

Dossier des expertes et experts

90 Minutes**19 Exercices****18 Pages****70 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
70,0-66,5	66,0-59,5	59,0-52,5	52,0-45,5	45,0-38,5	38,0-31,5	31,0-24,5	24,0-17,5	17,0-10,5	10,0-3,5	3,0-0,0

Délai d'attente:

Cette épreuve d'examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le 1^{er} septembre 2025.

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

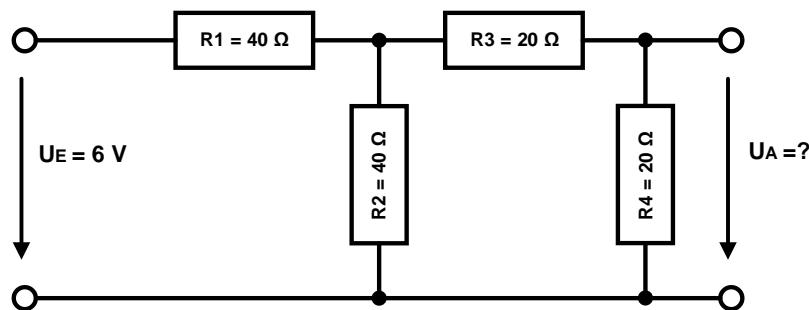
1. Grandeurs d'un circuit N° d'objectif d'évaluation 3.2.3

Pour chaque affirmation, cocher juste ou faux.

	Juste	Faux	
Lorsque la tension chute de moitié, la puissance change dans la même proportion.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Si la tension double, le courant double également.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
La résistance est divisée par deux lorsque la longueur et la section du conducteur sont doublées.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Dans un circuit électrique, le courant passe de la borne positive à la borne négative. Ce sens du courant est appelé « sens conventionnel du courant ».	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5

2. Loi d'Ohm N° d'objectif d'évaluation 3.2.3

Calculer la tension de sortie U_A .



$$R_{34} = R_3 + R_4 = 20 \Omega + 20 \Omega = \underline{40 \Omega}$$

$$R_{234} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}}} = \frac{1}{\frac{1}{40 \Omega} + \frac{1}{40 \Omega}} = \underline{20 \Omega}$$

$$R_{\text{Equ}} = R_1 + R_{234} = 40 \Omega + 20 \Omega = \underline{60 \Omega}$$

$$I_{\text{Tot}} = \frac{U_E}{R_{\text{Equ}}} = \frac{6 \text{ V}}{60 \Omega} = \underline{0,1 \text{ A}}$$

$$U_1 = R_1 \cdot I_{\text{Tot}} = 40 \Omega \cdot 0,1 \text{ A} = \underline{4 \text{ V}}$$

$$U_2 = U_{34} = U_E - U_1 = 6 \text{ V} - 4 \text{ V} = \underline{2 \text{ V}}$$

$$I_{34} = \frac{U_{34}}{R_{34}} = \frac{2 \text{ V}}{40 \Omega} = \underline{0,05 \text{ A}}$$

$$U_A = U_4 = R_4 \cdot I_{34} = 20 \Omega \cdot 0,05 \text{ A} = \underline{\underline{1 \text{ V}}}$$

2

0,5

0,5

0,5

0,5

4

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5 **Points par page:**

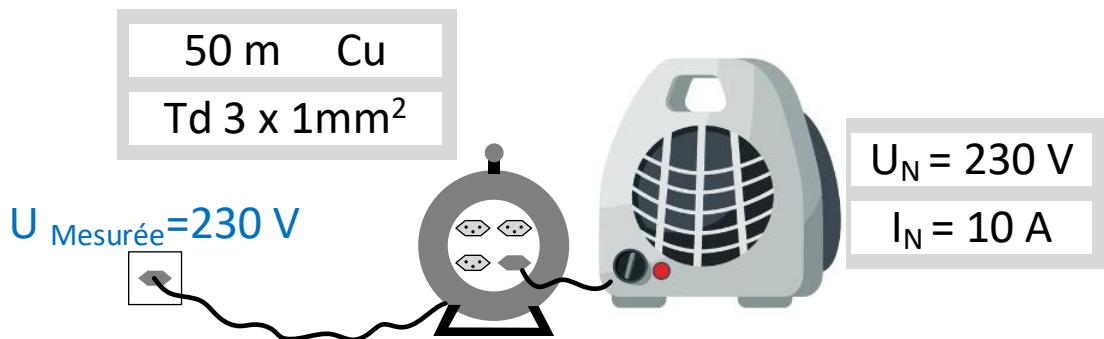
1

3. Résistance de ligne et puissance N° d'objectif d'évaluation 3.2.4

4

Un radiateur est connecté au réseau via un enrouleur de câble. On mesure une tension de 230 V à la prise murale.

(Vous pouvez négliger la résistance du cordon d'appareil du radiateur) $\rho_{cu} = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$



Calculer :

a) Le courant dans l'enrouleur de câble.

$$R_{\text{Ligne}} = \frac{\rho_{Cu} \cdot l_{\text{Ligne}} \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 50 \text{ m} \cdot 2}{1 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{1,75 \Omega}}$$

1

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

0,5

$$R_{\text{Equ}} = R_{\text{Ligne}} + R_{\text{Radiateur}} = 1,75 \Omega + 23 \Omega = \underline{\underline{24,75 \Omega}}$$

0,5

$$I' = \frac{U_{\text{Prise}}}{R_{\text{Equ}}} = \frac{230 \text{ V}}{24,75 \Omega} = 9,293 \text{ A} = \underline{\underline{9,293 \text{ A}}}$$

1

b) La tension aux bornes du radiateur.

1

$$U_{\text{Radiateur}} = I' \cdot R_{\text{Radiateur}} = 9,293 \text{ A} \cdot 23 \Omega = \underline{\underline{213,74 \text{ V}}}$$

4. Champs électrique et magnétique N° d'objectif d'évaluation 3.2.5b

4

Une bobine parcourue par un courant est placée dans un champ magnétique.

a) Dessiner les lignes de champ magnétique entre les pôles de l'aimant et autour des conducteurs de la bobine.

