

TD : Energie Photovoltaïque

TD

Une famille de 4 personnes qui occupe cette maison régulièrement mais seulement le week end.

L'électricité du secteur n'est pas disponible à moins de 5 km à vol d'oiseau.

Nous nous baserons pour les données météorologiques à une altitude de 1590m, les conditions d'ensoleillement sont nettement plus favorables que dans la vallée.

Idée générale : réaliser une installation modeste, d'une part, pour ne pas engager d'investissements importants et d'autre part, pour ne pas dénaturer le caractère rustique de la bâtisse.

Exercice 1 : Calcul de l'éclairage

4 points lumineux de 13 W et 12 V sont présents dans les différentes pièces de la maison.

1. Quelle est la consommation E en ampères heures pour une durée de 3 heures en été ?
2. De même pour une durée de 6 heures en hiver ?

Réponse 1 En été : 3h d'éclairage : $E = 4 \times 13 \times 3 / 12 = 13 \text{ Ah}$ sous 12 VDC

Réponse 2 En hiver : 6h d'éclairage : $E = 4 \times 13 \times 6 / 12 = 26 \text{ Ah}$ sous 12VDC

Justification

E= consommation sur une période de temps

$E = I \times N$ en Ampères heures pour une durée de N heures La puissance P peut être exprimée en fonction de I et U : $P = U \times I$ donc $I = P / U$. Ainsi, $E = P \times N / U$ En été : 4 lampes * puissance de la lampe 13 W* 3 h d'éclairage / Tension de 12 V En hiver : 4 lampes * puissance de la lampe 13 W* 6 h d'éclairage / Tension de 12 V

Exercice 2 : Calcul de la fourniture en eau

Une source naturelle est disponible, on va utiliser une pompe de relevage pour mettre en pression l'eau courante, afin que les occupants puissent se servir au robinet dans leur maison.

Pour un débit de 10 l/min, cette pompe consomme 6A sous 12V. Comme il y a 4 personnes et que l'on compte 100 l/personne et par jour (pour le lavage, la cuisson...)

1. Combien de temps la pompe va t-elle fonctionner par jour?
2. Quelle est la consommation E sur cette période de temps ?

Réponse 1 : La pompe va fonctionner 40 minutes par jour

Réponse 2 : $E = 4 \text{ Ah}$ sous 12 V

Justification

1. Le besoin est de 400 l/jour. Pour un débit de 10 l/min, $400 / 10 = 40$ minutes
2. $E = I \times N = 6 \text{ A} \times 40 / 60 = 4 \text{ Ah}$ sous 12V et 40/60 pour convertir en heures.

Exercice 3 : Calcul de la production de froid

TD : Energie Photovoltaïque

Un réfrigérateur de 110 litres alimenté en continu, avec une bonne isolation thermique, servira à conserver les aliments, mais uniquement lors des séjours. De plus, il est décidé de ne s'en servir que l'été, puisque l'hiver, il suffit de laisser les denrées dehors, la température ne dépassant pas 5°C .

Cet équipement est équipé d'un compresseur de 70W et il consomme 300 Wh/jour.

1. Quelle est la consommation E de production de froid par jour ?

Réponse : Sous 12 V, E=25 Ah par jour l'été uniquement

Justification

Il suffit de convertir l'unité de la consommation : $W = V \cdot A$.

300 Wh/jour = 300 VAh/jour donc pour obtenir des Ah/jour il suffit de diviser par la tension $U = 12 \text{ V}$. $E = 300/12 \text{ Ah/jour} = 25 \text{ Ah/jour}$

Exercice 4 : Télévision

Pour éviter l'achat d'un téléviseur en continu, un modèle du commerce en 230 VAC sera utilisé. Sa puissance est de 90 W. Il est prévu de le brancher sur un petit onduleur spécifique, à 90% de rendement, qui sera allumé en même temps que le téléviseur.

