

Série 2017  
PQ selon OFPi 2006

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 pour 16 exercices sur 10 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 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'elles. 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.
- **Les mauvaises réponses induites par une précédente erreur dans le problème doivent être prises en compte lors de la correction.**

**Barème:**                      **Nombres de points maximum:      40,0**

38,0	-	40,0	Points = Note	6,0
34,0	-	37,5	Points = Note	5,5
30,0	-	33,5	Points = Note	5,0
26,0	-	29,5	Points = Note	4,5
22,0	-	25,5	Points = Note	4,0
18,0	-	21,5	Points = Note	3,5
14,0	-	17,5	Points = Note	3,0
10,0	-	13,5	Points = Note	2,5
6,0	-	9,5	Points = Note	2,0
2,0	-	5,5	Points = Note	1,5
0,0	-	1,5	Points = Note	1,0

Les solutions ne sont pas données  
pour des raisons didactiques

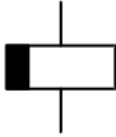
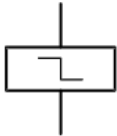
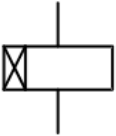
(Décision de la commission des  
tâches d'examens du 09.09.2008)

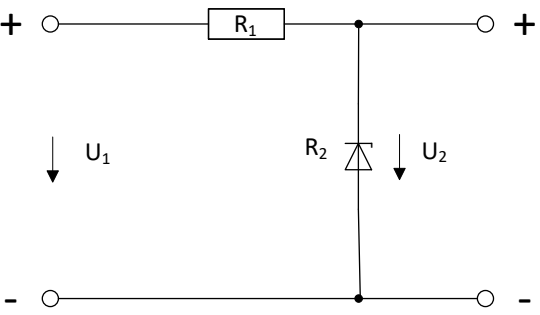
**Délai d'attente:**                      **Cette épreuve d'examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le 1<sup>er</sup> septembre 2018.**

**Créé par:**                      Groupe de travail EFA de l'USIE pour la profession  
d'installatrice-électricienne CFC / installateur-électricien CFC

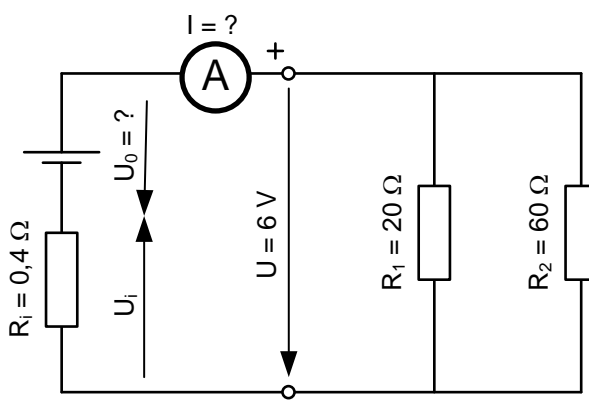
**Editeur:**                      CSFO, département procédures de qualification, Berne



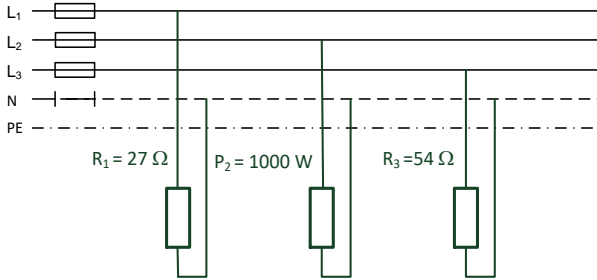
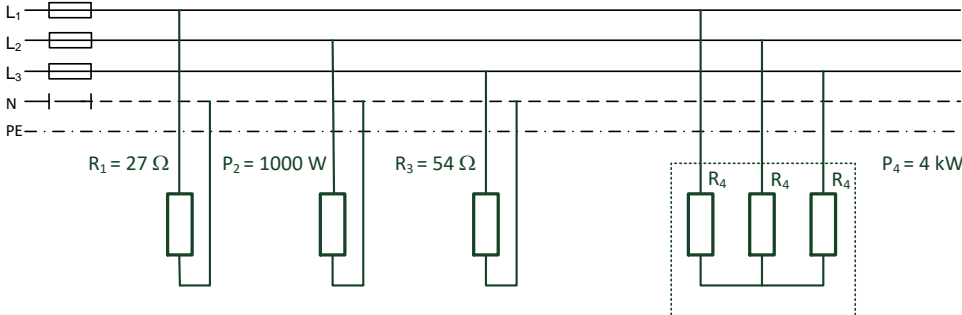
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
4.	<p>5.2.9</p> <p>Comment nomme-t-on les symboles de relais suivants ?</p> <p>a)</p>  <p>Relais temporisé, retardé à la chute (minuterie)</p> <p>b)</p>  <p>Relais pas à pas, télérupteur</p> <p>c)</p>  <p>Relais temporisé, retardé à l'attraction</p>	3	
5.	<p>5.2.1</p> <p>Calculez l'efficacité lumineuse de l'ampoule fluo compact (ampoule économique).</p> <p>Caractéristiques nominales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puissance nominale : 11 W</li> <li>- Tension nominale : 230 V</li> <li>- Flux lumineux : 1200 lm</li> <li>- Durée de vie : 10'000 h</li> <li>- Température de couleur : 4000 K</li> </ul> $K = \frac{\Phi}{P} = \frac{1200 \text{ lm}}{11 \text{ W}} = \underline{\underline{109,1 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$	2	

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

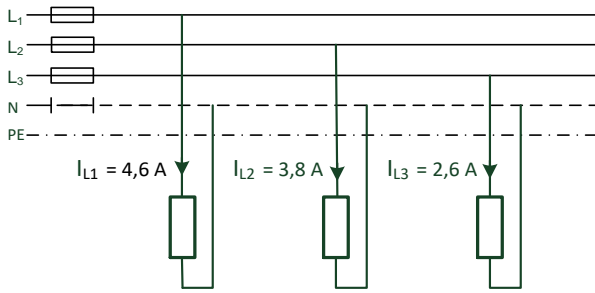
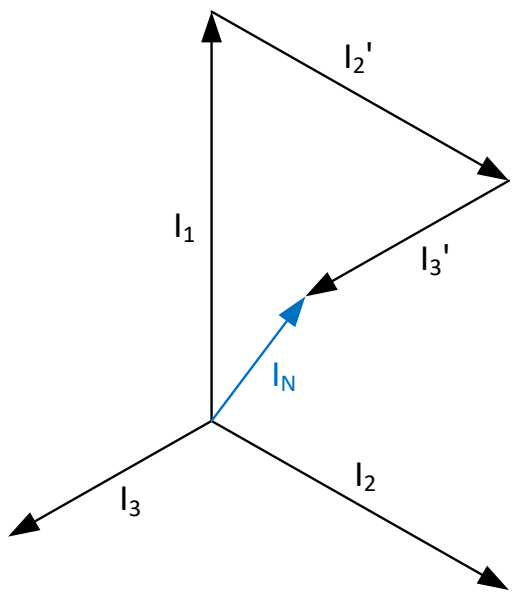
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
8.	<p>5.1.4</p> <p>Réglage d'un relais thermique pour la protection de moteur. Sur la plaque signalétique du moteur, on trouve les informations suivantes : <math>P = 6500 \text{ W}</math>, <math>\cos \varphi = 0,87</math>, <math>\eta = 0,82</math>, <math>U = 3 \times 400 \text{ V}</math>, raccordement en étoile.</p> <p>A quel courant doit-on régler le relais thermique pour protéger le moteur des surcharges ?</p> <p><b>Règle professionnelle : 2 x la puissance utile = au courant de ligne.</b></p> <p><math>I = 2 \cdot 6,5 \text{ kW} \Rightarrow \underline{\underline{13 \text{ A}}}</math></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 V / 5 W / 50 Hz est raccordée en série avec un condensateur, sur le réseau 400 V / 50 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> $X_c = \frac{U_{bc}}{I} = \frac{327,3 \text{ V}}{21,74 \text{ mA}} = \underline{\underline{15,05 \text{ k}\Omega}} \quad (1)$ $C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 15,05 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{212 \text{ nF}}} \quad (1)$	4	

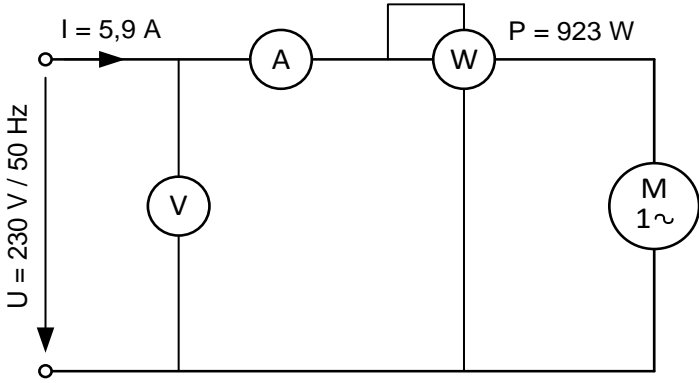
Exercices		Nombre de points							
		maximal	obtenus						
10.	<p>5.2.6</p> <p>Deux résistances, <math>20\ \Omega</math> et <math>60\ \Omega</math>, sont connectées en parallèle et alimentées par une batterie. La tension aux bornes de la batterie est de <math>6\text{ V}</math>.</p>  <p>Calculez :</p> <p>a) le courant <math>I</math> traversant l'ampèremètre.</p> $I = \frac{U}{R_L} = \frac{6\text{ V}}{15\ \Omega} = \underline{\underline{0,4\text{ A}}}$ $R_L = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20\ \Omega \cdot 60\ \Omega}{20\ \Omega + 60\ \Omega} = \underline{\underline{15\ \Omega}}$ <p>b) la tension à vide <math>U_0</math> de la batterie.</p> $U_0 = I \cdot R_{\text{Equ}} = 0,4\text{ A} \cdot 15,4\ \Omega = \underline{\underline{6,16\text{ V}}}$ $R_{\text{Equ}} = R_L + R_i = 15\ \Omega + 0,4\ \Omega = \underline{\underline{15,4\ \Omega}}$	2							
		1	(0,5)						
11.	<p>5.5.1</p> <p>Système KNX</p> <p>a) Cochez pour indiquer si l'affirmation suivante est juste ou fausse.</p> <table border="1" data-bbox="260 1487 1307 1655"><thead><tr><th>Affirmation</th><th>Juste</th><th>Faux</th></tr></thead><tbody><tr><td>Le système KNX est un système de bus décentralisé avec intelligence distribuée dans les dispositifs connectés.</td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr></tbody></table> <p>b) Comment nomme-t-on les deux différentes adresses dans un système KNX ?</p> <p><b>Adresse de groupe</b></p> <p><b>Adresse physique</b></p>	Affirmation	Juste	Faux	Le système KNX est un système de bus décentralisé avec intelligence distribuée dans les dispositifs connectés.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	
	Affirmation	Juste	Faux						
Le système KNX est un système de bus décentralisé avec intelligence distribuée dans les dispositifs connectés.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
	1	(0,5)							
		(0,5)							

Exercices			Nombre de points	
			maximal	obtenus
12.	5.2.6 Pour chacune des affirmations suivantes, cochez afin d'indiquer si elle est juste ou fausse.		2	
13.	5.1.4/ 5.1.5 Cochez dans le tableau, quel(s) dispositif(s) intervient(-iennent) dans les différents moyens de protection.		2	

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



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

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
16.	<p>5.3.2</p> <p>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 <math>\cos \varphi</math>.</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 <math>\cos \varphi</math> 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 <math>\cos \varphi</math> à 0,9. (Capacité du condensateur en <math>\mu\text{F}</math>)</p> $Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 923 \text{ W} \cdot (1,078 - 0,484) = \underline{\underline{548,2 \text{ var}}}$ $X_c = \frac{(U)^2}{Q_c} = \frac{(230 \text{ V})^2}{548,2 \text{ var}} = \underline{\underline{96,5 \Omega}}$ $C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 96,5 \Omega} = \underline{\underline{33 \mu\text{F}}}$	5	
		1	
		1	
		1	
		1	
		1	
		(0,5)	
		(0,5)	
Total		40	