

Dossier des expertes et experts

| | | | | | | | |
|-----------|----------------|-----------|------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| 90 | Minutes | 22 | Exercices | 14 | Pages | 56 | 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 soulignées 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 |
| 56,0-53,5 | 53,0-48,0 | 47,5-42,0 | 41,5-36,5 | 36,0-31,0 | 30,5-25,5 | 25,0-20,0 | 19,5-14,0 | 13,5-8,5 | 8,0-3,0 | 2,5-0,0 |

Les solutions ne sont pas données
pour des raisons didactiques

(Décision de la commission des
tâches d’examens du 09.09.2008)

Délai d’attente:

Cette épreuve d’examen ne peut pas être utilisée librement comme
exercice avant le 1^{er} septembre 2020.

Créé par:

Groupe de travail PQ de l’USIE pour la profession de planificatrice-électricienne CFC /
Planificateur-électricien CFC

Editeur:

CSFO, département procédures de qualification, Berne

1. Grue / travaux de levage N° d'objectif d'évaluation 3.5.3b

3

Une grue de chantier soulève une charge de 1,4 t en 16 secondes à une hauteur de 7 m.
($g = 9,81 \frac{N}{kg}$)

Calculez:

- a) la puissance utile (puissance mécanique) de la grue.

2

$$P_{\text{utile}} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{1400 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 7 \text{ m}}{16 \text{ s}} = \underline{\underline{6,009 \text{ kW}}}$$

- b) la puissance absorbée sur le réseau sachant que la boîte à vitesse a un rendement de 93 % et le moteur a un rendement de 87 %.

1

$$P_{\text{absorbée}} = \frac{P_{\text{utile}}}{\eta_B \cdot \eta_M} = \frac{6,009 \text{ kW}}{0,93 \cdot 0,87} = \underline{\underline{7,43 \text{ kW}}}$$

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

2

Un transformateur monophasé (400 V / 230 V) possède 1000 spires au primaire. Le courant au primaire est de 2,2 A.

Calculez, en négligeant les pertes du transformateur:

- a) le courant au secondaire.

1

$$I_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{U_2} = \frac{400 \text{ V} \cdot 2,2 \text{ A}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{3,83 \text{ A}}}$$

- b) le nombre de spires au secondaire.

1

$$N_2 = \frac{U_2 \cdot N_1}{U_1} = \frac{230 \text{ V} \cdot 1000}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{575}}$$

3. Système d'éclairage N° d'objectif d'évaluation 3.5.8b

3

L'efficacité lumineuse d'un TL 30 W est de 65 lm/W. Combien de lampes faut-il dans une pièce de 6,5 m par 8,5 m si l'éclairement doit être de 550 lx avec un rendement d'éclairage de 43%?

Facteur de maintenance = 0,85

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta_E \cdot WF} = \frac{550 \text{ lx} \cdot 6,5 \text{ m} \cdot 8,5 \text{ m}}{0,43 \cdot 0,85} = \underline{83'140 \text{ lm}}$$

(1,5)

$$P_{el} = \frac{\Phi}{\eta_L} = \frac{83'140 \text{ lm}}{65 \frac{\text{lm}}{\text{W}}} = \underline{1279 \text{ W}}$$

(0,5)

$$N = \frac{P_{el}}{P_L} = \frac{1279 \text{ W}}{36 \text{ W}} = 35,5 \rightarrow \underline{\underline{36 \text{ lampes}}}$$

(1)

(Indication pour expert : 35 lampes est aussi correct)

4. Cellule électrochimique N° d'objectif d'évaluation 3.5.5b

3

Un élément primaire, ayant une force électromotrice à vide de 1,58 V, est chargé avec une résistance de 10 Ω.

Un courant de 150 mA circule.

Calculez:

- a) la tension aux bornes de l'élément.

1

$$U = R_{charge} \cdot I = 10 \Omega \cdot 0,15 \text{ A} = \underline{\underline{1,5 \text{ V}}}$$

- b) la résistance interne.

