



L'énergie d'apprendre

Station Solaire Isolée

B+1

Les régulateurs

1. Rôle et fonctions du régulateur solaire

Le régulateur solaire (appelé aussi régulateur de charge ou contrôleur de charge), régule le courant de charge en fonction du niveau d'énergie stockée par les batteries, afin d'éviter les surcharges ou les décharges trop profondes des batteries. Il a un rôle essentiel dans leur efficacité et leur durée de vie.

La technologie des régulateurs a fortement évolué depuis une vingtaine d'années, depuis la régulation électromécanique par Tout Ou Rien (TOR), jusqu'à une régulation « intelligente » permettant d'optimiser la vie des batteries. Aujourd'hui, les appareils du marché offrent presque tous :

- optimisation du processus de charge en trois étapes (*boost, absorption, floating*),
- protection contre la surcharge,
- protection contre les décharges trop profondes,
- protection contre les courts-circuits,
- protection des panneaux solaires contre les retours de charge,
- réglage de la charge en fonction de la température.

Ils affichent en permanence l'état de fonctionnement des modules photovoltaïques et l'état de charge des batteries.

Les appareils les plus performants proposent :

- un affichage digital (et non plus de simples leds de signalisation),
- le choix entre plusieurs modes de charge,
- la compensation automatique en fonction de la température,
- le déclenchement automatique de sources d'énergie complémentaires,
- un enregistrement des données,
- la connexion par fil ou à distance (Wifi ou 3G) et le transfert des données.

2. Les différents types de régulateurs

2.1. Les régulateurs TOR (Tout ou Rien)

Ces régulateurs sont de conception ancienne et de moins en moins commercialisés.

Le régulateur, inséré en série entre les panneaux PV et les batteries, interrompt la charge par coupure électromécanique à partir d'un seuil haut prédéterminé, et la remet en marche à partir d'un autre seuil, bas, prédéterminé. Certains appareils proposent périodiquement de rehausser le seuil haut pour réaliser une « charge d'égalisation » dans le cas des batteries ouvertes.

Avantages :

Les régulateurs TOR ne chauffent pas. Ils peuvent traiter sans problème de fortes puissances.

Inconvénients :

- Les batteries ne sont jamais entièrement chargées,
- ils nécessitent pour les fortes puissances, des câbles de mesures pour compenser les pertes en ligne,
- les relais électromécaniques ont une durée de vie limitée,
- ils ne permettent pas un rendement optimum, les PV étant « bridés » par les batteries.

2.2. Les régulateurs PWM (Pulse with modulation)

Les PWM comportent en sus des TOR, un interrupteur électronique, et un dispositif anti-retour (diode ou interrupteur électronique) pilotés par une commande à microcontrôleur. L'interrupteur peut être monté en série ou en shunt.

Montés en série, ils engendrent des variations brusques de courant dans les champs PV, susceptibles d'engendrer des parasites. Cet inconvénient est largement pallié par le montage en shunt. L'ouverture et la fermeture s'effectuent à une certaine fréquence, qui permet de réguler finement le courant de charge moyen en fonction de la tension de la batterie.



Avantages:

Les batteries peuvent être entièrement chargées, et le risque de sulfatation des plaques est diminué. Leur durée de vie est mieux préservée. La régulation est durablement fiable.

Inconvénients:

Le nombre de cellules photovoltaïques des panneaux PV doit être compatible avec la tension de la batterie : pour une batterie de 12 V, il faut des chaînes de modules

comportant au moins 36 cellules en série ; pour une batterie de 24V, au moins 72 cellules en série. Le courant maximum d'entrée du régulateur doit être d'au moins 1,25 fois le courant de court-circuit des panneaux.

Le régulateur dissipe un peu de puissance, et doit être aéré. Les composants électroniques doivent être protégés contre les surtensions. Il y a risque également risque d'interférences électromagnétiques sur certains modèles.

Les régulateurs PWM sont plus adaptés aux petites stations (<200W). Ils nécessitent de dimensionner les champs PV en intensité.

2.3. Les régulateurs MPPT (recherche du point de puissance maximum)

Ces régulateurs recherchent en permanence le point de puissance maximum. Cette recherche 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 les panneaux avec celle du dispositif batteries. Il calcule alors le niveau de puissance maximum que les panneaux peuvent délivrer aux batteries, et que les batteries sont capables de recevoir. À partir de cette valeur de puissance, il détermine la tension la plus adaptée afin de fournir une intensité optimum pour les batteries.

Cette régulation nécessite d'abaisser la valeur de la tension, et la tension du champ doit toujours être supérieure à la tension des batteries. L'abaisseur de tension DC/DC est donc en série entre les panneaux et la régulation.



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 saison chaude (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.

Par rapport aux régulateurs PWM, les MPPT plus chers, mais ont des avantages supplémentaires

- gain sur les coûts de câblage (entre le régulateur et les batteries),
- meilleur rendement.

Les MPPT nécessitent de dimensionner les panneaux en tension. Certains modèles récents comportent une fonction d'optimisation de la durée de vie de la batterie.

3. Entretien et maintenance

En milieu tropical, la fragilité d'un système réside au niveau du bon réglage du régulateur : à défaut d'un bon réglage, la durée de vie des batteries (le composant le plus onéreux) est fortement compromise.

Les régulateurs de charge évolués disposent d'une sonde de température afin de corriger les seuils de régulation en fonction de la température de celle-ci. La compensation est indispensable dès lors que la température dépasse 30°. À défaut d'une sonde, il est indispensable que le régulateur-contrôleur soit paramétré en fonction des températures attendues.

L'entretien courant (trimestriel), effectué par un technicien local, consiste à vérifier

- que les ouïes d'aération sont propres et ne laissent pas passer d'insectes ou reptiles,
- que les entrées de câbles sont bien étanches,
- que les connexions sont bien serrées (en donnant un coup de tournevis sur les borniers),
- que la mise à la terre du neutre est bien réalisée en sortie d'onduleur.

Hormis la vérification visuelle, l'entretien doit être fait par un technicien compétent.

En fonctionnement, il faut contrôler tous les indicateurs d'état et appareils de mesure du système, et évaluer si ces mesures sont cohérentes. Le contrôle des seuils doit être effectué au moins une fois par an, à l'aide d'un voltmètre numérique.