

Dossier des expertes et experts

| | | | | | | | |
|-----------|----------------|-----------|------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| 90 | Minutes | 21 | Exercices | 17 | Pages | 67 | 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 |
| 67,0-64,0 | 63,5-57,0 | 56,5-50,5 | 50,0-44,0 | 43,5-37,0 | 36,5-30,5 | 30,0-23,5 | 23,0-17,0 | 16,5-10,5 | 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 d’installatrice-électricienne CFC / Installateur-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"/> | 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

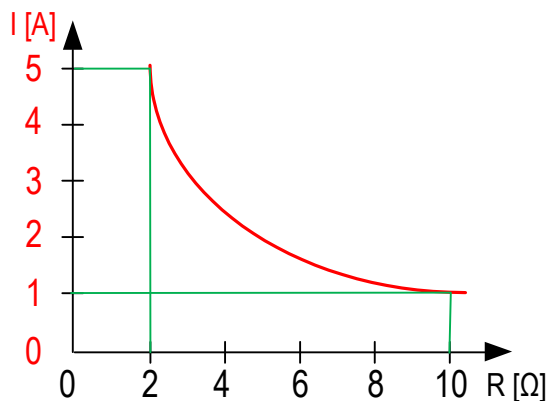
2

a) Expliquer le graphique ci-dessous.

1

Deux des quatre termes suivants doivent être utilisés:

Plus grand que / plus petit que / proportionnel / inversement proportionnel



Explication:

- Plus la résistance est petite, plus le courant est important.
- Le courant est inversement proportionnel à la résistance.
- Plus la résistance est grande, plus le courant est faible.

b) Calculer la tension appliquée à partir du graphique ci-dessus.

1

$$U = R \cdot I = 10 \, \Omega \cdot 1 \, A = \underline{\underline{10 \, V}}$$

Remarque pour les experts :

Toutes les valeurs du tableau peuvent être utilisée pour R et I .

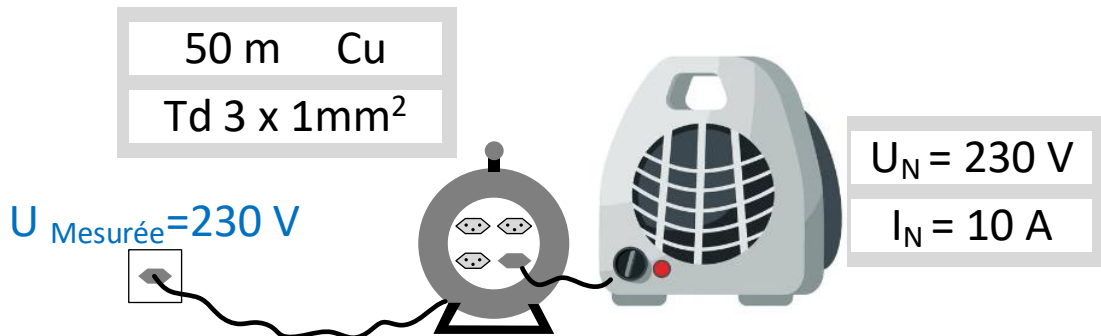
Points
par
page:

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

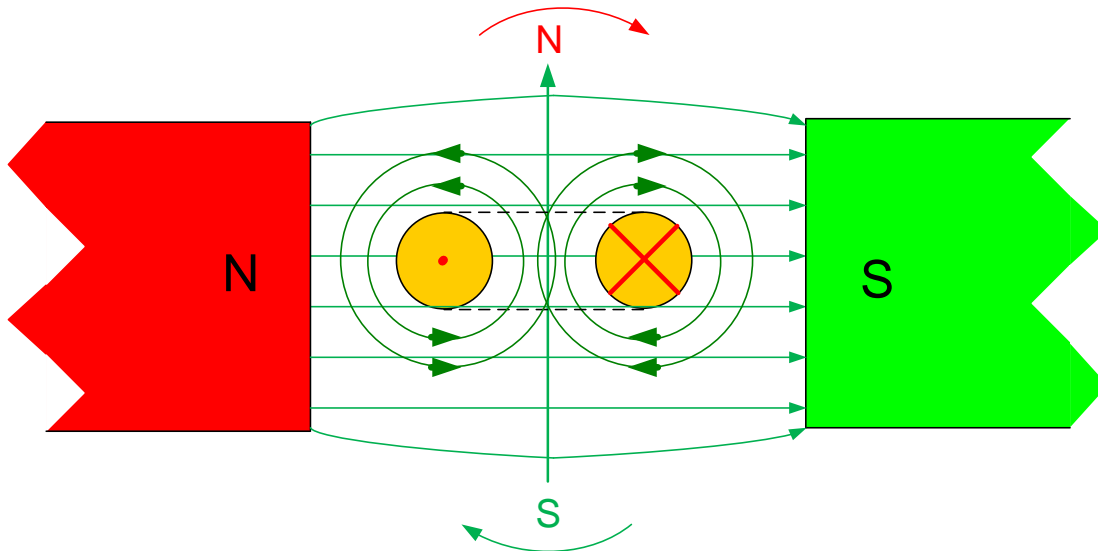
Une bobine parcourue par un courant est placée dans un champ magnétique.

- 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

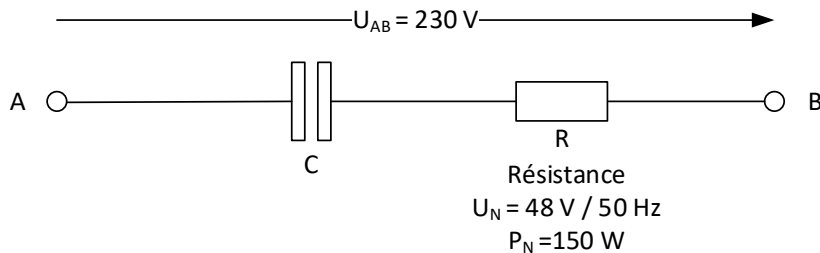
1



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

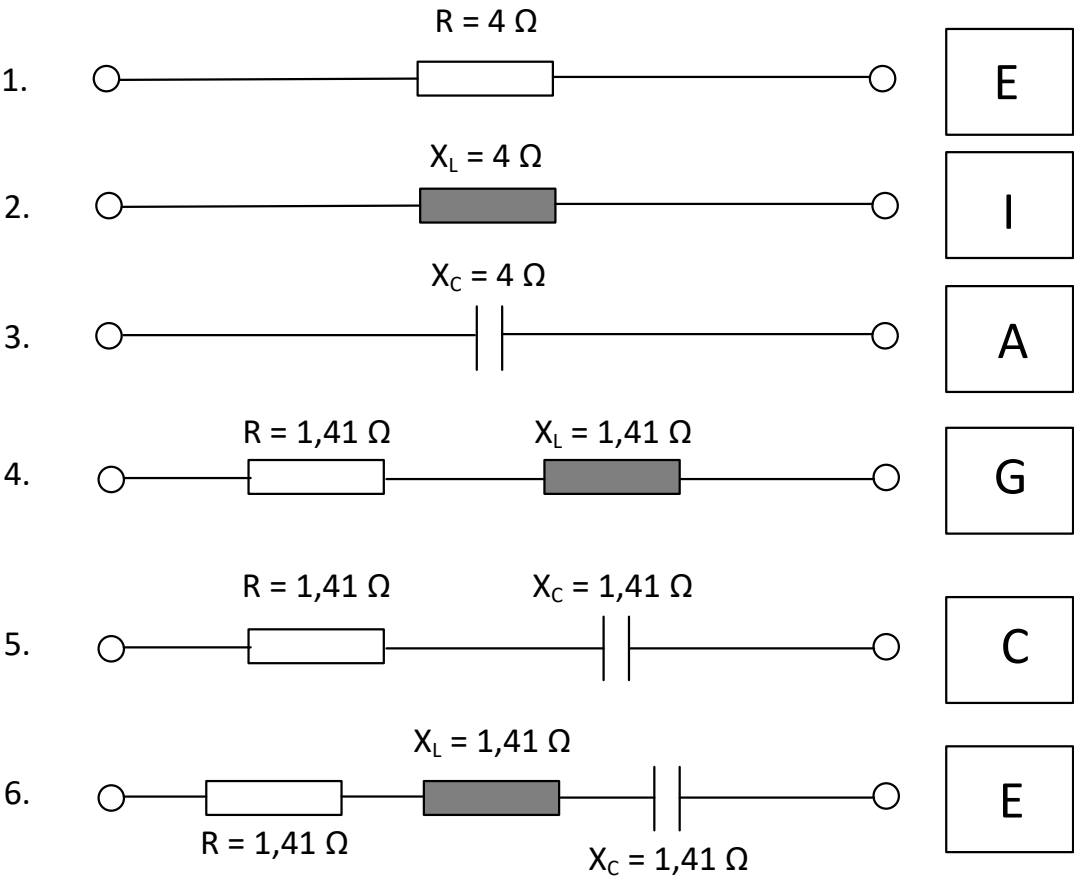
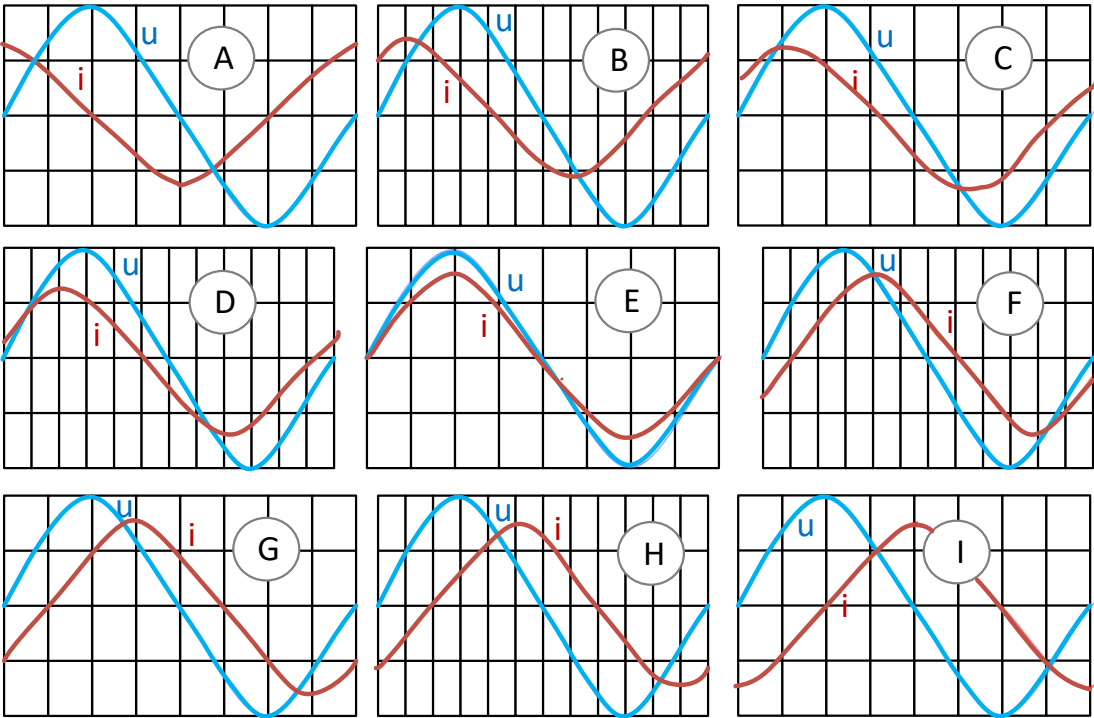
$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 71,98 \Omega} = \underline{44,2 \mu\text{F}}$$

1

Points
par
page:

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

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



3

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

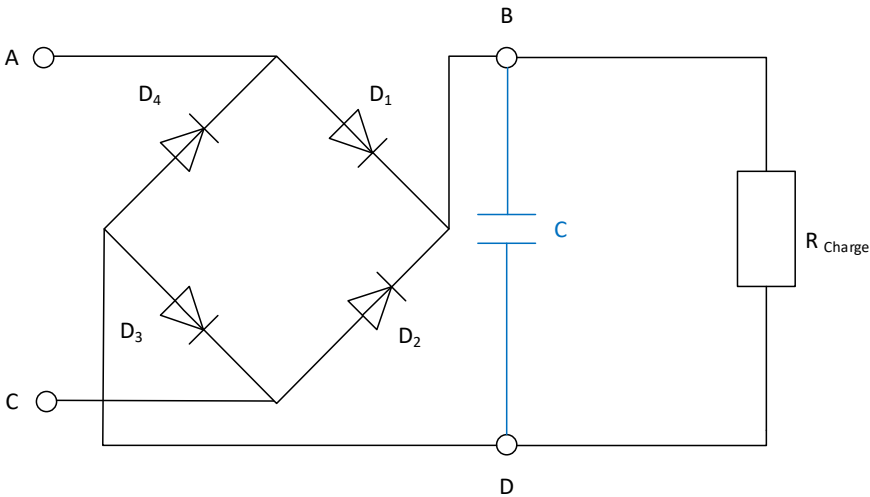
Points
par
page:

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

a) Pour chaque affirmation, cocher juste ou faux.

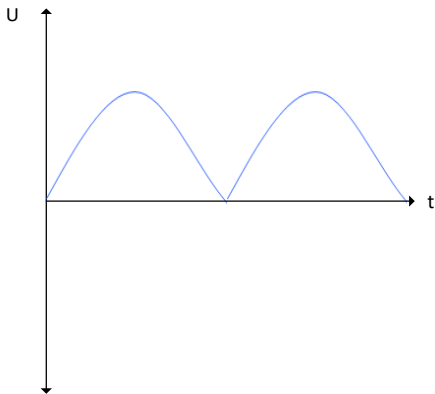
| Affirmations concernant le circuit redresseur ci-dessous | Juste | Faux |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Le circuit montre quatre thyristors identiques. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La tension alternative est 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.

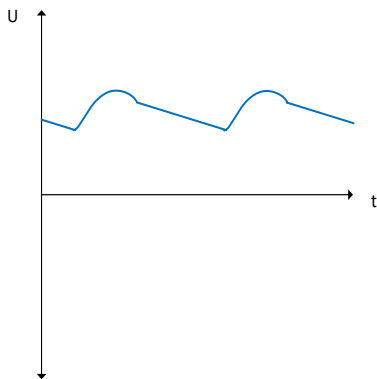


c) Dessiner la tension de sortie sans et avec ce condensateur de lissage.

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 $0,3 \Omega$

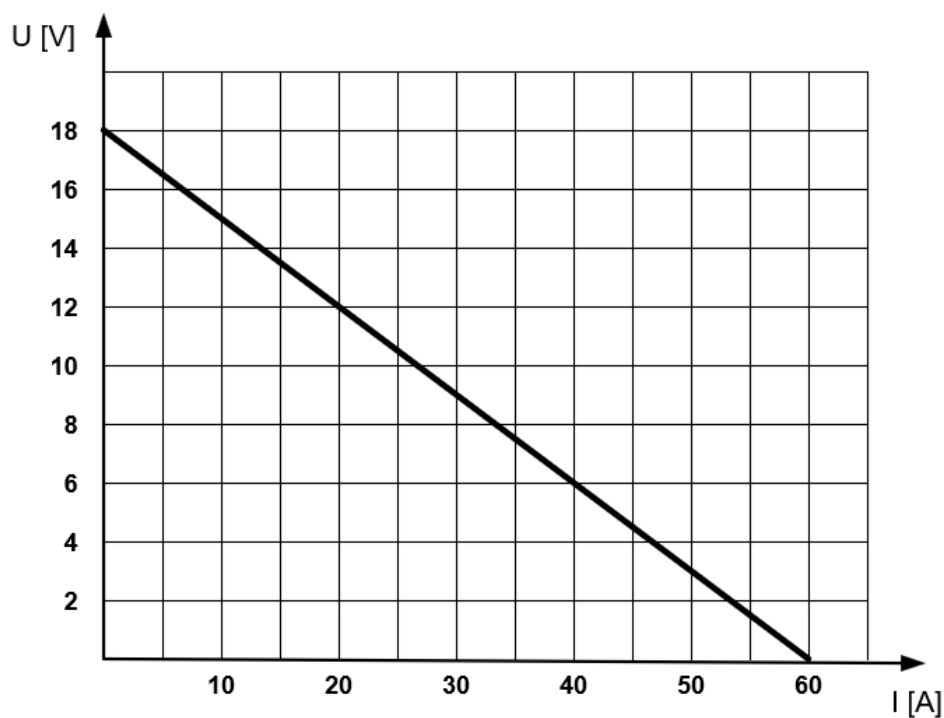
- a) Calculer le courant de court-circuit.

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.

- 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

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

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

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

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

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

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

1

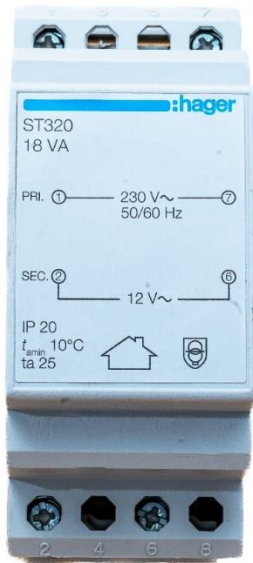
$$\begin{aligned} P_{TL} &= N_{TL} \cdot P_{1 TL} = 42 \cdot 45 \text{ W} = \underline{1890 \text{ W}} \\ P_{LED} &= N_{LED} \cdot P_{1 LED} = 20 \cdot 40 \text{ W} = \underline{800 \text{ W}} \\ \Delta P &= P_{TL} - P_{LED} = 1890 \text{ W} - 800 \text{ W} = \underline{\underline{1090 \text{ W}}} \end{aligned}$$

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

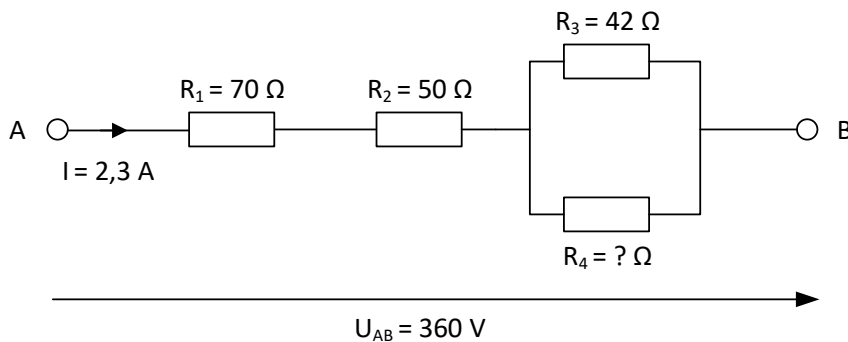


$$I_2 = \frac{S}{U_2} = \frac{18 \text{ VA}}{12 \text{ V}} = \underline{\underline{1,5 \text{ A}}}$$

11. Courant, tension et résistance N° d'objectif d'évaluation 5.3.1b

Calculer R_4 .

3



$$U_1 = R_1 \cdot I = 70 \Omega \cdot 2,3 \text{ A} = \underline{161 \text{ V}}$$

ou

$$R_{Tot} = \frac{U}{I} = \frac{360 \text{ V}}{2,3 \text{ A}} = \underline{156,52 \Omega}$$

0,5

$$U_2 = R_2 \cdot I = 50 \Omega \cdot 2,3 \text{ A} = \underline{115 \text{ V}}$$

$$R_{34} = R_{Tot} - R_1 - R_2 = \underline{36,52 \Omega}$$

0,5

$$U_{34} = U - U_1 - U_2 = 360 \text{ V} - 161 \text{ V} - 115 \text{ V} = \underline{84 \text{ V}}$$

0,5

$$I_3 = \frac{U_{34}}{R_3} = \frac{84 \text{ V}}{42 \Omega} = \underline{2 \text{ A}}$$

$$R_4 = \frac{R_3 \cdot R_{34}}{R_3 - R_{34}} = \frac{42 \Omega \cdot 36,52 \Omega}{42 \Omega - 36,52 \Omega} = \underline{279,9 \Omega}$$

0,5

$$I_4 = I - I_3 = 2,3 \text{ A} - 2 \text{ A} = \underline{0,3 \text{ A}}$$

0,5

$$R_4 = \frac{U_{34}}{I_4} = \frac{84 \text{ V}}{0,3 \text{ A}} = \underline{280 \Omega}$$

0,5

Points
par
page:

12. Machines électriques N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b

Un moteur triphasé de 11 kW ($\eta = 0,95$, $\cos \varphi = 0,87$) est raccordé en triangle (couplage Δ) à une alimentation de 3 x 415 V.
Calculer le courant de ligne.

2

$$P_{\text{absorbée}} = \frac{P_{\text{utile}}}{\eta} = \frac{11'000 \text{ W}}{0,95} = \underline{11'579 \text{ W}}$$

0,5

$$S = \frac{P_{\text{absorbée}}}{\cos \varphi} = \frac{11'579 \text{ W}}{0,87} = \underline{13'309 \text{ VA}}$$

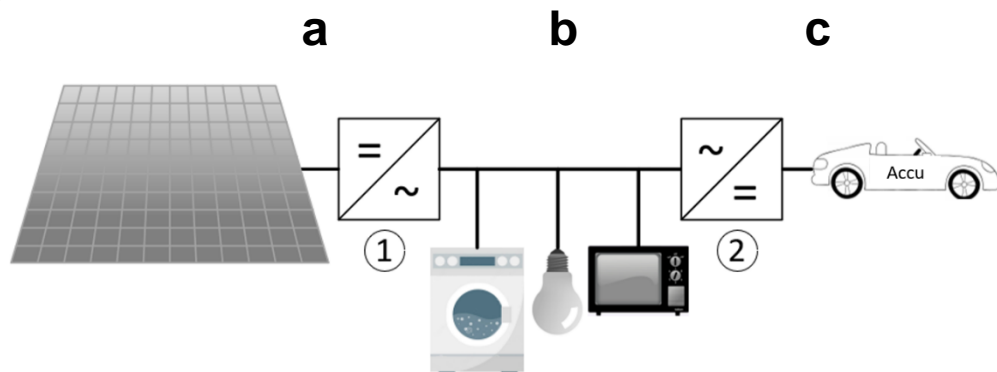
0,5

$$I = \frac{S}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{13'309 \text{ VA}}{415 \text{ V} \cdot \sqrt{3}} = \underline{18,52 \text{ A}}$$

1

**13. Production d'électricité par des énergies renouvelables
N° d'objectif d'évaluation 5.2.8b**

2



| | a | b | c |
|---|------------------------------|---------------------------------|--|
| Indiquer le genre de courant dans les conducteurs | Courant continu ou DC | Courant alternatif ou AC | Exemple: Courant continu ou DC |

1

| | ① | ② |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Comment nomme-t-on ces appareils ? | Onduleur | Redresseur |

1

Remarque pour les experts:
0,5 pts par réponse

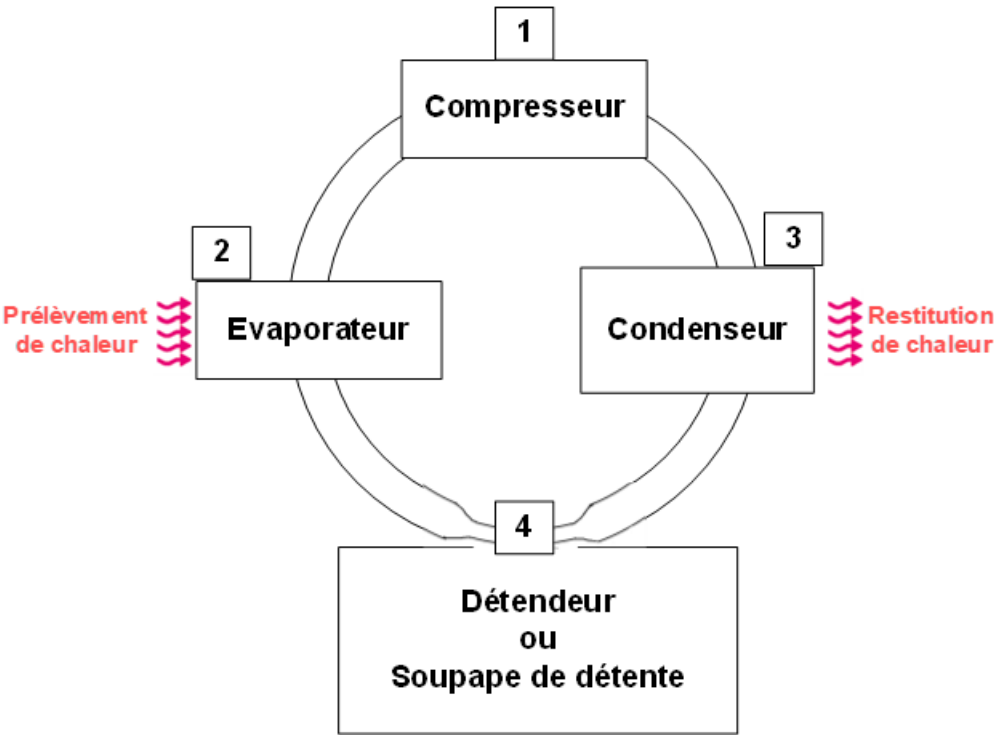
Points
par
page:

14. Appareils de production de chaleur et de fraîcheur N° d'objectif d'évaluation 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:

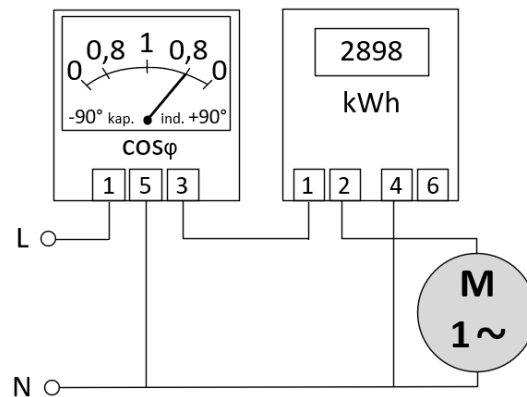
15. Puissance active, réactive et apparente N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b

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

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

1

ou

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

$$Q_L = P \cdot \tan 36,86^\circ = 400 \text{ W} \cdot 0,75 = \underline{300 \text{ var}}$$

Points
par
page:

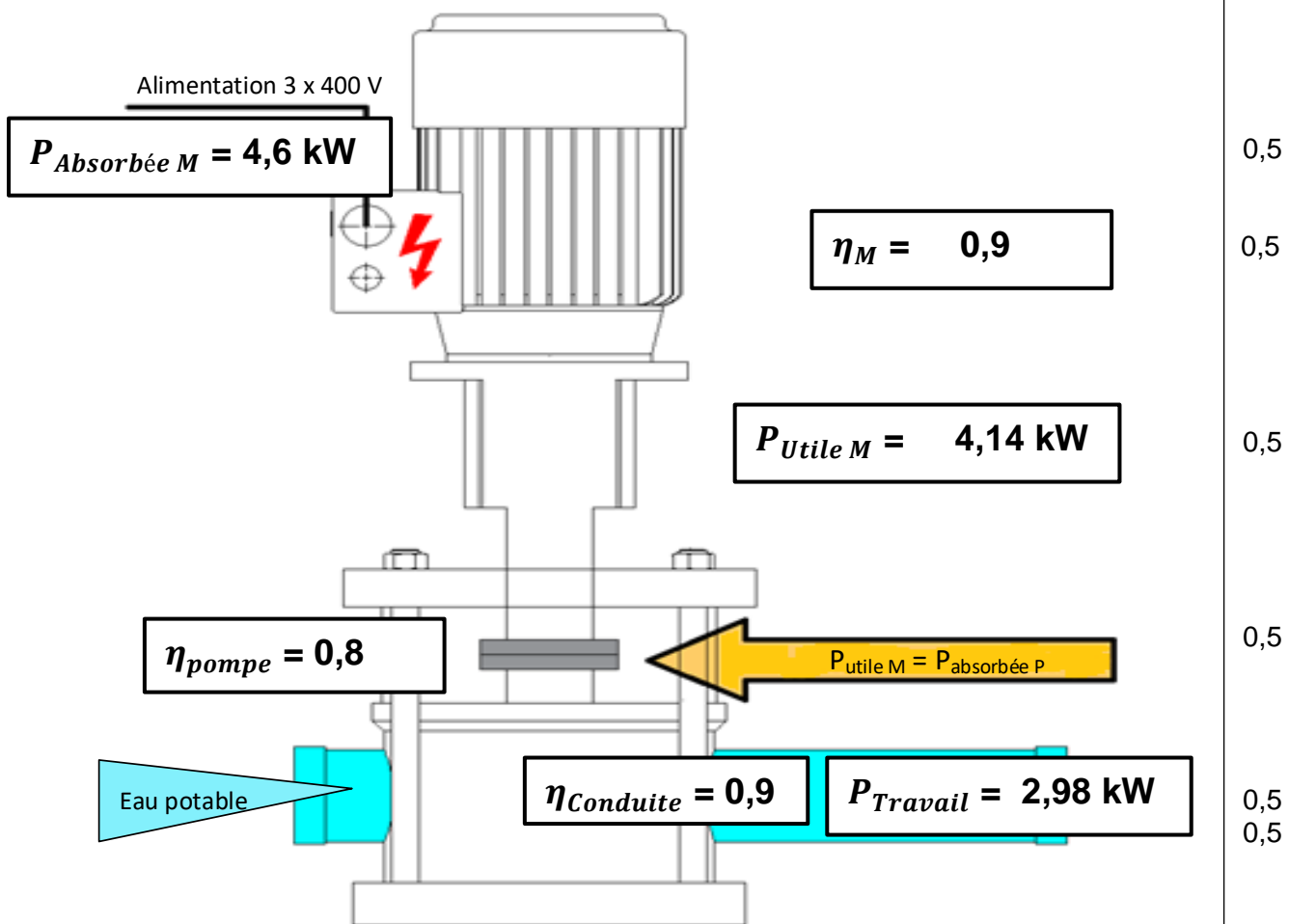
16. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4b

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.

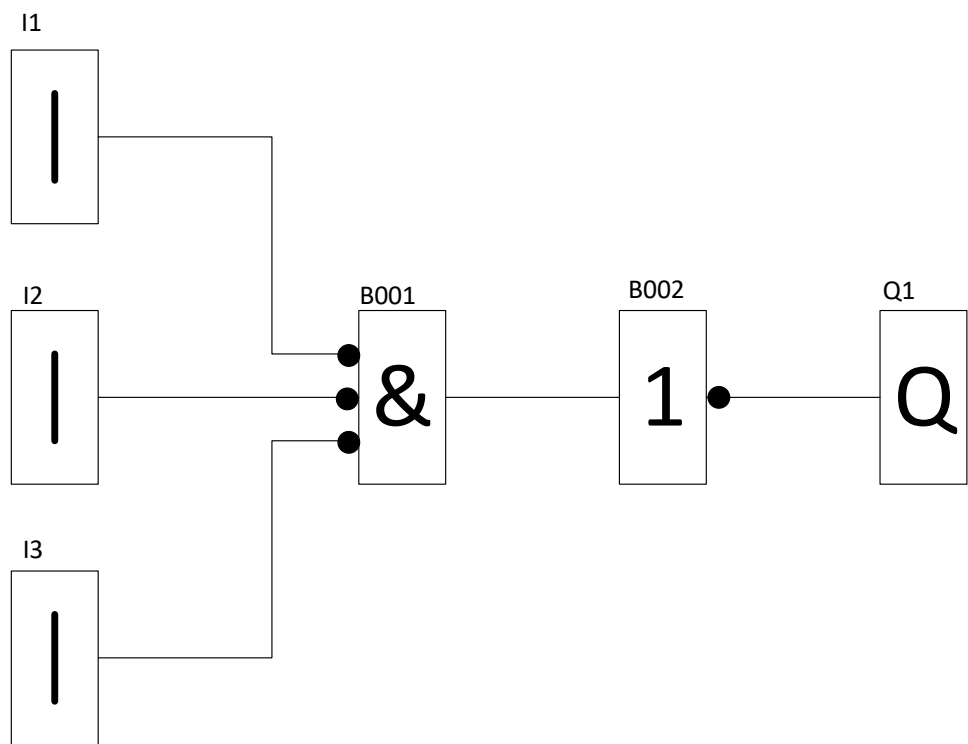
1

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

17. 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

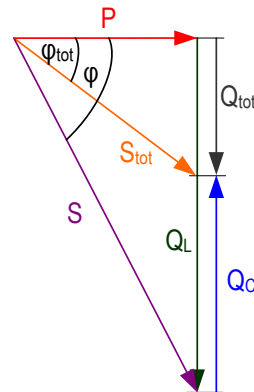
b) Compléter le symbole de la porte B001 dans le schéma logique ci-dessus.

1

18. 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.

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

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

- b) La puissance réactive capacitive Q_C du condensateur.

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

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

- c) Le facteur de puissance après le raccordement de la compensation.

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

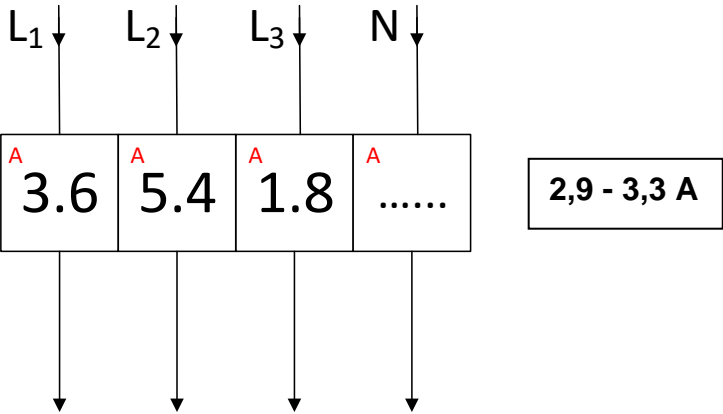
$$S_{tot} = \sqrt{P^2 + Q_{tot}^2} = \sqrt{(1,6 \text{ kW})^2 + (0,48 \text{ kvar})^2} = \underline{1670 \text{ VA}} = \underline{1,67 \text{ kVA}}$$

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

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

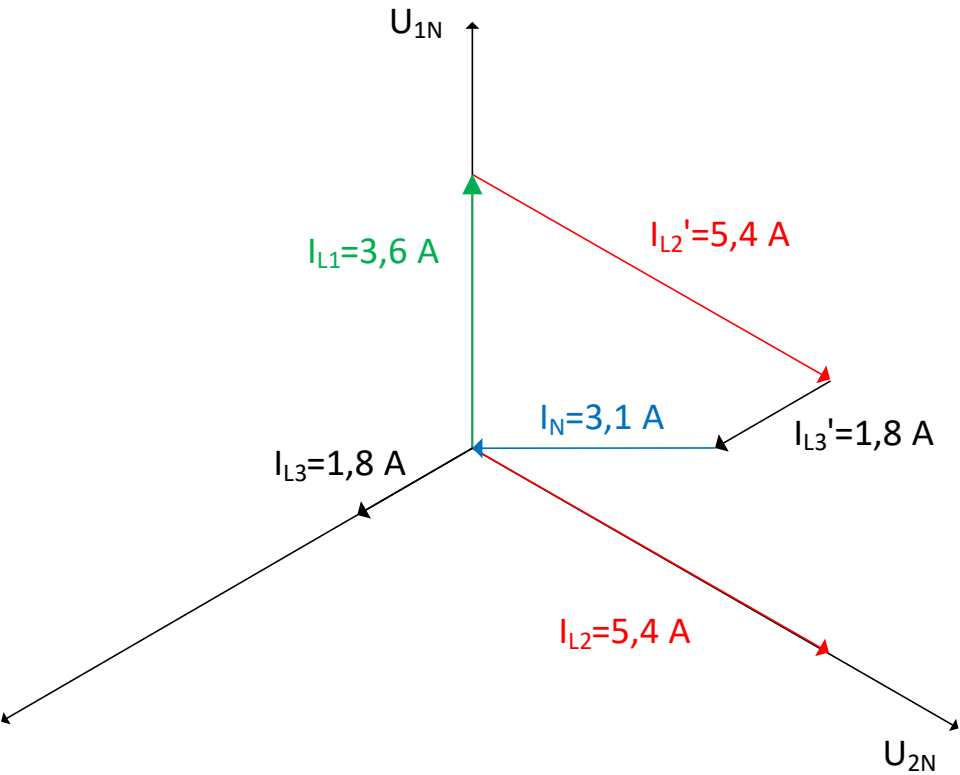
Les illustrations ci-dessous montrent un ampèremètre triphasé et le diagramme vectoriel associé.

a) Ajouter sur l'afficheur, le courant de neutre représenté à la partie b.



Récepteurs ohmiques

b) Représenter graphiquement le courant dans le conducteur de neutre à l'aide du diagramme vectoriel. Toutes les valeurs doivent être notées sur le diagramme. (Echelle: 1 cm $\hat{=}$ 1 A)



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

20.
Machines électriques
N° d'objectif d'évaluation 5.2.5

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

| | | | |
|-------------------|----|------------------|--|
| Motor & Co GmbH | | | |
| Typ 160 L | | | |
| 3~Motor | | Nr. 12345-88 | |
| 3 x 690 V / 400 V | | 10 A / 17,3 A | |
| ≤9 kW | kW | cos φ 0,90 | |
| 1430 U/min | | 50 Hz | |
| Iso.-Kl. F IP54 | | IEC34-1/VDE 0530 | |

- a) Quel couplage doit être utilisé pour raccorder ce moteur, si la tension d'alimentation est 3 x 400 / 230 V ?

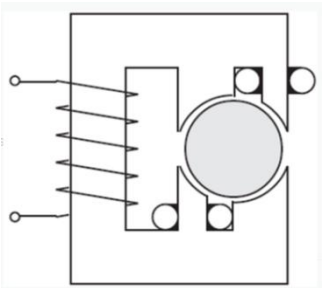
Triangle

- b) A quelle valeur réglez-vous le disjoncteur de protection de moteur placé en amont ?

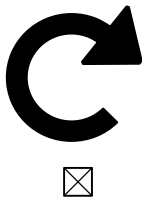
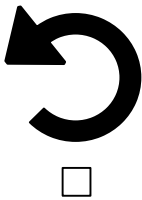
17,3 A

21.
Machines électriques
N° d'objectif d'évaluation 5.2.5

L'illustration ci-dessous représente un moteur monophasé à pôles bagués.



- a) Quel est son sens de rotation ?



- b) Le sens de rotation peut-il être inversé ?

Non.