

Dossier des expertes et experts

90	Minutes	23	Exercices	18	Pages	57	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
57,0-54,5	54,0-48,5	48,0-43,0	42,5-37,5	37,0-31,5	31,0-26,0	25,5-20,0	19,5-14,5	14,0-9,0	8,5-3,0	2,5-0,0

Délai d’attente:

Cette épreuve d’examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le 1^{er} septembre 2022.

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 fondamentales N° d'objectif d'évaluation 5.4.1b

2

Une résistance de $60 \, \Omega$ est connectée à une tension alternative de 230 V / 50 Hz.

Calculer :

a) la tension de crête de l'alimentation.

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

0,5

b) la valeur efficace du courant.

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

0,5

c) la durée de la période

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

0,5

d) la vitesse angulaire.

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

0,5

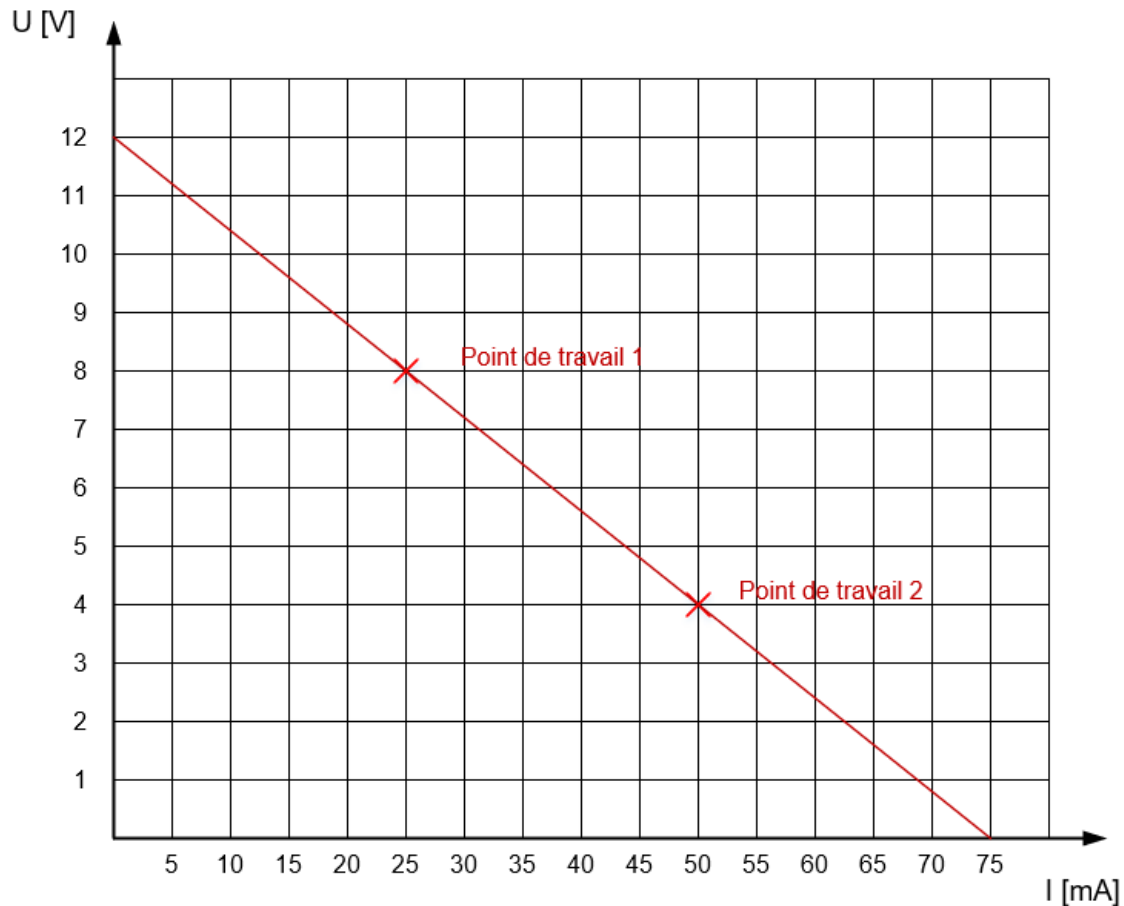
2. Système électrochimique N° d'objectif d'évaluation 5.3.7b

3

Une tension $U_1 = 8 \text{ V}$ est mesurée à une source de tension avec une charge consommant $I_1 = 25 \text{ mA}$. A cette même source de tension, on mesure une tension $U_2 = 4 \text{ V}$ lorsque la charge consomme $I_2 = 50 \text{ mA}$.

a) Dessiner la caractéristique de cette source de tension.

1



b) Quelle est la valeur de la tension à vide (FEM) ?

0,5

$U_0 = 12 \text{ V}$

c) Quelle est la valeur du courant de court-circuit ?

0,5

$I_{cc} = 75 \text{ mA}$

d) Calculer la résistance interne ?

0,5

$$R_i = \frac{U_0}{I_K} = \frac{12 \text{ V}}{0,075 \text{ A}} = \underline{\underline{160 \Omega}}$$

Points
par
page:

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

2

L'enroulement primaire d'un transformateur raccordé à une tension de 1 x 400 V fournit au circuit secondaire un courant de 6,8 A et une tension de 24 V.

Calculer :

- a) La puissance apparente au secondaire.

1

$$S = U_2 \cdot I_2 = 24 \text{ V} \cdot 6,8 \text{ V} = \underline{\underline{163,2 \text{ VA}}}$$

- b) Le courant au primaire.

1

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

=>

$$I_1 = \frac{U_2 \cdot I_2}{U_1} = \frac{24 \text{ V} \cdot 6,8 \text{ V}}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{0,408 \text{ A}}}$$

4. Éclairage d'une salle de classe N° d'objectif d'évaluation 5.5.3b

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 ?

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

0,5

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

0,5

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

1

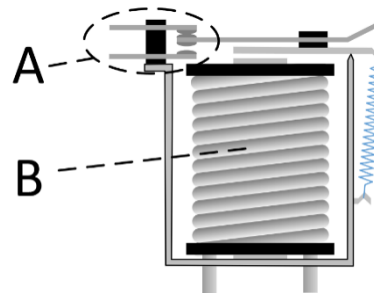
5. Dispositif de commutation N° d'objectif d'évaluation 5.5.2b

3

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

A: Solution: contact (de commutation)

B: Solution: bobine



0,5

0,5

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"/>

0,5

0,5

0,5

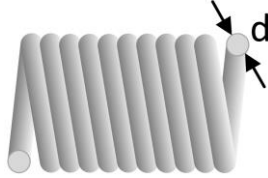
0,5

Points
par
page:

6. Densité de courant N° d'objectif d'évaluation 3.2.4b

2

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



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

1

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

1

7. Sources de tension N° d'objectif d'évaluation 5.3.7b

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

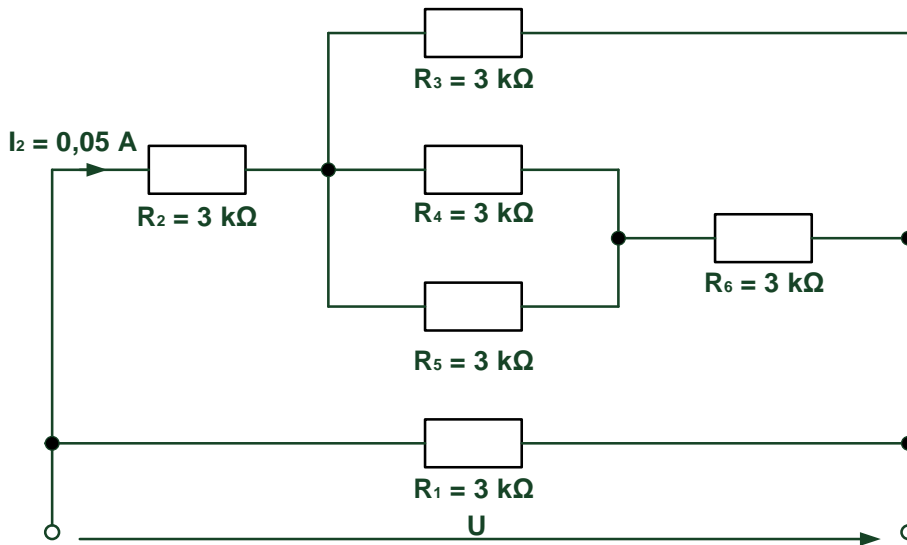
0,5

Points
par
page:

8. Couplage mixte N° d'objectif d'évaluation 3.2.4b

3

Six résistances, de 3 kΩ chacune, sont connectées selon le schéma ci-dessous.
Le courant I_2 vaut 0,05 A. Calculer la tension U appliquée à ce circuit.



$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{3 \text{ k}\Omega \cdot 3 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} = \underline{1,5 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{456} = R_{45} + R_6 = 1,5 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega = \underline{4,5 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{3456} = \frac{R_3 \cdot R_{456}}{R_3 + R_{456}} = \frac{3 \text{ k}\Omega \cdot 4,5 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + 4,5 \text{ k}\Omega} = \underline{1,8 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{23456} = R_2 + R_{3456} = 3 \text{ k}\Omega + 1,8 \text{ k}\Omega = \underline{4,8 \text{ k}\Omega}$$

0,5

$$U = U_{23456} = R_{23456} \cdot I_2 = 4,8 \text{ k}\Omega \cdot 0,05 \text{ A} = \underline{\underline{240 \text{ V}}}$$

1

Points
par
page:

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

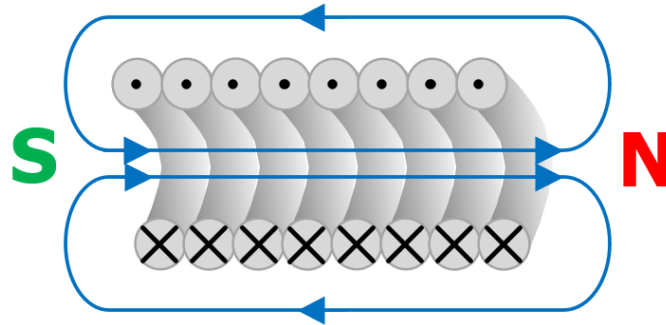
2

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.

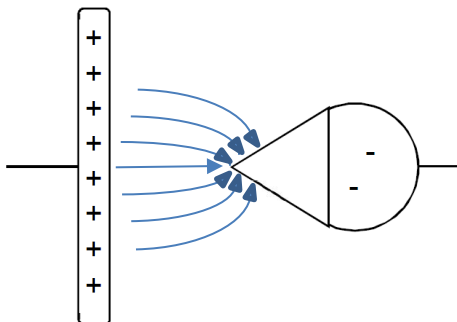
- Tracer les lignes de champ magnétique résultantes dans la bobine ainsi que leur sens. 1
- Indiquer les pôles magnétiques de la bobine. 0,5
- Qu'arrive-t-il à l'aimant permanent mobile lorsqu'il est proche de la bobine ? 0,5

L'aimant permanent est repoussé par la bobine.

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

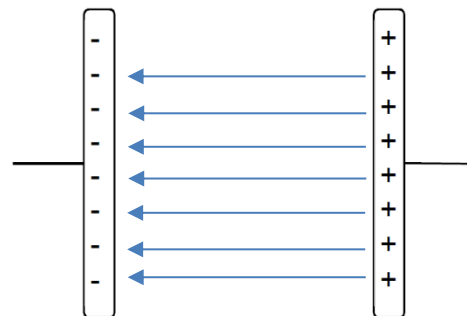
2

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



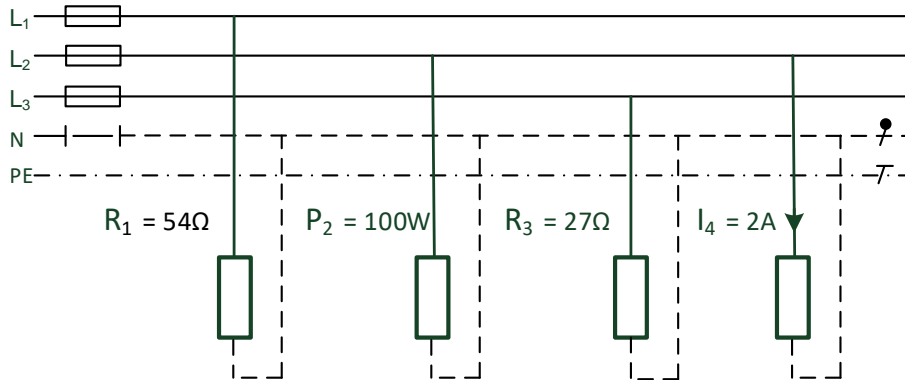
Ce champ est :

- ☒ Homogène
☐ Non homogène

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

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}) :

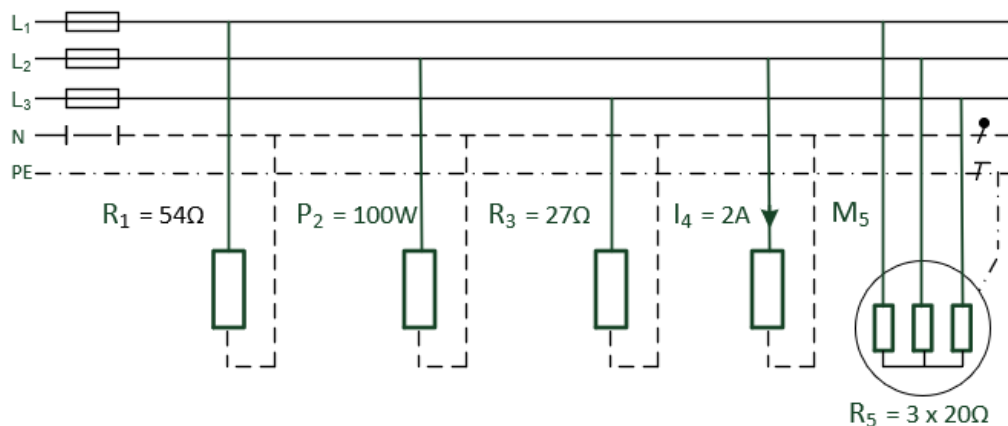


$$I_{L1} = \frac{U_{L1}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$$

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

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

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 :

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"/>

1 Points
par
page:

12. Installations industrielles N° d'objectif d'évaluation 5.3.9b

4

Une entreprise commerciale consomme 27 kW de puissance active et 21 kvar de puissance réactive sur le réseau. Un chauffe-eau d'une puissance de 15 kW est ensuite enclenché.

Calculer le facteur de puissance :

a) Avant d'enclencher le chauffe-eau.

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{21 \text{ kvar}}{27 \text{ kW}} = \underline{0,7778}$$

1

$$\varphi = 37,87^\circ \Rightarrow \cos \varphi = \underline{\underline{0,789}}$$

1

b) Après l'enclenchement du chauffe-eau.

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P_1 + P_2} = \frac{21 \text{ kvar}}{27 \text{ kW} + 15 \text{ kW}} = \underline{0,5}$$

1

$$\varphi = 26,56^\circ \Rightarrow \cos \varphi = \underline{\underline{0,894}}$$

1

13 Appareil frigorifique N° d'objectif d'évaluation 5.3.5b

2

Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

Affirmation sur les appareils frigorifiques	Juste	Faux
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

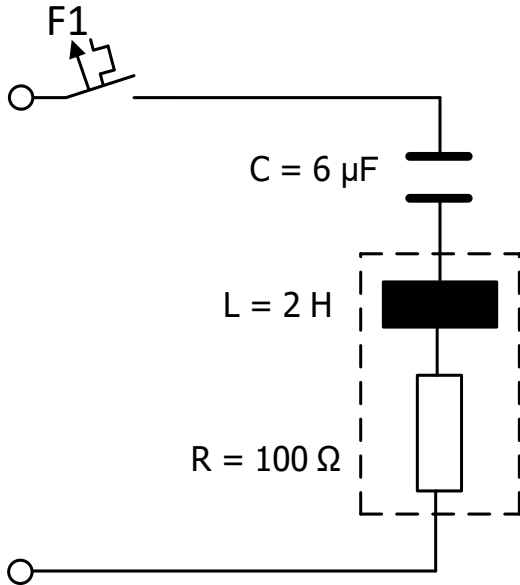
Points
par
page:

14. 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:

15. 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

16. Installation photovoltaïque N° d'objectif d'évaluation 5.3.10b

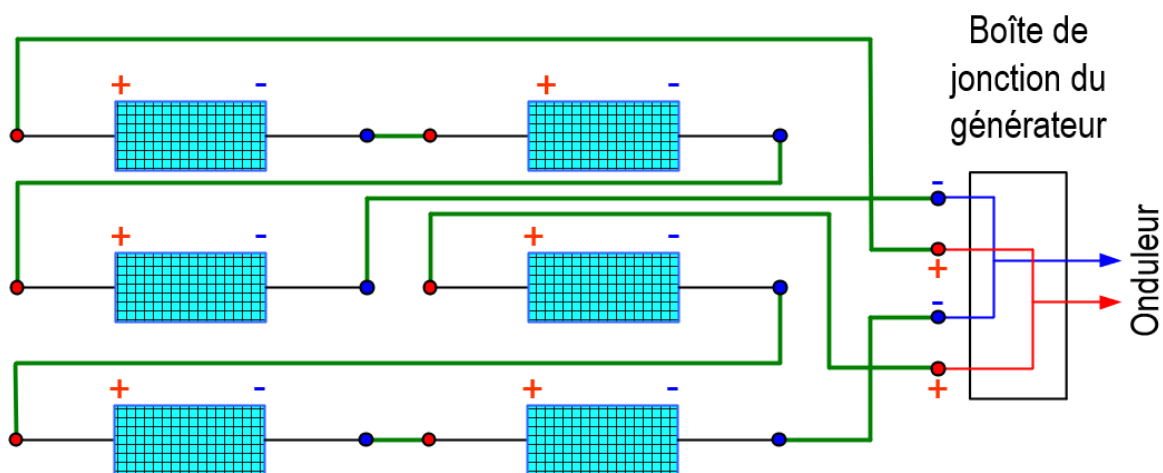
2

Dessiner les connexions correctes pour le système photovoltaïque ci-dessous.

Les 6 modules solaires installés fournissent chacun une tension de 24 VDC.

L'onduleur est conçu pour une plage de tension de 60 V à 90 V.

Tous les modules solaires doivent être connectés.



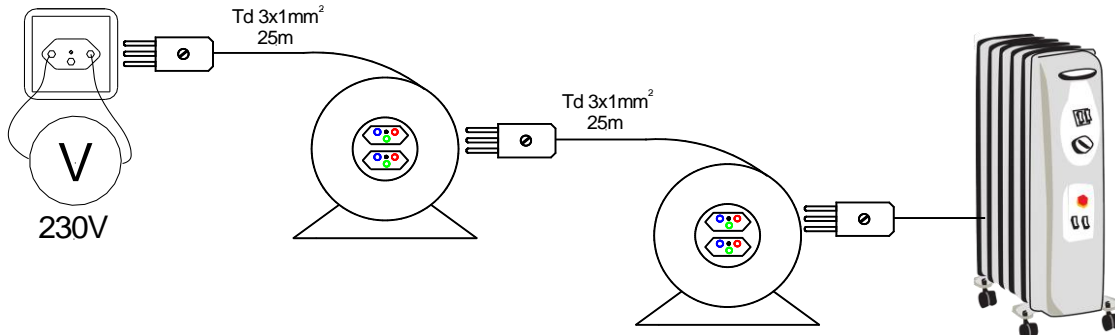
(Note pour les experts : 1 point pour chaque circuit correct avec 3 modules en série.)

17. 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 mm²). 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

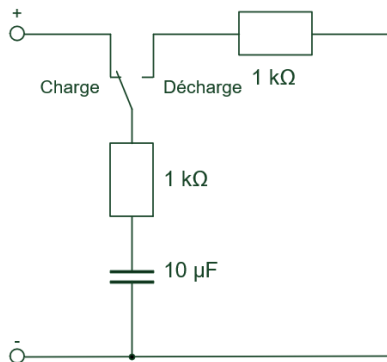
$$P' = I'^2 \cdot R_{\text{radiateur}} = (9,3A)^2 \cdot 23\Omega = \underline{\underline{1,989 kW}}$$

0,5

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

18. Condensateur en DC N° d'objectif d'évaluation 3.2.7b

2



a) Combien de temps faut-il pour charger complètement le condensateur ?

$$\tau_{\text{Charge}} = R_{\text{Charge}} \cdot C = 1k\Omega \cdot 10\mu F = \underline{10ms}; \quad t = 5 \cdot \tau_{\text{Charge}} = 5 \cdot 10ms = \underline{\underline{50ms}}$$

1

b) Combien de temps faut-il pour décharger complètement le condensateur ?

$$\tau_{\text{Décharge}} = R_{\text{Décharge}} \cdot C = (1k\Omega + 1k\Omega) \cdot 10\mu F = \underline{20ms}$$

1

$$t = 5 \cdot \tau_{\text{Décharge}} = 5 \cdot 20ms = \underline{\underline{100 ms}}$$

Points
par
page:

19. Circuits logiques N° d'objectif d'évaluation 5.5.4b

3

Compléter la table de vérité de ce circuit logique.

Circuit logique :

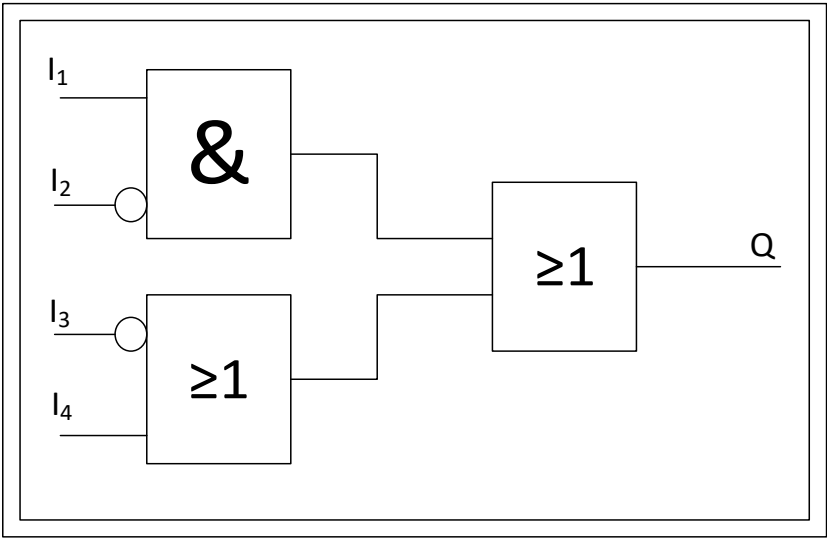


Table de vérité :

I1	I2	I3	I4	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:

20. Caractéristiques des moteurs N° d'objectif d'évaluation 5.2.6b

3

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"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

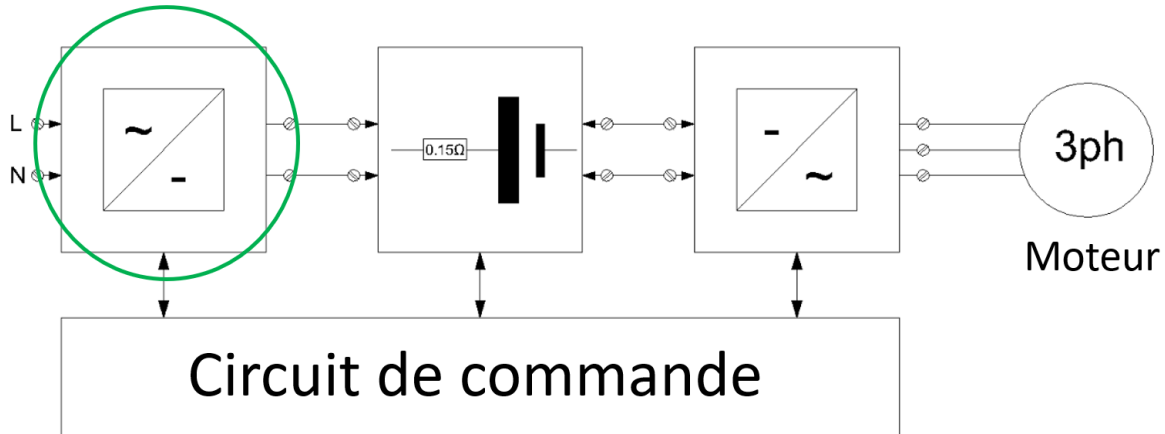
0,5

Points
par
page:

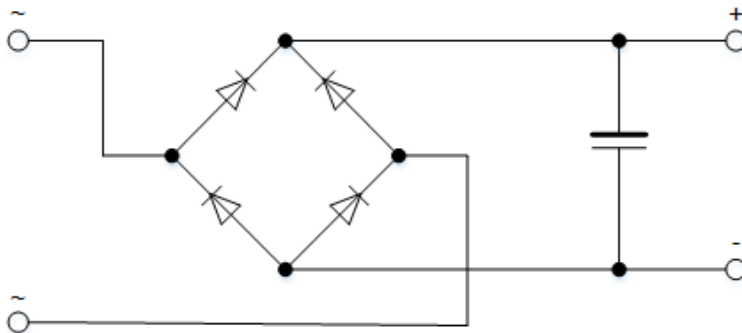
21. Conversion de fréquence N° d'objectif d'évaluation 5.5.3b

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

a) Entourer le redresseur :



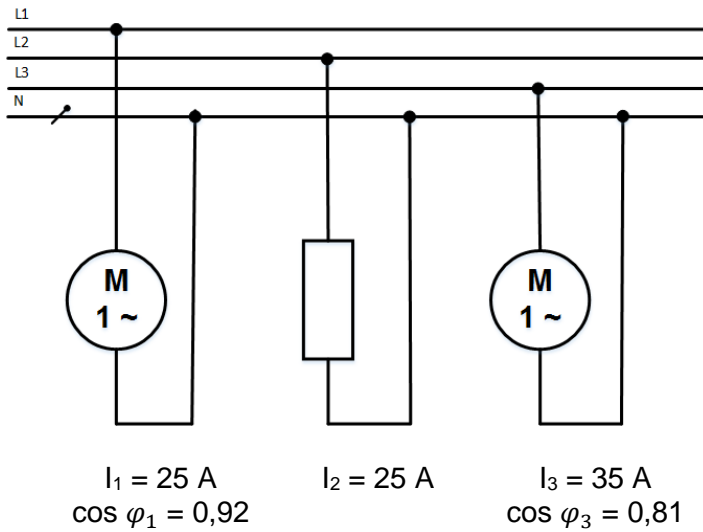
b) Dessiner un pont redresseur avec lissage :



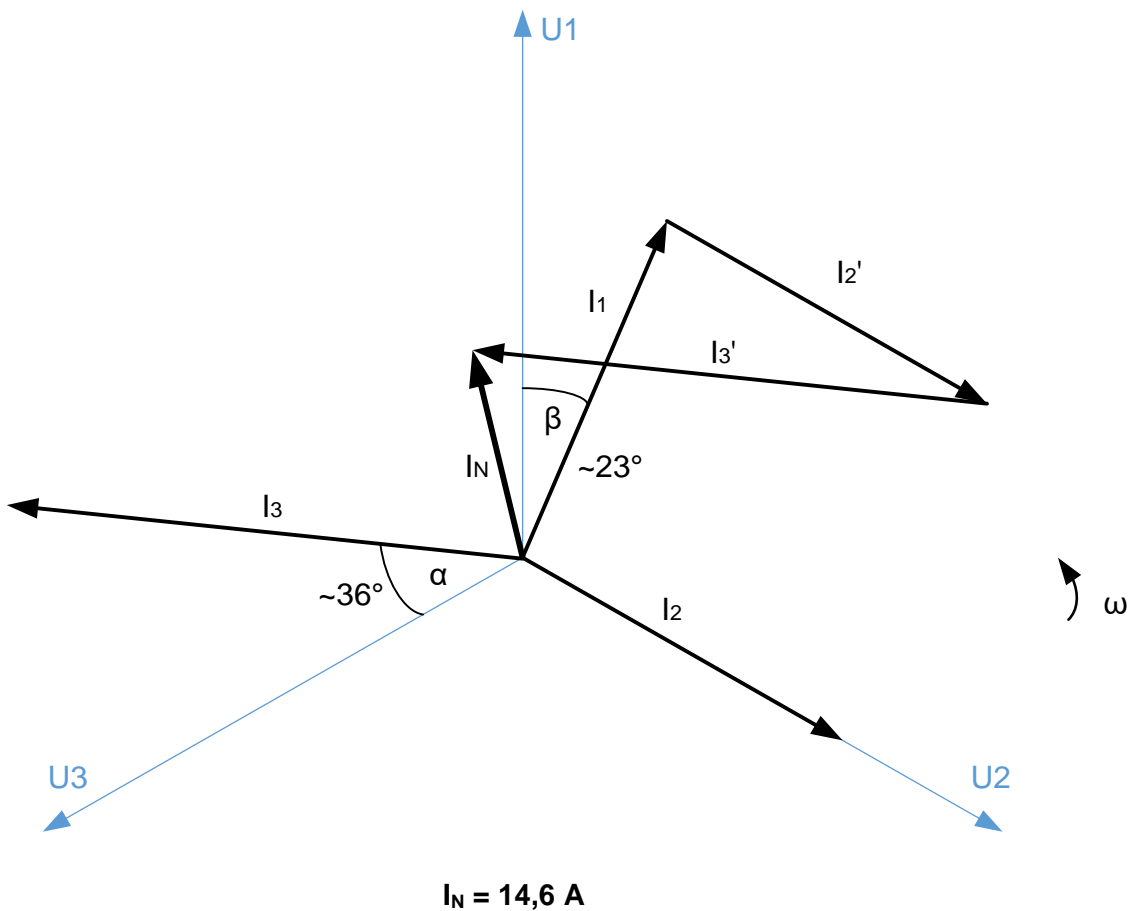
Circuit redresseur en pont 0,5 pt et condensateur de lissage 0,5 pt

22. Système triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.4.4b

Un réseau triphasé à quatre fils (3 x 400 V / 230 V) a une charge déséquilibrée. Déterminer le courant dans le conducteur de neutre.



Échelle 1A \triangleq 2 mm



Note pour les experts : I_1 1 pt, I_2 0,5 pt, I_3 1 pt, I_N 0,5 pt. Échelle des vecteurs

23. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.6b

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

3

1

Siemens AG	
Type: T3A 132S-4	Nr. 230816
Moteur 3 ~	50 Hz
S1 100 % ED	Δ 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.



$$P_{abs} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400V \cdot 52,8A \cdot 0,88 = \underline{\underline{32'191 W = 32,2 kW}}$$

b) Calculer le rendement de ce moteur.

1

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

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"/>