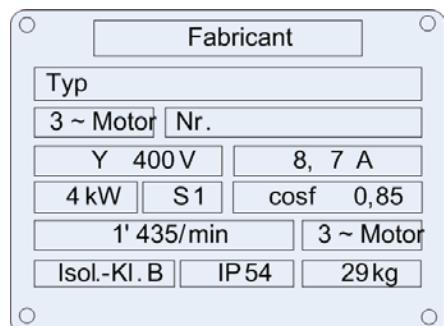


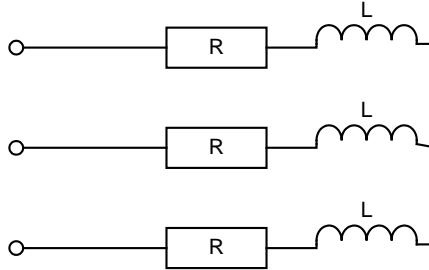
Exercices		Nombre de points maximal obtenus
9.	<p>5.3.6</p> <p>Plaquette signalétique d'un moteur :</p>  <p>Détails de la plaquette signalétique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Fabricant : 3 ~ Motor Typ : Y 400 V Nr. : 8, 7 A 4 kW S1 cosf 0,85 1'435/min 3 ~ Motor Isol.-KI. B IP 54 29 kg 	4
	<p>a) Déterminez, selon la plaquette, le rendement du moteur. b) Combien de paire de pôles a ce moteur ? (Calcul pas nécessaire) c) De combien est le glissement, en fonctionnement nominal ?</p> <p>Solutions :</p> <p>a)</p> $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi} = \frac{4'000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} \cdot 0,85} = \underline{\underline{0,781}} \text{ ou } \underline{\underline{78,1\%}}$ <p>(2)</p> <p>b) 2 paires de pôles</p> <p>(1)</p> <p>c)</p> $s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\% = \frac{1'500 \text{ min}^{-1} - 1'435 \text{ min}^{-1}}{1'500 \text{ min}^{-1}} \cdot 100\% = \underline{\underline{4,33\%}}$ <p>(1)</p>	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
11.	<p>5.4.2</p> <p>Compensation de l'énergie réactive induite par un condensateur.</p> <p>a) Calculez le courant I_M.</p> <p>b) Transcrivez par dessin de vecteurs le courant I, lorsque le facteur de puissance de toute l'installation est amélioré à 0,9. Tracez tous les vecteurs.</p> <p>Echelle: $10 \text{ mm} \triangleq 1 \text{ A}$</p> <p>Solutions:</p> <p>a)</p> $I_M = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{6'500 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,84 \cdot 0,8} = \underline{\underline{13,96 \text{ A}}}$ <p>(2)</p> <p>b)</p> <p>$I = 130 \text{ mm} \triangleq \underline{\underline{13 \text{ A}}}$</p> <p>$(I_M = 14,0 \text{ A})$</p> <p>$(I_C = 1,9 \text{ A})$</p> <p>Tolérance : $\pm 0,5 \text{ A}$</p> <p>(2)</p>	4	

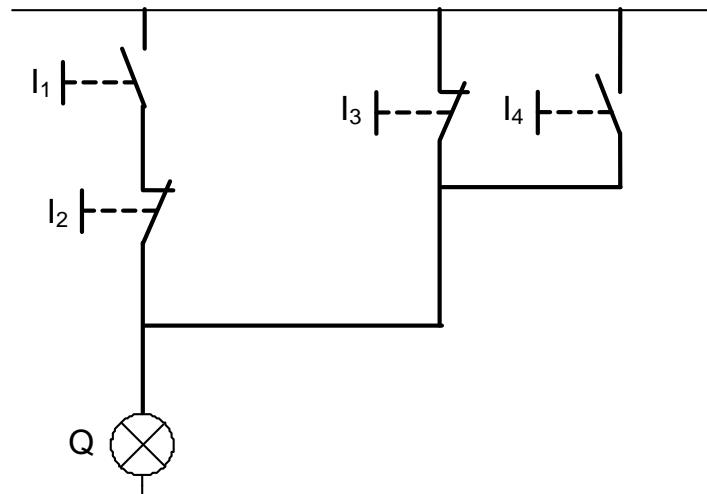
Exercices			Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
5.2.8 12.	Un transformateur monophasé absorbe sous $U_1 = 230 \text{ V}$ un courant $I_1 = 36 \text{ A}$ avec un $\cos \varphi_1 = 0,84$. Sous une tension $U_2 = 400 \text{ V}$ et un $\cos \varphi_2 = 0,78$ il est chargé à $I_2 = 18 \text{ A}$. Calculez : a) La puissance perdue (dissipée). b) Le facteur de puissance.		3	
	Solutions : a) $P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 36 \text{ A} \cdot 0,84 = 6'955,2 \text{ W}$ $P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 = 400 \text{ V} \cdot 18 \text{ A} \cdot 0,78 = 5'616,0 \text{ W}$ $P_v = P_1 - P_2 = 6'955,2 \text{ W} - 5'616,0 \text{ W} = \underline{\underline{1'339,2 \text{ W}}}$	(2)		
	b) $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{5'616,0 \text{ W}}{6'955,2 \text{ W}} = \underline{\underline{0,807}} \Rightarrow \underline{\underline{80,7\%}}$	(1)		
5.4.1 13.	Déterminez la résistance totale de ce couplage.	3		
	<p>Solution :</p> $I_2 = \frac{P_2}{U_{23}} = \frac{20 \text{ W}}{40 \text{ V}} = 0,5 \text{ A}$ $I_3 = \frac{U_{23}}{R_3} = \frac{40 \text{ V}}{50 \Omega} = 0,8 \text{ A}$ $I = I_2 + I_3 = 0,5 \text{ A} + 0,8 \text{ A} = \underline{\underline{1,3 \text{ A}}}$ $R_{\text{tot}} = \frac{U}{I} = \frac{200 \text{ V}}{1,3 \text{ A}} = \underline{\underline{153,8 \Omega}}$	(2)	(1)	

Exercices	Nombre de points	
	maximal	obtenus
<p>5.4.4</p> <p>14. On raccorde à un réseau 3 x 400/230 V un chauffe- eau équipé de 3 résistances de $10\ \Omega$ chacune et couplées en triangle.</p> <p>a) Calculez la puissance active totale.</p> <p>b) Calculez la puissance active si une résistance est coupée.</p> <p>c) Calculez la puissance active si un conducteur d'alimentation est coupé.</p> <p>Solutions :</p> <p>a)</p> $P_{\text{Tot.(a)}} = 3 \cdot P_{\text{Str}} = 3 \cdot \frac{U^2}{R_{\text{Str}}} = 3 \cdot \frac{(400\text{V})^2}{10\Omega} = \underline{\underline{48\text{kW}}}$ <p>(2)</p> <p>b)</p> $P_{(b)} = 2 \cdot P_{\text{Str}} = 2 \cdot \frac{U^2}{R_{\text{Str}}} = 2 \cdot \frac{(400\text{V})^2}{10\Omega} = \underline{\underline{32\text{kW}}}$ <p>(1)</p> <p>Ou:</p> $P_{(b)} = \frac{2}{3} \cdot P_{\text{Tot.(a)}} = \frac{2}{3} \cdot 48\text{kW} = \underline{\underline{32\text{kW}}}$ <p>(1)</p> <p>c)</p> $P_{(c)} = P_{\text{Str}} + 2 \cdot \frac{\left(\frac{U}{2}\right)^2}{R_{\text{Str}}} = \frac{(400\text{V})^2}{10\Omega} + 2 \cdot \frac{(200\text{V})^2}{10\Omega} = \underline{\underline{24\text{kW}}}$ <p>(1)</p> <p>Ou:</p> $P_{(c)} = \frac{1}{2} \cdot P_{\text{Tot.(a)}} = \frac{1}{2} \cdot 48\text{kW} = \underline{\underline{24\text{kW}}}$	4	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
18.	<p>5.6.1 Installation KNX.</p> <p>a) Tout périphérique de bus KNX a une adresse physique explicite. Comment est composée cette adresse. Solution : L'adresse physique se compose de chiffres, qui représentent la zone, la ligne et le périphérique.</p> <p>b) Un périphérique de bus qui est capable de recevoir un télégramme, de l'interpréter et d'appliquer l'action prévue, se nomme : Solution : Acteur (actionneur).....</p> <p>c) Un périphérique de bus, qui admet une grandeur physique, la transforme en grandeur électrique et la digitalise, puis l'insère dans un télégramme et envoie le dit télégramme sur le bus, se nomme : Solution : Sensor (capteur).....</p>	3	(1) (1) (1)

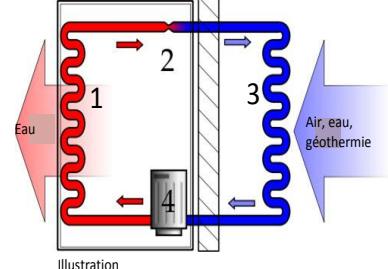
Exercices			Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
20.	<p>5.4.4</p> <p>$U = 3 \times 400/230 \text{ V}$</p> <p>$f = 50 \text{ Hz}$</p> <p>$R = 100 \Omega$</p> <p>$L = 300 \text{ mH}$</p> <p>Déterminez :</p> <p>a) Le courant dans l'alimentation.</p> <p>b) Le facteur de puissance.</p>		3	
	Solutions :			
	<p>a)</p> $X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,300 \text{ H} = 94,25 \Omega$ $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(100 \Omega)^2 + (94,25 \Omega)^2} = 137,41 \Omega$		(1)	
	$I = I_{\text{str}} = \frac{U_{\text{str}}}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{137,41 \Omega} = 1,67 \text{ A}$		(1)	
	<p>b)</p> $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{100 \Omega}{137,41 \Omega} = 0,728$		(1)	
	Total		49	

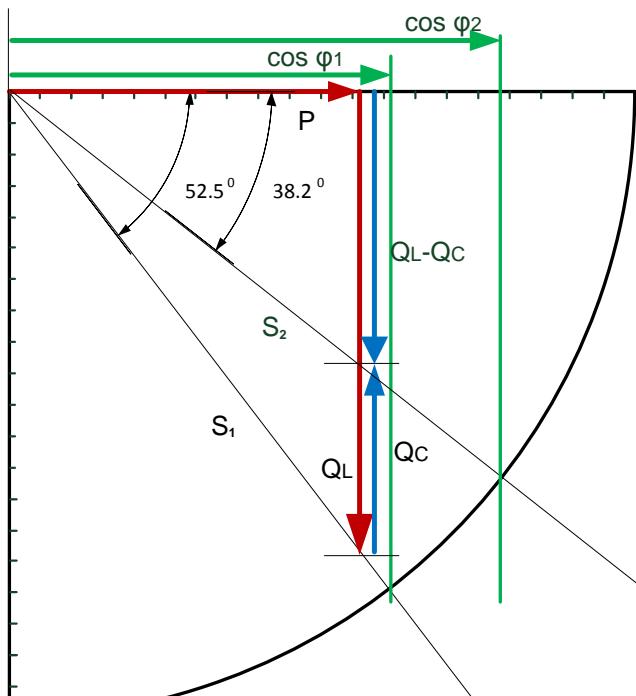
Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
5.1.6			
4. Transformateurs monophasés.		3	
a) Quel genre de tension peut-on transformer ?		(1)	
Tension alternative.			
b) Un transformateur en fonction produit toujours des pertes par chaleur. Citez les 2 causes de ces pertes par chaleur.			
Pertes Cu: pertes chaleur (résistance des enroulements) Pertes Fe: pertes par courant de Foucault (tôles)		(0.5 point par réponse)	
c) Citez la relation entre courant,tension et nombre de spires du primaire et du secondaire.			
$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$		(1)	
ou La tension est proportionnelle au nombre de spires et le courant inversement proportionnel.			

Exercices						Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus																							
7.	5.4.4																													
	a)	Complétez la table de vérité ci-dessous selon le schéma de fonction logique donné.					4																							
		<table border="1" data-bbox="254 258 730 595"> <thead> <tr> <th>I_1</th><th>I_2</th><th>I_3</th><th>I_4</th><th>Q</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	I_1	I_2	I_3	I_4	Q	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1			
I_1	I_2	I_3	I_4	Q																										
1	0	1	1	1																										
1	0	1	0	1																										
1	1	1	0	0																										
1	0	0	1	1																										
	b)	Complétez le schéma électrique ci-dessous avec 4 interrupteurs. Un interrupteur actionné correspondant à la fonction logique 1.					(0.5 point par réponse)																							
							(0.5 point par réponse)																							

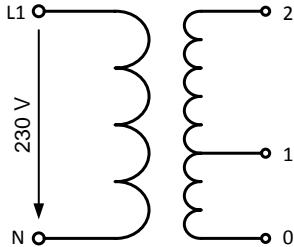
Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
10.	<p>5.3.1 Un condensateur est selon le schéma équivalent ci-contre alimenté du réseau en 230 V / 50 Hz. $R = 150 \Omega; C = 44 \mu F$.</p> <p>a) Déterminez les courants I, I_R et I_C.</p> <p>Solution :</p> $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 44 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{72,34 \Omega}}$ $I_R = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{150 \Omega} = \underline{\underline{1,53 \text{ A}}}$ $I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{230 \text{ V}}{72,34 \Omega} = \underline{\underline{3,18 \text{ A}}}$ $I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} = \sqrt{(1,53 \text{ A})^2 + (3,18 \text{ A})^2} = \underline{\underline{3,53 \text{ A}}}$ <p>b) Quel est l'angle de déphasage du circuit ?</p> <p>Solution:</p> $\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{1,53 \text{ A}}{3,53 \text{ A}} = 0,433$ $\varphi = \text{angl.cos}(0,433) = \underline{\underline{64,31^\circ}}$	<p>3</p> <p>(0,5 point par réponse)</p> <p>(0,5 point par réponse)</p>	

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
11.	<p>5.3.1</p> <p>Dans une bobine de relais alimentée en 48 V AC, circule un courant de 20mA. Lorsque l'on alimente cette même bobine en 48 V DC, il y circule un courant de 120 mA.</p> <p>Calculez :</p> <p>a) L'impédance de la bobine.</p> $Z = \frac{U_{AC}}{I_{AC}} = \frac{48 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} = \underline{\underline{2'400 \Omega}}$ <p>b) La résistance de la bobine.</p> $R = \frac{U_{DC}}{I_{DC}} = \frac{48 \text{ V}}{0,12 \text{ A}} = \underline{\underline{400 \Omega}}$ <p>c) L'inductance de la bobine.</p> $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(2'400 \Omega)^2 - (400 \Omega)^2} = \underline{\underline{2'366,43 \Omega}}$	3	
12.	<p>5.3.3</p> <p>Un diviseur de tension dont $R_1 = 60 \Omega$ et $R_2 = 40 \Omega$ est alimenté par une tension de 60 V.</p> <p>a) Calculez la tension de sortie à vide U_2 de ce diviseur de tension.</p> $\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow U_2 = \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{60 \text{ V} \cdot 40 \Omega}{60 \Omega + 40 \Omega} = \underline{\underline{24 \text{ V}}}$ <p>b) Calculez la tension de sortie de ce diviseur de tension lorsque l'on y raccorde une résistance de charge de 160 Ω.</p> $R_{2b} = \frac{R_2 \cdot R_b}{R_2 + R_b} = \frac{40 \Omega \cdot 160 \Omega}{40 \Omega + 160 \Omega} = 32 \Omega$ $U_2 = \frac{U \cdot R_{2b}}{R_1 + R_{2b}} = \frac{60 \text{ V} \cdot 32 \Omega}{60 \Omega + 32 \Omega} = \underline{\underline{20,87 \text{ V}}}$	3	(1.0 point par réponse)

Exercices			Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
13.	<p>5.3.2 Un moteur et un dispositif de chauffage par résistance (installation de ventilation) sont raccordés au réseau triphasé.</p> <p>Calculez pour toute l'installation :</p> <p>a) La puissance active.</p> $P_{am} = \frac{P_m}{\eta} = \frac{4 \text{ kW}}{0,82} = 4,88 \text{ kW}$ $P_{atot} = P_R + P_{am} = 6 \text{ kW} + 4,88 \text{ kW} = \underline{\underline{10,88 \text{ kW}}}$ <p>b) La puissance réactive.</p> $\cos \varphi = 0,78; \Rightarrow \tan \varphi = 0,802$ $Q_M = \tan \varphi \cdot P_{am} = 0,802 \cdot 4,88 \text{ kW} = \underline{\underline{3,91 \text{ kvar}}}$ <p>c) La puissance apparente.</p> $S_{inst} = \sqrt{P_{am}^2 + Q_M^2} = \sqrt{(10,88 \text{ kW})^2 + (3,91 \text{ kvar})^2} = \underline{\underline{11,56 \text{ kVA}}}$	3	(1) (1) (1)	
14.	<p>5.2.4 L'illustration ci-contre nous montre le principe d'une installation moderne de traitement d'eau chaude.</p> <p>a) Comment nomme-t-on cette installation ?</p> <p>Pompe à chaleur</p> <p>b) Citez les 4 composants mentionnés sur l'illustration.</p> <p>1 = Condensateur 2 = Détendeur 3 = Evaporateur 4 = Compresseur</p> 	3	(1) (1) (0.5 point par réponse)	

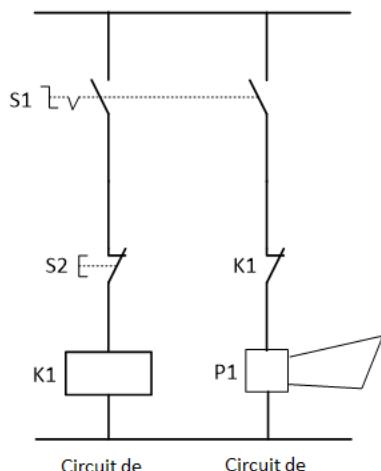
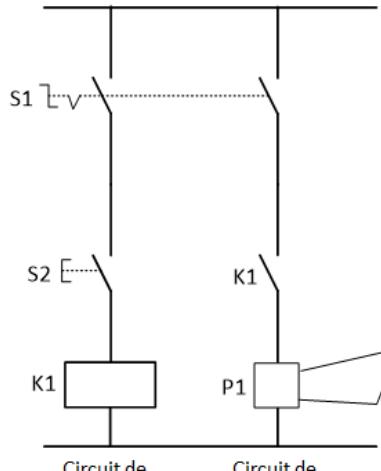
Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
<p>5.2.8/5.3.2</p> <p>15. Une entreprise consomme en moyenne 28 KW de puissance active et respectivement 37 kvar de puissance réactive.</p> <p>Quel est:</p> <ol style="list-style-type: none"> Le facteur de puissance pour la charge non compensée ? Le facteur de puissance, lorsque l'on raccorde en parallèle, une batterie de compensation de 15 kvar ? La puissance réactive après compensation de l'installation ? <p>Le problème peut être résolu graphiquement ou par calcul. Pour la solution graphique utilisez svp le quart de cercle dessiné.</p>  <p>Echelle: 1 cm \triangleq 5 kW \triangleq 5 kvar</p> <p>Solution graphique :</p> <p>a) $\cos \varphi_1$ mesuré = 61 mm correspond $\cos \varphi_1 = \underline{\underline{0,61}}$</p> <p>b) $\cos \varphi_2$ mesuré = 79 mm correspond $\cos \varphi_2 = \underline{\underline{0,79}}$</p> <p>c) $Q_2 = Q_1 - Q_c = 73,5 \text{ mm} - 30 \text{ mm} = 43,5 \text{ mm}$, correspond $\underline{\underline{21,75 \text{ kvar}}}$</p> <p>(1.0 point par réponse)</p> <p>Solution par calcul :</p> <p>a) $\tan \varphi_1 = \frac{Q_1}{P} = \frac{37 \text{ kvar}}{28 \text{ kW}} = 1,32; \Rightarrow \cos \varphi_1 = \underline{\underline{0,603}}$</p> <p>b) $\tan \varphi_2 = \frac{Q_1 - Q_c}{P} = \frac{37 \text{ kvar} - 15 \text{ kvar}}{28 \text{ kW}} = 0,786; \Rightarrow \cos \varphi_2 = \underline{\underline{0,786}}$</p> <p>c) $Q_2 = \tan \varphi_2 \cdot P = 0,786 \cdot 28 \text{ kW} = \underline{\underline{22,0 \text{ kvar}}}$</p>	3		

Exercices			Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
18.	<p>5.3.4</p> <p>Sur un réseau triphasé 4 fils, avec un analyseur de réseau nous mesurons les valeurs affichées.</p> <p>Déterminez graphiquement le courant dans le neutre I_N. (analyseur réseau)</p> <p>Echelle: 1 cm $\triangleq 5$ A</p> <p>Solution :</p> <p>I_N mesuré = 26,5 mm</p> $I_N = \frac{26,5 \text{ mm} \cdot 5 \text{ A}}{10 \text{ mm}} = \underline{\underline{13,25 \text{ A}}}$ <p>Tolérance $\pm 1,5$ A, (résultat max. 14,75 A, min. 11,75 A)</p> <p>(1 point pour les courants dessinés, 1 point pour le sens des courants, 1 point pour le résultat)</p>	3		

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
19.	<p>5.1.6</p> <p>L'enroulement primaire d'un transformateur de sonnerie (selon dessin) a 2300 spires. L'enroulement secondaire est divisé en rapport 1:2</p> <p>Entre les bornes 0 et 2, nous mesurons une tension à vide de 12 V.</p> 	3	
	<p>a) Calculez le nombre de spires au secondaire des enroulements partiels.</p> <p>$N_2 = \frac{N_1 \cdot U_2}{U_1} = \frac{2'300 \text{ spires} \cdot 12 \text{ V}}{230 \text{ V}} = 120 \text{ spires}$</p> <p>$N_{2/0-1} = \frac{N_2}{3} = \frac{120 \text{ spires}}{3} = \underline{\underline{40 \text{ spires}}}$</p> <p>$N_{2/1-2} = \frac{N_2 \cdot 2}{3} = \frac{120 \text{ spires} \cdot 2}{3} = \underline{\underline{80 \text{ spires}}}$</p> <p>b) Quelle tension à vide (à l'exception des 12 V) peut-on aussi mesurer sur ce transformateur ?</p> <p>Solution :</p> <p>$U_{2/0-1} = \frac{U_2}{3} = \frac{12 \text{ V}}{3} = \underline{\underline{4 \text{ V}}}$</p> <p>$U_{2/1-2} = \frac{U_2 \cdot 2}{3} = \frac{12 \text{ V} \cdot 2}{3} = \underline{\underline{8 \text{ V}}}$</p>	(1.0 point par réponse)	(0.5 point par réponse)
	Total	49	

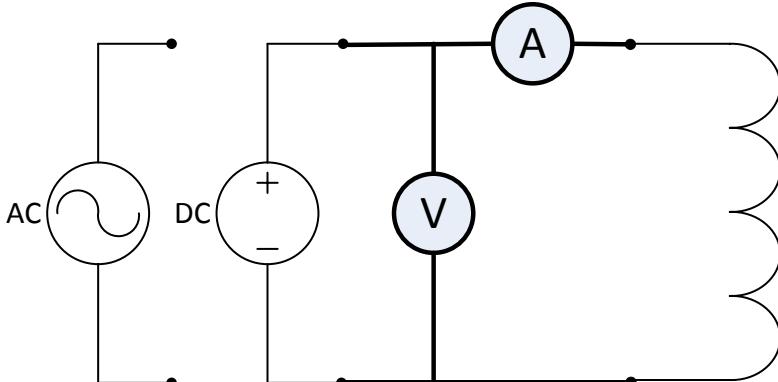
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
1.	<p>5.2.7</p> <p>Pour quelle raison, avec le système TN-S, une bonne mise à la terre et une pose parfaite de la protection équipotentielle sont extrêmement importantes ? Nommez une raison.</p> <p>Réponses possibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La résistance de boucle diminue. - Cela augmente le courant de court-circuit, ce qui réduit le temps de coupure. - Protection contre les surtensions. - Réduction de la tension de défaut. 	1	
2.	<p>5.2.8</p> <p>En laboratoire, on détermine les pertes d'un transformateur. On mesure 380 W de pertes fer et 120 W de pertes cuivre. Le rendement du transformateur est spécifié à 87 %. Calculez la puissance nominale débitée par le transformateur avec une charge ohmique.</p> <p>Solution:</p> $P_{p\ Tot} = P_{p\ Fe} + P_{p\ Cu} = 380\text{ W} + 120\text{ W} = 500\text{ W} \quad (1)$ $P_2 = \frac{P_{p\ Tot} \cdot \eta}{1 - \eta} = \frac{500\text{ W} \cdot 87\%}{100\% - 87\%} = \underline{\underline{3'346,15\text{ W}}} \quad (2)$ <p style="text-align: right;">Calcul avec $P_1 = 3'846,15\text{ W}$ 2pt</p>	3	
3.	<p>5.4.6</p> <p>Une installation industrielle consomme un courant pouvant atteindre un maximum de 200 A, sous 3 X 400 V/230 V.</p> <p>Nommez quatre appareils différents, installés dans le tableau de distribution, nécessaires à la mesure de l'énergie.</p> <p>Réponses possibles:</p> <p>Mesure indirecte avec:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fusibles avant compteur - Fusible/disjoncteur de protection du compteur - Fusible de protection de la télécommande - Compteur pour la mesure indirecte - Transformateur d'intensité (TI) - Boîte à bornes (barrette) 	2	

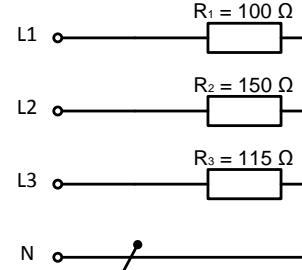
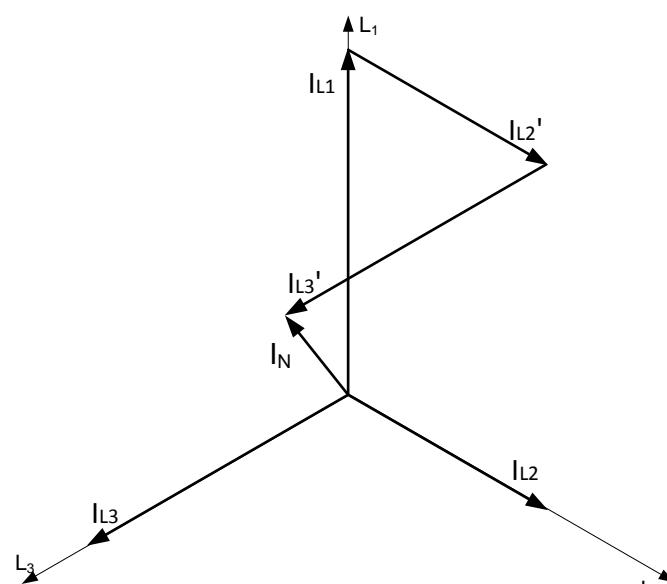
Exercices		Nombre de points															
		maximal	obtenus														
9.	<p>5.3.7</p> <p>Répondez aux questions suivantes sur les accumulateurs:</p> <p>a) Nommez le type d'accumulateur utilisé pour le démarrage des voitures. (0,5)</p> <p>Réponse:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accumulateur au plomb <p>b) Nommez le type d'accumulateur utilisé pour un Smartphone ayant une tension (FEM) par cellule de 3,6 V. (0,5)</p> <p>Réponse possible:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accumulateur Lithium - Ion <p>c) Nommez un type d'accumulateur contenant un métal lourd dans sa composition. (0,5)</p> <p>Réponse possible:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accumulateur Nickel-Cadmium (NiCd) - Accumulateur au plomb <p>d) Nommez un type d'accumulateur ayant une tension (FEM) par cellule de 1,2 V. (0,5)</p> <p>Réponse possible:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accumulateur NiMH/NiCd 	2															
10.	<p>5.5.1</p> <p>Pour chaque composant de technique du bâtiment, choisissez une fonction.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">Capteur</td> <td style="text-align: center;">Actionneur</td> </tr> <tr> <td>- Sonde de température</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Ventilateur de moteur</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Clapet coupe-feu</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- DéTECTEUR de pression</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- DéTECTEUR de CO₂</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Sonde de débit</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Capteur	Actionneur	- Sonde de température	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	- Ventilateur de moteur	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	- Clapet coupe-feu	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	- DéTECTEUR de pression	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	- DéTECTEUR de CO ₂	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	- Sonde de débit	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3	(chacun 0,5)
Capteur	Actionneur																
- Sonde de température	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																
- Ventilateur de moteur	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>																
- Clapet coupe-feu	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>																
- DéTECTEUR de pression	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																
- DéTECTEUR de CO ₂	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																
- Sonde de débit	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
11.	5.3.1 Circuit à basse tension.	3	
	 <p>Circuit 1</p>		
	 <p>Circuit 2</p>		
	a) Quelle est la différence principale dans la fonction entre les circuits 1 et 2 ?	(1)	
	Réponses possibles:		
	<ul style="list-style-type: none"> - Le circuit 1 fonctionne sur le principe du courant de repos, le circuit 2 sur le principe du courant de travail. - Sur le circuit 1, une interruption du circuit de commande provoque l'enclenchement du klaxon, ce qui n'est pas le cas pour le circuit 2. 		
	b) Pour quelle application convient le circuit 1 ? Nommez un exemple.	(1)	
	Réponses possibles:		
	<ul style="list-style-type: none"> - Système de supervision. - Système d'alarme. - Dispositifs de sécurité (les coupures sont détectées). 		
	c) Pour quelle application convient le circuit 2 ? Nommez un exemple.	(1)	
	Réponses possibles:		
	<ul style="list-style-type: none"> - Système à impulsion. - Système de contrôle. 		

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
5.4.3			
12.	Les données suivantes sont données pour un moteur à courant alternatif monophasé: $U = 230 \text{ V}$; $I = 6,1 \text{ A}$; $P_{\text{abs}} = 1'200 \text{ W}$, $Q_L = 726,9 \text{ var}$.	5	
	a) Calculez le facteur de puissance du moteur non compensé.	(1)	
	Solution:		
	$\cos \varphi = \frac{P_{\text{abs}}}{U \cdot I} = \frac{1'200 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 6,1 \text{ A}} = \underline{\underline{0,855}}$		
	b) Calculez l'inductance de la bobine du moteur.	(2)	
	Solution:		
	$Q_L = I^2 \cdot X_L \rightarrow X_L = \frac{Q_L}{I^2} = \frac{726,9 \text{ var}}{(6,1 \text{ A})^2} = 19,54 \Omega$		
	$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{19,54 \Omega}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz}} = \underline{\underline{62,18 \text{ mH}}}$		
	c) Calculez le facteur de puissance lorsque le moteur est compensé avec un condensateur d'une puissance réactive $Q_C = 500 \text{ var}$.	(2)	
	Solution:		
	$Q_{\text{tot}} = Q_L - Q_C = 726,9 \text{ var} - 500 \text{ var} = 226,9 \text{ var}$		
	$\tan \varphi = \frac{Q_{\text{tot}}}{P} = \frac{226,9 \text{ var}}{1'200 \text{ W}} = 0,189 \rightarrow \cos \varphi = \underline{\underline{0,983}}$		

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
5.4.4			
13.	3 corps de chauffe ayant des résistances de 30Ω , 40Ω et 50Ω sont couplés en étoile sur le réseau $3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$.	3	
	a) Calculez la puissance totale des trois résistances ensemble.	(2)	
	Solution:		
	$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{(230 \text{ V})^2}{30 \Omega} = 1'763 \text{ W}$		
	$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{(230 \text{ V})^2}{40 \Omega} = 1'323 \text{ W}$		
	$P_3 = \frac{U_S^2}{R_3} = \frac{(230 \text{ V})^2}{50 \Omega} = 1'058 \text{ W}$		
	$P_y = P_1 + P_2 + P_3 = 1'763 \text{ W} + 1'323 \text{ W} + 1'058 \text{ W} = \underline{\underline{4,144 \text{ kW}}}$		
	b) Quelle est la puissance totale si les mêmes résistances sont connectées en triangle ?	(1)	
	Réponses possibles:		
	- Trois fois plus grande.		
	- $P_\Delta = 3 \cdot P_y = 3 \cdot 4,144 \text{ kW} = \underline{\underline{12,43 \text{ kW}}}$		

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
14.	<p>5.4.6 On doit déterminer l'impédance et ensuite la résistance d'une bobine. Pour la mesure, on dispose d'un voltmètre  V , d'un ampèremètre  A , d'une source de tension continue et d'une source de tension alternative.</p> <p>a) Quelle source de tension utilisez-vous pour la mesure d'impédance ?</p> <p>Réponse: La source de tension alternative.</p> <p>b) Quelle source de tension utilisez-vous pour la mesure de résistance ?</p> <p>Réponse: La source de tension continue.</p> <p>c) Complétez le schéma avec les appareils de mesure et une des deux sources de tension.</p>  <p>Le voltmètre peut être placé avant ou après l'ampèremètre. Les 2 solutions sont acceptées.</p>	3	(1) (1) (1)

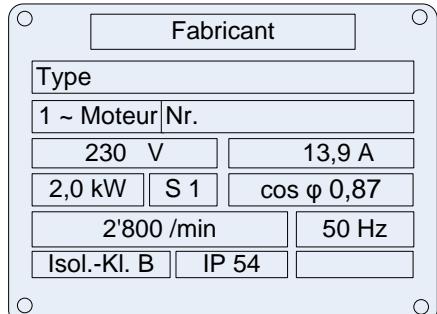
Exercices		Nombre de points maximal obtenu
17.	<p>5.4.4 Calculez les courants dans les conducteurs de phases et déterminez graphiquement le courant dans le neutre.</p> <p>Solution:</p> $U_1 = U_2 = U_3 = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 230 \text{ V}$ $I_{L1} = \frac{U_1}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{100 \Omega} = \underline{\underline{2,3 \text{ A}}}$ $I_{L2} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{230 \text{ V}}{150 \Omega} = \underline{\underline{1,53 \text{ A}}}$ $I_{L3} = \frac{U_3}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{115 \Omega} = \underline{\underline{2 \text{ A}}}$ <p style="text-align: right;">0,5 pt pour chaque courant de phase</p>  <p>3 x 400 V/230 V 50 Hz</p>  <p>Echelle: 1 A \triangleq 20 mm</p> <p>13,5 mm \triangleq I_N = <u><u>0,68 A</u></u></p> <p>Tolérance $\mp 0,1 \text{ A}$</p> <p>Courant de neutre correct 1,5 pt.</p>	3

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
18.	<p>5.4.4</p> <p>Sur le schéma de câblage d'un chauffe-eau figurent les informations suivantes :</p> <p>Schéma de câblage 1 $P = 6,6 \text{ kW}$ $U = 3 \times 400 \text{ V}$</p> <p>Quelle est la puissance du même chauffe-eau s'il est connecté en 230V (selon le schéma de câblage 2) ?</p> <p>Schéma de câblage 2 $P = ? \text{ W}$ $U = 1 \times 230 \text{ V}$</p> <p>Solution:</p> $P_{\text{ph}} = \frac{U_{\text{ph}}^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U_{\text{ph}}^2}{P_{\text{ph}}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{2,2 \text{ kW}} = 72,7 \Omega \quad (1)$ $R_{\text{tot}} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R}} = \frac{1}{\frac{1}{72,7 \Omega} + \frac{1}{2 \cdot 72,7 \Omega}} = 48,5 \Omega \quad (1)$ $P_2 = \frac{U_{230}^2}{R_{\text{tot}}} = \frac{(230 \text{ V})^2}{48,5 \Omega} = 1,09 \text{ kW} \quad (1)$	3	

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
19.	<p>5.3.3b</p> <p>Un grand bureau doit être équipé avec des luminaires 1 x 49 W.</p> <p>Dimension du local: Longueur 12 m, largeur 8 m, hauteur 3 m;</p> <p>Facteur de réflexion du local: $\eta_R = 0,89$</p> <p>Facteur de vieillissement: $\eta_v = 0,8$</p> <p>Eclairage encastré: Longueur 1,47 m</p> <p>Type: Tulux Nr. 149XR38ME 1 x 49 W (4300 lm)</p> <p>Rendement optique du luminaire: $\eta_L = 63 \%$</p> <p>Ballast EVG: H.F. TL5 ; Puissance 6 W</p> <p>Lampe fluorescente: 1 x 49 W Philips 830 flux lumineux 4300 lm</p> <p>a) Calculez le nombre de luminaires pour obtenir un éclairement moyen de $E_m = 400 \text{ lx}$.</p> <p>Solution:</p> $E_m = \frac{n \cdot \phi \cdot \eta_R \cdot \eta_L \cdot \eta_v}{A} \Rightarrow \quad (1)$ $n = \frac{E_m \cdot A}{\phi \cdot \eta_R \cdot \eta_L \cdot \eta_v} = \frac{400 \text{ lx} \cdot 96 \text{ m}^2}{4300 \text{ lm} \cdot 0,89 \cdot 0,63 \cdot 0,8} = 19,9 \Rightarrow 20 \text{ luminaires} \quad (1)$ <p>b) Quelle est la puissance consommée par m^2 pour un éclairement de 400 lx ?</p> <p>Solution:</p> $A = 12 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} = 96 \text{ m}^2$ $P_{\text{par m}^2} = \frac{n \cdot (P_L + P_{VG})}{A} = \frac{20 \cdot (49 \text{ W} + 6 \text{ W})}{96 \text{ m}^2} = 11,5 \text{ W/m}^2 \quad (1)$	3	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
20.	<p>5.3.9b Schéma de principe</p> <p>Résumé des puissances</p> <p>Moteur 3 x 400 V, $I = 18 \text{ A}$, $\cos\varphi = 0,82$ Chauffage 3 x 400 V, 5 kW Compensation 3 x 400 V, 3,6 kvar, Δ</p>	4	
	<p>Quel est le courant circulant dans la ligne lorsque toutes les charges sont sous tension ?</p> <p>Solution : $I_M = 18 \text{ A}$, $\cos\varphi = 0,82 \Rightarrow 35^\circ \text{ inductif}$</p> $I_{CH} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{5000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 7,22 \text{ A}$ $I_C = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \frac{3600 \text{ var}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 5,2 \text{ A } 90^\circ \text{ capacitif}$ <p>Solution calculée:</p> $I = \sqrt{(I_{Wtot})^2 + (I_{Qtot})^2} = \sqrt{(21,98 \text{ A})^2 + (5,06 \text{ A})^2} = 22,55 \text{ A}$ <p>$I_{Wtot} = I_{CH} + I_M \cdot \cos\varphi = 7,22 \text{ A} + 18 \text{ A} \cdot 0,82 = 21,98 \text{ A}$</p> <p>$I_{Qtot} = I_M \cdot \sin\varphi - I_C = 18 \text{ A} \cdot 0,57 - 5,2 \text{ A} = 5,06 \text{ A}$</p> <p>Ou solution graphique: (Echelle: 2 A correspond à 1 cm)</p> <p><u>$I = 11,25 \text{ cm} \triangleq 22,55 \text{ A}$</u></p> <p>Tolérance +/- 0,5A</p> <p>Ou solution par les puissances</p>	(2)	
	Total	51	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
5.2.6			
4.	<p>a) Que signifient les quatre éléments de marquage suivants sur un disjoncteur de canalisation unipolaire ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - LS D 13 A courant de déclenchement nominal 13 A avec courbe de déclenchement de type D - 10'000 Pouvoir de coupure de 10'000 A - 3 Classe de limitation de courant 3 - (+ S) Homologation de sécurité suisse <p>b) Indiquez et donnez la dénomination des deux éléments de déclenchement principaux d'un disjoncteur de canalisation et décrivez leur fonctionnement dans l'illustration.</p>	4	(0,5 chacun)

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
9.	5.4.3 a) Calculez la puissance apparente du moteur en fonctionnement nominal.		
		3	
	$S_M = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 13,9 \text{ A} = \underline{\underline{3'197 \text{ VA}}}$	(1)	
	b) Quelle est la valeur de la puissance réactive du moteur en fonctionnement nominal ?		
	$Q_M = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 230 \text{ V} \cdot 13,9 \text{ A} \cdot 0,493 = \underline{\underline{1'576,29 \text{ var}}}$	(1)	
	c) Calculez le rendement du moteur.		
	$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{U \cdot I \cdot \cos \varphi} = \frac{2'000 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 13,9 \text{ A} \cdot 0,87} = \underline{\underline{0,72}}$	(1)	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
10.	<p>5.4.3 Circuit résistif</p> <p>$U = ?$</p>	4	

a) Calculez la résistance totale R_{tot} .

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 20 \Omega + 40 \Omega = 60 \Omega$$

$$R_{\text{tot}} = R_1 + \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = 10 \Omega + \frac{60 \Omega \cdot 180 \Omega}{60 \Omega + 180 \Omega} = \underline{\underline{55 \Omega}}$$
(1)

b) Calculez U .

$$U_4 = R_4 \cdot I_4 = 180 \Omega \cdot 0,5 \text{ A} = 90 \text{ V}$$

$$I_{23} = \frac{U_4}{R_{23}} = \frac{90 \text{ V}}{60 \Omega} = 1,5 \text{ A}$$

$$I_1 = I_{23} + I_4 = 1,5 \text{ A} + 0,5 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$U = U_1 + U_4 = R_1 \cdot I_1 + U_4 = 10 \Omega \cdot 2 \text{ A} + 90 \text{ V} = \underline{\underline{110 \text{ V}}}$$
(2)

c) Calculez P_3 .

$$P_3 = I_{23}^2 \cdot R_3 = (1,5 \text{ A})^2 \cdot 40 \Omega = \underline{\underline{90 \text{ W}}}$$
(1)

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
5.4.4			
13.	<p>Sur une cuisinière en fonctionnement (réseau triphasé $3 \times 400/230 \text{ V}/50 \text{ Hz}$) on mesure les courants de phase suivants :</p> <p>$I_{L1} = 7,5 \text{ A}$, $I_{L2} = 10,1 \text{ A}$, $I_{L3} = 6,4 \text{ A}$.</p> <p>Déterminez <u>graphiquement</u> le courant de neutre.</p> <p>Echelle: $1 \text{ A} \hat{=} 5 \text{ mm}$</p> <p>16,6 mm $\hat{=}$ $I_N = 3,3 \text{ A}$</p> <p>Tolérance $\mp 0,2 \text{ A}$</p> <p>2 Pt pour graphique correct, 1 Pt pour bon résultat</p>	3	
5.5.1			
14.	<p>Interprétez le diagramme de temps d'un mini-automate programmable SPS/API.</p> <p>Trg Entrée Ta Réglage temps Q Sortie</p> <p>a) De quel élément de fonction s'agit-il ?</p> <p>Circuit de temporisation</p> <p>b) T est réglé sur cinq secondes. Quel est le comportement de la sortie, si le signal d'entrée est maintenu pendant trois secondes ?</p> <p>La sortie reste sur zéro</p>		2 (1) (1)

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
5.4.4			
15. Une grande ligne d'emballage automatique a une puissance active de $P = 16 \text{ kW}$. La tension appliquée s'élève à $U = 3 \times 400 \text{ V}/50 \text{ Hz}$. Après la mise en place d'une installation de compensation individuelle, un courant de $I_2 = 25,7 \text{ A}$ a été mesuré dans la canalisation d'aménée, ce qui correspond à une baisse de 16,6 %. a) Calculez le facteur de puissance avant et après la compensation.	3		

$$I_1 = \frac{I_2 \cdot 100\%}{(100 - 16,6)\%} = \frac{25,7 \text{ A} \cdot 100\%}{83,4 \%} = \underline{\underline{30,82 \text{ A}}}$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot I_1} = \frac{16'000 \text{ W}}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3} \cdot 30,82 \text{ A}} = \underline{\underline{0,749}} \quad (1)$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot I_2} = \frac{16'000 \text{ W}}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3} \cdot 25,7 \text{ A}} = \underline{\underline{0,899}} \quad (1)$$

b) Quelle est la puissance réactive capacitive des condensateurs utilisés ?

$$\varphi_1 = \arccos(0,749) = 41,50^\circ$$

$$\varphi_2 = \arccos(0,899) = 25,97^\circ$$

$$Q_c = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) =$$

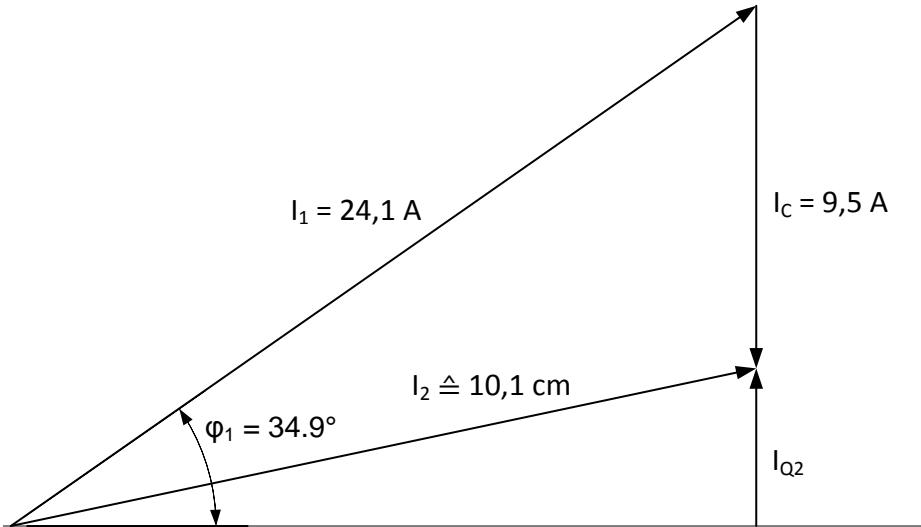
$$16'000 \text{ W} \cdot (\tan (41,50^\circ) - \tan (25,97^\circ)) = \underline{\underline{6'362,25 \text{ var}}} \quad (1)$$

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
16.	<p>5.4.4</p> <p>Plusieurs appareils sont raccordés à un réseau de courant triphasé 3 x 400/230 V/50 Hz.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moteur triphasé aux caractéristiques suivantes : $P = 12 \text{ kW}$, $U = 3 \times 400 \text{ V}$, $I = 27,2 \text{ A}$, $\cos \varphi = 0,75$ - Chauffe-eau triphasé aux caractéristiques suivantes : $U = 3 \times 400 \text{ V}$, $I = 15 \text{ A}$, - Eclairage 230 V de halle réparti sur les trois conducteurs polaires : $I_{L1} = 9,5 \text{ A}$ $I_{L2} = 7,2 \text{ A}$ $I_{L3} = 11,1 \text{ A}$ $\cos \varphi_{L1} = 0,90$ $\cos \varphi_{L2} = 0,85$ $\cos \varphi_{L3} = 0,92$ <p>Déterminez la puissance active raccordée totale.</p> <p>$P_M = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 27,2 \text{ A} \cdot 0,75 = \underline{\underline{14,13 \text{ kW}}}$</p> <p>$P_W = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 15 \text{ A} \cdot 1 = \underline{\underline{10,39 \text{ kW}}}$</p> <p>$P_{BL1} = U \cdot I_{L1} \cdot \cos \varphi_{L1} = 230 \text{ V} \cdot 9,5 \text{ A} \cdot 0,9 = \underline{\underline{1,97 \text{ kW}}}$</p> <p>$P_{BL2} = U \cdot I_{L2} \cdot \cos \varphi_{L2} = 230 \text{ V} \cdot 7,2 \text{ A} \cdot 0,85 = \underline{\underline{1,41 \text{ kW}}}$</p> <p>$P_{BL3} = U \cdot I_{L3} \cdot \cos \varphi_{L3} = 230 \text{ V} \cdot 11,1 \text{ A} \cdot 0,92 = \underline{\underline{2,35 \text{ kW}}}$</p> <p>$P_{Ges} = P_M + P_W + P_{BL1} + P_{BL2} + P_{BL3} =$</p> <p>$\underline{\underline{14,13 \text{ kW} + 10,39 \text{ kW} + 1,97 \text{ kW} + 1,41 \text{ kW} + 2,35 \text{ kW} = 30,25 \text{ kW}}}$</p>	3	(0,5 chacun)

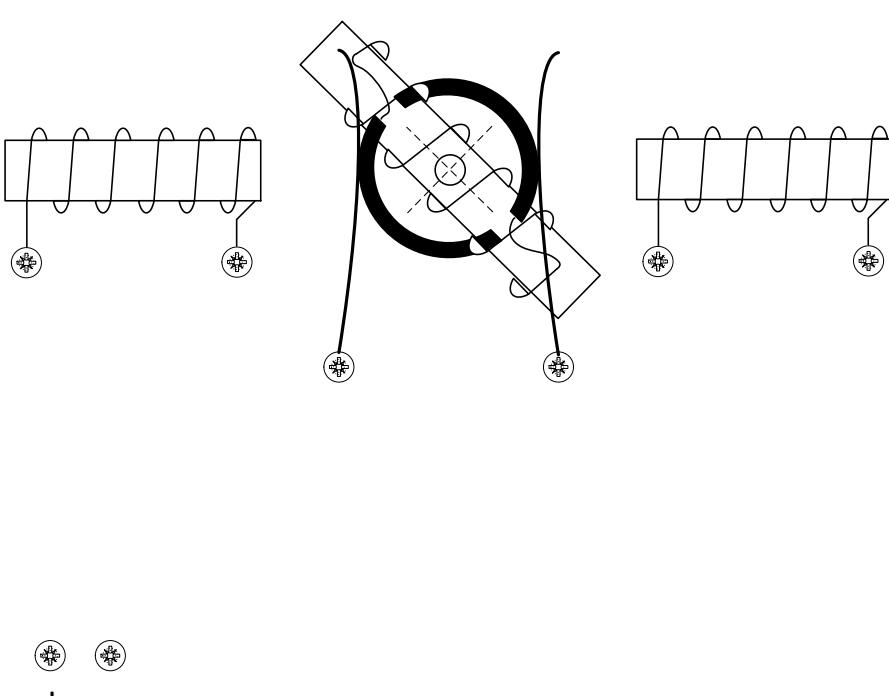
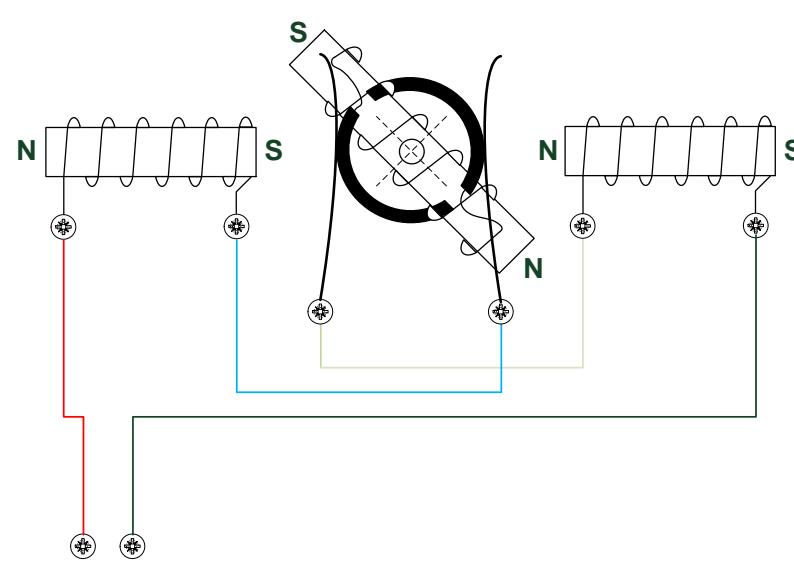
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
5.4.3 17.	<p>A l'aide d'un ohmmètre, on mesure sur une bobine, une résistance de 200 Ω. Si cette bobine est raccordée à une tension alternative de 230 V/50 Hz, elle est parcourue par un courant de 150 mA.</p> <p>a) Calculez l'inductance de la bobine en fonction de ces indications.</p> $Z = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{0,15 \text{ A}} = 1'533,33 \Omega$ $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(1'533,33 \Omega)^2 - (200 \Omega)^2} = 1'520,23 \Omega$ $L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{1'520,23 \Omega}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz}} = \underline{\underline{4,84 \text{ H}}}$	3	(2)

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
18.	<p>5.3.3</p> <p>Un bureau aux dimensions suivantes $B \times L = 5,4 \text{ m} \times 4,8 \text{ m}$ est éclairé à l'aide de trois lampadaires.</p> <p>Valeurs issues du catalogue de l'éclairage :</p> <p>Type : Lampadaire Tulux LED PROP 8519-R1-88H3</p> <p>Lampe : LED 88 W</p> <p>Rendement du luminaire : $\eta_{LB} = 95 \%$</p> <p>Rendement lumineux des LED : 80 lm par W</p> <p>Calculez le rendement lumineux du local, lorsqu'on mesure une luminosité moyenne de 458 Lux à l'état neuf.</p> $\Phi_L = P \cdot \eta = 88 \text{ W} \cdot 80 \frac{\text{lm}}{\text{W}} = \underline{\underline{7'040 \text{ lm}}} \quad (1)$ $E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta_R \cdot \eta_{LB}}{A} =>$ $\eta_R = \frac{E_m \cdot A}{n \cdot \Phi_L \cdot \eta_{LB}} = \frac{458 \text{ lx} \cdot 5,4 \text{ m} \cdot 4,8 \text{ m}}{3 \cdot 7'040 \text{ lm} \cdot 0,95} = \underline{\underline{0,592}} \quad (2)$	3	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
19.	<p>5.4.4</p> <p>On mesure les valeurs suivantes, au niveau d'un tableau de distribution secondaire :</p> <p>Tension $3 \times 400/230$ V, puissance active 24 kW, facteur de puissance 0,82.</p> <p>Calculez la section minimale de la ligne d'alimentation de 240 m de long, afin que la chute de tension maximale ne dépasse pas le seuil de 3 %.</p> $\rho = 0,0178 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ $\Delta U = \Delta u \cdot U = \frac{3 \% \cdot 400 \text{ V}}{100 \%} = \underline{12 \text{ V}}$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$ $I = \frac{24 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,82} = \underline{42,25 \text{ A}}$ $\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi \cdot \rho}{A} \Rightarrow A = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi \cdot \rho}{\Delta U}$ $A = \frac{\sqrt{3} \cdot 42,25 \text{ A} \cdot 240 \text{ m} \cdot 0,82 \cdot 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2}{12 \text{ V} \cdot \text{m}} = \underline{21,36 \text{ mm}^2}$ $\Rightarrow choisi = \underline{25 \text{ mm}^2}$	4	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus												
5.3.9															
20.	Sur la plaque signalétique d'un moteur triphasé, on relève les caractéristiques suivantes :	4													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Fabricant</td> </tr> <tr> <td>3 ~ Moteur</td> <td>Nr.:</td> </tr> <tr> <td>Δ/Y 400 V/690 V</td> <td>24,1 A/14,0 A</td> </tr> <tr> <td>12 kW</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>1450 min⁻¹</td> <td>50 Hz</td> </tr> <tr> <td>Is. Kl. B</td> <td>DIN VDE 0530</td> </tr> </table>	Fabricant		3 ~ Moteur	Nr.:	Δ/Y 400 V/690 V	24,1 A/14,0 A	12 kW	S1	1450 min ⁻¹	50 Hz	Is. Kl. B	DIN VDE 0530		
Fabricant															
3 ~ Moteur	Nr.:														
Δ/Y 400 V/690 V	24,1 A/14,0 A														
12 kW	S1														
1450 min ⁻¹	50 Hz														
Is. Kl. B	DIN VDE 0530														
	<p>Un réseau 3 x 400/230 V est à disposition. Le moteur est compensé par un groupe de condensateurs de 6,6 kvar montés en triangle.</p> <p>Déterminez le courant d'alimentation après compensation, à l'aide d'un graphique (échelle: 2 A \triangleq 1 cm), ou par calcul.</p> <p>Solution graphique :</p> <p>$I_1 = 24,1 \text{ A}; \cos \varphi_1 = 0,82 \Rightarrow \varphi = 34,9^\circ (\approx 35^\circ)$</p> <p>$I_C = \frac{Q_C}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{6'600 \text{ var}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 9,52 \text{ A}$ (1)</p>  <p>$10,1 \text{ cm} \triangleq I_2 = 20,2 \text{ A}$ (3)</p> <p>Tolérance $\mp 0,5 \text{ A}$</p> <p>2 Pt pour graphique correct, 1 Pt pour bon résultat</p>														

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
20.	Solution par calcul :		
	$P_{el} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi_1 = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 24,1 \text{ A} \cdot 0,82 = \underline{\underline{13,69 \text{ kW}}}$	(1)	
	$Q_C = P_{el} \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \Rightarrow \tan \varphi_2 = \tan \varphi_1 - \frac{Q_C}{P_{el}}$		
	$\tan \varphi_2 = 0,698 - \frac{6,6 \text{ kvar}}{13,69 \text{ kW}} = \underline{\underline{0,216}}$	(1)	
	$S_2 = \frac{P_{el}}{\cos \varphi_2} = \frac{13,69 \text{ kW}}{0,977} = \underline{\underline{14,01 \text{ kVA}}}$	(1)	
	$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{14'010 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{\underline{20,22 \text{ A}}}}$	(1)	
	ou :	ou:	
	$I_C = \frac{Q_C}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{6'600 \text{ var}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{9,53 \text{ A}}}$	(1)	
	$I_W = I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 24,1 \text{ A} \cdot 0,82 = \underline{\underline{19,76 \text{ A}}}$	(1)	
	$I_{Q_1} = I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 24,1 \text{ A} \cdot 0,572 = \underline{\underline{13,79 \text{ A}}}$	(1)	
	$I_2 = \sqrt{(I_W)^2 + (I_{Q_1} - I_C)^2} =$		
	$\sqrt{(19,76 \text{ A})^2 + (13,79 \text{ A} - 9,53 \text{ A})^2} = \underline{\underline{\underline{20,21 \text{ A}}}}$	(1)	
	Total	50	

Exercices	Nombre de points maximal obtenus	
<p>5.2.5</p> <p>7. La bobine mobile est raccordée via deux contacts glissants sur deux points de connexion. Les bobines à gauche et à droite de la bobine mobile sont fixes et disposent chacune de deux points de connexion.</p> <p>a) Relier les bobines à la source de tension (bornes + et -) de sorte que la bobine mobile tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.</p> <p>b) Comment peut-on inverser le sens de rotation de la bobine mobile ?</p>  <p>Solution :</p> <p>a)</p>  <p>(1 point par polarité correcte) Remarque : Il est aussi possible de connecter les bobines en parallèle.</p> <p>b) Le sens de rotation peut être inversé en permutant les connexions sur le rotor ou sur les deux enroulements de stator.</p>	4	(3)

Exercices		Nombre de points
		maximal obtenu
12.	<p>5.3.1 Une bobine (Inductance $L = 3 \text{ H}$; résistance $R = 60 \Omega$) et un condensateur ($C = 5 \mu\text{F}$) sont couplés en série et reliés sur le réseau de distribution (230 V / 50 Hz).</p> <p>Calculez :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la réactance de capacité X_C. b) la réactance d'induction X_L. c) l'impédance totale Z. d) le facteur de puissance $\cos \varphi$. <p>Solution :</p> <p>a) $X_C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{636,6 \Omega}}$ (1)</p> <p>b) $X_L = 2 \pi \cdot f \cdot L = 2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 3 \text{ H} = \underline{\underline{942,5 \Omega}}$ (1)</p> <p>c) $Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(60 \Omega)^2 + (942,5 \Omega - 636,6 \Omega)^2} = \underline{\underline{311,7 \Omega}}$ (1)</p> <p>d) $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{60 \Omega}{311,7 \Omega} = \underline{\underline{0,192}}$ (1)</p>	4
13.	<p>5.3.4 Trois corps de chauffe ayant des résistances de 30Ω, 40Ω et 50Ω sont couplés en étoile sur le réseau triphasé $3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$ (le conducteur de neutre est raccordé). Calculez la puissance totale.</p> <p>Solution :</p> <p>$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{(230 \text{ V})^2}{30 \Omega} = \underline{\underline{1763 \text{ W}}}$ (0,5)</p> <p>$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{(230 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{1323 \text{ W}}}$ (0,5)</p> <p>$P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{(230 \text{ V})^2}{50 \Omega} = \underline{\underline{1058 \text{ W}}}$ (0,5)</p> <p>$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1763 \text{ W} + 1323 \text{ W} + 1058 \text{ W} = \underline{\underline{4,144 \text{ kW}}}$ (0,5)</p>	2

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
16.	<p>5.3.3 Calculez pour le circuit suivant :</p> <p>a) la résistance équivalente. b) le courant circulant dans la résistance R5.</p> <p>$R_1 = 30 \Omega; R_2 = 20 \Omega; R_3 = 40 \Omega; R_4 = 60 \Omega; R_5 = 30 \Omega$</p> <p>Solution :</p> <p>a) $R_{2_3} = R_2 + R_3 = 20 \Omega + 40 \Omega = \underline{\underline{60 \Omega}}$ (0,5)</p> $R_{2_3_4} = \frac{R}{n} = \frac{60 \Omega}{2} = \underline{\underline{30 \Omega}} \quad (0,5)$ $R_{1_2_3_4} = R_{2_3_4} + R_1 = 30 \Omega + 30 \Omega = \underline{\underline{60 \Omega}} \quad (0,5)$ $R_{\text{équ}} = \frac{R_{1_2_3_4} \cdot R_5}{R_{1_2_3_4} + R_5} = \frac{60 \Omega \cdot 30 \Omega}{60 \Omega + 30 \Omega} = \underline{\underline{\underline{20 \Omega}}} \quad (0,5)$ <p>b) $I_{R5} = \frac{U}{R5} = \frac{48 \text{ V}}{30 \Omega} = \underline{\underline{\underline{1,6 \text{ A}}}} \quad (1)$</p>	3	

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
17.	<p>5.3.4 Calculez :</p> <p>a) les courants de lignes (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}). b) le courant dans le conducteur de neutre (solution graphique sur la page suivante).</p> <p>Tous les consommateurs ont une charge purement résistive (ohmique).</p> <p>Alimentation triphasée 3 x 400 V / 230 V</p>	5	

Solution :

a) $I_1 = \underline{\underline{2,23 \text{ A}}}$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_{ph}} = \frac{300 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{1,304 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

$$I_3 = \frac{U_{ph}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,259 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

$$I_4 = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{4000 \text{ W}}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3}} = \underline{\underline{5,774 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

Courants de lignes

$$I_{L1} = I_1 + I_4 = 2,23 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{\underline{8 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

$$I_{L2} = I_2 + I_4 = 1,304 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{\underline{7,08 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

$$I_{L3} = I_3 + I_4 = 4,259 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{\underline{10,03 \text{ A}}} \quad (0,5)$$

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
17.	<p>b) Courant dans le conducteur de neutre</p> <p>Solution graphique 1 A = 5 mm</p> <p>$I_N = 26 \text{ mm} \hat{=} \underline{\underline{2,6 \text{ A}}}$ (correct : 2,4 A à 2,8 A)</p> <p>Pour obtenir tous les points, le courant de neutre doit être compris entre 2,4 A et 2,8 A.</p> <p>Remarque : Le courant de neutre peut également être construit en utilisant seulement les courants I_1, I_2, I_3.</p>		(2)

Exercices						Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus																																			
19.	5.1.9 Quel règlement interdit de placer un ensemble d'appareillage à proximité d'une chambre à coucher ?	Solution : L'ORNI, ordonnance sur la protection contre les rayonnements non ionisants (Annexe 1, 42c)				1																																				
20.	5.3.9b Pour un bâtiment commercial, le bilan des puissances doit être complété. Alimentation du réseau : 3 x 400 V / 230 V 50 Hz Calculez les grandeurs manquantes et les noter dans le tableau.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">Bilan des puissances</th> </tr> <tr> <th>Pos.</th> <th>Consommateur</th> <th>Courant [A]</th> <th>Puissance active [kW]</th> <th>$\cos\varphi$</th> <th>Puissance apparente [kVA]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Distribution</td> <td>100</td> <td>55,4</td> <td>0,8</td> <td>69,3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Distribution</td> <td>80,8</td> <td>40</td> <td>0,714</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Technique</td> <td>17,3</td> <td>9,6</td> <td>0,8</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>198,1</td> <td>105</td> <td>0,766</td> <td>137,3</td> </tr> </tbody> </table>	Bilan des puissances						Pos.	Consommateur	Courant [A]	Puissance active [kW]	$\cos\varphi$	Puissance apparente [kVA]	1	Distribution	100	55,4	0,8	69,3	2	Distribution	80,8	40	0,714	56	3	Technique	17,3	9,6	0,8	12	Total		198,1	105	0,766	137,3			7	
Bilan des puissances																																										
Pos.	Consommateur	Courant [A]	Puissance active [kW]	$\cos\varphi$	Puissance apparente [kVA]																																					
1	Distribution	100	55,4	0,8	69,3																																					
2	Distribution	80,8	40	0,714	56																																					
3	Technique	17,3	9,6	0,8	12																																					
Total		198,1	105	0,766	137,3																																					

Solution :**Pos.1**

$$S_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_1 = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 100 \text{ A} = 69'282 \text{ VA} = \underline{\underline{69,3 \text{ kVA}}}$$

(0,5)

$$P_1 = S_1 \cdot \cos\varphi_1 = 69,3 \text{ kVA} \cdot 0,8 = \underline{\underline{55,4 \text{ kW}}}$$

(0,5)

Pos.2

$$\cos\varphi_2 = \frac{P_2}{S_2} = \frac{40 \text{ kW}}{58 \text{ kW}} = \underline{\underline{0,714}}$$

(0,5)

$$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{56 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{80,8 \text{ A}}}$$

(0,5)

Pos.3

$$P_3 = S_3 \cdot \cos\varphi_3 = 12 \text{ kVA} \cdot 0,8 = \underline{\underline{9,6 \text{ kW}}}$$

(0,5)

$$I_3 = \frac{S_3}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{12 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{17,3 \text{ A}}}$$

(0,5)

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
20.	Total		
	$P_{\text{Total}} = P_1 + P_2 + P_3 = 55,4 \text{ kW} + 40 \text{ kW} + 9,6 \text{ kW} = 105 \text{ kW}$	(0,5)	
	$Q_1 = S_1 \cdot \sin\varphi_1 = 69,3 \text{ kVA} \cdot 0,6 = 41,58 \text{ kvar}$	(0,5)	
	$Q_2 = S_2 \cdot \sin\varphi_2 = 56 \text{ kVA} \cdot 0,7 = 39,21 \text{ kvar}$	(0,5)	
	$Q_3 = S_3 \cdot \sin\varphi_3 = 12 \text{ kVA} \cdot 0,6 = 7,2 \text{ kvar}$	(0,5)	
	$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 41,58 \text{ kvar} + 39,21 \text{ kvar} + 7,2 \text{ kvar} = 88 \text{ kvar}$	(0,5)	
	$S_{\text{Total}} = \sqrt{P_{\text{Total}}^2 + Q_{\text{Total}}^2} = \sqrt{(105 \text{ kW})^2 + (88 \text{ kvar})^2} = \underline{\underline{137 \text{ kVA}}}$	(0,5)	
	$\cos\varphi_{\text{Total}} = \frac{P_{\text{Total}}}{S_{\text{Total}}} = \frac{105 \text{ kW}}{137 \text{ kVA}} = \underline{\underline{0,766}}$	(0,5)	
	$I_{\text{Total}} = \frac{S_{\text{Total}}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{137 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{198 \text{ A}}}$	(0,5)	
	Total	52	

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

3

Une pompe à eau souterraine soudre 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. Calcul de grandeurs lumineuses N° d'objectif d'évaluation 5.3.3b

2

L'éclairage d'un bureau d'une superficie de 42 m² 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.

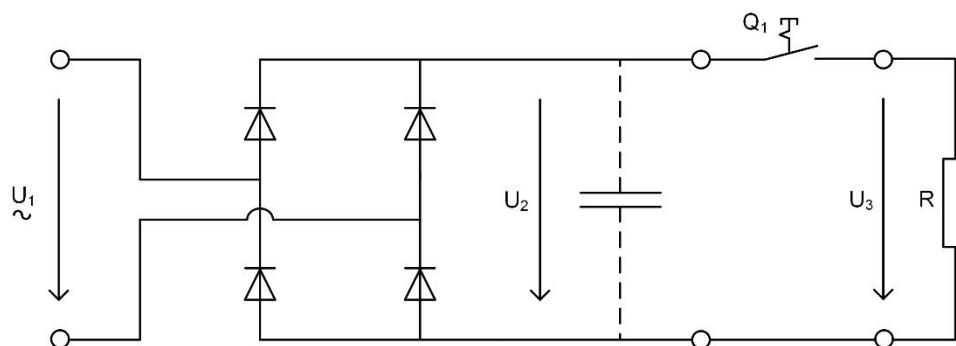
$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta_B \cdot F_m} = \frac{600 \text{ lx} \cdot 42 \text{ m}^2}{0,8 \cdot 0,8} = \underline{\underline{39'375 \text{ lm}}} \quad (1)$$

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

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

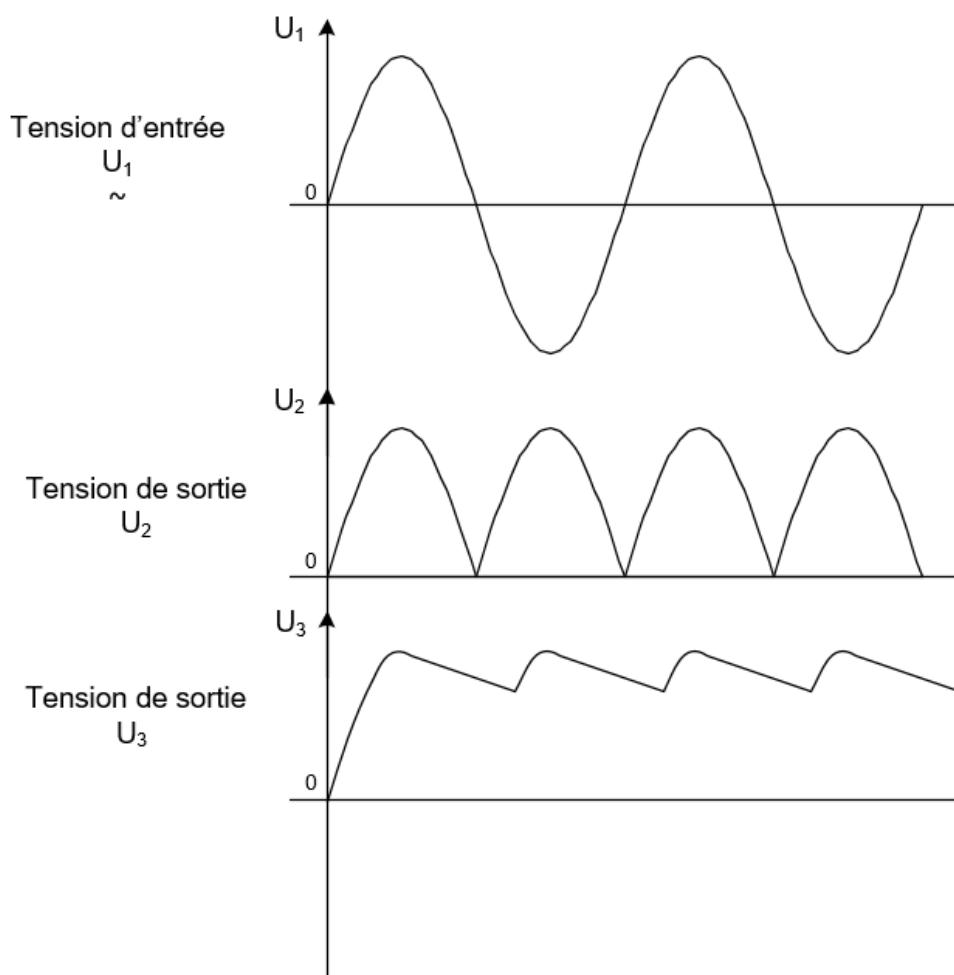
3

Un circuit redresseur est alimenté par la tension sinusoïdale U_1 .



Dessinez:

- a) la courbe de tension pour U_1 . 1
- b) le courbe de tension pour U_2 lorsque l'interrupteur Q_1 est ouvert. 1
- b) le courbe de tension pour U_2 lorsque l'interrupteur Q_1 est fermé. 1



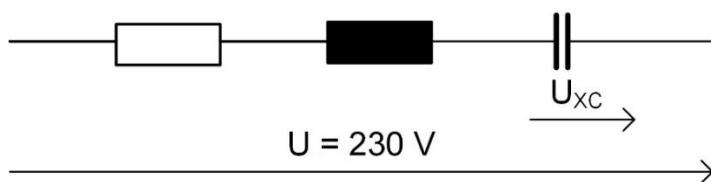
Points
par
page:

11. Conversion d'énergie N° d'objectif d'évaluation 5.4.2b

3

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

$$R = 40 \Omega \quad X_L = 600 \Omega \quad X_C = 400 \Omega$$



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

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

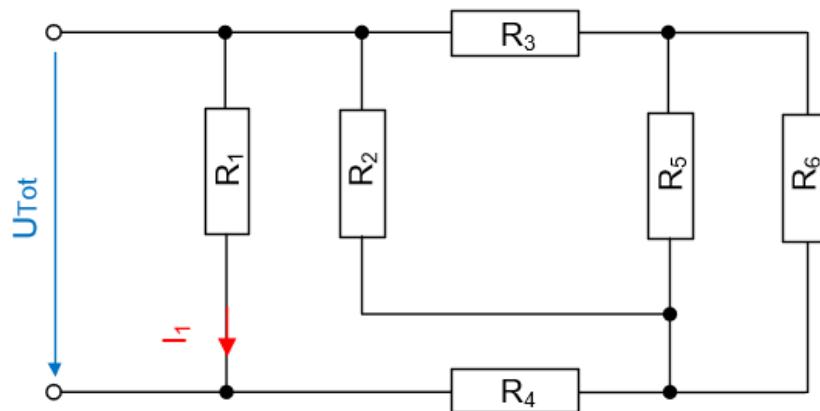
Points
par
page:

16. Les lois de Kirchhoff N° d'objectif d'évaluation 5.4.3b

5

- a) Calculer la résistance équivalente $R_{\text{équ.}}$.
(Toutes les résistances valent $2 \text{ k}\Omega$, $I_1 = 50 \text{ mA}$).

2,5



$$R_{56} = \frac{R_5 \cdot R_6}{R_5 + R_6} = \frac{2 \text{ k}\Omega \cdot 2 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{1 \text{ k}\Omega}}$$

$$R_{356} = R_3 + R_{56} = 1 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega = \underline{\underline{3 \text{ k}\Omega}}$$

$$R_{2356} = \frac{R_2 \cdot R_{356}}{R_2 + R_{356}} = \frac{2 \text{ k}\Omega \cdot 3 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{1,2 \text{ k}\Omega}}$$

$$R_{3456} = R_4 + R_{3256} = 2 \text{ k}\Omega + 1,2 \text{ k}\Omega = \underline{\underline{3,2 \text{ k}\Omega}}$$

$$R_{\text{Ges.}} = \frac{R_1 \cdot R_{23456}}{R_1 + R_{23456}} = \frac{2 \text{ k}\Omega \cdot 3,2 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 3,2 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{\underline{1,23 \text{ k}\Omega}}}$$

- b) Calculez la puissance P_4 dans la résistance R_4 .

2,5

$$U_{\text{Tot.}} = U_1 = R_1 \cdot I_1 = 2 \text{ k}\Omega \cdot 50 \text{ mA} = \underline{\underline{100 \text{ V}}}$$

$$I_{\text{Tot.}} = \frac{U_{\text{Tot.}}}{R_{\text{Equ}}} = \frac{100 \text{ V}}{1,23 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{81,3 \text{ mA}}}$$

$$I_4 = I_{\text{Tot.}} - I_1 = 81,3 \text{ mA} - 50 \text{ mA} = \underline{\underline{31,3 \text{ mA}}}$$

$$P_4 = I_4^2 \cdot R_4 = (31,3 \text{ mA})^2 \cdot 2 \text{ k}\Omega = \underline{\underline{\underline{1,96 \text{ W}}}}$$

Points
par
page:

17. Calcul de grandeurs lumineuses N° d'objectif d'évaluation 5.3.3b

2

Une salle de classe de 12 m de long et de 10 m de large doit être éclairée à 600 lux. Le rendement de l'éclairage est de 50 % et le facteur de planification est supposé être de 1,25.

Calculez le nombre de luminaires encastrés FL si ceux-ci ont un flux lumineux de 3200 lm chacun.

$$A = l \cdot b = 12 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} = \underline{\underline{120 \text{ m}^2}}$$

(0,5)

$$\Phi = \frac{E \cdot A \cdot F_p}{\eta_E} = \frac{600 \text{ lx} \cdot 120 \text{ m}^2 \cdot 1,25}{0,5} = \underline{\underline{180'000 \text{ lm}}}$$

(1)

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_L} = \frac{180'000 \text{ lm}}{3200 \text{ lm}} = 56,25 = \underline{\underline{57 \text{ pces}}}$$

(0,5)

18. Organe de protection N° d'objectif d'évaluation 5.2.6b

4

Cochez les réponses correctes.

Évènement	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

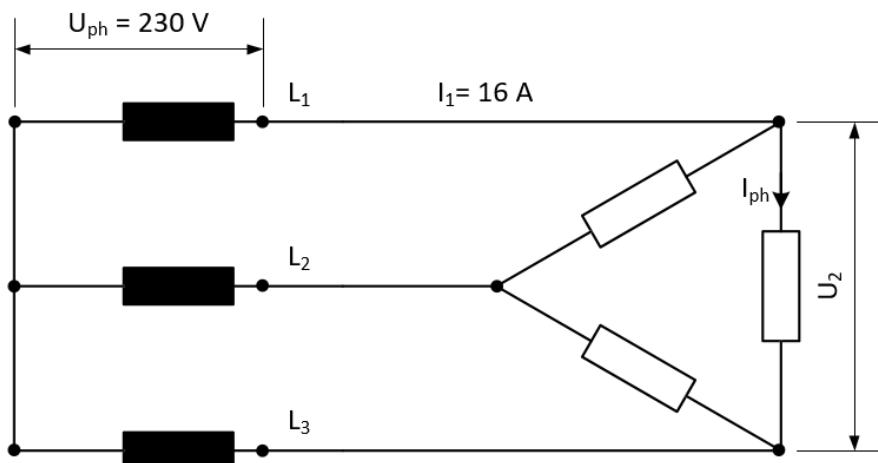
1

Points par page:
1

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

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)

20. Matériel d'installation N° d'objectif d'évaluation 5.2.2b

1

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

Ils ne libèrent pas de gaz toxiques

Faible développement des gaz de combustion

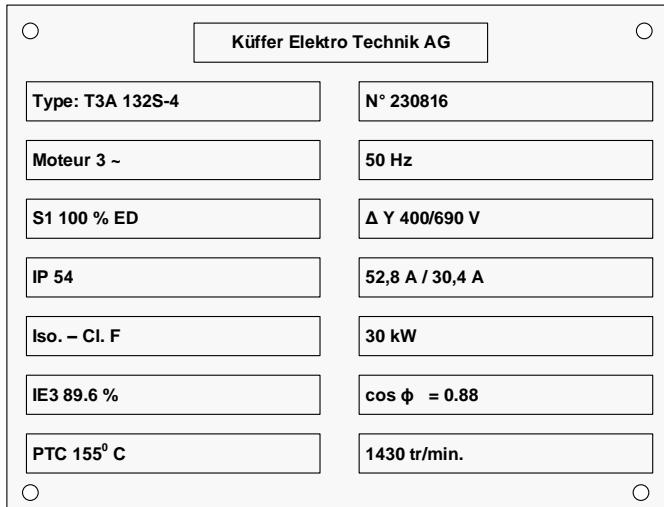
Auto-extinction

Points
par
page:

22. Conversions d'énergie N° d'objectif d'évaluation 3.5.2b

5

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



Calculer à partir des données de la plaquette 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

$$Q_L' = Q_L - Q_c = 17'375 \text{ var} - 5'000 \text{ var} = \underline{\underline{12'375 \text{ var}}}$$

(0,5)

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

(0,5)

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

(1)

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

1

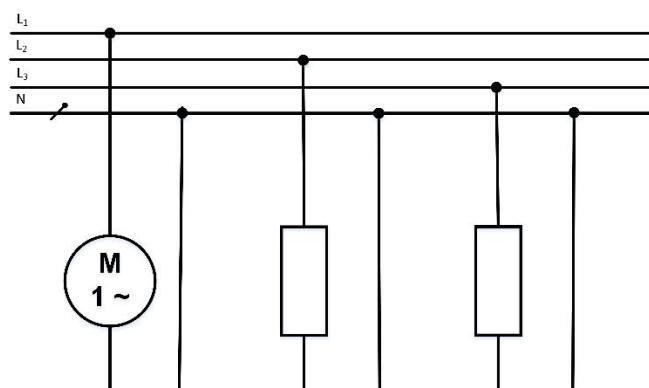
Points
par
page:

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

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

3

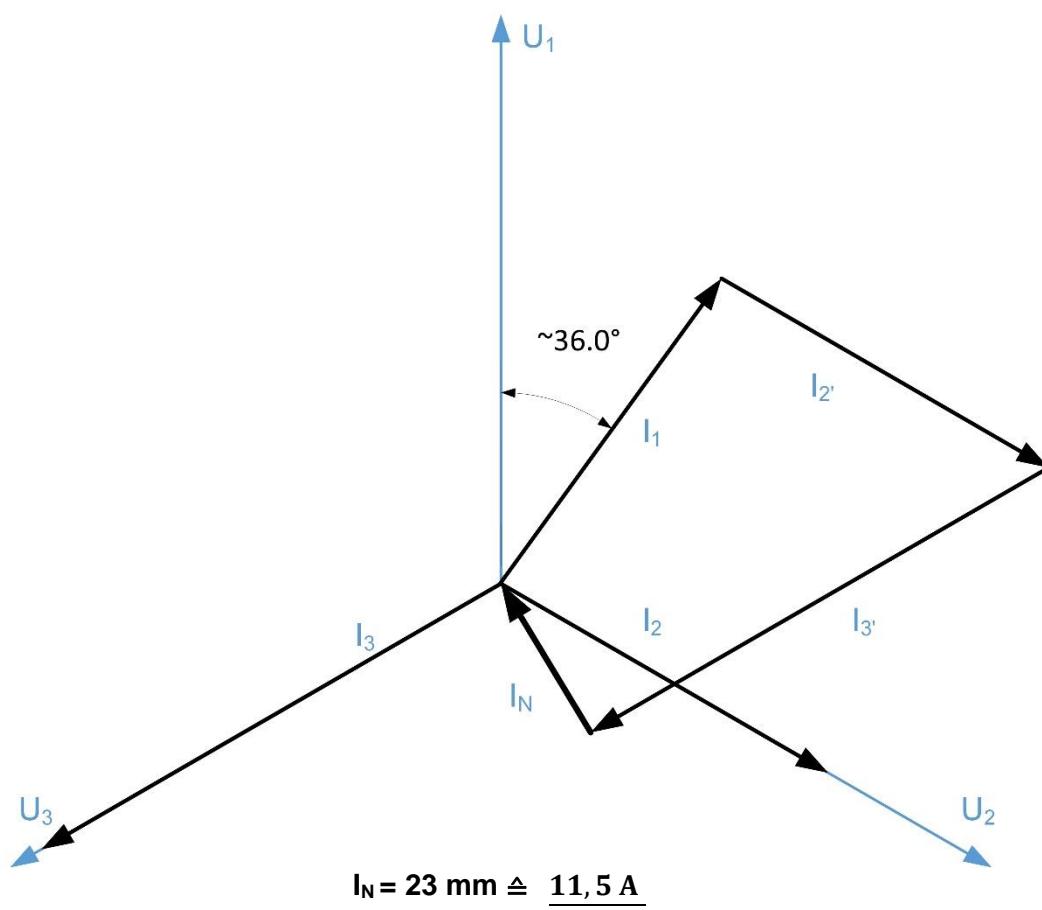
Un système triphasé à quatre fils ($3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$) a une charge déséquilibrée.
Déterminer le courant dans le conducteur neutre I_N .



$$I_1 = 25 \text{ A} \quad I_2 = 25 \text{ A} \quad I_3 = 35 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,81$$

Echelle: $1 \text{ A} \triangleq 2 \text{ mm}$



(réponse juste si compris entre 11 A et 12 A)

(Note pour les experts: 1,5 pt pour la méthode correcte et 1,5 pt pour la bonne solution)

Points
par
page:

24. Machines électriques N° d'objectif d'évaluation 5.3.6b

5

Sur la plaquette signalétique d'un moteur triphasé, on peut lire:
12 kW, 3 x 690 / 400 V, 750 tr/min, 50 Hz, $\cos \varphi = 0,8$, $\eta = 85\%$.

Calculez à partir de ces informations:

a) la puissance électrique active.

1

$$P_{\text{absorbée}} = \frac{P_{\text{utile}}}{\eta} = \frac{12'000 \text{ W}}{0,85} = \underline{\underline{14'118 \text{ W}}} = \underline{\underline{14,12 \text{ kW}}}$$

b) la puissance apparente.

1

$$S = \frac{P_{\text{absorbée}}}{\cos \varphi} = \frac{14'118 \text{ W}}{0,8} = \underline{\underline{17'648 \text{ VA}}} = \underline{\underline{17,65 \text{ kVA}}}$$

c) le courant dans un conducteur d'alimentation du réseau 3 x 400 V.

1

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{17'648 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{25,5 \text{ A}}}$$

d) le nombre de paires de pôles du moteur.

1

$$p = \frac{f \cdot 60 \text{ s}}{n} = \frac{50 \text{ Hz} \cdot 60 \text{ s}}{750 \text{ tr/min}} = \underline{\underline{4 \text{ paires de pôles}}}$$

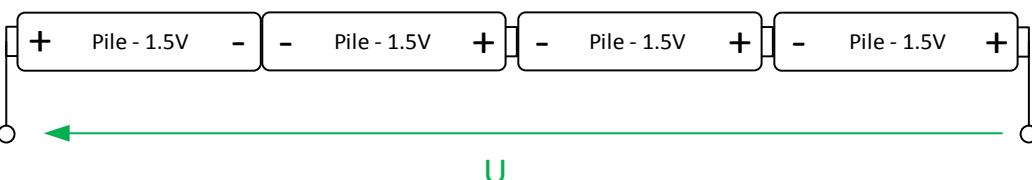
e) Peut-on démarrer le moteur en étoile-triangle sur le réseau 3 x 400 V?

1

OUI

Points
par
page:

Exercices						Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus																																	
3.	5.1.7 Un voltmètre numérique, avec affichage LCD de $3\frac{1}{2}$ digits, une classe de précision 0,5 et une imprécision d'affichage de ± 3 digits, indique une tension de 123 V. Quelles sont les valeurs maximales et minimales de la tension réelle?	Solution: $\Delta U = 0,5 \text{ \% de } 123 \text{ V} = \underline{\underline{0,615 \text{ V}}}$ $\Delta U = \pm 0,6 \text{ V} \pm (3 \cdot 0,1 \text{ V}) = \underline{\underline{\pm 0,9 \text{ V}}}$ $U = 123 \text{ V } \pm 0,9 \text{ V} = \underline{\underline{\text{entre } 122,1 \text{ V et } 123,9 \text{ V}}}$	3																																					
4.	5.1.4 Cochez les bonnes réponses.	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Evénement</th> <th colspan="2">Dispositif à courant différentiel résiduel 30 mA (DDR)</th> <th colspan="2">Disjoncteur 13 A</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Déclenchement</th> <th colspan="2">Déclenchement</th> </tr> <tr> <th>Oui</th> <th>Non</th> <th>Oui</th> <th>Non</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Défaut à la terre entre L et PE</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Défaut d'isolation du conducteur de phase L avec un courant de fuite de 80 mA vers le PE</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Défaut d'isolation du conducteur de neutre N avec un courant de fuite de 10 mA vers le PE</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Défaut d'isolation du conducteur de terre vers le boîtier d'un appareil ayant une double isolation.</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Evénement	Dispositif à courant différentiel résiduel 30 mA (DDR)		Disjoncteur 13 A		Déclenchement		Déclenchement		Oui	Non	Oui	Non	Défaut à la terre entre L et PE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Défaut d'isolation du conducteur de phase L avec un courant de fuite de 80 mA vers le PE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Défaut d'isolation du conducteur de neutre N avec un courant de fuite de 10 mA vers le PE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Défaut d'isolation du conducteur de terre vers le boîtier d'un appareil ayant une double isolation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	1	1	1	1
Evénement	Dispositif à courant différentiel résiduel 30 mA (DDR)			Disjoncteur 13 A																																				
	Déclenchement			Déclenchement																																				
	Oui	Non	Oui	Non																																				
Défaut à la terre entre L et PE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																				
Défaut d'isolation du conducteur de phase L avec un courant de fuite de 80 mA vers le PE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																				
Défaut d'isolation du conducteur de neutre N avec un courant de fuite de 10 mA vers le PE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																				
Défaut d'isolation du conducteur de terre vers le boîtier d'un appareil ayant une double isolation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																				
	Solution:	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Evénement</th> <th colspan="2">Dispositif à courant différentiel résiduel 30 mA (DDR)</th> <th colspan="2">Disjoncteur 13 A</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Déclenchement</th> <th colspan="2">Déclenchement</th> </tr> <tr> <th>Oui</th> <th>Non</th> <th>Oui</th> <th>Non</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Défaut à la terre entre L et PE</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Défaut d'isolation du conducteur de phase L avec un courant de fuite de 80 mA vers le PE</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Défaut d'isolation du conducteur de neutre N avec un courant de fuite de 10 mA vers le PE</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Défaut d'isolation du conducteur de terre vers le boîtier d'un appareil ayant une double isolation.</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Evénement	Dispositif à courant différentiel résiduel 30 mA (DDR)		Disjoncteur 13 A		Déclenchement		Déclenchement		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 du conducteur de phase L avec 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 du conducteur de neutre N avec un courant de fuite de 10 mA vers le PE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Défaut d'isolation du conducteur de terre vers le boîtier d'un appareil ayant une double isolation.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Evénement	Dispositif à courant différentiel résiduel 30 mA (DDR)			Disjoncteur 13 A																																				
	Déclenchement			Déclenchement																																				
	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 du conducteur de phase L avec 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 du conducteur de neutre N avec un courant de fuite de 10 mA vers le PE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																				
Défaut d'isolation du conducteur de terre vers le boîtier d'un appareil ayant une double isolation.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																				

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
5.	<p>5.1.6</p> <p>Un transformateur monophasé consomme à vide un courant de 3 A sous 400 V. Sur le compteur placé avant le transformateur, on peut lire: 600 impulsions = 1kWh.</p> <p>En 90 secondes, le compteur génère 3 impulsions.</p> <p>Calculez:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la puissance active b) la puissance apparente c) le facteur de puissance <p>Solution:</p> <p>a) $P = \frac{3600 \cdot n}{c \cdot t} = \frac{3600 \frac{s}{h} \cdot 3}{600 \frac{1}{kWh} \cdot 90 s} = \underline{\underline{0,2 \text{ kW}}}$</p> <p>b) $S = U \cdot I = 400 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = \underline{\underline{1200 \text{ VA}}}$</p> <p>c) $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{200 \text{ W}}{1200 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,17}}$</p>	3	
6.	<p>5.1.9</p> <p>Que signifie l'abréviation CEM?</p> <p>Solution:</p> <p>Compatibilité électromagnétique</p>	1	
7.	<p>5.2.6</p> <p>Quelle est la valeur de tension totale U?</p>  <p>Solution:</p> <p>3 V</p>	1	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
10.	<p>5.3.3 Une résistance de 100Ω est raccordée à une tension alternative de 230 V / 50 Hz.</p> <p>Que vaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la valeur de la tension efficace? b) la valeur de la tension de crête? c) la valeur du courant efficace? d) la valeur du courant de crête? e) la durée d'une période? f) la pulsation (vitesse angulaire)? 	3	

Solution:

a) $\mathbf{U} = \underline{\underline{230 \text{ V}}}$

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

c) $\mathbf{I} = \frac{\mathbf{U}}{\mathbf{R}} = \frac{230 \text{ V}}{100 \Omega} = \underline{\underline{2,3 \text{ A}}}$

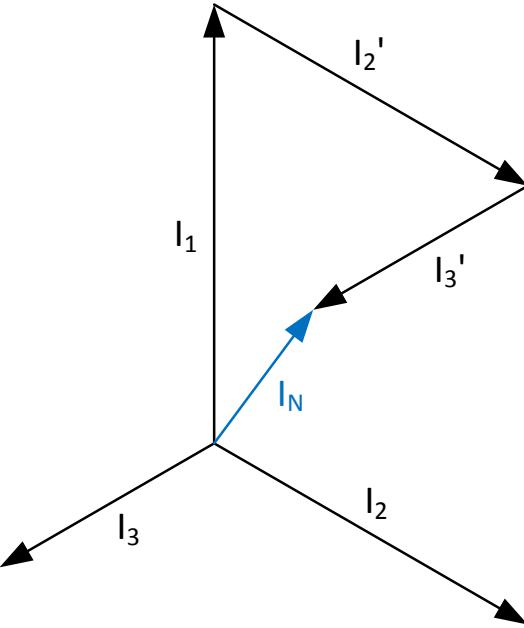
d) $\hat{\mathbf{i}} = \sqrt{2} \cdot \mathbf{I} = \sqrt{2} \cdot 2,3 \text{ A} = \underline{\underline{3,25 \text{ A}}}$

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

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

Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
5.3.3			
11.	Un moteur monophasé d'une puissance nominale de 370 W, consomme à charge nominale un courant de 3,75 A. La tension du réseau est de 228 V et le rendement du moteur 71 %.	4	
	Calculez:		
a)	la puissance électrique absorbée	1	
b)	la puissance apparente	1	
c)	le facteur de puissance	1	
d)	la puissance réactive	1	
	Solution:		
a)	$P_{\text{abs.}} = \frac{P_{\text{utile}}}{\eta} = \frac{370 \text{ W}}{0,71} = \underline{\underline{521 \text{ W}}}$		
b)	$S = U \cdot I = 228 \text{ V} \cdot 3,75 \text{ A} = \underline{\underline{855 \text{ VA}}}$		
c)	$\cos \varphi = \frac{P_{\text{abs.}}}{S} = \frac{521 \text{ W}}{855 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,61}}$		
d)	$Q = \sqrt{(S)^2 - (P_{\text{abs.}})^2} = \sqrt{(855 \text{ VA})^2 - (521 \text{ W})^2} = \underline{\underline{677,5 \text{ var}}}$		
	ou		
	$Q = S \cdot \sin \varphi = 855 \text{ VA} \cdot 0,79 = \underline{\underline{677,5 \text{ var}}}$		
	ou		
	$Q = P_{\text{abs.}} \cdot \tan \varphi = 521 \text{ W} \cdot 1,299 = \underline{\underline{676,8 \text{ var}}}$		

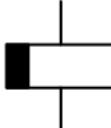
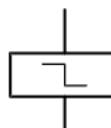
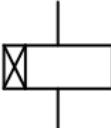
Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
15.	5.3.4 Calculez: a) le courant I_2 b) la tension U_2 c) la puissance totale P_{tot} (Charge symétrique)	3 1 1 1	
	Solution:		
	a) $I_2 = \frac{I_1}{\sqrt{3}} = \frac{10 \text{ A}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{5,78 \text{ A}}}$		
	b) $U_2 = \sqrt{3} \cdot U_1 = \sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} = \underline{\underline{398,4 \text{ V}}} \quad (400 \text{ V aussi OK})$		
	c) $P = U_2 \cdot I_1 \cdot \sqrt{3} = 398,4 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{6900 \text{ W}}}$		
16.	5.3.4 a) Calculez les courants dans les conducteurs de phase L_1, L_2 .	2	
	Solution:		
	Courant dans le conducteur de phase L_1 : $I_1 = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{50 \Omega} = \underline{\underline{4,6 \text{ A}}}$	1	
	Courant dans le conducteur de phase L_2 : $I_2 = \frac{P}{U} = \frac{880 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{3,8 \text{ A}}}$	1	

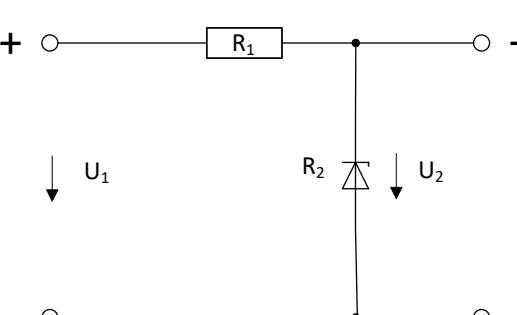
Exercices		Nombre de points maximal obtenu	
16.	b) Déterminez graphiquement le courant dans le conducteur de neutre 1 A = 10 mm	2	
	Solution:  $I_N = 1,8 \text{ A}$ (Les réponses correctes vont de 1,6 A à 2 A)	1	1

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus												
19.	<p>5.2.8</p> <p>Sur un transformateur de puissance triphasé, on trouve les informations suivantes:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Puissance nominale</td><td>250 kVA</td></tr> <tr> <td>Fréquence</td><td>50 Hz</td></tr> <tr> <td>Tension nominale</td><td>20'000 / 400 V</td></tr> <tr> <td>Courant nominal</td><td>7,2 / 361 A</td></tr> <tr> <td>Groupe de commutation</td><td>Yz5</td></tr> <tr> <td>Tension de court-circuit</td><td>4,0 %</td></tr> </table>	Puissance nominale	250 kVA	Fréquence	50 Hz	Tension nominale	20'000 / 400 V	Courant nominal	7,2 / 361 A	Groupe de commutation	Yz5	Tension de court-circuit	4,0 %	3	
Puissance nominale	250 kVA														
Fréquence	50 Hz														
Tension nominale	20'000 / 400 V														
Courant nominal	7,2 / 361 A														
Groupe de commutation	Yz5														
Tension de court-circuit	4,0 %														
	<p>Calculez la valeur du courant de court-circuit, au secondaire de ce transformateur.</p> <p>Solution: (choisir les bonnes valeurs de la plaquette signalétique)</p> <p>Courant nominal $I_{2N} = 361 \text{ A}$;</p> <p>Tension de court-circuit $u_k = 4 \%$</p> $I_k = \frac{100 \% \cdot I_{2n}}{u_k} = \frac{100 \% \cdot 361 \text{ A}}{4 \%} = \underline{\underline{9,025 \text{ kA}}}$	1													
20.	<p>3.5.8</p> <p>Un bureau d'une surface de 24 m² est éclairé avec des lampes FL. Chaque lampe a une efficacité lumineuse de 60 lm/W. La puissance totale installée est de 900 W. Déterminer l'éclairage de ce bureau, en tenant compte d'un rendement de l'éclairage de 40 %.</p> <p>(Un facteur de planification (facteur de maintenance) de 1,25 est déjà inclus dans le rendement de l'éclairage.)</p> $\Phi = \eta_L \cdot P = \frac{60 \text{ lm} \cdot 900 \text{ W}}{W} = \underline{\underline{54000 \text{ lm}}}$ $\Phi_N = \Phi \cdot \eta_B = 54000 \text{ lm} \cdot 0,4 = \underline{\underline{21600 \text{ lm}}}$ $E = \frac{\Phi_N}{A} = \frac{21600 \text{ lm}}{24 \text{ m}^2} = \underline{\underline{900 \text{ lx}}}$	2													

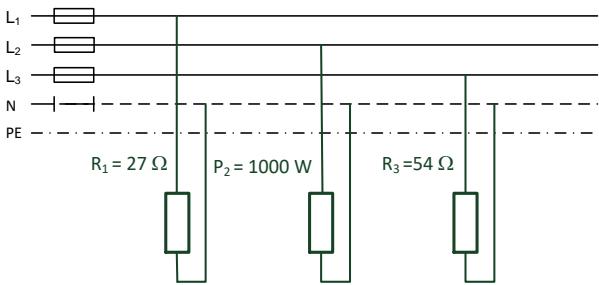
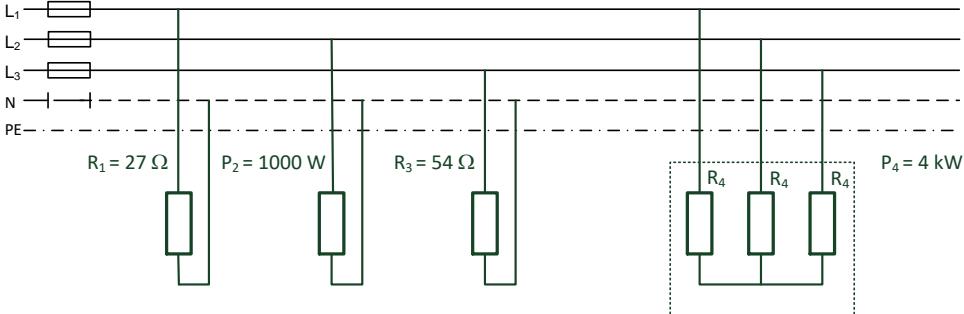
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
21.	<p>5.3.9 Un moteur triphasé est raccordé au réseau 3 x 400 / 230 V. Sur sa plaquette signalétique, on peut lire:</p>	3	
	Calculez:		
a)	la puissance active absorbée	1	
b)	la puissance des condensateurs pour améliorer le $\cos \varphi$ à 0,95	1	
c)	le courant consommé avec la batterie de compensation	1	
Solution:			
a) $P_{\text{abs}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 10,7 \text{ A} \cdot 0,88 = \underline{\underline{6,52 \text{ kW}}}$			
$\cos \varphi_1 = 0,88 \Rightarrow \varphi_1 = 28,36^\circ \Rightarrow \tan \varphi_1 = 0,54$			
$\cos \varphi_2 = 0,95 \Rightarrow \varphi_2 = 18,19^\circ \Rightarrow \tan \varphi_2 = 0,33$			
b) $Q_c = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 6,52 \text{ kW} \cdot (0,54 - 0,33) = \underline{\underline{1,369 \text{ kvar}}}$			
c) $S_2 = \frac{P_{\text{zu}}}{\cos \varphi_2} = \frac{6520 \text{ W}}{0,95} = \underline{\underline{6863 \text{ VA}}}$			
$I_2 = \frac{S_2}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{6863 \text{ VA}}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3}} = \underline{\underline{9,9 \text{ A}}}$			
	Total	52	

Exercices			Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
1.	<p>5.1.7 Pourquoi le secondaire d'un transformateur moyenne tension / basse tension 3 x 400 V est couplé en étoile ? (une réponse)</p> <p>- 2 tensions possibles 230 V et 400 V - Connexion du conducteur PEN</p>		1	
2.	<p>5.1.3 Citez deux avantages des matériaux d'installation fabriqués sans halogène.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les matériaux d'installation sans halogène ne dégagent pas de gaz toxiques et corrosifs en cas d'incendie. - Le développement de fumée est beaucoup plus faible en cas d'incendie. - Augmentation de la sécurité pour les personnes surprises par un incendie. - Intervention simplifiée pour les pompiers. - Diminution des dégâts. - Elimination des câbles respectueuse de l'environnement. 	2	(chacun 1)	
3.	<p>5.1.6 Sur la plaquette signalétique d'un transformateur, on trouve les informations suivantes : Tension au primaire = 230 V, tension au secondaire = 12 V, $\eta = 90\%$, $\cos \varphi = 0,88$ Le transformateur est chargé avec 280 W (purement ohmique).</p> <p>Calculez :</p> <p>a) le courant côté secondaire.</p> $I_s = \frac{P_s}{U_s} = \frac{280 \text{ W}}{12 \text{ V}} = \underline{\underline{23,3 \text{ A}}}$ <p>b) le courant dans la ligne d'alimentation du transformateur.</p> $I_p = \frac{P_s}{U_p \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{280 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,88 \cdot 0,9} = \underline{\underline{1,54 \text{ A}}}$	3	1	2

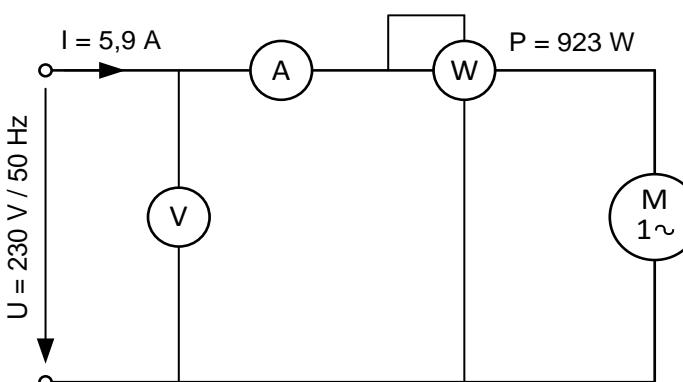
Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
4.	5.2.9 Comment nomme-t-on les symboles de relais suivants ?	3	
a)		1	
b)		1	
c)		1	
5.	5.2.1 Calculez l'efficacité lumineuse de l'ampoule fluo compact (ampoule économique). Caractéristiques nominales : - Puissance nominale : 11 W - Tension nominale : 230 V - Flux lumineux : 1200 lm - Durée de vie : 10'000 h - Température de couleur : 4000 K	2	
	$K = \frac{\Phi}{P} = \frac{1200 \text{ lm}}{11 \text{ W}} = \underline{\underline{109,1 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$		

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
6.	<p>5.3.4</p> <p>Sur un réseau triphasé $3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$, on relie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un chauffe-eau triphasé $U = 3 \times 400 \text{ V}, 12 \text{ A}$ - l'éclairage d'une halle $U = 230 \text{ V}$ réparti sur les trois phases : <p>$I_{L1} = 8,2 \text{ A}, \cos \varphi_1 = 0,7 ; I_{L2} = 7,6 \text{ A}, \cos \varphi_2 = 0,85$ $I_{L3} = 9,4 \text{ A}, \cos \varphi_3 = 0,9$</p> <p>Calculez :</p> <p>a) la puissance du chauffe-eau.</p>	4	
	$P_{\text{chauffe-eau.}} = U \cdot I \cdot \sqrt{3} = 400 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{8314 \text{ W}}}$	1	
	<p>b) la puissance active totale de l'éclairage.</p> $P_{L1} = U_{\text{Réseau}} \cdot I_{L1} \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 8,2 \text{ A} \cdot 0,7 = \underline{\underline{1320,2 \text{ W}}}$	2	(0,5)
	$P_{L2} = U_{\text{Réseau}} \cdot I_{L2} \cdot \cos \varphi_2 = 230 \text{ V} \cdot 7,6 \text{ A} \cdot 0,85 = \underline{\underline{1485,8 \text{ W}}}$		(0,5)
	$P_{L3} = U_{\text{Réseau}} \cdot I_{L3} \cdot \cos \varphi_3 = 230 \text{ V} \cdot 9,4 \text{ A} \cdot 0,9 = \underline{\underline{1945,8 \text{ W}}}$		(0,5)
	$P_{\text{tot/éclairage}} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3} = 1320,2 \text{ W} + 1485,8 \text{ W} + 1945,8 \text{ W}$ $= \underline{\underline{4751,5 \text{ W}}}$		(0,5)
	<p>c) la puissance active totale de tous les récepteurs.</p> $P_{\text{Tot}} = P_{\text{chauffe-eau}} + P_{\text{Eclairage}} = 8314 \text{ W} + 4751,5 \text{ W} = \underline{\underline{13065,5 \text{ W}}}$	1	
7.	<p>5.2.9</p> <p>Quelle est la tension U_2, sachant que $R_1 = 100 \Omega$ et que R_2 est une diode Zener de $7,2 \text{ V}$?</p>  <p>a) $U_1 = 6 \text{ V}$</p> $U_2 = \underline{\underline{6 \text{ V}}}$ <p>b) $U_1 = 9 \text{ V}$</p> $U_2 = \underline{\underline{7,2 \text{ V}}}$	2	
	<p>a) $U_1 = 6 \text{ V}$</p> $U_2 = \underline{\underline{6 \text{ V}}}$	1	
	<p>b) $U_1 = 9 \text{ V}$</p> $U_2 = \underline{\underline{7,2 \text{ V}}}$	1	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
8.	<p>5.1.4</p> <p>Réglage d'un relais thermique pour la protection de moteur. Sur la plaquette signalétique du moteur, on trouve les informations suivantes : $P = 6500 \text{ W}$, $\cos \varphi = 0,87$, $\eta = 0,82$, $U = 3 \times 400 \text{ V}$, raccordement en étoile.</p> <p>A quel courant doit-on régler le relais thermique pour protéger le moteur des surcharges ?</p> <p>Règle professionnelle : $2 \times \text{la puissance utile} = \text{au courant de ligne.}$</p> <p>$I = 2 \cdot 6,5 \text{ kW} \Rightarrow \underline{\underline{13 \text{ A}}}$</p> <p>ou</p> $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{6500 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,87 \cdot 0,82} = \underline{\underline{13,15 \text{ A}}}$	2	
9.	<p>5.3.1</p> <p>Une lampe de contrôle $230 \text{ V} / 5 \text{ W} / 50 \text{ Hz}$ est raccordée en série avec un condensateur, sur le réseau $400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$.</p> <p>Calculez :</p> <p>a) l'intensité du courant dans ce circuit série.</p> $I = \frac{P}{U} = \frac{5 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{21,74 \text{ mA}}}$ <p>b) la tension aux bornes du condensateur.</p> $U_{bc} = \sqrt{U^2 - U_w^2} = \sqrt{(400 \text{ V})^2 - (230 \text{ V})^2} = \underline{\underline{327,3 \text{ V}}}$ <p>c) la capacité du condensateur. (réponse donnée en nF)</p> $X_c = \frac{U_{bc}}{I} = \frac{327,3 \text{ V}}{21,74 \text{ mA}} = \underline{\underline{15,05 \text{ k}\Omega}}$ $C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 15,05 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{212 \text{ nF}}}$	4	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>(1)</p> <p>(1)</p>

Exercices				Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus								
14.	5.3.4 Consommateurs sur un réseau triphasé 3 x 400 V / 50 Hz a) Calculez les courants de ligne (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}). Tous les consommateurs ont une charge purement résistive.			2									
				1,5									
	a) $I_{L1} = \frac{U}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{27 \Omega} = \underline{\underline{8,52 \text{ A}}}$			(0,5)									
	$I_{L2} = \frac{P_2}{U} = \frac{1000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{4,35 \text{ A}}}$			(0,5)									
	$I_{L3} = \frac{U}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$			(0,5)									
	b) Que devient le courant du neutre, si l'on ajoute un récepteur équilibré couplé en étoile de 4kW ?			0,5									
													
	Cochez l'affirmation correcte.												
	<table border="1" data-bbox="262 1731 1303 1859"> <thead> <tr> <th>Affirmation</th> <th>Reste le même</th> <th>Augmente</th> <th>Diminue</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Le courant dans le conducteur de neutre</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Affirmation	Reste le même	Augmente	Diminue	Le courant dans le conducteur de neutre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Affirmation	Reste le même	Augmente	Diminue										
Le courant dans le conducteur de neutre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

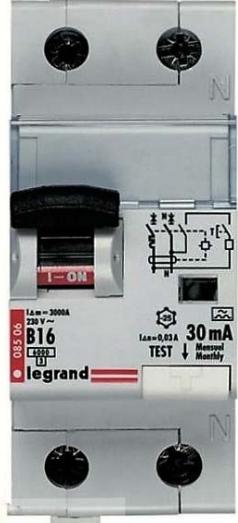
Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
15.	5.3.4 Quel est la valeur du courant dans le conducteur de neutre, lorsque $I_{L1} = 4,6 \text{ A}$, $I_{L2} = 3,8 \text{ A}$ et $I_{L3} = 2,6 \text{ A}$? (solution graphique) 3 x 400 V / 50 Hz		
	<p>L₁</p> <p>L₂</p> <p>L₃</p> <p>N</p> <p>PE</p> <p>$I_{L1} = 4,6 \text{ A}$</p> <p>$I_{L2} = 3,8 \text{ A}$</p> <p>$I_{L3} = 2,6 \text{ A}$</p> <p>1 A = 10 mm</p> <p>Solution :</p> <p>$I_N = 1,7 \text{ A}$ (Correcte de 1,5 A à 1,9 A)</p> <p>(2)</p>	2	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
16.	<p>5.3.2 Vous avez mesuré les valeurs suivantes avec les différents appareils de mesure pour un moteur à courant alternatif monophasé.</p>  <p>Calculez :</p> <p>a) la puissance apparente S.</p> $S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 5,9 \text{ A} = \underline{\underline{1357 \text{ VA}}}$ <p>b) le $\cos \varphi$.</p> $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{923 \text{ W}}{1357 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,68}}$ <p>c) la puissance réactive Q.</p> $Q = \sqrt{(S)^2 - (P)^2} = \sqrt{(1357 \text{ VA})^2 - (923 \text{ W})^2} = \underline{\underline{994,7 \text{ var}}}$ <p>d) le courant I lorsque le $\cos \varphi$ passe à 0,9.</p> $I_{\text{comp.}} = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi_c} = \frac{923 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,9} = \underline{\underline{4,46 \text{ A}}}$ <p>e) la capacité du condensateur, raccordé en parallèle avec le moteur, afin d'améliorer le $\cos \varphi$ à 0,9. (Capacité du condensateur en μF)</p> $Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 923 \text{ W} \cdot (1,078 - 0,484) = \underline{\underline{548,2 \text{ var}}} \quad (0,5)$ $X_c = \frac{(U)^2}{Q_c} = \frac{(230 \text{ V})^2}{548,2 \text{ var}} = \underline{\underline{96,5 \Omega}}$ $C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 96,5 \Omega} = \underline{\underline{33 \mu\text{F}}} \quad (0,5)$	5	

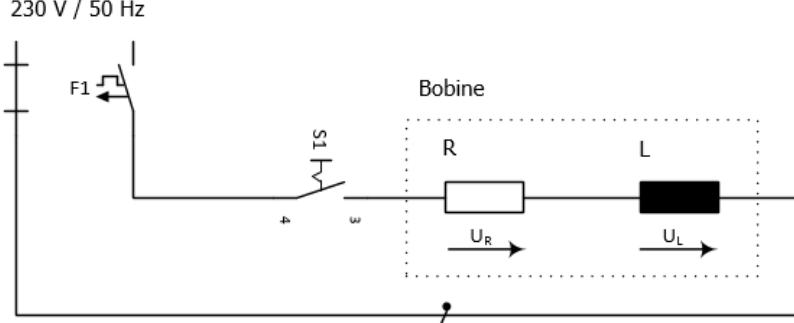
Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
17.	<p>5.4.4</p> <p>Une ligne triphasée $3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ en cuivre de section $A = 10 \text{ mm}^2$ alimente un chauffage triphasé équilibré $3 \times 400\text{V}$. La ligne a une longueur de 50 m et elle est parcourue par un courant $I = 35 \text{ A}$.</p> <p>$(\rho_{\text{Cu}} = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}})$</p> <p>Calculez :</p> <p>a) la chute de tension en ligne exprimée en volt.</p> $\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \rho}{A} = \frac{\sqrt{3} \cdot 35 \text{ A} \cdot 50 \text{ m} \cdot 0,0175 \Omega \text{ mm}^2}{\text{m} \cdot 10 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{5,3 \text{ V}}}$ <p>b) la chute de tension en ligne, exprimée en pourcent.</p> $\Delta U = \frac{\Delta U \cdot 100 \%}{U} = \frac{5,3 \text{ V} \cdot 100 \%}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{1,33 \%}}$ <p>c) la puissance perdue en watts.</p> $P_V = \frac{3 \cdot I^2 \cdot l \cdot \rho}{A} = \frac{3 \cdot (35 \text{ A})^2 \cdot 50 \text{ m} \cdot 0,0175 \Omega \text{ mm}^2}{\text{m} \cdot 10 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{321,6 \text{ W}}}$ <p>ou</p> $P_V = 3 \cdot I^2 \cdot R_l = 3 \cdot (35)^2 \cdot 0,0875 \Omega = \underline{\underline{321,6 \text{ W}}}$ $R_{\text{Ltg.}} = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 50 \text{ m}}{\text{m} \cdot 10 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{0,0875 \Omega}}$	3	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
18.	<p>5.4.4 Une installation se compose d'un moteur triphasé et d'un chauffage résistif. L'installation est compensée selon le schéma suivant.</p> <p>C₁, C₂, C₃: Trois condensateurs de chacun 1 kvar connectés en triangle, M: Moteur alternatif U = 3 x 400 V, I = 12 A, cos φ = 0,86 E: Chauffage résistif P = 3 kW Quel est le facteur de puissance de l'ensemble du circuit ?</p> <p>$P_{\text{Tot.}} = P_M + P_R = 7150 \text{ W} + 3000 \text{ W} = \underline{10150 \text{ W}}$ (0,5)</p> <p>$P_M = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi_M = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} \cdot 0,86 = \underline{7150 \text{ W}}$ (0,5)</p> <p>$P_R = 3000 \text{ W}$</p> <p>$Q_{\text{Tot.}} = Q_M - Q_C = 4240 \text{ var} - 3000 \text{ var} = \underline{1240 \text{ var}}$ (0,5)</p> <p>$Q_M = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\phi_M = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} \cdot 0,51 = \underline{4240 \text{ var}}$ (0,5)</p> <p>$\cos\phi_M = 0,86 \Rightarrow \phi_M = 30,68^\circ \Rightarrow \sin\phi_M = 0,51$</p> <p>$Q_C = 3 \cdot Q_1 = 3 \cdot 1000 \text{ var} = \underline{3000 \text{ var}}$</p> <p>$\tan\phi = \frac{Q_{\text{Tot.}}}{P_{\text{Tot.}}} = \frac{1240 \text{ var}}{10150 \text{ W}} = \underline{0,122}$</p> <p>$\tan\phi_{\text{Tot.}} = 0,122 \Rightarrow \phi_{\text{Tot.}} = 6,956^\circ \Rightarrow \cos\phi_{\text{Tot.}} = \underline{0,993}$ (1)</p>	3	

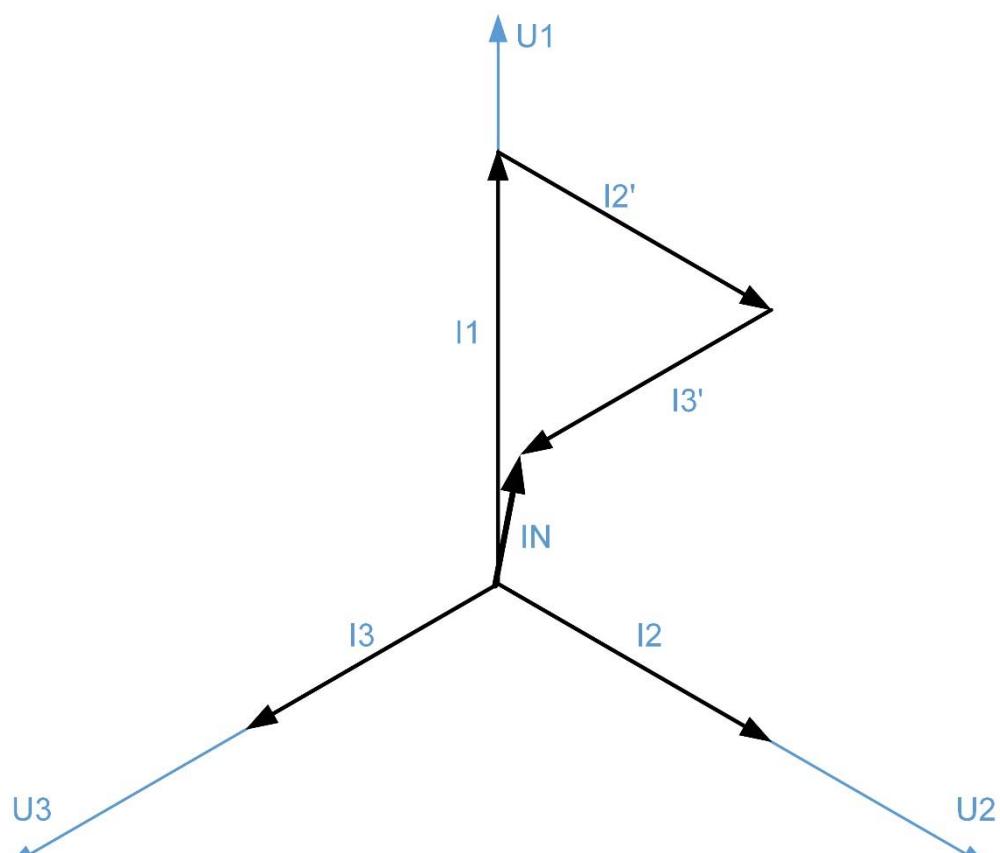
Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
19.	<p>5.2.9</p> <p>Un bureau en open space doit être équipé d'une lampe parabolique à LED de 32 W. L'éclairage doit être de 400 lux</p> <p>Dimension du bureau : Longueur 15 m, Largeur 7 m, Hauteur 3 m Rendement lumineux du local : 0,7</p> <p>Luminaire encastré : Longueur 1,198 m, Largeur 0,151 m Type : Tulux Nr. 28XM8M 32 W, 3279 lm, LED PRIM</p> <p>Rendement du luminaire : $\eta_L = 95\%$</p> <p>Calculez :</p> <p>a) le nombre de luminaires nécessaire en tenant compte d'un facteur de vieillissement (encrassement) de 0,8.</p> $n = \frac{Em \cdot A}{\Phi_L \cdot \eta_R \cdot \eta_L \cdot WF} = \frac{400 \text{ lx} \cdot 7 \text{ m} \cdot 15 \text{ m}}{3279 \text{ lm} \cdot 0,70 \cdot 0,95 \cdot 0,8} = \underline{\underline{24 \text{ Luminaires}}}$ <p>b) la puissance par mètre carré du local.</p> $P \text{ par } m^2 = \frac{P_L \cdot n}{A} = \frac{32 \text{ W} \cdot 24}{7 \text{ m} \cdot 15 \text{ m}} = \underline{\underline{7,31 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}}$	3	
	Total	49	

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
4.	<p>5.1.5b Organe de protection a) Comment appelle-t-on cet organe de protection ?</p>  <p>FI / LS ou (Disjoncteur FI / LS)</p> <p>b) Que signifie l'indication B16 indiquée sur cet organe de protection ?</p> <p>B = Courbe de coupure (de déclenchement de l'effet magnétique)</p> <p>16 = Courant nominal en ampères</p>	2 1	
5.	<p>5.3.4 Un chauffe-eau triphasé équilibré a une puissance nominale de 3 kW. Les trois corps de chauffe sont connectés en triangle sous 3 x 400 V. Calculez :</p> <p>a) le courant de ligne consommé par ce chauffe-eau.</p> $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{3000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{4,33 \text{ A}}}$ <p>b) le courant traversant un corps de chauffe.</p> $I_{Ph} = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{4,33 \text{ A}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{2,5 \text{ A}}}$ <p>c) la résistance d'un corps de chauffe.</p> $R_{Ph} = \frac{U}{I_{Ph}} = \frac{400 \text{ V}}{2,5 \text{ A}} = \underline{\underline{160 \Omega}}$	3 1 1 1	

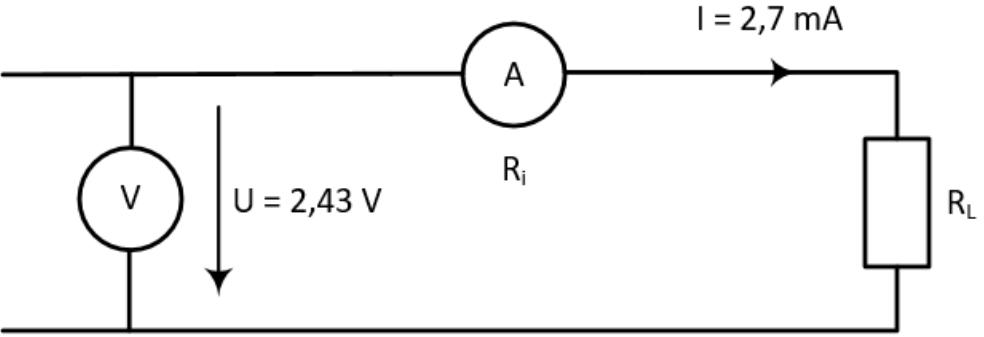
Exercices		Nombre de points maximal	obtenus
6.	5.3.2 Un moteur à courant alternatif est chargé à sa puissance nominale de 1100 W. Les valeurs mesurées sont indiquées sur le schéma.		
	<p style="text-align: right;">4</p> <p>Calculez :</p> <p>a) le rendement du moteur.</p> $\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{1100 \text{ W}}{1480 \text{ W}} = \underline{\underline{0,74}} = \underline{\underline{74 \%}}$ <p>b) la puissance apparente du moteur.</p> $S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} = \underline{\underline{2001 \text{ VA}}}$ <p>c) le facteur de puissance $\cos \varphi$.</p> $\cos \varphi = \frac{P_{\text{absorbée}}}{S} = \frac{1480 \text{ W}}{2001 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,74}}$ <p>d) la puissance réactive du moteur.</p> $Q = \sqrt{(S)^2 - (P_{\text{absorbée}})^2} = \sqrt{(2001 \text{ VA})^2 - (1480 \text{ W})^2} = \underline{\underline{1347 \text{ var}}}$ <p>ou</p> $Q = S \cdot \sin \varphi = 2001 \text{ VA} \cdot 0,6726 = \underline{\underline{1347 \text{ var}}}$ <p>ou</p> $Q = P_{\text{absorbée}} \cdot \tan \varphi = 1480 \text{ W} \cdot 0,9089 = \underline{\underline{1347 \text{ var}}}$	1	1

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
7.	<p>5.3.1 Une bobine est connectée sous 230 V / 50 Hz. La composante ohmique de la bobine est de 75 Ω, son inductance vaut 150 mH.</p>  <p>Calculez :</p> <p>a) la réactance d'induction.</p> $X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,15 \text{ H} = \underline{\underline{47,1 \Omega}}$ <p>b) l'impédance.</p> $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(75 \Omega)^2 + (47,1 \Omega)^2} = \underline{\underline{88,6 \Omega}}$ <p>c) le courant consommé.</p> $I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{88,6 \Omega} = \underline{\underline{2,6 \text{ A}}}$ <p>d) la tension U_R.</p> $U_R = I \cdot R = 2,6 \text{ A} \cdot 75 \Omega = \underline{\underline{195 \text{ V}}}$ <p>e) le facteur de puissance $\cos \varphi$.</p> $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{75 \Omega}{88,6 \Omega} = \underline{\underline{0,846}} \quad \text{ou} \quad \cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{194,7 \text{ V}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{0,846}}$	5	
8.	<p>5.5.2 Nommez quatre éléments différents rencontrés dans un système KNX.</p> <p>Alimentation Bus Capteur Actionneur Participants Répéteurs Dorsale Coupleur de ligne ou de zone</p> <p>(Note pour les experts : 0,5 point par bonne réponse)</p>	2 chacun 0,5	

Exercices		Nombre de points maximal obtenu														
11.	<p>5.2.1</p> <p>Le graphique montre le prix d'achat et les coûts énergétiques sur 10 ans de deux congélateurs différents.</p> <p>Appareil 1 : Label énergétique A⁺</p> <p>Appareil 2 : Label énergétique A ⁺⁺⁺</p> <p>Pour les 2 appareils, on considère que leur durée de vie est de 10 ans.</p> <table border="1"> <caption>Data from the stacked bar chart</caption> <thead> <tr> <th>Appareil</th> <th>Prix d'achat CHF</th> <th>Prix de l'énergie CHF</th> <th>Total Cost CHF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Appareil 1</td> <td>~950</td> <td>~1200</td> <td>~2150</td> </tr> <tr> <td>Appareil 2</td> <td>~1350</td> <td>~600</td> <td>~1950</td> </tr> </tbody> </table> <p>a) Quel appareil recommanderiez-vous à un client ?</p> <p>- Appareil 2</p> <p>b) Justifiez votre réponse.</p> <p>Pour l'appareil 1, les coûts totaux sont plus élevés après 10 ans malgré le prix d'achat inférieur.</p> <p>ou</p> <p>Pour l'appareil 2, le prix d'achat plus élevé est compensé par la réduction de la consommation d'énergie.</p>	Appareil	Prix d'achat CHF	Prix de l'énergie CHF	Total Cost CHF	Appareil 1	~950	~1200	~2150	Appareil 2	~1350	~600	~1950	2	1	1
Appareil	Prix d'achat CHF	Prix de l'énergie CHF	Total Cost CHF													
Appareil 1	~950	~1200	~2150													
Appareil 2	~1350	~600	~1950													
12.	<p>5.3.4</p> <p>Un couplage en étoile est composé de trois résistances ayant les valeurs suivantes $R_1 = 40 \Omega$, $R_2 = 55 \Omega$ et $R_3 = 60 \Omega$. Il est relié au réseau $3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$.</p> <p>a) Calculez le courant dans chacune des résistances.</p> $I_1 = \frac{U_{R1}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{40 \Omega} = \underline{\underline{5,75 \text{ A}}}$ $I_2 = \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{230 \text{ V}}{55 \Omega} = \underline{\underline{4,18 \text{ A}}}$ $I_3 = \frac{U_{R3}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{60 \Omega} = \underline{\underline{3,83 \text{ A}}}$	3	1,5 (0,5) (0,5) (0,5)													

Exercices		Nombre de points maximal obtenus	
		1,5	
	<p>b) Dessinez graphiquement le courant dans le conducteur de neutre I_N à partir des valeurs de la page 7.</p> <p>(Échelle : 1 cm correspond à 1 A)</p>  <p>$I_N = \underline{1,77 \text{ A}}$</p> <p>(Correct de 1,6 A à 1,94 A)</p> <p>(Note pour les experts : un point pour la construction correcte et un demi-point pour la valeur numérique correcte de I_N (Propreté insuffisante – 0,5 P)</p>		

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
17.	<p>5.3.1;5.3.2</p> <p>Un mât d'éclairage porte 2 projecteurs (230 V) ayant chacun une puissance de 500 W. Dans le câble d'alimentation, d'une longueur de 145 m, la chute de tension ne doit pas dépasser 3 %.</p> $\rho = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ <p>a) Calculez la section nécessaire pour les conducteurs.</p> $\Delta U = \frac{\Delta u \cdot U}{100 \%} = \frac{3 \% \cdot 230 \text{ V}}{100 \%} = \underline{\underline{6,9 \text{ V}}}$ $I = \frac{P_{\text{Tot}}}{U} = \frac{2 \cdot 500 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{4,348 \text{ A}}}$ $R_L = \frac{\Delta U}{I} = \frac{6,9 \text{ V}}{4,348 \text{ A}} = \underline{\underline{1,587 \Omega}}$ $A = \frac{\rho \cdot \ell \cdot 2}{R_L} = \frac{0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 145 \text{ m} \cdot 2}{1,587 \Omega} = \underline{\underline{\underline{3,2 \text{ mm}^2}}}$ <p>b) Quelle section normalisée devez-vous utiliser ?</p> <p>4 mm²</p>	4	
18.	<p>5.2.8</p> <p>Un transformateur de soudure a une tension nominale de 230 V et un courant nominal de 95 A.</p> <p>Lors d'une soudure, arc allumé, il s'écoule un courant de 130 A.</p> <p>Calculez :</p> <p>a) La tension lors du court-circuit, exprimée en pourcent.</p> $u_{K\%} = \frac{100 \% \cdot I_N}{I_{kd}} = \frac{100 \% \cdot 95 \text{ A}}{130 \text{ A}} = \underline{\underline{\underline{73,1 \%}}}$ <p>b) La tension lors du court-circuit en volts.</p> $U_k = \frac{u_k \cdot U_N}{100 \%} = \frac{73,1 \% \cdot 230 \text{ V}}{100 \%} = \underline{\underline{\underline{168 \text{ V}}}}$	2	

Exercices		Nombre de points maximal	Nombre de points obtenus
19.	<p>5.3.5 Calculez la résistance de charge R_L en tenant compte des caractéristiques de l'ampèremètre.</p> <p>Caractéristiques de l'ampèremètre</p> $I_{\text{max}} = 3 \text{ mA}$ $U_{\text{max}} = 360 \text{ mV}$ 	4	

$$R_i = \frac{U_{\text{max A-m}}}{I_{\text{max A-m}}} = \frac{360 \text{ mV}}{3 \text{ mA}} = \underline{\underline{120 \Omega}} \quad (1)$$

$$U_{A-m} = I \cdot R_i = 2,7 \text{ mA} \cdot 120 \Omega = \underline{\underline{0,324 \text{ V}}} \quad (1)$$

$$U_{RL} = U - U_{A-m} = 2,43 \text{ V} - \underline{\underline{0,324 \text{ V}}} = \underline{\underline{2,106 \text{ V}}} \quad (1)$$

$$R_L = \frac{u_{RL}}{I} = \frac{2,106 \text{ V}}{2,7 \text{ mA}} = \underline{\underline{780 \Omega}} \quad (1)$$

Exercices		Nombre de points maximal obtenus														
20.	5.2.5 Démarrage d'un moteur triphasé en étoile-triangle.	4														
	<p>Küffer Elektro Technik AG</p> <table border="1"> <tr><td>Type: T3A 132S-4</td><td>Nr. 230816</td></tr> <tr><td>Moteur 3 ~</td><td>50 Hz</td></tr> <tr><td>S1 100 % ED</td><td>△ Y 400/690 V</td></tr> <tr><td>IP 54</td><td>10,8 / 6,3 A</td></tr> <tr><td>Iso. – Kl. F</td><td>5,5 kW</td></tr> <tr><td>IE3 89,6 %</td><td>$\cos \varphi = 0,82$</td></tr> <tr><td>PTC 155° C</td><td>1430 1/min.</td></tr> </table>	Type: T3A 132S-4	Nr. 230816	Moteur 3 ~	50 Hz	S1 100 % ED	△ Y 400/690 V	IP 54	10,8 / 6,3 A	Iso. – Kl. F	5,5 kW	IE3 89,6 %	$\cos \varphi = 0,82$	PTC 155° C	1430 1/min.	
Type: T3A 132S-4	Nr. 230816															
Moteur 3 ~	50 Hz															
S1 100 % ED	△ Y 400/690 V															
IP 54	10,8 / 6,3 A															
Iso. – Kl. F	5,5 kW															
IE3 89,6 %	$\cos \varphi = 0,82$															
PTC 155° C	1430 1/min.															
	Répondez aux questions en vous aidant du circuit et de la plaquette signalétique.	1														
a)	Pour quelle tension maximale les enroulements de ce moteur sont-ils construits ?	1														
	<u>400 V</u>															
b)	A quelle valeur doit-être réglé le relais de protection du moteur F2 ?	1														
	$I_{F2} = \frac{I_N}{\sqrt{3}} = \frac{10,8 \text{ A}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{6,24 \text{ A}}}$ ou interprétation de la plaquette (6,3 A)															
c)	Quelle est la puissance électrique de ce moteur ?	1														
	$P_{\text{tot}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 10,8 \text{ A} \cdot 0,82 = \underline{\underline{6136 \text{ W}}}$															
d)	Quel moment du couple développe le moteur à son arbre ?	1														
	$M = \frac{P_{\text{utile}}}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{5500 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 1430 \frac{1}{60 \text{ s}}} = 36,7 \text{ Ws} = \underline{\underline{36,7 \text{ Nm}}}$															
	Total	51														

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.
($g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

Calculez:

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

2

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

- 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'éclairage doit être de 550 lx avec un rendement d'éclairage de 43%?

Facteur de maintenance = 0,85

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

(1,5)

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

(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)

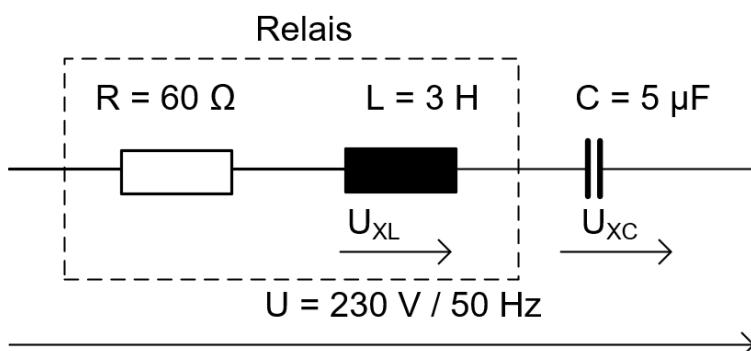
$$R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{0,08 \text{ V}}{0,15 \text{ A}} = \underline{\underline{533 \text{ m}\Omega}}$$

(1)

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

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

(0,5)

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

(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

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

(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

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

(0,5)

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

(0,5)

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

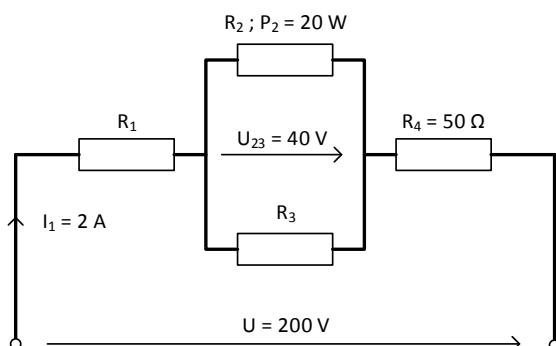
(1)

Points par page:

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

3

Calculez pour ce circuit:



- 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:

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

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

(1)

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

(1)

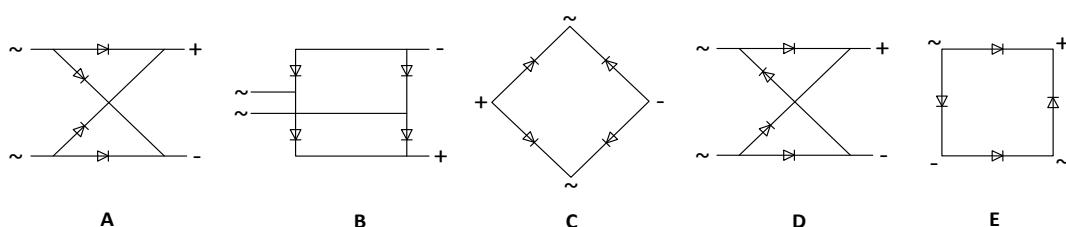
14. Circuits à diodes N° d'objectif d'évaluation 3.3.1b

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 %?

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

(0,5)

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

(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 %.

$$\Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1 = 58 \text{ °C} - 14 \text{ °C} = \underline{\underline{44 \text{ °C}}}$$

(0,5)

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

(1)

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

(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"/>	0,5
Vanne de chauffage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
Sonde de température	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Clapet coupe-feu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5

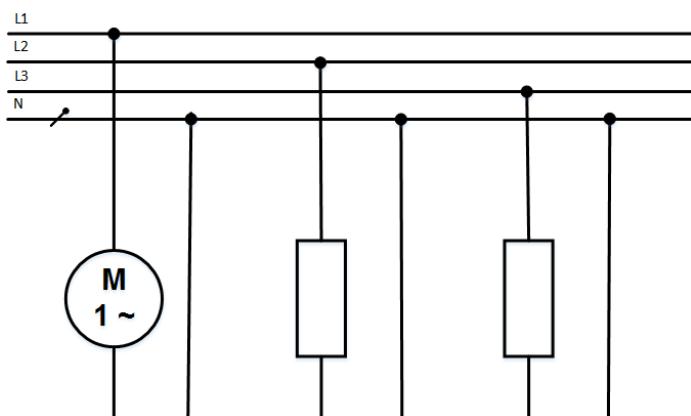
Points par page:

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

3

Le réseau triphasé ($3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$) est chargé de façon déséquilibrée.

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



$$I_1 = 25 \text{ A} \quad R_2 = 11,5 \Omega \quad I_3 = 15 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,81$$

(0,5)

$$I_1 = 25 \text{ A}$$

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

(0,5)

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

$$I_3 = 15 \text{ A}$$

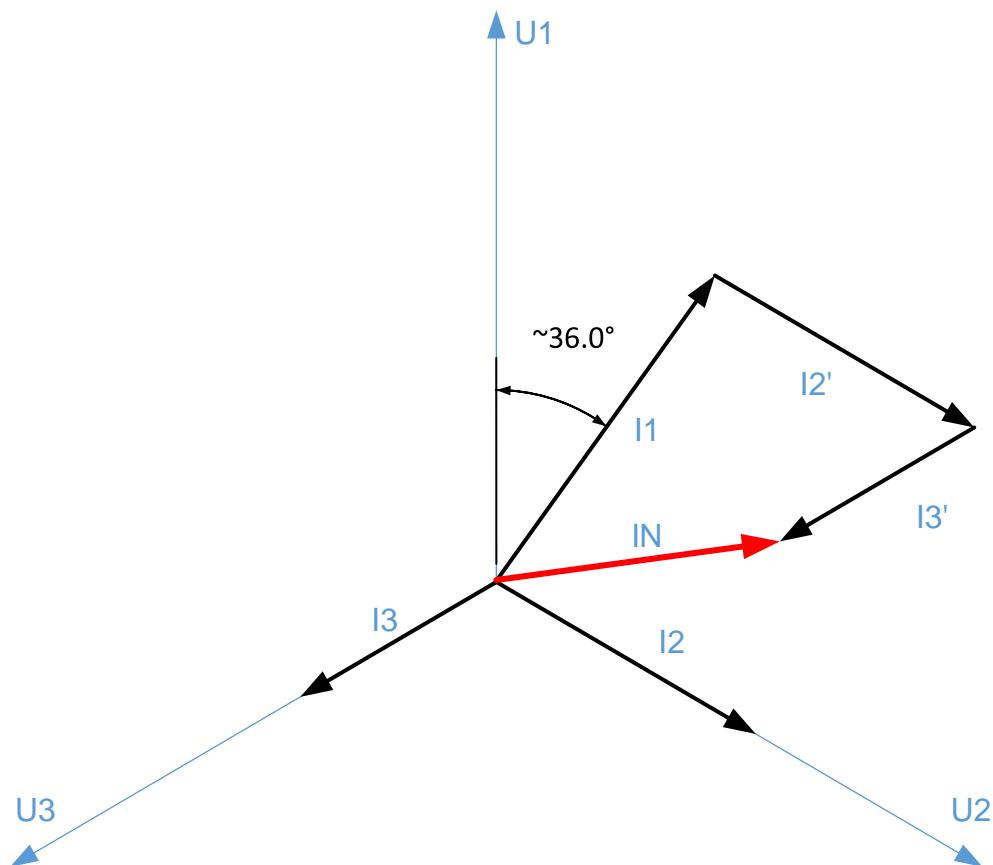
(solution graphique en page suivante)

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

Solution graphique:

(2)

Echelle 1 A \triangleq 2 mm



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

(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)

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

(1)

- c) le courant absorbé après compensation.

2

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

(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)

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.

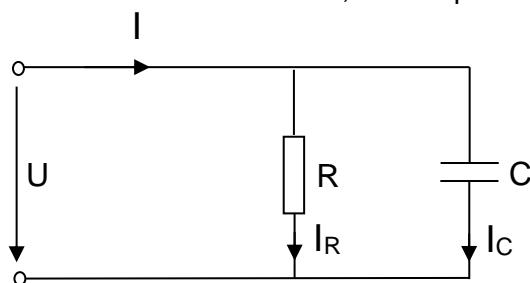
1

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

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

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

(0,5)

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{230\text{ V}}{150\Omega} = \underline{\underline{1,53\text{ A}}}$$

(0,5)

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

(0,5)

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

(0,5)

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

1

Points
par
page:

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

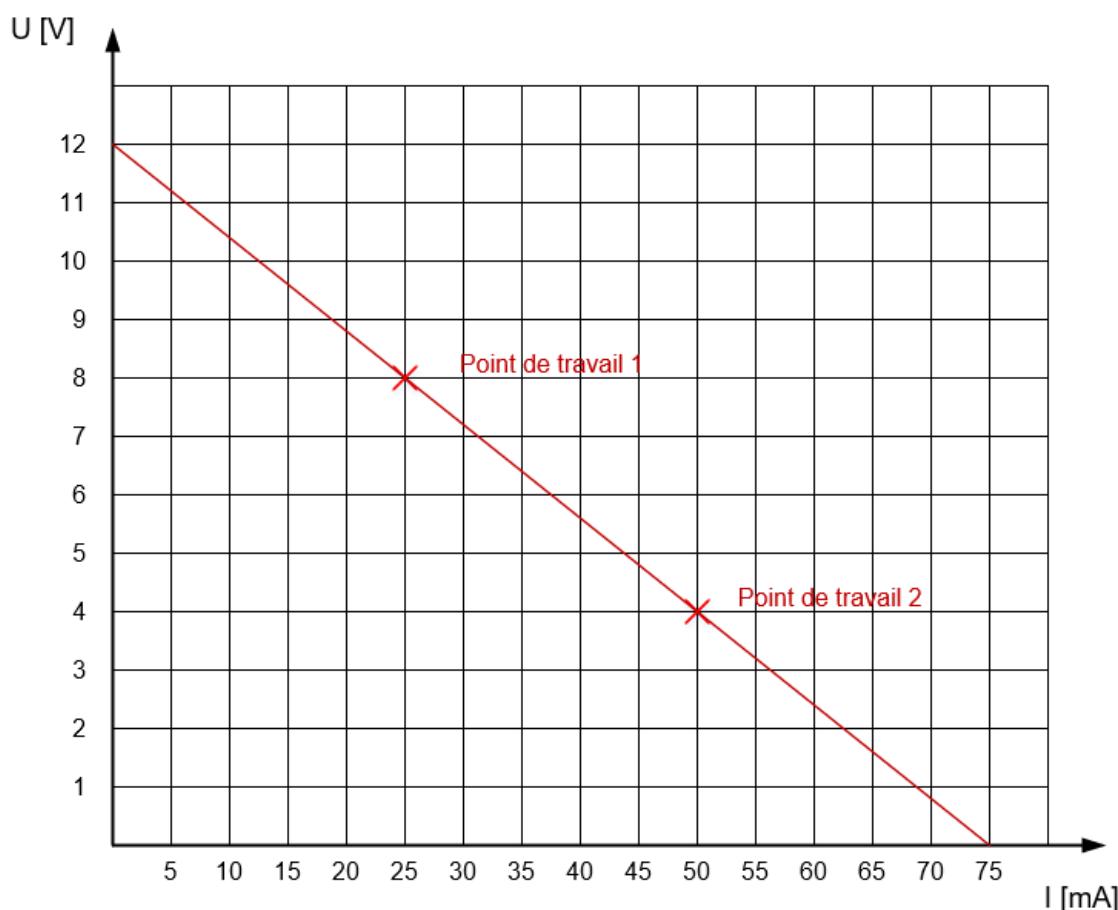
2. Système électrochimique N° d'objectif d'évaluation 5.3.7b

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

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

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 ?

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

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

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

3

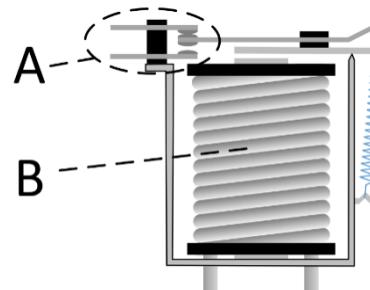
a) Nommer les parties A et B du relais dessiné ci-dessous.

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

0,5

B: **Solution: bobine**

0,5



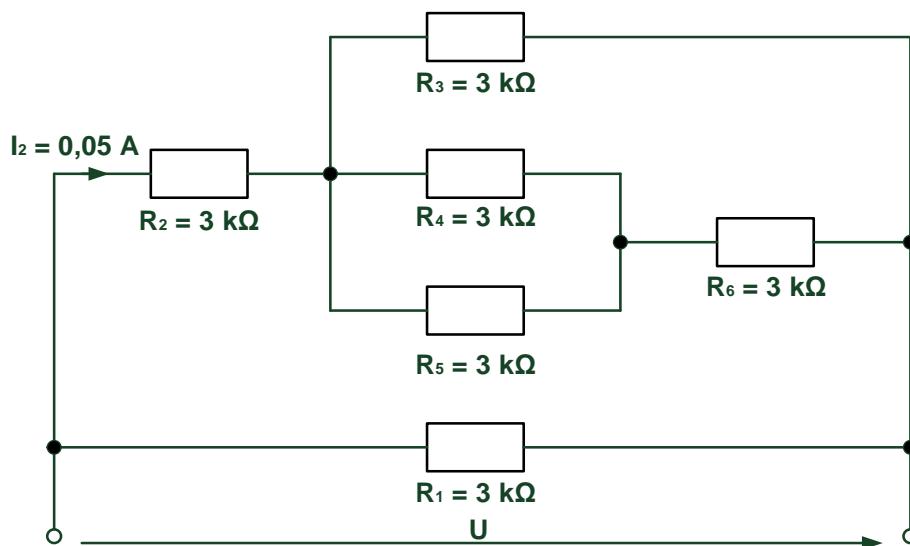
b) Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

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"/>

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

3

Six résistances, de $3 \text{ k}\Omega$ chacune, sont connectées selon le schéma ci-dessous.
Le courant I_2 vaut 0,05 A. Calculer la tension U appliquée à ce circuit.



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

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

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

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

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

0,5

0,5

0,5

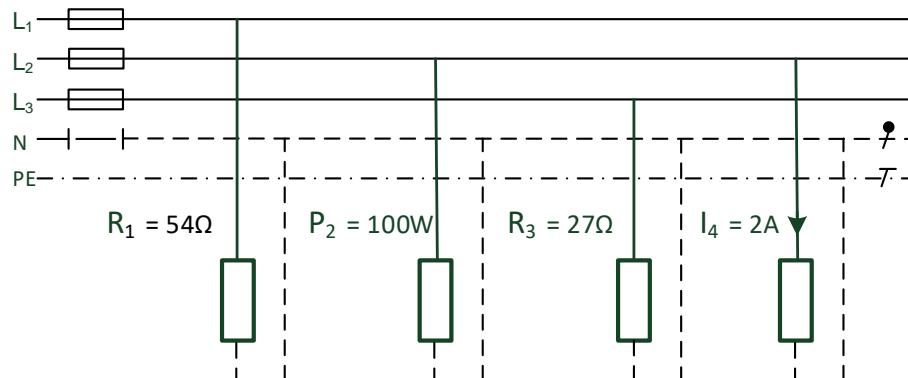
0,5

1

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}) :

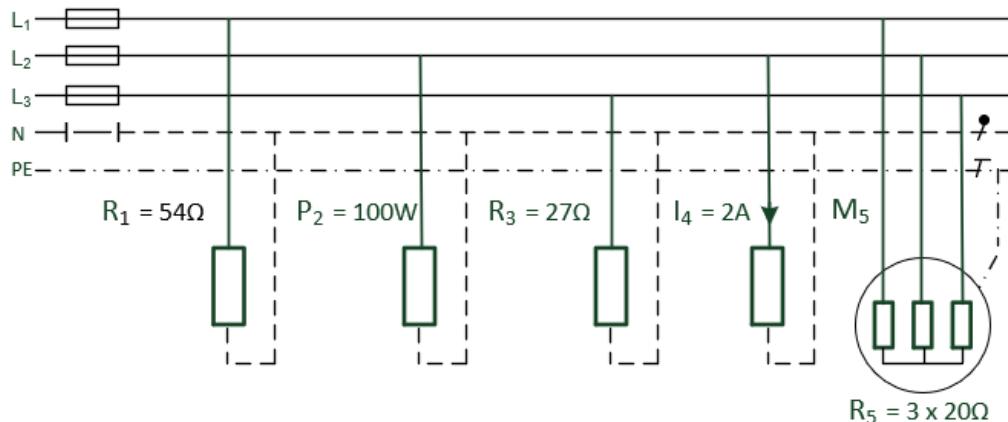


$$I_{L1} = \frac{U_{L1}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$$

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

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

- 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.

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

1

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

1

b) Après l'enclenchement du chauffe-eau.

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

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.

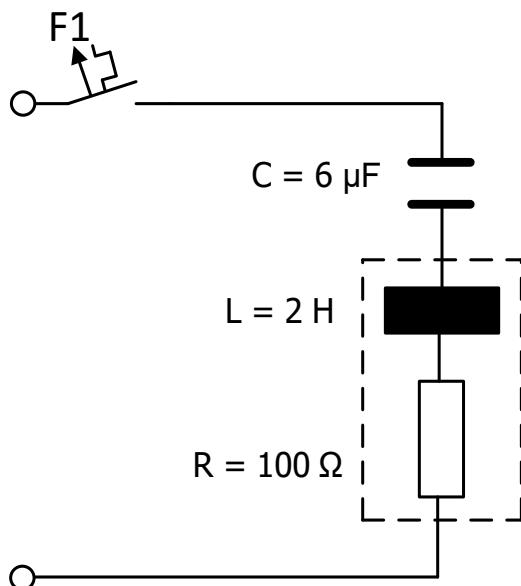
Affirmation sur les appareils frigorifiques	Juste	Faux	Points par page:
En comprimant le liquide frigorigène, sa température augmente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
Le tube capillaire est un tube court et épais.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Le liquide frigorigène s'évapore à nouveau dans le condenseur.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Lorsque le liquide frigorigène s'évapore, la chaleur est extraite de la chambre froide.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5

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 ($C = 6 \mu\text{F}$) 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:

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

3

Compléter la table de vérité de ce circuit logique.

Circuit logique :

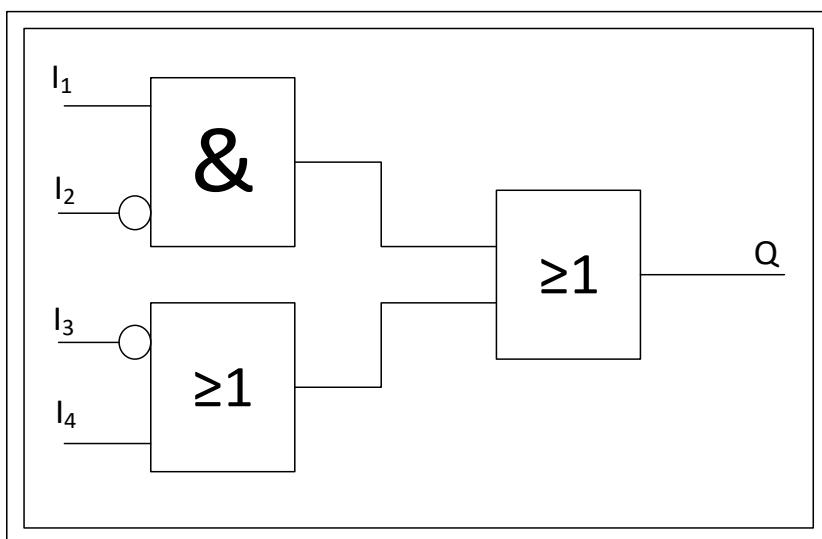


Table de vérité :

I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	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:**

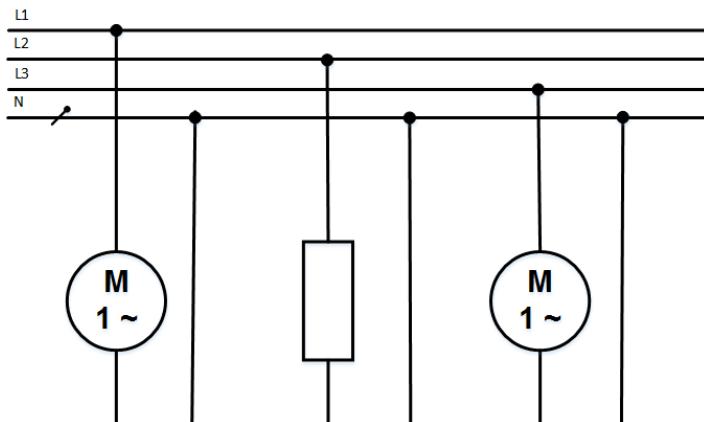
20. Caractéristiques des moteurs N° d'objectif d'évaluation 5.2.6b

Cocher pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.

Affirmations sur les caractéristiques des moteurs	Juste	Fausse	Points
Un moteur convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
Un moteur à courant alternatif produit moins de puissance réactive qu'un chauffe-eau.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
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"/>	0,5
La puissance active consommée est toujours inférieure à la puissance de sortie sur l'arbre.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Un relais de protection moteur coupe directement le circuit de puissance du moteur.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
La puissance apparente d'un moteur peut être mesurée avec le wattmètre.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5

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

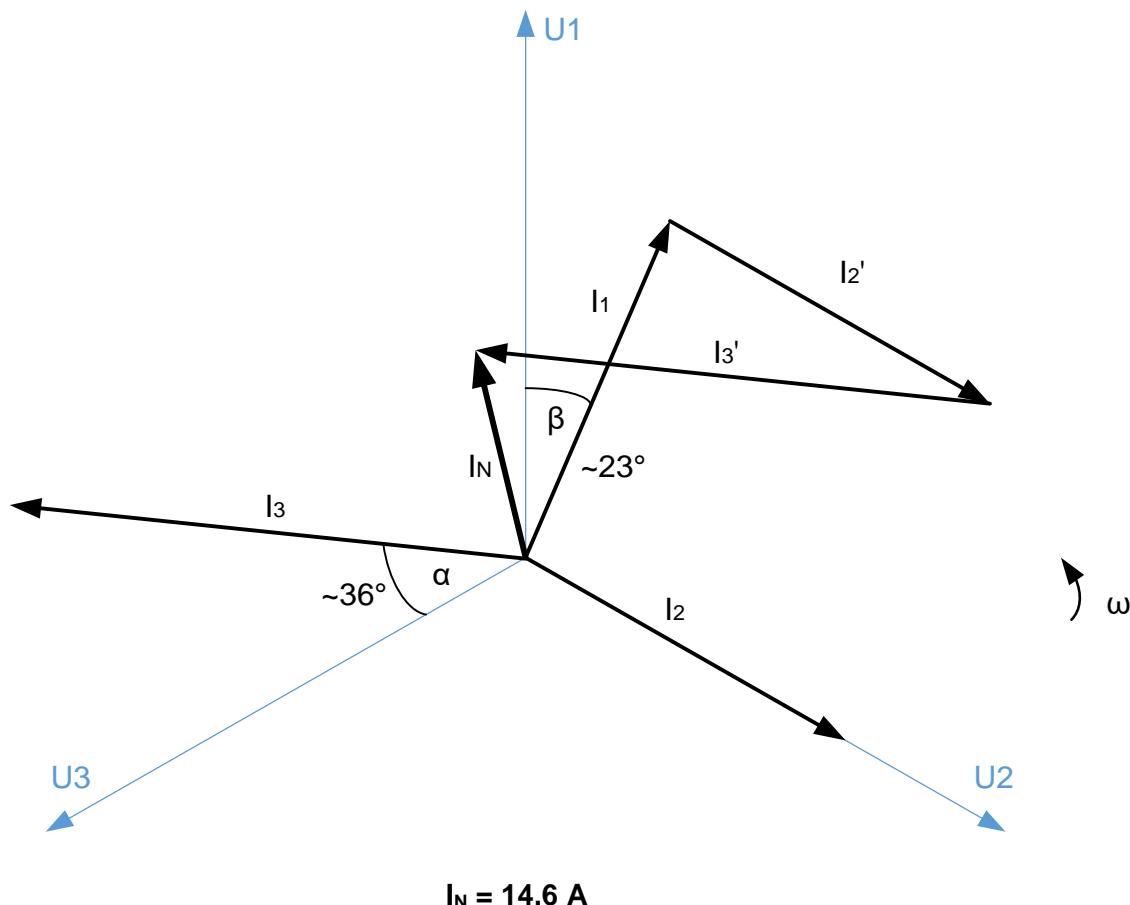
Un réseau triphasé à quatre fils (3 x 400 V / 230 V) a une charge déséquilibrée.
Déterminer le courant dans le conducteur de neutre.



$$I_1 = 25 \text{ A} \quad I_2 = 25 \text{ A} \quad I_3 = 35 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,92 \quad \cos \varphi_3 = 0,81$$

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	△ 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.



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

b) Calculer le rendement de ce moteur.

1

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

c) Cocher la réponse correcte dans le tableau.

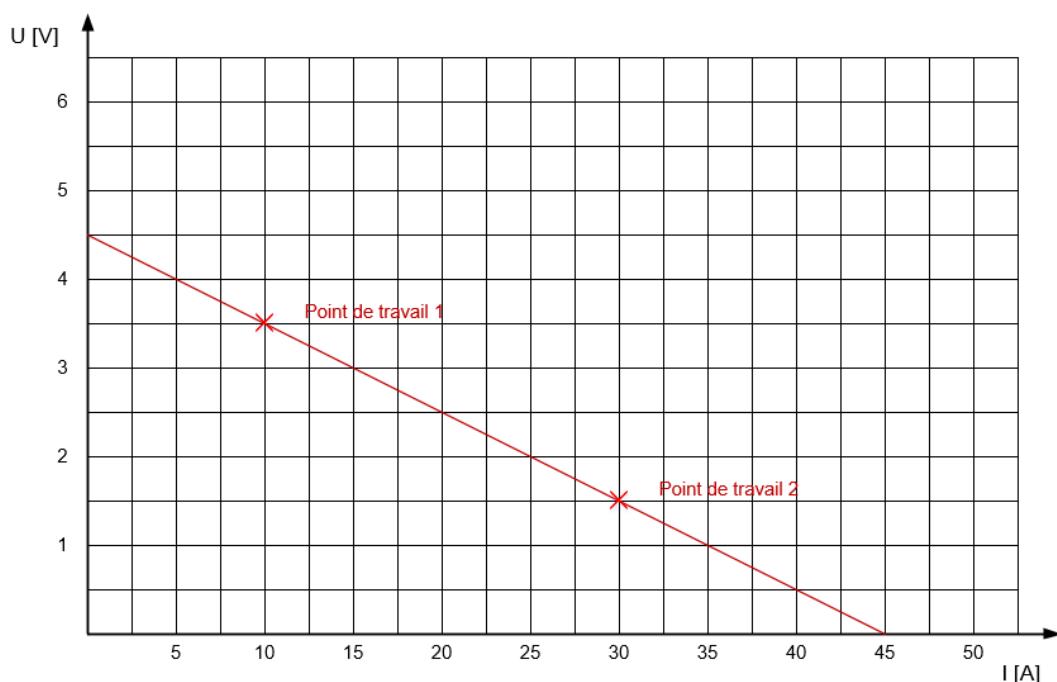
1

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"/>

	Points
1. Système électrochimique N° d'objectif d'évaluation 5.3.7b	3

A une source de tension, on mesure une tension $U_1 = 3,5 \text{ V}$ pour un courant $I_1 = 10 \text{ A}$ et une tension $U_2 = 1,5 \text{ V}$ pour un courant $I_2 = 30 \text{ A}$.

- a) Dessiner la droite de charge.



- b) Quels sont les valeurs de la tension à vide et du courant de court-circuit ?

$$U_0 = 4,5 \text{ V} \text{ (Valeur du tableau)}$$

0,5

$$I_{cc} = 45 \text{ A} \text{ (Valeur du tableau)}$$

0,5

- c) Calculer la résistance interne.

$$R_i = \frac{U_0}{I_{cc}} = \frac{4,5 \text{ V}}{45 \text{ A}} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$$

1

2. Technique d'éclairage N° d'objectif d'évaluation 3.5.8b

4

Les sources lumineuses sont remplacées dans une chambre.

Données des lampes existantes :

Lampes halogène basse tension à réflecteur

36°, U = 12 V, P = 35 W, température de couleur 2900 K, flux lumineux 580 lm

Données des lampes de remplacement :

Lampes LED à réflecteur

36 °, U = 12 V, P = 8 W, température de couleur 2700 K, flux lumineux 600 lm

- a) Calculer l'efficacité lumineuse de ces 2 sources lumineuses.

Solution :

$$K_{\text{Halogene}} = \frac{\Phi_{N\text{ Hal}}}{P_{\text{Hal}}} = \frac{580 \text{ lm}}{35 \text{ W}} = \underline{\underline{16,6 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$$

1

$$K_{\text{LED}} = \frac{\Phi_{N\text{ LED}}}{P_{\text{LED}}} = \frac{600 \text{ lm}}{8 \text{ W}} = \underline{\underline{75 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$$

1

- b) Quelle est, en pourcent, l'économie d'énergie réalisée grâce au remplacement des lampes ?

Solution :

$$LED = \frac{100 \% \cdot P_{\text{LED}}}{P_{\text{Hal}}} = \frac{100 \% \cdot 8 \text{ W}}{35 \text{ W}} = 22,86 \%$$

0,5

⇒ Halogène = 100 %

0,5

⇒ Economie d'énergie 100% - 22,86% = 77,14%

- c) De quel pourcentage l'éclairement augmente-t-il avec les nouvelles lampes ?

Solution :

$$E_{\text{Halogene}} = \frac{\Phi_{N\text{ Hal}} \cdot n \cdot \eta}{A}$$

$$E_{\text{LED}} = \frac{\Phi_{N\text{ LED}} \cdot n \cdot \eta}{A}$$

Nouvel éclairement:

$$\frac{100 \% \cdot \Phi_{N\text{ LED}} \cdot n \cdot \eta \cdot A}{\Phi_{N\text{ LED}} \cdot n \cdot \eta \cdot A} = \frac{100 \% \cdot 600 \text{ lm} \cdot n \cdot \eta \cdot A}{580 \text{ lm} \cdot n \cdot \eta \cdot A} = 103,45 \%$$

0,5

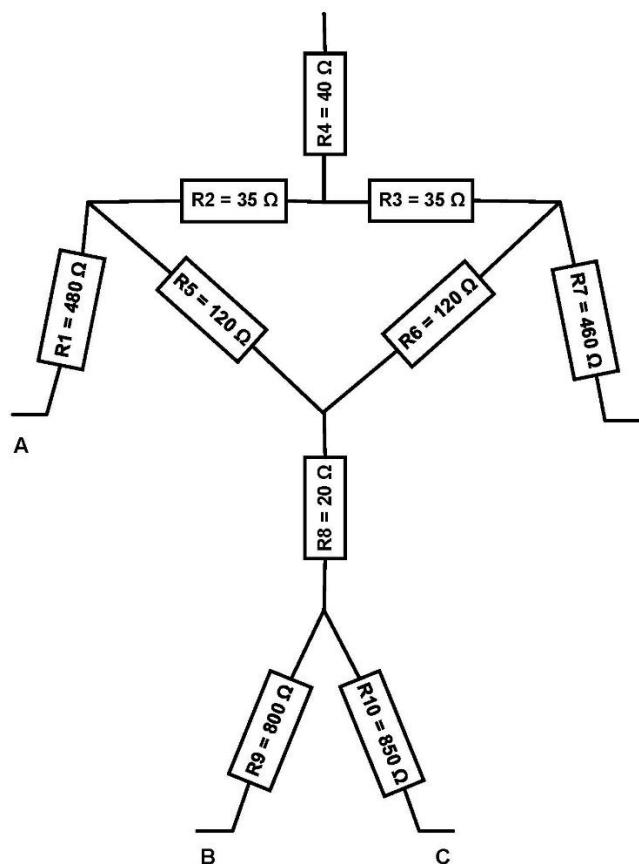
L'éclairement est de 3,45 % plus grand.

0,5 Points par page:

5. Loi d'Ohm N° d'objectif d'évaluation 3.2.3b

4

Calculer la résistance du corps humain, ainsi que le courant qui le traverse, s'il est soumis à une tension de contact de 230 V, et que le courant passe de la main (A) aux 2 jambes (BC).



a) Résistance du corps humain (A – BC).

1

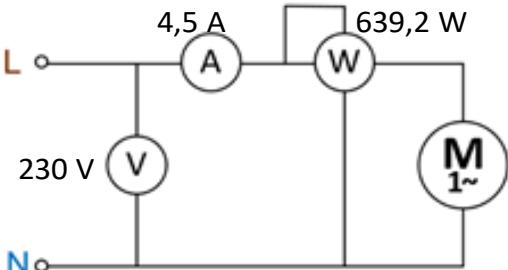
$$R_{équ} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2 + R_3 + R_6} + \frac{1}{R_5}} + R_8 + \frac{1}{\frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{10}}} = \\ 480 \Omega + \frac{1}{\frac{1}{35 \Omega + 35 \Omega + 120 \Omega} + \frac{1}{120 \Omega}} + 20 \Omega + \frac{1}{\frac{1}{800 \Omega} + \frac{1}{850 \Omega}} = 480 \Omega + 73,55 \Omega + 20 \Omega + 412,1 \Omega \\ = \underline{\underline{987,65 \Omega}}$$

2

b) Courant de contact qui traverse cette personne.

1

$$I_{contact} = \frac{U}{R_{équ}} = \frac{230 \text{ V}}{987,65 \Omega} = \underline{\underline{0,233 \text{ A}}}$$

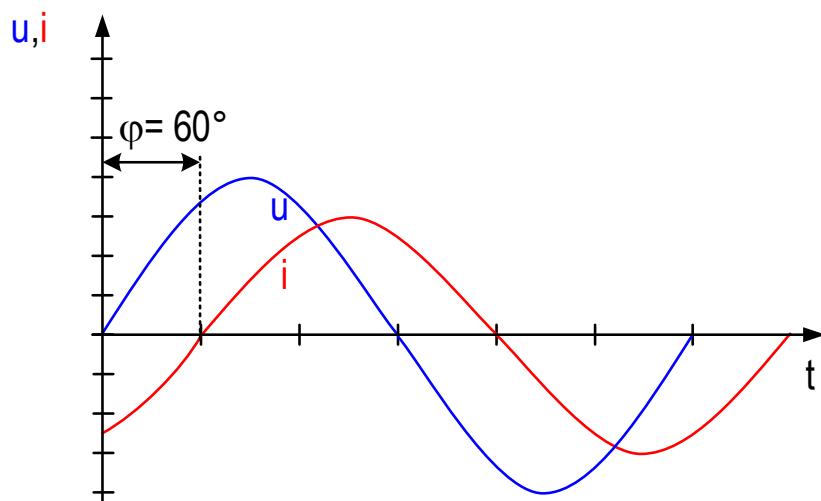
	Points
10. Puissances et facteur de puissance N° d'objectif d'évaluation 5.3.2b	3
	
a) Calculer la puissance réactive du moteur.	
Solution:	
$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 4,5 \text{ A} = \underline{\underline{1035 \text{ VA}}}$	0,5
$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(1035 \text{ VA})^2 - (639,2 \text{ W})^2} = \underline{\underline{814 \text{ var}}}$	0,5
b) Calculer le $\cos \varphi$ du moteur.	
Solution:	
$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{639,2 \text{ W}}{1035 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,618}}$	1
c) Le facteur de puissance doit être amélioré à 0,94 avec un système de compensation parallèle. Quelle sera alors l'intensité du courant dans la ligne d'alimentation ?	
Solution:	
$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} = \frac{639,2 \text{ W}}{0,94} = \underline{\underline{680 \text{ VA}}}$	0,5
$I_2 = \frac{S_2}{U} = \frac{680 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{2,96 \text{ A}}}$	0,5
	Points par page:

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

3

Un courant de 8,7 A est mesuré dans la ligne d'alimentation dont la tension est de 230 V.

L'écran d'un appareil de mesure affiche les courbes suivantes :



a) Calculer la puissance active à l'aide des résultats de mesure et du graphique.

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 230 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} \cdot 0,5 = \underline{\underline{1000,5 \text{ W} = 1 \text{ kW}}}$$

1

b) Calculer la puissance réactive.

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} = \underline{\underline{2001 \text{ VA} = 2 \text{ kVA}}}$$

0,5

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(2 \text{ kVA})^2 - (1 \text{ kW})^2} = \underline{\underline{1732,05 \text{ var} = 1,732 \text{ kvar}}}$$

1

c) La charge connectée est-elle inductive ou capacitive ?

Capacitive

Inductive

0,5

13. Résistance en AC N° d'objectif d'évaluation 3.2.7b

3

Le testeur d'installation affiche les valeurs suivantes :



Valeurs affichées:

$$\begin{aligned} I_K &: 1647 \text{ A} \\ Z_s &: 0,140 \Omega \\ R_s &: 0,125 \Omega \\ L_s &: 0,2 \text{ mH} \end{aligned}$$

- a) A partir de ces valeurs, calculer la réactance X_L de la ligne.
(Fréquence du réseau européen = 50 Hz)

1,5

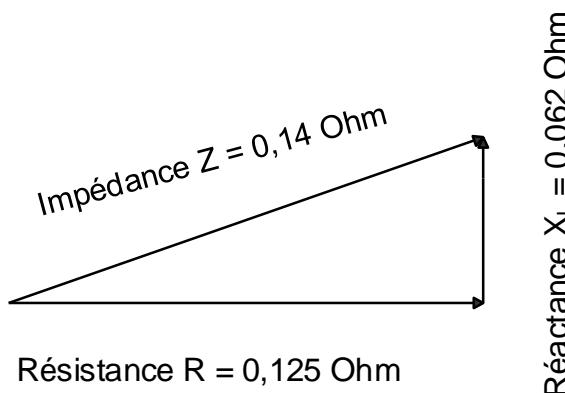
$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,0002 \text{ H} = \underline{\underline{0,063 \Omega = 63 \text{ m}\Omega}}$$

ou

$$X_L = \sqrt{(Z_s^2 - R_s^2)} = \sqrt{(0,14 \Omega)^2 - (0,125 \Omega)^2} = \underline{\underline{0,063 \Omega = 63 \text{ m}\Omega}}$$

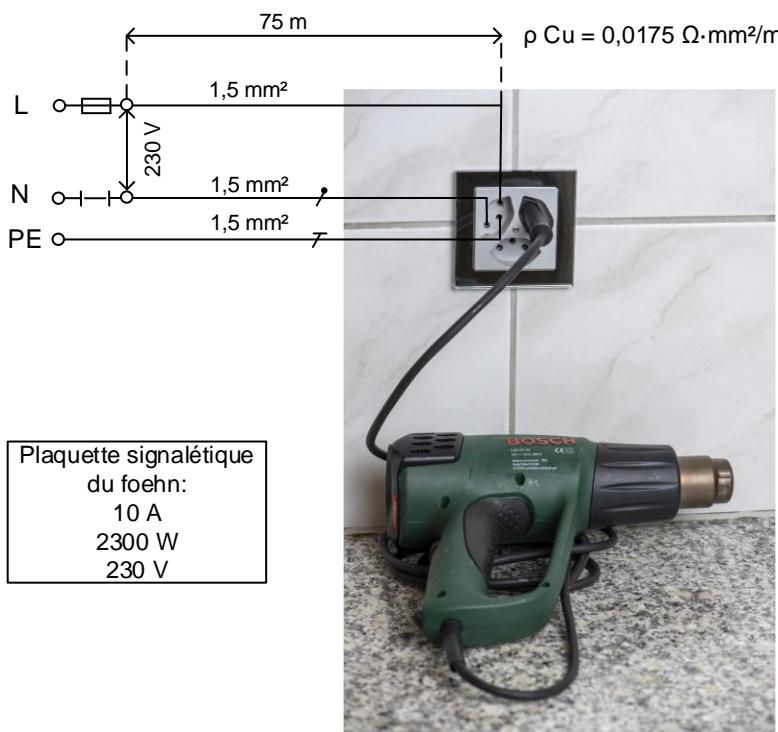
- b) Dessiner le triangle des résistances (sans être à l'échelle).
Indiquer sur chacun des côtés du triangle : le nom et le symbole de sa grandeur, sa valeur et son unité.

1,5



14. Chute de tension N° d'objectif d'évaluation 3.2.4b

3



a) Calculer le courant efficace dans le récepteur.

$$R_L = \frac{\rho \cdot l_L \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 75 \text{ m} \cdot 2}{m \cdot 1,5 \text{ mm}^2} = \underline{1,75 \Omega}$$

1

$$R_{foehn} = \frac{U_N}{I_N} = \frac{230 \text{ V}}{10 \text{ A}} = \underline{23 \Omega}$$

0,5

$$I = \frac{U_N}{R_{foehn} + R_L} = \frac{230 \text{ V}}{23 \Omega + 1,75 \Omega} = 9,293 \text{ A} = \underline{\underline{9,29 \text{ A}}}$$

1

b) Quelle est la tension aux bornes du foehn ?

$$U_{foehn} = R_{Lfoehn} \cdot I = 23 \Omega \cdot 9,29 \text{ A} = \underline{214 \text{ V}}$$

0,5

Note pour les experts:
D'autres solutions sont possibles

Points
par
page:

15. Automatisation du bâtiment N° d'objectif d'évaluation 5.5.1

4

Adressage



TXA111



1.1.1

1/0/0	Canal A	E/A
1/0/1	Canal A	DIM
1/0/6	Canal B	E/A
1/0/7	Canal B	DIM



1.1.2

1/0/0 E/A
1/0/1 DIM

1/0/6 E/A
1/0/7 DIM



1.1.3

1/0/6 E/A
1/0/7 DIM
1/4/0 Auf
1/4/1 AB

- a) Noter toutes les adresses physiques utilisées dans ce système KNX.

1,5

1.1.1 / 1.1.2 / 1.1.3

- b) Noter toutes les adresses de groupe utilisées dans ce système KNX.

1,5

1/0/0 1/0/1 1/0/6 1/0/7 1/4/0 1/4/1

- c) Pourquoi l'alimentation du bus (TXA111) n'a pas besoin d'une adresse de groupe ?

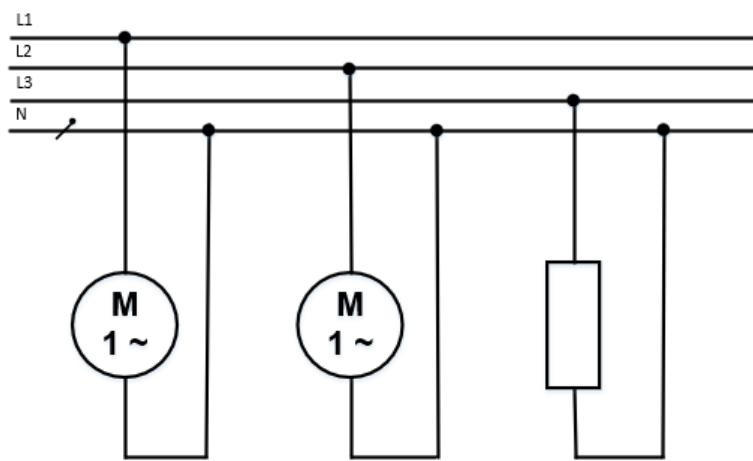
1

TXA111 n'est ni un actionneur, ni un capteur. Elle n'est pas raccordée au bus.

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

Un réseau triphasé à 4 conducteurs (3 x 400 V / 230 V) est chargé de manière asymétrique.

5



$$P_{1\text{ut}} = 1,1 \text{ kW} \quad I_2 = 2,5 \text{ A} \quad P_3 = 1800 \text{ W}$$

$$\eta_1 = 0,92 \quad \cos \varphi_2 = 0,81$$

$$\cos \varphi_1 = 0,84$$

- a) Calculer les courants de phase I_1 , I_2 et I_3 .

$$I_1 = \frac{P_{1\text{ut}}}{U_{1N} \cdot \cos \varphi_1 \cdot \eta_1} = \frac{1100 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,84 \cdot 0,92} = \underline{\underline{6,19 \text{ A}}}$$

1

$$(\varphi_1 = 32,86^\circ)$$

$$I_2 = \underline{\underline{2,5 \text{ A}}}$$

0,5

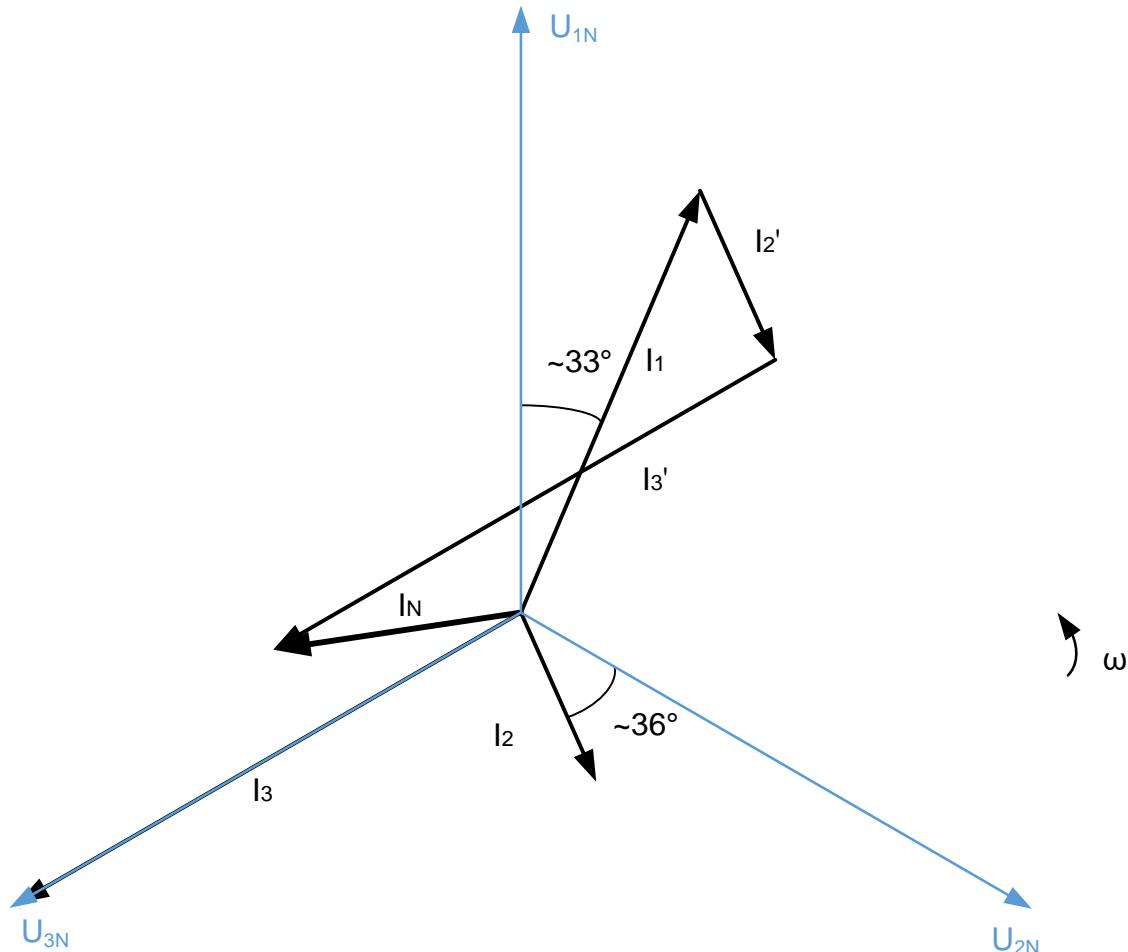
$$(\varphi_2 = 35,9^\circ)$$

$$I_3 = \frac{P_3}{U_{3N}} = \frac{1800 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{7,83 \text{ A}}}$$

0,5

- b) Déterminer graphiquement le courant dans le conducteur de neutre.
(Echelle 1 A \triangleq 1 cm)

3



$$I_N = 3,38 \text{ A}$$

Note pour les experts:
1 Pt I_1 , 1 Pt I_2 , 0,5 Pt I_3 , 0,5 Pt I_N

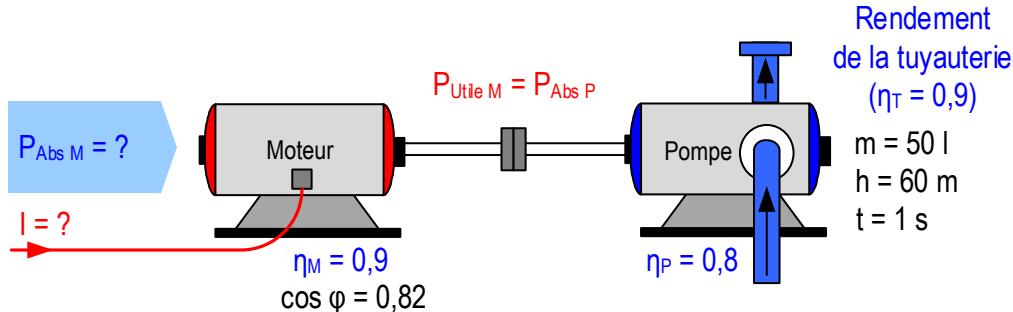
Précision + / - 0,2 A

La solution n'est pas à l'échelle

19. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4a

3

Une pompe à eau potable fournit 50 litres d'eau par seconde à un réservoir situé 60 m plus haut.



a) Calculer la puissance absorbée par le moteur.

1

$$P_{utile P} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 60 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \underline{29430 \text{ W}} = \underline{\underline{29,43 \text{ kW}}}$$

1

$$P_{Abs M} = \frac{P_{abP}}{\eta_{RL} \cdot \eta_P \cdot \eta_M} = \frac{29,43 \text{ kW}}{0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = \underline{45,42 \text{ kW}} = \underline{\underline{45,4 \text{ kW}}}$$

b) Calculer le courant absorbé par le moteur triphasé (Réseau 3 x 400 V).

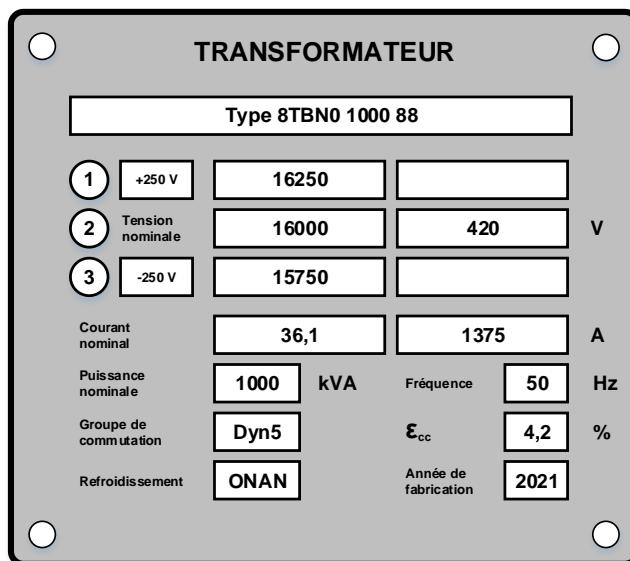
1

$$I = \frac{P_{Abs M}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{45,42 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,82} = \underline{\underline{79,9 \text{ A}}}$$

2. Distribution d'énergie N° d'objectif d'évaluation 5.1.1b

3

La plaquette signalétique suivante figure sur un transformateur triphasé.



- a) Que signifie Dyn5 pour le groupe de commutation ?

2

D = Primaire en triangle

y = Secondaire en étoile

n = Conducteur de neutre

5 = Primaire et secondaire décalés (déphasés) de $5 \times 30^\circ$

- b) Quelle est l'intensité du courant au secondaire en cas de court-circuit ?

1

Plaque signalétique $\epsilon_{cc} = 4,2 \%$, $I_N = 1375 \text{ A}$

$$I_{cc} = \frac{I_N \cdot 100\%}{\epsilon_{cc}} = \frac{1375 \text{ A} \cdot 100\%}{4,2 \%} = \underline{\underline{32,7 \text{ kA}}}$$

Points par page:

5. Moteur triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4

3

Une pompe à eau potable fournit 50 litres d'eau par seconde à un réservoir situé 60 m plus haut. Une puissance utile de 2,98 kW est nécessaire. Les pertes dans la canalisation 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 4,14 kW avec un $\cos \varphi$ de 0,88.

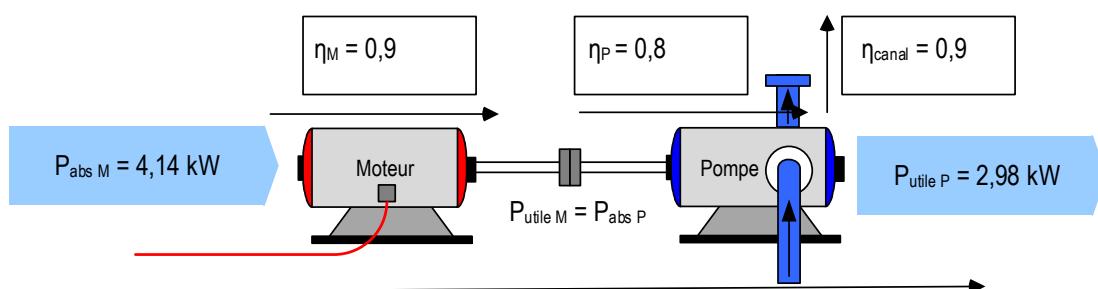
- a) Calculez le rendement global du système.

0,5

$$\eta_{global} = \eta_{canalisation} \cdot \eta_{pompe} \cdot \eta_{moteur} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = \underline{\underline{0,648}}$$

- b) Complétez les valeurs manquantes.

2,5



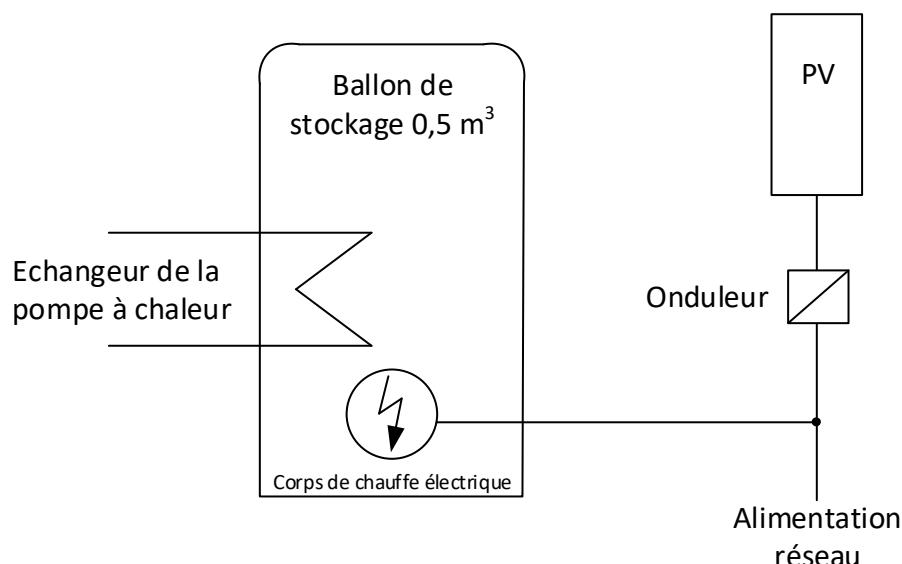
Points
par
page:

6. Effet calorifique N° d'objectif d'évaluation 3.5.3

3

L'eau dans le ballon de stockage d'un système de pompe à chaleur doit être chauffée de 10°C à 60°C en 8 heures grâce à un système photovoltaïque agissant sur un corps de chauffe électrique. Le rendement est de 95 %.

$$c_{H2O} = 4,187 \frac{kWs}{kg \cdot K} \quad \rho_{H2O} = 1 \frac{kg}{dm^3}$$



Calculer la puissance électrique fournie par l'onduleur.

0,5

$$\Delta\vartheta = \vartheta_c - \vartheta_f = 60^\circ C - 10^\circ C = \underline{\underline{50 K}}$$

0,5

$$V = 0,5 \text{ m}^3 \rightarrow \underline{\underline{m = 500 kg}}$$

2

$$P_{el.} = \frac{c_{H2O} \cdot m \cdot \Delta\vartheta}{t \cdot \eta} = \frac{4,187 \text{ kWs} \cdot 500 \text{ kg} \cdot 50 \text{ K}}{kg \cdot K \cdot 8 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 0,95} = \underline{\underline{\underline{3,826 kW}}}$$

7. Résistances en AC N° d'objectif d'évaluation 3.2.7b

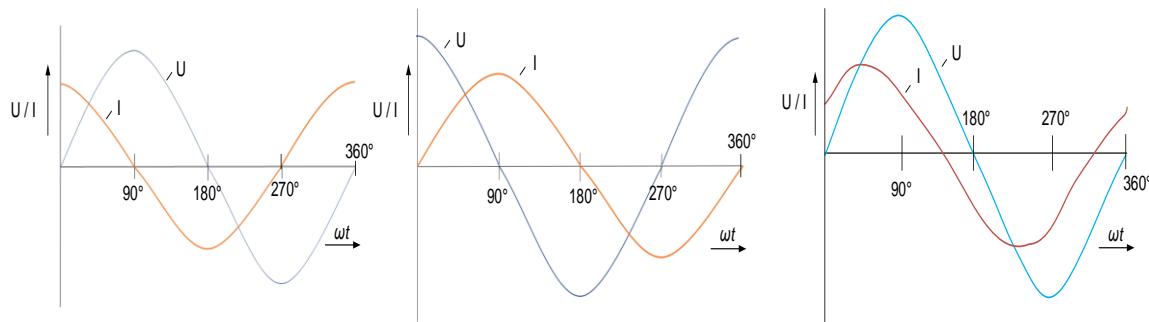
3

A quels composants correspondent les graphiques ci-dessous ?

Sous chaque graphique, indiquez le chiffre correspondant parmi les choix suivants:

- 1: condensateur idéal
2: bobine réelle
3: bobine idéale

- 4: Résistance parfaite
5: Couplage R-C



1	3	5
---	---	---

1 /
juste

8. Grandeur des circuits N° d'objectif d'évaluation 3.2.3

2

Pour chaque affirmation, cochez juste ou faux :

Affirmations	Juste	Faux
La résistance diminue lorsque la longueur du câble diminue.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La résistance diminue lorsqu'un matériau conducteur avec une conductivité électrique plus faible est utilisé.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La résistance diminue lorsqu'un fil de plus grande section est utilisé.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La résistance diminue lorsqu'un matériau avec une résistivité plus élevée est utilisé.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

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

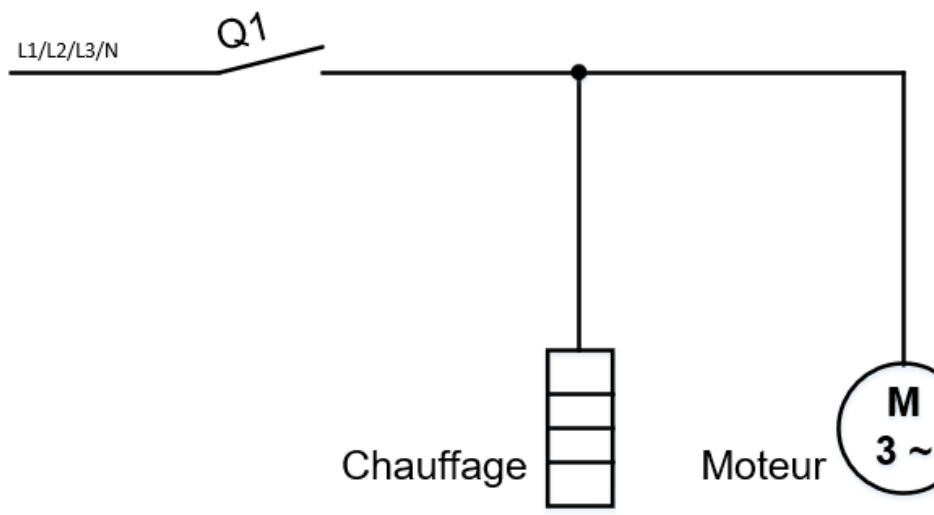
Points
par
page:

9. Energie en triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.2

4

Un chauffage et un moteur sont enclenchés pendant 8 heures par un contacteur Q1.

Quelle est l'énergie active consommée ?



3 x 400 V / Δ

3 corps de
chauffe de 20 Ω
chacun

P = 7,50 kW
η = 0,92

$$P_{ch} = 3 \cdot P_{ch\ 1\ enr} = 3 \cdot \frac{U^2}{R} = 3 \cdot \frac{(400\ V)^2}{20\ \Omega} = 3 \cdot 8\ \text{kW} = \underline{\underline{24\ \text{kW}}}$$

1

$$P_M = \frac{P_{utile}}{\eta} = \frac{7,50\ kW}{0,92} = \underline{\underline{8,15\ kW}}$$

1

$$P_G = P_{ch} + P_M = 24\ \text{kW} + 8,15\ \text{kW} = \underline{\underline{32,15\ \text{kW}}}$$

1

$$W_G = P_G \cdot t = 32,15\ \text{kW} \cdot 8\ h = \underline{\underline{257,2\ kWh}}$$

1

10. Alimentation triphasée N° d'objectif d'évaluation 5.3.2

3

Les valeurs suivantes sont mesurées sur un réseau triphasé chargé symétriquement : $U = 390 \text{ V}$, $I = 120 \text{ A}$, $\cos \varphi = 0,8$.

Calculez :

- a) La puissance apparente.

1

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} = \underline{\underline{81,06 \text{ kVA}}}$$

- ### b) La puissance active.

1

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{\underline{64,85 \text{ kW}}}$$

- c) La puissance réactive.

1

$$\cos\varphi = 0,8 \Rightarrow \varphi = 36,87^\circ \Rightarrow \sin\varphi = 0,6$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} \cdot 0,6 = 48,64 \text{ kvar}$$

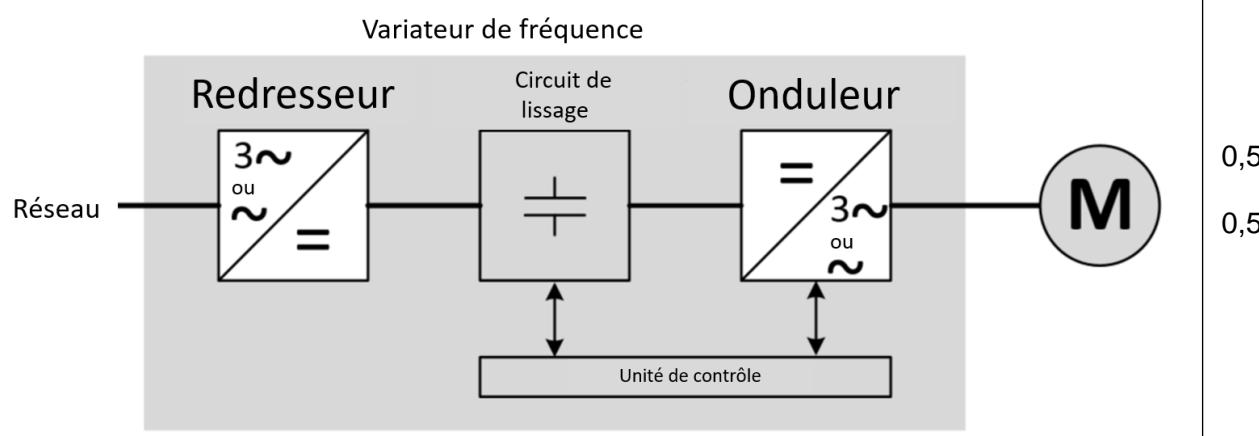
ou

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(81,06 \text{ kVA})^2 - (64,85 \text{ kW})^2} = 48,64 \text{ kvar}$$

11. Convertisseur de fréquence N° d'objectif d'évaluation 5.4.3

1

Sur le schéma de principe d'un variateur de fréquence, complétez les symboles représentant le redresseur et l'onduleur.

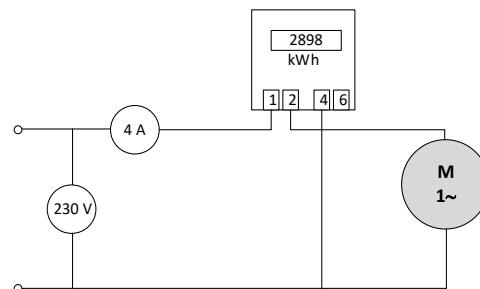


**13. Puissances actives, réactives, apparentes et facteur de puissance N°
d'objectif d'évaluation 5.3.2**

3

Le moteur est enclenché pendant 30 secondes.
Durant ce temps, vous comptez 5 impulsions
sur le compteur électronique en amont.

$$(c = 1000 \frac{\text{impulsions}}{\text{kWh}})$$



- a) Calculez la puissance apparente du moteur.

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} = \underline{\underline{920 \text{ VA}}}$$

- b) Calculez la puissance active absorbée par ce moteur.

$$P_{abs} = \frac{3600 \cdot n}{c \cdot t} = \frac{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot 5 \text{ Impulsions}}{1000 \frac{\text{Impulsions}}{\text{kWh}} \cdot 30 \text{ s}} = \underline{\underline{0,6 \text{ kW} = 600 \text{ W}}}$$

- c) Calculez le $\cos \varphi$ de ce moteur.

$$\cos \varphi = \frac{P_{abs}}{S} = \frac{600 \text{ W}}{920 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,652}}$$

**Points
par
page:**

14. Résistance de ligne N° d'objectif d'évaluation 3.2.4

3

Un grill électrique est connecté au réseau via un enrouleur. La tension à la prise murale est de 228 V.

(On néglige la résistance du cordon d'appareil du grill)

$$(\rho_{Cu} = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}})$$



Calculez le courant réel circulant dans ce circuit ?

$$R_L = \frac{\rho_{Cu} \cdot l_L \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 50 \text{ m} \cdot 2}{1,5 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{1,167 \Omega}}$$

1

$$R_{\text{grill}} = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{(230 \text{ V})^2}{2300 \text{ W}} = \underline{\underline{23 \Omega}}$$

1

$$R_{\text{équ}} = R_L + R_{\text{grill}} = 1,167 \Omega + 23 \Omega = \underline{\underline{24,167 \Omega}}$$

0,5

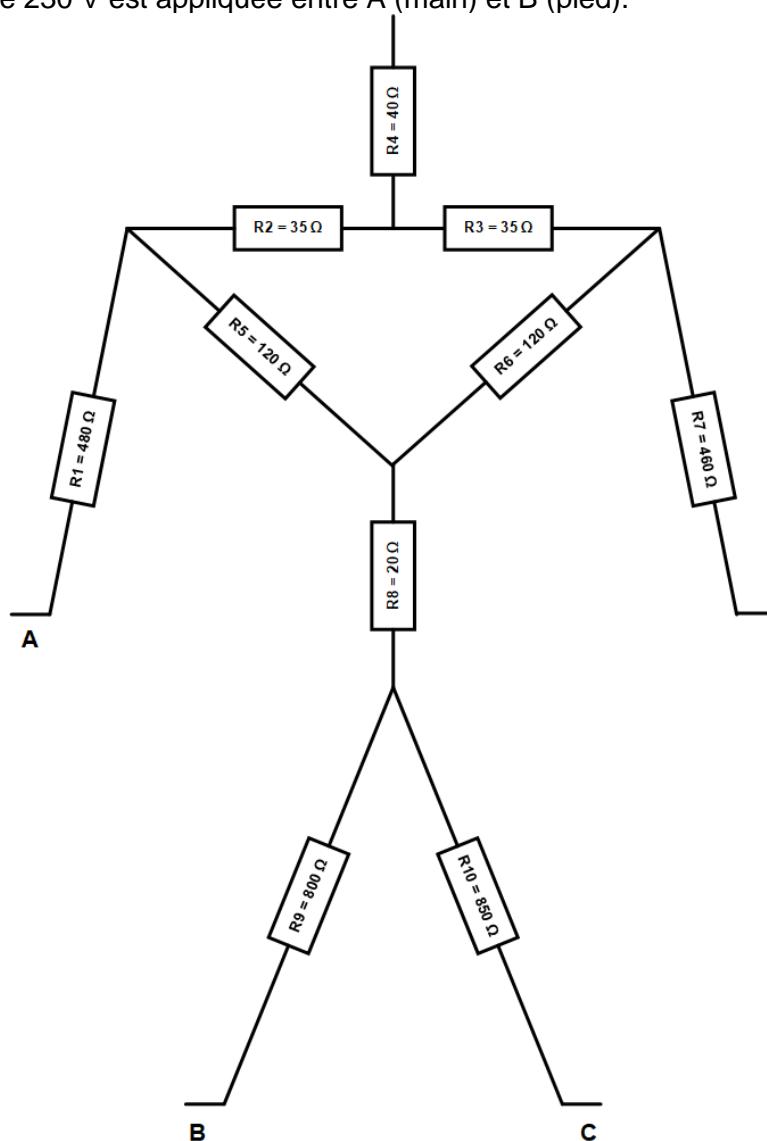
$$I = \frac{U_{\text{prise}}}{R_{\text{équ}}} = \frac{228 \text{ V}}{24,167 \Omega} = \underline{\underline{9,434 \text{ A}}}$$

0,5

15. Loi d'Ohm N° d'objectif d'évaluation 3.2.3b

4

En termes simplifiés, le corps humain peut être considéré comme un « circuit mixte de résistances ». Calculez le courant de choc qui traverse le corps humain lorsqu'une tension de contact de 230 V est appliquée entre A (main) et B (pied).



$$R_{équ} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2 + R_3 + R_6} + \frac{1}{R_5}} + R_8 + R_9 =$$

$$480 \Omega + \frac{1}{\frac{1}{35 \Omega + 35 \Omega + 120 \Omega} + \frac{1}{120 \Omega}} + 20 \Omega + 800 \Omega = \underline{\underline{1373,5 \Omega}}$$

$$I = \frac{U}{R_{équ}} = \frac{230 \text{ V}}{1373,5 \Omega} = \underline{\underline{0,167 \text{ A}}}$$

1

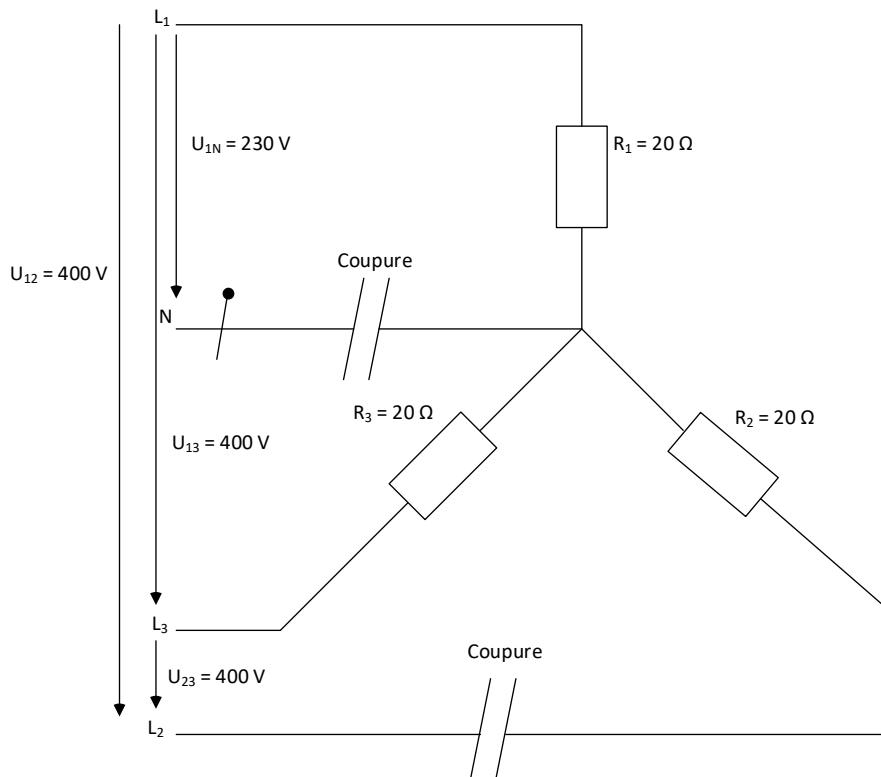
2

1

16. Coupe de ligne dans le réseau triphasé *N° d'objectif d'évaluation 5.3.4*

3

Le conducteur de neutre et un conducteur de phase sont coupés.



Calculez :

- a) Les tensions aux bornes de R_1 , R_2 et R_3 .

1

$$U_{R1} = U_{R3} = \frac{U_{13}}{2} = \frac{400 \text{ V}}{2} = \underline{\underline{200 \text{ V}}}$$

$$U_{R2} = \underline{\underline{0 \text{ V}}}$$

- b) Les courants traversant R_1 , R_2 et R_3 .

1

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 20 \Omega + 20 \Omega = \underline{\underline{40 \Omega}}$$

$$I_{R1} = I_{R3} = \frac{U_{13}}{R_{13}} = \frac{400 \text{ V}}{40 \Omega} = \underline{\underline{10 \text{ A}}} \quad I_{R2} = \underline{\underline{0 \text{ A}}}$$

- c) La puissance active totale (avec les deux coupures dans le circuit).

1

$$P_{\text{tot}} = \frac{(U_{13})^2}{R_{1+3}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{4000 \text{ W}}}$$

Points
par
page:

17. Système triphasé N° d'objectif d'évaluation 5.3.4

4

Un système triphasé ($3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}$ 50 Hz) est chargé asymétriquement.

a) Calculez les courants dans les conducteurs L_1 , L_2 et L_3 .

Solution :

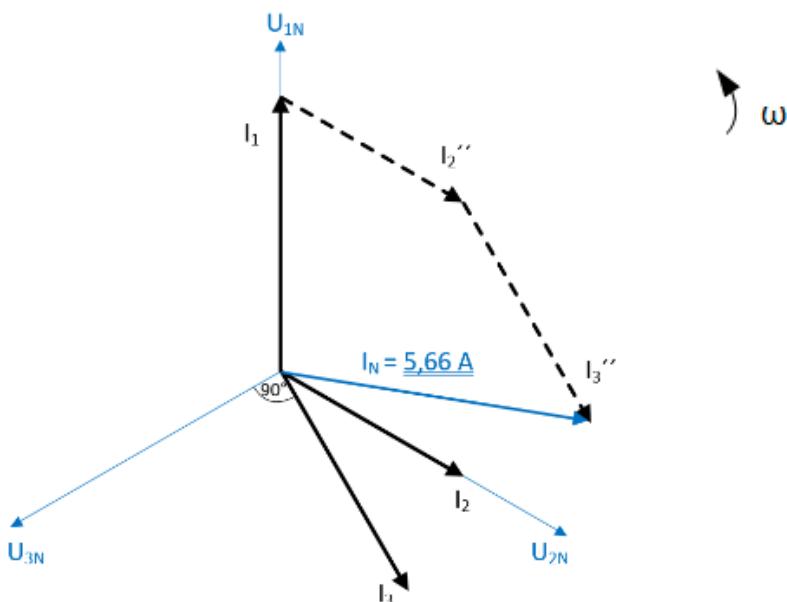
$$I_{L1} = \frac{U_{1N}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{46 \Omega} = \underline{\underline{5 \text{ A}}}$$

$$I_{L2} = \frac{P_2}{U_{2N}} = \frac{874 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{3,8 \text{ A}}}$$

$$X_{C3} = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 63,7 \mu\text{F}} = \underline{\underline{50 \Omega}}$$

$$I_{L3} = \frac{U_{3N}}{X_C} = \frac{230 \text{ V}}{50 \Omega} = \underline{\underline{4,6 \text{ A}}}$$

b) Déterminez graphiquement le courant dans le conducteur neutre.
(Echelle 1 A \triangleq 1 cm)



Remarques pour la correction:

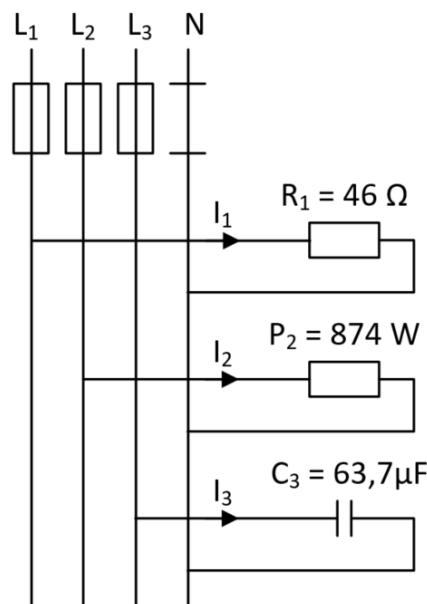
I_{L1} 0,5 Pt.

I_{L2}'' 0,5 Pt.

I_{L3}'' 0,5 Pt.

I_N 0,5Pt. (Tolérance : 5,1 A – 6,2 A)

Points par page:



0,5

0,5

0,5

0,5

2

18. Compensation N° d'objectif d'évaluation 5.3.4

5

Un moteur monophasé à courant alternatif possède les caractéristiques suivantes : 230 V; 50 Hz; 4,6 A; $\cos \varphi = 0,8$. Le facteur de puissance doit être amélioré afin d'obtenir un $\cos \varphi = 0,9$.

- a) Quelle puissance réactive doit fournir le condensateur ?

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{\underline{846 \text{ W}}}$$

1

$$Q_C = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 846 \text{ W} \cdot (0,75 - 0,484) = \underline{\underline{225 \text{ var}}}$$

2

ou

ou

$$Q_1 = U \cdot I \cdot \sin \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,6 = \underline{\underline{634,8 \text{ var}}}$$

0,5

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{\underline{846 \text{ W}}}$$

0,5

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} = \frac{846 \text{ W}}{0,9} = \underline{\underline{940 \text{ VA}}}$$

0,5

$$Q_2 = \sqrt{(S_2)^2 - P^2} = \sqrt{(940 \text{ VA})^2 - (846 \text{ W})^2} = \underline{\underline{409,7 \text{ var}}}$$

0,5

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 634,8 \text{ var} - 409,7 \text{ VA} = \underline{\underline{225 \text{ var}}}$$

1

- b) Calculez la capacité du condensateur permettant cette compensation.

1

$$C = \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2} = \frac{225 \text{ var} \cdot 1 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot (230 \text{ V})^2} = \underline{\underline{13,54 \mu\text{F}}}$$

ou

$$X_C = \frac{U^2}{Q_c} = \frac{(230 \text{ V})^2}{225 \text{ var}} = \underline{\underline{235,11 \Omega}}$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 235,11 \Omega} = \underline{\underline{13,54 \mu\text{F}}}$$

- c) Quelle est l'intensité du courant après compensation ?

1

$$I_2 = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi_2} = \frac{846 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,9} = \underline{\underline{4 \text{ A}}}$$

ou

$$I_2 = \frac{S_2}{U} = \frac{940 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{4 \text{ A}}}$$

Points par page:
