

Produit : Chalet d'alpage alimenté par microcentrale hydroélectrique

1. Découverte du produit et de la problématique technique

Un berger souhaite profiter de la présence d'un cours d'eau afin d'alimenter un chalet d'alpage d'une manière autonome et isolée du réseau électrique public.

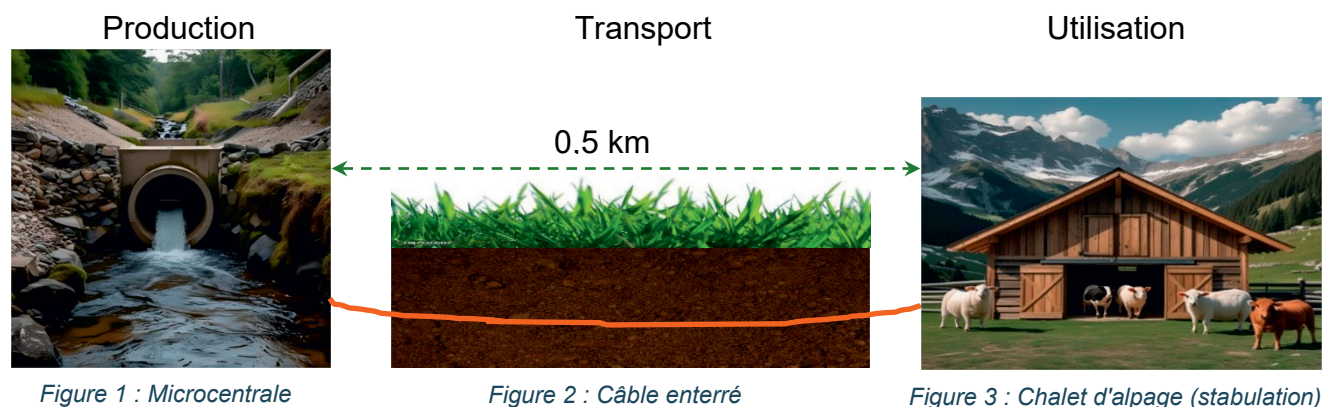
Les fonctions souhaitées par ce berger sont :

- L'éclairage intérieur et extérieur du chalet en très basse tension de sécurité (TBTS).
- L'alimentation d'un système de clôture électrique également en TBTS

La production d'électricité est assurée par une microcentrale hydroélectrique située à 0,5 km du chalet et fournissant assez de puissance pour alimenter les deux fonctions.

Il reste un câble électrique entre la microcentrale et le chalet autrefois utilisé pour alimenter une station météorologique, laquelle n'existe plus.

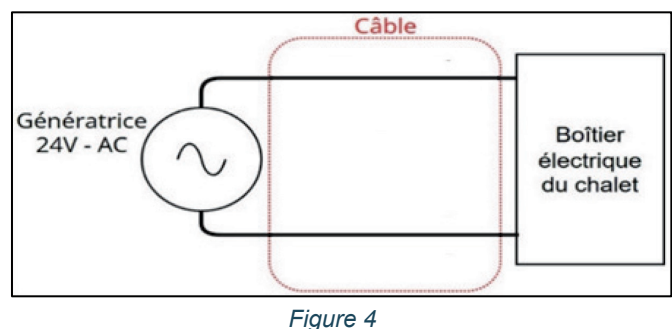
Synoptique :



Solution 1

Le berger a relié directement la génératrice au boîtier par le câble (voir figure 4).

Les éléments d'éclairage ainsi que la clôture électrique sont alimentés par l'intermédiaire du boîtier.



Il a ensuite réalisé quelques mesures électriques qu'il a rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Tension Génératrice	Tension au boîtier	Puissance génératrice	Puissance au boîtier
25,13 V	8 V	16,7 W	5,2 W

Le projet nécessite donc un cahier des charges fonctionnel et technique, sous forme de diagramme des exigences (voir page suivante), précisant les axes à respecter afin d'alimenter le chalet de manière correcte.

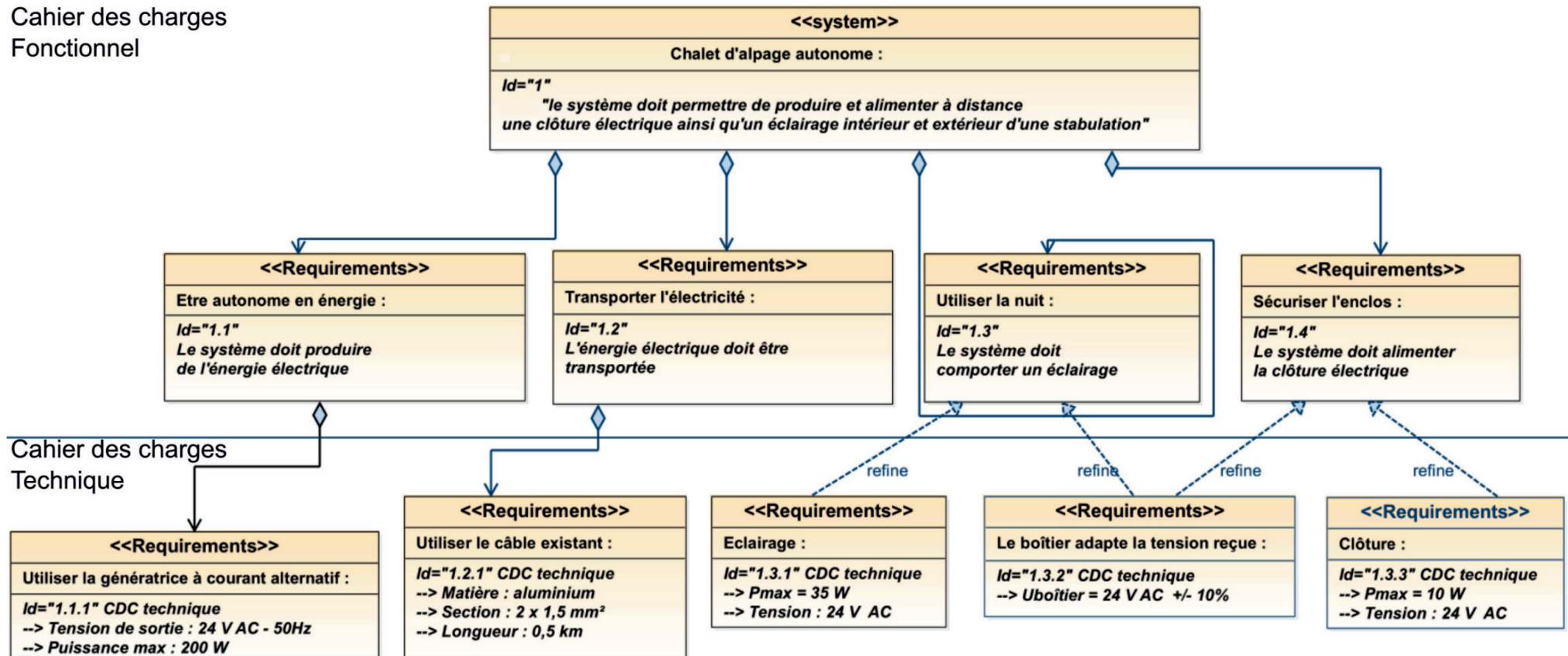
Cahier des charges
FonctionnelCahier des charges
Technique

Figure 5 : Diagramme des exigences rassemblant les exigences fonctionnelles et techniques

2. Conception

Dans la solution du berger, le câble, constitué de deux fils, est modélisé par deux résistances R sur le schéma de la figure 6 ci-après :

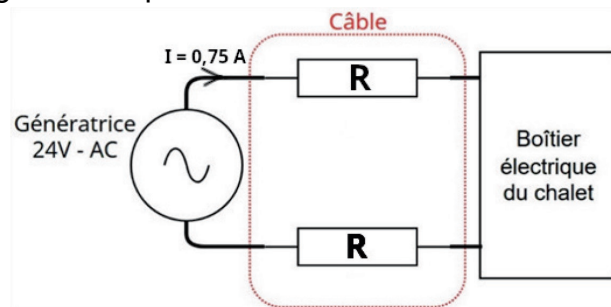


Figure 6

Le fichier `EE04_Dimensionnement.xlsx` contient deux onglets. Le premier permet de calculer la résistance d'un câble, et le second permet d'estimer la puissance disponible au boîtier électrique du chalet. Les données à utiliser sont fournies par le diagramme des exigences de la figure 5 et par le schéma de la figure 6. Des valeurs numériques sont à saisir dans les cellules vertes et de formules sont à saisir dans les cellules jaunes (voir légende dans le fichier). Les relations utiles sont déjà programmées dans les cellules bleues.

Document constructeur pour le choix de R (Figure 7)

Résistance modèle A		Résistance modèle B		Résistance modèle C	
					
Fabricant:	Vishay	Fabricant:	Vishay	Fabricant:	Ohmite
Catégorie du produit:	Résistances	Catégorie du produit:	Résistances	Catégorie du produit:	Résistances
RoHS:	N	RoHS:	N	RoHS:	 Détails
Résistance:	10 Ohms	Résistance:	13 Ohms	Résistance:	13 Ohms
Données de puissance:	10 W	Données de puissance:	10 W	Données de puissance:	5 W
Tolérance:	1 %	Tolérance:	1 %	Tolérance:	1 %
Style du raccordement:	Solder Lug	Style du raccordement:	Axial	Style du raccordement:	Solder Lug
Coefficient de température:	20 PPM / C	Coefficient de température:	20 PPM / C	Coefficient de température:	20 PPM / C
Longueur:	35 mm	Longueur:	47.5 mm	Longueur:	20 mm
Largeur:	20.3 mm	Diamètre:	9.5 mm	Largeur:	11.2 mm
Hauteur:	9.91 mm	Température de fonctionnement min.:	- 65 C	Hauteur:	11 mm
Température de fonctionnement min.:	- 55 C	Température de fonctionnement max.:	+ 250 C	Température de fonctionnement min.:	0 C
Température de fonctionnement max.:	+ 250 C			Température de fonctionnement max.:	+ 275 C

Figure 7 : document constructeurs pour le choix d'une résistance

3. Simulation

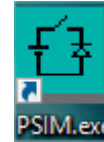
a) Présentation de la simulation (logiciel PSIM_demo)

	Solution 1 (berger)	Solution 2 (à tester)
Type de montage	Direct	À transformateurs
Long. câble	0,5 km	
Protections	Disjoncteurs (non représentés)	
Puissance Génératrice	200 W max à 50 Hz	
Puissance absorbée au boîtier	45 W max	
Schéma synoptique	Figure 8	Figure 9
Schéma électrique	Figure 10	Figure 11
Principe utilisé	La puissance de la génératrice est directement envoyée au coffret du chalet par le câble.	La tension Ug2 en sortie de la génératrice est élevée à 230 V AC par le transformateur Transf_1 puis transportée au coffret du chalet par le câble. Cette tension de 230 V AC est ensuite abaissée à 24 V (Ub2) par le transformateur Transf_2.

*Transf_1 et Transf_2 : transformateurs 230 V / 24 V réversibles

b) Protocole de mise en œuvre du logiciel de simulation : **SOLUTION 2**Ouverture du logiciel PSIM :

- Menu « File » → « Open » → « transport_HT.psimsch »



Ug2 : tension de la génératrice
Ig2 : courant de la génératrice
Ub2 : tension alimentation boîtier
Ib2 : courant alimentation boîtier
Uht : tension entre les deux transformateurs

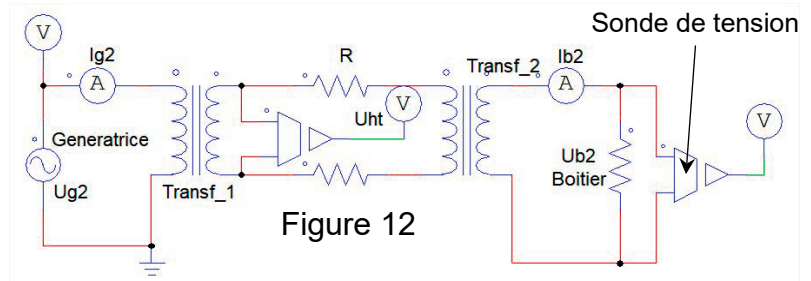


Figure 12

Configuration de la génératrice (double clic sur le symbole)

- « peak amplitude » : amplitude de la tension sinusoïdale issue de la génératrice
- « Frequency » : fréquence de la tension issue de la génératrice

Name	Generatrice
Peak Amplitude	
Frequency	

Configuration des résistances (double clic sur le symbole)

- « Resistance » : valeur de la résistance R en ohm

Name	R
Model Level	Level 1
Resistance	

Configuration des transformateurs (double clic sur le symbole)

Np : nombre de spire au primaire du transformateur (ici Np=1000 imposé)

Ns : nombre de spire au secondaire du transformateur (à calculer)

m : rapport de transformation du transformateur avec $m = \frac{N_s}{N_p} = \frac{\text{Tension au secondaire}}{\text{Tension au primaire}}$

1-ph Transformer : Transf_1		Display
Parameters Other Info Color		
Single-phase transformer		
Name	Transf_1	☒
Rp (primary)	0.0001	☐
Rs (secondary)	0.0001	☐
Lp (pri. leakage)	0.00001	☐
Ls (sec. leakage)	0.00001	☐
Lm (magnetizing)	1	☐
Np (primary)		☐
Ns (secondary)		☐

Figure 13

Lancement de la simulation :

- Appui sur touche « F8 »

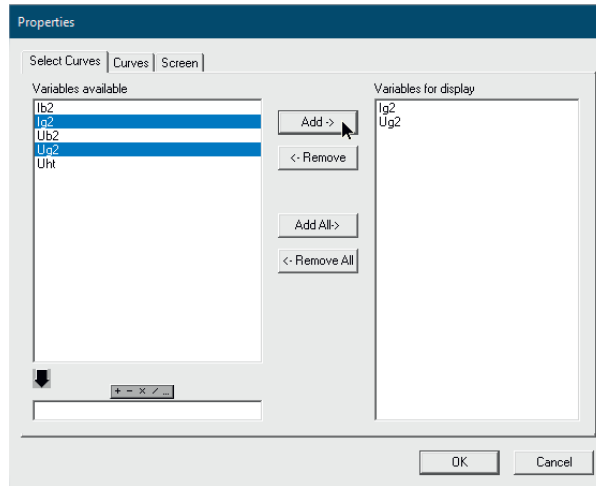
Sélection des tensions et courant génératrice à visualiser :

Figure 14

Ug2 : tension génératrice

Ig2 : courant génératrice

Valeurs en efficace RMS)

Affichage de la puissance (P)



Figure 15

Résultats de la simulation à visualiser :

Measure						
	X1	X2	Δ	RMS	P	
Time	0.00000e+000	9.75871e-002	9.75871e-002			
Ig2	9.22920e-002	-8.43000e+000	-8.52229e+000			
Ug2	1.06797e+000	-2.33733e+001	-2.44413e+001			

Figure 16

Sélection de tensions et courants supplémentaires à visualiser (boîtier) :

- Menu « screen » → « Add screen » puis même procédure qu'aux figures 14 à 16

4. Expérimentation

a) Matériel mis à disposition :

- Une alimentation 24 V AC (génératrice) ou transformateur 230 V/24 V dans coffret sécurisé ;
- Deux transformateurs 230V / 24V AC - 60 VA réversibles dans coffrets sécurisés avec accès par douilles de sécurité 4mm ;
- Deux résistances de puissance (une pour chaque fil de ligne) ou rhéostats 0-20 Ω - 2A ;
- Une résistance de puissance (boîtier d'alimentation du chalet) de 12 Ω – 50W ou rhéostat 0-20 Ω - 2A ;
- Deux spires 10 tours avec cordons de sécurité ;
- Cordons avec fiches 4mm de sécurité.

b) Matériel de mesure

- Deux pinces ampèremétriques avec calibre puissance RMS (au minimum une) ;
- Ou un multimètre et un wattmètre ;
- Un ohmmètre.

b) Schéma de mesure de la solution 2

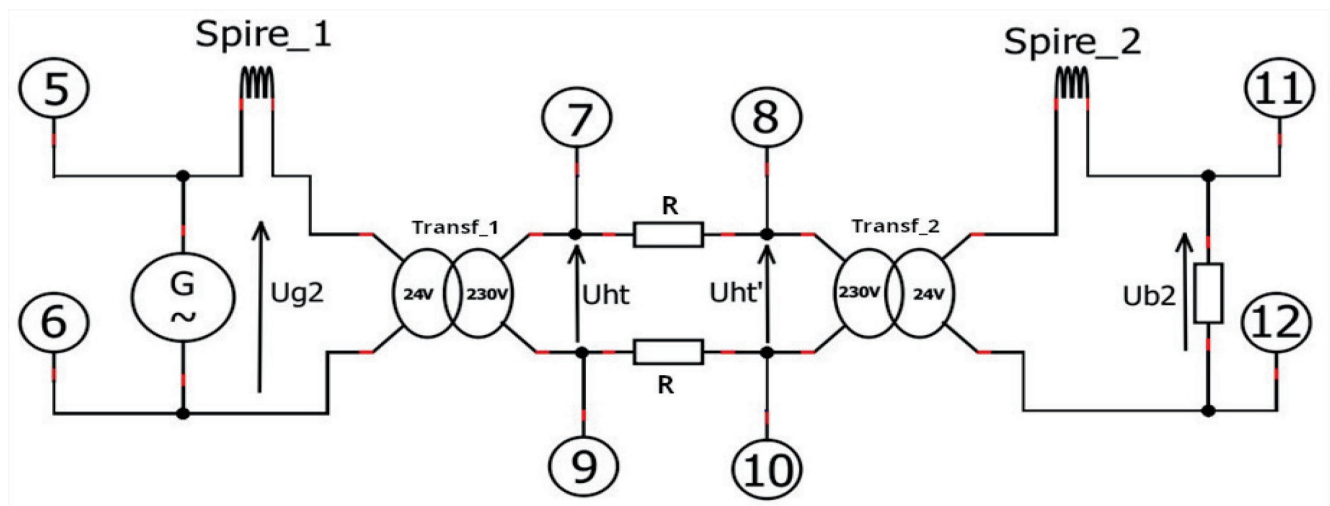


Figure 17

Le montage de la figure 17 doit être réalisé sans brancher l'alimentation de la génératrice (Laisser hors tension).