2

$$U_i = E - U = 1,58 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = \underline{\underline{0,08 \text{ V}}}$$

(1)

$$R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{0,08 \text{ V}}{0,15 \text{ A}} = \underline{\underline{533 \text{ m}\Omega}}$$

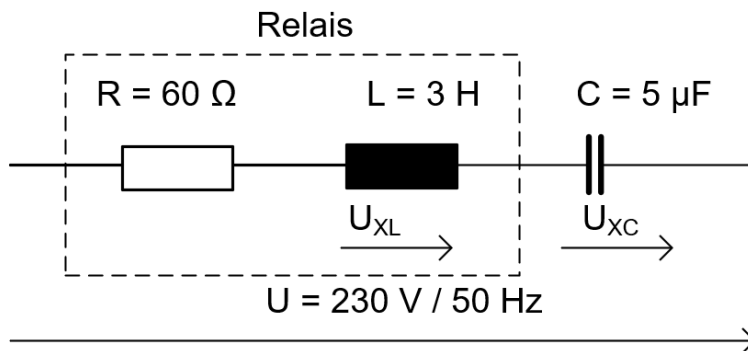
(1)

Points
par
page:

5. Impédances N° d'objectif d'évaluation 5.4.2b

5

On relie le circuit ci-dessous sur le réseau électrique 230 V / 50 Hz.



Calculez:

- a) l'impédance totale du circuit.

2

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \, \text{Hz} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{F}} = \underline{636,6 \, \Omega}$$

(0,5)

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \, \text{Hz} \cdot 3 \text{H} = \underline{942,5 \, \Omega}$$

(0,5)

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(60 \, \Omega)^2 + (942,5 \, \Omega - 636,6 \, \Omega)^2} = \underline{\underline{311,7 \, \Omega}}$$

(1)

- b) la tension aux bornes du condensateur.

1

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{V}}{311,7 \, \Omega} = \underline{0,738 \, \text{A}}$$

(0,5)

$$U_{XC} = X_C \cdot I = 636,6 \, \Omega \cdot 0,738 \, \text{A} = \underline{\underline{469,8 \, \text{V}}}$$

(0,5)

- c) la tension aux bornes du relais.

2

$$U_R = R \cdot I = 60 \, \Omega \cdot 0,738 \, \text{A} = \underline{44,3 \, \text{V}}$$

(0,5)

$$U_{XL} = X_L \cdot I = 942,5 \, \Omega \cdot 0,738 \, \text{A} = \underline{695,6 \, \text{V}}$$

(0,5)

$$U_{\text{relais}} = \sqrt{(U_R)^2 + (U_{XL})^2} = \sqrt{(44,3 \, \text{V})^2 + (695,6 \, \text{V})^2} = \underline{\underline{697 \, \text{V}}}$$

(1)

Points
par
page:

6. Densité de courant N° d'objectif d'évaluation 3.2.3b

2

La bobine d'un relais est constituée de fil de cuivre émaillé ($d = 0,12 \text{ mm}$).
La densité de courant est de 3 A/mm^2 .

Calculez le courant.

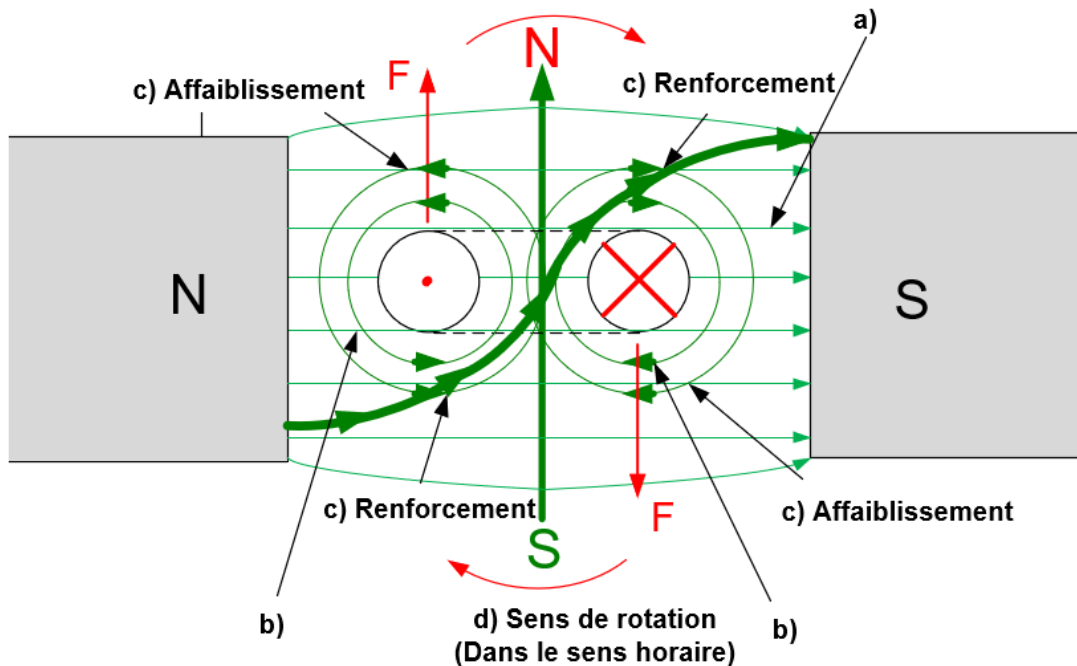
$$A = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} = (0,12 \text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4} = \underline{0,0113 \text{ mm}^2} \quad (1)$$

$$I = J \cdot A = 3 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \cdot 0,0113 \text{ mm}^2 = \underline{0,0339 \text{ A}} = \underline{33,9 \text{ mA}} \quad (1)$$

7. Spire sous tension dans un champ magnétique N° d'objectif d'évaluation 3.2.5b

2

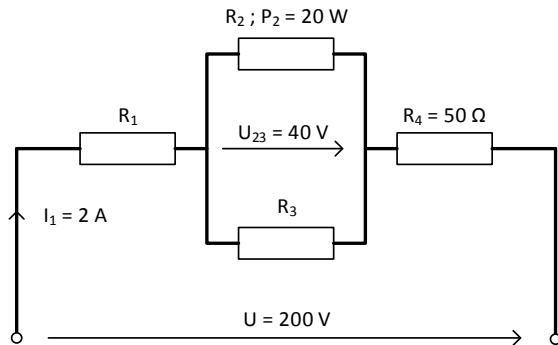
- a) Tracez les lignes de champ entre les pôles. 0,5
- b) Tracez les lignes de champ autour des deux conducteurs alimentés. 0,5
- c) Indiquez où a lieu le renforcement et l'affaiblissement du champ magnétique. 0,5
- d) Indiquez le sens de rotation de la spire. 0,5



Points
par
page:

8. Circuit mixte N° d'objectif d'évaluation 5.4.3b

Calculez pour ce circuit:



3

a) le courant circulant dans R_2 .

1

$$I_2 = \frac{P_2}{U_{23}} = \frac{20 \text{ W}}{40 \text{ V}} = \underline{\underline{0,5 \text{ A}}}$$

b) la tension aux bornes de R_4 .

1

$$I_4 = I_1 = 2 \text{ A}$$

$$U_4 = R_4 \cdot I_4 = 50 \, \Omega \cdot 2 \text{ A} = \underline{\underline{100 \text{ V}}}$$

c) la résistance R_3 .

1

$$I_3 = I_1 - I_2 = 2 \text{ A} - 0,5 \text{ A} = \underline{\underline{1,5 \text{ A}}}$$

$$R_3 = \frac{U_{23}}{I_3} = \frac{40 \text{ V}}{1,5 \text{ A}} = \underline{\underline{26,7 \, \Omega}}$$

9. Sources de tension N° d'objectif d'évaluation 3.5.5b

1

Cochez pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

| Affirmations | Juste | Fausse |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| L'électrolyte utilisé dans une batterie au plomb est une solution d'hydroxyde de potassium. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La densité de l'électrolyte des batteries au plomb augmente durant la charge. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

0,5

0,5

Points
par
page:

10. Photovoltaïque N° d'objectif d'évaluation 5.2.8b

1

Notez deux facteurs qui influent sur la performance d'une cellule solaire.

- La lumière du soleil
- La température de la cellule
- L'encrassement de la cellule
- Le vieillissement

chacun
0,5

11. Caractéristiques des moteurs N° d'objectif d'évaluation 5.3.6b

2

Cochez pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.



| Affirmations | Juste | Fausse |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Le rendement est d'environ 30 %. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Le sens de rotation peut être inversé en croisant les conducteurs L et N. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Le moteur est également adapté au courant continu. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Le moteur est utilisé pour les stores en raison de sa petite taille. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

0,5

0,5

0,5

0,5

12. Résistances et fréquence N° d'objectif d'évaluation 3.2.6b

2

Cochez pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

| Affirmations | Juste | Faux |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Une résistance ohmique dépend de la fréquence. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La réactance de capacité dans un circuit alternatif diminue lorsque la fréquence augmente. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Une inductance avec un noyau de fer bloque le courant continu. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Une bobine utilisée à haute fréquence a une impédance élevée. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

0,5

0,5

0,5

0,5

Points
par
page:

13. Technologie à courant alternatif N° d'objectif d'évaluation 5.4.3b

3

Une lampe de rétroprojecteur de 24 V / 8 A doit être connectée à une tension de 230 V / 50 Hz.

On connecte donc un condensateur en série avec la lampe à incandescence halogène.

Calculez:

- a) la tension aux bornes du condensateur.

1

$$U_{bc} = \sqrt{U^2 - U_w^2} = \sqrt{(230 \text{ V})^2 - (24 \text{ V})^2} = \underline{\underline{228,7 \text{ V}}}$$

- b) la capacité du condensateur.

2

$$X_c = \frac{U_{bc}}{I} = \frac{228,7 \text{ V}}{8 \text{ A}} = \underline{\underline{28,59 \Omega}} \quad (1)$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 28,59 \Omega} = \underline{\underline{111 \mu\text{F}}} \quad (1)$$

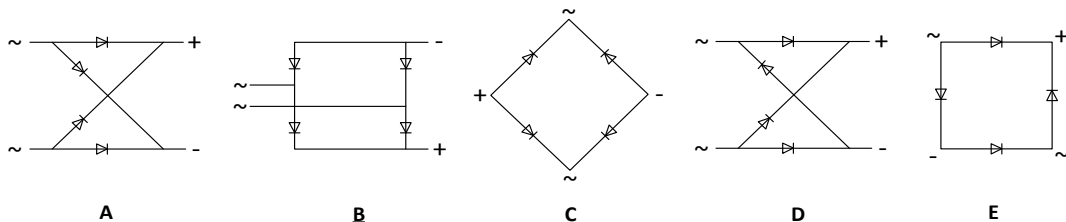
14. Circuits à diodes N° d'objectif d'évaluation 3.3.1b

2

- a) Quel schéma est un circuit en pont de Graetz.

1

Entourez la bonne réponse.



- b) Quel est le rôle d'un circuit en pont de Graetz?

1

Transformer le courant alternatif en courant continu (pulsé).

15. Puissance et variation de tension N° d'objectif d'évaluation 3.2.4b

2

Quelle est la puissance d'un chauffe-eau (400 V / 4 kW), si la tension du réseau chute de 7 %?

$$R = \frac{U_1^2}{P_1} = \frac{(400 \text{ V})^2}{4000 \text{ W}} = \underline{40 \Omega}$$

(0,5)

$$U_2 = U_1 \cdot 0,93 = 400 \text{ V} \cdot 0,93 = \underline{372 \text{ V}}$$

(0,5)

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R} = \frac{(372 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{3,46 \text{ kW}}}$$

(1)

16. Chauffe-eau N° d'objectif d'évaluation 3.5.4b

3

Selon le fabricant, un chauffe-eau a une puissance de 4 kW et une capacité de 100 litres. L'eau doit être chauffée de 14 °C à 58 °C.

Calculez le temps de chauffe sachant que le rendement est de 95 %.

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 58 \text{ °C} - 14 \text{ °C} = \underline{44 \text{ °C}}$$

(0,5)

$$Q = W_{\text{utile}} = m \cdot c \cdot \Delta\theta = \frac{100 \text{ kg} \cdot 4187 \text{ J} \cdot 44 \text{ K}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = \underline{18422800 \text{ J}} = \underline{18422800 \text{ Ws}}$$

(1)

$$t = \frac{W_{\text{utile}}}{P_{\text{abs}} \cdot \eta} = \frac{18422800 \text{ Ws} \cdot \text{h}}{4000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 0,95} = \underline{\underline{1,35 \text{ h} (=1\text{h } 20 \text{ min } 48 \text{ sec})}}$$

(1,5)

17. Automatisation du bâtiment N° d'objectif d'évaluation 5.6.1b

2

Pour chaque composant, indiquez s'il s'agit d'un actionneur ou d'un capteur?

| Composants | Actionneur | Capteur |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Contrôleur de la qualité de l'air | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Vanne de chauffage | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sonde de température | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Clapet coupe-feu | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

0,5

0,5

0,5

0,5

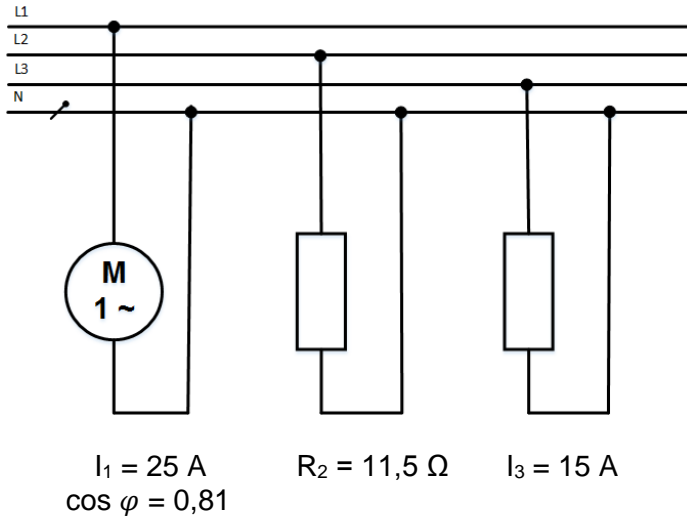
Points
par
page:

18. Charge déséquilibrée N° d'objectif d'évaluation 5.4.4b

3

Le réseau triphasé (3 x 400 V / 230 V) est chargé de façon déséquilibrée.

Calculez les courants dans chacun des récepteurs et déterminez graphiquement le courant dans le conducteur de neutre.



(0,5)

$I_1 = 25 \text{ A}$

$\cos \varphi = 0,81 \Rightarrow \varphi = \underline{35,9^\circ \text{ inductif}}$

(0,5)

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{230 \text{ V}}{11,5 \Omega} = \underline{20 \text{ A}}$$

$I_3 = 15 \text{ A}$

(solution graphique en page suivante)

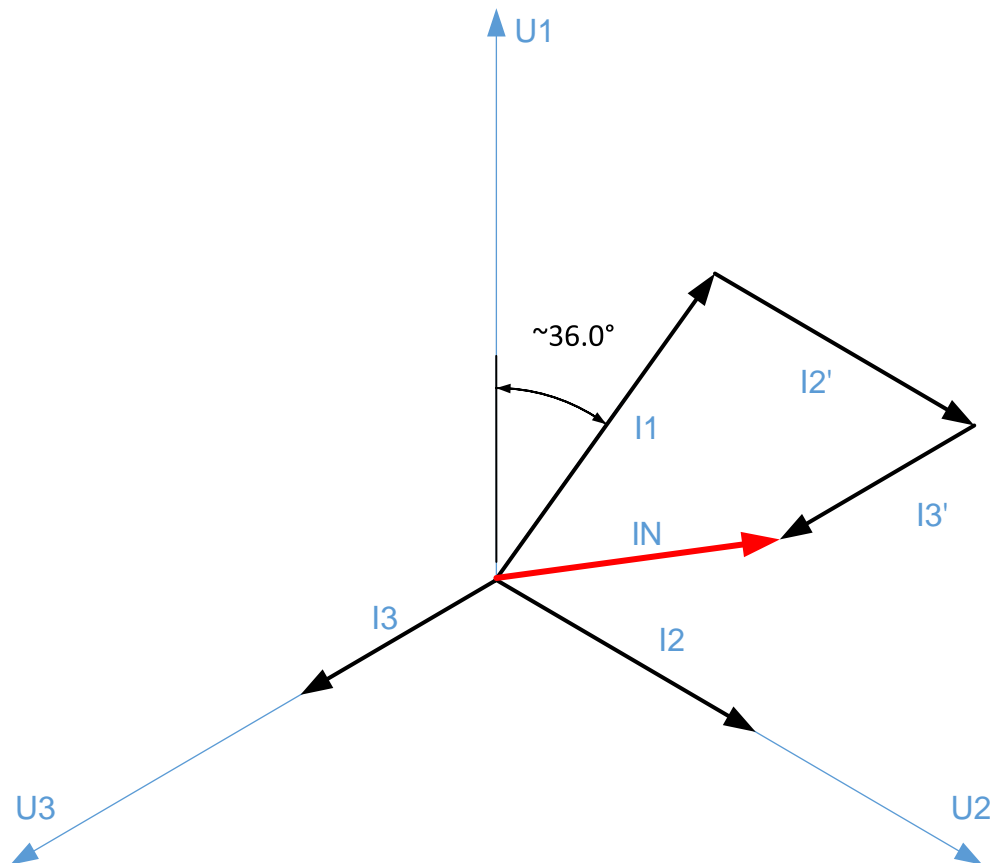
Points
par
page:

