

Niveau de formation visée :

Brevet de Technicien Supérieur Electrotechnique ; Référentiel 2006

Thématique proposée :

Énergies renouvelables

Énergies solaire et photovoltaïque

Installation connectée au réseau

Éléments de CORRECTION

Configuration de l'installation en vue de la connexion réseau

Durée globale 6 à 8h

L'ensemble des documents est fourni sous forme numérique et constitue une base de données à exploiter, de plus de nombreux liens avec les sites Internet des constructeurs sont fournis.

1. Champ solaire :

Avant de mettre en service l'installation, on doit vérifier le bon fonctionnement du champ solaire. On s'intéresse aux panneaux solaires jusqu'au coffret DC.

1.1) comment vérifier que les panneaux fonctionnent correctement, doit on mettre en œuvre des procédures de travail particulières ? faut il effectuer des mesurages ?, de quelle nature ?, que doit-on escompter comme résultats de mesure ?

Le champ solaire est constitué de 9 panneaux en série, tension nominale 24V, on peut donc escompter une tension à l'arrivée du coffret $U_c = 9 * 24 = 216V$ ou maxi de 310V environ qu'il est impératif de vérifier.

Pour cela il faut mettre en œuvre des procédures particulières et mettre en place les rôles afférents des différents acteurs (chargé d'exploitation, de consignation, d'intervention, de travaux, etc) :

Procédure n°1 :

Du point de vue de la prévention des risques d'origine électrique puisque se présente une situation à risques (200 à 300V). Une habilitation B2V, BR, BC est nécessaire au minimum. **Ces tâches peuvent servir de problématique d'entraînement ou de validation des tâches. La liste ci dessous exprime le protocole de base.**

Procédure n°2 :

Du point de vue du travail en hauteur puisque les panneaux sont généralement en hauteur. La compétence du personnel amené à : monter démonter ou modifier un échafaudage ou a utiliser un moyen approprié doit être vérifié, un certificat de qualification professionnelle peut être indispensable. Dans tous les cas cette procédure comme la précédente doit faire l'objet de documents : certificats, procès verbaux d'exécution, de formation etc..). Le matériel utilisé doit être adéquat à la situation de travail et être correctement installé ainsi que les dispositifs anti chute notamment soient efficaces.

Exemple pour la procédure n°1

Il faut mettre en œuvre une situation de travail :

- 1) Consignation électrique de la partie étudiée : recouvrir la totalité du champ solaire d'une bâche opaque (ou de cartons) aux U.V notamment de telle sorte que la tension délivrée par les panneaux solaires soit nulle ou négligeable ; il faut bien amarrer la bâche pour éviter qu'un coup de vent ne vienne l'ôter. Consigner le reste de l'installation concernée, il est fortement conseillé de réaliser ces travaux en présence de deux personnes au moins.
- 2) Procéder à la vérification des équipements collectifs de sécurité (**E.C.S**) avec un écran protecteur notamment dans le coffret D.C (courant continu) et utilisation des équipements individuels de sécurité (**E.I.S**, tapis isolant, cadenas de consignation, outils isolants,...)
- 3) Procéder à la vérification des équipements de protection individuelle (**E.P.I**, gants, casque avec écran facial, etc..) et utilisation de ceux ci
- 4) Vérification de l'absence de tension (**V.A.T**)
- 5) Relier le voltmètre portatif à la sortie des panneaux solaires dans le coffret D,C

6) Ôter l'écran du champ solaire et procéder à la lecture de la valeur de la tension à l'arrivée dans le coffret DC et consigner cette valeur ainsi que la date et l'heure.

7) Reprendre §1 à 4

Si les résultats sont dans la fourchette prévue le champ solaire peut être déclaré satisfaisant. Ôter les bâches, vérifier visuellement les parties mécaniques, la propreté des panneaux, ainsi que l'absence d'objet ou de débris divers à proximité.

Notes : N'oubliez pas lorsque vous mesurez la tension que les modules solaires donnent une tension à vide plus élevée lorsque les températures sont basses et que le rayonnement solaire est constant. Vérifiez que la tension à vide des modules solaires ne dépasse pas les 500 V admissible pour l'entrée sur l'onduleur.

2 Étude de l'onduleur

2.1 Rappeler les conditions nécessaires permettant le couplage de l'onduleur au réseau de distribution auquel il est raccordé.

Égalité de tension, ordre des phases (indice horaire), égalité de la fréquence.

2.2 On s'intéresse à l'onduleur de marque Fronius IG15 de 1300W, voir documentation annexée. L'onduleur fonctionne de telle sorte que le point de fonctionnement soit situé au maximum de puissance possible des panneaux solaires, pourquoi ?

Atteindre le point optimum aux plans : économiques, électriques en gérant dynamiquement le point de fonctionnement en fonction de la tension disponible, du courant et de la température des panneaux mais également de la température extérieure

2.3 L'onduleur intègre un fonctionnement en quasi autonomie et surveillance des paramètres essentiels ; quels sont ils ? Pourquoi ?

Il est impossible de produire du courant sans être relié au réseau public. (Synchronisation et adéquation des paramètres onduleurs-réseau). Un dispositif autonome de surveillance du réseau est chargé de surveiller en permanence celui-ci. L'onduleur reconnaît donc les conditions anormales du réseau :

- La hausse subite de l'impédance du réseau ce qui correspondrait à une absence de circuit ou à un court circuit côté alternatif réseau.
- Les mesures nécessaires pour la protection des personnes et des appareils en cas de panne de secteur.

L'onduleur est programmé pour s'arrêter immédiatement lorsque les conditions de fonctionnement du réseau deviennent ou sont anormales pour interrompre l'injection de courant dans le réseau électrique.

L'onduleur fonctionne de manière automatique et détecte que les modules solaires produisent suffisamment de puissance après le lever du soleil, l'unité de commande et de réglage commence à contrôler la tension et la fréquence du réseau. Lorsque les rayons du soleil sont suffisants, l'onduleur commence à injecter du courant dans le réseau. Il suffit pour cela d'une puissance solaire de quelques watts.

L'onduleur travaille toujours de manière à obtenir la puissance maximale possible des modules solaires. Cette fonction est appelée M.P.P.T (Maximum Power Point Tracking) et est extrêmement précise. Lorsque la nuit tombe et dès que l'offre énergétique est insuffisante pour injecter de l'électricité dans le réseau, l'onduleur est coupé du réseau et s'arrête.

Tous les réglages et toutes les données enregistrées et préservés.

De nombreuses fonctionnalités d'affichage sont intégrées (valeurs minimum et maximum, deux températures différentes (par exemple la température sur les modules solaires et la température extérieure à l'ombre, le rayonnement solaire)

Le FRONIUS IG possède un transformateur H.F (haute fréquence) qui garantit la séparation galvanique entre le côté courant continu et le réseau. Le fonctionnement à haute fréquence permet de réduire considérablement la taille du transformateur, d'économiser de la place et de réduire le poids.

2.4 Le circuit courant alternatif est ouvert et consigné, qui peut procéder au couplage global de l'installation sur le réseau de distribution ?

Seul un électricien agréé et habilité est autorisé à coupler le système au réseau d'électricité public. De plus la procédure de revente d'énergie au distributeur étant très stricte la structure est multi parties.

*2.5 Sur le schéma de l'installation, on constate que sous l'onduleur et le coffret AC se trouve en direction du réseau de distribution d'énergie une série de deux compteurs (directionnels). En utilisant les documents sur les compteurs, fournis en annexe, réaliser le schéma de branchement multifilaire de ceux ci et justifier leurs fonctionnement ainsi que ce qu'ils mesurent. (Compteurs ****.pdf dans les fichiers documents techniques)*

Un compteur d'énergie mesure l'énergie de manière unidirectionnelle de « l'entrée vers la sortie » ; le compteur supérieur donc mesure l'énergie absorbée au réseau pour le fonctionnement interne de l'onduleur et la partie communication.

Le compteur inférieur mesure l'énergie revendue au réseau de distribution.

Une question reste posée, celle de la consommation interne des compteurs (5VA) qui doit être imputée au bon client.

3. Exploitation des données :

*L'installation est maintenant en fonctionnement, on se propose d'exploiter les données numériques fournies pour vérifier le fonctionnement. Le fichier Excel : **données converties CR10002 171006.xls** est fourni en document annexe et à exploiter comme base de travail.*

3.1 Bien que limité ce fichier authentique retrace l'historique du fonctionnement sur une période donnée.

A partir de quelle valeur minimale d'irradiation la production d'électricité commence t'elle ?

En parcourant les données journalières on s'aperçoit que la production débute lorsque l'irradiation est égale ou supérieure à $10\text{W}/\text{m}^2$

3.2 Sur les 6 jours de production, quelle est la moyenne de production d'énergie E_{jm} journalière ? Déterminez le montant de la facture de revente d'énergie en vous aidant des informations ci dessous?

Électricité solaire connectée au réseau :

Prix d'achat de l'électricité : le kWh photovoltaïque est acheté par votre distributeur d'énergie électrique à 0,30 €HT en métropole, 0,40 €HT dans les DOM pour une installation photovoltaïque connectée au réseau standard et 0,55 €HT dans le cas d'une intégration bâtiment.

Le **crédit d'impôt de 50%** est l'aide financière principale pour l'installation de générateurs photovoltaïques connectés au réseau électrique. Celui-ci représente 50 % du montant de l'investissement.

Aides financières en provenance de l'ADEME et de la Région sur la base d'une démarche nationale apportant 4,6 €/Wc pour les projets de connexion pure. Les Régions signent un contrat de partenariat tous les ans avec l'ADEME pour fixer ensemble le taux d'aide.

Pour les DOM-TOM, BP SOLAR propose une offre spécifique prenant en compte les avantages liés à la défiscalisation.

6/10 7921 Wh

7/10 7274 Wh

8/10 8165 Wh

9/10 8068 Wh

10/10 7667 Wh

11/10 2703 Wh

La moyenne est de : $41798 / 6 = 6,96 \text{ kWh} / \text{jour}$

Soit en moyenne sur les 6 jours de production : $6.96 \text{ kWh} \text{ à } 0.3\text{€} = 2,088 \text{ €/jour}$

3.3 On admettra dans un premier temps par manque de recul face à ces données que la production annuelle est égale à Énergie produite : $E_{an} = E_{jm} * 0.9 * 365$.

On admet encore que le coût global de l'installation Hors Taxe est égal à Pcrête installé *10 €, en combien de temps l'installation sera t'elle considérée comme amortie

- les subventions régionales représentent : 4,8 € par Wc
- le crédit d'impôt associé n'est pas pris en compte dans ce calcul.

En valeurs HT

$E_{an} = 6,96 * 0,9 * 365 = 2288 \text{ kWh}$

Coût de l'installation : 1485Wc installé d'ou $C = 1485 * 10 = 14850 \text{ €}$

Prix de revient réel : $14850 - 4,8 * 1485 = 15890 - 7128 = 8762 \text{ €}$ (crédit d'impôt non pris en compte)

Énergie revendue : $2288 * 0.3 = 686,4\text{€}$

Amortissement sur : $8762 / 686 = 12,7 \text{ années}$

Ces chiffres sont à relativiser concernant la durée d'amortissement notamment du fait des subventions accordées suivant les régions, les coûts d'installation très variables, la qualité des produits fournis etc...

En fait la durée d'amortissement est à revoir à la baisse surtout dans ce cas puisque le crédit d'impôt notamment n'est pas pris en compte et peut permettre pour un particulier de diviser par deux ou plus la durée d'amortissement.

3.4 L'installation du fait de son lieu d'utilisation (département du Vaucluse 84) permet de faire l'économie de 120g/kWh produit, sur 20 ans quelle est la masse de CO² non rejetée dans l'atmosphère ?

$2286 * 120 * 20 / 1000 = 5486 \text{ kg}$ soit 5,48 t de CO²