

Dossier des expertes et experts

90	Minutes	18	Exercices	15	Pages	44	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
44,0-42,0	41,5-37,5	37,0-33,0	32,5-29,0	28,5-24,5	24,0-20,0	19,5-15,5	15,0-11,0	10,5-7,0	6,5-2,5	2,0-0,0

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 d’installatrice-électricienne CFC / Installateur-électricien CFC

Editeur:

CSFO, département procédures de qualification, Berne

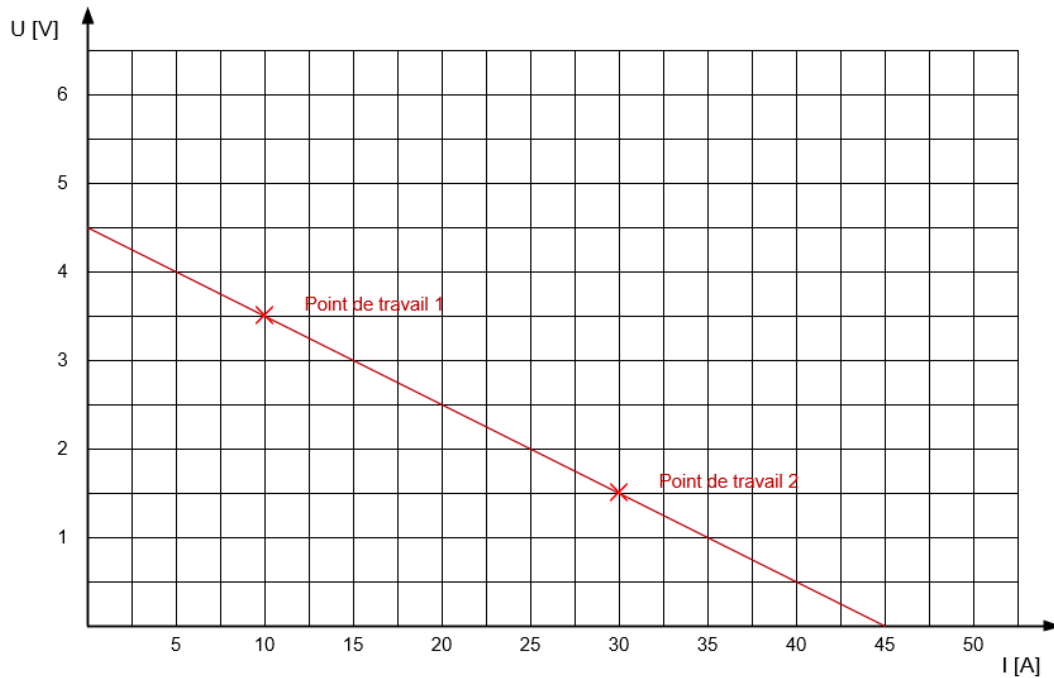
1. Système électrochimique N° d'objectif d'évaluation 5.3.7b

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.

1

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

2. Transformateur *N° d'objectif d'évaluation 5.1.6b*

2

Un transformateur de 10 VA est connecté au réseau 230 V. A pleine charge, on mesure au secondaire un courant de 1,5 A.

En négligeant les pertes du transformateur, calculer :

a) Le courant au primaire.

1

Solution:

$$I_1 = \frac{S}{U_1} = \frac{10 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{0,0435 \text{ A}}} = \underline{\underline{43,5 \text{ mA}}}$$

b) La tension au secondaire.

1

Solution:

$$U_2 = \frac{S}{I_2} = \frac{10 \text{ VA}}{1,5 \text{ A}} = \underline{\underline{6,67 \text{ V}}}$$

3. Technique d'éclairage *N° d'objectif d'évaluation 3.5.8b*

2

Un terrain de football d'une longueur de 105 m et d'une largeur de 68 m est éclairé par six spots LED.

Chaque spot émet un flux lumineux de 142'800 lm.

Calculer l'éclairement moyen en lx. Les pertes d'éclairage sont négligées.

Solution:

$$\Phi_{\text{Ntot}} = N \cdot \Phi_N = 6 \cdot 142'800 \text{ lm} = \underline{\underline{856'800 \text{ lm}}}$$

0,5

$$A = l \cdot b = 105 \text{ m} \cdot 68 \text{ m} = \underline{\underline{7140 \text{ m}^2}}$$

0,5

$$E_m = \frac{\Phi_{\text{Ntot}}}{A} = \frac{856'800 \text{ lm}}{7140 \text{ m}^2} = \underline{\underline{120 \text{ lx}}}$$

1

4. 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

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

2

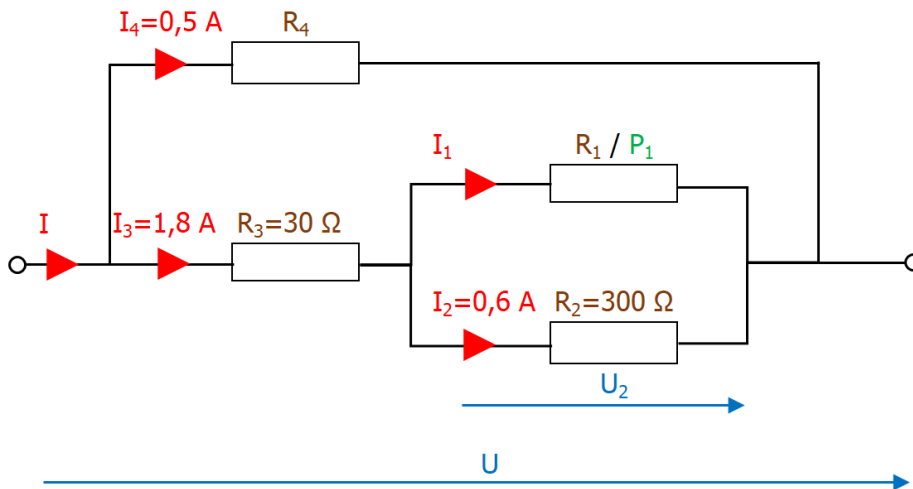
Cocher juste ou faux pour chacune des affirmations ci-dessous.

	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"/>	0,5
Si la tension et la résistance ont diminué de moitié, alors le courant diminue de moitié.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
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"/>	0,5
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

6. Couplage mixte N° d'objectif d'évaluation 5.3.1b

3

Calculer:



a) La tension partielle U_2 .

Solution:

$$U_2 = R_2 \cdot I_2 = 300 \, \Omega \cdot 0,6 \, A = \underline{\underline{180 \, V}}$$

0,5

b) La puissance partielle P_1 .

Solution:

$$I_1 = I_3 - I_2 = 1,8 \, A - 0,6 \, A = \underline{\underline{1,2 \, A}}$$

0,5

$$P_1 = U_2 \cdot I_1 = 180 \, V \cdot 1,2 \, A = \underline{\underline{216 \, W}}$$

0,5

c) La résistance R_4 .

Solution:

$$U_3 = R_3 \cdot I_3 = 30 \, \Omega \cdot 1,8 \, A = \underline{\underline{54 \, V}}$$

0,5

$$U = U_3 + U_2 = 54 \, V + 180 \, V = \underline{\underline{234 \, V}}$$

0,5

$$R_4 = \frac{U}{I_4} = \frac{234 \, V}{0,5 \, A} = \underline{\underline{468 \, \Omega}}$$

0,5

Points
par
page:

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

2

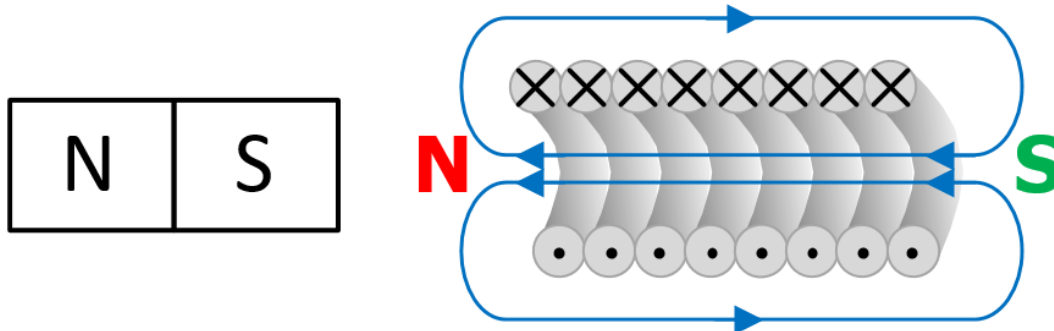
L'illustration montre un aimant permanent et une bobine en coupe.

- Dessiner les lignes de champ magnétique résultantes et leur direction dans la bobine.
- 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

- 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.

8. 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

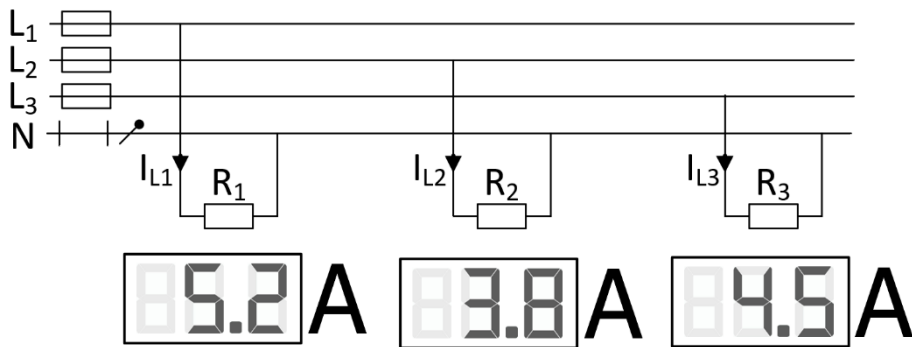
0,5

0,5

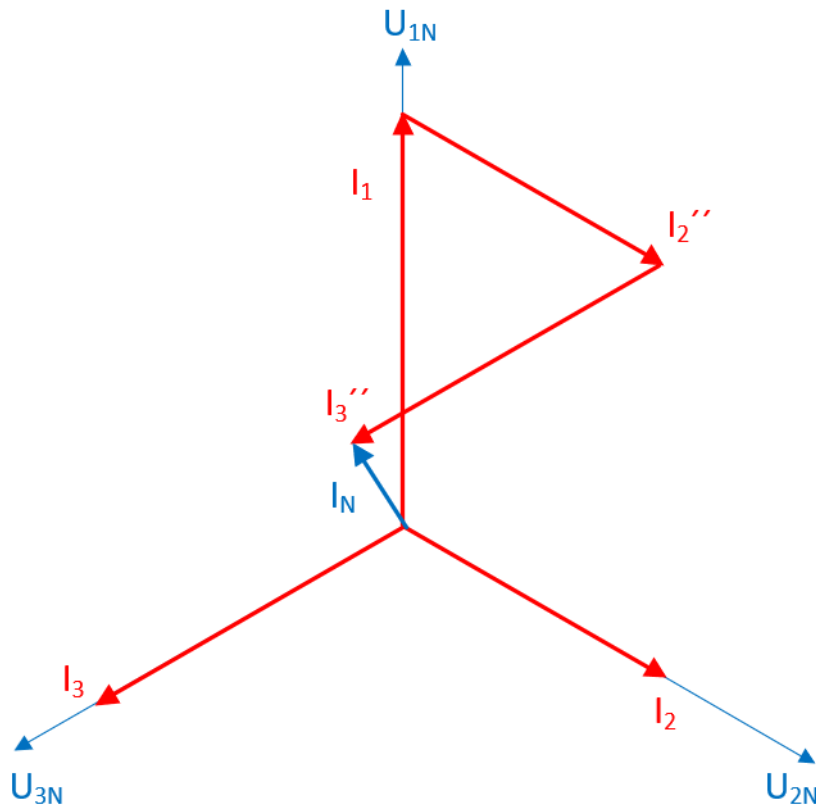
9. Système triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4b

3

Trois appareils de mesure affichent les courants chaque conducteur de ligne d'un réseau 3 x 400 V / 230 V / 50 Hz.



Déterminer graphiquement le courant dans le conducteur neutre.
Echelle 1 A = 1 cm



I_{L1}
0,5

I_{L2}
0,5

I_{L3}
0,5

I_N
0,5

1

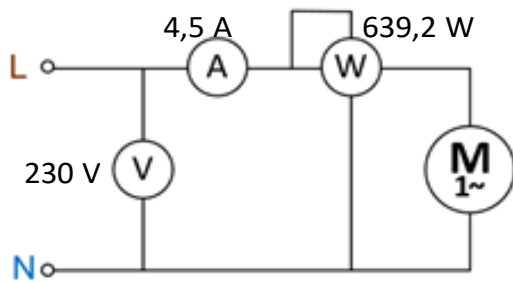
Le courant dans le conducteur de neutre est de :
 $I_N = 1,21 \text{ A}$ (Tolérance: 1,11 A – 1,31 A)

Note pour les experts:
La solution n'est pas à l'échelle

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:

$$S_2 = \frac{P}{\cos \rho_2} = \frac{639,2 \text{ W}}{0,94} = \underline{680 \text{ VA}}$$

0,5

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

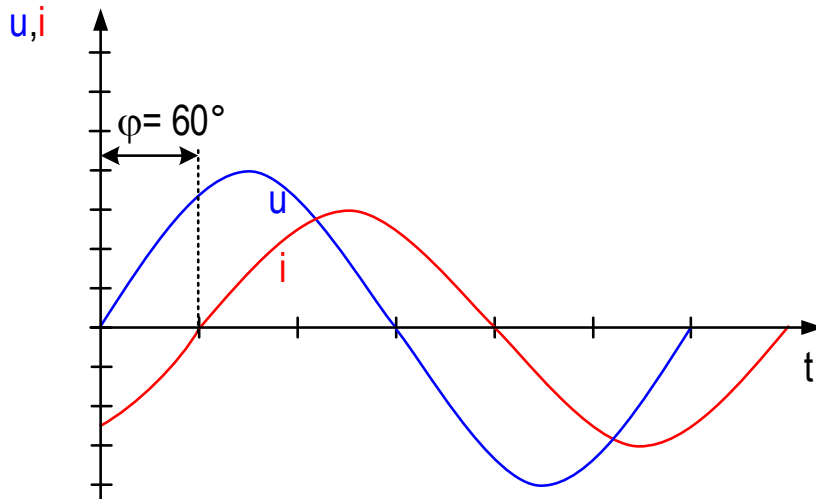
0,5

11. 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 ?

0,5

☐ Capacitive

☒ Inductive

Points
par
page:

12. 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

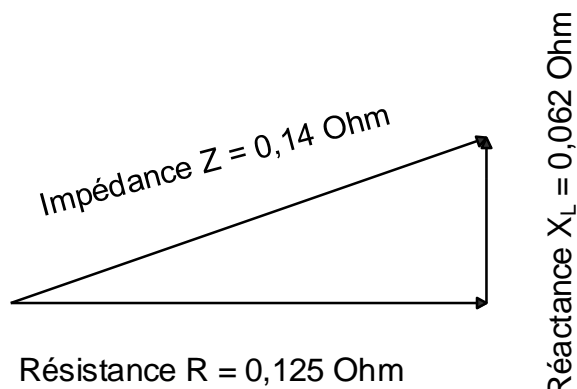
$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,0002 \text{ H} = \underline{\underline{0,063 \Omega = 63 \text{ m}\Omega}}$$

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.

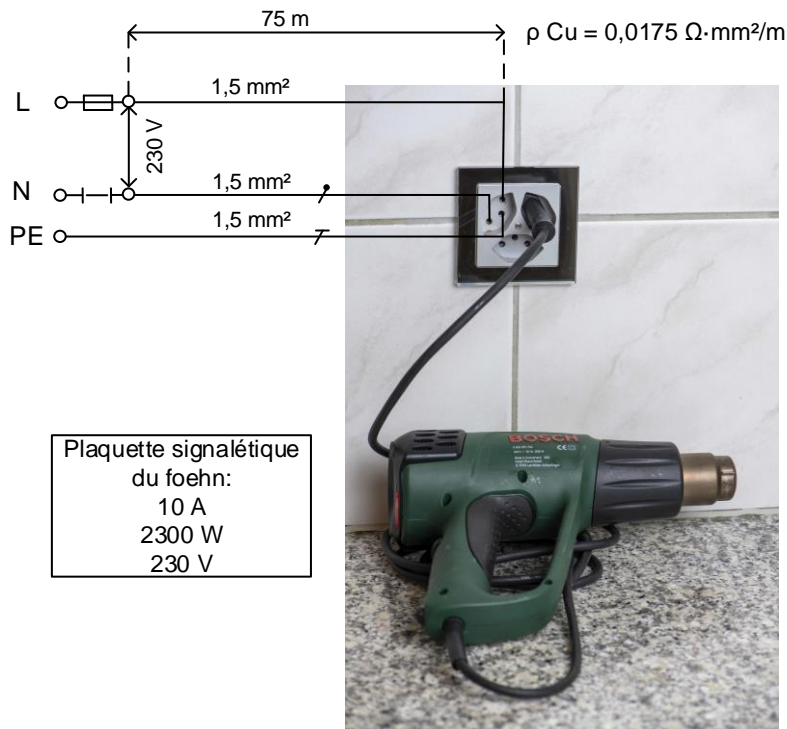
1,5



Points
par
page:

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

3



a) Calculer le courant efficace dans le récepteur.

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

1

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

0,5

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

1

b) Quelle est la tension aux bornes du foehn ?

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

0,5

Note pour les experts:
D'autres solutions sont possibles

Points
par
page:

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

2

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

Circuit logique:

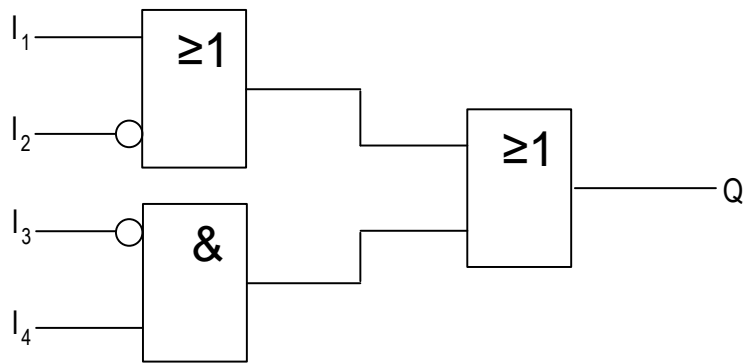


Table de vérité :

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

0,5

0,5

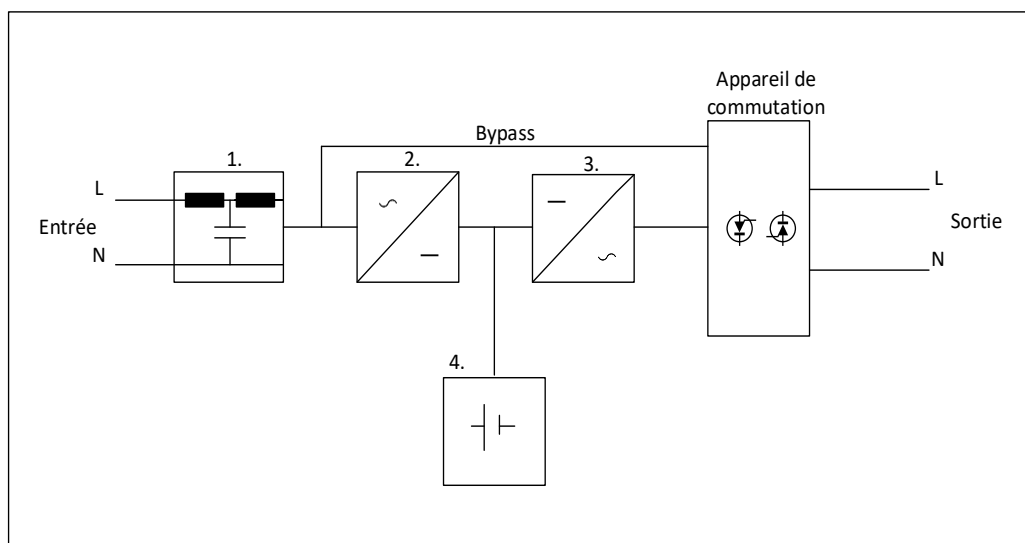
0,5

0,5

15. 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

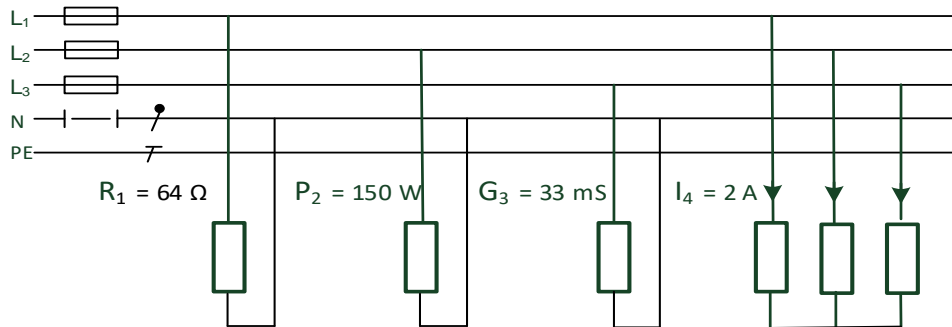
0,5

**Points
par
page:**

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

2

On connecte quatre consommateurs ohmiques sur notre réseau standard 3 x 400 / 230 V.
Calculer les courants dans chaque ligne d'alimentation (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}):



$$I_{L1} = \frac{U_{L1}}{R_1} + I_4 = \frac{230 \text{ V}}{64 \Omega} + 2 \text{ A} = \underline{\underline{5,59 \text{ A}}}$$

0,5

$$I_{L2} = \frac{P_{R2}}{U_{L2}} + I_4 = \frac{150 \text{ W}}{230 \text{ V}} + 2 \text{ A} = \underline{\underline{2,65 \text{ A}}}$$

0,5

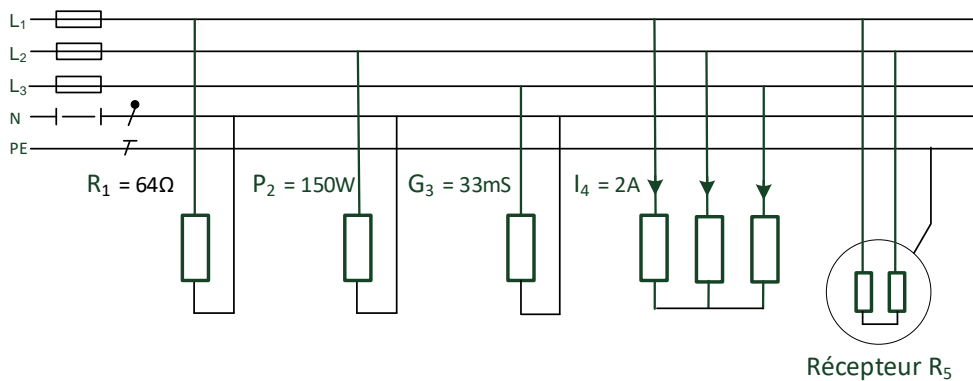
$$I_{L3} = U_{L3} \cdot G_3 + I_4 = 230 \text{ V} \cdot 0,033 \text{ S} + 2 \text{ A} = \underline{\underline{9,59 \text{ A}}}$$

1

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

2

On connecte un nouveau consommateur R_5 sur une installation existante.



Cocher l'affirmation correcte dans le tableau ci-dessous.

Affirmations pour un système triphasé	Augmente	Ne change pas	Diminue
Le courant dans le conducteur L_1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le courant dans le conducteur L_2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le courant dans le conducteur L_3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le courant dans le neutre	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

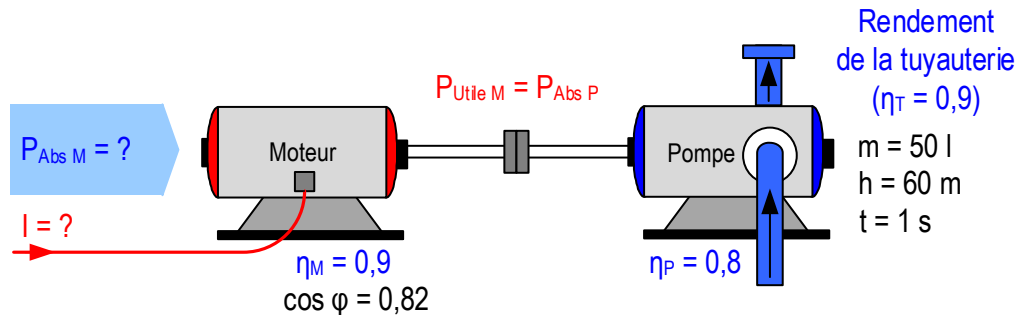
0,5

Points
par
page:

18. 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.

$$P_{utile P} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 60 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \underline{29430 \text{ W}} = \underline{29,43 \text{ kW}}$$

1

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

1

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

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

1