

Série 2015

Procédures de qualification
Installatrice-électricienne CFC
Installateur-électricien CFC

Connaissances professionnelles écrites
Pos. 4.2 Technique des systèmes électriques

Dossier des expertes et experts

Temps : 70 minutes

Auxiliaires : Règle, équerre, chablon, calculatrice de poche sans transmission de données et recueil de formules sans exemple de calcul.

Cotation :

- Le nombre de points maximum est donné pour chaque exercice.
- Pour obtenir le maximum de points, les formules et les calculs doivent figurer dans la solution ainsi que les résultats avec leur unité 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'elle. Les réponses sont évaluées dans l'ordre où elles sont données. Les réponses données en plus ne sont pas évaluées.
- S'il manque de la place, la solution peut être écrite au dos de la feuille et vous devez le mentionner sur l'exercice.

Barème : **Nombres de points maximum : 44,0**

42,0	-	44,0	Points = Note	6,0
37,5	-	41,5	Points = Note	5,5
33,0	-	37,0	Points = Note	5,0
29,0	-	32,5	Points = Note	4,5
24,5	-	28,5	Points = Note	4,0
20,0	-	24,0	Points = Note	3,5
15,5	-	19,5	Points = Note	3,0
11,0	-	15,0	Points = Note	2,5
7,0	-	10,5	Points = Note	2,0
2,5	-	6,5	Points = Note	1,5
0,0	-	2,0	Points = Note	1,0

Les solutions ne sont pas données
pour des raisons didactiques

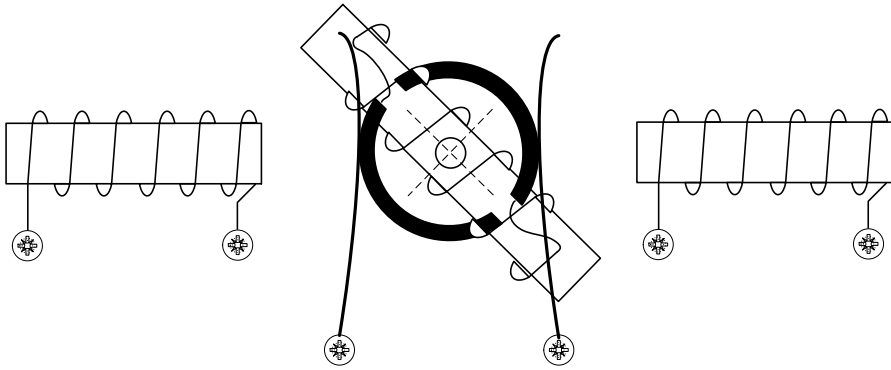


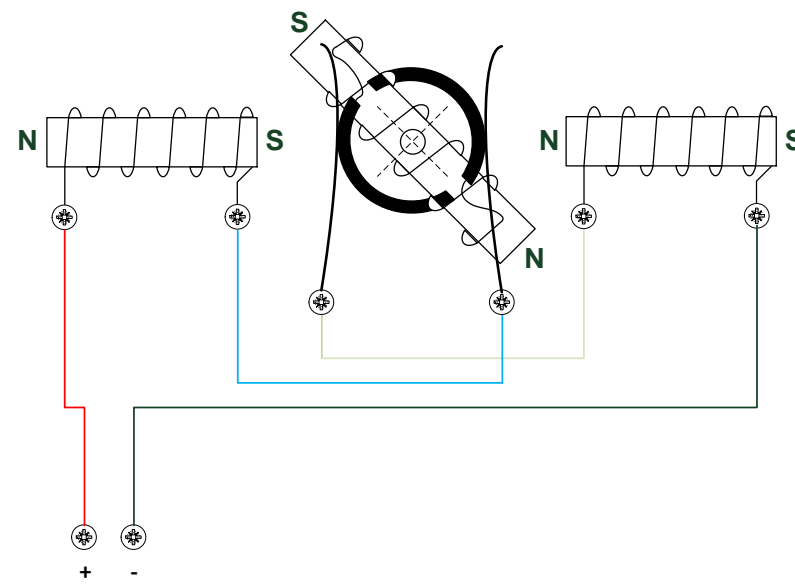
(Décision de la commission des
tâches d'examens du 09.09.2008)

Délai d'attente : Cette épreuve d'examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le **1^{er} septembre 2016**.

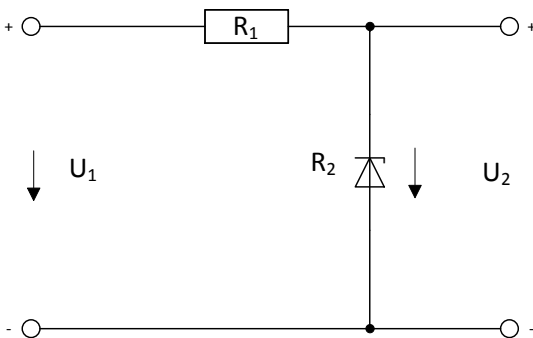
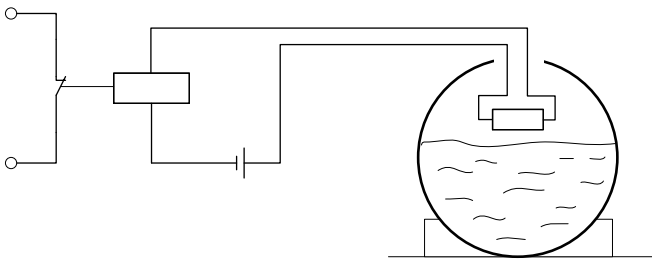
Créé par : Groupe de travail EFA de l'USIE pour la profession
d'installatrice-électricienne CFC / installateur-électricien CFC
Editeur : CSFO, département procédures de qualification, Berne

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
1.	<p>5.1.1</p> <p>Donnez deux raisons pour lesquelles les tensions sont transformées jusqu'à des valeurs de 220 kV ou 380 kV pour le transport de l'énergie.</p> <p>Solution :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le courant diminue • Les pertes en ligne diminuent • La section des conducteurs est inférieure • Le transport de l'énergie est plus économique 	2	(1 par rép.)
2.	<p>5.1.4</p> <p>Quelles sont les différentes pertes rencontrées dans les transformateurs ?</p> <p>Solution :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pertes cuivre ou pertes Joule ou pertes dans les enroulements • les pertes fer (Hystérésis, les pertes par courants de Foucault) <p>(si au lieu de pertes de fer que pertes hystérésis ou pertes par courants de foucault 0,5 point)</p>	2	(1) (1)
3.	<p>5.1.6</p> <p>Un transformateur monophasé 400 V / 230 V possède au primaire 1500 spires dans lesquelles circule un courant de 1,2 A. En négligeant les pertes dans le transformateur, calculez :</p> <p>a) le courant au secondaire. b) le nombre de spires au secondaire.</p> <p>Solution :</p> <p>a) $I_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{U_2} = \frac{400 \text{ V} \cdot 1,2 \text{ A}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{2,09 \text{ A}}}$</p> <p>b) $N_2 = \frac{U_2 \cdot N_1}{U_1} = \frac{230 \text{ V} \cdot 1500}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{863}}$</p>	2	(1) (1)

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
4.	<p>5.1.7</p> <p>Un shunt de 200 A de courant nominal est couplé en parallèle à un ampèremètre.</p> <p>a) Quelle est la valeur de la résistance shunt lorsque celle-ci est parcourue par un courant de 100 A et que la tension à ses bornes est de 30 mV ?</p> <p>b) Quelle est la puissance dissipée dans la résistance shunt parcourue par son courant nominal ?</p> <p>Solution :</p> <p>a) $R_s = \frac{U_s}{I_s} = \frac{30 \text{ mV}}{100 \text{ A}} = \underline{\underline{0,3 \text{ m}\Omega}}$</p> <p>b) $P_n = I_n^2 \cdot R_n = (200 \text{ A})^2 \cdot 0,3 \text{ m}\Omega = \underline{\underline{12 \text{ W}}}$</p>	2	
5.	<p>5.2.1</p> <p>On détermine la consommation d'énergie d'un sèche-linge par la lecture d'un compteur. Au début du programme de séchage, le compteur indique 45'463,4 kWh. A la fin, il indique 45'466,3 kWh. La puissance du sèche-linge est de 2,1 kW.</p> <p>a) Quelle est l'énergie électrique consommée sur le réseau électrique durant ce programme de séchage ?</p> <p>b) Combien de temps a duré ce programme de séchage ?</p> <p>Solution :</p> <p>a) $W = W_2 - W_1 = 45'466,3 \text{ kWh} - 45'463,4 \text{ kWh} = \underline{\underline{2,9 \text{ kWh}}}$</p> <p>b) $t = \frac{W}{P} = \frac{2,90 \text{ kWh}}{2,1 \text{ kW}} = \underline{\underline{1,38 \text{ h}}}$</p>	2	
6.	<p>5.2.2</p> <p>Tracez les adjectifs qui ne s'appliquent pas à la lampe correspondante.</p> <p>Ampoule halogène : Température de couleurs haute / basse; couleurs chaudes / neutres / froides</p> <p>TL, lumière du jour : Température de couleurs haute / basse; couleurs chaudes / neutres / froides</p> <p>Solution :</p> <p>Ampoule halogène : Température de couleurs haute/basse; couleurs chaudes/neutres/froides</p> <p>TL, lumière du jour : Température de couleurs haute/basse; couleurs chaudes/neutres/froides</p>	2	

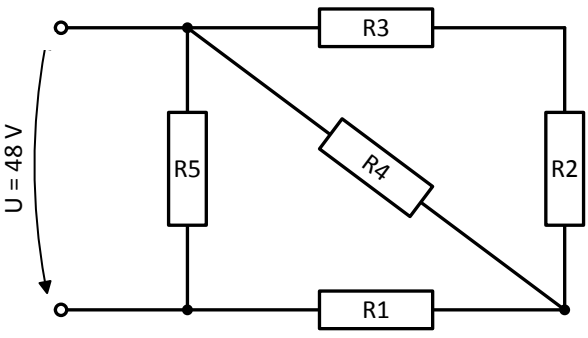
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
<p>5.2.5</p> <p>7. La bobine mobile est raccordée via deux contacts glissants sur deux points de connexion. Les bobines à gauche et à droite de la bobine mobile sont fixes et disposent chacune de deux points de connexion.</p> <p>a) Relier les bobines à la 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>		4	
			
<p>   + - </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>		(3)	
		(1)	

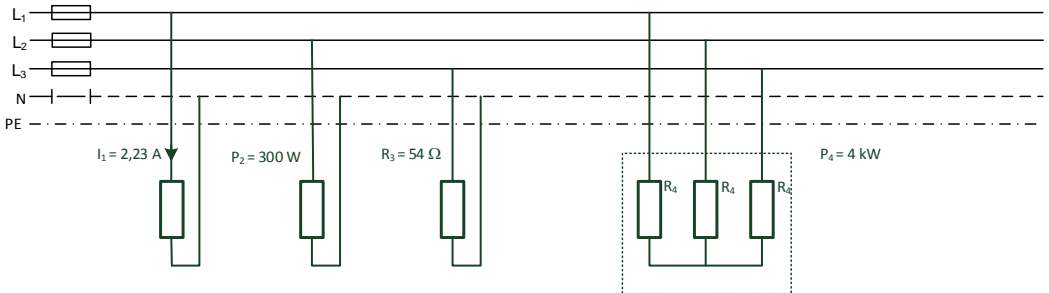
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
8.	<p>5.2.6</p> <p>Le fabricant d'un accumulateur fournit la caractéristique ci-dessous. Elle représente la tension aux bornes de l'accumulateur en fonction du courant délivré.</p> <p>Déterminez, avec cette caractéristique, les grandeurs suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> la tension (FEM) à vide. le courant de court-circuit. la résistance interne. la tension aux bornes de l'accumulateur lorsqu'il délivre un courant de 180 A. <p>Solution :</p> <ol style="list-style-type: none"> $E = \underline{\underline{24 \text{ V}}}$ $I_{cc} = \underline{\underline{240 \text{ A}}}$ $R_i = \frac{E}{I_{cc}} = \frac{24 \text{ V}}{240 \text{ A}} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$ $U = \underline{\underline{6 \text{ V}}}$ 	2	
9.	<p>5.2.6</p> <p>Expliquez pour quelle raison le courant dans le secondaire I_2 circule dans le sens indiqué.</p> <p>Solution : Loi de Lenz Le sens du courant induit est tel qu'il s'oppose à ce qui le crée.</p> <p>La bobine primaire produit un flux dans le sens horaire, la bobine secondaire doit donc produire un flux inverse. Elle doit donc avoir un pôle nord en haut et un pôle sud en bas. La règle de la main droite permet de déterminer le sens du courant I_2 pour obtenir un pôle nord en haut.</p>	2	

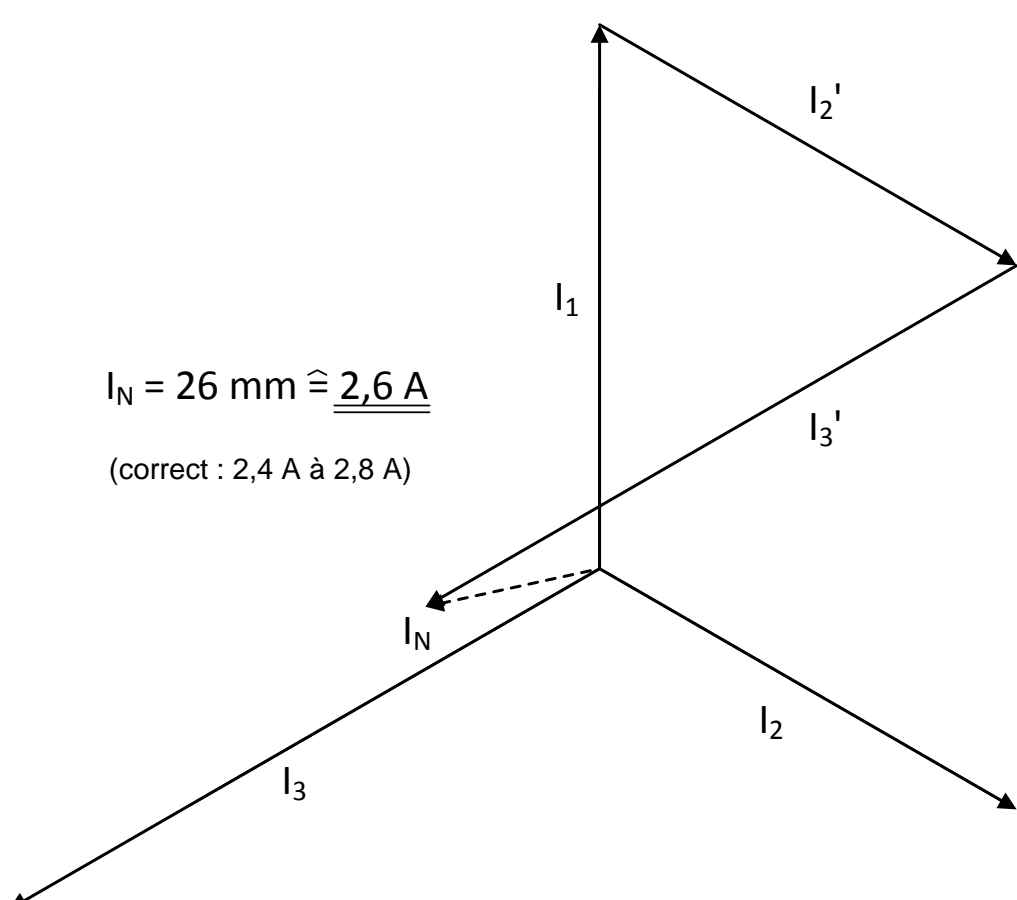
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
10.	<p>5.2.9</p> <p>Quelle est la tension U_2, sachant que $R_1 = 100 \, \Omega$ et que R_2 a une tension de Zener de 5,6 V ?</p>  <p>a) $U_1 = 4 \, \text{V}$ $U_2 =$</p> <p>b) $U_1 = 8 \, \text{V}$ $U_2 =$</p> <p>Solution :</p> <p>a) $U_2 = \underline{\underline{4 \, \text{V}}}$</p> <p>b) $U_2 = \underline{\underline{5,6 \, \text{V}}}$</p>	2	
11.	<p>5.2.9</p> <p>Vous construisez un capteur de niveau pour un réservoir d'eau. Lorsque le liquide atteint la résistance intégrée dans le réservoir, celle-ci se refroidit très rapidement. Le processus de remplissage est automatiquement interrompu par le relais.</p> <p>a) Quel type de résistance doit être utilisé pour ce capteur de niveau ?</p> <p>b) Motivez votre réponse.</p>  <p>Solution :</p> <p>a) Une résistance PTC</p> <p>b) La température baisse → la résistance de la PTC diminue également → le courant I augmente et le relais tire.</p>	2	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
12.	<p>5.3.1</p> <p>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> <p>a) la réactance de capacité X_C.</p> <p>b) la réactance d'induction X_L.</p> <p>c) l'impédance totale Z.</p> <p>d) le facteur de puissance $\cos \varphi$.</p> <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</p> <p>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).</p> <p>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															
14.	5.3.2 Un moteur alternatif monophasé d'une puissance mécanique de 500 W (η = 0,75 / cos φ = 0,78) est raccordé au réseau 230 V / 50 Hz.	2																
	Quelle est la valeur du courant circulant dans la ligne d'alimentation ?																	
	Solution :																	
	$P_{\text{absorbée}} = \frac{P_{\text{utile}}}{\eta} = \frac{500 \text{ W}}{0,75} = \underline{666,7 \text{ W}}$	(0,5)																
	$S = \frac{P_{\text{absorbée}}}{\cos \varphi} = \frac{666,67 \text{ W}}{0,78} = \underline{854,7 \text{ VA}}$	(0,5)																
	$I = \frac{S}{U} = \frac{854,71}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{3,72 \text{ A}}}$	(1)																
15.	5.4.1 Classez les composants suivants :	2																
	<table><tr><td></td><td>Actionneur</td><td>Capteur</td></tr><tr><td>1. Sonde de température</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>2. Contrôleur de débit</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>3. Clapet de ventilation</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>4. Sonde de luminosité</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr></table>		Actionneur	Capteur	1. Sonde de température	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Contrôleur de débit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Clapet de ventilation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Sonde de luminosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Actionneur	Capteur															
	1. Sonde de température	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
2. Contrôleur de débit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
3. Clapet de ventilation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
4. Sonde de luminosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
	Solution :																	
	<table><tr><td></td><td>Actionneur</td><td>Capteur</td></tr><tr><td>1. Sonde de température</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>2. Contrôleur de débit</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>3. Clapet de ventilation</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>4. Sonde de luminosité</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table>		Actionneur	Capteur	1. Sonde de température	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Contrôleur de débit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3. Clapet de ventilation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Sonde de luminosité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(0,5 par rép.)	
	Actionneur	Capteur																
1. Sonde de température	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																
2. Contrôleur de débit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																
3. Clapet de ventilation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
4. Sonde de luminosité	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
16.	<p>5.3.3</p> <p>Calculez pour le circuit suivant :</p> <p>a) la résistance équivalente.</p> <p>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) $R_{2,3} = R_2 + R_3 = 20 \, \Omega + 40 \, \Omega = \underline{60 \, \Omega}$</p> <p>$R_{2,3,4} = \frac{R}{n} = \frac{60 \, \Omega}{2} = \underline{30 \, \Omega}$</p> <p>$R_{1,2,3,4} = R_{2,3,4} + R_1 = 30 \, \Omega + 30 \, \Omega = \underline{60 \, \Omega}$</p> <p>$R_{\text{éq}} = \frac{R_{1,2,3,4} \cdot R_5}{R_{1,2,3,4} + R_5} = \frac{60 \, \Omega \cdot 30 \, \Omega}{60 \, \Omega + 30 \, \Omega} = \underline{\underline{20 \, \Omega}}$</p> <p>b) $I_{R5} = \frac{U}{R5} = \frac{48 \, V}{30 \, \Omega} = \underline{\underline{1,6 \, A}}$</p>	3	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
17.	<p>5.3.4</p> <p>Calculez :</p> <p>a) les courants de lignes (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}).</p> <p>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>  <p>Solution :</p> <p>a) $I_1 = \underline{2,23 \text{ A}}$</p> $I_2 = \frac{P_2}{U_{ph}} = \frac{300 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{1,304 \text{ A}}$ $I_3 = \frac{U_{ph}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{4,259 \text{ A}}$ $I_4 = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{4000 \text{ W}}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3}} = \underline{5,774 \text{ A}}$ <p>Courants de lignes</p> $I_{L1} = I_1 + I_4 = 2,23 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{\underline{8 \text{ A}}}$ $I_{L2} = I_2 + I_4 = 1,304 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{\underline{7,08 \text{ A}}}$ $I_{L3} = I_3 + I_4 = 4,259 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{\underline{10,03 \text{ A}}}$	5	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
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 I1, I2, I3.</p>	(2)	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
18.	5.4.4	2	
	Le circuit suivant a été programmé sur un petit automate programmable. Le bouton I1 est actionné au début, puis à nouveau 30 secondes plus tard.		
	Dessinez le diagramme séquentiel des états de B02, B03, Q1 et Q4.		
	Description des blocs : B02 : Relais pas à pas. B03 : Relais temporisé à la chute (réglé sur 10 secondes) B05 : Clignotant (5 secondes enclenchés, 5 secondes déclenchés)		
Total		44	