

## Dossier des expertes et experts

<b>90</b>	<b>Minutes</b>	<b>22</b>	<b>Exercices</b>	<b>16</b>	<b>Pages</b>	<b>54</b>	<b>Points</b>
-----------	----------------	-----------	------------------	-----------	--------------	-----------	---------------

### 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

<b>6</b>	<b>5,5</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>4</b>	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>
54,0-51,5	51,0-46,0	45,5-40,5	40,0-35,5	35,0-30,0	29,5-24,5	24,0-19,0	18,5-13,5	13,0-8,5	8,0-3,0	2,5-0,0

### Délai d’attente:

Cette épreuve d’examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le 1<sup>er</sup> septembre 2022.

### Créé par:

Groupe de travail PQ d’EIT.swiss pour la profession d’installatrice-électricienne CFC / Installateur-électricien CFC

### Editeur:

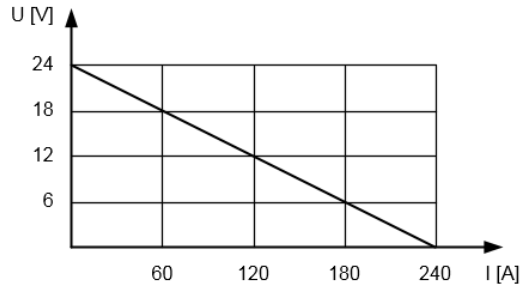
CSFO, département procédures de qualification, Berne

**1. Système électrochimique N° d'objectif d'évaluation 3.5.5b**

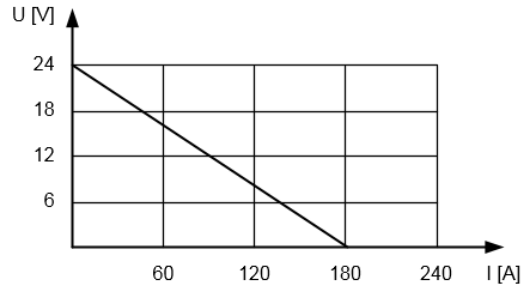
**2**

Vous recevez les deux caractéristiques ci-dessous de la part d'un fabricant de batteries.

Caractéristique de l'accumulateur 1 :



Caractéristique de l'accumulateur 2 :



Répondez aux questions suivantes en vous basant sur leurs caractéristiques ci-dessous :

- a) Quel accumulateur a le plus grand courant de court-circuit ?

**1**

**De la caractéristique 1 :**

$$I_{cc} = \underline{\underline{240 \text{ A}}}$$

**De la caractéristique 2 :**

$$I_{cc} = \underline{\underline{180 \text{ A}}}$$

**= > Accumulateur 1**

- b) Calculer la résistance interne de chacun des deux accumulateurs ?

**De la caractéristique 1 :**

$$R_{i1} = \frac{U_{o1}}{I_{k1}} = \frac{24 \text{ V}}{240 \text{ A}} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$$

**0,5**

**De la caractéristique 2 :**

$$R_{i2} = \frac{U_{o2}}{I_{k2}} = \frac{24 \text{ V}}{180 \text{ A}} = \underline{\underline{0,133 \Omega}}$$

**0,5**

Points  
par  
page:

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

2

L'enroulement primaire d'un transformateur d'une puissance nominale de 10 VA est alimenté sous 230 V. Le courant dans le circuit secondaire est de 1,25 A.

En négligeant les pertes du transformateur, calculer :

a) le courant primaire.

1

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

b) la tension au secondaire.

1

$$U_2 = \frac{S}{I} = \frac{10 \text{ VA}}{1,25 \text{ A}} = \underline{\underline{8,00 \text{ V}}}$$

**3. Éclairage d'une salle de classe N° d'objectif d'évaluation 3.5.8b**

2

Une salle de classe de 7,2 m x 13 m est équipée de 3 rails lumineux ayant chacun 8 lampes LED (33 W, 5580 lm par lampe). Le rendement d'éclairage est de 0,38. Déterminer la valeur de l'éclairement moyen ?

$$A = l \cdot b = 7,2 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} = \underline{\underline{93,60 \text{ m}^2}}$$

0,5

$$\Phi_N = \eta_B \cdot \Phi \cdot n = 0,38 \cdot 5580 \text{ lm} \cdot 24 = \underline{\underline{50889,60 \text{ lm}}}$$

0,5

$$E_m = \frac{\Phi_N}{A} = \frac{50889,60 \text{ lm}}{93,60 \text{ m}^2} = \underline{\underline{543,7 \text{ lx}}}$$

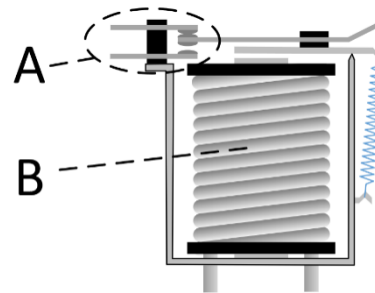
1

**4. Dispositif de commutation N° d'objectif d'évaluation 5.4.2b**

a) Nommer les parties **A** et **B** du relais dessiné ci-dessous.

**A:** Solution: contact (de commutation)

**B:** Solution: bobine

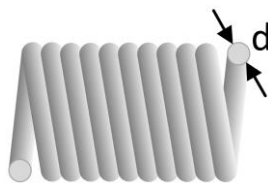


b) Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

Affirmations sur le dispositif de commutation	Juste	Fausse
Le courant continu est plus facile à couper que le courant alternatif.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Avec un contacteur électromécanique, le circuit de commande et le circuit de puissance sont isolés électriquement.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un contacteur principal est activé via un circuit de puissance et commute ainsi le circuit de commande.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Le système magnétique d'un contacteur est équipé d'anneaux de court-circuit afin qu'il ne tombe pas lors du passage par zéro en courant alternatif.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

La densité de courant dans une bobine de relais ne doit pas dépasser 3,6 A / mm<sup>2</sup>.  
Un courant d'excitation de 0,9 A circule dans cette bobine.  
Quel est le diamètre minimum du fil de l'enroulement ?



$$A = \frac{I}{J} = \frac{0,9 \text{ A}}{3,6 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}} = 0,25 \text{ mm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,25 \text{ mm}^2}{\pi}} = 0,564 \text{ mm}$$

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

**2**

Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

Affirmations sur les sources de tension	Juste	Fausse
Le terme technique pour le liquide conducteur dans un élément galvanique est : électrode.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lorsque la batterie n'est pas raccordée à un récepteur, on mesure à ses bornes la tension à vide (FEM).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pour une batterie, lorsque la résistance de charge diminue, la tension aux bornes de la batterie diminue aussi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plus un matériau a un faible potentiel électrochimique, plus il est noble.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

**7. La loi d'Ohm N° d'objectif d'évaluation 3.2.3b**

**2**

Cocher la seule affirmation correcte.

Comment le courant varie-t-il lorsque...	Le courant		
	augmente	reste le même	diminue
la tension totale est augmentée dans un circuit série?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
une résistance est défectueuse dans un circuit parallèle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
une résistance est pontée (court-circuitée) dans un circuit série?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dans un circuit parallèle, deux résistances supplémentaires sont connectées en parallèle?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

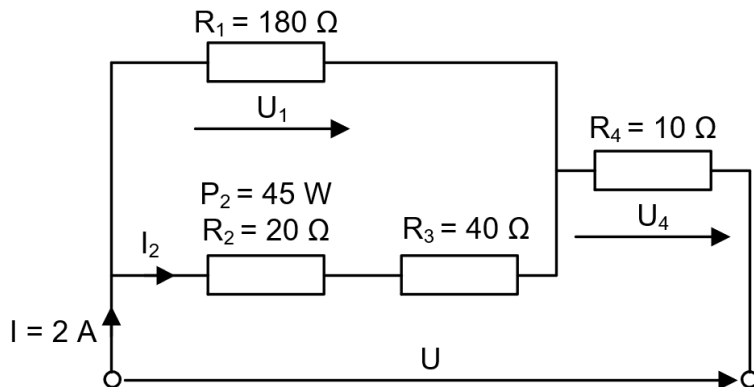
0,5

Points  
par  
page:

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

4

Calculer :



a) la tension partielle  $U_4$ .

1

$$U_4 = R_4 \cdot I = 10 \, \Omega \cdot 2 \, A = \underline{\underline{20 \, V}}$$

b) le courant  $I_2$ .

1

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_2}{R_2}} = \sqrt{\frac{45 \, W}{20 \, \Omega}} = \underline{\underline{1,5 \, A}}$$

c) la tension partielle  $U_1$ .

$$U_2 = R_2 \cdot I_2 = 20 \, \Omega \cdot 1,5 \, A = \underline{\underline{30 \, V}} \quad \text{ou} \quad I_2 = I - I_1 = 2 - 1,5 \, A = 0,5 \, A$$

0,5

$$U_3 = R_3 \cdot I_2 = 40 \, \Omega \cdot 1,5 \, A = \underline{\underline{60 \, V}} \quad U_1 = R_1 \cdot I_1 = 180 \, \Omega \cdot 0,5 \, A = \underline{\underline{90 \, V}}$$

0,5

$$U_1 = U_2 + U_3 = 30 \, V + 60 \, V = \underline{\underline{90 \, V}}$$

0,5

d) la tension totale  $U$ .

0,5

$$U = U_1 + U_4 = 90 \, V + 20 \, V = \underline{\underline{110 \, V}}$$

$$(\text{ou } R_{\text{éq}} = 55 \, \Omega \quad U = R_{\text{éq}} \cdot I = 55 \, \Omega \cdot 2 \, A = \underline{\underline{110 \, V}})$$

Points  
par  
page:

**9. Magnétisme et champ électrique N° d'objectif d'évaluation 3.2.5b**

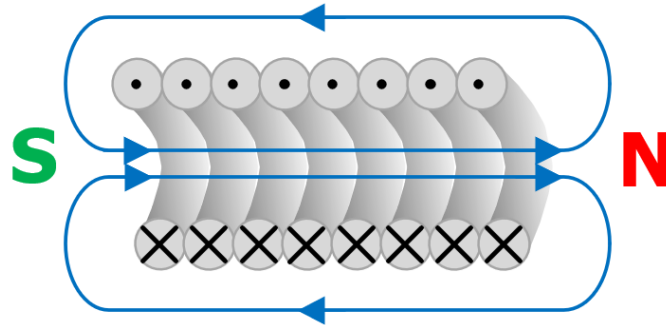
2

Le schéma montre un aimant permanent et une bobine en coupe :

Aimant permanent :



Bobine :



**Points : Lignes de champ correctement tracées 0,5 pt. La direction de la ligne de champ est correcte 0,5 pt. Les pôles sont corrects 0,5 pt.**

- Tracer les lignes de champ magnétique résultantes dans la bobine ainsi que leur sens.
- Indiquer les pôles magnétiques de la bobine.
- Qu'arrive-t-il à l'aimant permanent mobile lorsqu'il est proche de la bobine ?

1

0,5

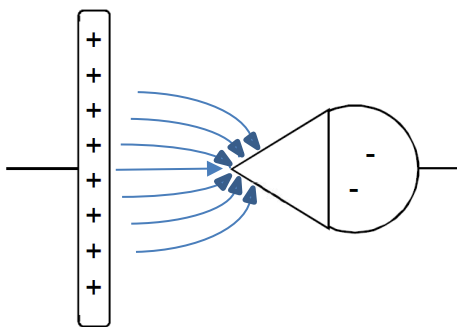
0,5

**L'aimant permanent est repoussé par la bobine.**

**10. Champ électrique N° d'objectif d'évaluation 3.2.5b**

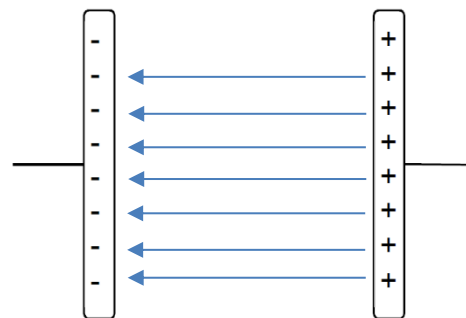
2

Tracer **au moins 6 lignes de champ électrique** entre les corps chargés ci-dessous et cocher le type de champ magnétique pour chacune des situations.



Ce champ est :

- ☐ Homogène  
☒ Non homogène



Ce champ est :

- ☒ Homogène  
☐ Non homogène

0,5

0,5

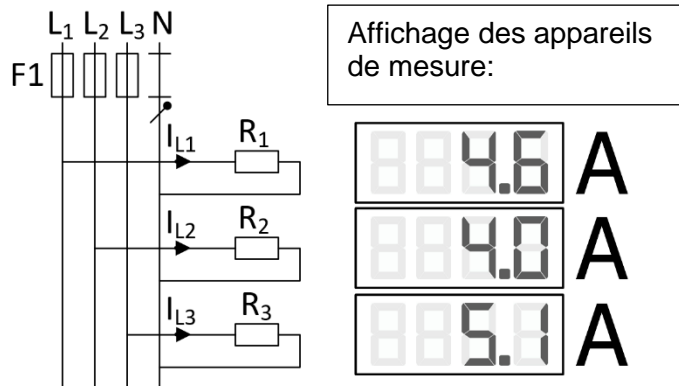
0,5

0,5

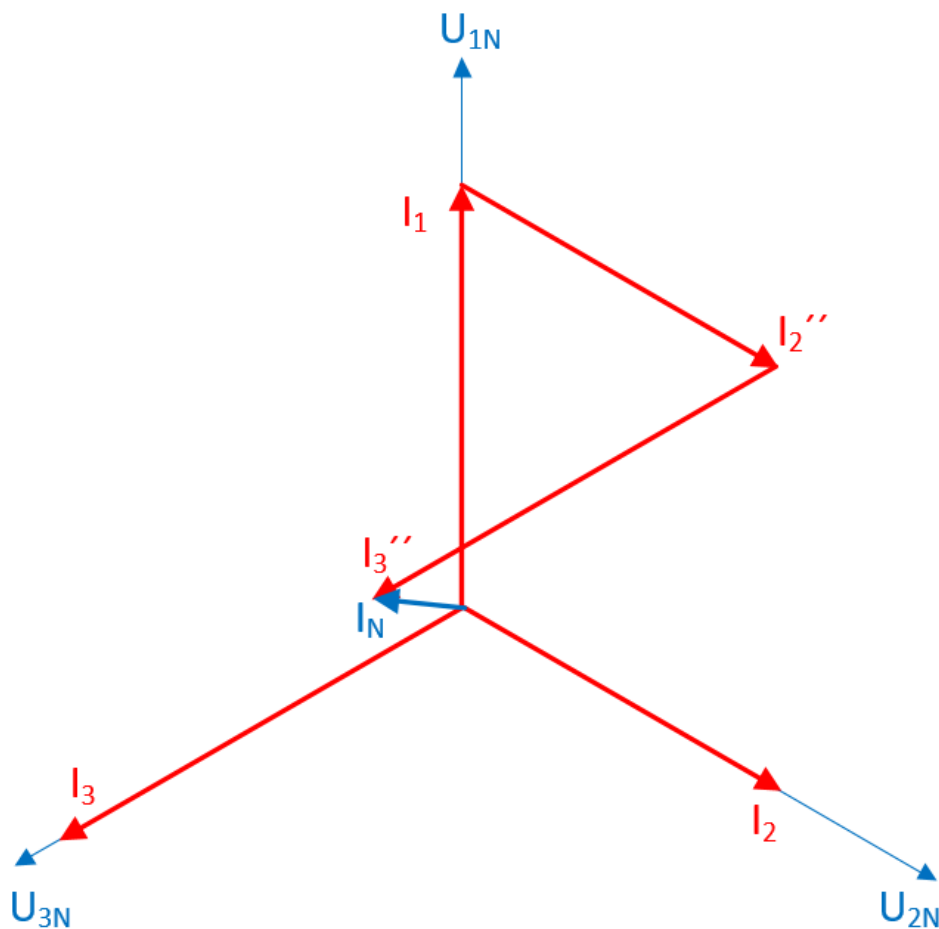
Points  
par  
page:

**11. Système triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4b**

Chacun des courants polaires est mesuré par un ampèremètre.  
Réseau : 3 x 400 V / 230 V / 50 Hz.



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



$I_1$   
0,5

$I_2$   
0,5

$I_3$   
0,5

$I_N$   
0,5

**Note pour les experts :  $I_N = 0,95$  A (Tolérance : 0,85 – 1,05 A)**  
**La solution n'est pas à l'échelle / échelle des vecteurs**

1 Points  
par  
page:



**12. Installation industrielle / compensation N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b / 3.2.7b**

**3**

- a) Un four à induction d'une puissance active de 4800 W et d'un facteur de puissance de 0,93 est alimenté sous une tension de 1 x 400 V / 50 Hz.  
Quelle est la puissance réactive de ce four ?

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{4800 \text{ W}}{0,93} = \underline{5161,3 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(5161,3 \text{ VA})^2 - (4800 \text{ W})^2} = \underline{1897,1 \text{ var}}$$

0,5

- b) Le facteur de puissance doit être amélioré à 0,96 avec un système de compensation raccordé en parallèle. Quelle puissance réactive capacitive est requise pour cela ?

$$S_2 = \frac{P}{\cos \rho_2} = \frac{4800 \text{ W}}{0,96} = \underline{5000 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2} = \sqrt{(5000 \text{ VA})^2 - (4800 \text{ W})^2} = \underline{1400 \text{ var}}$$

0,5

$$Q_c = Q - Q_2 = 1897,1 \text{ var} - 1400 \text{ var} = \underline{497,1 \text{ var}}$$

1

**13. Appareil frigorifique N° d'objectif d'évaluation 5.2.4b**

2

Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

Affirmation sur les appareils frigorifiques	Juste	Fausse
En comprimant le liquide frigorigène, sa température augmente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le tube capillaire est un tube court et épais.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Le liquide frigorigène s'évapore à nouveau dans le condenseur.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lorsque le liquide frigorigène s'évapore, la chaleur est extraite de la chambre froide.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

**14. Grandeurs fondamentales N° d'objectif d'évaluation 3.2.3b**

2

Une résistance de 60 Ω est connectée à une tension alternative de 230 V / 50 Hz.

Calculer :

a) la tension de crête de l'alimentation.

0,5

$$\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 230V = \underline{\underline{325 V}}$$

b) la valeur efficace du courant.

0,5

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230 V}{60 \Omega} = \underline{\underline{3,83 A}}$$

c) la durée de la période

0,5

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0,02 s = 20 \text{ ms}}}$$

d) la vitesse angulaire.

0,5

$$\omega = 2\pi \cdot f = 6,28 \cdot 50 \frac{1}{s} = \underline{\underline{314 \frac{1}{s}}}$$

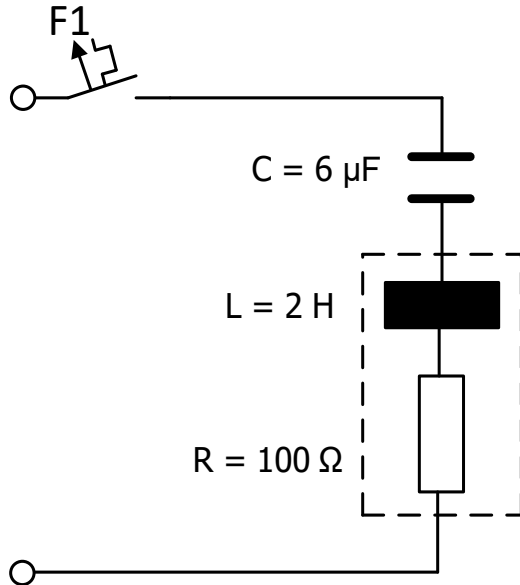
Points  
par  
page:

**15. Résistances en alternatif N° d'objectif d'évaluation 3.2.7b**

**3**

Une bobine ayant une inductance de 2 H et une résistance de 100 Ω est connectée au réseau 230 V / 50 Hz.

Un condensateur (C = 6 μF) est connecté en série avec cette bobine.



Calculer :

a) la réactance d'induction.

1

$$X_L = 2 \pi \cdot f \cdot L = 2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 2 \text{ H} = \underline{\underline{628 \Omega}}$$

b) la réactance de capacité.

1

$$X_C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{531 \Omega}}$$

c) le courant dans le circuit.

1

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(100 \Omega)^2 + (628,3 \Omega - 530,5 \Omega)^2} = \underline{\underline{140 \Omega}}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{140 \Omega} = \underline{\underline{1,64 \text{ A}}}$$

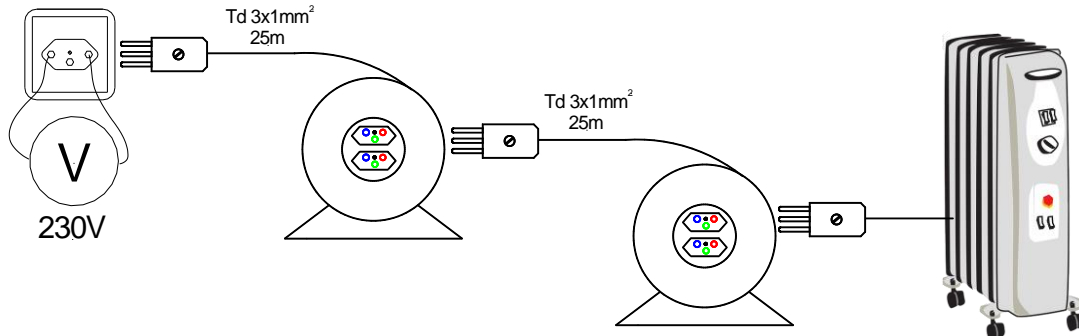
Points  
par  
page:

**16. Puissance et variation de la tension N° d'objectif d'évaluation 3.2.4b**

**2**

Un radiateur électrique (230 V / 2,3 kW) est relié au réseau par deux enrouleurs ayant chacun une longueur de 25 mètres (Td 3 x 1 mm<sup>2</sup>). En fonctionnement, on mesure une tension de 230 V à la prise murale.

Quelle est la puissance dissipée par le radiateur ?



$$R_{\text{radiateur}} = \frac{U^2}{P} = \frac{(230V)^2}{2300W} = \underline{23 \Omega}$$

0,5

$$R_L = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} = \frac{0.0175 \Omega \text{mm}^2 \cdot 2 \cdot 25m \cdot 2}{m \cdot 1 \text{mm}^2} = \underline{1,75 \Omega}$$

0,5

$$I' = \frac{U_{\text{début de ligne}}}{R_{\text{radiateur}} + R_L} = \frac{230V}{23\Omega + 1.75\Omega} = \underline{9,3 A}$$

0,5

$$P' = I'^2 \cdot R_{\text{radiateur}} = (9,3A)^2 \cdot 23\Omega = \underline{1,989 kW}$$

0,5

(Note pour les experts : d'autres résolutions sont possibles)

**17. Automatisation du bâtiment N° d'objectif d'évaluation 5.5.1b**

**2**

Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

Affirmations sur l'automatisation du bâtiment	Juste	Fausse
Dans l'automatisation des bâtiments, tous les consommateurs sont connectés à tous les dispositifs de commande au travers d'un bus de communication.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les consommateurs sont des capteurs, les appareils de commande sont des actionneurs.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Toutes les formes d'automatisation des bâtiments nécessitent un bus à deux fils.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La topologie utilisée est uniquement une structure en ligne.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

Points  
par  
page:

18. Circuits logiques N° d'objectif d'évaluation 3.1.1b

3

Compléter la table de vérité de ce circuit logique.

Circuit logique :

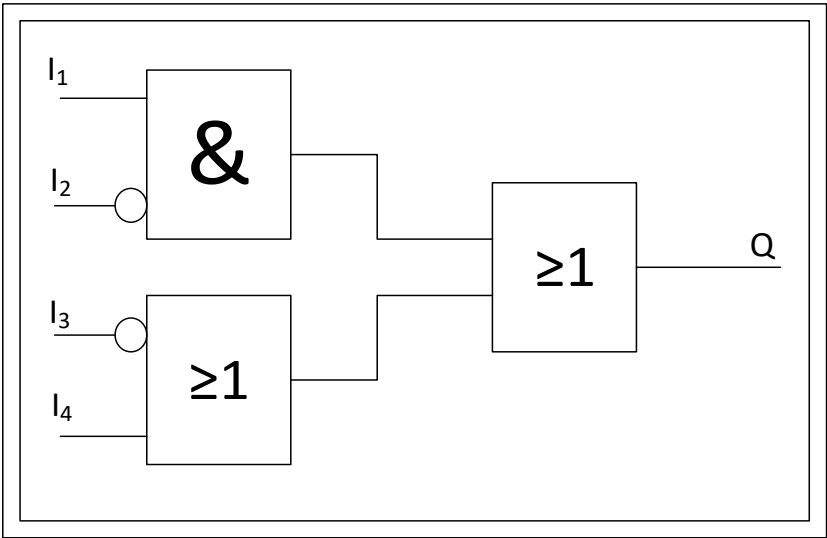


Table de vérité :

I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	Q
0	0	0	0	1
0	0	1	1	1
1	1	1	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1

0,5  
0,5  
0,5  
0,5  
0,5  
0,5

Points  
par  
page:

**19. Caractéristiques des moteurs N° d'objectif d'évaluation 5.2.5b**

Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

Affirmations sur les caractéristiques des moteurs	Juste	Fausse
Un moteur convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un moteur à courant alternatif produit moins de puissance réactive qu'un chauffe-eau.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Un moteur portant l'inscription 400 V / 230 V, 1,7 A / 3 A doit être couplé en triangle.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La puissance active consommée est toujours inférieure à la puissance de sortie sur l'arbre.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Un relais de protection moteur coupe directement le circuit de puissance du moteur.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La puissance apparente d'un moteur peut être mesurée avec le wattmètre.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

3

0,5

0,5

0,5

0,5

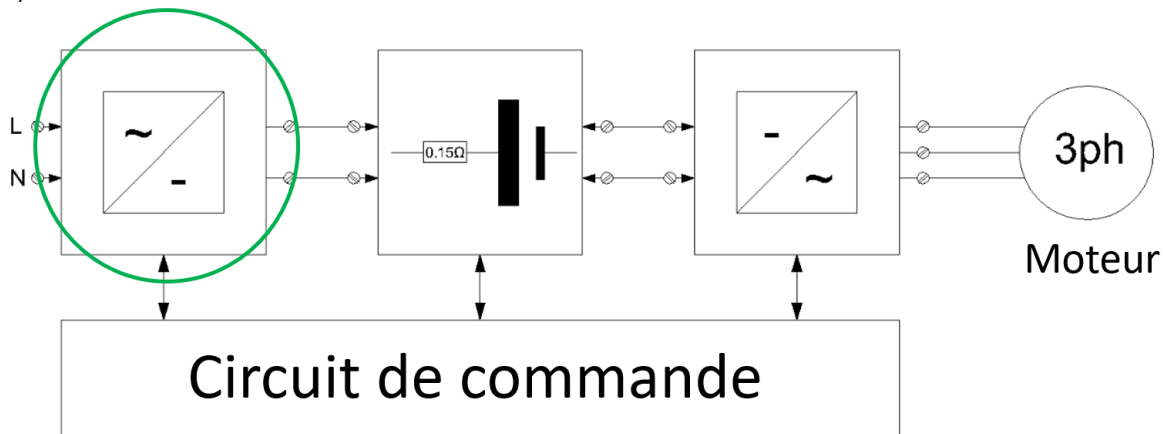
0,5

0,5

**20. Conversion de fréquence N° d'objectif d'évaluation 5.4.3b**

Le schéma de principe ci-dessous représente un convertisseur de fréquence avec un circuit intermédiaire.

a) Entourer le redresseur :



2

1

b) Cocher la réponse correcte dans le tableau.

1

Affirmation sur les convertisseurs de fréquence	Juste	Fausse	Non, en AC
Le stockage d'énergie est alimenté en courant continu.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

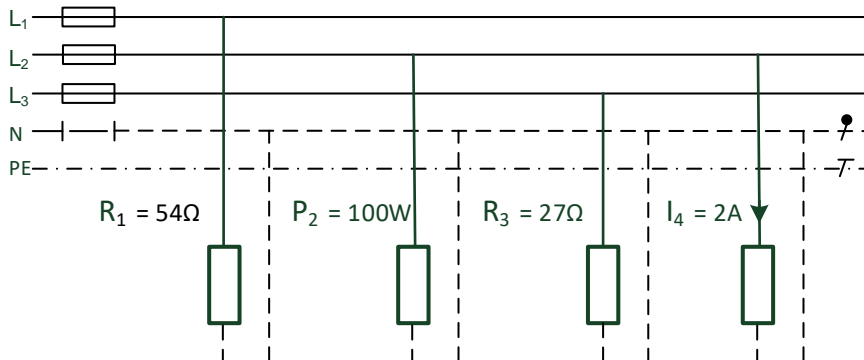
Points  
par  
page:

**21. Système triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4b**

3

On connecte quatre consommateurs ohmiques sur le réseau 3 x 400 V / 230 V.

a) Calculer les courants dans les conducteurs polaires d'alimentation ( $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$ ) :



$$I_{L1} = \frac{U_{L1}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$$

0,5

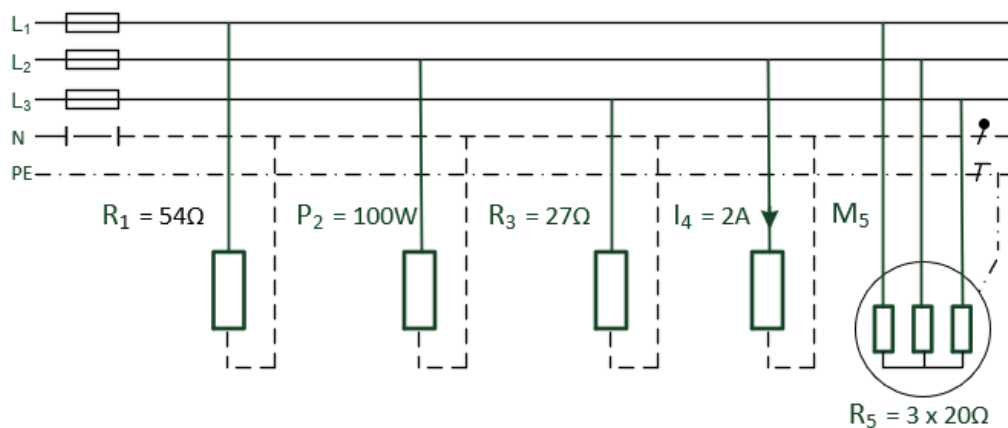
$$I_{L2} = \frac{P_{R2}}{U_{L2}} + I_4 = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} + 2 \text{ A} = \underline{\underline{2,43 \text{ A}}}$$

1

$$I_{L3} = \frac{U_{L3}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{27 \Omega} = \underline{\underline{8,52 \text{ A}}}$$

0,5

b) On ajoute un consommateur triphasé équilibré sur le réseau. Les courants de lignes augmentent en raison du changement de charge.



Cocher l'affirmation correcte dans le tableau :

1

Affirmation sur les système triphasé	Augmente	Ne change pas	Diminue
Le courant dans le conducteur de neutre	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Points  
par  
page:

**22. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4a**

3

a) Calculer la puissance active absorbée  $P_{abs}$  de ce moteur électrique :

Siemens AG	
Type: T3A 132S-4	Nr. 230816
Moteur 3 ~	50 Hz
S1 100 % ED	$\Delta$ Y 400/690 V
IP 54	52.8 / 30.4 A
Iso. – Kl. F	30 kW
IE3 89.6 %	$\cos \varphi = 0.88$
PTC 155° C	1430 1/min.



$$P_{abs} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400V \cdot 52.8A \cdot 0.88 = \underline{\underline{32'191 W = 32,2 kW}}$$

1

b) Calculer le rendement de ce moteur.

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{abs}} = \frac{30 kW}{32,2 kW} = \underline{\underline{0,932}} \text{ ou } \underline{\underline{93,2 \%}}$$

1

c) Cocher la réponse correcte dans le tableau.

1

A quelle valeur de courant doit être réglé le thermique de protection pour un démarrage direct ?				
Intensité du courant en ampère	91,35 A	52,8 A	74,66 A	30,4 A
Solution	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Points  
par  
page: