

## Dossier des expertes et experts

<b>90</b>	<b>Minutes</b>	<b>23</b>	<b>Exercices</b>	<b>14</b>	<b>Pages</b>	<b>56</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 soulignées deux fois.
- Si dans un exercice on demande plusieurs réponses, vous êtes tenu de répondre à chacune d’elles.
- 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.**

Nous vous souhaitons plein succès! ☺

### Barème

<b>6,0</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>
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<sup>er</sup> septembre 2018.**

### Créé par:

Groupe de travail PQ de l’USIE pour la profession d’installatrice-électricienne CFC /  
Installateur-électricien CFC

### Editeur:

CSFO, département procédures de qualification, Berne

**1. Tensions de réseau N° d'objectif d'évaluation 5.1.1b**

2

Complétez le tableau.

Description	Tensions de réseau
Très haute tension	220 kV / 380 kV
Haute tension	50 kV jusqu'à 150 kV
Moyenne tension	>1 kV jusqu'à <50 kV
Basse tension	<1 kV

0,5

0,5

0,5

0,5

**2. Energie thermique N° d'objectif d'évaluation 3.5.4b**

2

Un radiateur dont la puissance électrique vaut 5 kW délivre une énergie thermique de 22'140 kJ en une heure et quarante minutes.

Déterminez le rendement de ce radiateur.

$$t = 1 \cdot 3'600s + 40 \cdot 60 s = \underline{6'000 s}$$

(0,5)

$$W_{\text{absorbée}} = P \cdot t = 5 \text{ kW} \cdot 6'000 s = \underline{30'000} \text{ [kJ]}$$

(0,5)

$$\eta = \frac{W_{\text{utile}}}{W_{\text{absorbée}}} = \frac{22'140 \text{ kJ}}{30'000 \text{ kW s}} = \underline{\underline{0,738}}$$

(1)

**3. Appareils thermiques N° d'objectif d'évaluation 5.3.5b**

2

Pour chaque affirmation concernant un plan de cuisson à induction, indiquez si elle est juste ou fausse.

Affirmation	Juste	Fausse
On reconnaît une plaque de cuisson allumée par son corps de chauffe rouge.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Le champ magnétique alternatif traverse le verre vitrocéramique presque sans perte.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En raison de la bonne conduction de la chaleur des casseroles en aluminium, celles-ci ne sont pas idéales pour les plaques à induction.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Le transfert de la chaleur se fait principalement par conduction thermique.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La surface de cuisson reste presque froide car seul le fond de la casserole est chauffé.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

Points  
par  
page:

**4. Energie, puissance et rendement N° d'objectif d'évaluation 3.5.2b**

3

Une pompe à eau souterraine soutire 100 litres d'eau d'une profondeur de 30 mètres chaque seconde. Le rendement de la pompe est de 60 %.

Le moteur électrique directement couplé à la pompe consomme 60 kW de puissance électrique.

Calculez:

a) la puissance mécanique du moteur.

2

$$P_{\text{utileM}} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t \cdot \eta_p} = \frac{100 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 30 \text{ m}}{1 \text{ s} \cdot 0,6} = \underline{\underline{49'050 \text{ W}}} = \underline{\underline{49,1 \text{ kW}}}$$

b) le rendement du moteur.

1

$$\eta_M = \frac{P_{\text{utileM}}}{P_{\text{absorbéeM}}} = \frac{49,1 \text{ kW}}{60 \text{ kW}} = \underline{\underline{0,818}}$$

**5. Matériel d'installation N° d'objectif d'évaluation 5.1.3b**

2

Les prises ont des courants nominaux différents.

Cochez la bonne réponse pour chaque type de prise.

Type de prise	Courant nominal 10 A	Courant nominal 16 A
Type 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Type 23	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CEE Type 75	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Type 13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

**6. Organe de contrôle N° d'objectif d'évaluation 5.4.1b**

2

Pour chaque composant, définir s'il s'agit d'un capteur ou d'un actionneur.

	Actionneur	Capteur
Détecteur de qualité de l'air	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Valve de chauffage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Détecteur 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

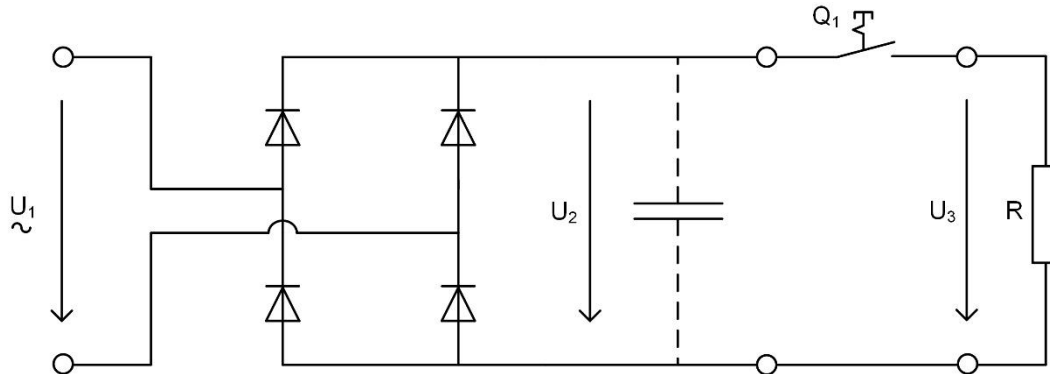
0,5

Points  
par  
page:

**7. Circuits analogiques de base N° d'objectif d'évaluation 3.3.1b**

**3**

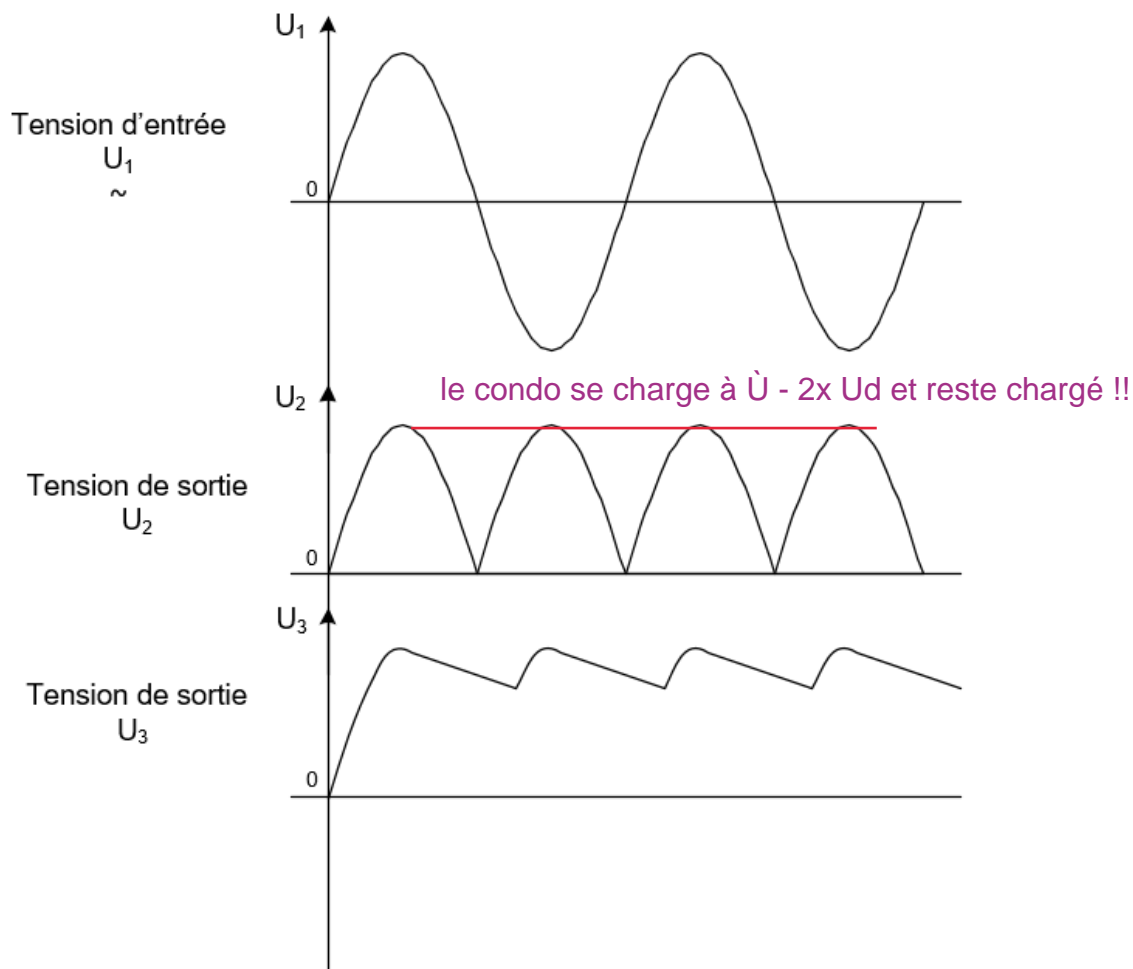
Un circuit redresseur est alimenté par la tension sinusoïdale  $U_1$ .



Dessinez:

- la courbe de tension pour  $U_1$ .
- le courbe de tension pour  $U_2$  lorsque l'interrupteur  $Q_1$  est ouvert.
- le courbe de tension pour  $U_2$  lorsque l'interrupteur  $Q_1$  est fermé.

1  
1  
1

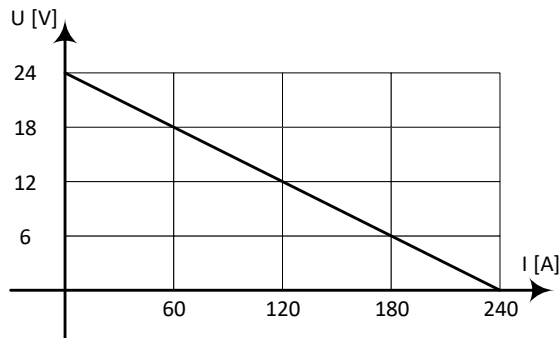


Points  
par  
page:

**8. Grandeurs électrochimiques N° d'objectif d'évaluation 3.5.5b**

2

Caractéristique d'un accumulateur.



Déterminez ou calculez à partir de cette caractéristique:

a) la tension à vide.

0,5

$$U_0 = \underline{\underline{24 \text{ V}}}$$

b) le courant de court-circuit.

0,5

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

c) la résistance interne.

0,5

$$R_i = \frac{U_0}{I_{cc}} = \frac{24 \text{ V}}{240 \text{ A}} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$$

d) la tension aux bornes d'une charge qui consomme un courant de 180 A.

0,5

$$U = \underline{\underline{6 \text{ V}}}$$

**9. Transformateurs N° d'objectif d'évaluation 5.1.6b**

2

Quels sont les deux principaux types de pertes dans un transformateur?

Type de perte 1: **Pertes cuivre**

1

Type de perte 2: **Pertes fer**

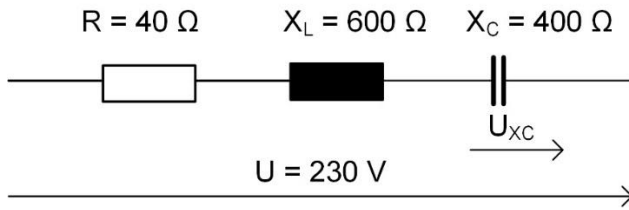
1

Points  
par  
page:

**10. Conversion d'énergie N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b**

**3**

Le circuit RLC ci-dessous est raccordé au réseau 230 V / 50 Hz.



Calculez:

a) l'impédance totale.

**1**

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(40 \Omega)^2 + (600 \Omega - 400 \Omega)^2} = \underline{\underline{204 \Omega}}$$

b) le courant dans le circuit.

**1**

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{204 \Omega} = \underline{\underline{1,13 \text{ A}}}$$

c) la tension dans le condensateur.

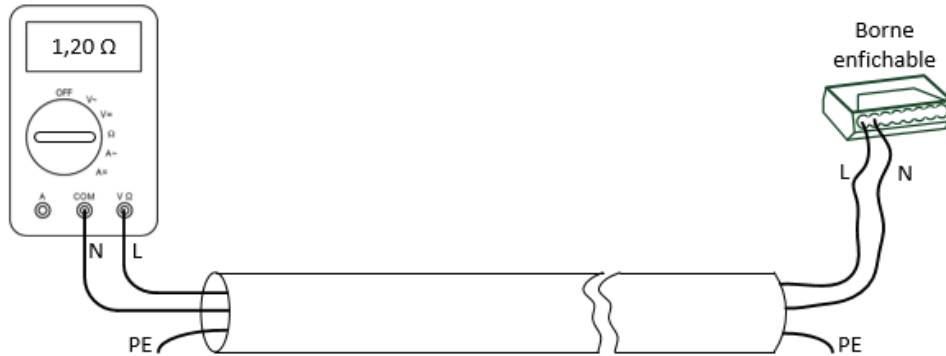
**1**

$$U_{XC} = I \cdot X_C = 1,13 \text{ A} \cdot 400 \Omega = \underline{\underline{452 \text{ V}}}$$

**11. La résistance N° d'objectif d'évaluation 3.2.7b**

2

Un électricien mesure une résistance de  $1,2 \Omega$  avec un ohmmètre sur une boucle conductrice en cuivre de section  $1,5 \text{ mm}^2$ . ( $\rho = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ )



Calculez:

a) la longueur de la ligne.

1

$$\ell = \frac{A \cdot R_L}{\rho \cdot 2} = \frac{1,5 \text{ mm}^2 \cdot 1,2 \Omega}{0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 2} = \underline{\underline{51,4 \text{ m}}}$$

b) la chute de tension en volts lorsqu'un courant de 6 A circule dans la boucle conductrice.

1

$$U_v = I \cdot R_L = 6 \text{ A} \cdot 1,2 \Omega = \underline{\underline{7,2 \text{ V}}}$$

**12. Machines électriques N° d'objectif d'évaluation 5.2.5b**

2

Propriétés des moteurs universels (moteurs séries monophasés).

Cochez pour indiquer si l'affirmation est juste ou fausse.

Affirmation	juste	fausse
Le changement de vitesse se produit via un changement de tension.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'inversion du sens de rotation peut être obtenu en échangeant L et N.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La vitesse dépend de la charge.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le stator (champ) et l'induit sont connectés en parallèle.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

Points  
par  
page:

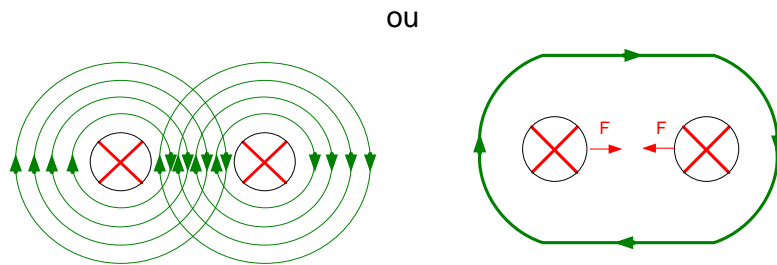
**13. Champs électromagnétiques N° d'objectif d'évaluation 3.2.5**

2

Deux conducteurs parallèles, parcourus par un courant, exercent des forces l'un sur l'autre.

a) Dessinez les lignes de champs pour le sens du courant donné.

1



b) Quelle est la direction de la force entre ces deux conducteurs ?

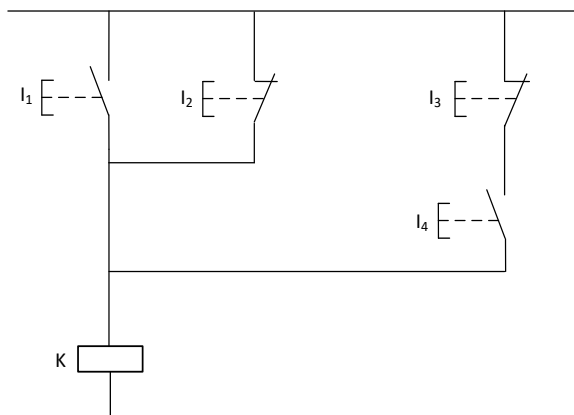
1

**Attraction mutuelle des conducteurs lorsque le courant circule dans la même direction.**

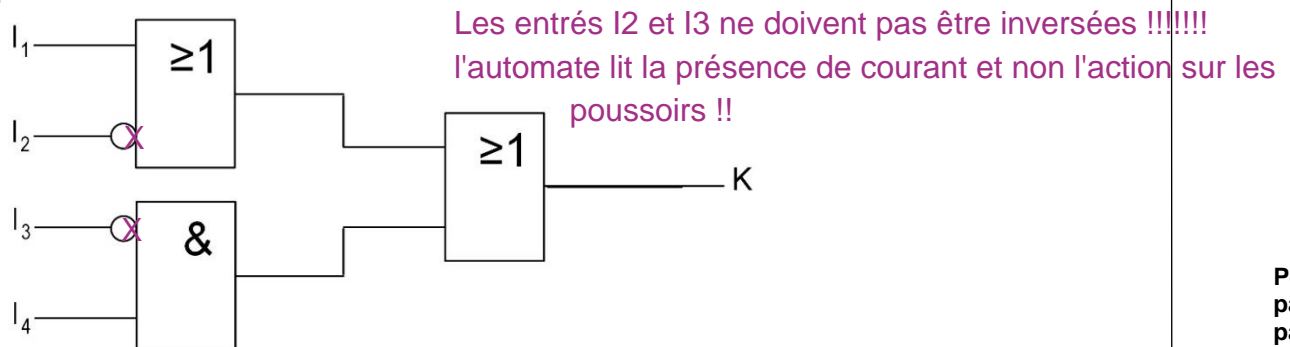
**14. Microcontrôleurs programmables N° d'objectif d'évaluation 5.4.4b**

2

Ce circuit à quatre poussoirs permet de contrôler un relais.



Complétez les portes logiques et les lignes de connexion de sorte que le schéma corresponde au circuit donné ci-dessus.



Points  
par  
page:

(Conseil pour les experts: 0,5 pt par porte logique correcte et 0,5 pt pour les connexions.)

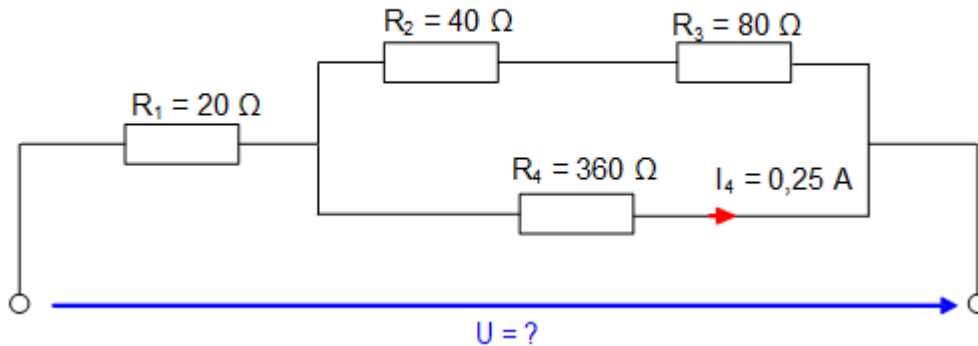


**15. Les lois de Kirchhof N° d'objectif d'évaluation 5.3.3b**

a) Calculez la résistance équivalente  $R_{\text{équ.}}$ .

4

1



$$R_{23} = R_2 + R_3 = 40 \, \Omega + 80 \, \Omega = \underline{120 \, \Omega}$$

$$R_{\text{équ}} = R_1 + \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = 20 \, \Omega + \frac{120 \, \Omega \cdot 360 \, \Omega}{120 \, \Omega + 360 \, \Omega} = \underline{110 \, \Omega}$$

b) Calculez la tension totale U.

2

$$U_4 = R_4 \cdot I_4 = 360 \, \Omega \cdot 0,25 \, \text{A} = \underline{90 \, \text{V}}$$

$$I_{23} = \frac{U_4}{R_{23}} = \frac{90 \, \text{V}}{120 \, \Omega} = \underline{0,75 \, \text{A}}$$

$$I_1 = I_{23} + I_4 = 0,75 \, \text{A} + 0,25 \, \text{A} = \underline{1 \, \text{A}}$$

$$U = U_1 + U_4 = R_1 \cdot I_1 + U_4 = 20 \, \Omega \cdot 1 \, \text{A} + 90 \, \text{V} = \underline{110 \, \text{V}}$$

c) Calculez la puissance de la résistance  $R_3$ .

1

$$P_3 = I_{23}^2 \cdot R_3 = (0,75 \, \text{A})^2 \cdot 80 \, \Omega = \underline{45 \, \text{W}}$$

Points  
par  
page:

**16. Calcul de grandeurs lumineuses N° d'objectif d'évaluation 3.5.8b**

**2**

L'éclairage d'un bureau d'une superficie de 42 m<sup>2</sup> est réalisé avec des lampes à LED 120 lm / W. Un éclairement moyen de 600 lux est requis.

Calculez la puissance électrique nécessaire, si le rendement d'éclairage est de 80 % et que le facteur de maintenance est supposé être de 0,8.

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta_B \cdot F_m} = \frac{600 \text{ lx} \cdot 42 \text{ m}^2}{0,8 \cdot 0,8} = \underline{\underline{39'375 \text{ lm}}} \quad (1)$$

$$P_{el.} = \frac{\Phi}{k} = \frac{39'375 \text{ lm}}{120 \frac{\text{lm}}{\text{W}}} = \underline{\underline{328 \text{ W}}} \quad (1)$$

**17. Organe de protection N° d'objectif d'évaluation 5.1.4b**

**4**

Cochez les réponses correctes.

Evènement	Dispositif à courant différentiel résiduel 30 mA		Disjoncteur de canalisation 13 A Type C	
	Coupure		Coupure	
	OUI	NON	OUI	NON
Défaut à la terre entre L et PE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Défaut d'isolation dans le conducteur de neutre provoquant un courant de fuite de 80 mA vers le PE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Défaut d'isolation sur le conducteur de phase provoquant un courant de fuite de 10 mA vers le PE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
À la suite d'une surcharge, un courant de 18 A circule dans le conducteur de phase	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1

1

1

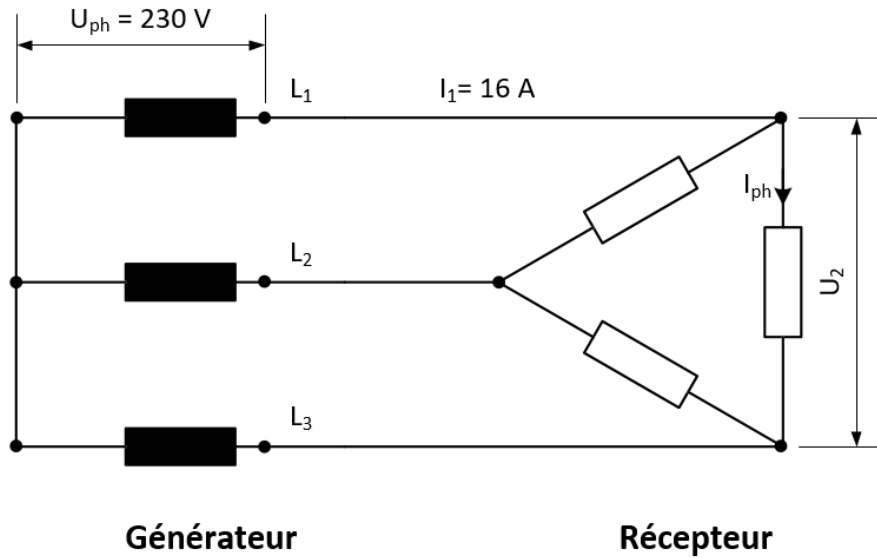
1

Points  
par  
page:

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

**3**

Circuit triphasé avec charge symétrique.



Calculez:

a) le courant de phase  $I_{ph}$ .

**1**

$$I_{ph} = \frac{I_1}{\sqrt{3}} = \frac{16 \text{ A}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{9,24 \text{ A}}}$$

b) la tension  $U_2$ .

**1**

$$U_2 = \sqrt{3} \cdot U_{ph} = \sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} = \underline{\underline{398 \text{ V}}} \quad (400 \text{ V})$$

c) la puissance totale  $P$ .

**1**

$$P = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_1 = \sqrt{3} \cdot 398,4 \text{ V} \cdot 16 \text{ A} = \underline{\underline{11'040 \text{ W}}} = \underline{\underline{11 \text{ kW}}}$$

(Calculé avec 400 V, on obtient 11'085 W)

**19. Matériel d'installation N° d'objectif d'évaluation 5.1.3b**

**1**

Donnez un avantage important des canaux d'installation sans halogène?

**Ils ne libèrent pas de gaz toxiques**

**Faible développement des gaz de combustion**

**Auto-extinction**

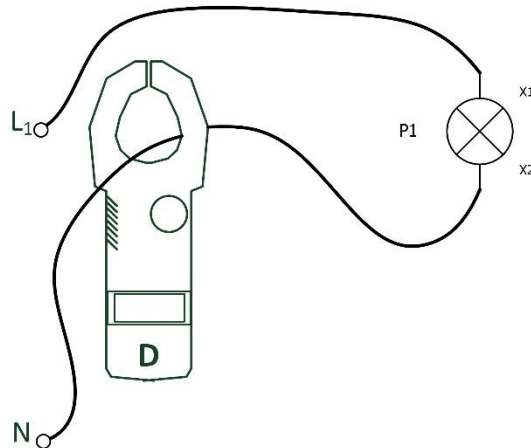
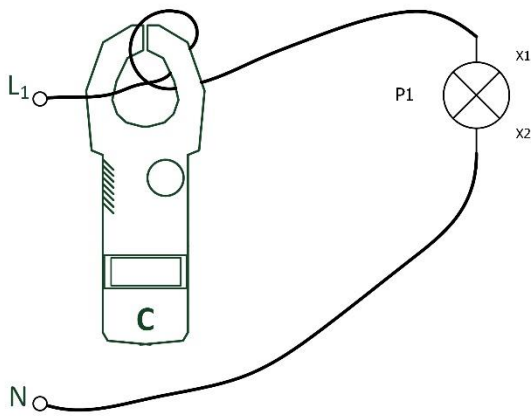
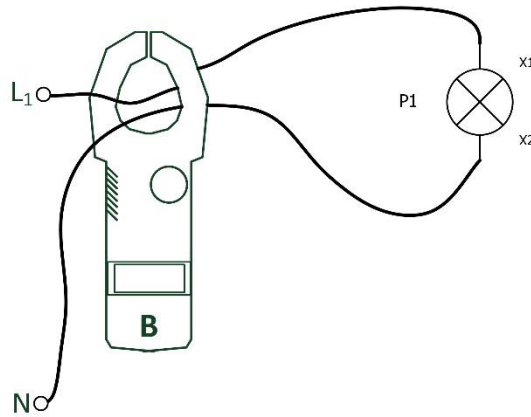
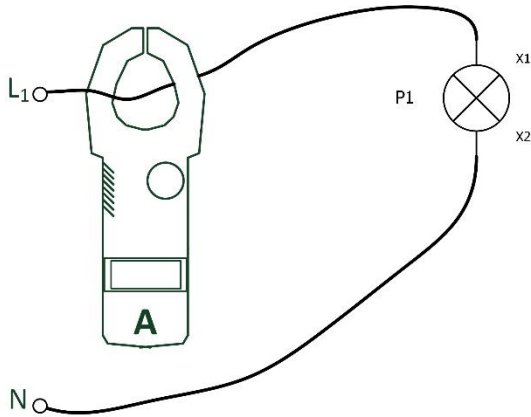
Points  
par  
page:

**20. Appareils de mesure N° d'objectif d'évaluation 5.3.6b**

**2**

On mesure, avec un multimètre, le courant dans un circuit comportant une lampe LED.

Complétez le tableau en observant les différents circuits de mesure ci-dessous.



Mesures	Appareil de mesure A	Appareil de mesure B	Appareil de mesure C	Appareil de mesure D	Aucun
Quel appareil de mesure affiche approximativement la même valeur que l'appareil A ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quel appareil de mesure indique 0 A ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quel appareil de mesure indique 50 % de la valeur calculée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Quel appareil de mesure indique 200 % de la valeur calculée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

Points par page:

## 21. Conversions d'énergie N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b

5

Afin d'assurer la compensation, des condensateurs dont la puissance réactive capacitive totale est de 5 kvar sont connectés à un moteur triphasé.

Küffer Elektro Technik AG	
Type: T3A 132S-4	N° 230816
Moteur 3 ~	50 Hz
S1 100 % ED	Δ Y 400/690 V
IP 54	52,8 A / 30,4 A
Iso. – Cl. F	30 kW
IE3 89.6 %	cos φ = 0.88
PTC 155° C	1430 tr/min.

Calculer à partir des données de la plaque signalétique:

a) la puissance électrique active.

1

$$P_{\text{absorbée}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 52,8 \text{ A} \cdot 0,88 = \underline{\underline{32'191 \text{ W}}} = \underline{\underline{32,19 \text{ kW}}}$$

b) la puissance réactive  $Q_L$ .

1

$$Q_L = P_{\text{absorbée}} \cdot \tan \varphi = 32'191 \text{ W} \cdot 0,539 = \underline{\underline{17'375 \text{ var}}} = \underline{\underline{17,38 \text{ kvar}}}$$

OU

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 52,8 \text{ A} = \underline{\underline{36'581 \text{ VA}}}$$

$$Q_L = \sqrt{(S)^2 - (P_{\text{absorbée}})^2} = \sqrt{(36'581 \text{ VA})^2 - (32'191 \text{ W})^2} = \underline{\underline{17'375 \text{ var}}}$$

c) le nouveau facteur de puissance après la connexion des condensateurs.

2

$$Q_L' = Q_L - Q_c = 17'375 \text{ var} - 5'000 \text{ var} = \underline{\underline{12'375 \text{ var}}} \quad (0,5)$$

$$S' = \sqrt{(P_{\text{absorbée}})^2 + (Q_L')^2} = \sqrt{(32'191 \text{ W})^2 + (12'375 \text{ var})^2} = \underline{\underline{34'488 \text{ VA}}} \quad (0,5)$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{absorbée}}}{S'} = \frac{32'191 \text{ W}}{34'488 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,933}} \quad (1)$$

d) le nouveau courant après la connexion des condensateurs dans la ligne d'alimentation.

1

$$I' = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{34'488 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{49,8 \text{ A}}}$$

Points  
par  
page:

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

2

Une résistance de  $50 \Omega$  est connectée à une source de tension alternative de  $230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

Que valent:

a) la valeur de crête de la tension?

0,5

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

b) la valeur efficace du courant?

0,5

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{50 \Omega} = \underline{\underline{4,6 \text{ A}}}$$

c) la durée d'une période?

0,5

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

d) la vitesse angulaire?

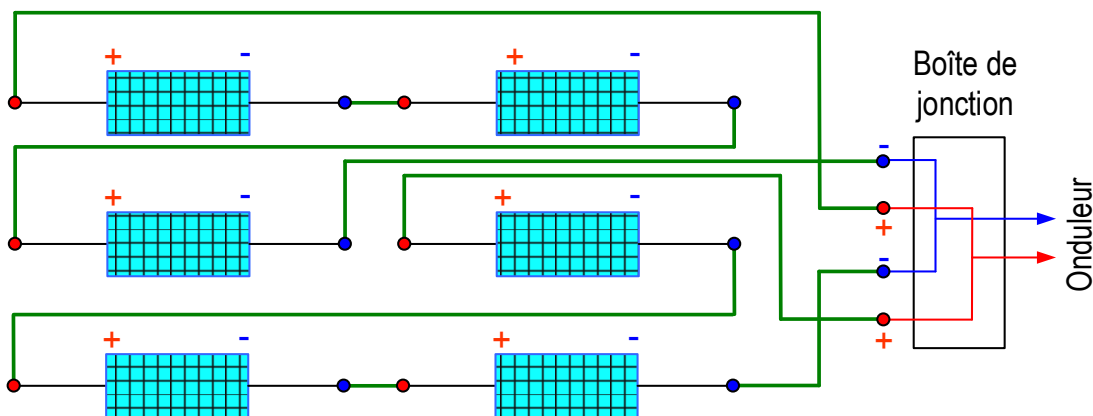
0,5

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

**23. Systèmes photovoltaïques N° d'objectif d'évaluation 5.2.8b**

2

Raccordez les modules solaires à la boîte de jonction. Les six modules solaires délivrent une tension de  $30 \text{ V}_{\text{DC}}$ . L'onduleur est conçu pour une plage de tension de  $180 \text{ V}$  à  $400 \text{ V}$ .



(Note pour les experts : 1 p par circuit correct)

un montage d'une string de 6 éléments est meilleur

Points  
par  
page: