

Dossier des expertes et experts

90	Minutes	20	Exercices	18	Pages	55	Points
----	---------	----	-----------	----	-------	----	--------

Moyens auxiliaires autorisés:

- Règle, équerre, chablon
- Recueil de formules sans exemple de calcul
- Calculatrice de poche, indépendante du réseau (tablettes, smartphones, etc. ne sont pas autorisés)

Cotation – Les critères suivants permettent l’obtention de la totalité des points:

- Les formules et les calculs doivent figurer dans la solution.
- Les résultats sont donnés avec leur unité.
- Le cheminement vers la solution doit être clair.
- Les réponses et leur unité doivent être soulignés deux fois.
- Le nombre de réponses demandé est déterminant.
- Les réponses sont évaluées dans l’ordre.
- Les réponses données en plus ne sont pas évaluées.
- Le verso est à utiliser si la place manque. Par exercice, un commentaire adéquat tel que par exemple « voir la solution au dos » doit être noté.
- **Toute erreur induite par une précédente erreur n’entraîne aucune déduction.**

Barème

6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
55,0-52,5	52,0-47,0	46,5-41,5	41,0-36,0	35,5-30,5	30,0-25,0	24,5-19,5	19,0-14,0	13,5-8,5	8,0-3,0	2,5-0,0

Délai d’attente:

Cette épreuve d’examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le 1^{er} septembre 2023.

Créé par:

Groupe de travail PQ d’EIT.swiss pour la profession de planificatrice-électricienne CFC / Planificateur-électricien CFC

Editeur:

CSFO, département procédures de qualification, Berne

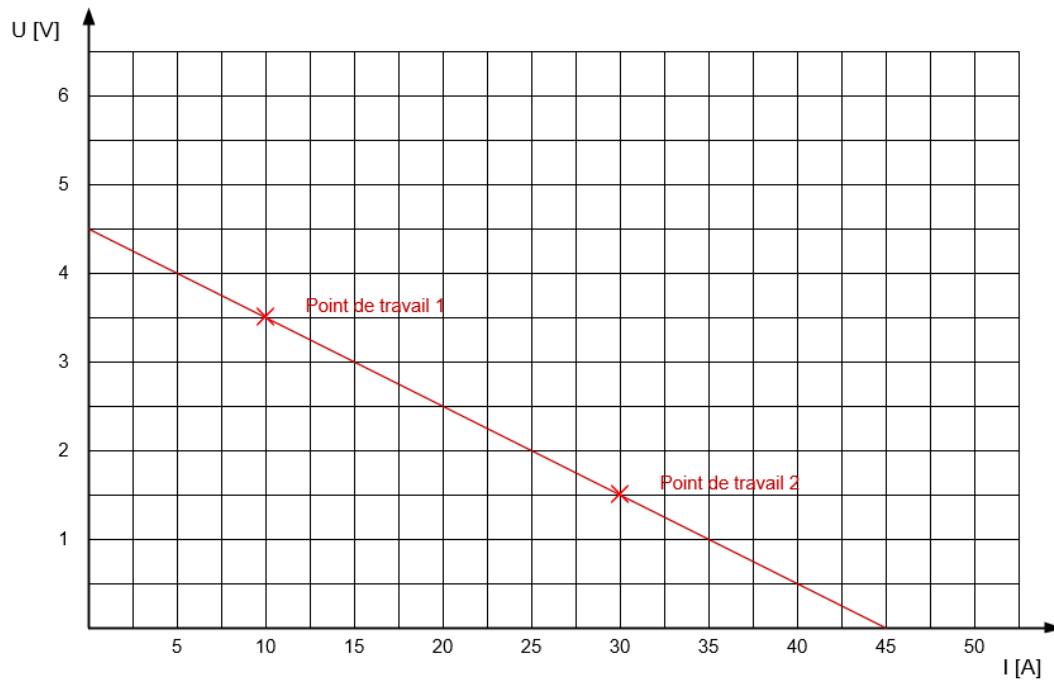
1. Système électrochimique N° d'objectif d'évaluation 5.3.7b

3

A une source de tension, on mesure une tension $U_1 = 3,5 \text{ V}$ pour un courant $I_1 = 10 \text{ A}$ et une tension $U_2 = 1,5 \text{ V}$ pour un courant $I_2 = 30 \text{ A}$.

a) Dessiner la droite de charge.

1



b) Quels sont les valeurs de la tension à vide et du courant de court-circuit ?

$U_0 = 4,5 \text{ V}$ (Valeur du tableau)

0,5

$I_{cc} = 45 \text{ A}$ (Valeur du tableau)

0,5

c) Calculer la résistance interne.

$$R_i = \frac{U_0}{I_{cc}} = \frac{4,5 \text{ V}}{45 \text{ A}} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$$

1

2. Technique d'éclairage N° d'objectif d'évaluation 3.5.8b

4

Les sources lumineuses sont remplacées dans une chambre.

Données des lampes existantes :

Lampes halogène basse tension à réflecteur

36°, U = 12 V, P = 35 W, température de couleur 2900 K, flux lumineux 580 lm

Données des lampes de remplacement :

Lampes LED à réflecteur

36°, U = 12 V, P = 8 W, température de couleur 2700 K, flux lumineux 600 lm

a) Calculer l'efficacité lumineuse de ces 2 sources lumineuses.

Solution :

$$K_{\text{Halogene}} = \frac{\Phi_{\text{N Hal}}}{P_{\text{Hal}}} = \frac{580 \text{ lm}}{35 \text{ W}} = \underline{\underline{16,6 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$$

1

$$K_{\text{LED}} = \frac{\Phi_{\text{N LED}}}{P_{\text{LED}}} = \frac{600 \text{ lm}}{8 \text{ W}} = \underline{\underline{75 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$$

1

b) Quelle est, en pourcent, l'économie d'énergie réalisée grâce au remplacement des lampes ?

Solution :

$$LED = \frac{100 \% \cdot P_{\text{LED}}}{P_{\text{Hal}}} = \frac{100 \% \cdot 8 \text{ W}}{35 \text{ W}} = 22,86 \%$$

0,5

⇒ Halogène = 100 %

⇒ Economie d'énergie 100% - 22,86% = 77,14%

0,5

c) De quel pourcentage l'éclairage augmente-t-il avec les nouvelles lampes ?

Solution :

$$E_{\text{Halogene}} = \frac{\Phi_{\text{N Hal}} \cdot n \cdot \eta}{A}$$

$$E_{\text{LED}} = \frac{\Phi_{\text{N LED}} \cdot n \cdot \eta}{A}$$

Nouvel éclairage:

$$\frac{100 \% \cdot \Phi_{\text{N LED}} \cdot n \cdot \eta \cdot A}{\Phi_{\text{N LED}} \cdot n \cdot \eta \cdot A} = \frac{100 \% \cdot 600 \text{ lm} \cdot n \cdot \eta \cdot A}{580 \text{ lm} \cdot n \cdot \eta \cdot A} = 103,45 \%$$

0,5

L'éclairage est de 3,45 % plus grand.

0,5 Points
par
page:

3. Transformateur N° d'objectif d'évaluation 5.1.6b

2

Cocher juste ou faux pour chacune des affirmations ci-dessous.

	Juste	Faux	
L'huile dans les transformateurs triphasés est utilisée pour la lubrification des pièces mécaniques.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Le noyau des transformateurs est composé de feuilles individuelles, car cela est moins cher à fabriquer.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Un transformateur produit des pertes fer et des pertes cuivre (enroulements).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
Le rapport de transformation d'un transformateur dépend du nombre de spires des enroulements primaire et secondaire.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5

4. Transformateur N° d'objectif d'évaluation 5.1.6b

2

La tension de court-circuit d'un transformateur monophasé est de 4,2 % (ϵ_{cc}).
Le courant nominal est de 600 A.

Calculer le courant de court-circuit (à la tension nominale).

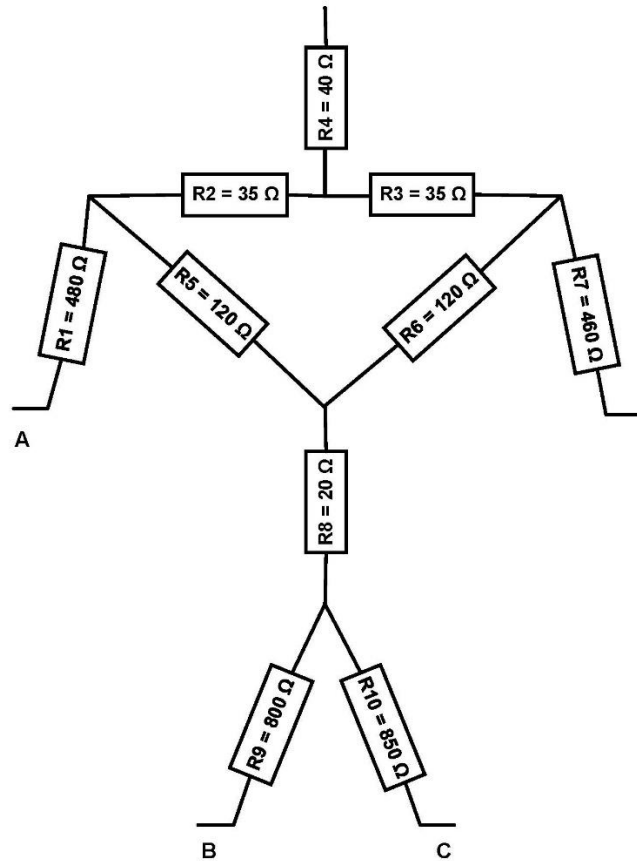
$$I_{cc} = \frac{I_N \cdot 100 \%}{u_{cc}} = \frac{600 \text{ A} \cdot 100 \%}{4,2 \%} = \underline{\underline{14285 \text{ A}}} = \underline{\underline{14,3 \text{ kA}}}$$

Points
par
page:

5. Loi d'Ohm N° d'objectif d'évaluation 3.2.3b

4

Calculer la résistance du corps humain, ainsi que le courant qui le traverse, s'il est soumis à une tension de contact de 230 V, et que le courant passe de la main (A) aux 2 jambes (BC).



a) Résistance du corps humain (A – BC).

1

$$R_{\text{équi}} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2 + R_3 + R_6} + \frac{1}{R_5}} + R_8 + \frac{1}{\frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{10}}} =$$

$$480 \, \Omega + \frac{1}{\frac{1}{35 \, \Omega + 35 \, \Omega + 120 \, \Omega} + \frac{1}{120 \, \Omega}} + 20 \, \Omega + \frac{1}{\frac{1}{800 \, \Omega} + \frac{1}{850 \, \Omega}} = 480 \, \Omega + 73,55 \, \Omega + 20 \, \Omega + 412,1 \, \Omega$$

$$= \underline{\underline{987,65 \, \Omega}}$$

2

b) Courant de contact qui traverse cette personne.

1

$$I_{\text{contact}} = \frac{U}{R_{\text{équi}}} = \frac{230 \, \text{V}}{987,65 \, \Omega} = \underline{\underline{0,233 \, \text{A}}}$$

Points
par
page:

6. Loi d'Ohm N° d'objectif d'évaluation 3.2.3b

2

Cocher juste ou faux pour chacune des affirmations ci-dessous.

	Juste	Faux
Si la résistance reste la même et que la puissance quadruple, la tension doit donc avoir doublée.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si la tension et la résistance ont diminué de moitié, alors le courant diminue de moitié.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A une première résistance, on raccorde en parallèle une deuxième résistance identique à la première. La puissance devient donc 4 fois plus grande. (U reste constante)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Le raccordement d'un circuit en parallèle avec un autre permet de réduire la tension de moitié. Cela réduit également de moitié la puissance.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

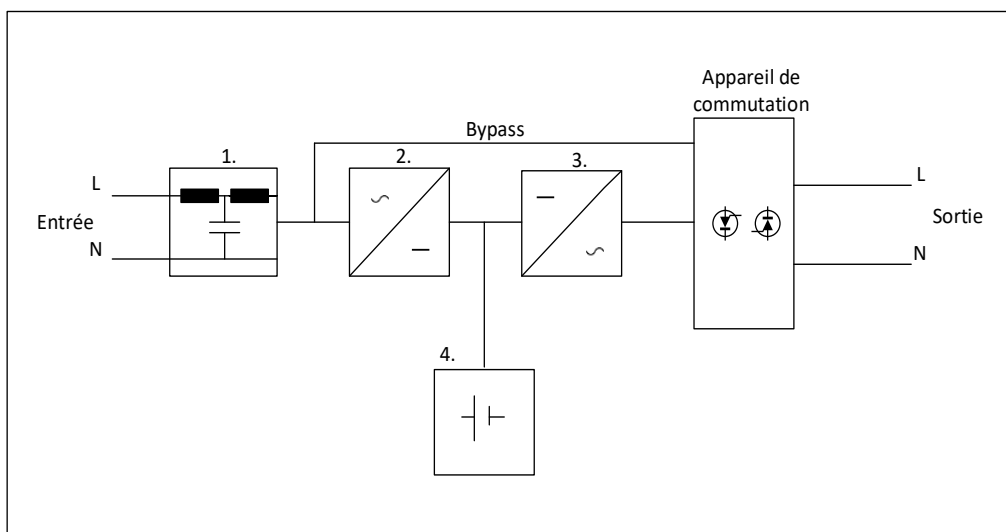
0,5

0,5

7. Alimentation de secours N° d'objectif d'évaluation 5.2.7

2

Selon les indications figurant sur le schéma de l'onduleur ci-dessous, nommer les modules 1 à 4.



Module 1: **Filtre**

0,5

Module 2: **Redresseur**

0,5

Module 3: **Onduleur**

0,5

Module 4: **Stockage d'énergie ou accumulateurs**

0,5

Points
par
page:

8. Champ magnétique N° d'objectif d'évaluation 3.2.5b

2

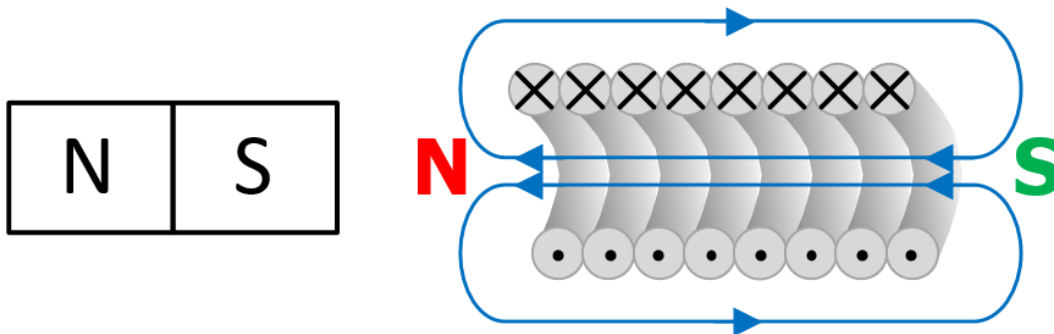
L'illustration montre un aimant permanent et une bobine en coupe.

- a) Dessiner les lignes de champ magnétique résultantes et leur direction dans la bobine.
b) Indiquer les pôles magnétiques de la bobine.

1
0,5

Aimant permanent:

Bobine:



Points : Lignes de champ tracées correctement 0,5 Direction des lignes de champ correcte 0,5 Pôles 0,5

- c) Qu'arrive-t-il à l'aimant permanent mobile si celui-ci se trouve à une courte distance de la bobine ?

0,5

Solution :

L'aimant permanent est attiré par la bobine.

9. Champ électrique N° d'objectif d'évaluation 3.2.5b

2

Cocher juste ou faux pour chacune des affirmations ci-dessous.

	Juste	Faux
Les lignes de champ électrique sortent du pôle Nord et entrent dans le pôle Sud.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Les lignes de champ électrique sortent du pôle positif et entrent dans le pôle négatif.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deux charges électriques positives exercent une force d'attraction l'une sur l'autre.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La tension est la cause d'un champ électrique.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

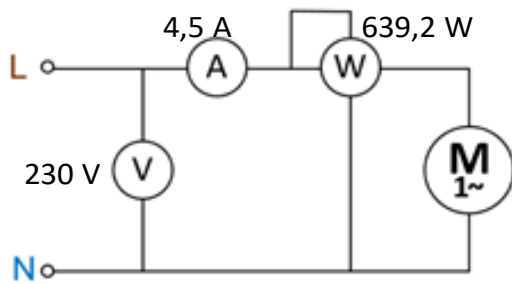
0,5

0,5

Points
par
page:

10. Puissances et facteur de puissance *N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b*

3



a) Calculer la puissance réactive du moteur.

Solution:

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 4,5 \text{ A} = \underline{1035 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(1035 \text{ VA})^2 - (639,2 \text{ W})^2} = \underline{814 \text{ var}}$$

0,5

b) Calculer le $\cos \varphi$ du moteur.

Solution:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{639,2 \text{ W}}{1035 \text{ VA}} = \underline{0,618}$$

1

c) Le facteur de puissance doit être amélioré à 0,94 avec un système de compensation parallèle. Quelle sera alors l'intensité du courant dans la ligne d'alimentation ?

Solution:

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} = \frac{639,2 \text{ W}}{0,94} = \underline{680 \text{ VA}}$$

0,5

$$I_2 = \frac{S_2}{U} = \frac{680 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{2,96 \text{ A}}$$

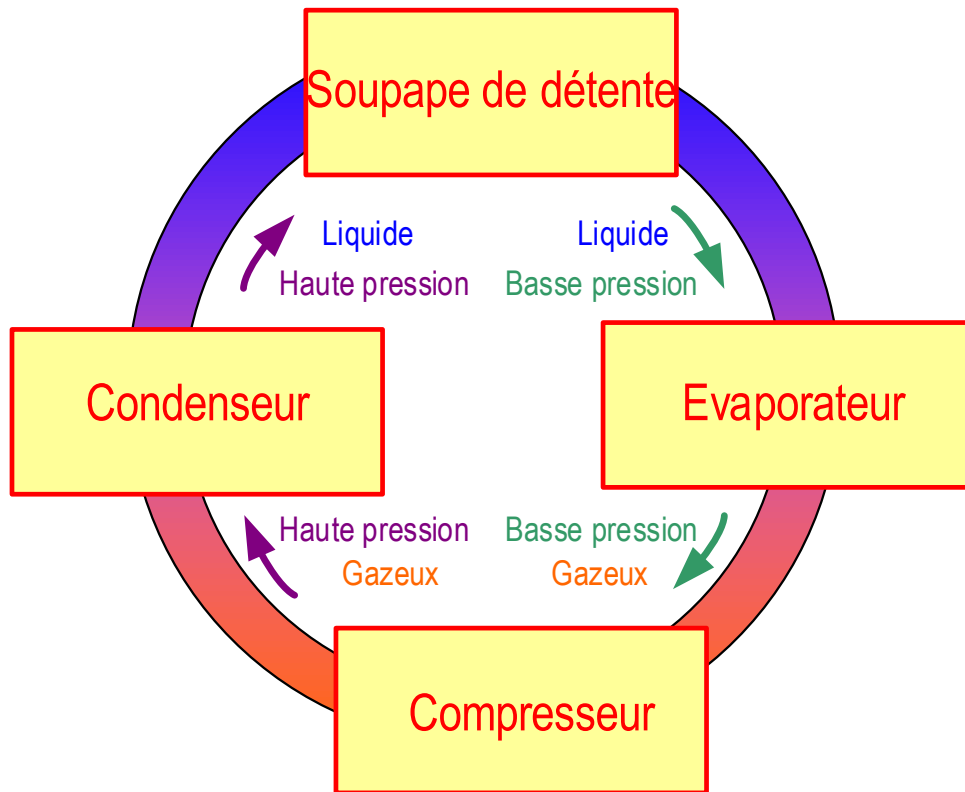
0,5

Points
par
page:

11. Réfrigérateur N° d'objectif d'évaluation 5.2.4b

2

Le graphique suivant représente le circuit frigorifique d'un réfrigérateur à compresseur. Désignez dans les cases vides, les quatre principaux composants du circuit frigorifique.



0,5/
juste

Note pour les experts :
1 mot par champ suffit.

Au lieu d'un détendeur, une section d'étranglement, un dispositif d'étranglement, un tube capillaire ... peuvent également être utilisés.

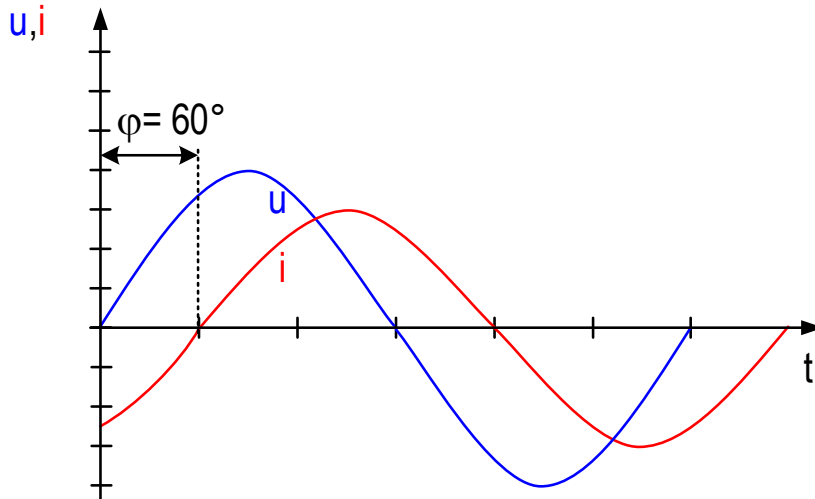
Points
par
page:

12. Puissance active, apparente et réactive N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b

3

Un courant de 8,7 A est mesuré dans la ligne d'alimentation dont la tension est de 230 V.

L'écran d'un appareil de mesure affiche les courbes suivantes :



a) Calculer la puissance active à l'aide des résultats de mesure et du graphique.

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 230 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} \cdot 0,5 = \underline{\underline{1000,5 \text{ W} = 1 \text{ kW}}}$$

1

b) Calculer la puissance réactive.

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} = \underline{\underline{2001 \text{ VA} = 2 \text{ kVA}}}$$

0,5

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(2 \text{ kVA})^2 - (1 \text{ kW})^2} = \underline{\underline{1732,05 \text{ var} = 1,732 \text{ kvar}}}$$

1

c) La charge connectée est-elle inductive ou capacitive ?

☐ Capacitive

☒ Inductive

0,5

Points
par
page:

13. Résistance en AC N° d'objectif d'évaluation 3.2.7b

3

Le testeur d'installation affiche les valeurs suivantes :



Valeurs affichées:

I_k : 1647 A
 Z_s : 0,140 Ω
 R_s : 0,125 Ω
 L_s : 0,2 mH

- a) A partir de ces valeurs, calculer la réactance X_L de la ligne.
 (Fréquence du réseau européen = 50 Hz)

1,5

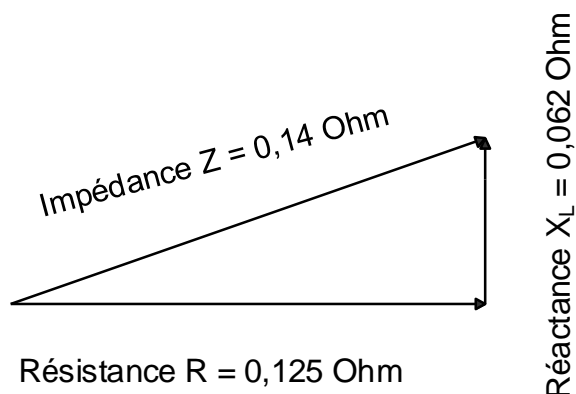
$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,0002 \text{ H} = \underline{\underline{0,063 \Omega = 63 \text{ m}\Omega}}$$

ou

$$X_L = \sqrt{(Z_s^2 - R_s^2)} = \sqrt{(0,14 \Omega)^2 - (0,125 \Omega)^2} = \underline{\underline{0,063 \Omega = 63 \text{ m}\Omega}}$$

- b) Dessiner le triangle des résistances (sans être à l'échelle).
 Indiquer sur chacun des côtés du triangle : le nom et le symbole de sa grandeur, sa valeur et son unité.

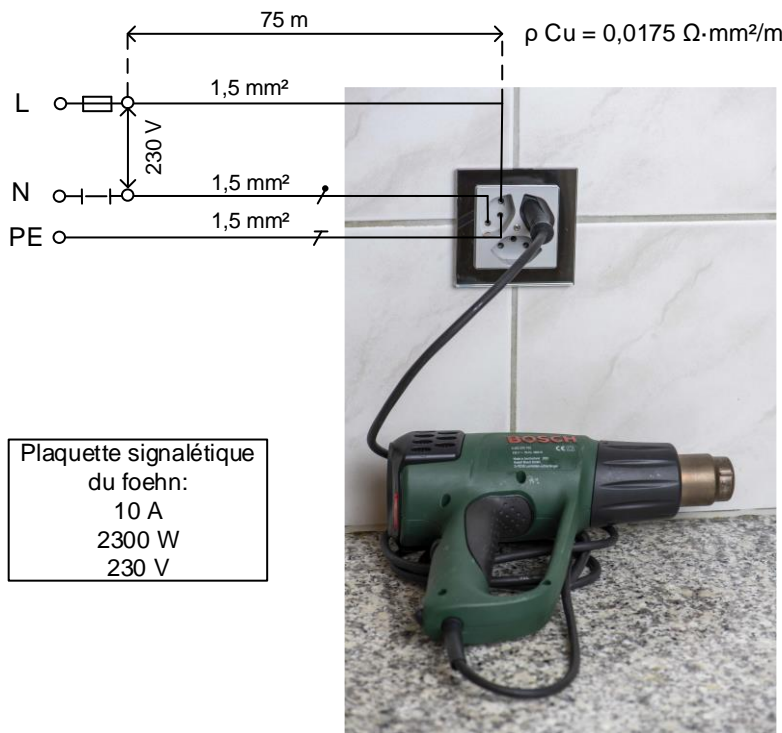
1,5



Points
par
page:

14. Chute de tension N° d'objectif d'évaluation 3.2.4b

3



a) Calculer le courant efficace dans le récepteur.

$$R_L = \frac{\rho \cdot l_L \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \Omega \text{mm}^2 \cdot 75 \text{ m} \cdot 2}{\text{m} \cdot 1,5 \text{ mm}^2} = \underline{1,75 \Omega}$$

1

$$R_{foehn} = \frac{U_N}{I_N} = \frac{230 \text{ V}}{10 \text{ A}} = \underline{23 \Omega}$$

0,5

$$I = \frac{U_N}{R_{foehn} + R_L} = \frac{230 \text{ V}}{23 \Omega + 1,75 \Omega} = 9,293 \text{ A} = \underline{\underline{9,29 \text{ A}}}$$

1

b) Quelle est la tension aux bornes du foehn ?

$$U_{foehn} = R_{Lfoehn} \cdot I = 23 \Omega \cdot 9,29 \text{ A} = \underline{\underline{214 \text{ V}}}$$

0,5

Note pour les experts:
D'autres solutions sont possibles

Points
par
page:

15. Automatisation du bâtiment N° d'objectif d'évaluation 5.5.1

4

Adressage



TXA111



1.1.1

1/0/0	Canal A	E/A
1/0/1	Canal A	DIM
1/0/6	Canal B	E/A
1/0/7	Canal B	DIM



1.1.2

1/0/0 E/A
1/0/1 DIM

1/0/6 E/A
1/0/7 DIM



1.1.3

1/0/6 E/A
1/0/7 DIM
1/4/0 Auf
1/4/1 AB

a) Noter toutes les adresses physiques utilisées dans ce système KNX.

1,5

1.1.1 / 1.1.2 / 1.1.3

b) Noter toutes les adresses de groupe utilisées dans ce système KNX.

1,5

1/0/0 1/0/1 1/0/6 1/0/7 1/4/0 1/4/1

c) Pourquoi l'alimentation du bus (TXA111) n'a pas besoin d'une adresse de groupe ?

1

TXA111 n'est ni un actionneur, ni un capteur. Elle n'est pas raccordée au bus.

Points
par
page:

16. Système numérique N° d'objectif d'évaluation 3.1.1b

Compléter la table de vérité du circuit logique ci-dessous.

Circuit logique:

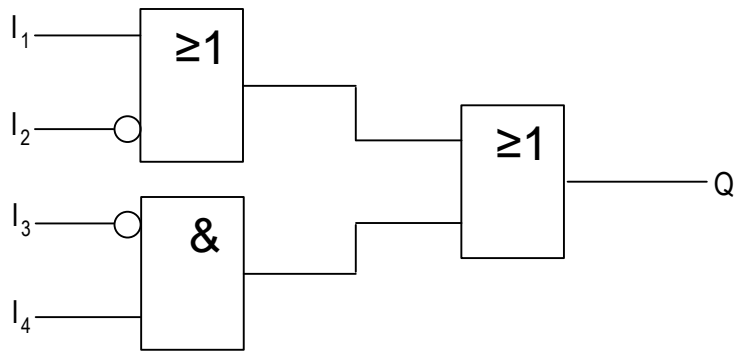
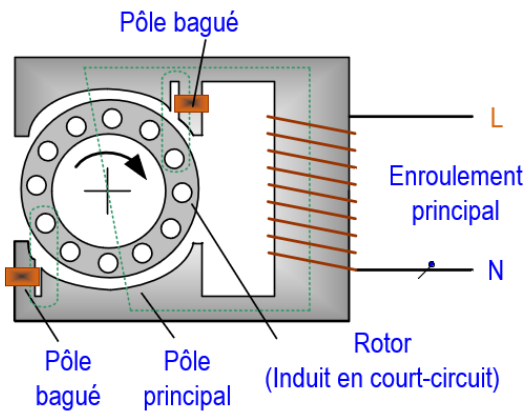