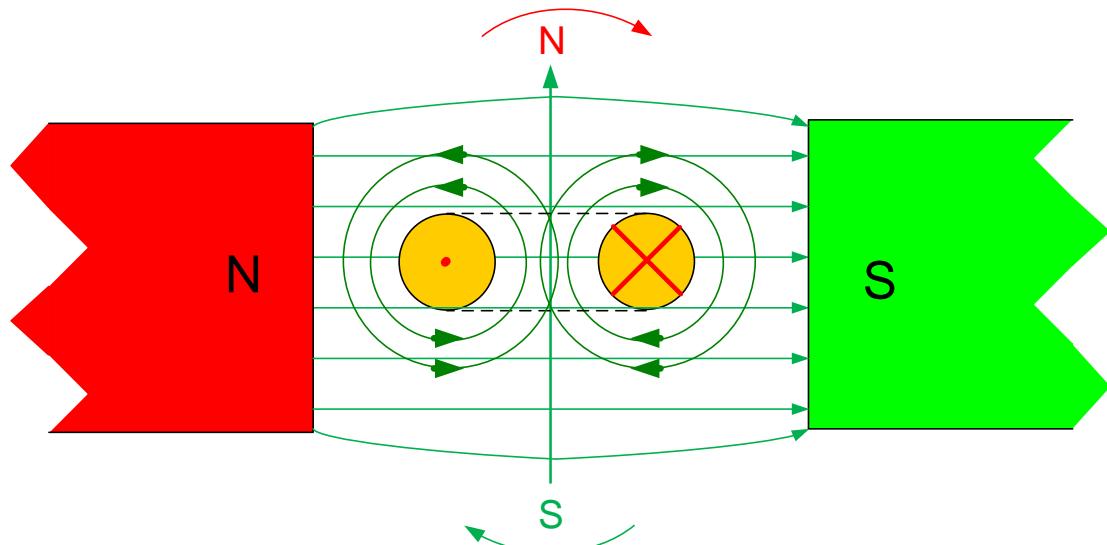
2

b) Indiquer les pôles Nord et Sud produits par la bobine.

1

c) Dessiner le sens de rotation de la bobine.

1

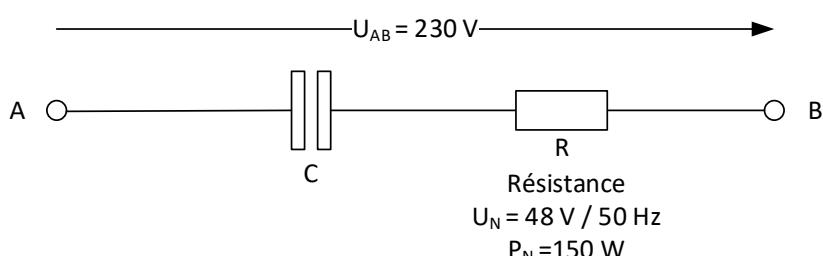


5. Résistances en AC N° d'objectif d'évaluation 3.2.7b

4

Une résistance est couplée en série avec un condensateur.

Calculer la valeur de la capacité du condensateur.



$$I = \frac{P_N}{U_N} = \frac{150 \text{ W}}{48 \text{ V}} = \underline{\underline{3,125 \text{ A}}}$$

1

$$U_C = \sqrt{U_{AB}^2 - U_R^2} = \sqrt{(230V)^2 - (48V)^2} = \underline{\underline{224,9 \text{ V}}}$$

1

$$X_C = \frac{U_C}{I} = \frac{224,9 \text{ V}}{3,125 \text{ A}} = \underline{\underline{71,98 \Omega}}$$