Pour un usage prévu de 4h par jour :

1. Quelle est la consommation E sur cette période de temps ?

Réponse E=33.3Ah par jour

Justification

- $P_{tv}=90\text{W}$, $U=12\text{V}$, $N=4$ heures et $h=0.9$
- $h = P_{tv}/P_{conso}$ d'où $P_{conso}=P_{tv}/h = 90/0.9=100\text{W}$
- $E=I \cdot N=(P_{conso}/U) \cdot N=(100/12) \cdot 4=33.3 \text{ Ah par jour}$

Exercice 5 : Consommations électriques du chalet

Pour obtenir les consommations moyennes étalées dans le temps, qui vont nous permettre de définir les panneaux, il faut tenir compte de l'occupation 2 jours par semaine seulement :

1. Faites la synthèse des consommations électriques en remplissant le tableau suivant:

	Eté en Ah/jour	Hiver en Ah/jour
Eclairage		
Eau		
Froid		
Télévision		
CONSO TOTALE		

2. Quelle est la consommation moyenne par jour sur la semaine en été et en hiver ?

TD : Energie Photovoltaïque

Réponse 1

	Eté en Ah/jour	Hiver en Ah/jour
Eclairage	13	26
Eau	4	4
Froid	25	0
Télévision	33,3	33,3
CONSO TOTALE	75,3	63,3

Réponse 2

- Consommation moyenne par jour en été : $E=21.5 \text{ Ah}$
- Consommation moyenne par jour en hiver : $E=18.1 \text{ Ah}$

Justification

- $E=75.3*2/7$ avec 75.3Ah est la consommation totale par jour en été
- $E=63.3*2/7$ avec 63.3Ah est la consommation totale par jour en hiver

II . Choix des équipements

Conseils d'un installateur électricien :

Les composants photovoltaïques sont relativement « standards », disponibles à un bon rapport qualité/prix. Il s'agit notamment de :

- Modules photovoltaïques 50 Wc-12V en silicium polycristallin de dimensions 800*630 mm donnant 3 A/16.5V.
- Batteries plomb ouvertes « solaires » à plaques de 220 Ah-12V, les plus grosses 12V de ce type. Leur principal défaut est d'offrir un nombre de cycles assez faible, 250 à 80% de décharge, mais ce n'est pas critique dans notre cas : même en supposant un cycle par week end, la durée de vie serait de l'ordre de 5 ans, ce qui est tout à fait satisfaisant.

Il en ressort deux exercices, l'un avec le système économique et l'autre un peu plus confortable.

Le système plus confortable se compose de :

- 4 modules photovoltaïques 50Wc-12V
- 1 batterie solaire au plomb ouvert de 220 Ah-12V
- 1 régulateur charge-décharge type série 20 A-12V
- 1 onduleur type TV de 400 VA
- 8 luminaires à économie d'énergie 13 W en 230 VAC

Prix total=3290 euros sans compter téléviseur, réfrigérateur, accessoires de montage et installation

TD : Energie Photovoltaïque

Exercice 6 : Solution à trois panneaux : Système économique

Le système économique se compose de :

- 3 modules photovoltaïques 50 Wc-12V décrits ci-dessus
- 1 batterie solaire au plomb ouvert de 220 Ah-12V
- 1 régulateur charge-décharge type série 20 A-12V
- 1 onduleur type TV de 400 VA
- 8 réglettes fluo en 12 VDC

Prix total de ces composants : 2380 euros sans compter téléviseur, réfrigérateur, accessoires de montage et installation

Pour l'exposition 60°Sud, le rayonnement de Davos reçu est de 3 kWh/m² jour en hiver et de 4 kWh/m² jour en été.

1. Quelle est la production énergétique par jour en hiver?
2. Quelle est la production énergétique par jour en été ?
3. Comparez avec la consommation prévue.
4. Calculez les coefficients de pertes en hiver et en été
5. Concluez sur la production effective en tenant compte des pertes de salissure de 10% et un rendement de la batterie de 80%.

Réponse 1 Production en hiver $E=27$ Ah/jour

Réponse 2 Production en été $E=36$ Ah/jour

Réponse 3 La production énergétique est légèrement excédentaire

Réponse 4 $cph=0.67$ et $cpe=0.6$ (avec cph : coefficient de pertes en hiver et cpe : coefficient de pertes en été).

Réponse 5

Si les salissures ne provoquent pas une perte de plus de 10% et si la batterie a un rendement supérieur ou égal à 80%, le coefficient de pertes en courant sera de 0.72.

Calcul : $(27 \text{ Ah/jour} - 10\%) \cdot 80\% = 19.44 = 72\%$ de 27 Ah/jour soit 0.72 idem pour l'été

La production effective sera donc de 19.5Ah ($=27 \cdot 0.72$) en hiver et 26Ah ($=36 \cdot 0.72$) en été.

Justification

1. Production en hiver : $E = \text{nbre panneaux} \cdot N_e \cdot I$
 $E = \text{nbre panneaux} \cdot (E_{\text{sol}}/1000) \cdot I$
 $E = 3 \cdot (3000/1000) \cdot 3 = 27 \text{ Ah/jour}$
2. Production en été : $E = 3 \cdot (4000/1000) \cdot 3 = 36 \text{ Ah/jour}$
3. Hiver : $\text{conso}=18.1 > \text{prod}=27$; Eté : $\text{conso}=21.5 > \text{prod}=36$
4. En hiver, $cph=18.1/27=0.67$ et En été, $cpe=21.5/36=0.6$

TD : Energie Photovoltaïque

Exercice 7 : Solution à quatre panneaux : Système plus confortable

Le système se compose de :

- 4 modules photovoltaïques 50 Wc-12V décrits ci-dessus
- 1 batterie solaire au plomb ouvert de 220 Ah-12V
- 1 régulateur charge-décharge série 20 A-12V
- 1 onduleur type TV de 400 VA
- 8 luminaires à économie d'énergie 13 W en 230 VAC

Prix total de ces composants : 3290 euros sans compter téléviseur, réfrigérateur, accessoires de montage et installation

Pour l'exposition 60°Sud, le rayonnement de Davos reçu est de 3 kWh/m².jour en hiver et de 4 kWh/m².jour en été. Considérons la solution à quatre panneaux :

1. Quelle est la production énergétique par jour en hiver en tenant compte des coefficients de pertes en courant de 0.72?
2. Quelle est la production énergétique par jour en été en tenant compte des coefficients de pertes en courant de 0.72?
3. Quel est l'excédent par rapport aux prévisions ?
4. Que pouvez vous en conclure ?

Réponse 1 Production en hiver $E=26$ Ah/jour

Réponse 2 Production en été $E=34.5$ Ah/jour

Réponse 3 Excédent de 7.9 Ah/jour en hiver et de 13 Ah/jour en été

Réponse 4

Le système à 4 panneaux sera largement excédentaire : c'est un de ses objectifs, il donne une bonne marge pour permettre aux occupants de disposer de plus d'énergie.

Justification

1. Production en hiver $E=4*3A*0.72*3h/jour$ car 4 est le nombre de panneaux * l'intensité de ces modules $I=3A$ * coefficient de pertes en courant $cpc=0.72$
 $Ne(h/jour)=E_{sol}/1000=(3000Wh/m^2.jour)/(1000W/m^2)$
2. Production en été $E=4*3A*0.72*4h/jour$ car 3 est le nombre de panneaux * l'intensité de ces modules $I=3A$ * coefficient de pertes en courant $cpc=0.72$
 $Ne(h/jour)=E_{sol}/1000=(4000Wh/m^2.jour)/(1000W/m^2)$
3. Production hiver = 26 Ah/jour > Consommation hiver = 18.1 Ah/jour
4. Production été = 34.5 Ah/jour > Consommation été = 21.5 Ah/jour