

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

2

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"/>
Si la tension double, le courant double également.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La résistance est divisée par deux lorsque la longueur et la section du conducteur sont doublées.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
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

0,5

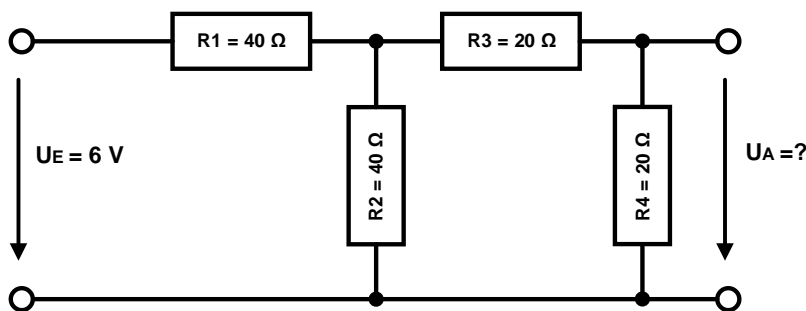
0,5

0,5

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

4

Calculer la tension de sortie U_A .



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

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

0,5

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

0,5

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

0,5

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

0,5

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

0,5

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

0,5

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

1

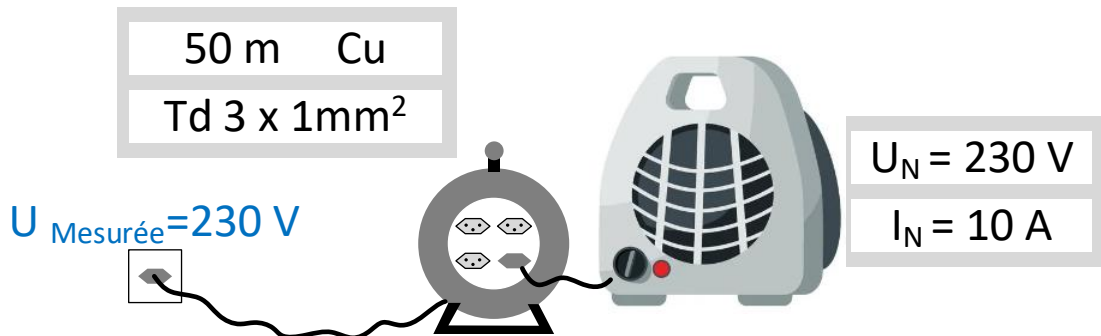
Points
par
page:

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.

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

1

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

0,5

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

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

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

Points
par
page:

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

4

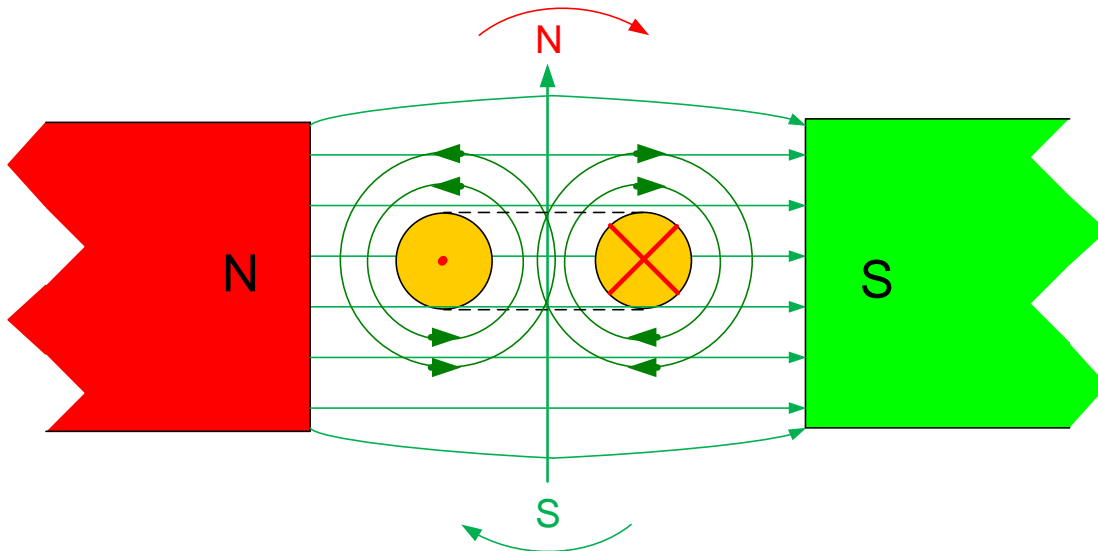
Une bobine parcourue par un courant est placée dans un champ magnétique.

- Dessiner les lignes de champ magnétique entre les pôles de l'aimant et autour des conducteurs de la bobine.
- Indiquer les pôles Nord et Sud produits par la bobine.
- Dessiner le sens de rotation de la bobine.

2

1

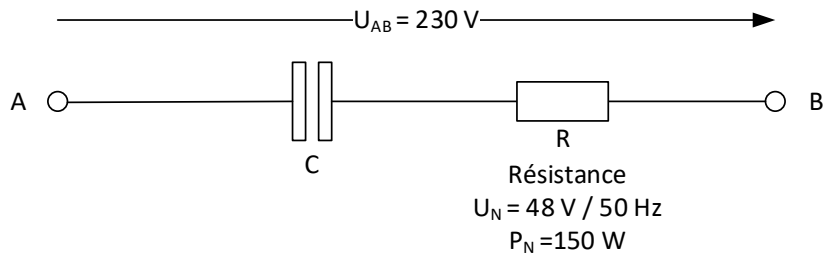
1



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.



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

1

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

1

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

1

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

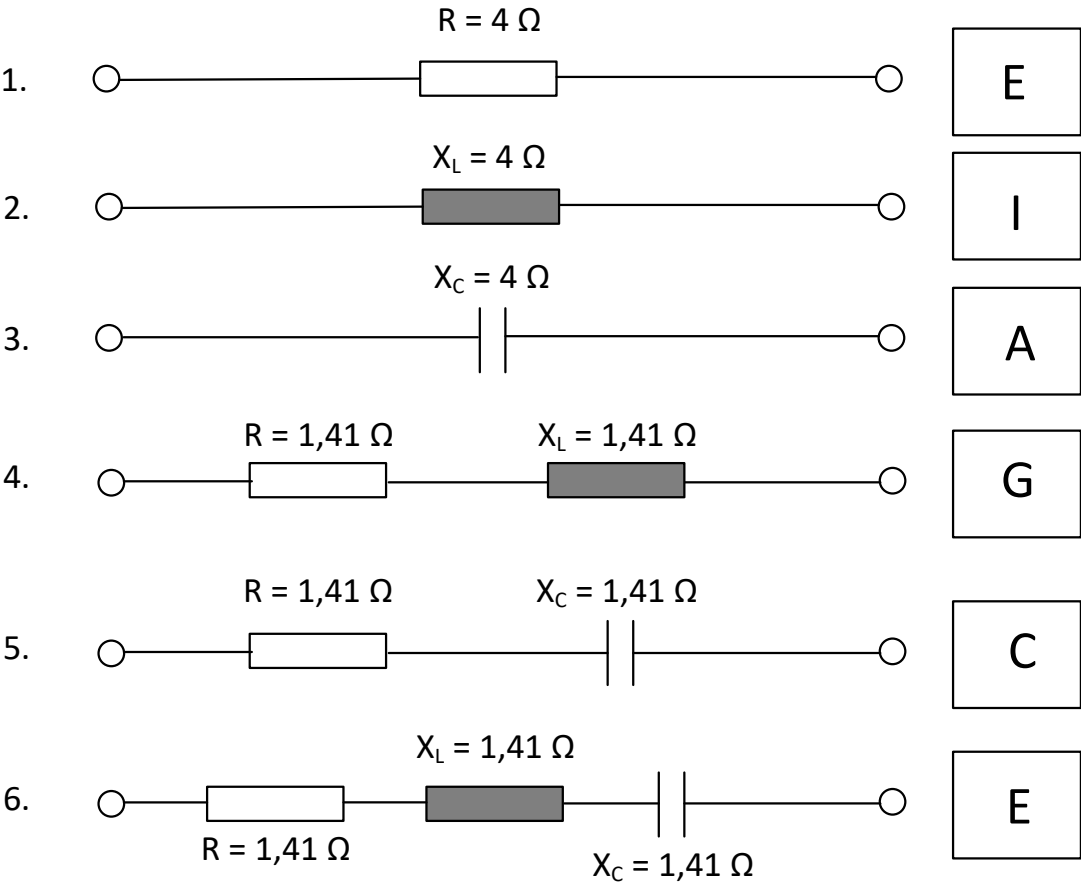
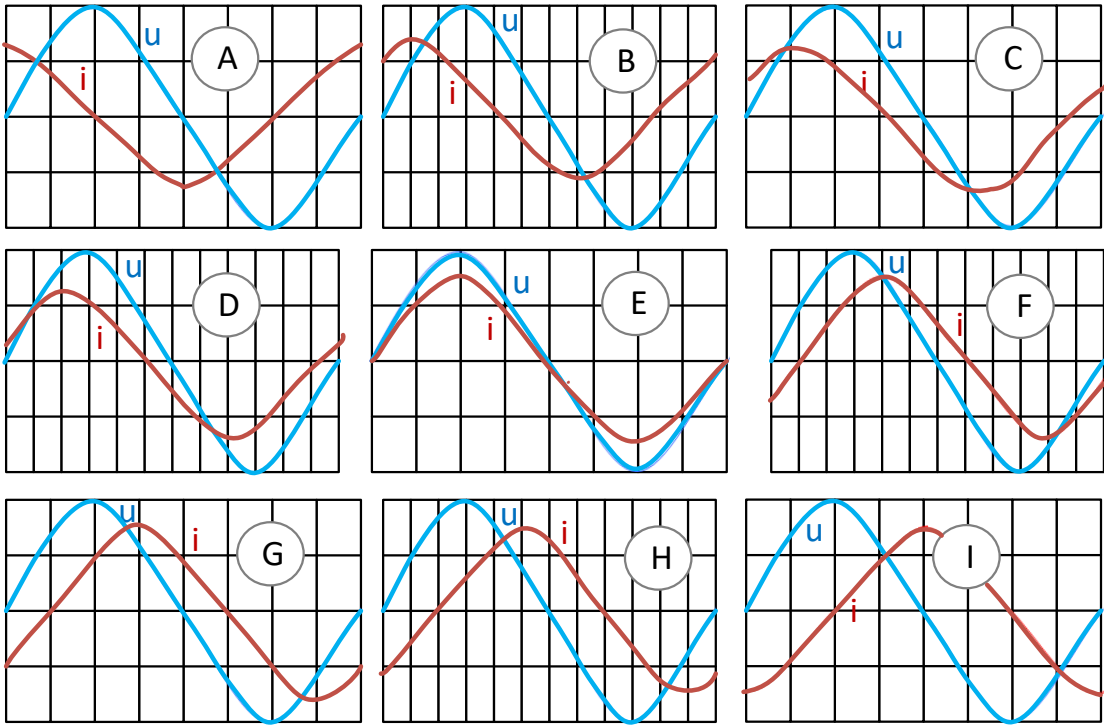
1

Points
par
page:

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

3

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



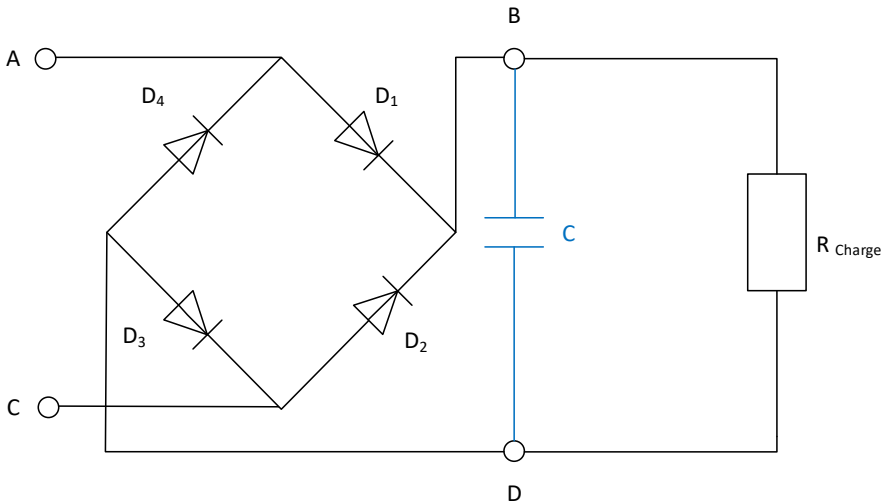
0,5 Points
par
page:

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

a) Pour chaque affirmation, cocher juste ou faux.

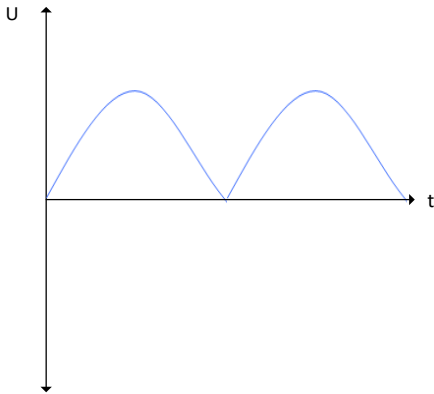
Affirmations concernant le circuit redresseur ci-dessous	Juste	Faux
Le circuit montre quatre thyristors identiques.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La tension alternative est appliquée aux bornes A et C.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La borne 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.

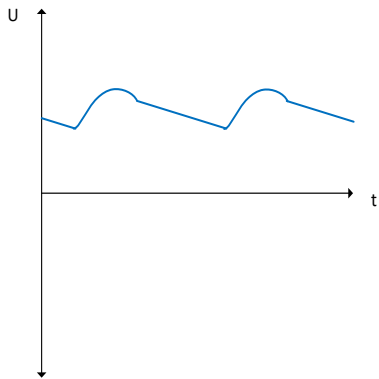


c) Dessiner la tension de sortie sans et avec ce condensateur de lissage.

Sans



Avec



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 $0,3 \Omega$

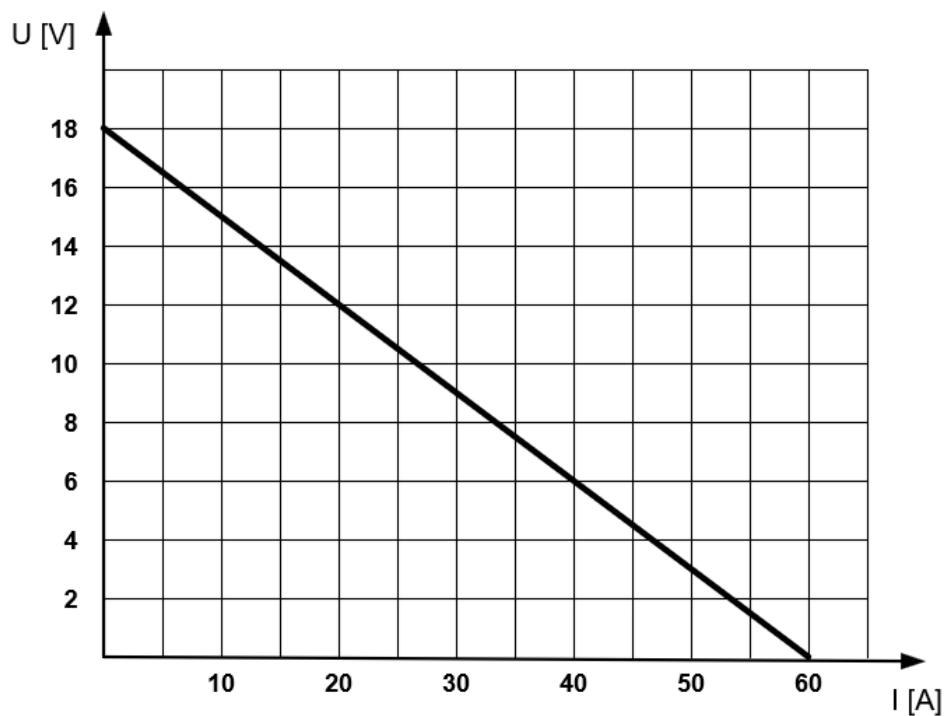
- a) Calculer le courant de court-circuit.

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 N° 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.

- Éclairement 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

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

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

b) Nous devons remplacer tout le système d'éclairage par des lampes LED. L'éclairement 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.

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

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

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

1

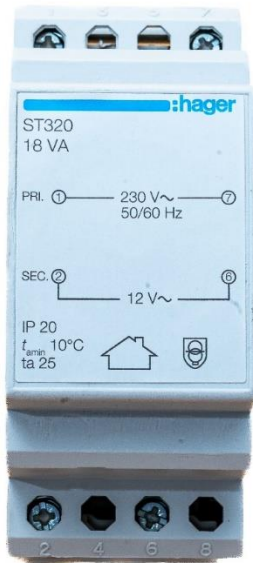
$$\begin{aligned} P_{TL} &= N_{TL} \cdot P_{1 TL} = 42 \cdot 45 \text{ W} = \underline{1890 \text{ W}} \\ P_{LED} &= N_{LED} \cdot P_{1 LED} = 20 \cdot 40 \text{ W} = \underline{800 \text{ W}} \\ \Delta P &= P_{TL} - P_{LED} = 1890 \text{ W} - 800 \text{ W} = \underline{\underline{1090 \text{ W}}} \end{aligned}$$

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.

Swiss Motoren GmbH	
Typ 184 6342 81	
3~ Motor	Nr. 12345-88
3 x 690 V / 400 V	10 A / 17,3 A
S1 9 kW	cos φ = 0,9
1430 U / min	50 Hz
Iso. Kl. F	IP 54

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.

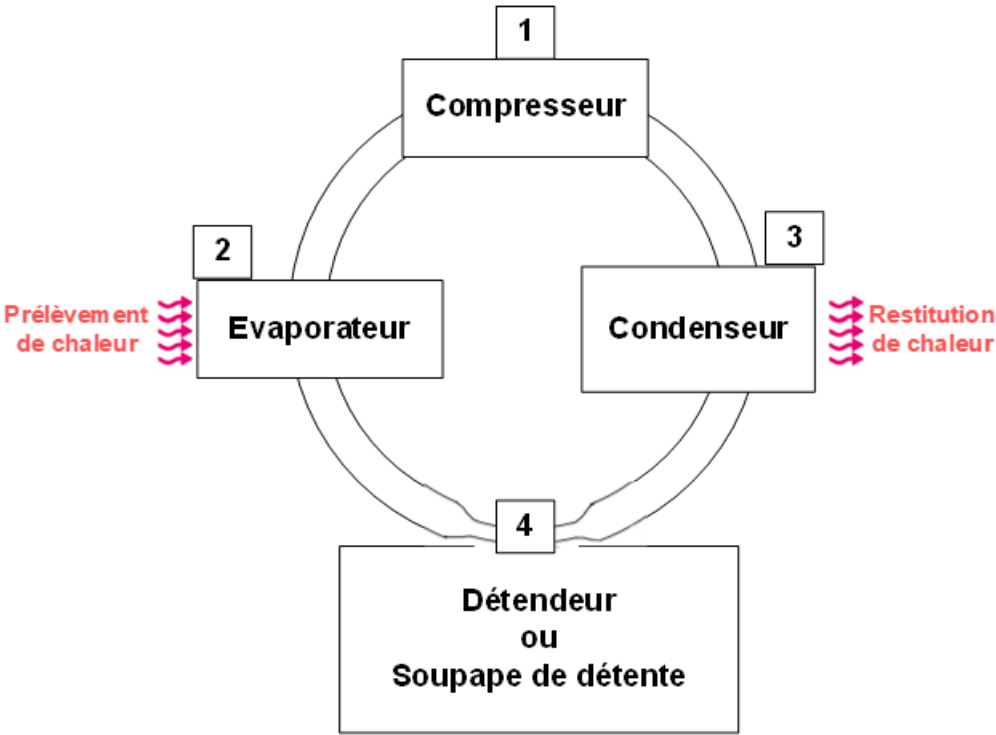
2

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

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

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.



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



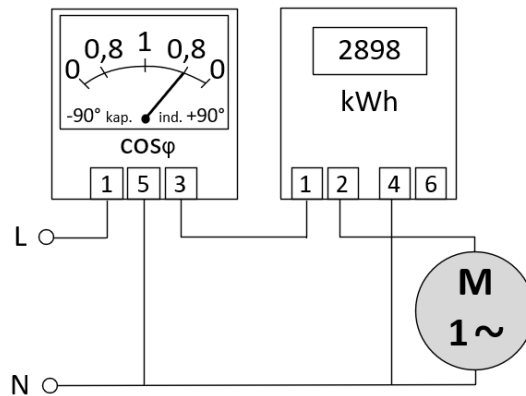
13. Puissance active, réactive et apparente N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b

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 :

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

1

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

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:

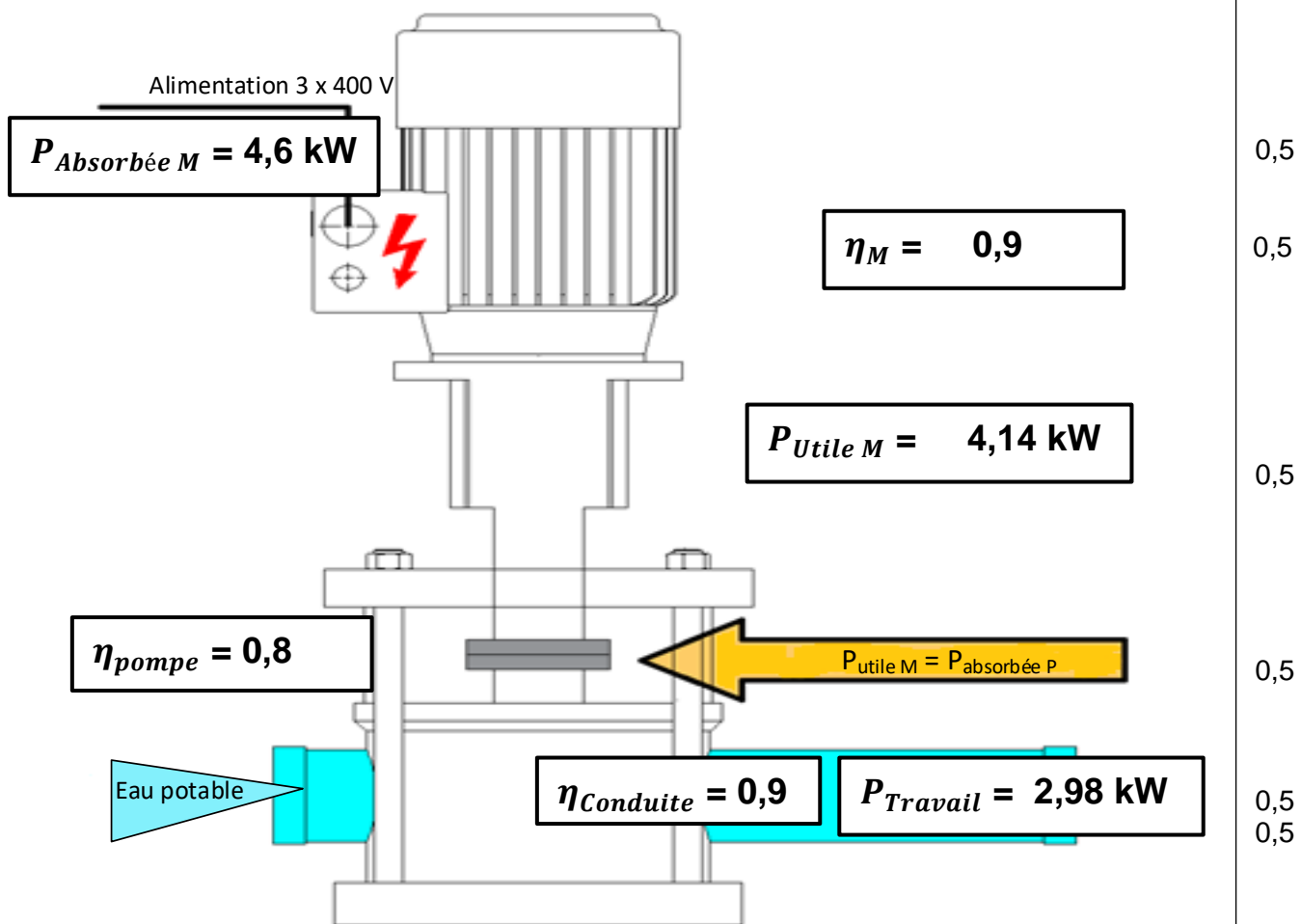
14. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4b

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 $\cos \phi$ 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.

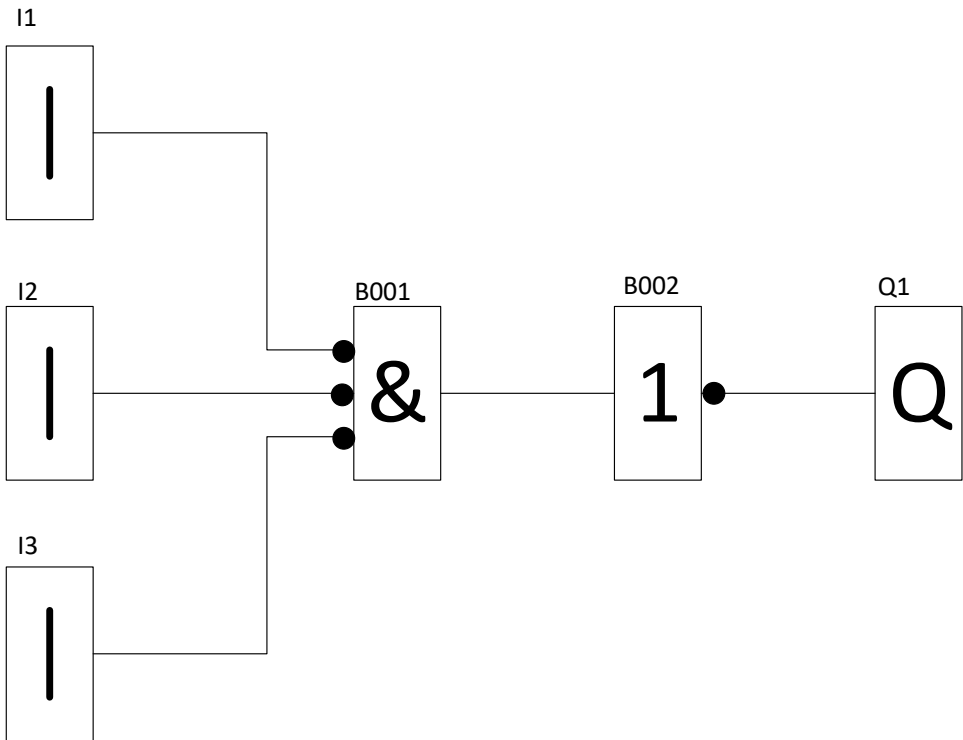
1

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

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

2

Dans le circuit électronique 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

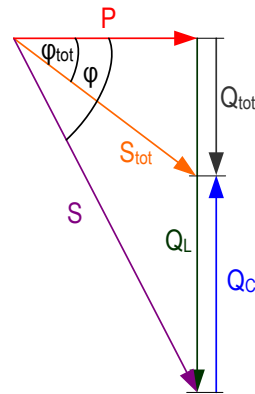
b) Compléter le symbole de la porte B001 dans le schéma logique ci-dessus.

1

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

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.

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

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

- b) La puissance réactive capacitive Q_C du condensateur.

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

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

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

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

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

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

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 :

TRANSFORMATEUR					
Type 8TBN0 1000 88					
1	+250 V	17300			
2	Tension nominale	16800	420	V	
3	-250 V	16300			
Courant nominal		34.35	1375	A	
Puissance nominale		1000	kVA	Fréquence	50 Hz
Groupe de commutation		Dyn5	ϵ_{cc}	4,7	%
Refroidissement		ONAN	Année de fabrication	2009	

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

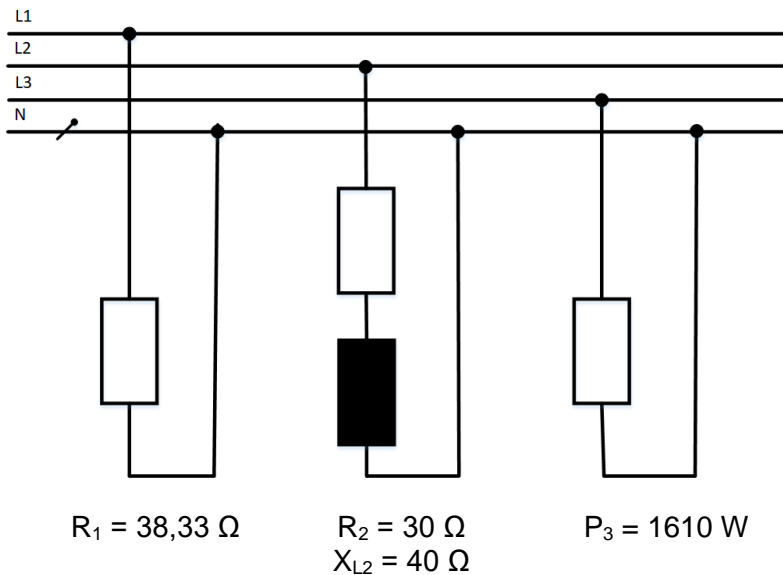
Plaque signalétique $\epsilon_{cc} = 4,7 \%$, $I_N = 1375 \text{ A}$

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

Points
par
page:

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

Le réseau triphasé à quatre conducteurs (3 x 400 V / 230 V) ci-dessous est chargé de façon asymétrique.



a) Calculer les courants I_1 , I_2 et I_3 .

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

0,5

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

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

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

2

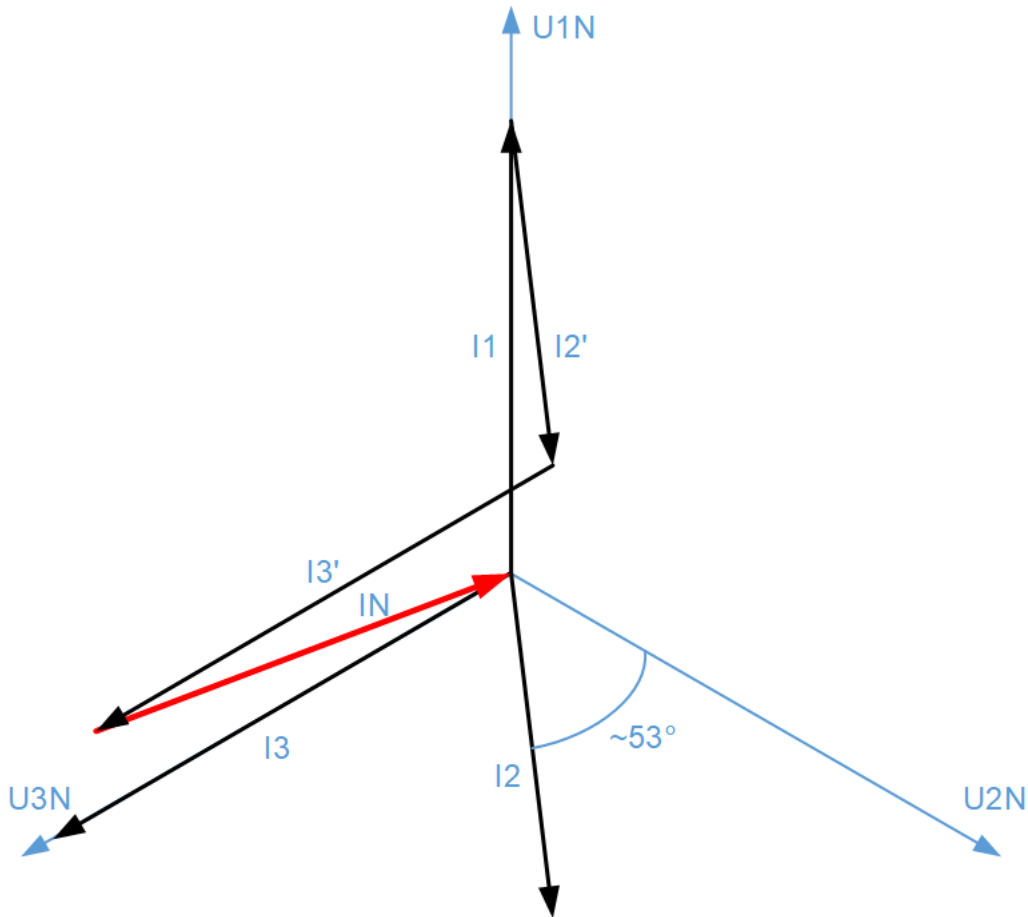
$$I_3 = \frac{P_3}{U_3} = \frac{1610 \, W}{230 \, V} = \underline{\underline{7 \, A}}$$

0,5

18. Système triphasé (suite)

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

Points
par
page:

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.

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

1

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

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 .

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

1

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

0,5