le régulateur. Ceci permet de réduire considérablement les coûts associés au câblage.

2. Dans le passé, les modules solaires standard de 36 et 72 cellules avaient un V_{oc} respectif d'environ 21-22V $_{oc}$ et 42-44 V $_{oc}$, ce qui était communément appelé « module PV 12V ou 24V ». De nos jours avec le nombre grandissant de modules solaires de 60 cellules, communément appelés « modules pour branchement au réseau » ont un V_{oc} d'environ 35-37V $_{oc}$. Ce voltage n'est pas suffisamment élevé pour l'utilisation d'un régulateur PWM 24V et trop élevé pour un régulateur PWM 12V. Donc, le MPPT, en ayant une entrée de voltage beaucoup plus flexible, permet l'utilisation des modules solaires conçus pour le branchement au réseau dans des applications hors-réseau. Il faut toujours simplement s'assurer de respecter les spécifications du régulateur (la puissance maximale qui est égale au produit courant x tension des batteries ainsi que la tension d'entrée maximale du régulateur).

3. Le fait de faire plus de branchements en série en utilisant les câbles pré-assemblés sur la boîte de jonction des modules PV permet de réduire le temps d'installation.

4. Les MPPT sont souvent dotés de fonctions d'acquisition de données qui génèrent des historiques de production et de consommation. Ces informations facilitent la gestion du système PV à long terme.

Exemples :

STECA MPPT 2010 : Mppt pour de petites applications jusqu'à 20A.

MPPT20-40 : Le meilleur rapport qualité prix en 12/24V alliant puissance et fiabilité.

TRISTAR MPPT : Un très bon rapport qualité prix pour de moyennes puissances d'installations.

OUTBACK et STUDER MPPT : Le must de la qualité pour des régulateurs solaires jusqu'à 80A.

Remarque :

En plus de leurs performances et de leurs nombreuses fonctions, les régulateurs Mppt

Outback, Tristar et Studer ont la plage de tension d'entrée la plus large (jusqu'e 150Voc). Ils travaillent indifféremment avec un parc batterie en 12-24-48 voir 60V.

Lire une fiche technique

Parmi les paramètres que l'on rencontre fréquemment dans une "data sheet" de fabricant, mentionnons:

Input regulation (ou Line Regulation): exprime en mV les variations de la tension de sortie lorsque la tension d'entrée varie. Une variation de V_{in} de 7 à 25 V, par exemple, se traduira par une variation de V_{out} de 3 à 100 mV.

Ripple rejection ratio: rapport des variations relatives de V_{out} à V_{in} .

Pour un 7805, ce rapport va couramment de 62 à 78 dB, soit une variation de V_{out} 1000 à 10000 fois moindre que celle de V_{in} .

Output regulation (ou Minimum Load Current): traduit l'influence des variations du courant de sortie sur la valeur de la tension réglée. Si le courant de charge varie de 5 mA à 1,5 A , la tension de sortie ne varie, en général, que de 15 à 100 mV.

Ces chiffres montrent bien la grande stabilité de la tension en sortie d'un régulateur, en dépit des diverses variations qui peuvent affecter la tension en entrée ou le courant en sortie.