1

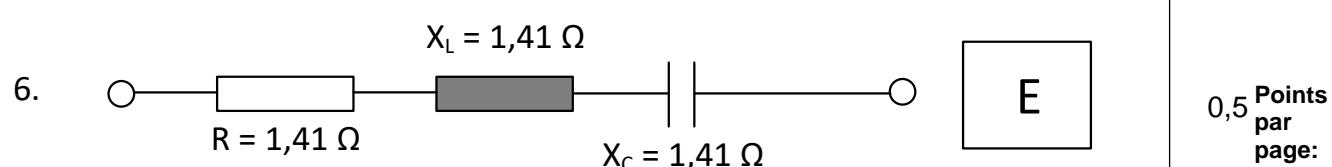
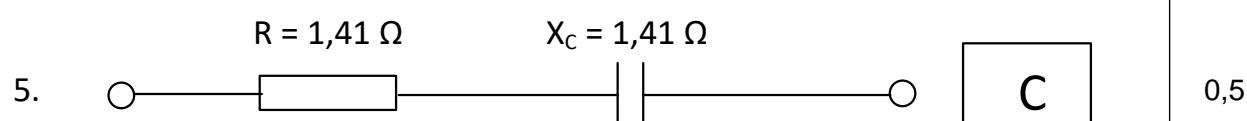
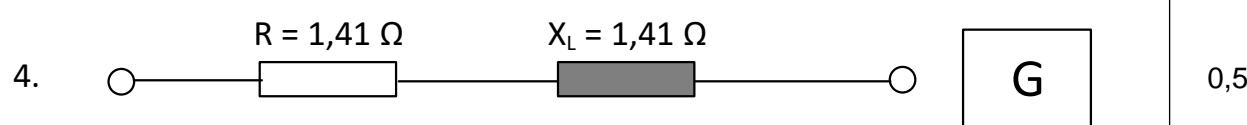
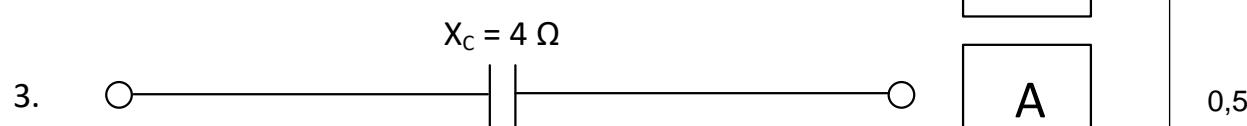
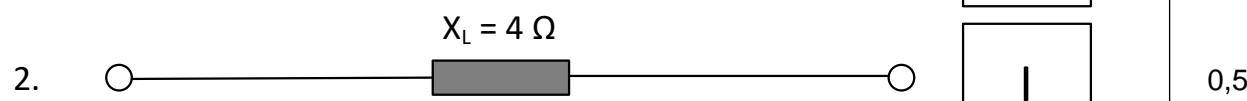
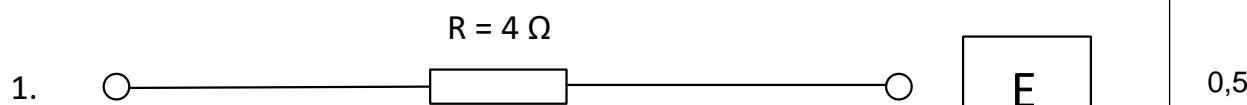
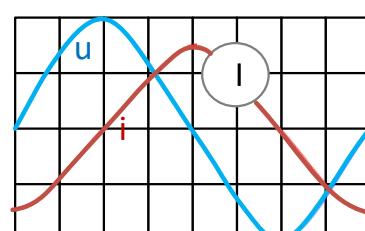
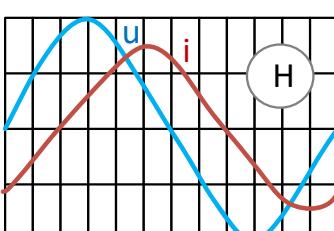
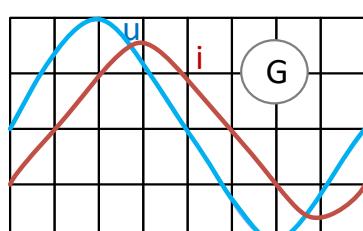
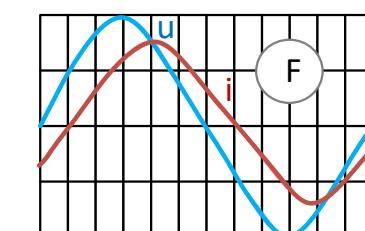
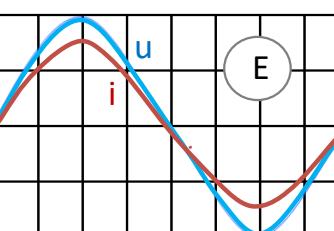
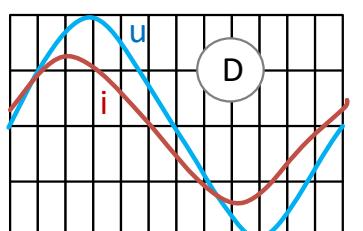
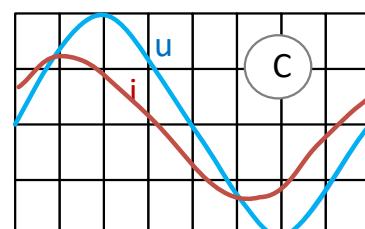
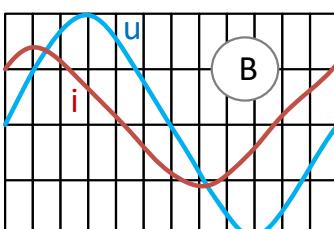
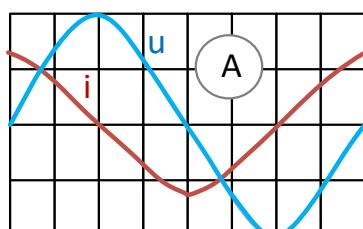
$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 71,98 \Omega} = \underline{\underline{44,2 \mu\text{F}}}$$

1 Points
par
page:

3

6. RLC N° d'objectif d'évaluation 3.2.7

Indiquer le diagramme courant / tension correspondant à chacun des circuits 1 – 6 ci-dessous.



7. Circuit redresseur N° d'objectif d'évaluation 5.4.3

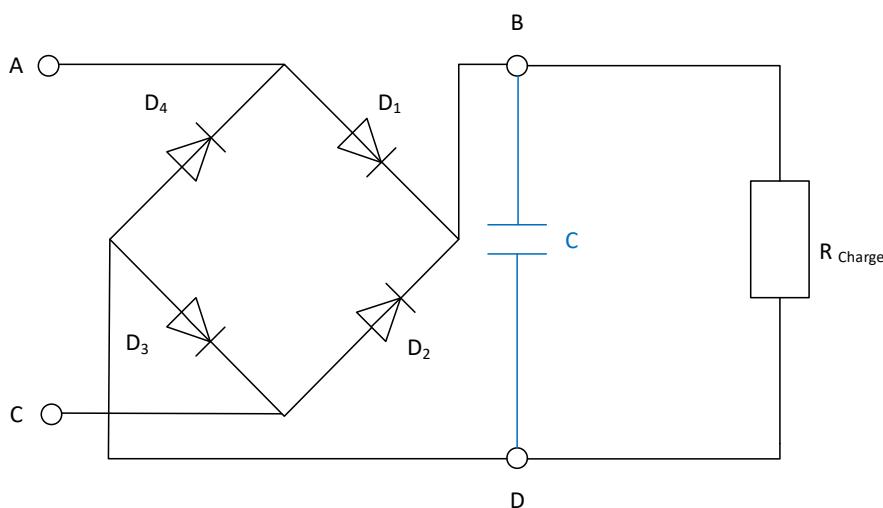
5

a) Pour chaque affirmation, cocher juste ou faux.

Affirmations concernant le circuit redresseur ci-dessous	Juste	Faux
Le circuit montre quatre thyristors identiques.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La tension alternative est appliquée aux bornes A et C.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La borne D est + et la borne B est -.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ce circuit est utilisé pour redresser les tensions alternatives.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Dessiner le condensateur de lissage dans le circuit.

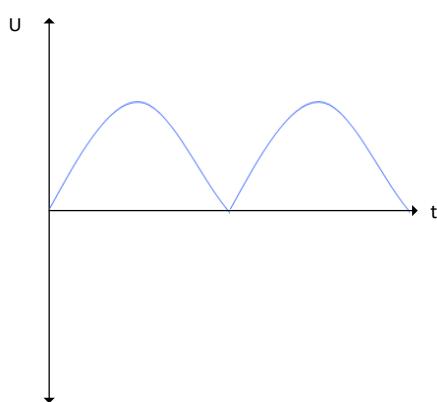
1



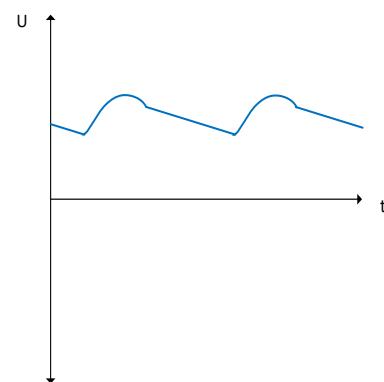
c) Dessiner la tension de sortie sans et avec ce condensateur de lissage.

2

Sans



Avec



Points par page:

8. Source chimique N° d'objectif d'évaluation 3.5.5b

3



Accumulateur Lithium-Ion:
Tension à vide $U_0 = 18 \text{ V}$
Résistance interne $0,3 \Omega$

- a) Calculer le courant de court-circuit.

1

$$I_{cc} = \frac{U_0}{R_i} = \frac{18 \text{ V}}{0,3 \Omega} = \underline{\underline{60 \text{ A}}}$$

- b) Dessiner la droite caractéristique de cette source de tension.

2



**Points
par
page:**

9. Technique d'éclairage № d'objectif d'évaluation 3.5.8

5

L'éclairage d'un bureau est réalisé au moyen de TL de 36 W (45 W y compris self EVG), fournissant chacun un flux lumineux de 3000 lm.

- Éclairage souhaité : 500 lux
- Dimension du bureau : Longueur 12,6 m, largeur 10 m
- Rendement global d'éclairage : 0,5 (Le facteur de maintenance est inclus)

a) Calculer le nombre de TL nécessaires.

2

$$A = l \cdot b = 12,6 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} = \underline{\underline{126 \text{ m}^2}}$$

$$N_{TL} = \frac{Em \cdot A}{\Phi_{L TL} \cdot \eta_{Global}} = \frac{500 \text{ lx} \cdot 126 \text{ m}^2}{3000 \text{ lm} \cdot 0,5} = \underline{\underline{42 \text{ TL}}}$$

b) Nous devons remplacer tout le système d'éclairage par des lampes LED.
L'éclairage de 500 lux reste valable. Les nouvelles sources possèdent les caractéristiques suivantes :

2

- Flux lumineux 4200 lm
- Puissance : 40 W (convertisseur inclus)
- Rendement global d'éclairage : 0,75 (Le facteur de maintenance est inclus)

Calculer le nombre de lampes LED nécessaires.

$$A = l \cdot b = 12,6 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} = \underline{\underline{126 \text{ m}^2}}$$

$$N_{LED} = \frac{Em \cdot A}{\Phi_{L LED} \cdot \eta_{Nouveau Global}} = \frac{500 \text{ lx} \cdot 126 \text{ m}^2}{4200 \text{ lm} \cdot 0,75} = \underline{\underline{20 \text{ Lampes}}}$$

c) Quelle est la diminution de puissance totale en watts ?

1

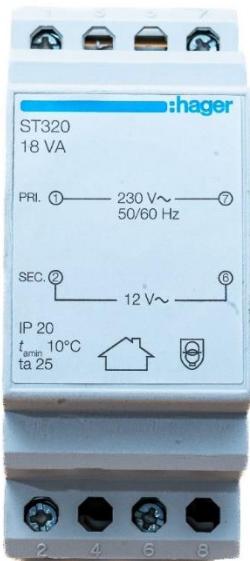
$$\begin{aligned} P_{TL} &= N_{TL} \cdot P_{1 TL} = 42 \cdot 45 \text{ W} = \underline{\underline{1890 \text{ W}}} \\ P_{LED} &= N_{LED} \cdot P_{1 LED} = 20 \cdot 40 \text{ W} = \underline{\underline{800 \text{ W}}} \\ \Delta P &= P_{TL} - P_{LED} = 1890 \text{ W} - 800 \text{ W} = \underline{\underline{1090 \text{ W}}} \end{aligned}$$

La puissance totale diminue de 1090 W.

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

Calculer le courant maximum au secondaire de ce transformateur de sécurité.

1

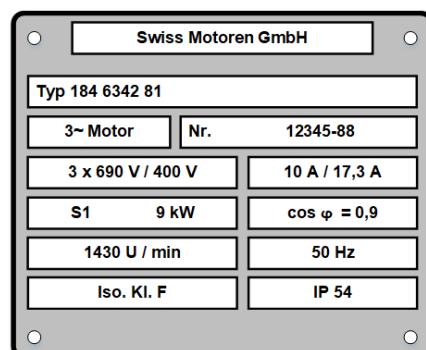


$$I_2 = \frac{S}{U_2} = \frac{18 \text{ VA}}{12 \text{ V}} = \underline{\underline{1,5 \text{ A}}}$$

11. Machines électriques N° d'objectif d'évaluation 5.2.5

4

L'illustration ci-contre représente la plaque d'un moteur asynchrone.



- a) Calculer le glissement de ce moteur en % à charge nominale.

2

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\% = \frac{1500 \text{ min}^{-1} - 1430 \text{ min}^{-1}}{1500 \text{ min}^{-1}} \cdot 100\% = \underline{\underline{4,67\%}}$$

- b) Calculer le rendement du moteur.

2

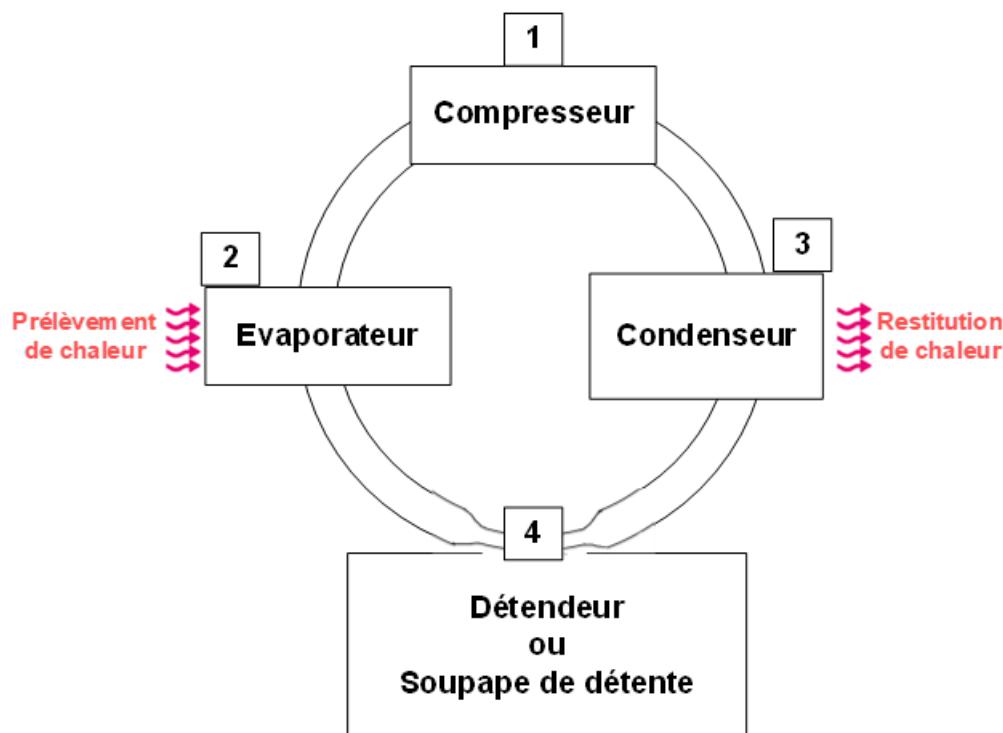
$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{absorbée}} = \frac{P_{utile}}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N \cdot \cos\varphi} = \frac{9000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 17,3 \text{ A} \cdot 0,9} = \underline{\underline{0,834 = 83,4\%}}$$

12. Appareils de production de chaleur et de fraîcheur N° d'objectif d'éval. 5.2.4b

4

La figure ci-dessous représente le circuit frigorifique d'un réfrigérateur à compresseur.

a) Indiquer dans les rectangles les quatre composants principaux de ce circuit.



0,5

0,5
0,5

0,5

b) Désigner, au moyen des chiffres 1 à 4, les images des composants du circuit ci-dessous.



4

3

1

2

chacun
0,5

Points
par
page:

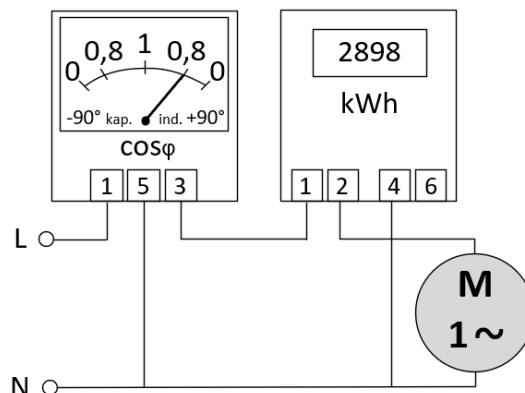
13. Puissance active, réactive et apparente N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b

3

Un moteur monophasé est enclenché durant 45 secondes. Pendant ce temps, vous comptez 5 impulsions sur le compteur électronique placé en amont.

Calculer la puissance réactive de ce moteur.

$$(c = 1000 \frac{\text{Impulsions}}{\text{kWh}})$$



Solution :

$$P = \frac{3600 \cdot n}{c \cdot t} = \frac{3600 \frac{s}{h} \cdot 5 \text{ impulsions}}{1000 \frac{\text{Impulsions}}{\text{kWh}} \cdot 45 \text{ s}} = \underline{\underline{0,4 \text{ kW}}} = \underline{\underline{400 \text{ W}}}$$

1

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{400 \text{ W}}{0,8} = \underline{\underline{500 \text{ VA}}}$$

1

$$Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(500 \text{ VA})^2 - (400 \text{ W})^2} = \underline{\underline{300 \text{ var}}}$$

1

ou

$$\varphi = \arccos 0,8 = \underline{\underline{36,87^\circ}}$$

$$Q_L = P \cdot \tan 36,87^\circ = 400 \text{ W} \cdot 0,75 = \underline{\underline{300 \text{ var}}}$$

Points
par
page:

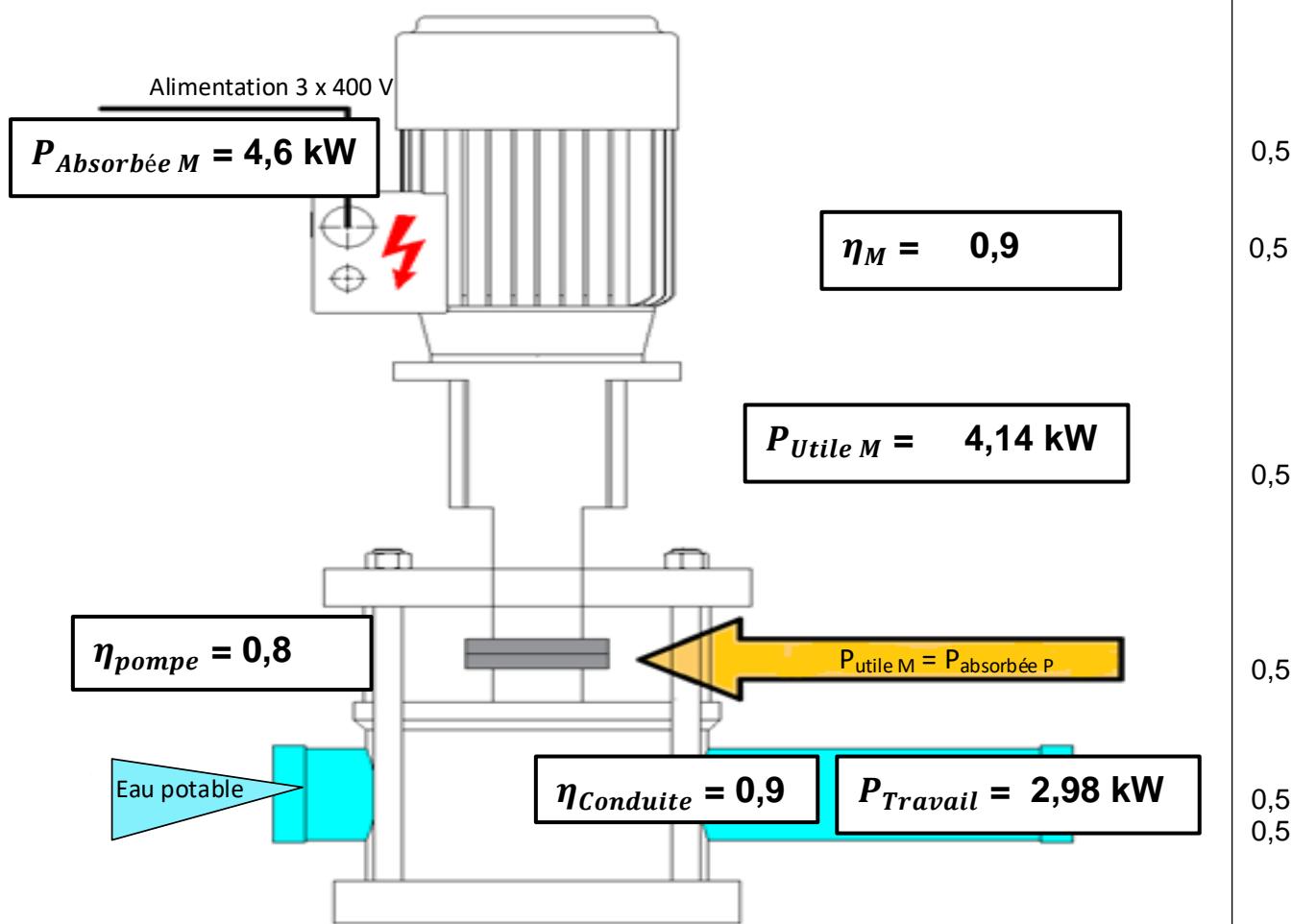
14. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4b

4

Une pompe à eau potable nécessite une puissance de travail de 2,98 kW. Les pertes dans la conduite d'eau potable sont de 10 %, le rendement de la pompe est de 80 %. Le moteur électrique (3 x 400 V) couplé à la pompe a un rendement de 90 % et absorbe une puissance de 4,6 kW avec un cos φ de 0,82.

- a) Indiquer la valeur de tous les rendements individuels (η) et celle de toutes les puissances (P) aux endroits correspondant au dessin ci-dessous.

$$P_{Utile\ M} = P_{Absorbée\ M} \cdot \eta_M = 4,6\ kW \cdot 0,9 = \underline{\underline{4,14\ kW}}$$



- b) Calculer le rendement global de cette installation.

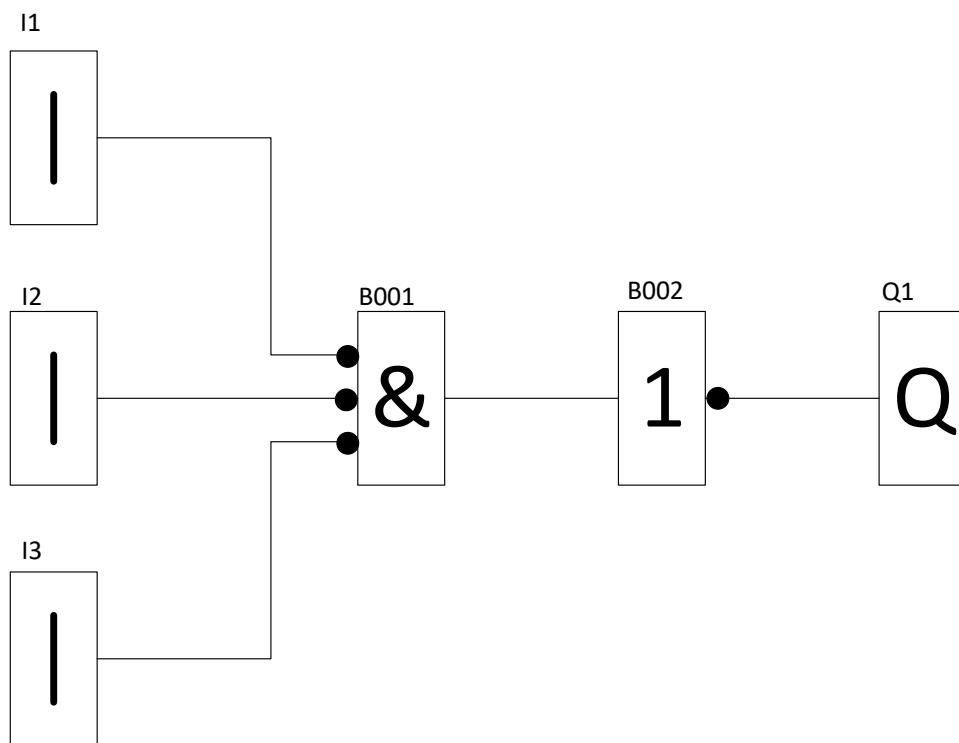
1

$$\eta_{tot} = \eta_M \cdot \eta_P \cdot \eta_{Conduite} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = \underline{\underline{0,648}} = \underline{\underline{64,8\%}}$$

15. Circuits logiques N° d'objectif d'évaluation 5.4.4b

2

Dans le circuit électrique ci-dessous, lorsqu'une des entrées est au niveau logique 1 (un) et les autres au niveau logique 0 (zéro), la sortie Q1 est active.



- a) Quelle est la fonction de base de B001?

1

ET ou AND

- b) Compléter le symbole de la porte B001 dans le schéma logique ci-dessus.

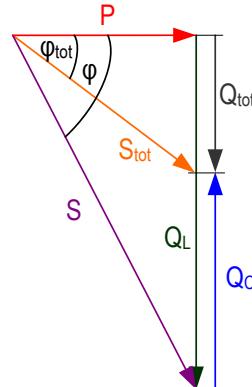
1

16. Compensation N° d'objectif d'évaluation 5.3.4

6

Un récepteur inductif monophasé possède les caractéristiques suivantes:
 $U = 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$; $I = 9,8 \text{ A}$; $P = 1600 \text{ W}$

Pour compenser le facteur de puissance, un condensateur de $67 \mu\text{F}$ est raccordé en parallèle avec ce récepteur.



Calculer :

a) La puissance réactive inductive Q_L de ce récepteur.

1

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 9,8 \text{ A} = 2254 \text{ VA} = \underline{\underline{2,25 \text{ kVA}}}$$

1

$$Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(2,25 \text{ kVA})^2 - (1,6 \text{ kW})^2} = \underline{\underline{1588 \text{ var}}} = \underline{\underline{1,59 \text{ kvar}}}$$

b) La puissance réactive capacitive Q_C du condensateur.

1

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 67 \mu\text{F}} = \underline{\underline{47,51 \Omega}}$$

1

$$Q_c = \frac{U^2}{X_c} = \frac{(230 \text{ V})^2}{47,51 \Omega} = \underline{\underline{1113 \text{ var}}} = \underline{\underline{1,11 \text{ kvar}}}$$

c) Le facteur de puissance après la compensation du $\cos \phi$.

0,5

$$Q_{tot} = Q_L - Q_C = 1,59 \text{ kvar} - 1,11 \text{ kvar} = \underline{\underline{0,48 \text{ kvar}}}$$

0,5

$$S_{tot} = \sqrt{P^2 + Q_{tot}^2} = \sqrt{(1,6 \text{ kW})^2 + (0,48 \text{ kvar})^2} = \underline{\underline{1670 \text{ VA}}} = \underline{\underline{1,67 \text{ kVA}}}$$

1

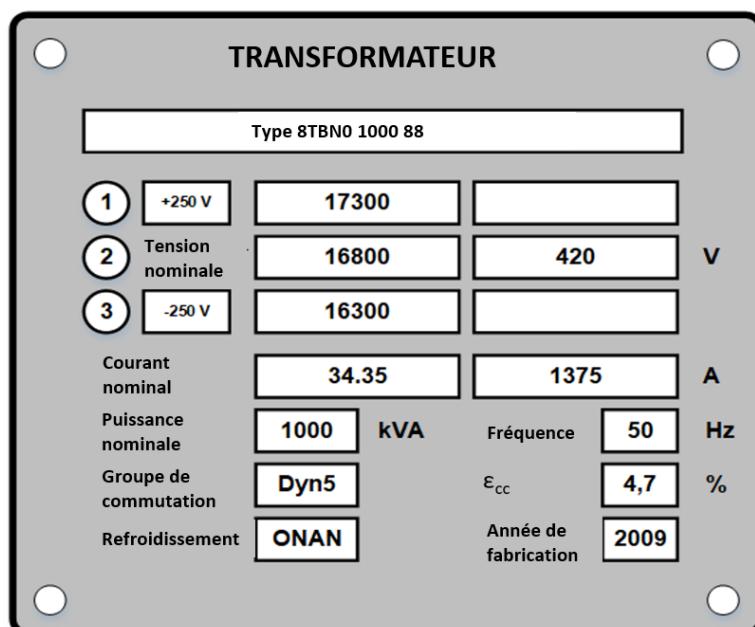
$$\cos \phi = \frac{P}{S_{tot}} = \frac{1,6 \text{ kW}}{1,67 \text{ kVA}} = \underline{\underline{0,959}}$$

Points par page:

17. Distribution d'énergie N° d'objectif d'évaluation 5.1.1

3

C'illustration ci-dessous représente la plaque signalétique d'un transformateur triphasé :



- a) Calculer le rapport de transformation.

1

$$n = \frac{U_1}{U_2} = \frac{16800 \text{ V}}{420 \text{ V}} = \underline{\underline{40 \text{ ou } 40:1}}$$

- b) Quelle est la valeur du courant de court-circuit au secondaire ?

2

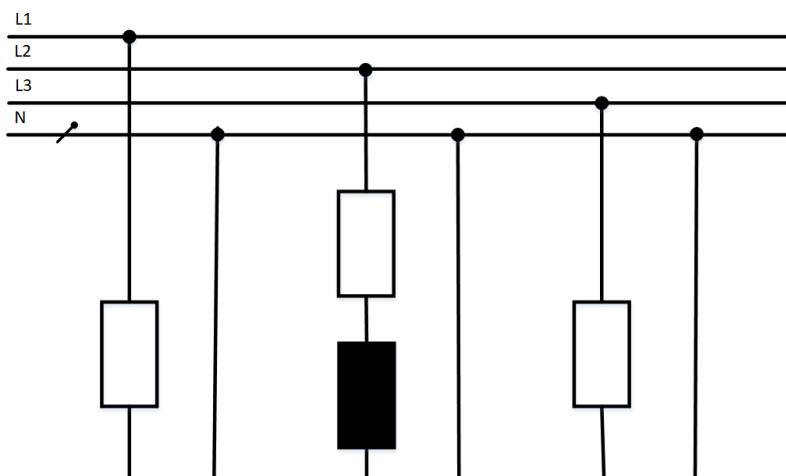
Plaque signalétique $\epsilon_{cc} = 4,7 \%$, $I_N = 1375 \text{ A}$

$$I_K = \frac{I_N \cdot 100\%}{u_K} = \frac{1375 \text{ A} \cdot 100\%}{4,7 \%} = \underline{\underline{29,3 \text{ kA}}}$$

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

6

Le réseau triphasé à quatre conducteurs ($3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$) ci-dessous est chargé de façon asymétrique.



$$R_1 = 38,33 \Omega$$

$$R_2 = 30 \Omega$$

$$X_{L2} = 40 \Omega$$

$$P_3 = 1610 \text{ W}$$

- a) Calculer les courants I_1 , I_2 et I_3 .

0,5

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{38,33 \Omega} = \underline{\underline{6 \text{ A}}}$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{(30 \Omega)^2 + (40 \Omega)^2} = \underline{\underline{50 \Omega}}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{30 \Omega}{50 \Omega} = \underline{\underline{0,6}} \Rightarrow \varphi_2 = \underline{\underline{53,13^\circ}}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{Z_2} = \frac{230 \text{ V}}{50 \Omega} = \underline{\underline{4,6 \text{ A}}} ; (\varphi_2 = 53,1^\circ, \text{en retard})$$

2

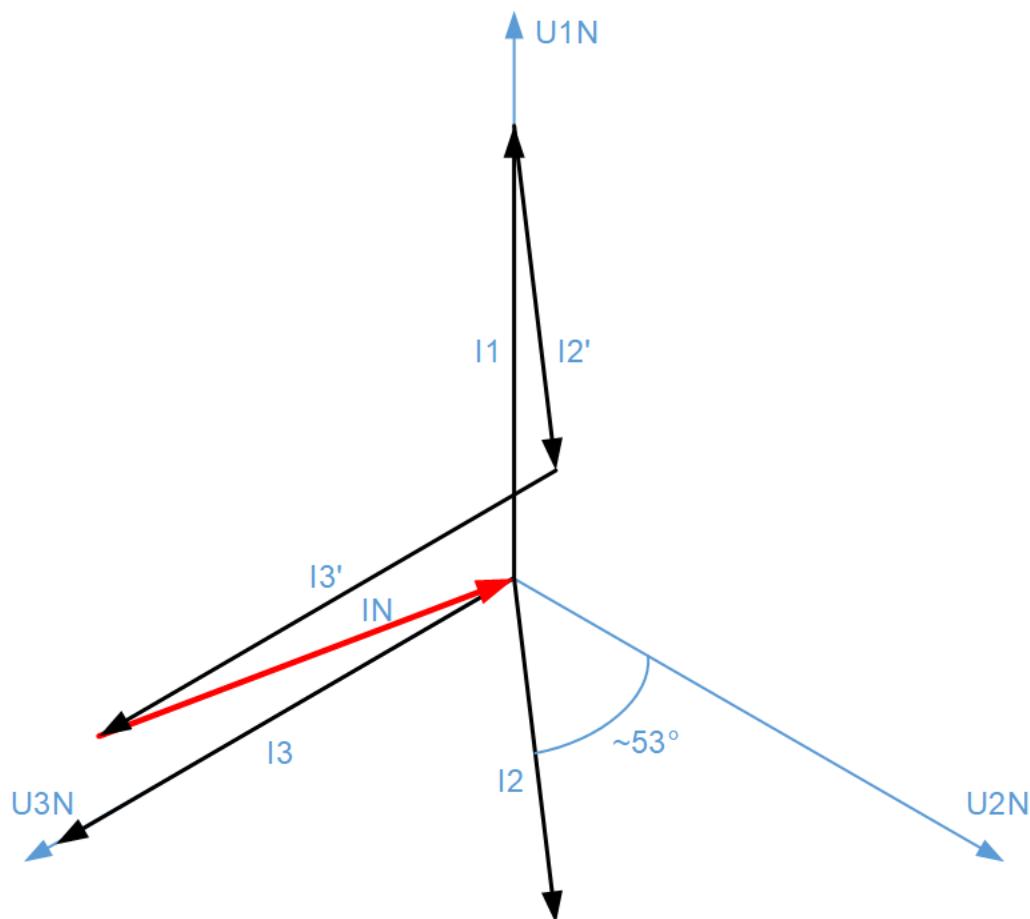
$$I_3 = \frac{P_3}{U_3} = \frac{1610 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{7 \text{ A}}}$$

0,5

18. Système triphasé (suite)

- b) Représenter graphiquement le courant dans le conducteur neutre.
(Echelle 1 A \approx 1 cm)

3



$I_N = \underline{5,9 \text{ A}}$

Remarques pour les experts:

I_1 0,5 pt.

I_2' 1 pt.

I_3' 0,5 pt.

I_N 1 pt. (Tolérance : 5,7 A – 6,1 A) Valeur seulement pas la direction.

La solution n'est pas à l'échelle !

19. Raccordement incorrect dans le réseau triphasé N° d'objectif d'éval. 5.3.4

3

Un ancien radiateur triphasé équilibré, dont les grandeurs nominales sont :
 $P_N = 12,1 \text{ kW}$, $U_N = 3 \times 380 \text{ V} / 220 \text{ V}$, est raccordé en étoile au réseau.

- a) Calculer la valeur de chacune des trois résistances qui le compose.

$$P_1 = \frac{P_{Etoile}}{3} = \frac{12,1 \text{ kW}}{3} = \underline{\underline{4,033 \text{ kW}}}$$

1

$$R_1 = \frac{(U_{phase})^2}{P_{phase}} = \frac{(220 \text{ V})^2}{4033 \text{ W}} = \underline{\underline{12 \Omega}}$$

0,5

Par erreur, ce radiateur est couplé en triangle sur le réseau $3 \times 400 \text{ V}$.

- b) Calculer la nouvelle puissance P'_Δ .

$$P_{1\Delta} = \frac{(U'_{phase})^2}{R_{phase}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{12 \Omega} = \underline{\underline{13,333 \text{ kW}}}$$

1

$$P_\Delta = P_{1\Delta} \cdot 3 = 13,333 \text{ kW} \cdot 3 = \underline{\underline{40 \text{ kW}}}$$

0,5