

## CI 5 – Concevoir et utiliser un modèle relatif à un système en vue d'évaluer les performances de la chaîne d'énergie

**Secteur d'activité**

Domotique

**Support**

Portail automatisé SET



**Références  
programme**

**au**

### **Approche comportementale**

- Modèles de comportement

Principes généraux d'utilisation

Identification et limites des modèles de comportements, paramétrage associé aux progiciels de simulation

- Comportement énergétique des systèmes

Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité

Caractérisation des échanges d'énergie entre source et charge

### **Constituants d'un système**

- Transformateurs et modulateurs d'énergie associés

Actionneurs et modulateurs : moteurs électriques et modulateurs

**Pré requis**

**Compétences  
évaluées**

**Documents  
ressources**

**Documents à rendre**

# SUJET

## MISE EN SITUATION

Le système pédagogique proposé par la société SET s'appuie sur un produit innovant, développé par la société Avidsen, destiné à la commande de portails à battants. Ce produit se caractérise par une absence de liaison au réseau électrique basse tension grâce à son alimentation par panneaux photovoltaïques ainsi que par une absence de liaison filaire entre les deux centrales électroniques grâce à la radio-transmission.

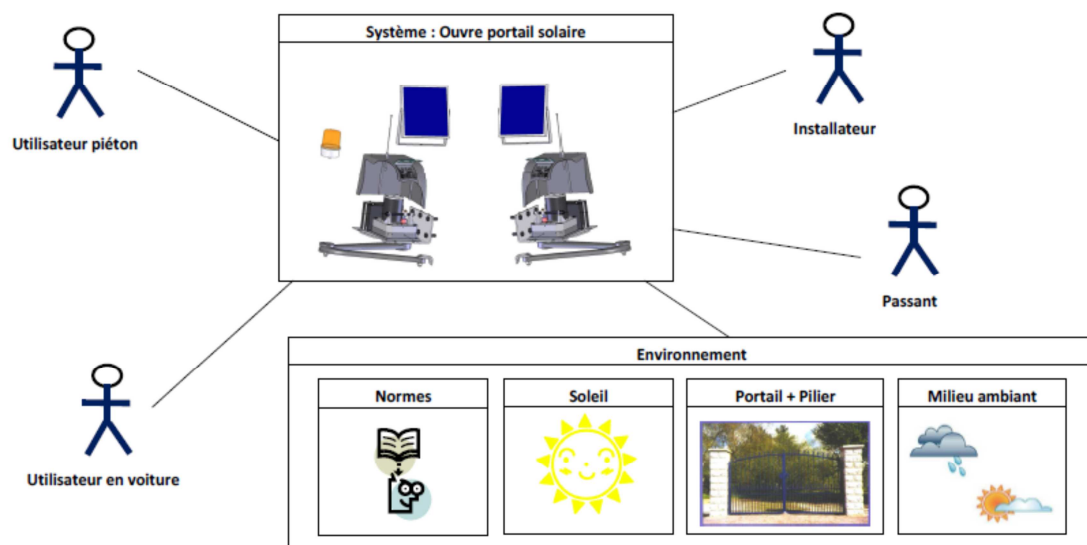
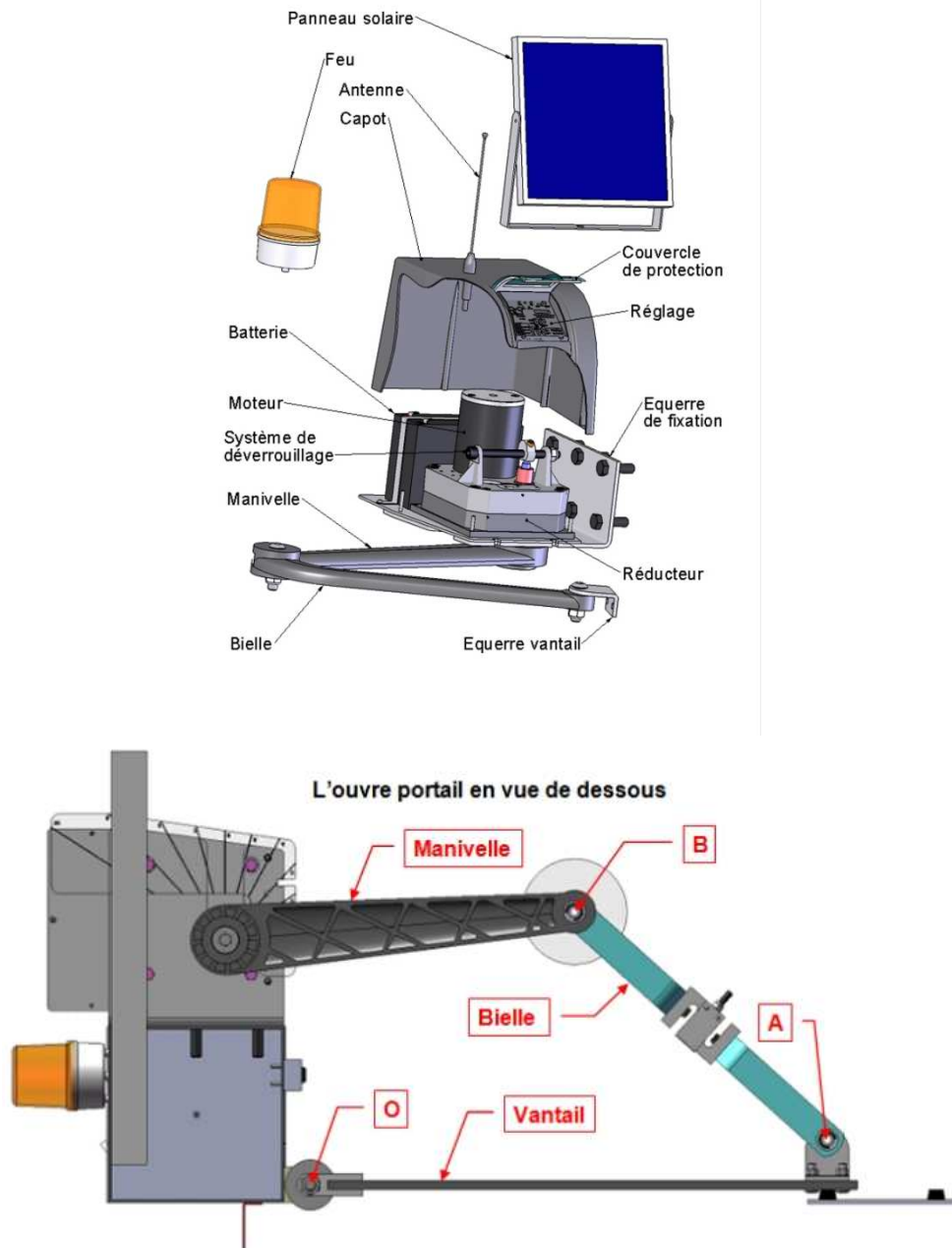
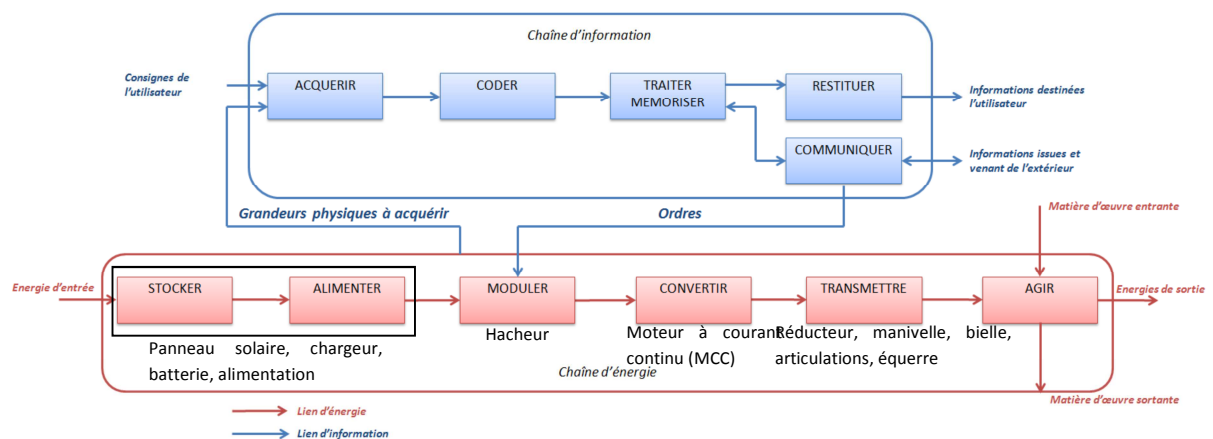


Diagramme de contexte



On s'intéresse à la chaîne d'énergie du portail automatisé SET (deux groupes identiques) :

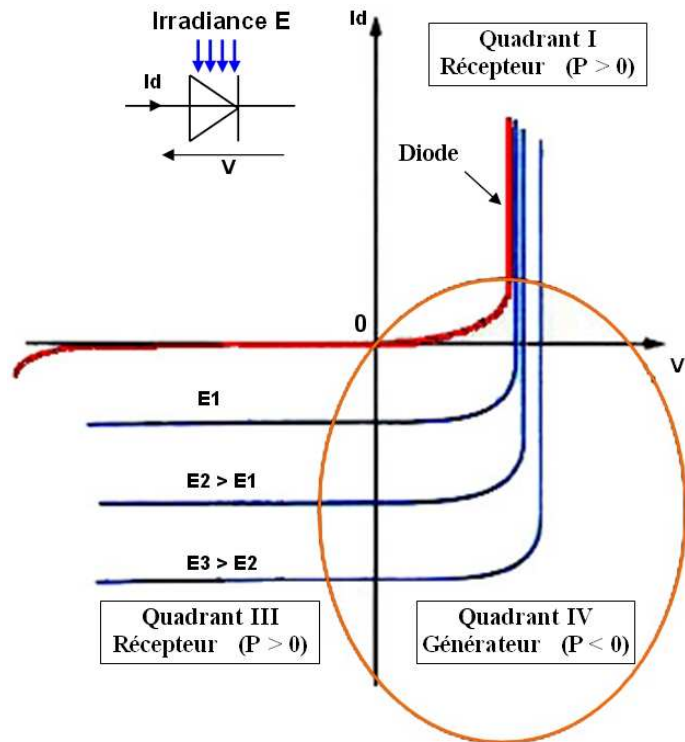


## LE PANNEAU SOLAIRE

### Principe de fonctionnement

L'effet photovoltaïque permet de convertir directement l'énergie des rayons solaires en électricité par le biais de la production et du transport dans un matériau semi-conducteur de charges électriques positives et négatives sous l'effet de la lumière. La cellule est en fait une jonction P-N dont la zone N est bombardée par les photons solaires : sa caractéristique est donc similaire à celle d'une diode capable de fonctionner en générateur en fonction de la puissance rayonnée  $E$  (ou irradiance) sur sa surface.

Donc en pratique on exploite la caractéristique du quadrant IV du graphe représenté ci-contre en convention récepteur.



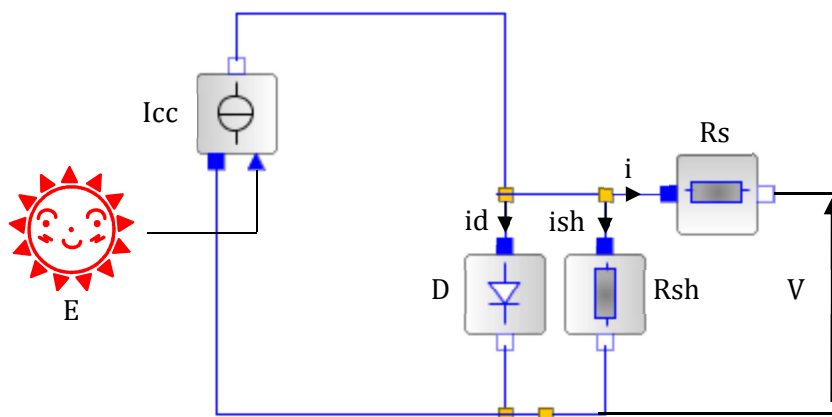
### Modèle électrique d'une cellule

Le modèle utilisé est défini par une source de courant idéale associée à une diode  $[D]$  et à 2 résistances  $[R_s]$  et  $[R_{sh}]$ .

La diode  $[D]$  décrit les propriétés semi-conductrices de la cellule photovoltaïque.

La résistance  $[R_s]$ , résistance série, modélise les pertes ohmiques du matériau. Sa valeur dépend du point de fonctionnement de la cellule.

La résistance  $[R_{sh}]$ , résistance shunt, modélise les courants parasites qui traversent la cellule. On la suppose très grande, de sorte que l'intensité qui la traverse est quasiment nulle.



$I_{cc}$  : « Photocourant » créé par la cellule, proportionnel au rayonnement incident du soleil (irradiance  $E$ ).

$V$  : tension en sortie de cellule.

### Effet de l'irradiance

L'irradiance  $E$  s'exprime en  $W/m^2$  (Watts par mètres au carré). Multipliée par la surface des cellules photovoltaïques et le temps d'exposition au soleil, elle permet d'estimer la quantité d'énergie solaire apportée au panneau.

### Activité 1

- Ouvrir le fichier « TP\_panneaux\_solaires\_portail.zcos » avec le module Xcos de Scilab.
- Double-cliquer sur le bloc « panneaux solaires », vérifier le modèle proposé par rapport à celui donné précédemment.
- Consulter la valeur de l'irradiance. Quelle est la nature cette consigne d'entrée ?
- Quelle est la nature du circuit électrique alimenté par le panneau solaire ? Que fait-t-on varier lors de la simulation ? De quelle manière ?
- Quelles sont les courbes affichées par les différents scopes ? (on donnera la nature des grandeurs physiques en abscisse et en ordonnée).
- Lancer la simulation.
- Effectuer des simulations pour un éclairement de 200, 400, 600, 800 et 1000  $W/m^2$ . Comparer aux courbes données en annexe.

## LA BATTERIE AU PLOMB

L'exposition solaire étant variable, l'énergie solaire reçue est donc aussi variable. Dans l'industrie, on prend comme valeur de référence pour les tests et calculs la valeur moyenne de 1000  $W/m^2$  à 25°C.

### Extrait du cahier des charges :

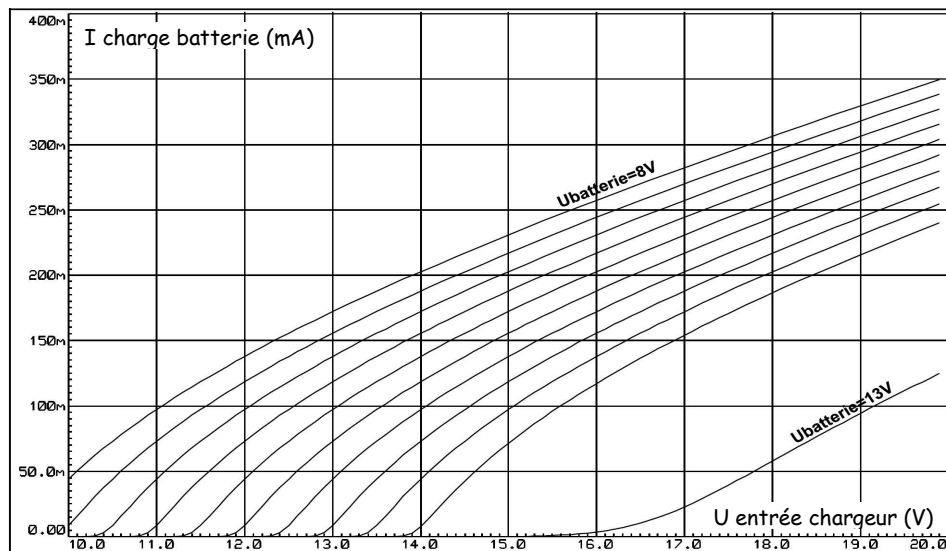
Exigence	Critère	Niveau
Le système doit être indépendant énergétiquement	Un panneau photovoltaïque par motorisation	
	Tension	$U_{nom} = 17 V$
	Puissance	$P_{nom} = 4 W$
	Une batterie par motorisation	Permet un fonctionnement de 10 cycles/jour sans soleil pendant une durée « normale » sous nos latitudes
	Durée de vie	5 ans
	Tension des batteries	12 V

### Activité 3

- Ouvrir le fichier « TP\_portail avec animation.zcos » avec le module Xcos de Scilab.
- Identifier sur le modèle la motorisation, le réducteur, le système articulé manivelle / bielle / vantail.
- Quelles sont les entrées du modèle ? Consulter les valeurs données.
- Quelles sont les courbes affichées par les différents scopes ? (on donnera la nature des grandeurs physiques en abscisse et en ordonnée).
- Lancer la simulation.
- Donner dans les conditions de la simulation :
  - Le temps d'ouverture ;
  - La tension d'alimentation du moteur ;
  - L'intensité moyenne nécessaire au fonctionnement de la motorisation ;
  - La puissance électrique moyenne consommée ;
  - L'énergie électrique consommée ;
  - La puissance mécanique moyenne disponible en sortie.
  - Le rendement global.
- On considère que le fonctionnement est identique lors de l'ouverture et de la fermeture du vantail. Vérifier l'aptitude de la batterie à respecter le cahier des charges.
- Quelle est la conséquence d'une augmentation du couple résistant sur le vantail (on essaiera une valeur de  $-100 \text{ N.m}$ ).

### L'ENSEMBLE PANNEAU SOLAIRE / CHARGEUR / BATTERIE

On donne ci-dessous les graphes du courant de charge de la batterie en fonction de la tension d'entrée du chargeur (égale à la tension de sortie du panneau solaire) pour différentes valeur de la tension batterie (de  $U_{\text{batterie}} = 8 \text{ V}$  à  $13 \text{ V}$  au pas de  $0,5 \text{ V}$  de gauche à droite).



On donne en annexe les courbes  $I(U)$  et  $P(U)$  pour le panneau solaire.

### Activité 3

- Montrer que pour un éclairage donné, il existe un point de fonctionnement optimal. Expliquer alors le principe de la technique du Maximum Power Point Tracking (MPPT) pour la recharge de batteries avec des panneaux solaires.
- À l'aide des différents graphes, déterminer les points de fonctionnement de l'ensemble "panneau photovoltaïque + chargeur + batterie" pour différentes irradiances et différentes tensions de batterie (compléter le tableau). Conclure si le chargeur est à commande MPPT.

	Irradiance			
	1000 W/m <sup>2</sup>		600 W/m <sup>2</sup>	
U <sub>batterie</sub>	9 V	12,5 V	9 V	12,5 V
I <sub>batterie</sub>				
P <sub>batterie</sub>				
U <sub>panneau</sub>				
P <sub>panneau</sub>				

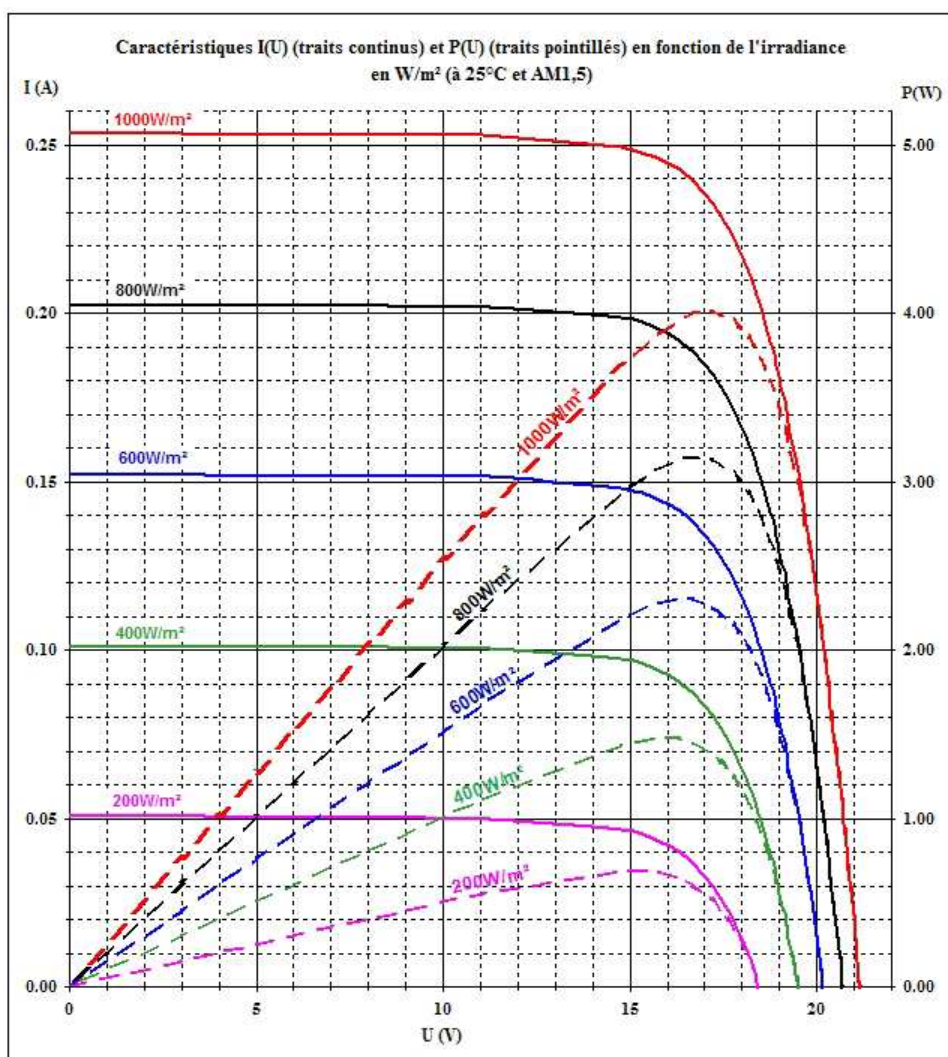
- Montrer que le chargeur doit être capable de limiter la tension de charge de la batterie.

# Documentation

## PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE MONOCRISTALLIN



Type	Photovoltaïque polycristallin
Câble	2m. 2 conducteurs de section 0,75 mm <sup>2</sup> - Pôle positif : fil rouge - Pôle négatif : fil noir
Tension de sortie	Régulée à 13,8 Vdc maximum (Tension de floating de la batterie)
Puissance de sortie	4 W (pour un rayonnement solaire de 1000 W/m <sup>2</sup> )
Température de fonctionnement	- 20 °C / + 60 °C
Indice de protection	IPX4





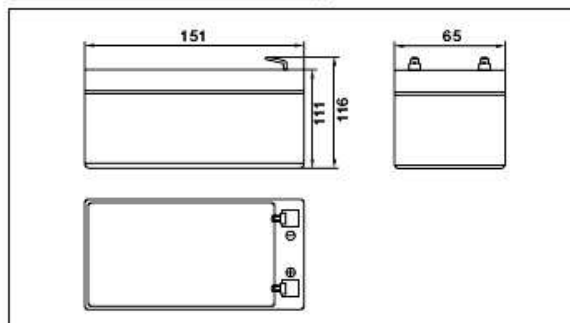


# SHENZHEN SUNNYWAY BATTERY TECH CO.,LTD.

## SW12100(12V10AH)



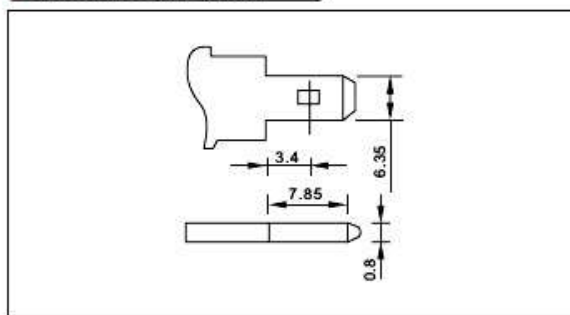
### Outer dimensions (mm)



### Specifications

Nominal Voltage		12V
Rated capacity (20 hour rate)		10Ah
Dimensions	Total Height	116mm (4.57inches)
	Height	111mm (4.37inches)
	Length	151mm (5.94inches)
	Width	65 mm (2.56 inches)
Weight Approx		3.30Kg (7.26 lbs)

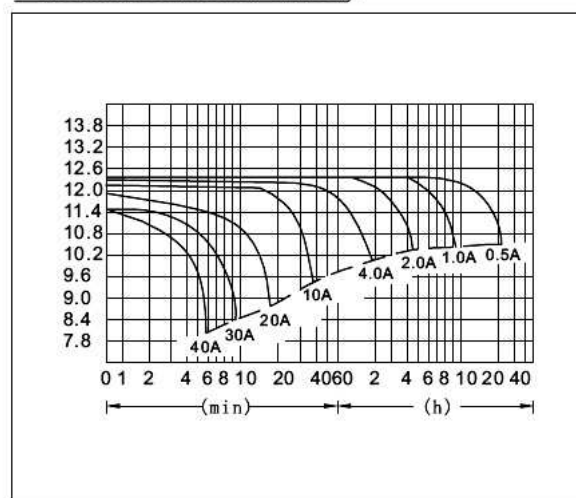
### Terminal Type (mm)



### Characteristics

Capacity 25°C(77°F)	20 hour rate(0.50 A)	10.0 AH
	10 hour rate(0.92 A)	9.20 AH
	5 hour rate(1.70 A)	8.50 AH
	1 hour rate(6.00 A)	6.00 AH
1.5 hour discharge to 10.5V		4 A
Internal Resistance Full charged Battery at 25°C(77°F)		15 mΩ
Capacity affected by Temperature (20hour rate)	40°C(104°F)	102%
	25°C(77°F)	100%
	0°C(32°F)	85%
	-15°C(5°F)	65%
Self-Discharge at 25°C(77°F)	Capacity after 3 month storage	91%
	Capacity after 6 month storage	82%
	Capacity after 12 month storage	64%
Terminal		T2、T3、T5
Charge (constant Voltage)	Cycle	Initial Charging Current less than 4.00A Voltage 14.10-14.40V
	Float	Voltage 13.50-13.80V

### Discharge Curves 25°C(77°F)



Constant Current(Amp) and Constant Power(Watt) Discharge Table at 25°C(77°F)

Time	5min	10min	15min	30min	1h	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
9.60V	A 40.00	27.00	19.00	11.50	6.00	3.50	2.58	2.07	1.75	1.16	0.95	0.52
	W 424.6	286.7	201.7	122.1	69.2	40.5	29.79	23.92	20.29	13.38	10.96	6.00
10.20V	A 36.00	24.58	17.08	10.92	5.63	3.36	2.50	2.00	1.72	1.14	0.93	0.50
	W 399.6	272.5	189.6	121.3	65.0	38.9	28.96	23.17	19.92	13.17	10.75	5.83
10.50V	A 34.04	23.40	16.00	10.58	5.45	3.29	2.46	1.90	1.70	1.13	0.92	0.50
	W 385.8	265.0	181.3	120.0	63.1	38.1	28.46	22.00	19.79	13.04	10.67	5.79
10.80V	A 31.67	22.17	15.00	10.29	5.27	3.21	2.42	1.87	1.63	1.10	0.90	0.49
	W 368.3	257.5	174.6	119.6	61.3	37.3	28.13	21.73	18.92	12.50	10.42	5.67
11.10V	A 30.00	21.00	14.00	10.00	5.08	3.13	2.29	1.83	1.55	1.07	0.88	0.48
	W 357.1	249.6	166.3	118.8	60.4	37.1	27.29	21.67	18.50	12.08	10.21	5.63