

Régulateur de Charge à Sortie Variable Appliqué à la Protection Cathodique

A. Aillane, S. Kharzi, A. Touti et D. Koussa

Centre de Développement des Energies Renouvelables, B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger

Résumé - La conversion photovoltaïque, transformation directe de l'énergie solaire en électricité permet d'offrir une énergie autonome pour une multitude d'applications. Parmi les nombreuses applications photovoltaïques, nous nous intéressons dans notre cas à la protection cathodique. La protection cathodique est une arme de nature électrochimique qui consiste à abaisser le potentiel de l'acier à des valeurs égales ou inférieures au seuil (-850mV par rapport à l'électrode de référence au Cu/CuSO₄) limite supérieure de la plage d'immunité du diagramme de Pourbaix. Le régulateur de charge constitue un des éléments de base de la chaîne photovoltaïque. C'est de lui que dépend la fiabilité et le rendement de la centrale. Il permet une gestion correcte de l'utilisation de la batterie, afin de lui assurer une durée de vie maximale dans les limites des conditions requises et ce en contrôlant le niveau de charge et de décharge. Cependant, il est nécessaire de faire un choix adéquat du type du régulateur de charge suivant l'application souhaitée. La prévention contre la corrosion des canalisations métalliques enterrées (acier, cuivre, plomb, aluminium, etc.) constitue de nos jours une préoccupation majeure pour les concepteurs et les exploitants de ces ouvrages. Dans ce sens un dispositif de régulation de charge à sortie variable destiné à la protection cathodique a été réalisé. Il fait appel aux principes de régulation de charge à sortie fixe et courant limité par palier et à celui du système d'alimentation régulée à sortie variable. La charge de batterie à tension fixe est assurée par la stabilisation de la tension de G.PV grâce au principe de la régulation série. Tandis que la limitation de courant de charge à des seuils préétablis tient compte de deux paramètres : à savoir la mesure en permanence du courant débité par le G.PV et de l'accroissement de sa tension. Le régulateur de charge à tension fixe et courant limité par palier destiné à charger la batterie d'accumulateurs montre que la plage de la tension de fonctionnement de la batterie est incompatible avec la plage de la tension d'alimentation d'un circuit destiné à la protection cathodique. D'où la nécessité d'incorporer une interface entre la batterie d'accumulateurs et la canalisation qui consiste en une alimentation régulée à sortie variable pour pouvoir s'adapter à tous les cas de figures imposés par la canalisation.

Abstract - Photovoltaic conversion, transformation direct of solar energy into electricity makes it possible to offer an autonomous energy for a multitude of applications. Among the many photovoltaic applications, we are interested in our case in cathodic protection. Cathodic protection is an electrochemical weapon of nature which consists in lowering the potential of steel to values equal or lower than the threshold (- 850mV compared to the electrode of reference to Cu/CuSO₄) higher limit of the beach of immunity of the Pourbaix diagram. The regulator of load constitutes one of the basic elements of the photovoltaic chain. It is of him that depends the reliability and the output of the power station. It allows a correct management of the use of the battery; in order to ensure one lifetime maximum within the limits of the requirements and this to him by controlling the level of load and discharge. However, it is necessary to make an adequate choice of the type of the regulator of load according to the desired application. The prevention counters the corrosion of the metallic deep pipes (steel, copper, lead, aluminium, etc.) nowadays constitute a major concern for the conceivers and the operators of these works. In this direction, a dispositif of regulation of load at variable exit intended for cathodic protection was carried out. It calls upon the principles of regulation of load at fixed exit and current limited by stage and to that of the feeding system controlled to variable exit. The load of battery with fixed voltage is ensured by the stabilisation of the tension of G.PV thanks to the principle of the regulation series. While the limitation of charging current to preset thresholds takes account of two parameters; namely measurement permanently current output by the G.PV and of the increase in its tension. The regulator of load to fixed voltage and running limited by stage intended to charge the accumulator shows that the beach of the tension of operation of the battery is incompatible with the beach of the supply voltage of a circuit intended for cathodic protection. From where the need for incorporating an interface between the accumulator and the drain which consists of a food controlled at variable exit to be able to adapt to all the cases of compulsory figures by the drain.

Mots clés: Protection cathodique - Application photovoltaïque - Régulation de charge - Corrosion.

1. CORROSION EXTERNE DES CANALISATIONS EN ACIER

1.1 Principe de base de la corrosion

Dans le sol, les métaux se trouvent sous forme de combinaisons complexes mais stables dénommés minerais. Il est en état d'équilibre thermodynamique en fonction des conditions physico-chimiques du sol.

En transformant ce minerai, l'homme rompt l'équilibre thermodynamique. Le métal tend donc à retrouver une combinaison stable par une série de réactions électrochimiques qui constituent l'essence même de la corrosion. [1]

1.2 Types de corrosion

1. Corrosion d'ordre chimique
2. Corrosion par aération différentielle.
3. Corrosion du type galvanique par formation d'un couple (pile galvanique).
4. Corrosion du type électrique.
5. Corrosion bactérienne par micro-organismes.
6. Corrosion sous tension.

1.3 Remèdes

La corrosion n'étant que le voyage de retour du métal vers ses origines, pour lutter contre la corrosion, il faut empêcher le métal de commencer le voyage.

a) Soit :

Par interposition d'une barrière entre le métal et l'environnement agressif.

➤ **Il s'agit d'une protection passive.**

b) Soit :

Par apport d'énergie extérieure qui empêche l'amorce du processus de corrosion.

➤ **Il s'agit d'une protection active.**

La protection cathodique : C'est une arme de nature électrochimique qui consiste à abaisser le potentiel de l'acier à des valeurs égales ou inférieures au seuil (-850mv par rapport à l'électrode de référence au Cu / CuSO₄) limite supérieure de la plage d'immunité du diagramme de Pourbaix [1].

c) Soit :

En conjuguant une protection passive à une protection active, ceci par mesure d'économie et de sécurité.

➤ **Il s'agit d'une protection intégrale.**

Elle exige donc une compatibilité réciproque entre les associés et s'avère être la solution la plus rationnelle et la plus efficace. Les corrosions de l'acier résultent généralement de la superposition de différentes causes, simples en elles-mêmes qui viennent se conjuguer pour donner lieu à des phénomènes plus complexes.

2. PRINCIPE DE LA PROTECTION CATHODIQUE

La protection cathodique d'un ouvrage métallique en contact avec un électrolyte consiste à placer cet ouvrage à un potentiel électrique négatif tel que la corrosion deviendra thermodynamiquement impossible. Ce principe trouve son application dans la pile élémentaire où l'une des électrodes (anode) est toujours corrodée alors que l'autre (cathode) ne l'est pas. L'expérience montre que la valeur du potentiel en dessous de laquelle l'acier ne peut se corroder est de - 850 mV, mesurée par rapport à l'électrode impolarisable au sulfate de cuivre en solution saturée. Dans notre cas, la source d'énergie utilisée pour obtenir ce potentiel est un générateur photovoltaïque. Ne connaissant pas la valeur de l'impédance de la canalisation (cathode) – anode (généralement inférieure à 10 ohms), il y a lieu de disposer d'une source de tension continue variable [2]. On applique en un point donné de la canalisation un faible potentiel qu'on augmente jusqu'à l'obtention des conditions de protection décrites plus haut. Ex. Cas de la canalisation de Chérchell.

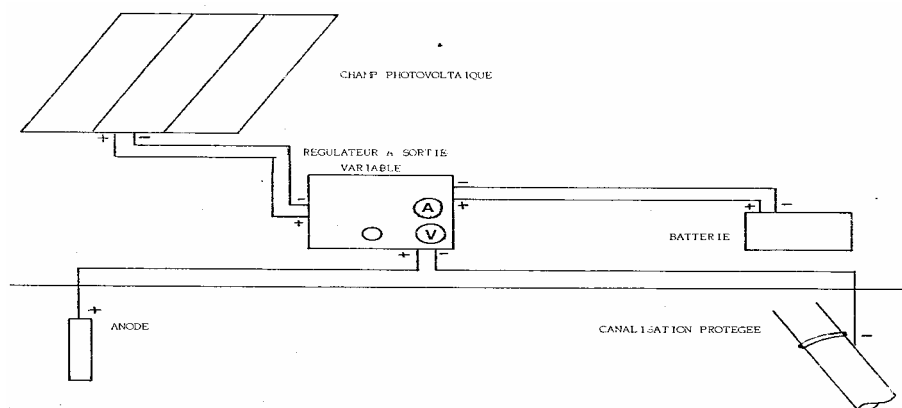


Fig. 1: Synoptique de l'installation de protection cathodique

3. LA REGULATION

3.1 Régulateur de la charge

Protection contre les surcharges.

Le dispositif de contrôle doit charger la batterie d'accumulateurs à partir du panneau photovoltaïque d'une façon optimale, le plus vite possible et avec le meilleur rendement. Idéalement le régulateur doit fournir à la batterie de l'énergie électrique en deux phases :

- Charge à courant constant jusqu'à une valeur U_c
- Puis à une tension constante U_c jusqu'à une valeur I_c . Sa consommation propre doit être la plus faible possible.

3.2 Régulateur de la décharge

Protection contre une décharge excessive

Le dispositif de contrôle doit éviter que la batterie ne se décharge trop. Pratiquement il faut interrompre la décharge lorsque la tension par élément atteint le seuil supérieur à ce seuil.

Le dispositif de régulation comprend :

- un comparateur;
- un circuit de commande;
- un interrupteur.

Le problème à éviter dans de tels montages est l'oscillation. Arrivant au seuil bas SB de la tension batterie l'utilisation est déconnectée ce qui provoque l'augmentation de la tension batterie qui devient supérieure à SB d'où on aura une reconnections de l'utilisation alors qu'aucune charge n'a été faite. Le même cas se présente en cas de charge en ce qui concerne le seuil haut SH. Ceci provoque une instabilité du système entre deux états reconnections et déconnexion. Donc, la régulation ne se réalise qu'avec deux seuils pour les deux cas. Le régulateur de charge à sortie fixe et courant limité destiné à charger la batterie d'accumulateurs montre que la plage de la tension de fonctionnement de la batterie est incompatible avec la plage de la tension d'alimentation d'un circuit destiné à la protection cathodique, d'où la nécessité d'incorporer une interface entre la batterie d'accumulateurs et la canalisation qui consiste en une alimentation régulée à sortie variable pour pouvoir s'adapter à tous les cas de figures imposés par la canalisation. [2]

4. LE REGULATEUR DE CHARGE A SORTIE VARIABLE

Nous remarquons que dans le cas de la protection cathodique, l'utilisation (la canalisation à protéger) est une charge variable d'une installation à l'autre. Une installation conventionnelle d'alimentation à l'énergie photovoltaïque avec régulateur de charge à sortie fixe ne conviendrait pas dans ce cas.

Cette problématique nous a amené, à concevoir et réaliser un régulateur de charge à sortie variable, répondant aux spécificités des installations de protection cathodique. [1]

Caractéristiques de la canalisation

1. Matière : acier, 2. Diamètre : 10 pouces, 3. Longueur : 10 kms.

Les calculs montrent qu'un courant de 5 A est nécessaire pour protéger convenablement cette canalisation.

Les relevés effectués sur le site en été, où l'impédance est relativement élevée, ont donné les résultats suivants : $I = 3,5$ A pour une tension appliquée de 45 volts. En hiver où l'impédance est relativement faible, $I = 5$ A pour une tension appliquée de 45 volts.

Caractéristiques du régulateur de charge à sortie variable [1, 3, 4]

- Nombre d'entrées générateurs régulées : 02
- Nombre d'entrées générateur non régulées : 01
- Puissance générateur : $48V \times 30A = 1,44$ kW
- Tension de sortie : variable de 4V à 48 volts
- Courant maximum de sortie : 10A limité par un dispositif de sécurité à 6 A

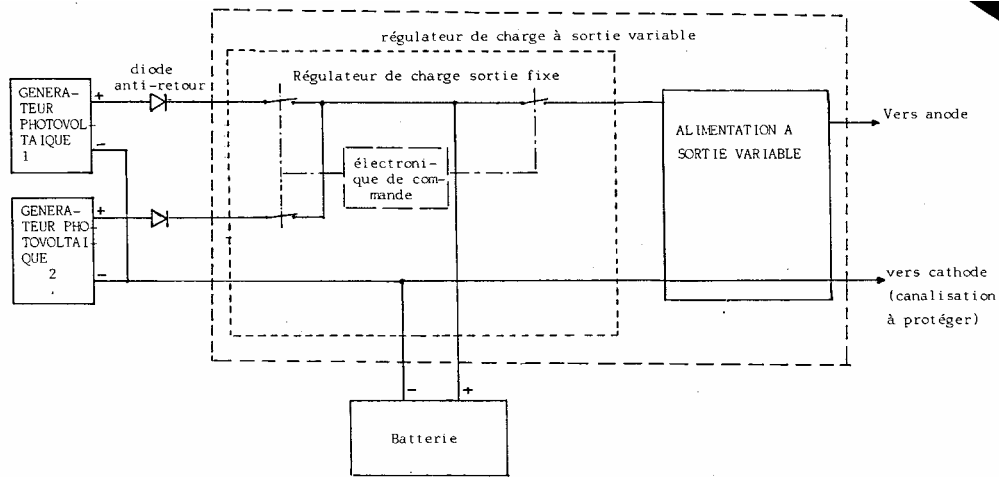


Fig. 2: Détail de la partie régulation de charge à sortie variable

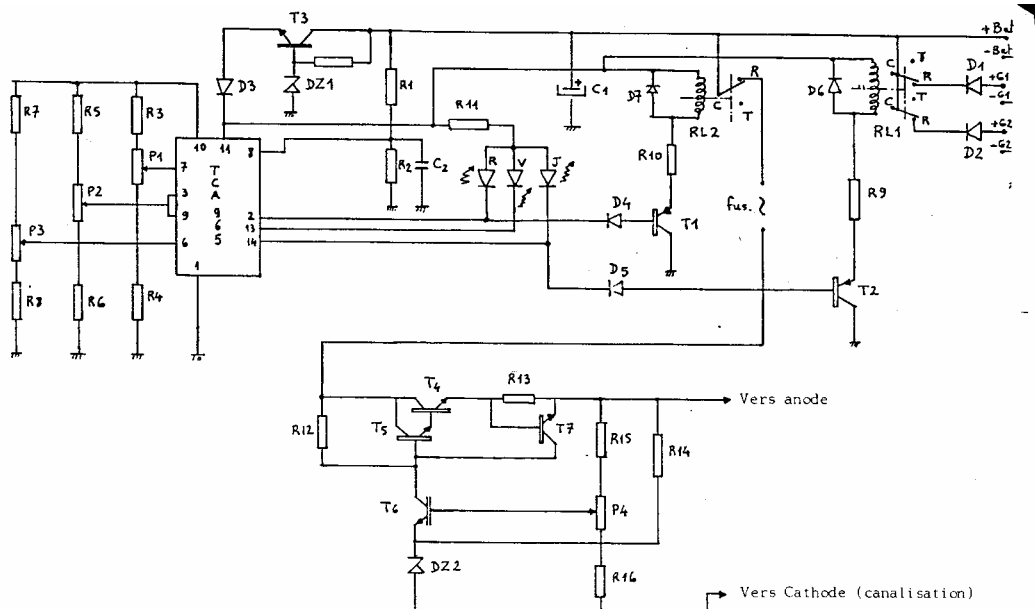


Fig. 3: Schéma électrique du régulateur de charge à sortie variable

REFERENCES

- [1] A. Touti et A. Aillane, 'La régulation', Rapport Technique, 1986.
- [2] A. Touti, A. Aillane et S. Kharzi, 'Régulateur de Charge à Sortie Variable', Rapport Technique, 1992.
- [3] J. Auvray, 'Electronique des Signaux Analogiques'
- [4] H. Bühler, 'Electronique de Puissance'