Table de vérité :

I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	Q
1	1	0	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	1

17. Moteur N° d'objectif d'évaluation 5.2.5b

a) Quel type de moteur électrique est représenté sur l'illustration ci-dessous ?



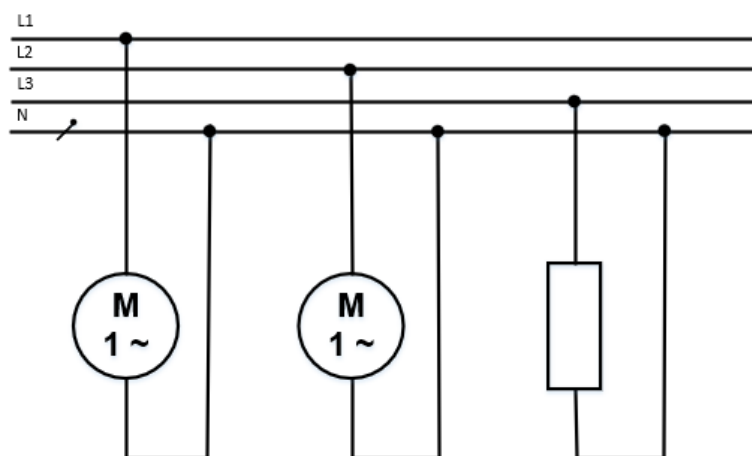
Il s'agit d'un:
Moteur à pôles bagués

b) Le sens de rotation indiqué ci-dessus est-il correct ?
Justifier votre réponse.

Oui, la rotation du moteur est donnée par la position des bagues (du pôle principal vers le pôle bagué)

18. Système triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4b

Un réseau triphasé à 4 conducteurs (3 x 400 V / 230 V) est chargé de manière asymétrique.



$$P_{1ut} = 1,1 \text{ kW}$$

$$\eta_1 = 0,92$$

$$\cos \varphi_1 = 0,84$$

$$I_2 = 2,5 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_2 = 0,81$$

$$P_3 = 1800 \text{ W}$$

a) Calculer les courants de phase I_1 , I_2 et I_3 .

$$I_1 = \frac{P_{1ut}}{U_{1N} \cdot \cos \varphi_1 \cdot \eta_1} = \frac{1100 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,84 \cdot 0,92} = \underline{\underline{6,19 \text{ A}}}$$

$$(\varphi_1 = 32,86^\circ)$$

$$I_2 = \underline{\underline{2,5 \text{ A}}}$$

$$(\varphi_2 = 35,9^\circ)$$

$$I_3 = \frac{P_3}{U_{3N}} = \frac{1800 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{7,83 \text{ A}}}$$

5

1

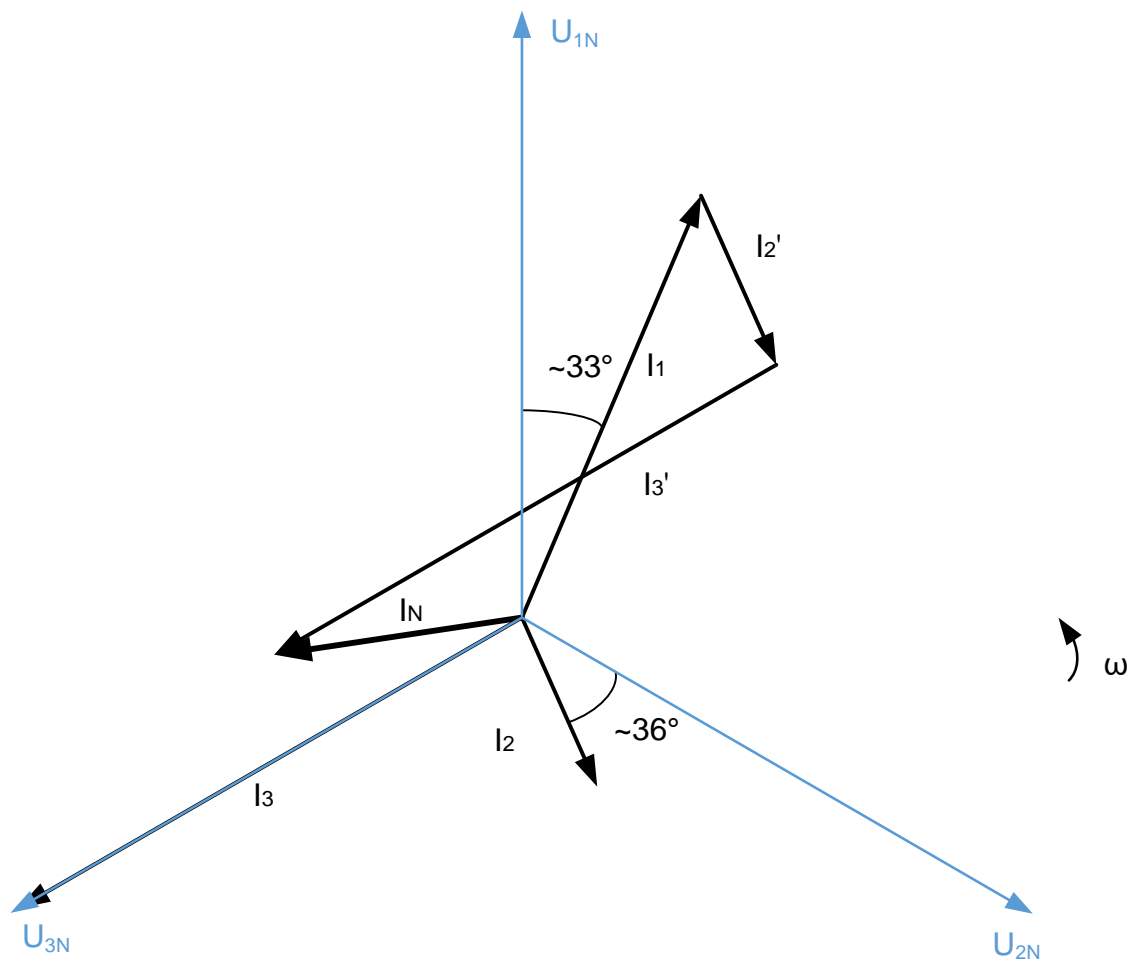
0,5

0,5

Points
par
page:

- b) Déterminer graphiquement le courant dans le conducteur de neutre.
(Echelle 1 A \triangleq 1 cm)

3



$$I_N = 3,38 \text{ A}$$

Note pour les experts:

1 Pt I_1 , 1 Pt I_2 , 0,5 Pt I_3 , 0,5 Pt I_N

Précision + / - 0,2 A

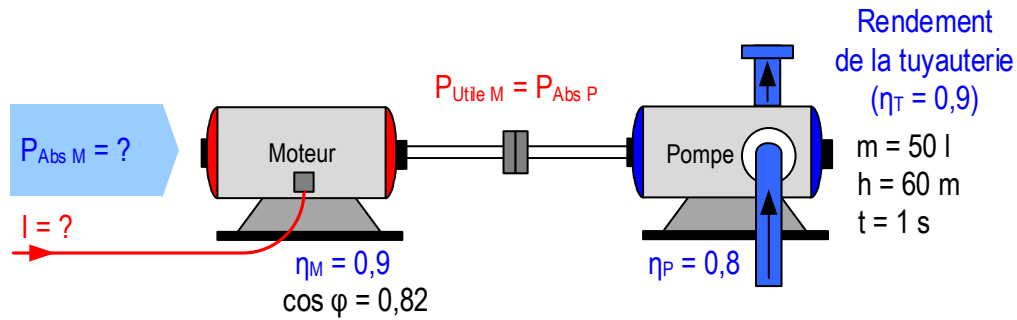
La solution n'est pas à l'échelle

Points
par
page:

19. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4a

3

Une pompe à eau potable fournit 50 litres d'eau par seconde à un réservoir situé 60 m plus haut.



a) Calculer la puissance absorbée par le moteur.

$$P_{utile P} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 60 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \underline{29430 \text{ W}} = \underline{\underline{29,43 \text{ kW}}}$$

1

$$P_{Abs M} = \frac{P_{abP}}{\eta_{RL} \cdot \eta_P \cdot \eta_M} = \frac{29,43 \text{ kW}}{0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = \underline{45,42 \text{ kW}} = \underline{\underline{45,4 \text{ kW}}}$$

1

b) Calculer le courant absorbé par le moteur triphasé (Réseau 3 x 400 V).

$$I = \frac{P_{Abs M}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{45,42 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,82} = \underline{\underline{79,9 \text{ A}}}$$

1

Points
par
page:

20. Procédés thermiques N° d'objectif d'évaluation 3.3.4b

2

Quelle est l'énergie calorifique nécessaire, en kilojoules [kJ], pour élever la température de de 8°C à 68°C de 27 litres d'eau contenus dans un chauffe-eau instantané ?

$$\left(c = 4,187 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$$

Solution:

$$V = 27 \text{ l} = 27 \text{ dm}^3 \Rightarrow m = \underline{27 \text{ kg}}$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 68^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = \underline{60^\circ\text{C}} \triangleq \underline{60 \text{ K}}$$

0,5

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 27 \text{ kg} \cdot 4,187 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 60 \text{ K} = \underline{\underline{6'783 \text{ kJ}}}$$

1,5

Points
par
page: