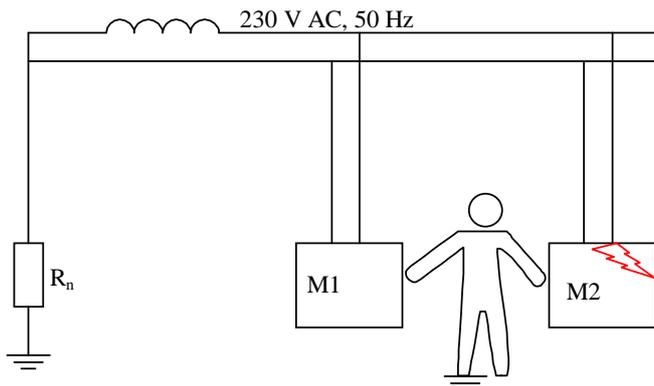


## Serie1 : Régimes de neutre

### EX1 : Mise en évidence du danger électrique

$R_n = 22 \Omega$ , l'impédance de l'homme vaut  $1000 \Omega$ . Le défaut électrique de la machine M2 est franc (la carcasse est directement reliée à la phase).

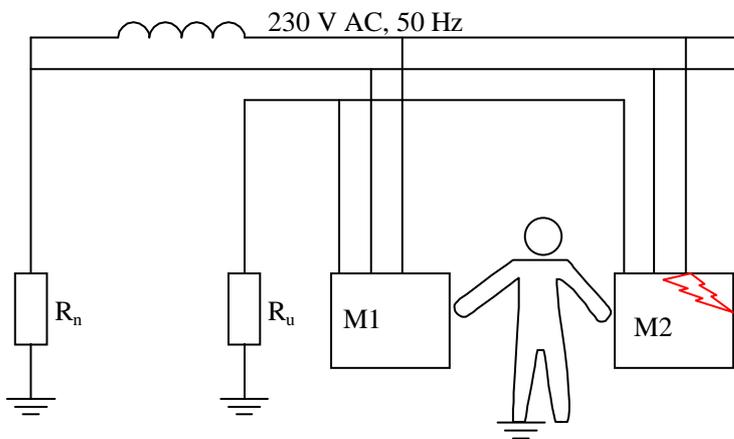
1. Tracer le schéma équivalent électrique de la maille dans laquelle circule le courant de défaut.
2. Déterminer la tension de contact de la machine M2 par rapport au sol.
3. Déterminer le courant de choc supporté par la personne.
4. La personne est-elle en danger ?
5. En combien de temps l'installation doit-elle être coupée si la tension limite de sécurité admise est de  $25 \text{ V}$  ? (voir courbes de sécurité)



### EX2 : Mise à la terre de toutes les machines

$R_n = 22 \Omega$ ,  $R_u = 22 \Omega$ , l'impédance de l'homme vaut  $1000 \Omega$ . Le défaut est toujours franc.

1. Tracer le schéma équivalent électrique de la maille dans laquelle circule le courant de défaut.
2. Déterminer la tension de contact de la machine M2 par rapport au sol.
3. Déterminer le courant de choc supporté par la personne.
4. La personne est-elle en danger ? En combien de temps l'installation doit-elle être coupée si la tension limite de sécurité admise est de  $25 \text{ V}$  ? (voir courbe de sécurité)
5. Le fait de relier les carcasses des appareils à la terre est-elle suffisante ? Pourquoi ?



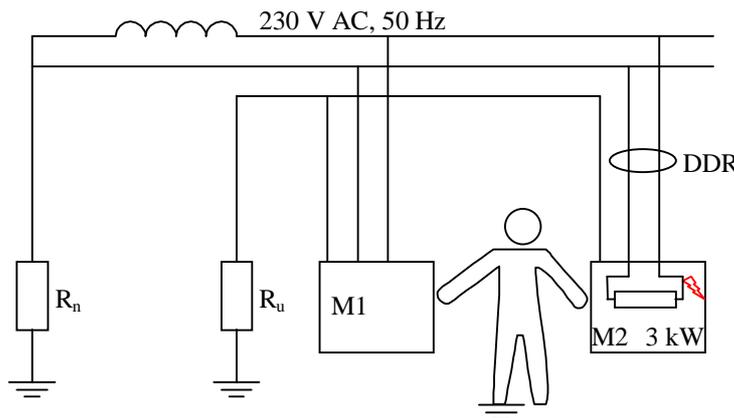
### EX3 : Protection de l'installation par un dispositif de détection du courant résiduel

$R_n = 22 \Omega$ ,  $R_u = 22 \Omega$ , l'impédance du corps humain vaut  $1000 \Omega$ .

La résistance de défaut (résistance de contact de la ligne sur la carcasse de la machine) vaut  $120 \Omega$ .

La machine consomme au moment du défaut une puissance de  $3 \text{ kW}$  (cas du chauffage de l'eau dans une machine à laver).

1. Tracer le schéma équivalent électrique de la maille dans laquelle circule le courant de défaut.
2. Déterminer le courant dans la phase et dans le neutre.
3. Déterminer la tension de contact de la machine M2 par rapport au sol.
4. La personne est-elle en danger si la tension limite de sécurité est de  $25 \text{ V}$  ? Même question pour une tension de sécurité de  $50 \text{ V}$ .
5. Déterminer le courant différentiel minimum que doit détecter le DDR où la tension limite de sécurité est  $50 \text{ V}$ .



### EX4 : Mise en évidence du problème de l'élévation de la résistance de $R_u$

La machine 2 est toujours en défaut (défaut franc). La résistance  $R_u$  vaut maintenant  $100 \Omega$ .

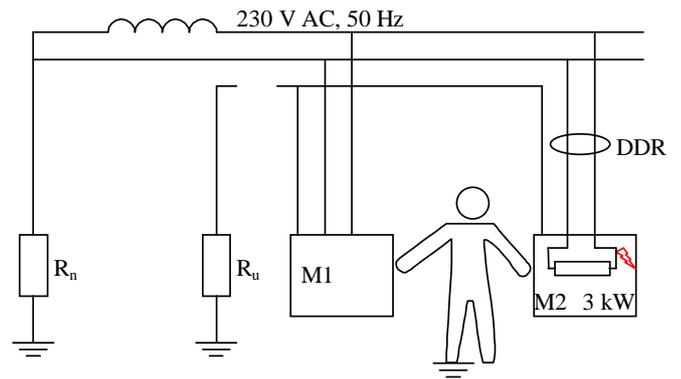
1. Déterminer la tension de contact supporté par la personne.

- Déterminer le courant différentiel que doit détecter le D.D.R.

**EX5 : Problème de la rupture du conducteur de protection**

La résistance de défaut vaut  $10\text{ k}\Omega$ .

- Déterminer la tension de contact.
- Le D.D.R. s'ouvre en  $10\text{ ms}$  dès la détection d'un défaut. À partir de quelle valeur de  $R_d$ , la personne est-elle en danger dans le cas d'un D.D.R. ayant une sensibilité de  $10\text{ mA}$  ? Même question mais pour une sensibilité du D.D.R. de  $500\text{ mA}$ .

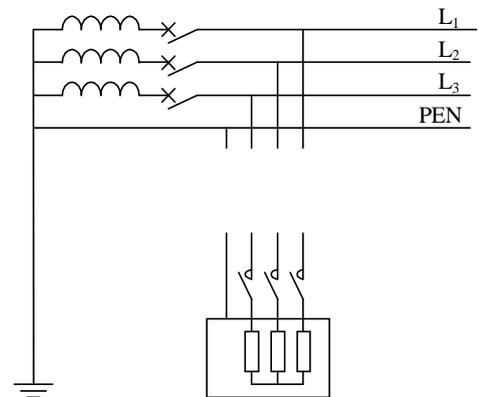


**EX6 :**

Dans une installation industrielle de chauffage, les radiateurs possèdent les caractéristiques suivantes :  $U = 400\text{ V}$  triphasé  $50\text{ Hz}$ ,  $3\text{ kW}$ ,  $\cos\varphi = 1$ .

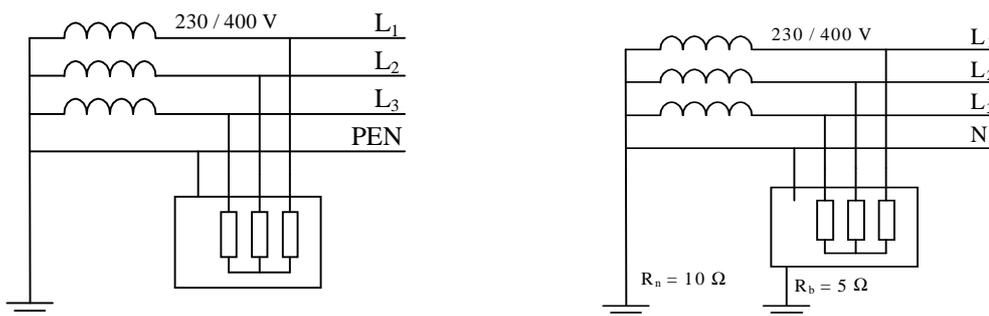
L'installation est alimentée par un transformateur  $20\text{ kV} / 400\text{ V}$ , neutre distribué, schéma de liaison à la terre de type T.N.. La prise de terre du neutre à une résistance  $R_n = 0,5\ \Omega$ .

- Compléter le schéma partiel de l'installation en y ajoutant l'appareillage et les connexions nécessaire pour assurer :
  - La protection des appareils contre les surintensités.
  - La protection des personnes contre les contacts indirects par coupure automatiques de l'alimentation au premier défaut d'isolement.
- Indiquer en rouge la boucle parcourue par le courant de défaut  $I_d$  si un défaut apparaît entre la phase  $L_1$  et la masse du récepteur.
- Calculer l'intensité absorbée par les radiateurs
- Choisir le calibre des appareils de protection (calibres disponibles :  $1\text{ A}$  ;  $3\text{ A}$  ;  $5\text{ A}$ )



- Un défaut d'isolement se produit ; la masse du radiateur est portée accidentellement à une tension de  $150\text{ V}$ . Quel est le temps limite de déclenchement de l'appareil de protection ?
- Quelle doit être la valeur minimale de la surintensité provoquée par le défaut d'isolement pour que l'appareil de protection déclenche ?

**EX7 : Soit les deux schémas ci-dessous**



- Donner le type de schéma de liaison à la terre et leur signification pour chaque schéma
- Pour les deux schémas, sur un défaut franc se présentant entre la carcasse et la phase 1, représenter le circuit du courant de défaut et calculer ou déterminer la valeur du courant de défaut.
- Calculer la valeur de la tension de défaut
- Le déclenchement se fait-il au premier ou au second défaut
- Quel dispositif doit se déclencher afin d'éliminer ce défaut ?

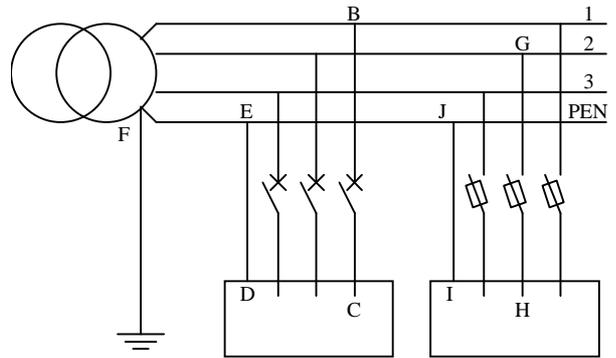
**EX8 : On considère le schéma suivant, en local industriel humide.**

Hypothèse de calcul :

- Le réseau est triphasé  $3 \times 400\text{ V} + \text{N}$
- Les longueurs et impédances des canalisations AB, AG, EF et JF sont négligeables.
- Lors d'un court-circuit phase neutre, les tensions simples aux points EB et JG sont égales à  $80\%$  de la tension nominale  $V$ .

- On tiendra compte que de la résistance des câbles (réactance négligeable).

- De quel type est le schéma de liaison à la terre ?
- Il apparaît un défaut d'isolement en C tel que  $R_d = 100 \Omega$ . Que ce passe t'il ?
- Représenter sur la figure le trajet du courant de défaut  $I_d$ .  
On donne  $LBC = LED = 100 \text{ m}$   
(Câble en cuivre  $\rho = 2,25 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$ )  
 $S_{PH} = 70 \text{ mm}^2$   
 $S_{PEN} = 35 \text{ mm}^2$
- Calculer le courant de défaut  $I_d$  et la tension de contact  $U_c$ .
- Cette tension est-elle dangereuse ?
- $D_1$  est un disjoncteur C250N calibre 250 A, magnétique entre 5 et 10 In. Ce disjoncteur convient-il ?
- Quel doit être le réglage du magnétique ?
- On envisage le cas d'un défaut France sur le récepteur 2. Que vaut la tension de contact  $U_{c2}$  ?
- On donne  $LGH = LJI = 50 \text{ m}$ . On utilise un câble aluminium  $4 \times 16 \text{ mm}^2$  ( $\rho = 3,6 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$ ). Les fusibles de protection sont du type aM 63 A. Vérifier, par le calcul, si les conditions de protections sont remplies. Que préconisez-vous si les conditions de protections ne sont pas remplies ?

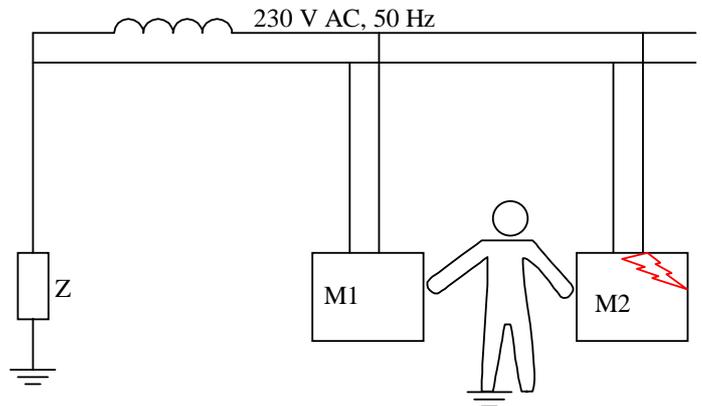


### EX9 : Mise en évidence du danger électrique

$Z = 2000 \Omega$ , l'impédance de l'homme vaut  $1000 \Omega$ .

Le défaut électrique de la machine M2 est franc (la carcasse est directement reliée à la phase).

- Tracer le schéma équivalent électrique de la maille dans laquelle circule le courant de défaut.
- Déterminer la tension de contact subit par l'homme par rapport au sol lorsque la machine M2 est en défaut d'isolement.
- Déterminer le courant de choc supporté par la personne.
- La personne est-elle en danger ?
- En combien de temps l'installation doit-elle être coupée si la tension limite de sécurité admise est de  $25 \text{ V}$  ? (voir courbes de sécurité)

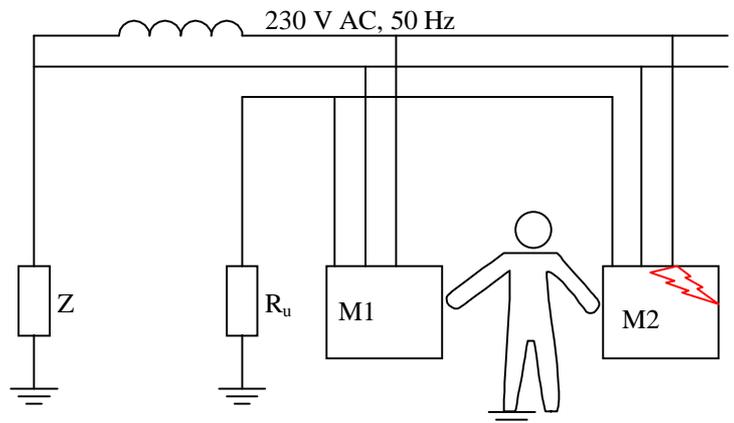


### EX10 : Mise à la terre de toutes les machines

$Z = 2000 \Omega$ ,  $R_u = 22 \Omega$ , l'impédance de l'homme vaut  $1000 \Omega$ .

Le défaut est toujours franc.

- Tracer le schéma équivalent électrique de la maille dans laquelle circule le courant de défaut.
- Déterminer la tension de contact subit par l'homme par rapport au sol lorsque la machine M2 est en défaut d'isolement.
- Déterminer le courant de choc supporté par la personne.
- La personne est-elle en danger ?
- En combien de temps l'installation doit-elle être coupée si la tension limite de sécurité admise est de  $25 \text{ V AC}$  ? (voir courbe de sécurité)
- Le fait de relier les carcasses des appareils à la terre est-elle suffisante ?

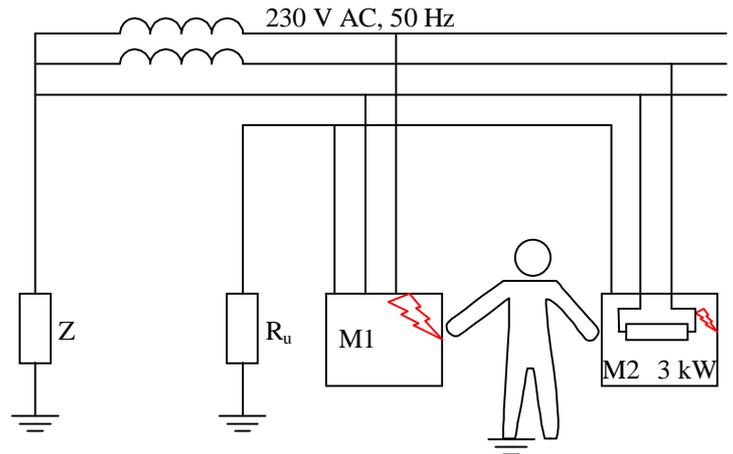


### EX11 : Protection de l'installation en cas de deuxième défaut

$Z = 2000 \Omega$ ,  $R_u = 22 \Omega$ , l'impédance du corps humain vaut  $1000 \Omega$ .

Le défaut est franc. L'impédance de ligne est supposé très faible

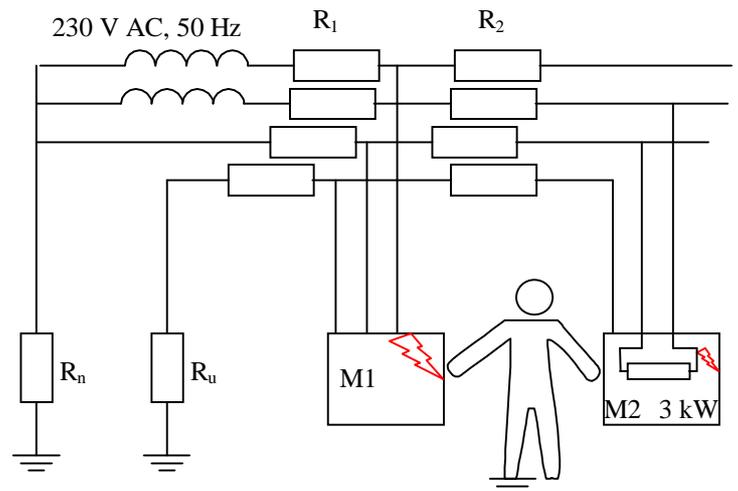
1. Tracer le schéma équivalent électrique de la maille dans laquelle circule le courant de défaut.
2. Déterminer le courant de défaut.



### EX12 : Utilité du différentiel en cas de réseau étendu

$Z = 2000\Omega$ ,  $R_u = 22\Omega$ , l'impédance du corps humain vaut  $1000\Omega$ . Le défaut est franc. Les impédances de lignes  $R_1 = 1,5 \Omega$  et  $R_2 = 3,5\Omega$

1. Calculer le courant de défaut.
2. Le départ M2 est protégé par un disjoncteur moteur.
3. Le thermique est réglé à  $I_n$  et le magnétique est réglé à  $10 I_n$  (courbe C). Le magnétique va t'il déclencher dès l'apparition du défaut. Sachant que le thermique ne pourra pas protéger ce défaut, quel est le moyen le plus sur de détecter ce deuxième défaut.



### Annexe : les courbes de sécurité

