

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2012

ÉPREUVE E.4.1.

Étude d'un système technique industriel
Pré étude et modélisation

Alimentation en énergie d'un site isolé

CORRIGÉ

A. Dimensionnement de l'installation photovoltaïque pour le fonctionnement en basse saison (24 points)

A.1. Besoins énergétiques pour assurer le fonctionnement du radiotéléphone et de l'éclairage minimum (4 points)

A.1.1. $E_{\text{radio}} = 2 \times 5 \times 24 + 22 \times 1 \times 24 = 768 \text{ Wh}$ soit 2,76 MJ (1,5 pts)

A.1.2. $E_{\text{éclairage}} = 6 \times 4 \times 20 = 480 \text{ Wh}$ soit 1,73 MJ (1,5 pts)

A.1.3. $E_{\text{totale}} = E_{\text{radio}} + E_{\text{éclairage}} = 1248 \text{ Wh}$ soit 4,49 MJ (1pt)

A.2. Dimensionnement des batteries (4 points)

A.2.1. $E_{\text{stockée}} = 4 \cdot E_{\text{totale}} = 4992 \text{ Wh}$ (0,5pt)

A.2.2. $E_{\text{batterie}} = E_{\text{stockée}} / 0,7 = 7131 \text{ Wh}$ (1pt)

A.2.3.1. Le produit (tension ampère heure) est bien homogène à une énergie (0,5pt)

A.2.3.2. $Q = (7131 / 0,75) / 24 = 396 \text{ Ah}$ (1pt)

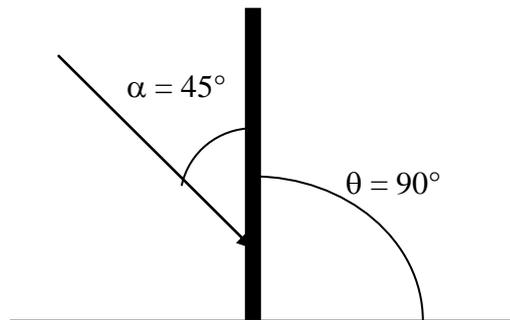
A.2.4. Il faut 8 batteries de 100 Ah -12 V (voir câblage sur le document réponse 1) (1pt)

A.3. Positionnement des panneaux solaires (10 points)

| | | |
|--|--------------------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE CORRIGÉ | | SESSION 2012 |
| Épreuve E4.1 : Étude d'un système technique industriel. Pré-étude et modélisation | Repère : 12NC – EQPEM | Page 1/5 |

A.3.1 $\alpha_M = 90^\circ$ (1 pt)

A.3.2.1. (1 pt)



A.3.2.2. $\phi = 0,7 \phi_M$ (1pt)

A.3.2.3. $P = 0,7 P_C$ (1pt)

A.3.2.4. L'inclinaison verticale des panneaux permet d'éviter qu'ils soient recouverts de neige mais entraîne une dégradation de la puissance produite (70% de ce que l'ensoleillement permettrait) (2 pts)

A.3.3.1. $E_{\text{panneau}} = 2,5 \times 0,7 \times 130 = 227 \text{ Wh}$ (2 pts)

A.3.3.2. $E_{\text{produite}} = 10 E_{\text{panneau}} = 2270 \text{ Wh}$ (1 pt)

A.3.3.3. $E_{\text{produite}} / E_{\text{totale}} = 2270/1248 = 1,8 \text{ jours}$ (1pt)

A.4. Assemblage des panneaux (6 points)

A.4.1. Le courant (0,5pt)

A.4.2. Voir document réponse 2 (2 pts)

A.4.3. (2 pts)

| point | U(V) | I(A) | P(W) |
|----------------|------|------|------|
| M ₁ | 12 | 8 | 100 |
| M ₂ | 11 | 8 | 88 |
| M ₃ | 12 | 10 | 120 |
| M ₄ | -3 | 10 | -30 |

A.4.4. Au point M₄ le panneau devient récepteur, chauffe et peut être détruit. Il n'y a alors pas de production d'énergie. (0,5 pt)

A.4.5. La diode interdit le fonctionnement du panneau sous tension négative. Elle devient conductrice et modifie le point de fonctionnement. Ce dispositif protège l'installation si un panneau venait à être recouvert (objet placé devant, ombre) alors que les autres fonctionnent normalement. (1 pt)

B. Fonctionnement en haute saison (28 points)

B.1. Consommation lors de l'utilisation normale du site (3 points)

| | | |
|--|--------------------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE CORRIGÉ | | SESSION 2012 |
| Épreuve E4.1 : Étude d'un système technique industriel. Pré-étude et modélisation | Repère : 12NC – EQPEM | Page 2/5 |

B.1.1. $P_{elec1} = 3840 \text{ W}$ (1,5 pts)

B.1.2. $P_{elec2} = 540 \text{ W}$ (1,5 pts)

B.2. Production d'énergie d'origine hydraulique (13 points)

B.2.1. Puissance disponible (7 pts)

B.2.1.1. $P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$ (2 pts)

B.2.1.2. La puissance prélevée ne dépend que du débit Q (1 pt)

B.2.1.3. $P_1 = P_{elec1} / \eta = 3840 / 0,72 = 5,3 \text{ kW}$ (1 pt)

$$Q_1 = P_1 / (\rho \cdot g \cdot H) = 7,7 \text{ l.s}^{-1} \text{ (1 pt)}$$

B.2.1.4. $P_2 = P_{elec2} / \eta = 540 / 0,72 = 750 \text{ W}$ (1 pt)

$$Q_2 = P_2 / (\rho \cdot g \cdot H) = 1 \text{ l.s}^{-1} \text{ (1 pt)}$$

B.2.2. Paramètres susceptibles de modifier la fréquence de la tension produite (6 pts)

B.2.2.1. La turbine (1 pt)

B.2.2.2. L'alternateur (1 pt)

B.2.2.3. C_r varie si la charge électrique de l'alternateur varie. (1 pt)

B.2.2.4. Il faut que $C_r = C_m$ (1 pt)

B.2.2.5. Si la puissance consommée diminue, C_r diminue alors que C_m est maintenu constant : la fréquence de la tension produite augmente. (2 pts)

B.3. Fonctionnement à puissance consommée constante (12 points)

B.3.1. Ce dispositif maintient C_r constant. C_m étant maintenu constant par le débit, la fréquence de la tension produite ne varie pas si la charge normale évolue. (2 pts)

B.3.2. Performances dynamiques du système de régulation de fréquence (10 pts)

B.3.2.1. $n = f/p = 25 \text{ tr.s}^{-1}$ et $\Omega = 157 \text{ rad.s}^{-1}$ (1 pt)

B.3.2.2. $C_r = 4500 / 157 = 28,7 \text{ Nm}$ (1 pt)

B.3.2.3. $C_m = C_r = 28,7 \text{ Nm}$ (1 pt)

B.3.2.4. $P'_{elec} = 4500 - 1500 = 3000 \text{ W}$ et $C'_r = 3000 / 157 = 19,1 \text{ Nm}$ (2 pts)

B.3.2.5. $\Delta\Omega / \Delta t = (C_m - C'_r) / J = 19,2 \text{ rad.s}^{-2}$ (2 pts)

B.3.2.6. $\Delta t = (2\pi/p) \Delta f / 19,2 = 163 \text{ ms}$ (1,5 pts)

B.3.2.7. $150 \text{ ms} < 163 \text{ ms}$, le contrôle de charge a le temps de réagir avant que la fréquence ne varie de plus de 1 Hz. (1,5 pts)

C. Fonctionnement en cas de pénurie d'eau liquide (8 points)

C.1 On choisit la structure B, la structure A n'étant pas réversible en courant. (2 pts)

C.2.1. Les raies mesurables correspondent au fondamental et à l'harmonique de rang 3. (1 pt)

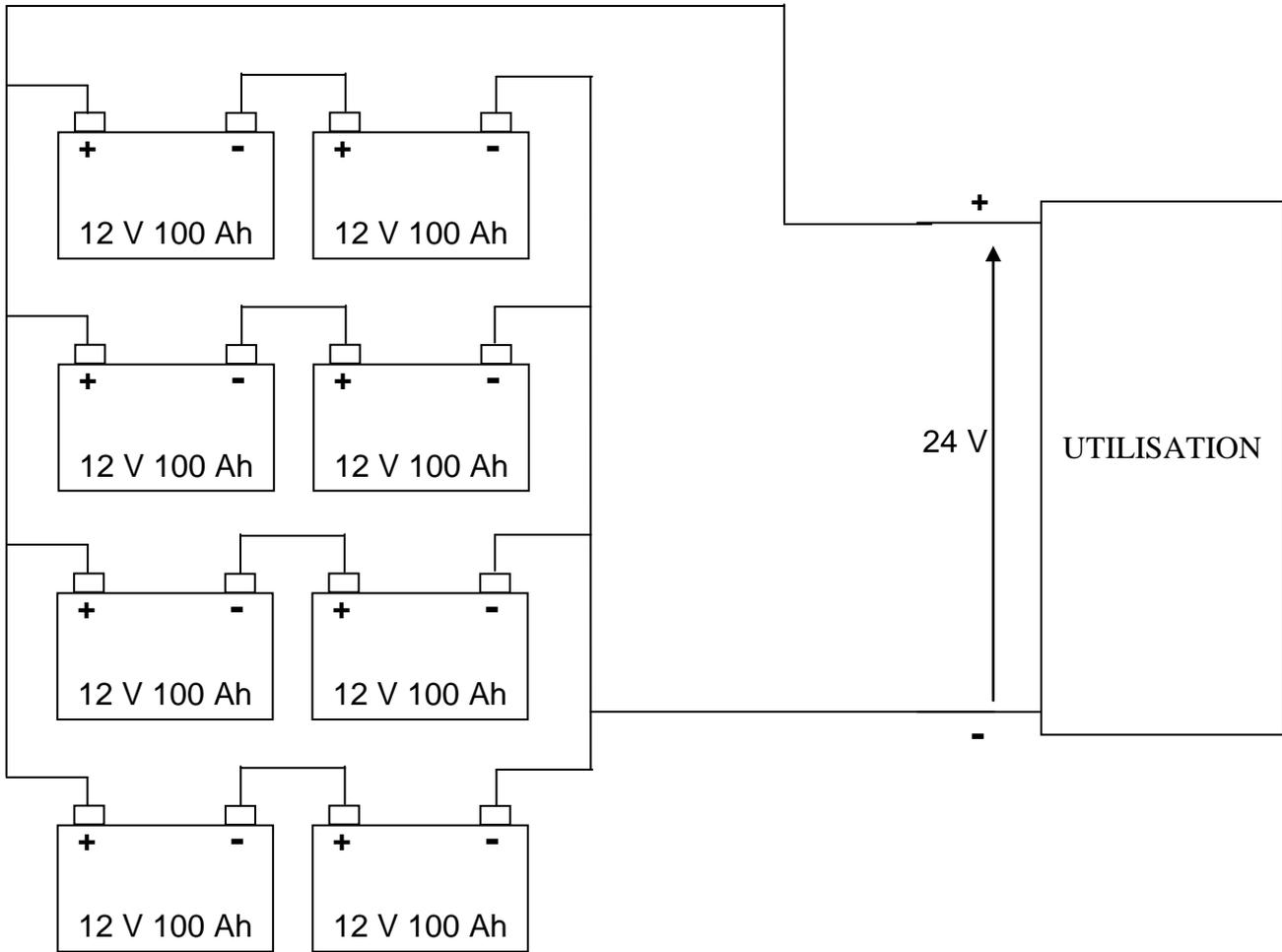
C.2.2. $V_1 = 322 / \sqrt{2} = 227,7 \text{ V}$ et $V_3 = 2,3 \text{ V}$ (2 pts)

C.2.3. $U_{sond} = \sqrt{(V_1^2 + V_3^2)} = 227,7 \text{ V}$ (1,5 pts)

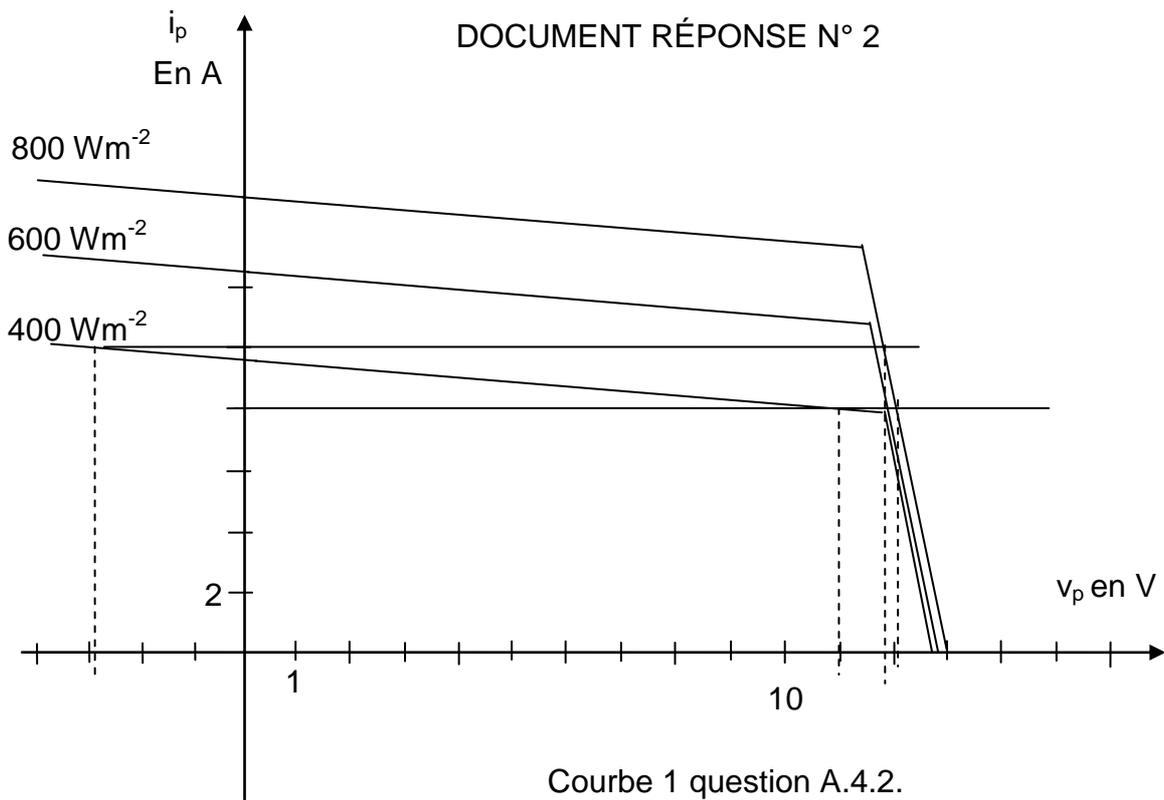
C.2.4 = THD = 1% (1,5 pts)

| | | |
|--|--------------------------|--------------|
| BTS ÉLECTROTECHNIQUE CORRIGÉ | | SESSION 2012 |
| Épreuve E4.1 : Étude d'un système technique industriel. Pré-étude et modélisation | Repère : 12NC – EQPEM | Page 3/5 |

DOCUMENT RÉPONSE N°1



DOCUMENT RÉPONSE N° 2



Courbe 1 question A.4.2.