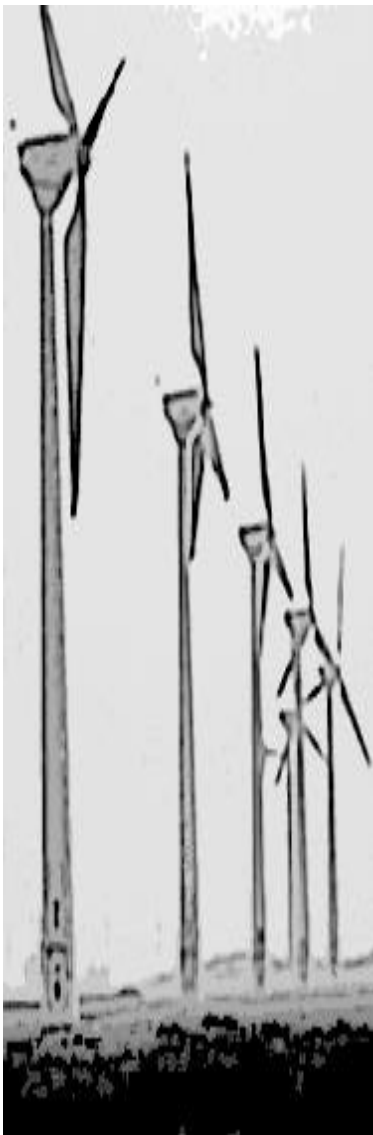


TRAVAUX DIRIGES MICROGRID



***Etudes énergétiques et électriques
d'un « microgrid » d'un site « isolé »
et/ou « raccordé au réseau public
de distribution électrique».***

Partie 2

M. Blanchard

M. Hilaire

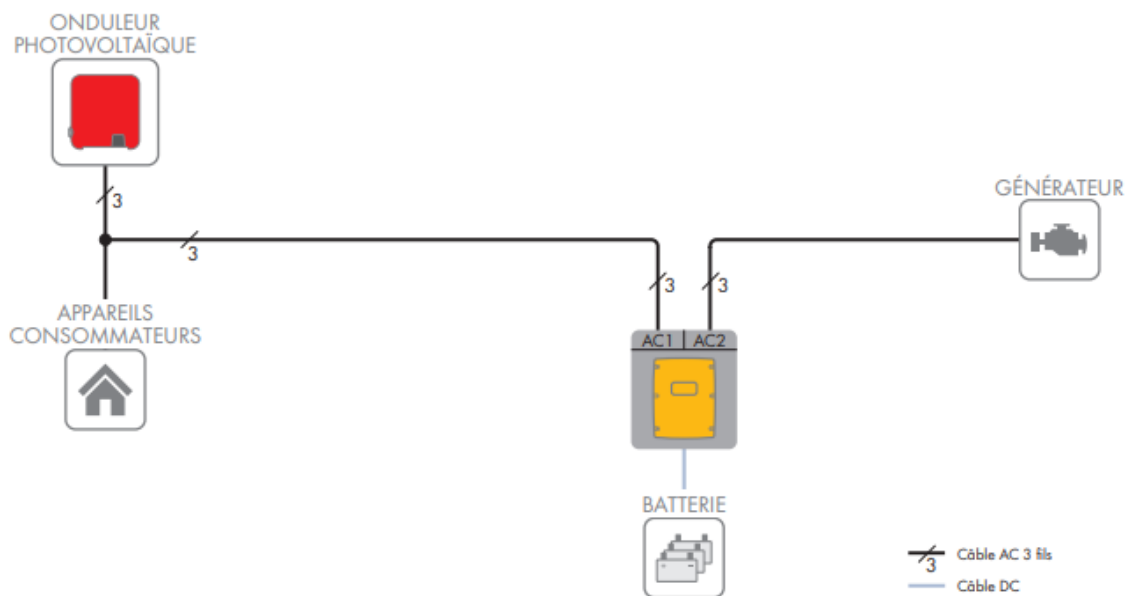
TD3 Installation Chalet de montagne BUS AC

Nous reprenons la même étude que le TD précédente, mais cette fois en utilisant :

- Des batteries lithium ion. (pylontech US 5000 -48V)
- Des onduleurs solaire AC.
- Un onduleur chargeur. **SI4. 4M-13**
- Besoin journalier : 6kWh et 4 jours d'autonomie.
- 5kW de puissance AC. (<30 min)



Nous utilisons cette fois un onduleur « standalone » SunnyIsland de SMA,
Le schéma de principe de câblage de cet onduleur est le suivant



1. Dimensionnement du pack batterie

- 1.1. Citer les principaux avantages des batteries Lithium par rapport aux batterie plomb.
- 1.2. Pour répondre au cahier des charges ci-dessus, calculer la capacité de batterie à installer. Non prendrons un « DODmax » de 80% et un rendement de décharge de 0.9.
- 1.3. Proposer une solution à partir de la documentation « Pylontech US 5000 » donnée en annexe.

2. Dimensionnement du champ photovoltaïque

La seule source d'énergie étant le champ photovoltaïque, il doit couvrir les besoins journaliers. Un simulateur donne une production de 40kWh/kW installé (optimisé, sans perte)

- 2.1. Calculer la puissance du champ PV à installer pour couvrir les besoins journaliers. On prendra un coefficient de performance du champ PV de 0.7.
- 2.2. Pour permettre la recharge de batteries en plus de combler les besoins journaliers, nous installerons 1.5* la puissance calculée. Quel sera la puissance des champs à installer.

2.3. Quels onduleur PV de type « Sunny Boy » pouvez-vous choisir au plus juste. Y aura-t-il écrêtage de la production.

3. Choix de l'onduleur « standalone »

La puissance maximum demandée par les charges doit être inférieure à la puissance délivrée pendant 30 min par l'onduleur

3.1. Quel onduleur Sunny Island choisissez-vous pour cette application

3.2. En vous inspirant de la documentation en annexe, donner le schéma de câblage de l'installation. Faites apparaître les protections.

4. Etude de la partie AC

Le tableau électrique comprend un disjoncteur magnéto-thermique principal 32A courbe C et des disjoncteur 16A courbe C pour les circuits d'éclairage et de prise.

4.1. En regardant le schéma donné en exemple dans la documentation du Sunny Island » préciser la position du neutre de l'onduleur et des masses métalliques de l'installation. De quel type de schéma de liaison à la terre s'agit-il ?

4.2. Que se passe-t-il en cas de défaut d'isolement et quel appareil doit couper le circuit

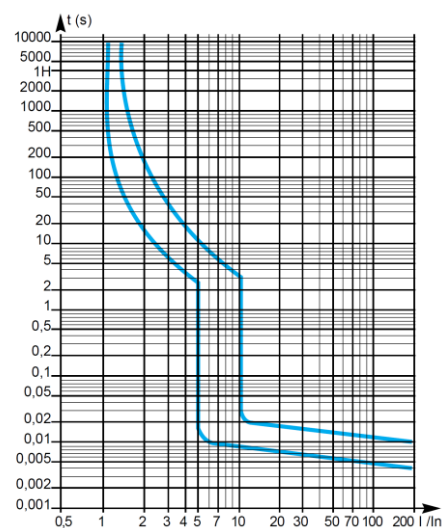
4.3. Noter la puissance de court-circuit de l'onduleur SMA. « **Courant de sortie maximal (pour 60 ms)** »

4.4. Le disjoncteur principal est un 32A courbe C. En cas de défaut d'isolement en combien de temps ce disjoncteur réagit-il ?

4.5. Faire un schéma électrique du courant de défaut et indiquer si une tension potentiellement dangereuse peut apparaître sur les masses métalliques.

4.6. Proposer une solution.

C60a/N/H courbe C



5. Etude de la gestion de puissance $p(f)$.

L'onduleur chargeur Sunny Island, lorsqu'il est configuré en site isolé, contrôle la tension et la fréquence du site isolé.

- Si la puissance injectée par les champs PV est inférieure à la puissance des charges du site isolé, il complète en déchargeant les batteries.
- Si la puissance injectée par les champs PV est supérieure à la puissance des récepteurs du site isolé, il complète en chargeant les batteries.

Dans ces 2 cas il impose une fréquence de 50Hz :

- Si la puissance injectée par les champs PV est supérieure à la puissance des récepteurs du site isolé et que la batterie est chargée

Dans ce cas il augmente progressivement sa fréquence au-dessus par pas de 0,2 Hz. 50,2 puis 50,4.....jusqu'à 52 Hz.

5.1. Rappeler le comportement du sunny BOY

5.2. Préciser le paramétrage de la fonction mise en œuvre (voir TD précédent)

Annexe Batterie Pylontech US 5000

Paramètres de base	US5000	US5000-B
Tension nominale (Vdc)	48	
Capacité nominale (Wh)	4800	
Capacité utile (Wh)	4560	
Profondeur de décharge (%)	95	
Dimensions (mm)	442*420*161	
Poids (kg)	39,7	40
Tension de décharge (Vdc)	43,5 ~ 53,5	
Tension de charge (Vdc)	52,5 ~ 53,5	
Recommandé	80*	
Courant de charge/décharge (A)		
Max. continu	100*	
Courant de charge/décharge (A)		
Courant de charge/décharge de crête (A)	101-120@15min	
	121~200@15sec	
Communication	RS485, PEUT	
Configuration (max. dans 1 groupe de batteries)	16 pièces	
Température de fonctionnement	0°C ~50°C Charger	
	- 10°C ~50°C Décharge	
Température du plateau	- 20°C ~45°C	
Courant court/temps de durée	<2000A/1ms	
Type de refroidissement	Naturel	
Briseur	Non	Oui
Classe de protection	je	
Indice de protection IP du boîtier	IP20	
Humidité	5 % ~ 95 % (RH) sans condensation	
Altitude(m)	≤4000	
Certificat	TÜV / CE / UL / UN38.3	
Vie de conception	15+ ans (25°C /77°F)	
Cycle de vie	> 6 000 25°C	
Normes de référence	CEI62619, CEI63056, UL1973, UL9540A, CEI61000-6-2, CEI61000-6-3, UN38.3	

* : Les valeurs recommandées et max. le courant de fonctionnement continu est pour une température de cellule de batterie

dans les 10 ~ 40 ° C à considérer, hors de cette température. entraînera un déclassement du courant de fonctionnement.

Annexe Documentation Sunny Boy

Données techniques	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0	Sunny Boy 6.0
Entrée (DC)					
Puissance max. du générateur photovoltaïque	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp	9000 Wp
Tension d'entrée max.	600 V				
Plage de tension MPP	110 V à 500 V	130 V à 500 V	140 V à 500 V	175 V à 500 V	210 V à 500 V
Tension d'entrée assignée	365 V				
Tension d'entrée min. / tension d'entrée de démarrage	100 V / 125 V				
Courant d'entrée max. utilisable entrée A / entrée B	15 A / 15 A				
Courant d'entrée max. par string entrée A / entrée B	20 A / 20 A				
Nombre d'entrées MPP indépendantes / strings par entrée MPP	2 / A:2 ; B:2				
Sortie (AC)					
Puissance assignée (pour 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ¹⁾	6000 W
Puissance apparente AC max.	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ¹⁾	6000 VA
Tension nominale AC / plage	220 V, 230 V, 240 V / 180 V à 280 V				
Fréquence du réseau AC / plage	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz à +5 Hz				
Fréquence de réseau assignée / tension de réseau assignée	50 Hz / 230 V				
Courant de sortie max.	13,7 A	16 A	18,2 A	22,8 A	26,1 A
Facteur de puissance pour la puissance assignée	1				
Facteur de déphasage réglable	0,8 inductif à 0,8 capacitif				
Phases d'injection / phases de raccordement	1 / 1				
Rendement					
Rendement max. / rendement européen	97,0 % / 96,4 %	97,0 % / 96,5 %	97,0 % / 96,5 %	97,0 % / 96,5 %	97,0 % / 96,6 %
Dispositifs de protection					
Dispositif de déconnexion côté DC	●				
Surveillance du défaut à la terre / surveillance du réseau	● / ●				
Protection inversion de polarité DC / résistance aux courts-circuits AC / séparation galvanique	● / ● / –				
Unité de surveillance du courant de défaut, sensible à tous les courants	●				
Classe de protection (selon IEC 61140) / catégorie de surtension (selon IEC 60664-1)	I / III				
Protection contre les arcs électriques (AFCI) et fonction de diagnostic I-V et P-V	● / ●				
Caractéristiques générales					
Dimensions (L/H/P)	435 mm / 470 mm / 176 mm (17,1 pouces / 18,5 pouces / 6,9 pouces)				
Poids	17,5 kg (38,5 lb)				
Plage de température de fonctionnement	-25 °C à +60 °C (-13° F à +140 °F)				
Émission sonore, typique	25 dB(A)				
Autoconsommation (nuit)	5,0 W				
Topologie	Sans transformateur				
Système de refroidissement	Convection				
Indice de protection (selon IEC 60529)	IP65				
Classe climatique (selon IEC 60721-3-4)	4K4H				
Valeur maximale admissible d'humidité relative de l'air (sans condensation)	100 %				
Équipement					
Raccordement DC / raccordement AC	SUNCLIX / fiche AC				
Affichage via smartphone, tablette, ordinateur portable	●				
Interfaces : WLAN / Ethernet / RS485	▲ / ● / ●				
Protocoles de communication	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data				
Gestion de l'ombrage : SMA ShadeFix (intégrée)	●				
Garantie : 5 / 10 / 15 ans	● / ● ²⁾ / ○				
Certifications et homologations (autres sur demande)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, Dansk Energi DK1/2, DEWA, DIN EN 62109 / IEC 62109, EN 50438, EN 50549-1, G98/1, G99/1, IEC 61727, IEC 62116, IE-EN50438, NBR16149, NEN-EN50438, NRS 097-2-1, NT_Ley20.571, ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 & TOR Erzeuger Typ A, PPC, PPDS, RD1699, RfG compliant, SI4777, UTE C15-712, VDE0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014				
Pays de disponibilité de SMA Smart Connected	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK				
Désignation du type	SB3.0-1AV-41	SB3.6-1AV-41	SB4.0-1AV-41	SB5.0-1AV-41	SB6.0-1AV-41

● Équipement de série ○ Équipement en option – Non disponible ▲ Selon la disponibilité Données en conditions nominales Version: 10/2023

1) 4600 W/4600 VA pour VDE-AR-N 4105

2) Enregistrement de l'appareil via la page d'accueil de l'enregistrement de produit SMA (sma-service.com). Les conditions de la garantie constructeur SMA s'appliquent. Vous trouverez de plus amples informations sur SMA-Solar.com

Annexe Documentation Sunny Island

Caractéristiques techniques	Sunny Island 4.4M	Sunny Island 6.0H	Sunny Island 8.0H
AC-2 (Source externe : réseau électrique public ou générateur)			
Tension de réseau assignée / Plage de tension AC	230 V / 172,5 V à 264,5 V		
Fréquence de réseau assignée / plage de fréquence autorisée	50 Hz / 40 Hz à 70 Hz		
Courant alternatif maximal pour l'optimisation de l'autoconsommation (gestion du réseau)	14,5 A	20 A	26,1 A ⁶⁾
Puissance apparente AC maximale pour une optimisation de l'autoconsommation (gestion du réseau)	3,3 kVA	4,6 kVA	6 kVA ⁶⁾
Courant d'entrée AC maximal	50 A	50 A	50 A
Puissance d'entrée AC maximale	11500 W	11500 W	11500 W
Plage du facteur de puissance	0,8 inductif à 0,8 capacitif		
AC-1 (mode de fonctionnement en site isolé, mode de courant de secours, charge)			
Tension de réseau assignée / Plage de tension AC	230 V / 202 V à 253 V		
Fréquence assignée / Plage de fréquence (réglable)	50 Hz/45 Hz à 65 Hz		
Puissance assignée (pour Unom, fnom / 25 °C / cos φ = 1)	3300 W	4600 W	6000 W
Puissance AC à 25 °C pendant 30 min / 5 min / 3 s	4400 W / 4600 W / 5500 W	6000 W / 6800 W / 11000 W	8000 W / 9100 W / 11000 W
Puissance AC à 45 °C	3000 W	3700 W	5430 W
Courant assigné / Courant de sortie maximal (pour 60 ms)	14,5 A / 60 A	20 A / 120 A	26,1 A / 120 A
Taux de distorsion harmonique tension de sortie	< 5 %	< 1,5 %	< 1,5 %
Plage du facteur de puissance	0,0 inductif à 0,0 capacitif		
Entrée DC batterie			
Tension d'entrée assignée / Plage de tension DC	48 V / 41 V à 63 V	48 V / 41 V à 63 V	48 V / 41 V à 63 V
Courant de charge maximal de la batterie / Courant de charge assigné DC / Courant de décharge assigné DC	75 A / 63 A /75 A	110 A /90 A/103 A	140 A / 115 A /136 A
Type de batterie / Capacité de batterie (plage)	Li-Ion ¹⁾ , FLA, VRLA / 100 Ah à 10000 Ah (plomb) 50 Ah à 10000 Ah (Li-Ion)		
Régulation de charge	Procédé de charge IUoU avec pleine charge et charge d'égalisation automatiques		
Rendement / Autoconsommation de l'appareil			
Rendement maximal	95,5 %	95,8 %	95,8 %
Consommation en circuit ouvert / Mode veille	18 W / 6,8 W	25,8 W / 6,5 W	25,8 W / 6,5 W
Dispositif de protection (appareil)			
Court-circuit AC / Surcharge AC	● / ●		
Protection inversion de polarité DC / Fusible DC	- / -		
Surtempérature / Décharge excessive de la batterie	● / ●		
Catégorie de surtension selon CEI 60664-1	III		
Caractéristiques générales			
Dimensions (L/H/P)	467 mm / 612 mm / 242 mm (18,4 pouces / 21,1 pouces / 9,5 pouces)		
Poids	44 kg (97 lb)	63 kg (138,9 lb)	63 kg (138,9 lb)
Plage de températures de fonctionnement	-25 °C à +60 °C (-13 °F à +140 °F)		
Classe de protection selon CEI 62103	I		
Classe climatique selon CEI 60721	3K6		
Indice de protection selon CEI 60529	IP54		
Conformément à RoHS-III	●		
Équipement / Fonction			
WLAN, Speedwire / Webconnect / SI-SYSCAN (Multiclusteur)	● / ● / -	● / ● / ○	● / ● / ○
Connexion directe au Sunny Portal via Webconnect	●		
Sunny Portal powered by ennexOS via Data Manager M ou L	●		
Carte mémoire micro SD pour un enregistrement étendu des données	○		
Affichage via smartphone, tablette, ordinateur portable/relais multifonction	● / 2		
Systèmes triphasés (avec champ tournant) ²⁾ / Fonction de courant de secours	● / ●		
Calcul de l'état de charge / Pleine charge / Charge d'égalisation	● / ● / ●		
Capteur de température de la batterie / Câbles de communication	○ / ●		
Certificats et homologations	www.SMA-France.com		
Couleur de couvercle jaune / aluminium blanc	○ / ○		
Garantie : 5 / 10 ans	● / ● ³⁾		
Pour installations en site isolé			
Temps de commutation en mode de sauvegarde (sans commutation ou MC-BOX) ⁴⁾	-	0 ms (grande valeur ohmique) / 20 ms (leur valeur ohmique)	
Détection automatique des champs tournants / Support du générateur	● / ●		
Montage en parallèle / Multiclusteur	- / -	● / ●	● / ●
Démarrage progressif intégré	●		
Accessoires			
Pour installations en site isolé			
Boîtes multiclusteur MC-BOX-6.3 / MC-BOX-12.3 / MC-BOX-36.3	○		
Fusible de batterie ⁵⁾	○		
Sunny Island Charger SIC50-MPT ⁵⁾ / SI Charger Piggy Back SIC-PB	○ / ○		
Data Manager M	○		
Pour installations raccordées au réseau			
Sunny Home Manager / SMA Energy Meter	○ / ○		
Commutateur automatique de transfert ⁵⁾	○		
Désignation du type	SI4.4M-13 ⁷⁾	SI6.0H-13	SI8.0H-13

● Équipement de série ○ Équipement en option - Non disponible; Toutes les spécifications - version : 12/2022

1) Voir « List of Approved Batteries » sur www.SMA-Solar.com 2) 3 x Sunny Island 3) Enregistrement de l'appareil via la page d'accueil de l'enregistrement de produit SMA (sma-service.com). Les conditions de la garantie constructeur SMA s'appliquent. Vous trouverez de plus amples informations sur SMA-Solar.com 4) Voir « Switchovvertime-T1en-11 | Version 1.1 » sur www.SMA-Solar.com 5) Approvisionnement par le biais d'un fournisseur externe 6) limitation différente en fonction du jeu de données régionales paramétré (par exemple VDE-AR-N 4105:2018= 4,6 kVA et 20 A) 7) SI4.4-13 n'est pas autorisé pour une utilisation en Grèce, en Australie et en Nouvelle Zélande (excepté ANZ)

4.1 Vue d'ensemble du câblage

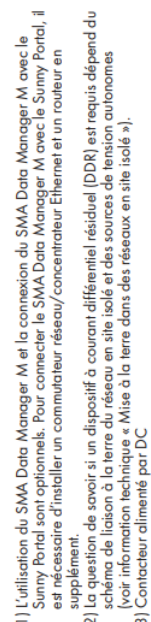


Figure 5 : Système Single