

TRAVAUX DIRIGES N°3 : LES SYSTEMES TRIPHASÉS

EXERCICE N°1:

Soit un récepteur triphasé équilibré constitué de trois radiateurs dont la résistance de chacun est $R=100\Omega$. Il est alimenté par un réseau triphasé 230V/400V, 50Hz.

1.1 Pour un couplage étoile des enroulements :

- Déterminer la valeur efficace du courant par phase I .
- Déterminer la valeur efficace du courant en ligne I .
- Déterminer la puissance active consommée par tout le récepteur triphasé.

1.2 Reprendre les mêmes questions pour un couplage triangle.

1.3 Conclure.

EXERCICE N°2 :

Un récepteur triphasé formé par trois bobines identiques est alimenté par un réseau triphasé équilibré 220V/380V, 50Hz. Chaque bobine est représentée par une inductance $L=0.1H$ en série avec une résistance $R=40\Omega$ comme le montre la figure 2.1 :

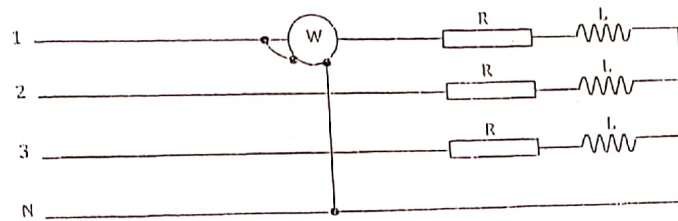


Figure 2.1

2.1 Comment sont couplées les trois bobines.

2.2 Quelle est la valeur de l'intensité du courant traversant le fil neutre.

2.3 Déterminer la valeur efficace de la tension aux bornes de chaque bobine.

2.4 Représenter, sur la figure 2.1, les appareils de mesure permettant de mesurer les valeurs efficaces de la tension simple et de la tension composée.

2.5 Déterminer l'impédance complexe de chaque bobine, son module et son argument.

2.6 Déterminer la valeur efficace I de l'intensité du courant par phase.

2.7 La valeur indiquée par le wattmètre de la figure 2.1 est 750W. A quoi correspond cette valeur. En déduire la puissance active consommée par tout le récepteur triphasé.

2.8 Vérifier que le déphasage courant en ligne-tension simple est de 30° , déterminer alors la puissance réactive consommée par tout le récepteur triphasé.

2.9 Déterminer la puissance apparente du récepteur. En déduire le courant en ligne.

2.10 Conclure.

EXERCICE N°3:

Un atelier est alimenté en 380V/660V, 50Hz. Il comprend un four électrique triphasé purement résistif absorbant une puissance de 20kW et trois moteurs triphasés identiques. Les caractéristiques d'un moteur sont : puissance utile : $P_u=4kW$, $\eta=0.58$, $\cos(\varphi_M)=0.78$.

3.1 Calculer le courant en ligne I quand le four fonctionne seul.

3.2 Calculer le courant en ligne I_m quand les trois moteurs fonctionnent seuls.

3.3 Le four et le moteur fonctionnent ensemble, déterminer :

- a. Les puissances : active P , réactive Q et apparente S consommées.
- b. Le facteur de puissance k .
- c. Le courant en ligne I .

3.4 Pour améliorer le facteur de puissance de l'installation, on a monté en triangle trois condensateurs disposés en parallèle avec l'installation. Sachant que la capacité d'un seul condensateur est $C=47nF$, déterminer les nouvelles valeurs du courant en ligne I' et du facteur de puissance k' .

EXERCICE N°4:

Les trois enroulements d'un récepteur triphasé équilibré sont couplés en triangle sur un réseau 220V/380V, 50Hz. La mesure des puissances active et réactive de tout le récepteur a donné : $P=1.2kW$, $Q=0.69kVAR$.

4.1 Déterminer le facteur de puissance k du récepteur triphasé.

4.2 Déterminer la valeur efficace I du courant en ligne.

4.3 Déterminer la valeur efficace J du courant par phase.

4.4 Déterminer la valeur de l'impédance Z de chaque enroulement.

4.5 En déduire les valeurs de la résistance et de la réactance de chaque enroulement.

EXERCICE N°5:

Un récepteur triphasé équilibré, couplé en triangle, est connecté au réseau 220V/380V, 50Hz. On mesure les puissances par la méthode de deux wattmètres qui donne les résultats suivants : $P_1=1765W$, $P_2=-275W$.

5.1 Déterminer les puissances active P et réactive Q consommées par ce récepteur.

5.2 En déduire la puissance apparente S consommée.

5.3 Déterminer le facteur de puissance k .

5.4 Déterminer la valeur efficace I du courant en ligne.

5.5 En déduire la valeur efficace J du courant par phase.

Afin d'améliorer le facteur de puissance de l'installation, on lui branche en parallèle trois condensateurs montés en triangle, la capacité de chacun est $C=22\mu F$.

5.6 Déterminer le nouveau facteur de puissance k' .

5.7 Déterminer la nouvelle valeur efficace I' du courant en ligne. Conclure.

5.8 Déterminer les nouvelles indications des wattmètres.

TRAVAUX DIRIGES N°4 : LES SYSTEMES TRIPHASES

CIRCUITS ÉLECTRIQUES

EXERCICE N°1:

Une installation électrique alimentée par le réseau triphasé à trois fils ($U=380V$, $f=50Hz$) comprend trois récepteurs triphasés équilibrés : A, B et C. (figure1)

Récepteur A :

Moteur asynchrone triphasé :

- Puissance utile : $P_u=4.4 \text{ kW}$.
- Rendement : $\eta=0.85$.
- $\cos(\varphi_M)=k_M=0.8$.

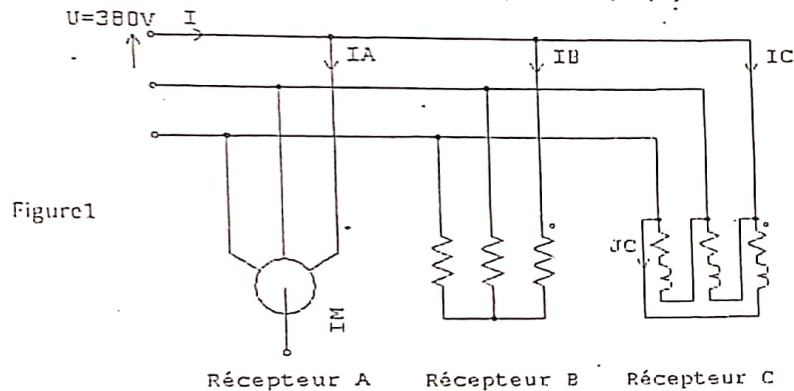
Récepteur B :

Trois résistances de chauffage de caractéristiques chacune :

- Puissance absorbée : $P_{1B}=2000W$.
- Tension : $V_B=220 \text{ V}$.

Récepteur C :

Trois impédances Z montées en triangle telle que : $Z=4+j.6 (\Omega)$



Etude du récepteur A :

- 1.1 Sachant que la tension maximale que peut supporter une phase du moteur est 220V, comment doit on coupler le moteur au réseau. Pourquoi ?
- 1.2 Calculer la puissance P_A absorbée par le moteur.
- 1.3 En déduire la valeur efficace du courant I_A .

Etude du récepteur B :

- 1.4 Calculer la puissance P_B absorbée par les trois résistances.
- 1.5 En déduire la valeur efficace du courant I_B .

Etude du récepteur C :

- 1.6 Calculer la valeur efficace I_C du courant par phase.
- 1.7 En déduire la valeur efficace du courant I_C .
- 1.8 Calculer la puissance active P_C absorbée par les trois impédances.

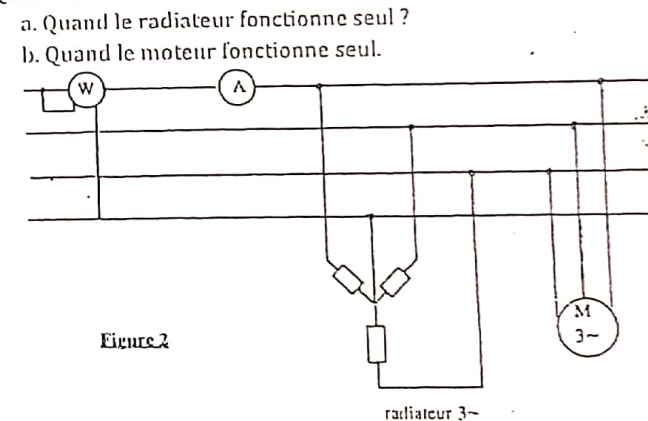
Etude de toute l'installation :

- 1.9 Calculer la puissance active P consommée par toute l'installation.
- 1.10 Calculer la puissance réactive Q consommée par toute l'installation.
- 1.11 En déduire la puissance apparente totale S .
- 1.12 Calculer la valeur efficace I du courant en ligne.
- 1.13 Calculer le facteur de puissance global $k=\cos(\phi)$ de l'installation.
- 1.14 Comparer I et la somme $I_A+I_B+I_C$. Conclure.

EXERCICE N°2 :

Une installation triphasée 220V/380V, 50Hz, comprend un radiateur, constitué de trois résistances identiques, et un moteur asynchrone triphasé (de facteur de puissance égale à 0.8) qui entraîne une charge. L'installation (figure2) est équilibrée.

- 2.1 Quand le radiateur fonctionne seul, le wattmètre indique 0,50 kW et quand le moteur fonctionne seul, il indique 0,67 kW. Calculer la puissance absorbée par toute l'installation quand le radiateur et le moteur fonctionnent ensemble.
- 2.2 Quelle est l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre :



EXERCICE N°3 :

Une ligne triphasée équilibrée comporte quatre fils (A, B, C et D). Pour identifier le fil neutre on place un premier voltmètre V_1 entre A et D et un deuxième voltmètre V_2 entre A et C : V_1 indique 127V, V_2 indique 220V.

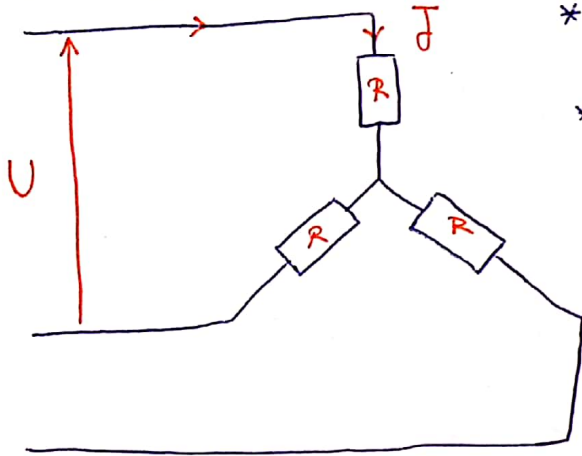
- 3.1 Quel est le fil neutre.
- 3.2 Avec cette ligne on veut alimenter trois lampes 220V/40 W et 3 lampes 127V/25W. Comment faut-il associer les lampes pour qu'elles fonctionnent normalement et que l'installation soit équilibrée. Faire le schéma du montage.

Exercice n°1:

$$R = 100 \Omega$$

un réseau triphasé 230V/400V ; 50Hz

1.1) couplage étoile

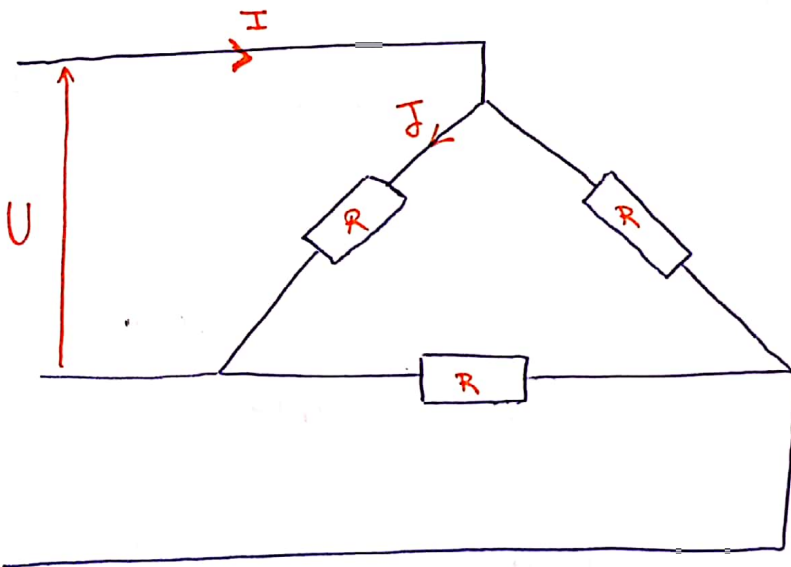


$$* J = \frac{V}{R} = \frac{230}{100} = 2,3 A$$

$$* I = J = 2,3 A$$

$$\begin{aligned} * P &= 3 R J^2 \\ &= 3 \times 100 \times (2,3)^2 \\ &= 1580 W \end{aligned}$$

1.2) couplage triangle



$$* J = \frac{U}{R} = \frac{400}{100} = 4 A$$

$$* I = \sqrt{3} J = \sqrt{3} \times 4 = 6,93 A$$

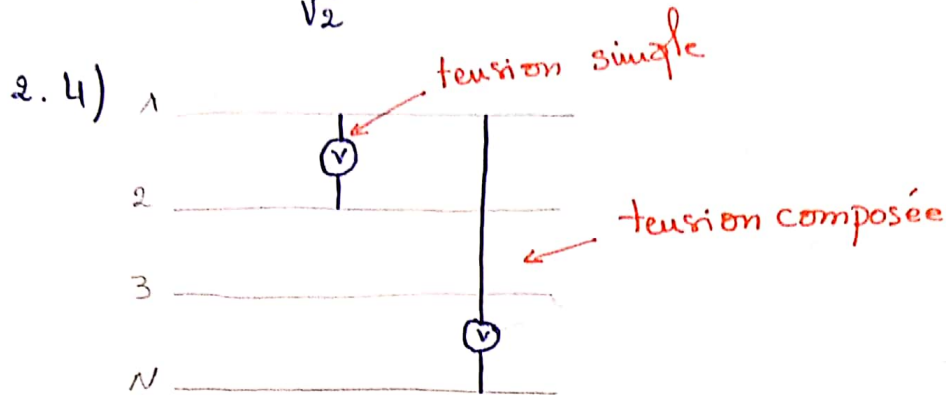
$$\begin{aligned} * P &= 3 R J^2 \\ &= 3 \times 100 (4)^2 \\ &= 48000 W \end{aligned}$$

Exercice n°2:

2.1) couplage étoile.

$$2.2) \vec{I}_N = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = 0$$

$$2.3) V = \frac{U}{\sqrt{3}} = 220 \text{ V}$$



$$2.5) |Z| = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{40^2 + (0,1 \times 2\pi \times 50)^2} = 50,86 \Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{L\omega}{R} = \frac{0,1 \times 2\pi \times 50}{40} = 0,785 \Rightarrow \varphi = 38,13^\circ$$

$$\underline{Z} = 50 e^{j38,13^\circ}$$

$$2.6) I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{50} = 4,4 \text{ A}$$

2.7) $P_1 = 750 \text{ W}$. \rightarrow C'est la puissance d'un enroulement

$$P_{\text{tot}} = 3 P_1 = 3 \cdot 750 = 2250 \text{ W}$$

2.8) déjà on a trouvé que $\varphi = 38,13^\circ$

$$Q = 3 V I \sin \varphi = 3 \times 220 \times 4,4 \times \sin 38,13^\circ = 1787 \text{ VAR}$$

$$2.9) S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$= \sqrt{750^2 + 1787^2}$$

$$= 2873,9 \text{ VA}$$

$$S = \sqrt{3} \times U \times I$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{2873,9}{\sqrt{3} \cdot 380} = 4,4 \text{ A}$$

Exercice n° 3:

(3)

réseau triphasé 380V/660V, 50Hz

four $\rightarrow P = 20 \text{ kW}$

3 moteurs $\rightarrow 1) P_u = 4 \text{ kW}, \eta = 0,58 \quad \cos(\varphi_H) = 0,78$

$$3.1) P_f = \sqrt{3} U I_f$$

$$\Rightarrow I_f = \frac{P_f}{\sqrt{3} U} = \frac{20 \cdot 10^3}{660 \sqrt{3}} = 17,5 \text{ A}$$

$$3.2) P_m = \frac{P_u}{\eta} = \frac{4 \cdot 10^3}{0,58} = 6,9 \times 10^3 \text{ W} = 6,9 \text{ kW}$$

$$I_m = \frac{P_m}{\sqrt{3} U \cos \varphi_H} = \frac{6,9 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 660 \times 0,78} = 7,74 \text{ A}$$

$$I_{mt} = 3 I_m = 3 \times 7,74 = 21,19$$

3.3)

$$a) * P_t = P_{mt} + P_f = 3 P_m + P_f = 3 \times 6,9 + 20 = 40,7 \text{ kW}$$

$$* Q_m = \sqrt{3} U I \sin \varphi = \sqrt{3} \times 660 \times 7,73 \times \sqrt{1 - 0,78^2} = 5,53 \text{ KVAR}$$

$$Q_t = 3 Q_m = 3 \times 5,53 = 16,6 \text{ KVAR}$$

$$* S_t = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2} = \sqrt{(40,7 \times 10^3)^2 + (16,6 \times 10^3)^2} = 43,95 \text{ KVA}$$

$$b) k = \frac{P_t}{S_t} = \frac{40,7}{43,95} = 0,93$$

$$c) S = \sqrt{3} U I \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{43,95 \cdot 10^3}{660 \cdot \sqrt{3}} = 38,44 \text{ A}$$

$$3.4) Q_f = Q_{mt} + Q_c$$

$$Q_c = -3 U^2 C \omega = -3 (660)^2 \times 47 \times 10^{-6} \times 2\pi 50 \\ = -19,3 \text{ KVAR}$$

$$Q_f = -19,3 + 16,6 = -2,7 \text{ KVAR}$$

$$S' = \sqrt{P^2 + Q_f^2} = \sqrt{(40,7)^2 + (2,7)^2} = 40,78 \text{ KVA}$$

$$I' = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{40,78}{\sqrt{3} \times 660} = 35,58 \text{ A}$$

$$k' = \frac{P}{S} = \frac{40,7}{40,78} = 0,99$$

Exercice n°4:

réseau 220V/380V, 50Hz

Récepteur couplé en triangle.

$$P = 1,2 \text{ kW}, Q = 0,69 \text{ kVAR}$$

$$K = \frac{P}{S}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 1,384 \text{ kVA}$$

$$K = \frac{1,2}{1,384} = 0,86$$

$$4.2) S = \sqrt{3} U \cdot I$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{1,384}{\sqrt{3} \cdot 380} = 2,1 \text{ A}$$

$$4.3) J = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{2,1}{\sqrt{3}} = 1,21 \text{ A}$$

$$4.4) Z = \frac{V}{J} = \frac{U}{J} = \frac{380}{1,21} = 313 \Omega$$

$$4.5) P = 3 R J^2$$

$$R = \frac{P}{3 J^2} = \frac{1,2 \cdot 10^3}{3 \cdot (1,21)^2} = 273,2 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\hookrightarrow X = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{313^2 - 273,2^2}$$

$$= 152,73 \Omega$$

Exercice n° 5:

Réseau 220V/380V ; 50Hz

$$P_1 = 1765 \text{ W} ; P_2 = -275 \text{ W}$$

$$5.1) P_t = P_1 + P_2 = 1765 - 275 = 1490 \text{ W}$$

$$Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2) = \sqrt{3}(1765 + 275) = 3,53 \text{ kVAR}$$

$$5.2) S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{1490^2 + 3530^2} = 3,83 \text{ kVA}$$

$$5.3) k = \frac{P}{S} = \frac{1490}{3830} = 0,39$$

$$5.4) S = \sqrt{3} I \cdot U$$

$$\hookrightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{3830}{\sqrt{3} \cdot 380} = 5,82 \text{ A}$$

$$5.5) J = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{5,82}{\sqrt{3}} = 3,36 \text{ A}$$

$$5.6) Q_c = -3U^2 C \omega = -3(380)^2 (22 \times 10^{-6}) \times 2\pi \times 50$$

$$= -3 \cdot 10^3 \text{ VAR}$$

$$Q_t = Q + Q_c = 3,53 - 3 = 0,53 \text{ kVAR}$$

$$S' = \sqrt{P^2 + Q_t^2} = \sqrt{1490^2 + 530^2} = 1581,45 \text{ VA}$$

$$k' = \frac{P}{S'} = \frac{1490}{1581,45} = 0,94$$

$$5.7) I' = \frac{S'}{\sqrt{3} U} = \frac{1581,45}{\sqrt{3} \cdot 380} = 2,4 \text{ A}$$

$$5.8) P = P_1 + P_2$$

$$Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = P - P_1 \\ \hookrightarrow Q = \sqrt{3} P_1 - \sqrt{3} P + \sqrt{3} P_1 \end{array} \right\} P_1 = \frac{\sqrt{3} P + Q}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1490 + 530}{2\sqrt{3}} = 898 \text{ W}$$

$$P_2 = P - P_1 = 1490 - 898 = 592 \text{ W}$$

** TD n°4 : Les systèmes Triphasés **

Exercice n°1:

$$U = 380V, f = 50Hz$$

Etude du récepteur A:

$$\text{Noteur : } P_u = 4,4 \text{ kW}; \eta = 0,85; \cos(\varphi_n) = K_n = 0,8.$$

1.1) couplage étoile
car la tension d'un enroulement en étoile est égale à la tension nominale d'un enroulement-

$$1.2) P_A = \frac{P_u}{\eta} = \frac{4,4 \times 10^3}{0,85} = 5,17 \text{ kW}$$

$$1.3) I_A = \frac{P_A}{\sqrt{3} U \cos \varphi_n} = \frac{5,17 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 9,82 \text{ A}$$

Etude du récepteur B:

$$1.4) P_B = 3 \times 2000 \text{ W} = 6000 \text{ W}$$

$$1.5) I_B = \frac{P_B}{\sqrt{3} U} = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 9,11 \text{ A}$$

Etude du récepteur C:

$$1.6) Z = R + jL\omega = 4 + j6$$

$$|Z| = \sqrt{4^2 + 6^2} = 7,21 \Omega$$

$$I_c = \frac{U}{Z} = \frac{380}{7,21} = 52,7 \text{ A}$$

$$1.7) I_c = \sqrt{3} I_c = 91,28 \text{ A}.$$

$$1.8) P_c = 3 \cdot R I_c^2 = 3 \cdot 4 \cdot (52,7)^2 = 33,38 \text{ kW}$$

Etude de toute l'installation:

$$1.9) P_{tot} = \sum P = 5,17 + 6 + 33,38 = 44,55 \text{ kW}$$

$$1.10) Q_m = \sqrt{3} U I \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 9,82 \times 0,6 = 3,76 \text{ KVAR}$$

$$1.11) S = \sqrt{P_{\text{eff}}^2 + Q^2} = \sqrt{(44,55)^2 + (3,76)^2} = 44,7 \text{ KVA}$$

$$1.12) S = \sqrt{3} U \cdot I \Rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{44,7 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} = 70 \text{ A}$$

$$1.13) K = \frac{P_t}{S} = \frac{44,55}{44,7} = 0,999 \sim 1$$

$$1.14) : I = 70 \text{ A}$$

$$I_A + I_B + I_C = 9,82 + 9,11 + 91,28 = 101,21 \text{ A}$$

$$I < I_A + I_B + I_C$$