18. Charge déséquilibrée (suite) N° d'objectif d'évaluation 5.4.4b

Solution graphique:

(2)

Echelle 1 A \triangleq 2 mm



$$I_N = 38 \text{ mm} \triangleq \underline{\underline{19 \text{ A}}}$$

(Correcte de 18 A à 20 A)

(Indication pour expert:

1 point pour le procédé correct et
1 point pour la réponse correcte
(Manque de soin dans le travail – 1 point)

Points
par
page:

19. Moteur triphasé / compensation N° d'objectif d'évaluation 5.4.4b

5

Plaquette signalétique d'un moteur triphasé

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Fabricant | |
| Moteur 3 ~ | Nr. |
| Δ / Y 400 / 690 V | 10,7 A / 6,18 A |
| 5,5 kW | $\cos \varphi = 0,85$ |
| 1450 min ⁻¹ | 50 Hz |
| Is. Kl. B IP54 | DIN VDE 0530 |

Calculez:

- a) la puissance active absorbée.

1

$$P_{\text{absorbée}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 10,7 \text{ A} \cdot 0,85 = \underline{\underline{6,301 \text{ kW}}}$$

- b) la puissance réactive nécessaire pour améliorer le $\cos \varphi$ à 0,95.

2

$$\cos \varphi_1 = 0,85 \Rightarrow \varphi_1 = 31,79^\circ \Rightarrow \tan \varphi_1 = 0,62$$

(0,5)

$$\cos \varphi_2 = 0,95 \Rightarrow \varphi_2 = 18,19^\circ \Rightarrow \tan \varphi_2 = 0,33$$

(0,5)

$$Q_c = P_{\text{zu}} \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 6,301 \text{ kW} \cdot (0,62 - 0,33) = \underline{\underline{1,83 \text{ kvar}}}$$

(1)

- c) le courant absorbé après compensation.

2

$$S_2 = \frac{P_{\text{zu}}}{\cos \varphi_2} = \frac{6301 \text{ W}}{0,95} = \underline{\underline{6633 \text{ VA}}}$$

(1)

$$I_2 = \frac{S_2}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{6633 \text{ VA}}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3}} = \underline{\underline{9,57 \text{ A}}}$$

(1)

Points
par
page:

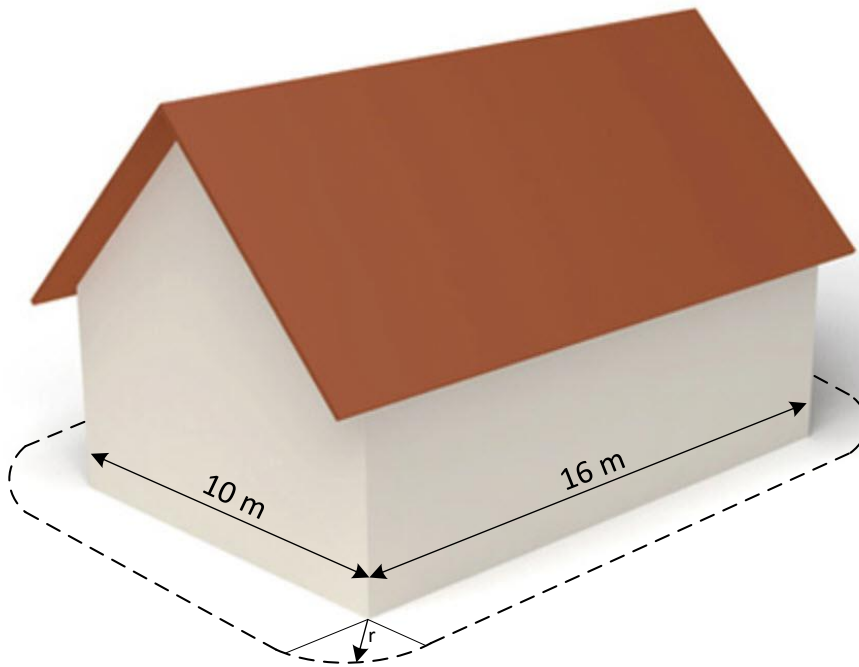
20. Mise à terre N° d'objectif d'évaluation 5.1.5b

2

Un bandeau de cuivre de 20 mm x 2,5 mm est posé comme indiqué en traitillé autour du bâtiment à 1 m de celui-ci.

Aux angles du bâtiment, le bandeau est placé conformément à l'illustration.

$$(\rho = 8,9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3})$$



a) Quelle est la longueur du bandeau?

1

$$u = 2 \cdot (l + b) + (2 r \cdot \pi) = 2 \cdot (10 \text{ m} + 16 \text{ m}) + (2 \cdot 1 \text{ m} \cdot \pi) = \underline{\underline{58,3 \text{ m}}}$$

b) Quelle est la masse de ce bandeau?

1

$$m = \rho \cdot V = 8,9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 583 \text{ dm} \cdot 0,2 \text{ dm} \cdot 0,025 \text{ dm} = \underline{\underline{25,9 \text{ kg}}}$$

Points
par
page:

21. Transformateur N° d'objectif d'évaluation 5.2.8b

2

Un transformateur de soudure a une tension nominale de 230 V et un courant nominal au secondaire de 90 A.

Lors d'une soudure, arc allumé, il s'écoule un courant de 120 A.

Calculez :

- a) la tension lors du court-circuit, exprimée en pourcent.

1

$$I_{kd} = \frac{100 \% \cdot I_N}{u_K} \Rightarrow u_K = \frac{100 \% \cdot I_N}{I_{kd}} = \frac{100 \% \cdot 90 \text{ A}}{120 \text{ A}} = \underline{\underline{75 \%}}$$

- b) la tension lors du court-circuit, exprimée en volts.

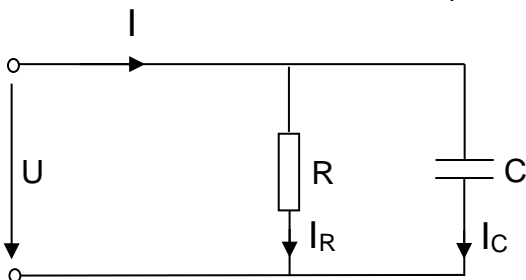
1

$$U_K = \frac{u_K \cdot U_N}{100 \%} = \frac{75 \% \cdot 230 \text{ V}}{100 \%} = \underline{\underline{172,5 \text{ V}}}$$

22. Impédance N° d'objectif d'évaluation 5.4.2b

3

Un condensateur et une résistance ohmique sont connectés en parallèle au secteur 230 V / 50 Hz. R = 150 Ω, C = 44 μF



- a) Calculez le courant I dans la ligne d'alimentation.

2

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 44 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{72,34 \Omega}} \quad (0,5)$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{150 \Omega} = \underline{\underline{1,53 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{230 \text{ V}}{72,34 \Omega} = \underline{\underline{3,18 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} = \sqrt{(1,53 \text{ A})^2 + (3,18 \text{ A})^2} = \underline{\underline{3,53 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

- b) Quel est l'angle de déphasage de ce circuit?

1

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{1,53 \text{ A}}{3,53 \text{ A}} = \underline{\underline{0,433}} \Rightarrow \varphi = \arccos 0,433 = \underline{\underline{64,31^\circ}}$$

Points
par
page: