

Série 2018
PQ selon OFPi 2006

Procédures de qualification
Planificatrice-électricienne CFC
Planificateur-électricien CFC

Connaissances professionnelles écrites
Pos. 4.2 Technique des systèmes électriques

Dossier des expertes et experts

Temps: 90 minutes pour 20 exercices sur 13 pages

Auxiliaires: Règle, équerre, chablon, recueil de formules sans exemple de calcul et calculatrice de poche, indépendante du réseau (tablettes, smartphones etc. ne sont pas autorisés).

Cotation:

- Le nombre de points maximum est donné pour chaque exercice.
- Pour obtenir le maximum de points, les formules ou les calculs doivent figurer dans la solution, ainsi que les valeurs et unités utilisées. Les résultats et l'unité utilisée doivent être soulignés deux fois.
- Le cheminement de la solution doit être clair et son contrôle doit être aisé.
- Si dans un exercice on demande plusieurs réponses, vous êtes tenu de répondre à chacune d'elles. Les réponses sont évaluées dans l'ordre où elles sont données. Les réponses données en plus ne sont pas évaluées.
- Le verso est à utiliser si la place manque. Par exercice, un commentaire adéquat tel que par exemple « voir la solution au dos » doit être noté.
- **Toute erreur induite par une précédente erreur n'entraîne aucune déduction.**

Barème: **Nombres de points maximum: 51,0**

48,5	-	51,0	Points = Note	6,0
43,5	-	48,0	Points = Note	5,5
38,5	-	43,0	Points = Note	5,0
33,5	-	38,0	Points = Note	4,5
28,5	-	33,0	Points = Note	4,0
23,0	-	28,0	Points = Note	3,5
18,0	-	22,5	Points = Note	3,0
13,0	-	17,5	Points = Note	2,5
8,0	-	12,5	Points = Note	2,0
3,0	-	7,5	Points = Note	1,5
0,0	-	2,5	Points = Note	1,0

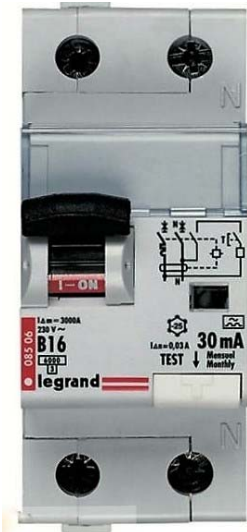
Les solutions ne sont pas données
pour des raisons didactiques

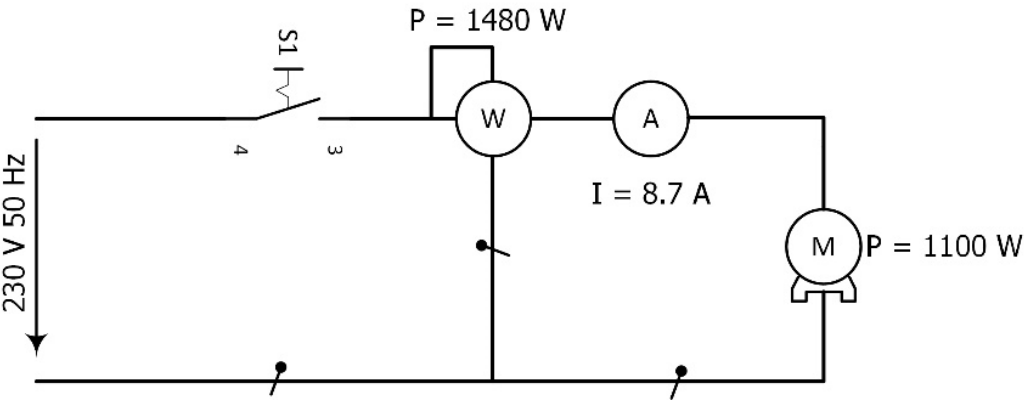
(Décision de la commission des
tâches d'examens du 09.09.2008)

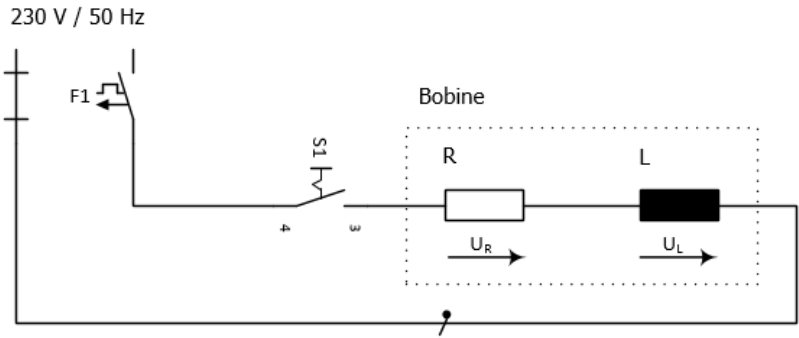
Délai d'attente: **Cette épreuve d'examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le 1^{er} septembre 2019.**

Créé par: Groupe de travail EFA de l'USIE pour la profession de
planificatrice-électricienne CFC / planificateur-électricien CFC
Editeur: CSFO, département procédures de qualification, Berne

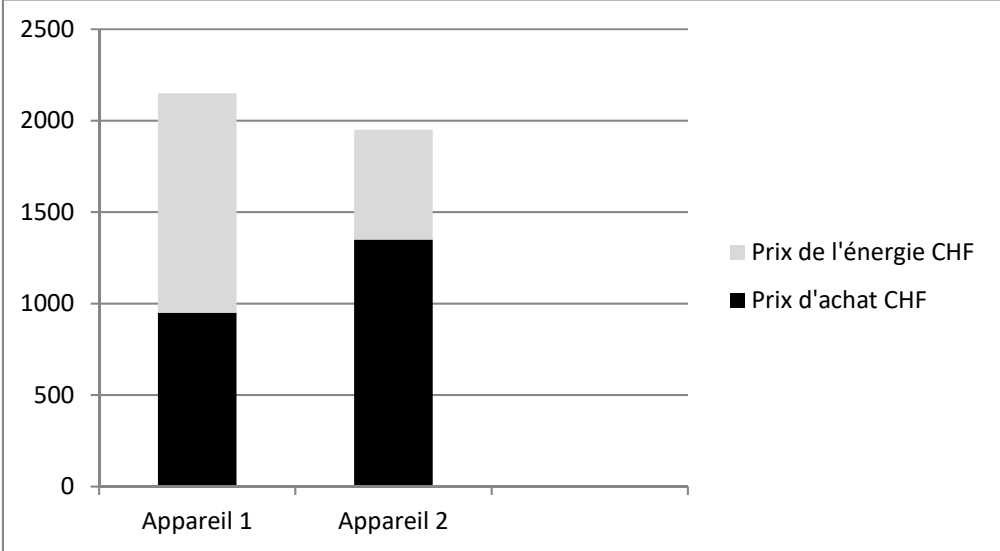
Exercices		Nombre de points															
		maximal	obtenus														
1.	<p>5.1.1</p> <p>Donnez deux raisons pour lesquelles la tension pour le transport d'énergie suprarégional est transformée en 220 kV ou 380 kV.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le courant est réduit • Les pertes en ligne diminuent • Des conducteurs de section plus petite peuvent être utilisés • Le transport d'énergie est meilleur marché <p>(Note pour les experts : 1 point par bonne réponse)</p>	<p>2</p> <p>chacun 1</p>															
2.	<p>5.1.6</p> <p>Une transformateur monophasé 230 V / 48 V a une puissance nominale de 160 VA.</p> <p>Calculez :</p> <p>a) le rapport de transformation.</p> $\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{230 \text{ V}}{48 \text{ V}} = \underline{\underline{4,792 : 1}}$ <p>b) le courant nominal au primaire.</p> $I_P = \frac{S}{U_P} = \frac{160 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{696 \text{ mA}}}$	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p>															
3.	<p>5.1.3</p> <p>Cochez pour chaque affirmation si elle est juste ou fausse.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Affirmation</th><th rowspan="2">Juste</th><th rowspan="2">Faux</th></tr> <tr> <th>Canalisation</th><th>Utilisation</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tube ALU</td><td>Peut être installé dans des environnements corrosifs.</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr> <td>Tube en plastique, flexible, ignifuge ICTAAM</td><td>Peut être posé dans le béton</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>	Affirmation		Juste	Faux	Canalisation	Utilisation	Tube ALU	Peut être installé dans des environnements corrosifs.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tube en plastique, flexible, ignifuge ICTAAM	Peut être posé dans le béton	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>1</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>	
Affirmation		Juste	Faux														
Canalisation	Utilisation																
Tube ALU	Peut être installé dans des environnements corrosifs.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
Tube en plastique, flexible, ignifuge ICTAAM	Peut être posé dans le béton	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														

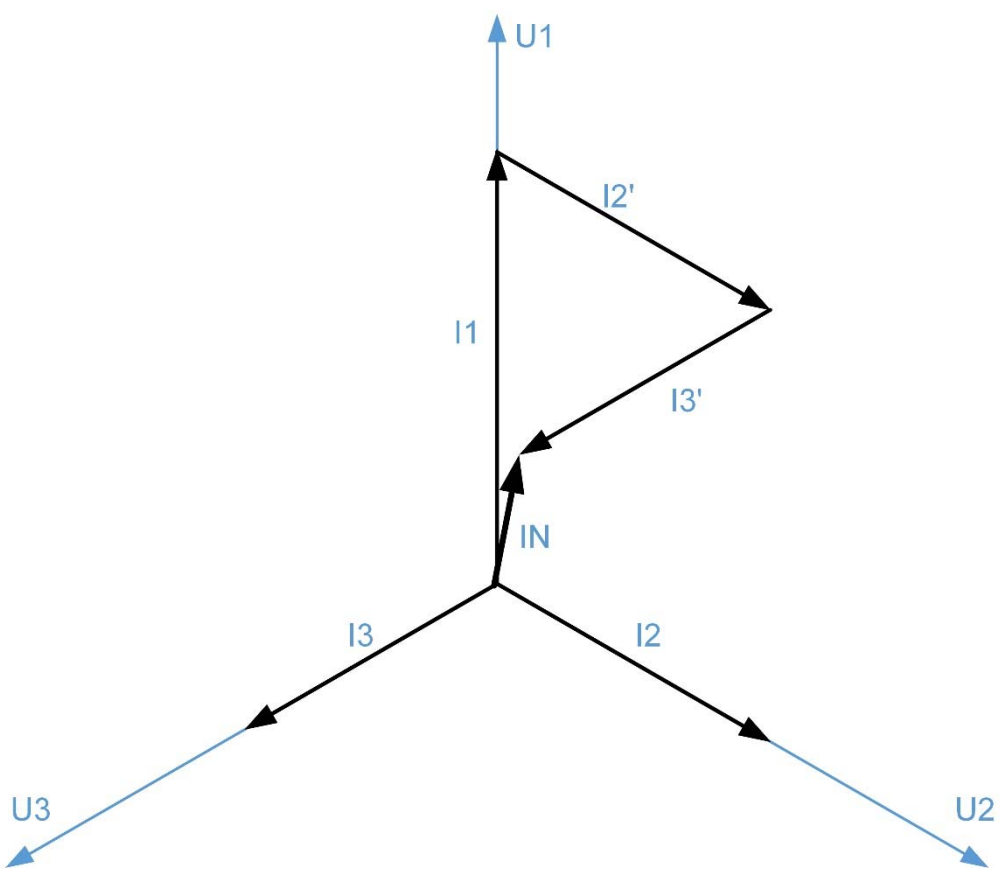
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
4.	5.1.5b Organe de protection	2	
	a) Comment appelle-t-on cet organe de protection ?	1	
	 <p>FI / LS ou (Disjoncteur FI / LS)</p>		
	b) Que signifie l'indication B16 indiquée sur cet organe de protection ?	1	
	B = Courbe de coupure (de déclenchement de l'effet magnétique)	(0,5)	
	16 = Courant nominal en ampères	(0,5)	
5.	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 :	3	
	a) le courant de ligne consommé par ce chauffe-eau.	1	
	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{3000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = \underline{\underline{4,33 \text{ A}}}$		
	b) le courant traversant un corps de chauffe.	1	
	$I_{Ph} = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{4,33 \text{ A}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{2,5 \text{ A}}}$		
	c) la résistance d'un corps de chauffe.	1	
	$R_{Ph} = \frac{U}{I_{Ph}} = \frac{400 \text{ V}}{2,5 \text{ A}} = \underline{\underline{160 \Omega}}$		

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

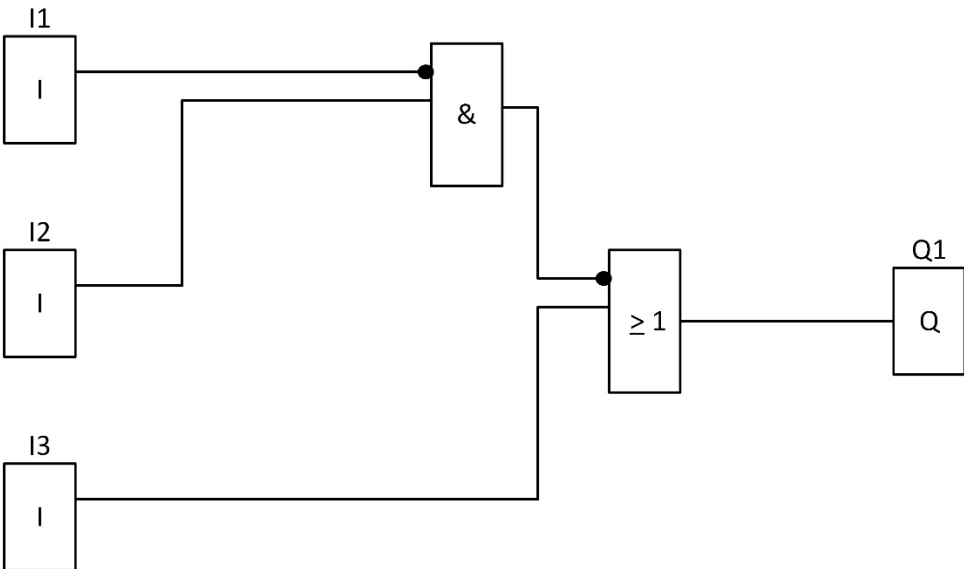
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
7.	<p>5.3.1</p> <p>Une bobine est connectée sous 230 V / 50 Hz. La composante ohmique de la bobine est de 75 Ω, son inductance vaut 150 mH.</p>  <p>Calculez :</p> <p>a) la réactance d'induction.</p> $X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,15 \text{ H} = \underline{\underline{47,1 \Omega}}$ <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</p> <p>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	obtenus
9.	<p>5.2.2/ 5.2.3</p> <p>Instruments de mesure</p> <p>a) Avec quel instrument mesurez-vous l'éclairement ?</p> <p>Luxmètre</p> <p>b) La valeur affichée sur l'écran est-elle suffisante si la mesure a été effectuée sur la place de travail dans un bureau ?</p> <div data-bbox="643 504 1045 929" data-label="Image"> </div> <p>NON (min. 500 lx)</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p>	
10.	<p>5.3.3</p> <p>Une résistance de 100Ω est connectée à une tension alternative de 230 V / 50 Hz.</p> <p>Que vaut :</p> <p>a) le courant ?</p> $I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{100 \Omega} = \underline{\underline{2,3 \text{ A}}}$ <p>b) la valeur de crête de la tension ?</p> $\hat{U} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V} = \underline{\underline{325 \text{ V}}}$ <p>c) la période ?</p> $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}}}$ <p>d) la vitesse angulaire ?</p> $\omega = 2\pi \cdot f = 6,28 \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{314 \frac{1}{\text{s}}}}$	<p>2</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>	

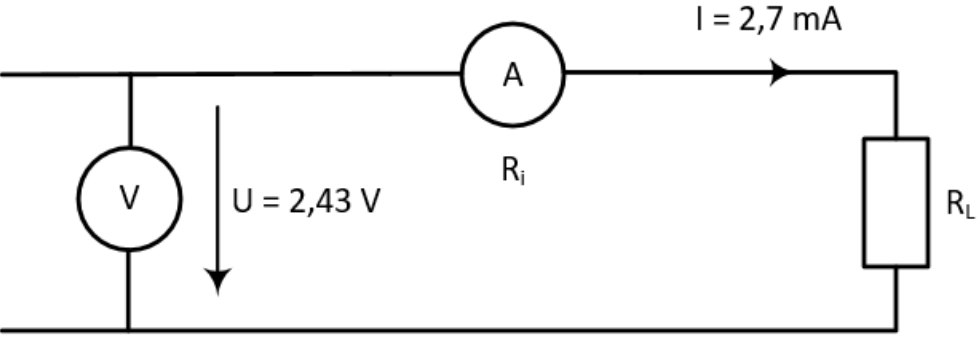
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
11.	<p>5.2.1</p> <p>Le graphique montre le prix d'achat et les coûts énergétiques sur 10 ans de deux congélateurs différents.</p> <p>Appareil 1 : Label énergétique A⁺</p> <p>Appareil 2 : Label énergétique A⁺⁺⁺</p> <p>Pour les 2 appareils, on considère que leur durée de vie est de 10 ans.</p>  <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>	2	
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 x 400 V / 230 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	

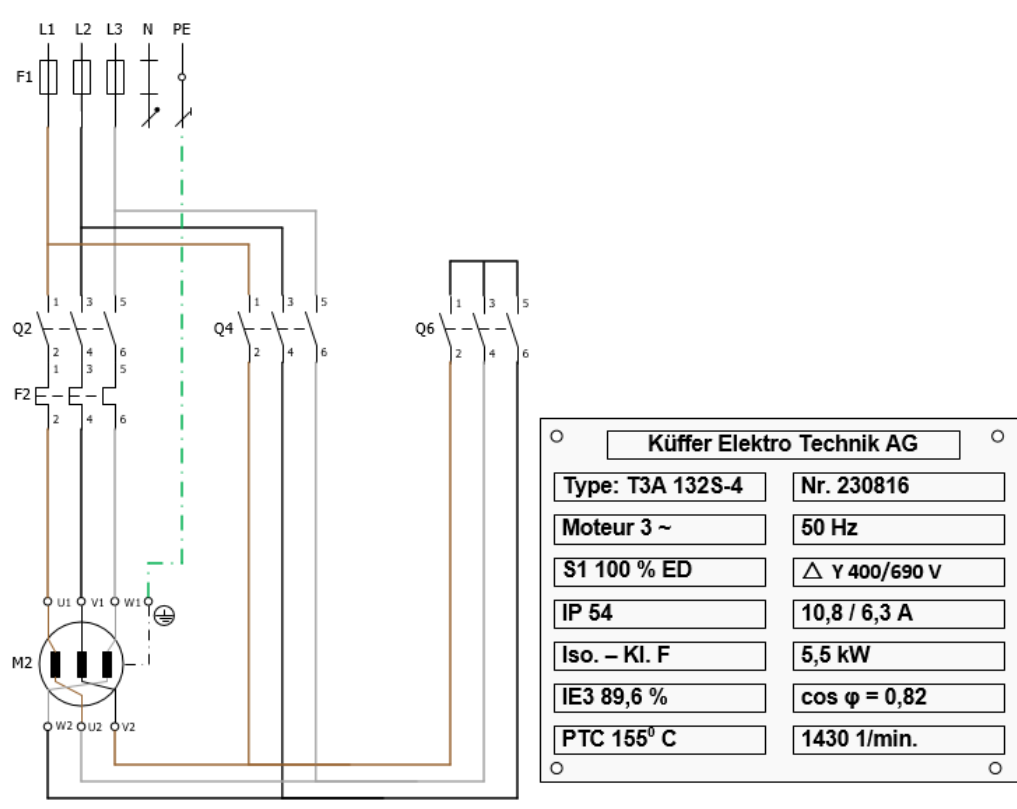
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
<p>b) Dessinez graphiquement le courant dans le conducteur de neutre I_N à partir des valeurs de la page 7.</p> <p>(Échelle : 1 cm correspond à 1 A)</p>		1,5	
 <p style="text-align: center;">$I_N = \underline{\underline{1,77 \text{ A}}}$ (Correct de 1,6 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	obtenus
13.	<p>5.2.5 Les moteurs électriques suivants sont disponibles:</p> <p>Moteur triphasé à cage d'écureuil, moteur universel, moteur à pôles bagués</p> <p>a) Quel type de moteur convient pour une perceuse à main?</p> <p>Moteur universel</p> <p>b) Nommez la caractéristique importante de ce type de moteur pour une perceuse à main.</p> <ul style="list-style-type: none"> - couple élevé - régulation facile de la vitesse (Modification de la tension) - moteur compact <p>c) Quel type de moteur convient pour une pompe de 5,5 kW ?</p> <p>Moteur triphasé à cage d'écureuil (asynchrone)</p> <p>d) Nommez la caractéristique importante de ce type de moteur pour une pompe de 5,5 kW.</p> <ul style="list-style-type: none"> - moteur adapté pour des puissances élevées - moteur robuste - moteur nécessitant peu de maintenance - bon rendement 	<p>2</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>	
14.	<p>3.5.7 Un atelier de 9 m x 15 m est éclairé par 40 TL - 36 W ayant une efficacité lumineuse de 87 lm/W. Le rendement de l'éclairage est supposé être de 55 %. (Le facteur de maintenance et le facteur de planification sont inclus dans le rendement de l'éclairage).</p> <p>Calculez :</p> <p>a) le flux lumineux émis par une lampe.</p> $\phi L = P \cdot \eta L = 36 \text{ W} \cdot 87 \frac{\text{lm}}{\text{W}} = \underline{\underline{3132 \text{ lm}}}$ <p>b) l'éclairement moyen dans l'atelier.</p> $A = b \cdot l = 9 \text{ m} \cdot 15 \text{ m} = \underline{\underline{135 \text{ m}^2}}$ $E = \frac{N \cdot \phi L \cdot \eta B}{A} = \frac{40 \cdot 3132 \text{ lm} \cdot 0,55}{135 \text{ m}^2} = \underline{\underline{510 \text{ lx}}} \text{ ou } \underline{\underline{510 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}}}$	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>(0,5)</p> <p>(0,5)</p>	

Exercices		Nombre de points																													
		maximal	obtenus																												
15.	5.4.1;5.4.2;5.4.3;5.4.4 Commander ou régler ? Cochez les affirmations correctes.	1																													
	<table><tr><th>Affirmation</th><th>Commander</th><th>Régler</th></tr><tr><td>Four réglé à 180°C</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Chauffage géré par une sonde extérieur</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Lampe enclenchée avec un Schéma 0</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr></table>	Affirmation	Commander	Régler	Four réglé à 180°C	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Chauffage géré par une sonde extérieur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lampe enclenchée avec un Schéma 0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5																	
	Affirmation	Commander	Régler																												
	Four réglé à 180°C	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												
	Chauffage géré par une sonde extérieur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												
Lampe enclenchée avec un Schéma 0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
		0,5																													
16.	5.4.4 Complétez la table de vérité à partir du schéma logique. Notez l'état 0 ou 1 de la sortie Q1.	2																													
																															
	<table><tr><th>I1</th><th>I2</th><th>I3</th><th>Q1</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	I1	I2	I3	Q1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0,5	
	I1	I2	I3	Q1																											
	0	0	1	1																											
	0	1	0	0																											
	0	1	1	1																											
	1	0	0	1																											
1	0	1	1																												
1	1	0	1																												
		0,5																													
		0,5																													
		0,5																													

Exercices		Nombre de points	
		maximal	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> $\Delta U = \frac{\Delta u \cdot U}{100 \%} = \frac{3 \% \cdot 230 \text{ V}}{100 \%} = \underline{6,9 \text{ V}}$ $I = \frac{P_{\text{Tot}}}{U} = \frac{2 \cdot 500 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{4,348 \text{ A}}$ $R_L = \frac{\Delta U}{I} = \frac{6,9 \text{ V}}{4,348 \text{ A}} = \underline{1,587 \Omega}$ $A = \frac{\rho \cdot \ell \cdot 2}{R_L} = \frac{0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 145 \text{ m} \cdot 2}{1,587 \Omega} = \underline{\underline{3,2 \text{ mm}^2}}$ <p>b) Quelle section normalisée devez-vous utiliser ?</p> <p>4 mm²</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>(0,5)</p> <p>(1)</p> <p>(0,5)</p> <p>(1)</p> <p>1</p>	
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> $u_{K\%} = \frac{100 \% \cdot I_N}{I_{kd}} = \frac{100 \% \cdot 95 \text{ A}}{130 \text{ A}} = \underline{\underline{73,1 \%}}$ <p>b) La tension lors du court-circuit en volts.</p> $U_k = \frac{u_k \cdot U_N}{100 \%} = \frac{73,1 \% \cdot 230 \text{ V}}{100 \%} = \underline{\underline{168 \text{ V}}}$	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p>	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
19.	<p>5.3.5</p> <p>Calculez la résistance de charge R_L en tenant compte des caractéristiques de l'ampèremètre.</p> <p style="text-align: center;">Caractéristiques de l'ampèremètre</p> <p style="text-align: center;">$I_{\max} = 3 \text{ mA}$</p> <p style="text-align: center;">$U_{\max} = 360 \text{ mV}$</p>  <p style="text-align: center;">R_i</p> <p style="text-align: center;">R_L</p> <p style="text-align: center;">$I = 2,7 \text{ mA}$</p> <p style="text-align: center;">$U = 2,43 \text{ V}$</p> <p style="text-align: center;">V</p> <p style="text-align: center;">A</p>	4	
	$R_i = \frac{U_{\max \text{ A-m}}}{I_{\max \text{ A-m}}} = \frac{360 \text{ mV}}{3 \text{ mA}} = \underline{120 \Omega}$	(1)	
	$U_{\text{A-m}} = I \cdot R_i = 2,7 \text{ mA} \cdot 120 \Omega = \underline{0,324 \text{ V}}$	(1)	
	$U_{\text{RL}} = U - U_{\text{A-m}} = 2,43 \text{ V} - 0,324 \text{ V} = \underline{2,106 \text{ V}}$	(1)	
	$R_L = \frac{u_{\text{RL}}}{I} = \frac{2,106 \text{ V}}{2,7 \text{ mA}} = \underline{\underline{780 \Omega}}$	(1)	

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