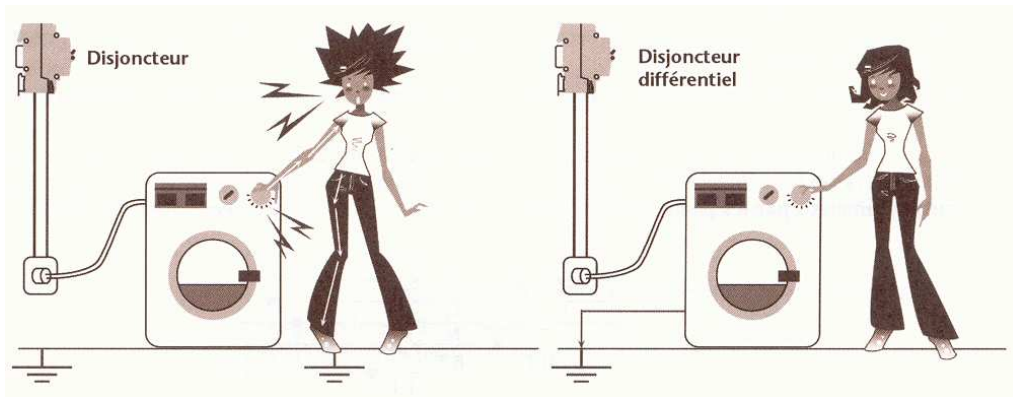


Problème posé: l'absence d'une liaison avec la prise de terre représente un danger .
(voir ci-dessous)



La protection des personnes contre les contacts indirects ou défaut d'isolement est assurée par ce que la norme NF-C 15-100 appelle les schémas de liaison à la terre ou

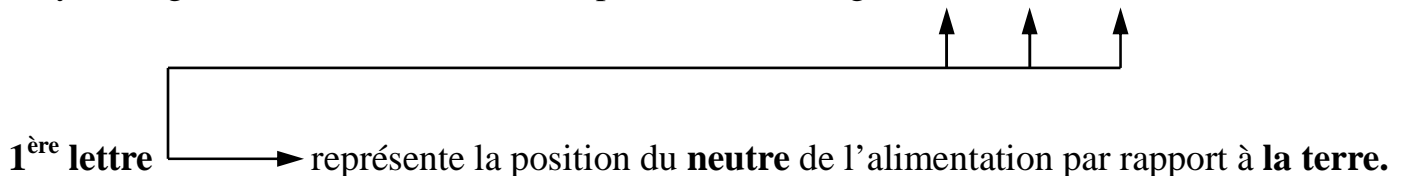
LES REGIMES DE NEUTRE

A / DEFINITION

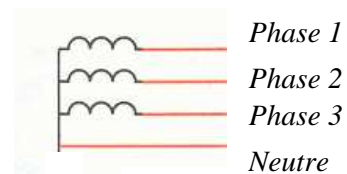
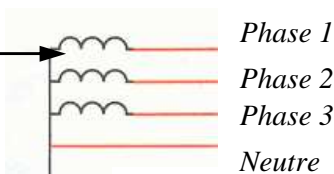
Une distribution d'énergie électrique est caractérisée par les liaisons entre le conducteur neutre, les masses et la terre. C'est ce qu'on appelle les régimes de neutre.

B / CODIFICATION DES REGIMES DE NEUTRE

Il y a 3 régimes de neutre caractérisés par 2 lettres. (régime TT , TN , IT)



Enroulements du Transformateur EDF (alimentation)



Prise de terre de l'alimentation

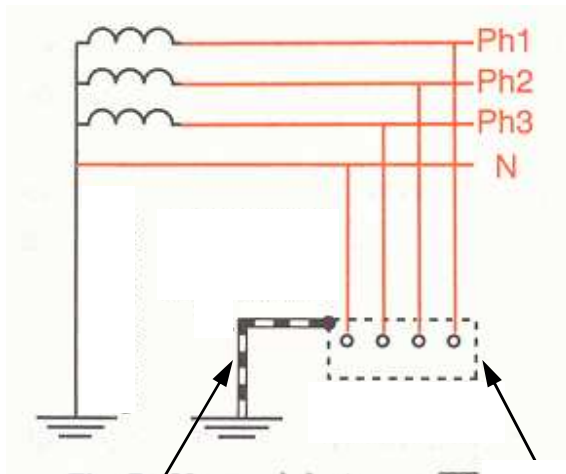
Neutre de l'alimentation relié à la terre

Neutre de l'alimentation isolé de la terre

1^{ère} lettre : **T**

1^{ère} lettre : **I**

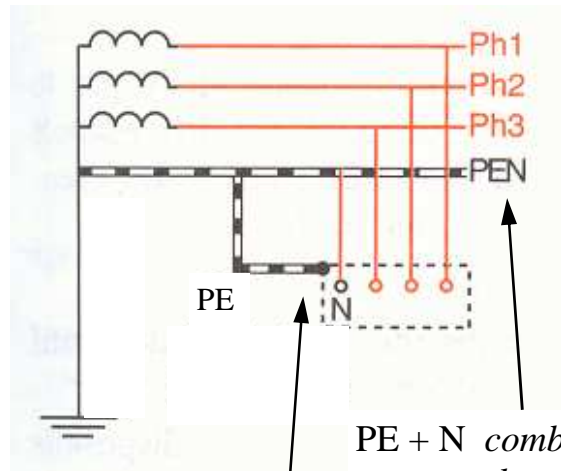
2^{ème} lettre → représente la position des masses de l'installation par rapport à la terre.



Masse de l'installation
Ex: four

Masse reliée à la terre

2^{ème} lettre : **T**



PE + N combinés
en un seul conducteur

Masse reliée au neutre

2^{ème} lettre : **N**

Exercice d'application: donner les 2 lettres correspondant à ces régimes de neutre.

- a) Le neutre de l'alimentation (transformateur EDF) et les masses de l'installation (four, machine à laver,...) sont reliées à la terre.

└───→ régime **TT**

- b) Le neutre de l'alimentation est relié à la terre et les masses de l'installation sont reliées au neutre.

└───→ régime **TN**

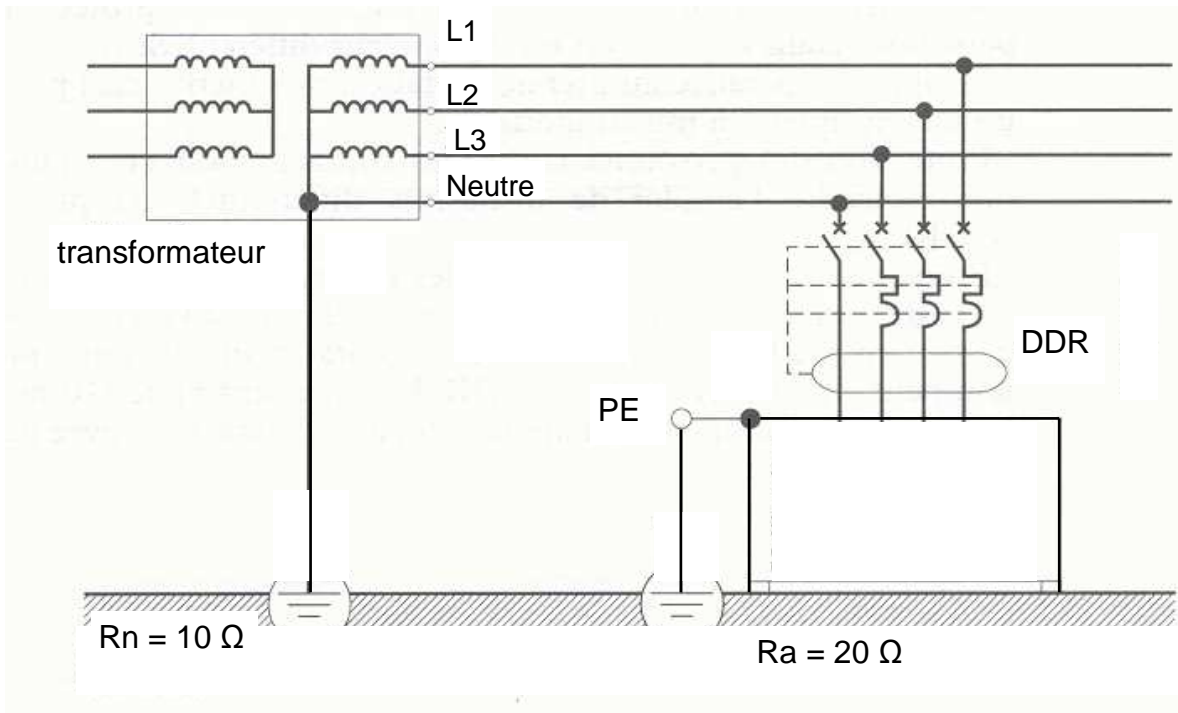
- c) Le neutre de l'alimentation est isolé de la terre et les masses de l'installation sont reliées à la terre.

└───→ régime **IT**

C / LE REGIME DE NEUTRE TT: (neutre à la terre, masses à la terre)

Dans ce SLT, le neutre de la source de l'alimentation est mis à la terre, les masses sont reliées entre elles et mises à la terre.

1) Schéma:



Le courant de défaut I_d est limité par les impédances du circuit.

$$I_d = \frac{V_n}{R_a + R_n} = \frac{230}{20 + 10} = 7.6 \text{ A}$$

La tension de contact U_c est la tension auquel la personne est soumise lorsqu'elle touche l'appareil en défaut.

$$U_c = R_a \times I_d = 20 \times 7.6 = 152 \text{ V}$$

—————> **tension mortelle**

2) Règles de protection:

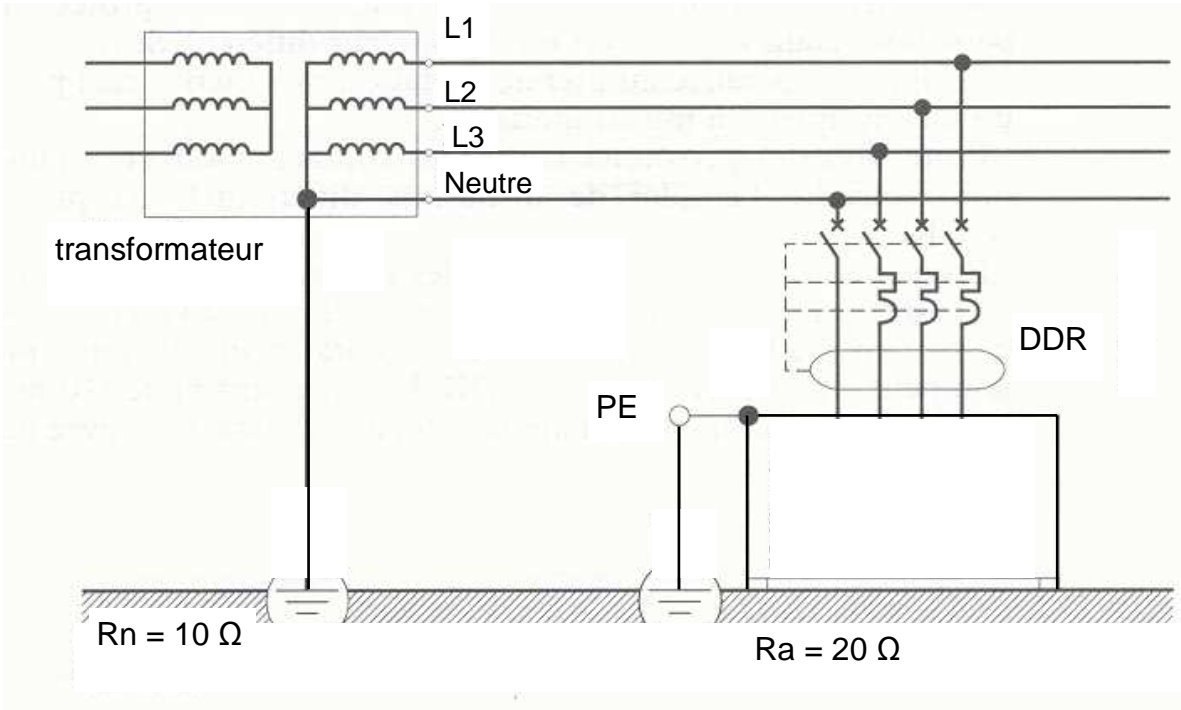
- Coupeure automatique de l'alimentation par **DDR** au premier défaut.
- Masses interconnectées entre elles et reliées à une même prise de terre.
- Satisfaire cette relation :

$$R_a \times I_d \leq U_L \quad (U_L = 50 \text{ V en milieu sec})$$

C / (.....)

Dans ce SLT, le neutre de la source de l'alimentation est, les masses sont reliées

1)



Le courant de défaut I_d est limité par les

.....
.....

La tension de contact U_c est la tension auquel la personne est soumise lorsqu'elle touche l'appareil en défaut.

$U_c =$

—————>

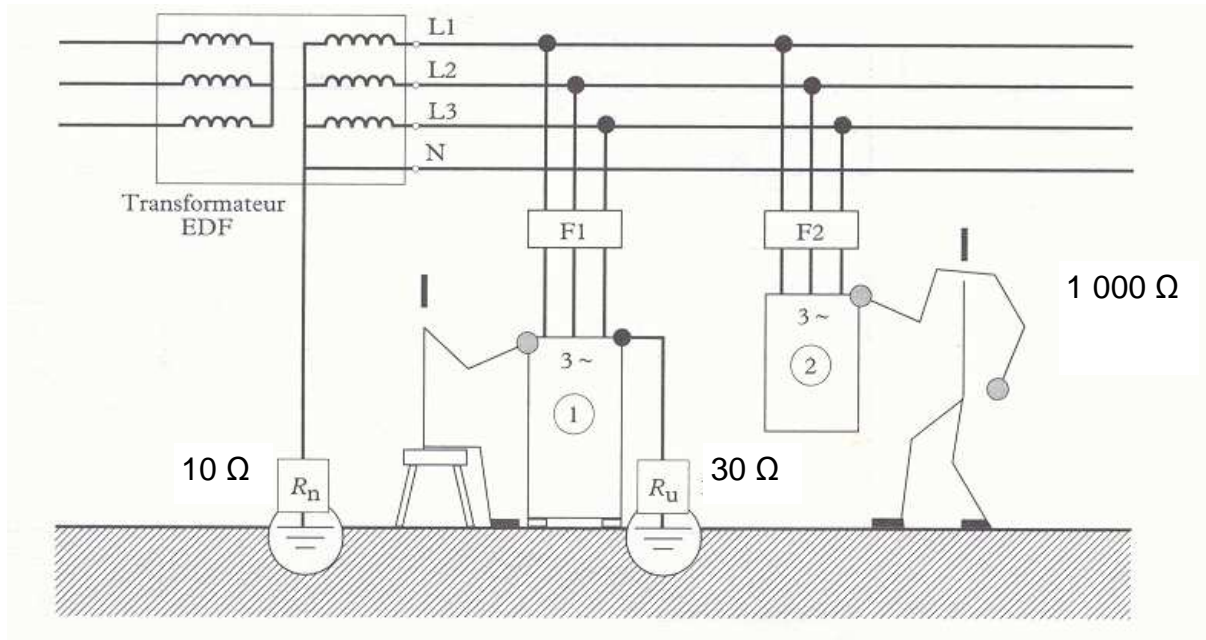
2)

- a) Coupure automatique de l'alimentation par
- b) Masses interconnectées entre elles et reliées à
- c) Satisfaire cette relation :

.....

3) Exercice:

Une entreprise en régime de neutre TT installe des machines dans un atelier alimenté en 230 / 400 V. La protection des machines est assurée par des DDR 30 A / 500 mA.



a) La phase 3 de la machine 1 touche la masse avec une résistance de contact de 4 Ω:

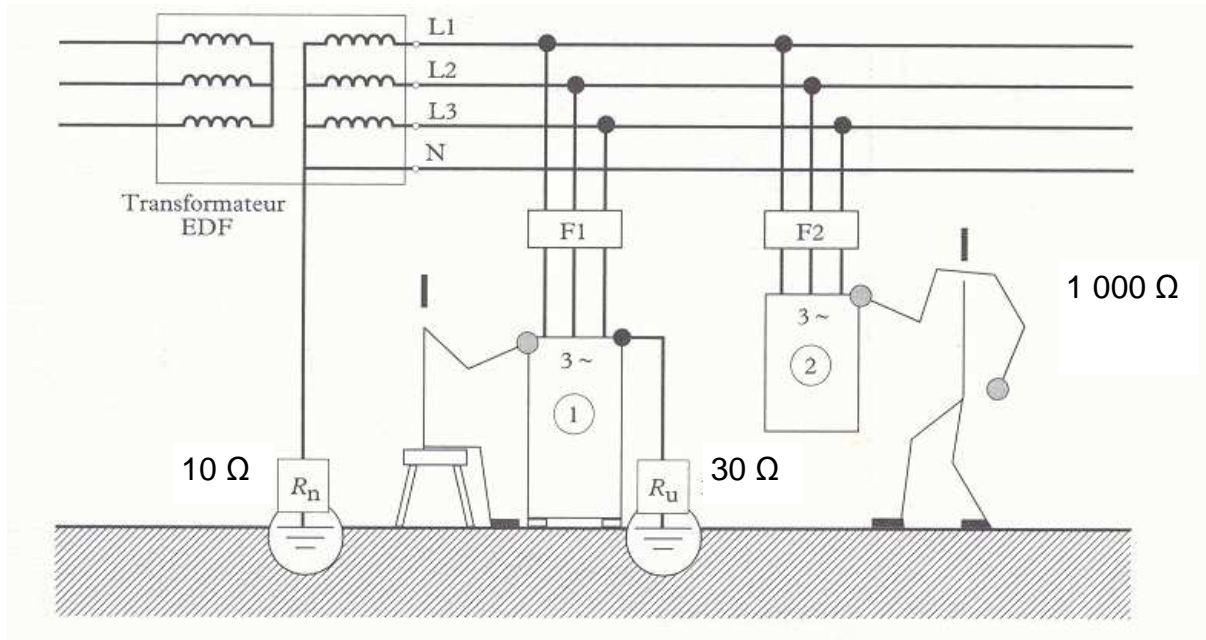
- Représenter le courant de défaut.
- Déterminer ce courant de défaut. $I_d = 230 / (4 + 30 + 10) = 5.2 \text{ A}$.
- A quelle tension est soumise la personne qui touche cette machine ? $U_c = 30 \times 5.2 = 156 \text{ V}$.
- Le DDR F1 déclenche-t-il, pourquoi ? **Oui, 5.2 A est très supérieure à 500 mA.**

b) La phase 1 de la machine 2 touche la masse:

- Représenter le courant de défaut;
- Déterminer ce courant de défaut. $I_d = 230 / 1000 = 230 \text{ mA}$.
- A quelle tension est soumise la personne qui touche cette machine ? **230 V.**
- Le DDR F2 déclenche-t-il, pourquoi ? **Non, 230 mA < 250 mA ($I_{\Delta n} / 2$)**

3) Exercice:

Une entreprise en régime de neutre TT installe des machines dans un atelier alimenté en 230 / 400 V. La protection des machines est assurée par des DDR 30 A / 500 mA.



a) La phase 3 de la machine 1 touche la masse avec une résistance de contact de 4Ω :

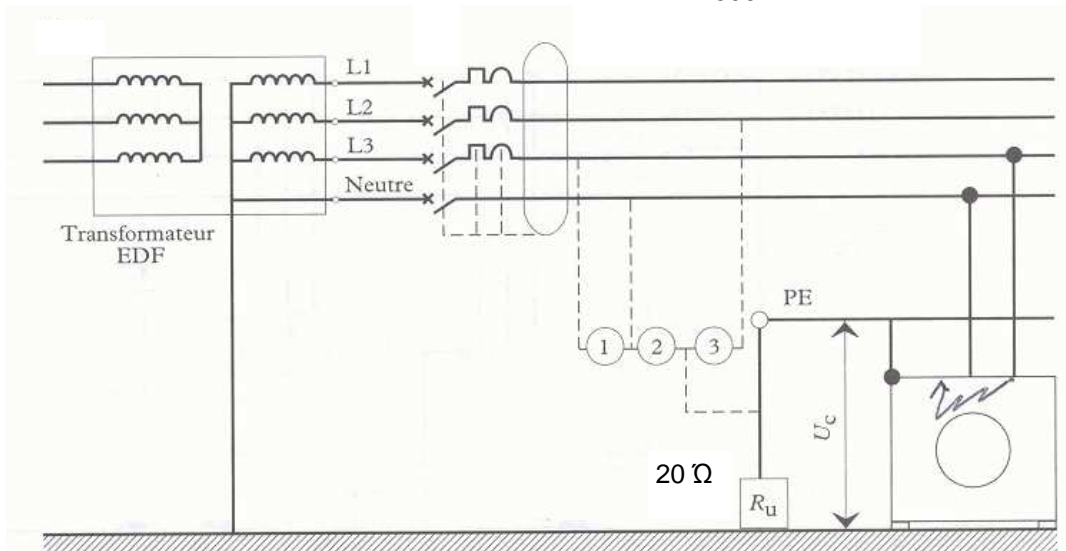
- Représenter le courant de défaut.
- Déterminer ce courant de défaut.
- A quelle tension est soumise la personne qui touche cette machine ?
- Le DDR F1 déclenche-t-il, pourquoi ?

b) La phase 1 de la machine 2 touche la masse:

- Représenter le courant de défaut;
- Déterminer ce courant de défaut.
- A quelle tension est soumise la personne qui touche cette machine ?
- Le DDR F2 déclenche-t-il, pourquoi ?

3) Exercice d'application:

Disjoncteur 20 A
500 mA



- a) On branche une lampe (230V, 150W) entre une phase et le neutre.

Que se passe-t-il pour la lampe et le disjoncteur ?

$I = 150 / 230 = 0.65 \text{ A}$, ce courant est très inférieur à $I_{rth} = 20\text{A}$.

Fonctionnement normal.

- b) On branche une lampe entre le neutre et la terre, que se passe-t-il ?

Pas de différence de potentiel, la lampe ne brille pas.

- c) On branche une lampe entre une phase et la terre, que se passe-t-il ?

$I = 150 / 230 = 650 \text{ mA}$, ce courant est supérieure au calibre du différentiel (500 mA).

Il y a déclenchement du DDR.

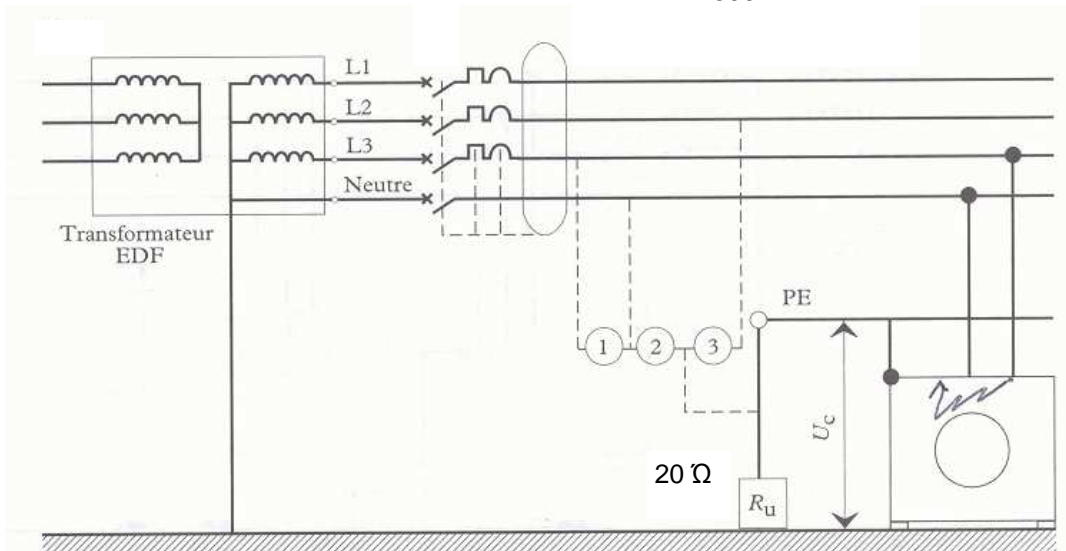
- d) Un défaut d'isolement se produit sur le lave linge, à partir de quelle tension de contact U_c le déclenchement du disjoncteur peut-il se produire ?

Le déclenchement du DDR peut se produire à partir de $I_{\Delta n} / 2 = 500 / 2 = 250 \text{ mA}$.

$U_c = R_u \times I_{\Delta n} / 2 = 20 \times 0.25 = 5 \text{ V}$.

Exercice d'application:

Disjoncteur 20 A
500 mA



a) On branche une lampe (230V, 150W) entre une phase et le neutre.

Que se passe-t-il pour la lampe et le disjoncteur ?

.....
.....

b) On branche une lampe entre le neutre et la terre, que se passe-t-il ?

.....

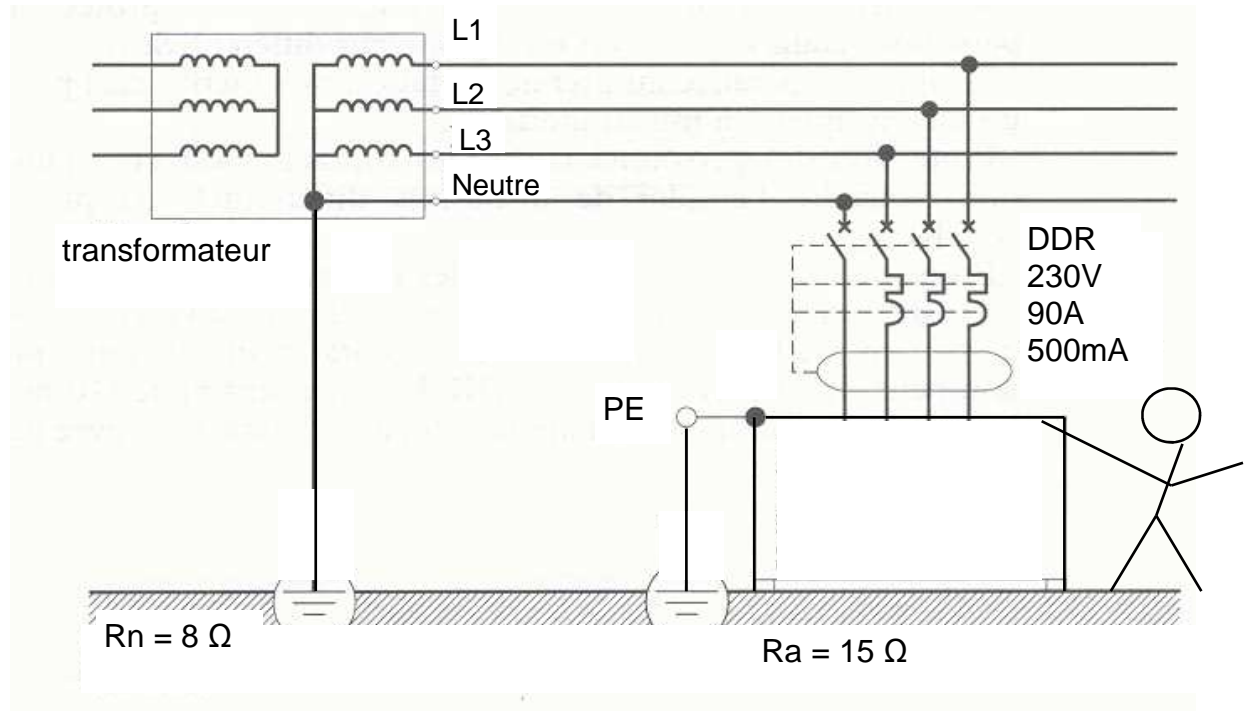
c) On branche une lampe entre une phase et la terre, que se passe-t-il ?

.....
.....

d) Un défaut d'isolement se produit sur le lave linge, a partir de quelle tension de contact U_c le déclenchement du disjoncteur peut-il se produire ?

.....
.....

Exercice d'application:



Il y a un défaut d'isolement entre la phase L2 et la masse de la machine.

1) Représenter la boucle de défaut.

2) Calculer le courant de défaut I_d .

$$I_d = 230 / (15 + 8) = 10 \text{ A.}$$

3) Le DDR va-t-il déclencher ? Pourquoi ?

Oui, $10 \text{ A} \gg 500 \text{ mA}$.

4) Calculer la tension de contact U_c auquel est soumise la personne.

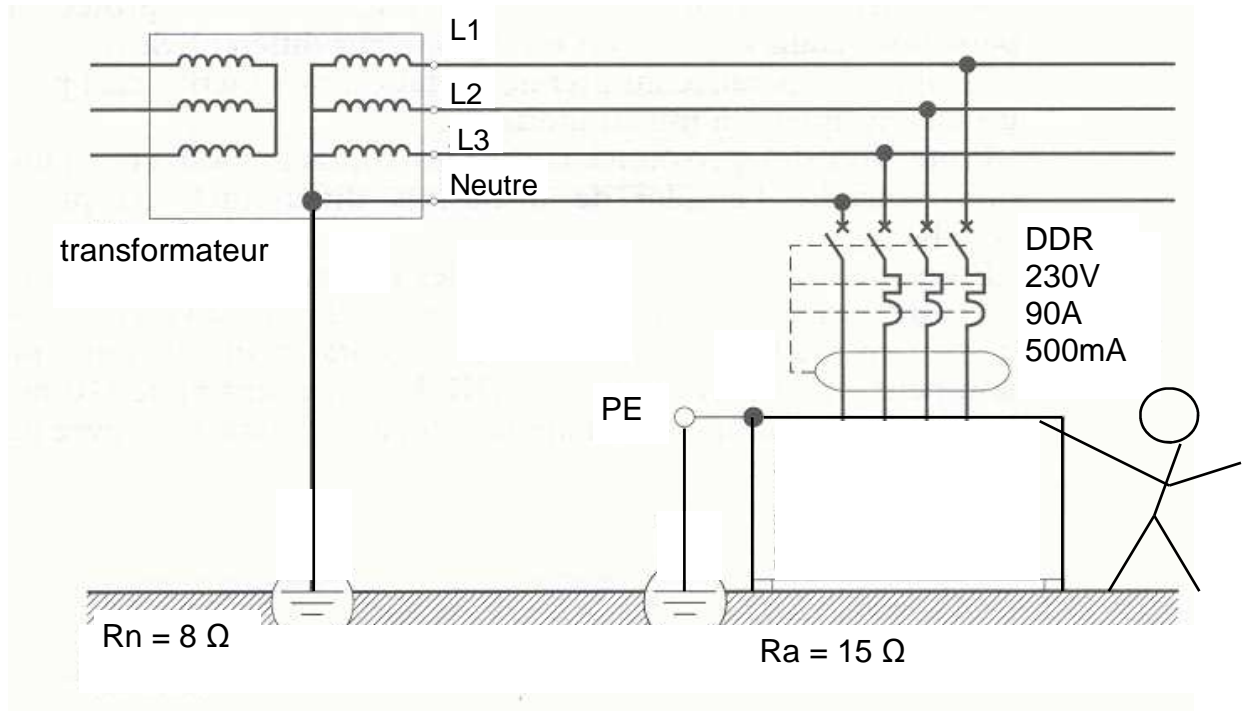
$$U_c = R_a \times I_d = 15 \times 10 = 150 \text{ V.}$$

Cette tension est-elle dangereuse? **Oui, c'est une tension mortelle.**

5) La condition de sécurité $R_a \times I_{\Delta n} \leq U_L$ est-elle respectée ? ($U_L = 50 \text{ V}$)

$15 \times 0.5 = 7.5 \text{ V}$, elle est donc respectée.

Exercice d'application:



Il y a un défaut d'isolement entre la phase L2 et la masse de la machine.

- 1) Représenter la boucle de défaut.
- 2) Calculer le courant de défaut I_d .
- 3) Le DDR va-t-il déclencher ? Pourquoi ?
- 4) Calculer la tension de contact U_c auquel est soumise la personne.

Cette tension est-elle dangereuse?
- 5) La condition de sécurité $R_a \times I_{\Delta n} \leq U_L$ est-elle respectée ? ($U_L = 50 \text{ V}$)

Question posée: Des installations comportant des ordinateurs, des variateurs de vitesse ou de l'électronique de puissance en général, engendrent des courants de fuite important à la terre.

Comment éviter le déclenchement intempestif des DDR ?

LE REGIME DE NEUTRE TN

A/ Rappel de la définition.

T : liaison directe du neutre du transformateur EDF à la terre.

N : liaison des masses à la terre.

B/ Schémas.

1) schéma TNC (Neutre et PE confondus en un seul conducteur appelé PEN).

un défaut d'isolement est constaté entre la phase 1 et la masse:

* représenter le courant de défaut I_d .

* déterminer ce courant de défaut. (ρ cuivre = $0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

(Hypothèse: les impédances amont réduisent la tension de 20 % d'ou $0.8 V_n$)

$$I_d = \frac{0.8 V_n}{R_{ph} + R_{pe}} = \frac{0.8 V_n}{\frac{\rho L}{S_{ph}} + \frac{\rho L}{S_{pe}}} = \frac{0.8 \times 230}{\frac{0.0225 \times 40}{35} + \frac{0.0225 \times 40}{35}} = 3577 \text{ A} .$$

I_d est un court-circuit Phase - Neutre en régime TN.

* déterminer la tension de contact U_c .

$$U_c = R_{pe} \times I_d = \frac{\rho L}{S_{pe}} \times I_d = \frac{0.0225 \times 40}{35} \times 3577 = 92 \text{ V} .$$

2) schéma TNS (Neutre et PE séparés)

un défaut d'isolement est constaté entre la phase 1 et la masse:

* représenter le courant de défaut I_d .

* déterminer ce courant de défaut. (ρ cuivre = $0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

$$I_d = \frac{0.8 V_n}{R_{ph} + R_{pe}} = \frac{0.8 V_n}{\frac{\rho L}{S_{ph}} + \frac{\rho L}{S_{pe}}} = \frac{0.8 \times 230}{\frac{0.0225 \times 30}{30} + \frac{0.0225 \times 30}{25}} = 3717 \text{ A.}$$

* déterminer la tension de contact U_c .

$$U_c = R_{pe} \times I_d = \frac{\rho L}{S_{pe}} \times I_d = \frac{0.0225 \times 30}{25} \times 3717 = 100 \text{ V.}$$

C/ Règles de protection en schéma TN:

Coupage au premier défaut. \longrightarrow Il faut s'assurer que $I_d \geq I_{rm}$ (courant de réglage magnétique du disjoncteur)

\longrightarrow il faut s'assurer que $t_f \leq t_c$.
 t_f : temps de coupure du disjoncteur
 t_c : temps de coupure maximal autorisé par la norme

Protection par disjoncteur ou fusible. (court-circuit phase-neutre)

Vérification de la longueur des câbles. $\longrightarrow L < L_{max}$ (donnée par tableaux)

Schéma TNC

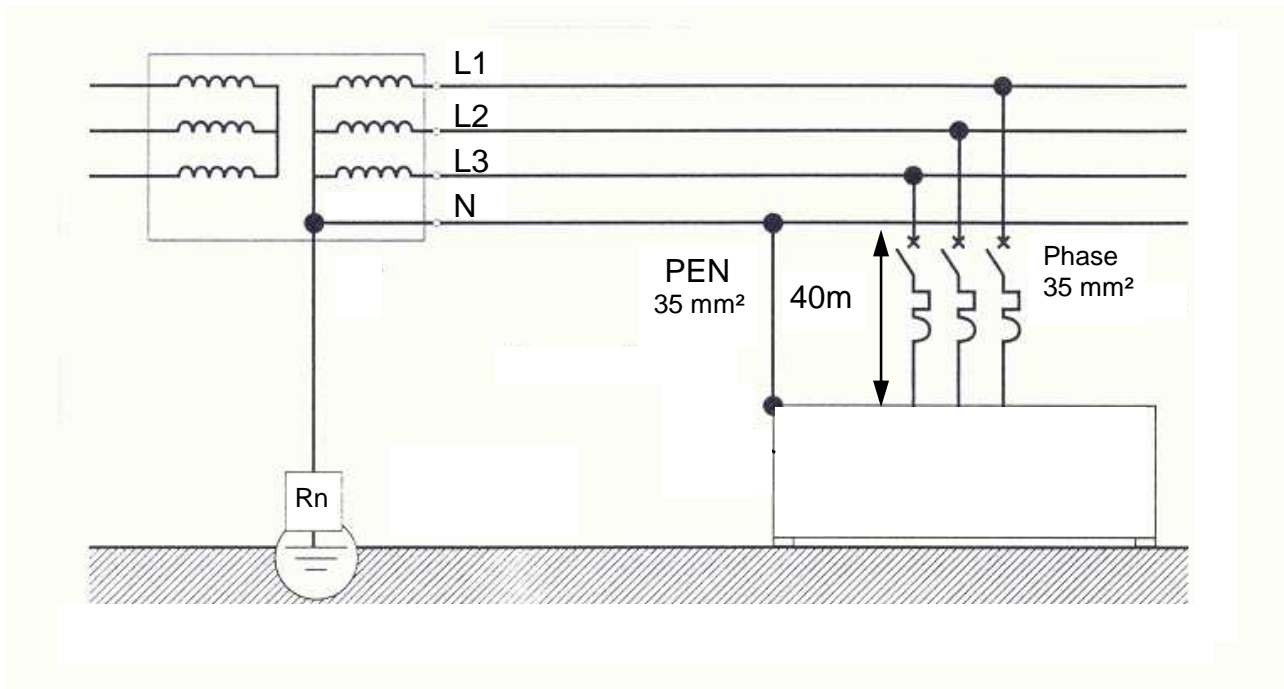
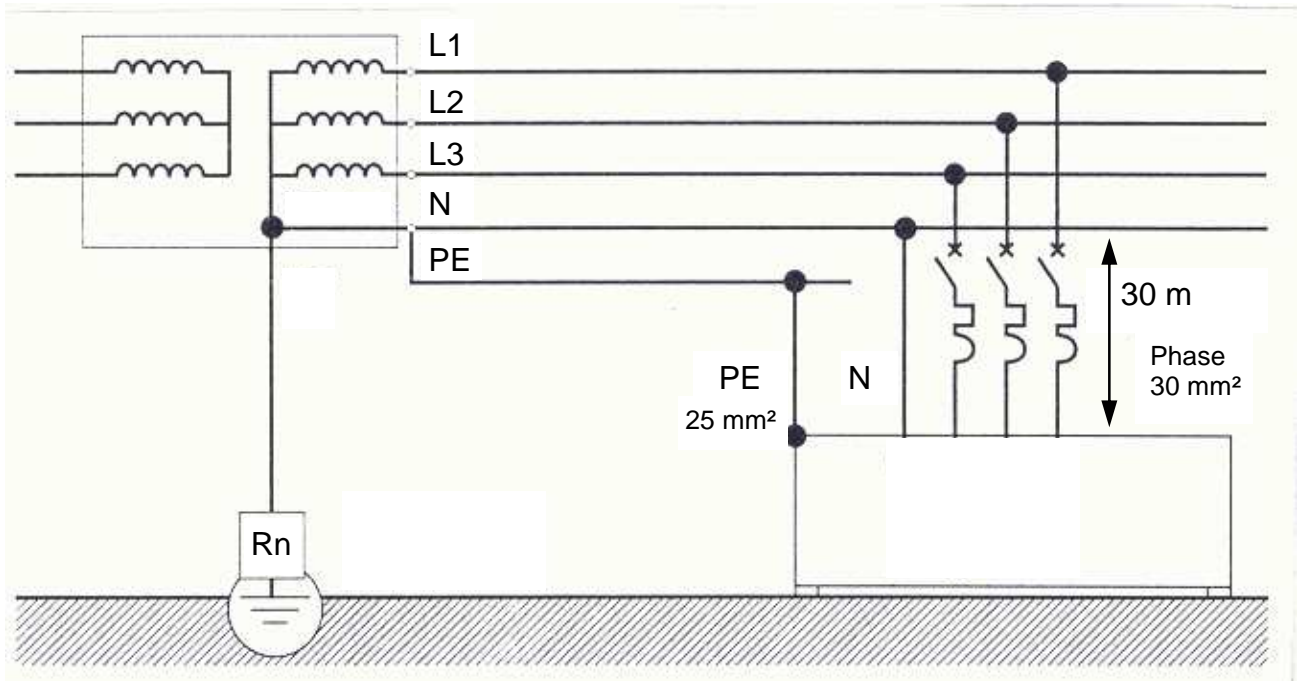


Schéma TNS

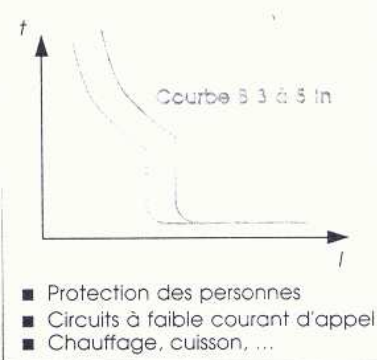


D/ Exercice: Détermination par tableaux de la longueur maximale d'un câble en régime TN.

1) A l'aide du tableau ci-dessous, déterminer L max sachant que:

$S_{ph} = S_{pe} = 10 \text{ mm}^2$ protégé par disjoncteur 20 A.

L max =



Section phases mm ²	calibre (A)									
	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100
1,5	123	77	61	49	38	31	25	19	15	12
2,5	204	128	102	82	64	51	41	32	28	20
4	327	204	164	131	102	82	65	52	41	33
6	491	307	245	196	153	123	98	78	61	49
10	818	511	409	327	256	204	164	130	102	82
16		818	654	523	409	327	262	208	164	131
25			1 022	818	639	454	409	325	258	204
35					894	636	572	454	358	288
50					1 278	1 022	818	649	511	409

Réseau triphasé 400 V. Câble cuivre. $S_{ph} = S_{pe}$; $U_L = 50 \text{ V}$.

2) Selon la nature et la section des conducteurs, on applique des coefficients (à multiplier à Lmax).

Déterminer « le nouveau Lmax » si les conducteurs sont en aluminium.

L max = (utiliser le tableau ci-dessous)

TYPE DE CIRCUIT	NATURE DES CONDUCTEURS	$m = S_{ph}/S_{PE}$ ou S_{PEN}			
		m = 1	m = 2	m = 3	m = 4
3P + N ou P + N	Cuivre	1	0,67	0,50	0,40
	Aluminium	0,62	0,42	0,31	0,25

4c) Facteurs de correction

Dans le cas d'une tension limite conventionnelle :

$U_L = 25 \text{ volts}$ il faut appliquer un coefficient :

- de 0,75 pour une protection par fusible,
- de 0,50 pour une protection par disjoncteur.

3) En utilisant les 2 tableaux précédents, déterminer L max sachant que:

- conducteurs en aluminium ;
- $S_{ph} = 50 \text{ mm}^2$; $S_{pe} = 25 \text{ mm}^2$;
- disjoncteur 63 A .

.....

.....

.....

4) Que devient L max si la tension limite conventionnelle est de 25 V ?

.....

CORRECTION

1) $L_{\max} = 409 \text{ m} .$

2) $L_{\max} = 409 \times 0.62 = 253 \text{ m} .$

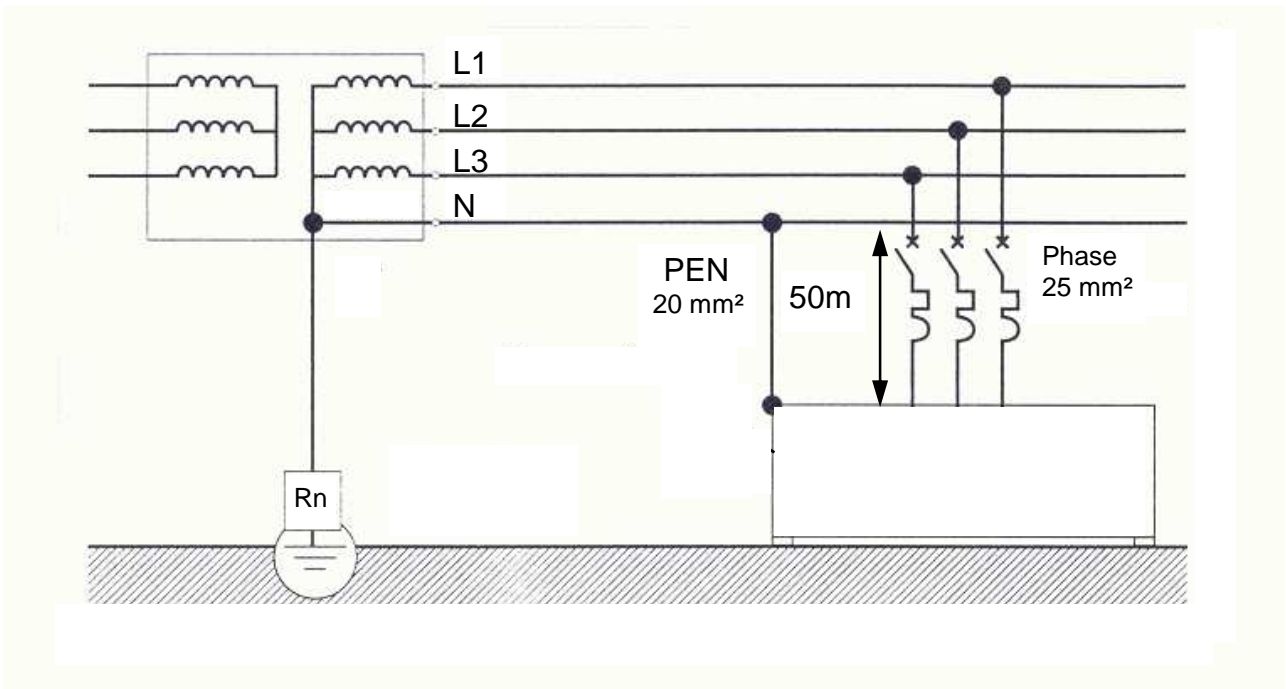
3) Premier tableau \longrightarrow $L_{\max} = 649 \text{ m} .$

Deuxième tableau \longrightarrow correction ($S_{ph} / S_{pe} = 2$) \longrightarrow 0.42

\longrightarrow $L_{\max} = 649 \times 0.42 = 272 \text{ m} .$

4) $L_{\max} = 272 \times 0.5 = 136 \text{ m} .$

Exercice 1 d'application (régime TN) :



D'après le schéma TNC ci-dessus :

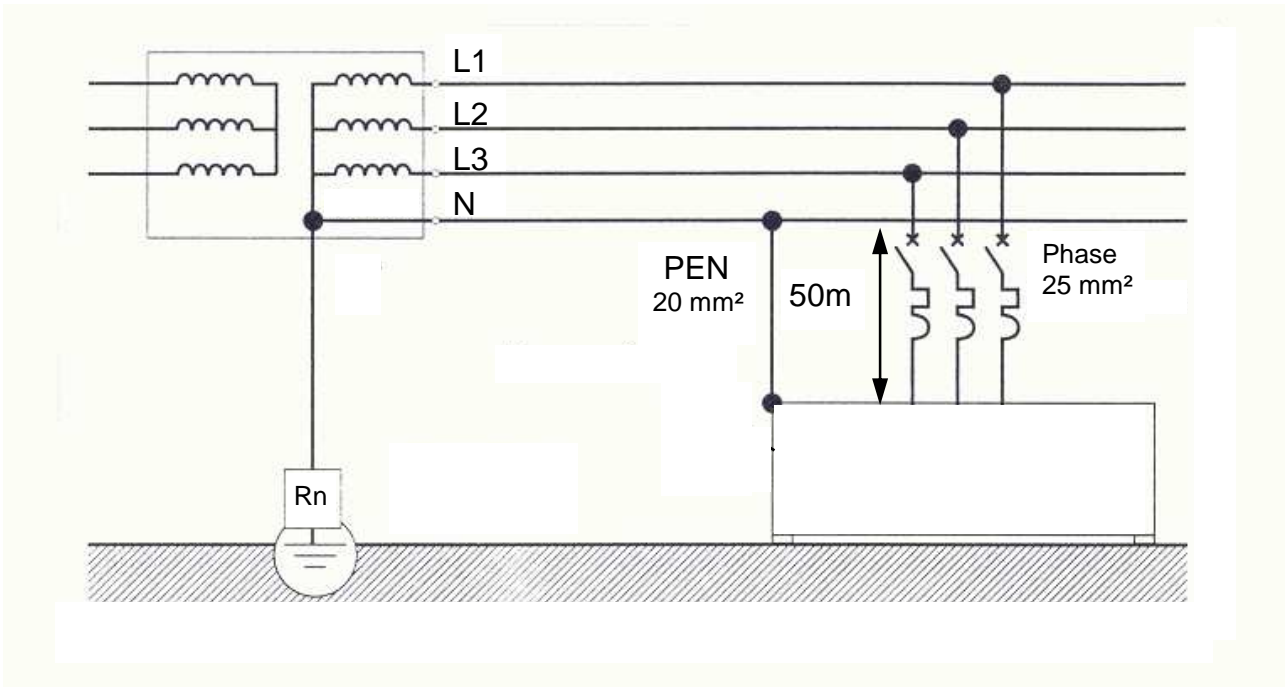
1) Représenter la boucle de défaut (défaut entre la phase 2 et la masse).

2) Calculer le courant de défaut I_d . $\longrightarrow I_d = 0.8 \times V_n / (R_{pen} + R_{ph})$.

(ρ cuivre = $0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

3) Calculer la tension de contact U_c . $\longrightarrow U_c = R_{pen} \times I_d$.

Exercice d'application (régime TN) :



D'après le schéma TNC ci-dessus :

1) Représenter la boucle de défaut (défaut entre la phase 2 et la masse).

2) Calculer le courant de défaut I_d . $\longrightarrow I_d = 0.8 \times V_n / (R_{pen} + R_{ph})$.

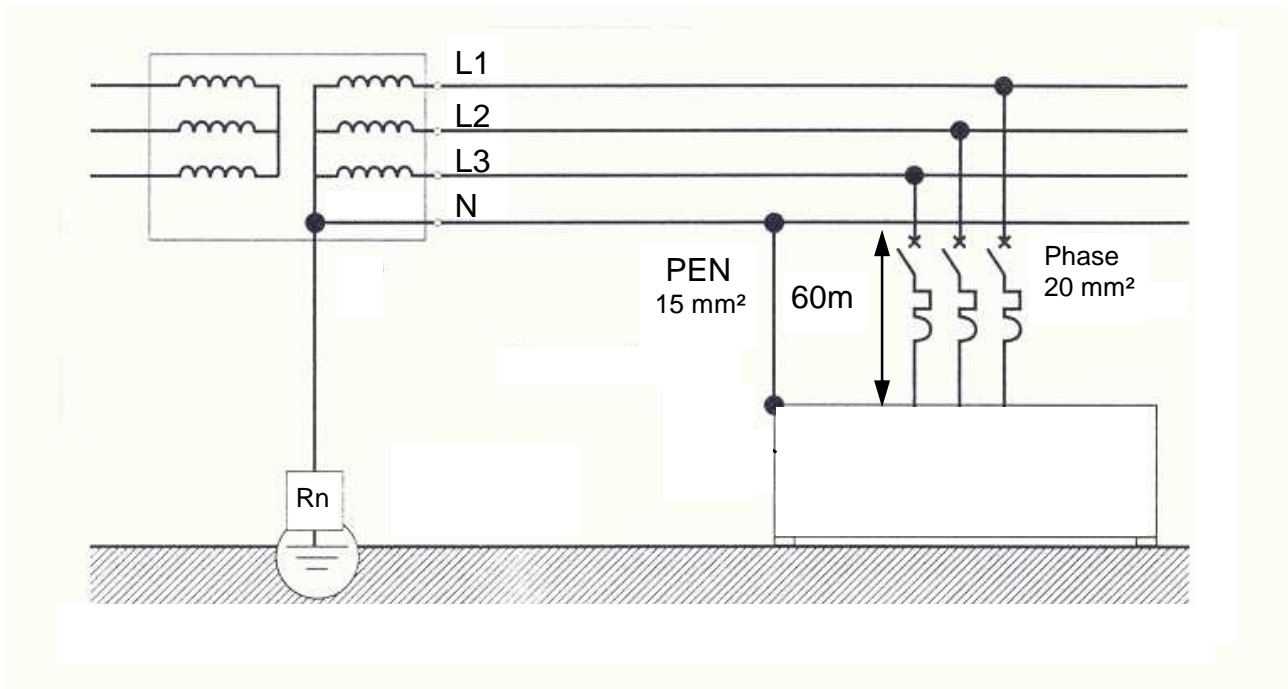
(ρ cuivre = $0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

$$I_d = \frac{0.8 V_n}{R_{ph} + R_{pen}} = \frac{0.8 V_n}{\frac{\rho L}{S_{ph}} + \frac{\rho L}{S_{pen}}} = \frac{0.8 \times 230}{\frac{0.0225 \times 50}{25} + \frac{0.0225 \times 50}{20}} = 1\,817 \text{ A.}$$

3) Calculer la tension de contact U_c . $\longrightarrow U_c = R_{pen} \times I_d$.

$$U_c = R_{pen} \times I_d = \frac{\rho L}{S_{pen}} \times I_d = \frac{0.0225 \times 50}{20} \times 1\,817 = 102 \text{ V.}$$

Exercice 2 d'application (régime TN) :



D'après le schéma TNC ci-dessus :

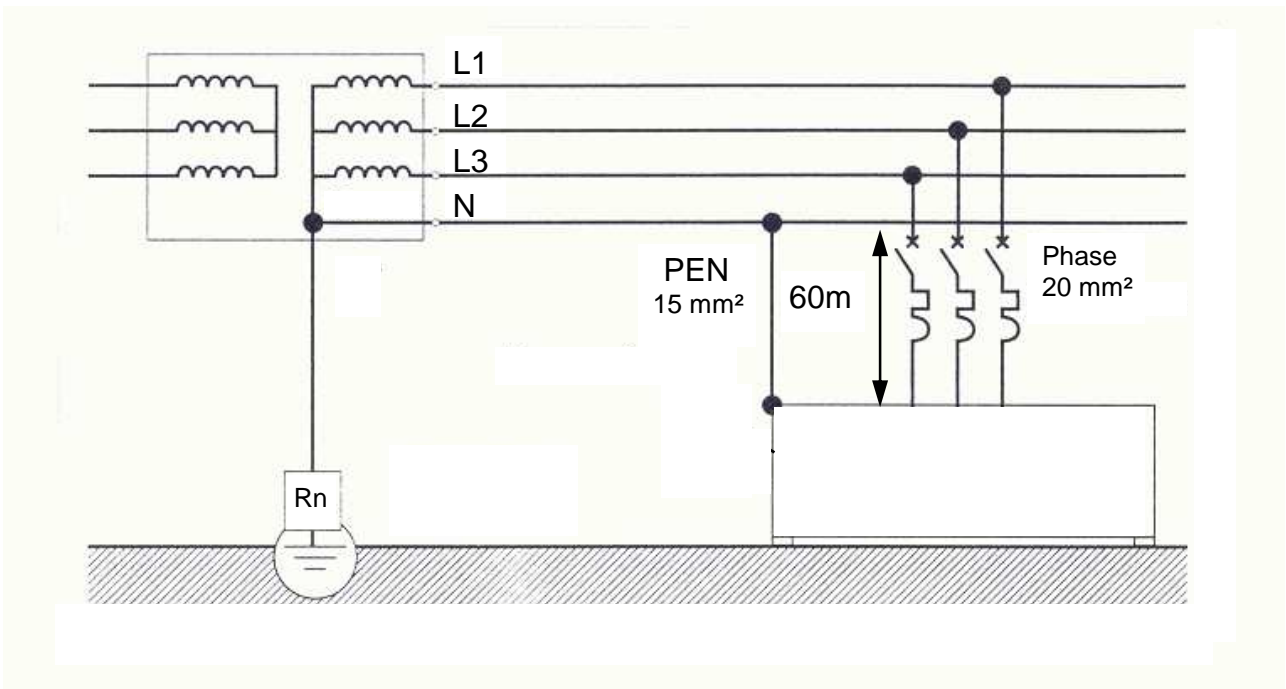
1) Représenter la boucle de défaut (défaut entre la phase 1 et la masse).

2) Calculer le courant de défaut I_d . $\longrightarrow I_d = 0.8 \times V_n / (R_{pen} + R_{ph})$.

(ρ aluminium = $0.036 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

3) Calculer la tension de contact U_c . $\longrightarrow U_c = R_{pen} \times I_d$.

Exercice d'application (régime TN) :



D'après le schéma TNC ci-dessus :

1) Représenter la boucle de défaut (défaut entre la phase 1 et la masse).

2) Calculer le courant de défaut I_d . $\longrightarrow I_d = 0.8 \times V_n / (R_{pen} + R_{ph})$.

(ρ aluminium = $0.036 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

$$I_d = \frac{0.8 V_n}{R_{ph} + R_{pen}} = \frac{0.8 V_n}{\frac{\rho L}{S_{ph}} + \frac{\rho L}{S_{pen}}} = \frac{0.8 \times 230}{\frac{0.036 \times 60}{20} + \frac{0.036 \times 60}{15}} = 730 \text{ A}.$$

3) Calculer la tension de contact U_c . $\longrightarrow U_c = R_{pen} \times I_d$.

$$U_c = R_{pen} \times I_d = \frac{\rho L}{S_{pen}} \times I_d = \frac{0.036 \times 60}{15} \times 730 = 105 \text{ V}.$$

Problème posé: une entreprise souhaite obtenir une continuité de service prioritaire. Elle désire que la coupure de l'installation est lieue non pas au premier défaut mais au second défaut. Cette entreprise possède bien sûr un service d'entretien compétent.

LE REGIME DE NEUTRE IT

A/ Rappel de la définition:

I : neutre isolé de la terre.

T : masses reliées à la terre.

B/ Schémas:

1) Masses séparées:

au premier défaut : (machine 1 entre L1 et la masse.)

* représenter le courant de défaut Id1

* calculer Id1

$$Id1 = \frac{Vn}{Ra1 + Rn + Z} = \frac{230}{20 + 10 + 1\ 500} = 0.15 \text{ A}$$

* calculer Uc

$$Uc = Ra1 \times Id = 20 \times 0.15 = 3 \text{ V}$$

—————> **conclusion** : au premier défaut, il n'y a pas de danger.

au second défaut : (machine 2 entre L2 et la masse)

* représenter le courant de défaut Id2

* calculer Id1 et Id2

$$Id = \frac{Un}{Ra1 + Ra2} = \frac{400}{20 + 15} = 11.4 \text{ A}$$

* calculer Uc1

$$Uc1 = Ra1 \times Id = 20 \times 11.4 = 228 \text{ V}$$

Problème posé: une entreprise souhaite obtenir une Elle désire
que la coupure de l'installation est lieue non pas au mais au
..... Cette entreprise possède bien sûr un service d'entretien compétent.

.....

A/

I :

T :

B/

1)

au premier défaut : (machine 1 entre L1 et la masse.)

* représenter le courant de défaut Id1

* calculer Id1

Id1 =

* calculer Uc

Uc =

—————→ **conclusion** :

au second défaut : (machine 2 entre L2 et la masse)

* représenter le courant de défaut Id2

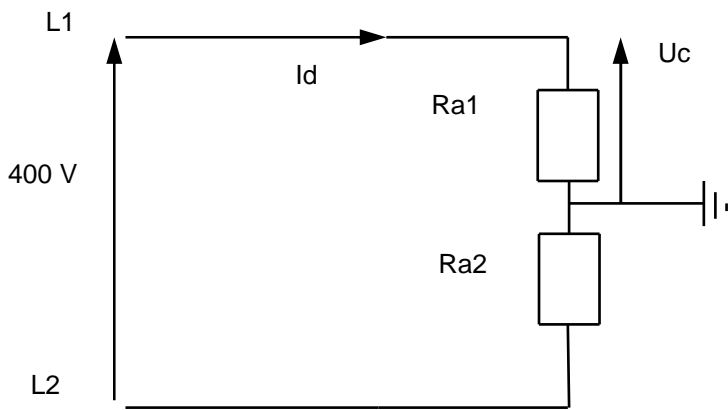
* calculer Id1 et Id2

Id =

* calculer Uc1

Uc1=

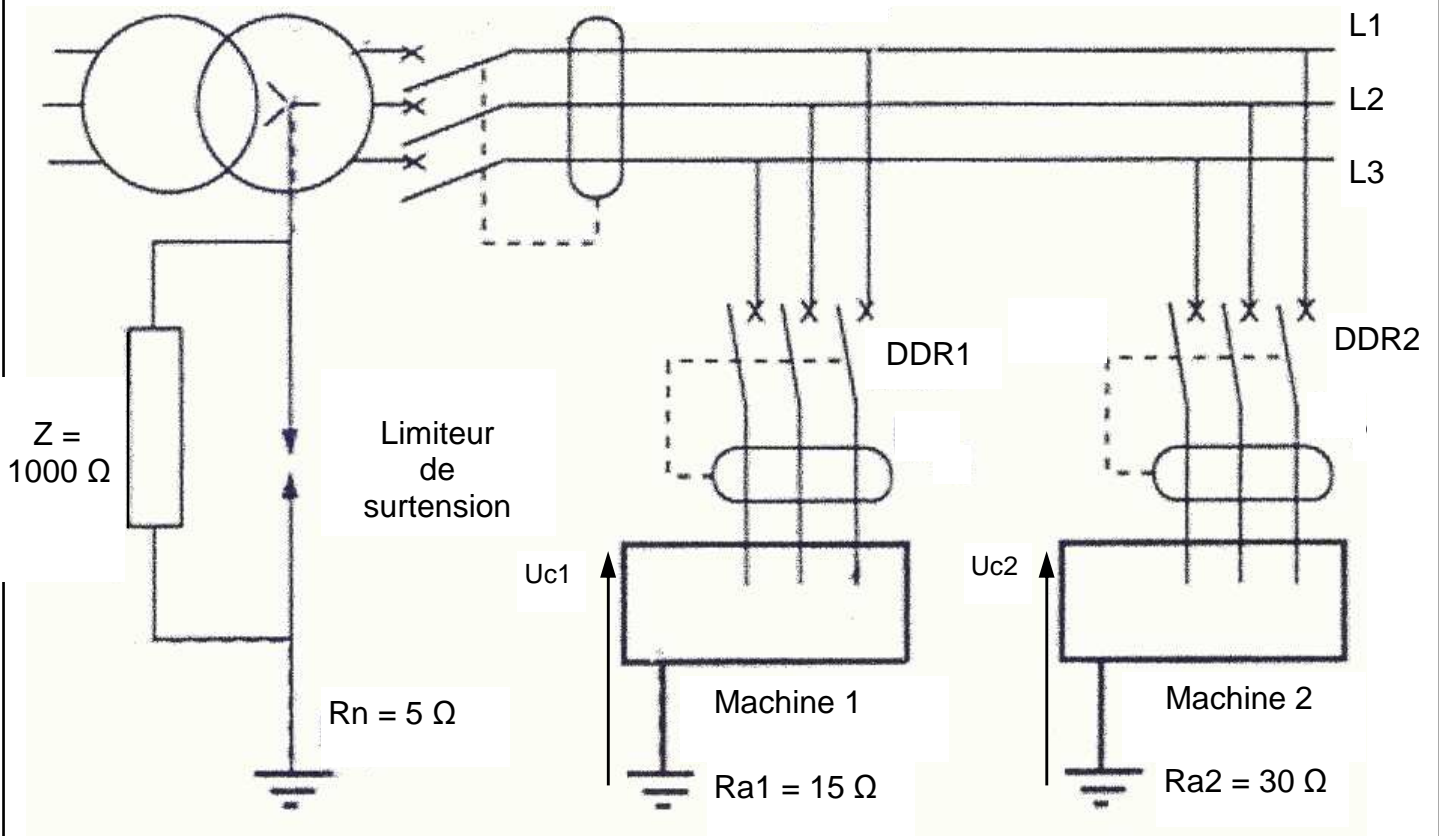
Remarque: schéma équivalent au second défaut:



→ **conclusion** : au second défaut, il y a danger donc déclenchement des DDR.

La protection est obtenue dans les mêmes conditions qu'en régime TT.
(utilisation de DDR car le courant de défaut de 11.4A ne provoquerai pas le déclenchement du magnétique du disjoncteur) .

Exercice d'application : régime IT avec masses séparées.



Un **premier défaut** d'isolement survient sur la machine 1 entre la phase 3 et la masse :

- 1) Représenter le courant de défaut I_{d1} .
- 2) Calculer I_{d1} .
- 3) Calculer U_{c1} ; cette tension est-elle dangereuse ? Y a-t-il déclenchement du DDR1 ?

Un **second défaut** d'isolement survient sur la machine 2 entre la phase 2 et la masse :

- 1) Représenter le courant de défaut I_d .
- 2) Calculer I_d .
- 3) Calculer U_{c1} et U_{c2} ; ces tensions sont-elles dangereuses ? Y a-t-il déclenchement des DDR ?

Correction de l'exercice d'application : régime IT avec masses séparées.

Au premier défaut:

2) $I_{d1} = 230 / (15 + 5 + 1\ 000) = 0.22\ A .$

3) $U_{c1} = 15 \times 0.22 = 3.3\ V.$

la tension n'est pas dangereuse, pas de déclenchement.

Au second défaut:

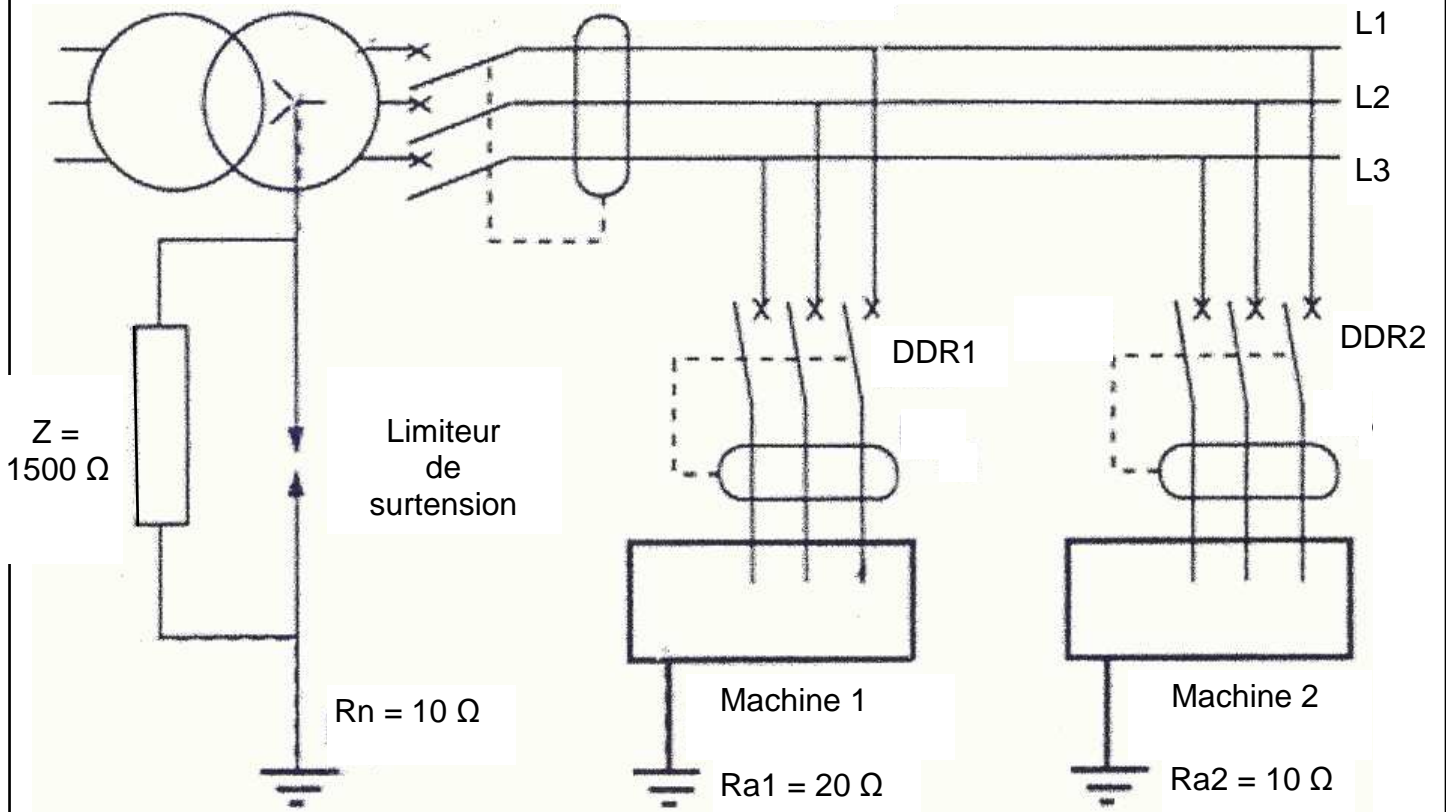
2) $I_d = 400 / 45 = 8.8\ A.$

$U_{c1} = 15 \times 8.8 = 132\ V.$

$U_{c2} = 30 \times 8.8 = 264\ V$

→ ces tensions sont dangereuses, il y a déclenchement des DDR.

Masses séparées



2) Masses interconnectées:

au premier défaut : (machine 1 entre L1 et la masse.)

* représenter le courant de défaut Id1

* calculer Id1

$$I_{d1} = \frac{V_n}{R_u + R_n + Z} = \frac{230}{10 + 10 + 2\,200} = 0.1 \text{ A}$$

* calculer Uc

$$U_c = R_u \times I_d = 10 \times 0.1 = 1 \text{ V}$$

conclusion : au premier défaut, il n'y a pas de danger.

au second défaut : (machine 2 entre L2 et la masse)

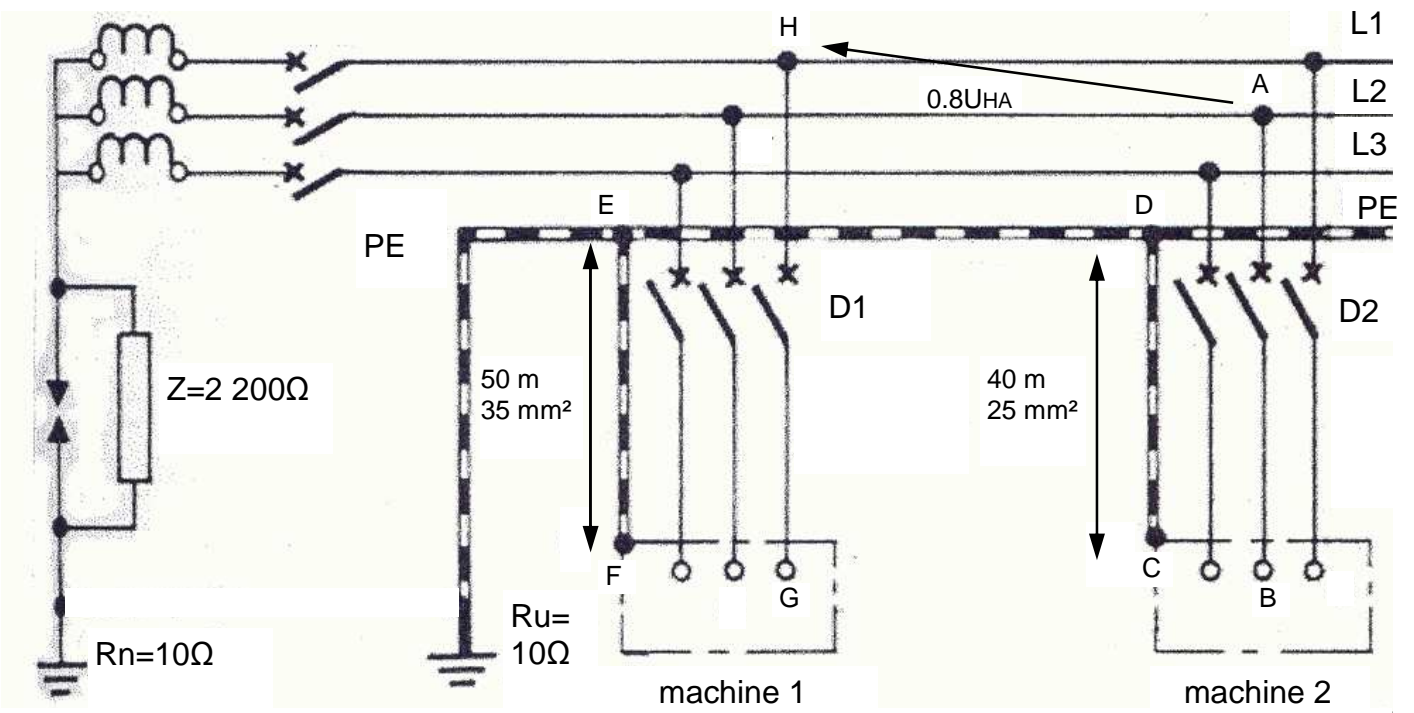
* représenter le courant de défaut Id2

—————> **court circuit entre phases (ici entre L1 et L2).**

* calculer Id2 (ρ cuivre = $0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

$$\begin{aligned} I_{d2} &= \frac{0.8 U_{HA}}{R_{AB} + R_{CD} + R_{EF} + R_{GH}} = \frac{0.8 \times U_{HA}}{\frac{\rho L}{S_{AB}} + \frac{\rho L}{S_{CD}} + \frac{\rho L}{S_{EF}} + \frac{\rho L}{S_{GH}}} \\ &= \frac{0.8 \times 400}{\frac{0.0225 \times 40}{25} + \frac{0.0225 \times 40}{25} + \frac{0.0225 \times 50}{35} + \frac{0.0225 \times 50}{35}} = \frac{320}{0.1} \\ &= 3\,200 \text{ A.} \end{aligned}$$

Masses interconnectées



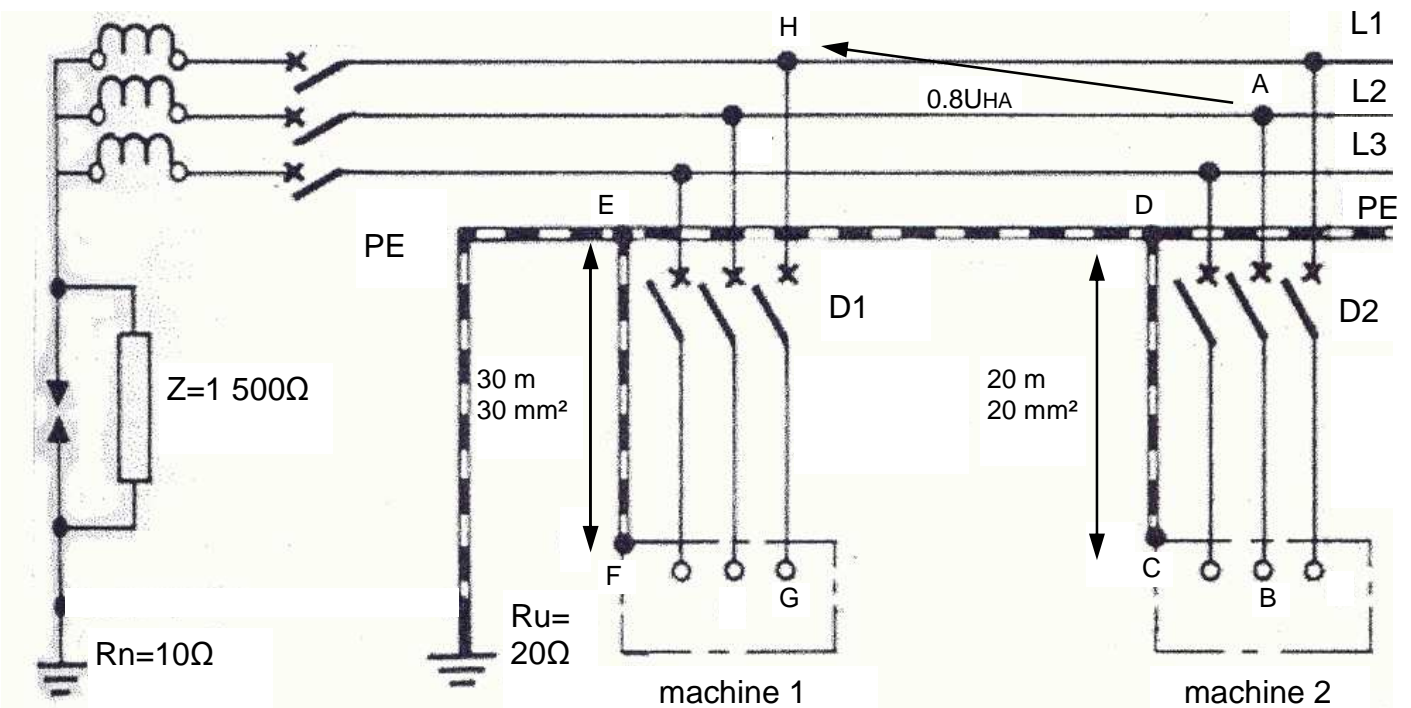
- calculer U_c (machine 1):

$$U_c = R_{pe} \times I_d = \frac{\rho L}{S_{pe}} \times I_d = \frac{0.0225 \times 50}{35} \times 3\,200 = 102.8 \text{ V .}$$

C / Conditions de mise en œuvre en IT, utilisation:

- du limiteur de surtension (entre le neutre du transformateur et la terre) ;
- d'une impédance de limitation (Z) ;
- d'un CPI (contrôleur permanent d'isolement) .

Exercice d'application : régime IT avec masses interconnectées.



Un **premier défaut** d'isolement survient sur la machine 1 entre la phase 3 et la masse :

- 1) Représenter le courant de défaut I_{d1} .
- 2) Calculer I_{d1} .
- 3) Calculer U_c ; cette tension est-elle dangereuse ? Y a-t-il déclenchement du disjoncteur D1?

Un **second défaut** d'isolement survient sur la machine 2 entre la phase 2 et la masse :

- 1) Représenter le courant de défaut I_{d2} .
- 2) Calculer I_{d2} .
- 3) Calculer U_c (machine 1) ; cette tension est elle dangereuse ?

Correction de l'exercice d'application : régime IT avec masses interconnectées

Au premier défaut:

$$2) I_{d1} = 230 / (20 + 10 + 1\,500) = 0.15 \text{ A .}$$

$$3) U_{c1} = 20 \times 0.15 = 3 \text{ V.}$$

la tension n'est pas dangereuse, pas de déclenchement.

Au second défaut:

$$2) I_{d2} = \frac{0.8 \times 400}{\frac{0.0225 \times 20}{20} + \frac{0.0225 \times 20}{20} + \frac{0.0225 \times 30}{30} + \frac{0.0225 \times 30}{30}} = \frac{320}{0.09} = 3\,555 \text{ A.}$$

$$3) U_c = R_{pe} \times I_d = \frac{\rho L}{S_{pe}} \times I_d = \frac{0.0225 \times 30}{30} \times 3\,555 = 80 \text{ V .}$$

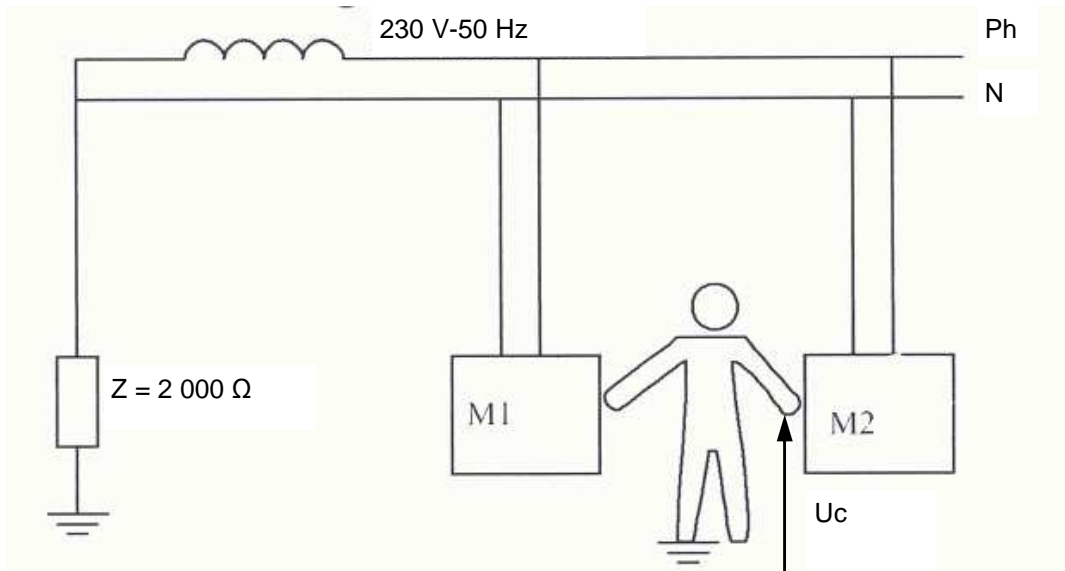
Cette tension est dangereuse, il doit y avoir déclenchement des protections.

Travaux dirigés: régime IT

Mise en évidence du danger électrique:

1) Le régime IT n'est pas bien conçu sur le schéma ci-dessous, précisez l'anomalie. /2

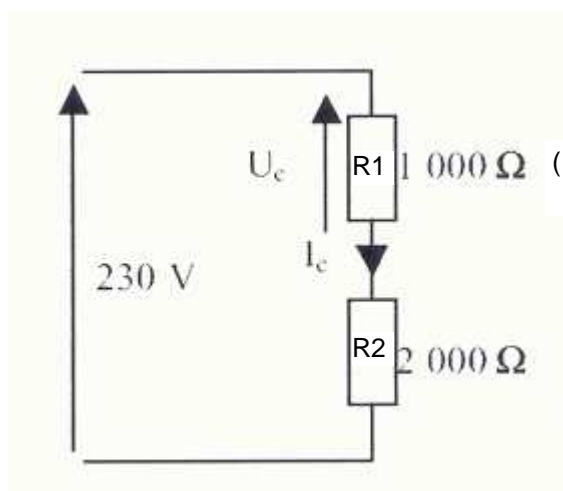
.....
.....



2) Il y a un défaut franc sur la machine M2 (la phase touche directement la carcasse métallique).

Tracez le courant de défaut (boucle de défaut) sur le schéma ci-dessus. /2

3) Voici le schéma équivalent électrique dans lequel circule le courant de défaut;



Calculez la tension de contact U_c

$$(U_c = 230 \times \frac{R1}{R1 + R2})$$

$U_c = \dots\dots\dots$ /2

Déterminer le courant supporté par la personne:

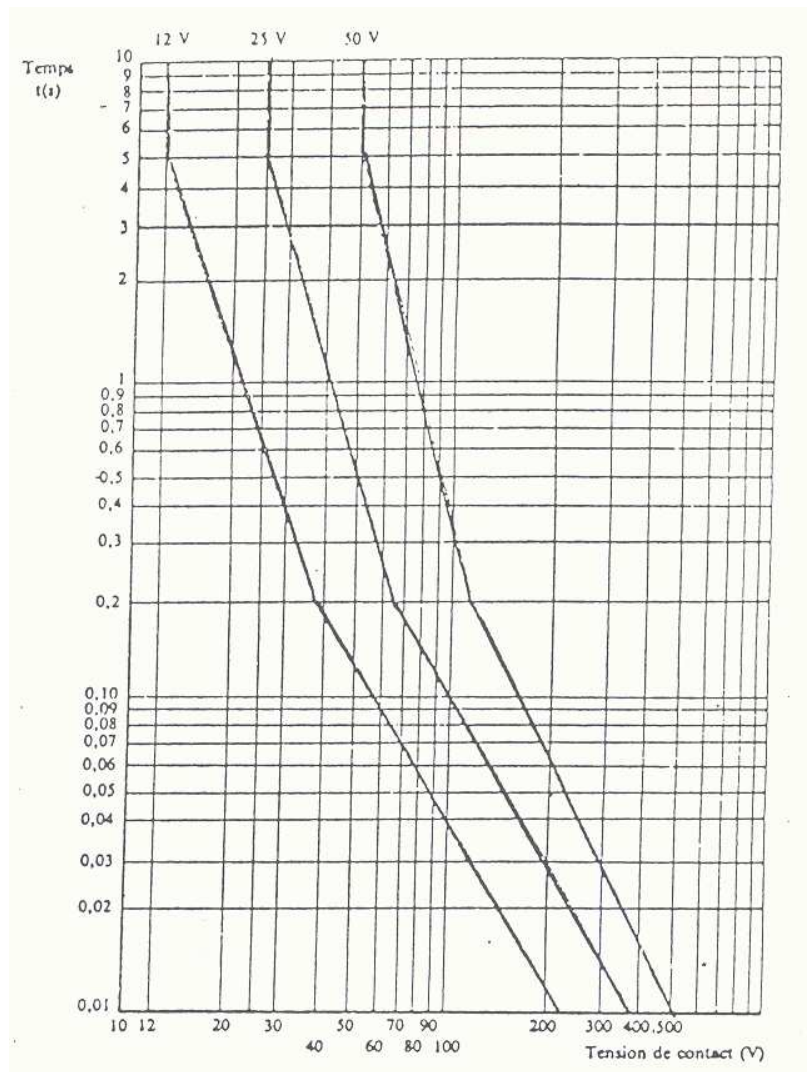
$$I_d = \frac{U_c}{1\,000} = \dots\dots\dots / 2$$

La personne est-elle en danger ?

..... / 1

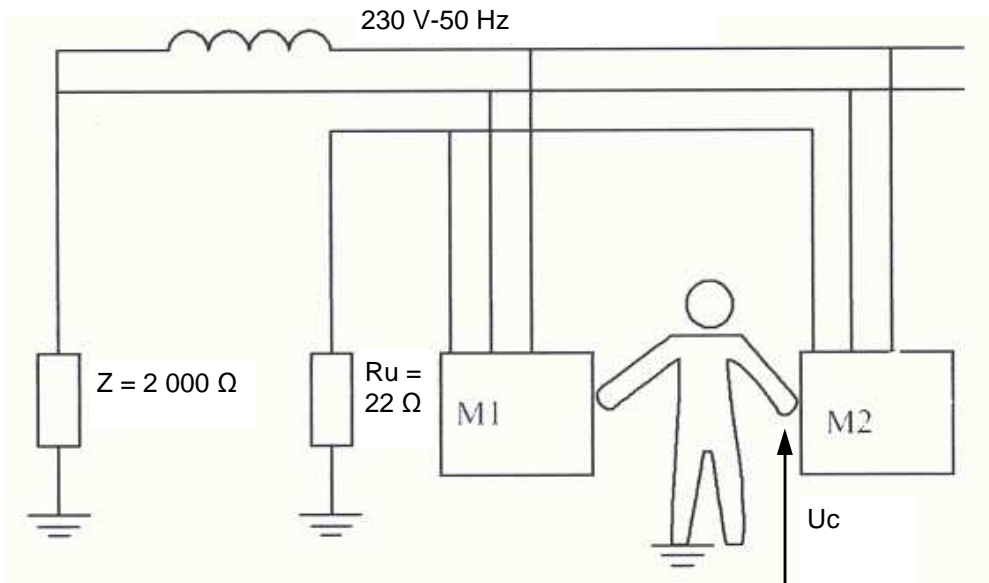
D'après les courbes de sécurité ci-dessous, en combien de temps l'installation doit-elle être coupée si la tension limite de sécurité admise est de 25 V ?

..... / 2



Courbes de sécurité pour tensions alternatives

Mise à la terre de toutes les machines:

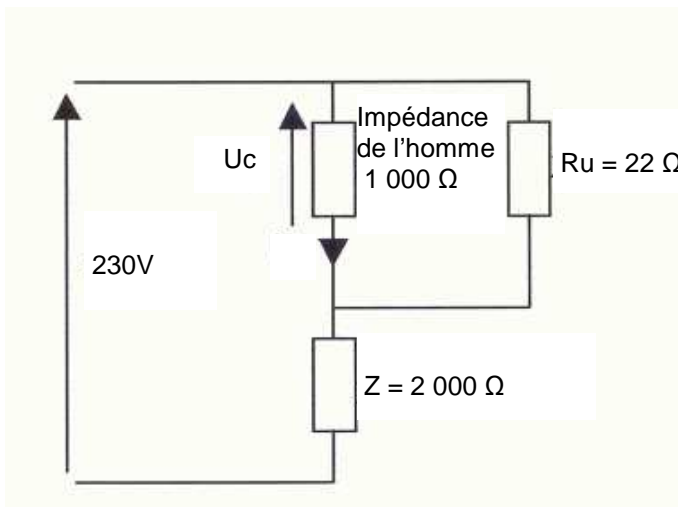


1) On retrouve le même défaut franc sur la machine M2;

Tracer le courant de défaut sur le schéma ci-dessus.

/ 2

2) Voici le schéma équivalent dans lequel circule le courant de défaut, **déterminez U_c** ;



méthode:

- calculer $R_{eq} = (1\,000 // R_u)$

$$\rightarrow R_{eq} = \frac{1\,000 \times 22}{1\,000 + 22} = \dots\dots\dots$$

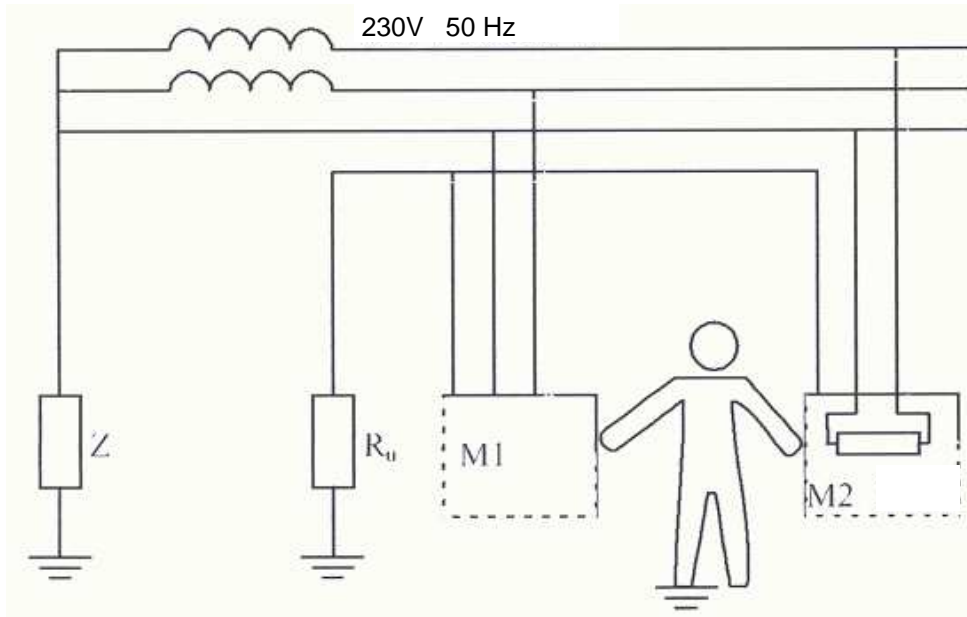
$$\rightarrow U_c = 230 \times \frac{R_{eq}}{R_{eq} + Z} = \dots\dots\dots$$

Déterminez le courant supporté par la personne;

$$I_d = \frac{U_c}{1\,000} = \dots\dots\dots \rightarrow \text{La personne est-elle en danger ? } \dots\dots\dots$$

\rightarrow Le fait de relier les masses métalliques à la terre est-il nécessaire ? $\dots\dots\dots$

Second défaut: il y a un défaut franc sur chaque machine, tracez la boucle de défaut.



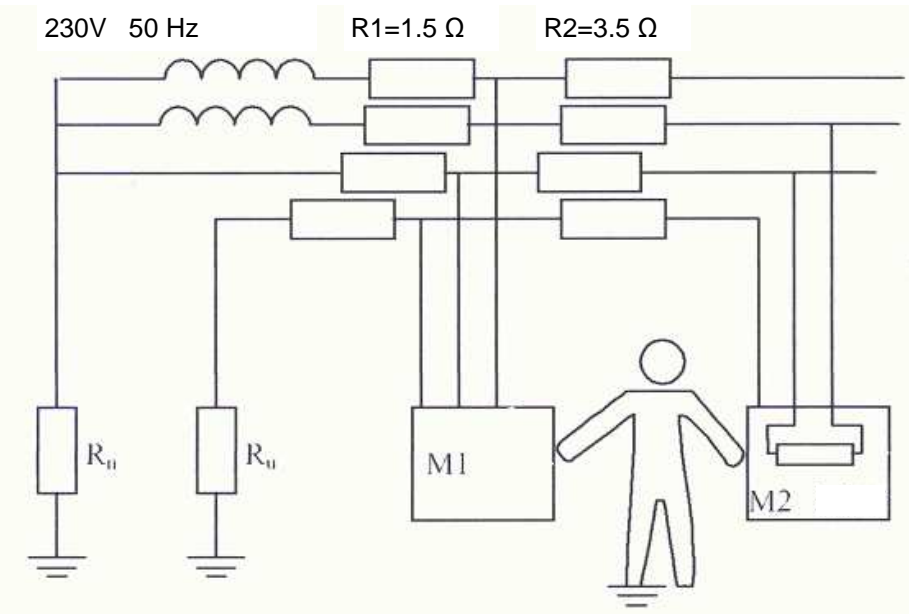
1) Comment appelle-t-on ce type de défaut?

.....

2) En considérant l'impédance de la ligne égale à $100 \text{ m}\Omega$, calculer le courant de défaut.

.....

Cas d'un réseau étendu:



1) il y a un défaut franc sur chaque machine, tracez la boucle de défaut.

2) Calculez ce courant de défaut.

.....

3) Quel type d'appareil de protection doit-on utiliser pour un réseau étendu?

.....

A) Questions de cours :

/ 11

1) Identifier chaque lettre des 3 régimes de neutre ci-dessous: /3

T T :

T N :

I T :

2) Quel est le rôle des régimes de neutre ? /2

.....

3) Indiquer pour chaque régime de neutre ci-dessous s'il y a coupure au premier ou au second défaut et quel appareil de protection est utilisé : /3

T T :

T N :

I T :

4) Quel est l'avantage du régime I T par rapport aux autres ? /1

.....

5) Pouvons nous choisir le type de régime de neutre ? Si oui, dans quel cas ? /1

.....

6) Du point de vue sécurité des personnes, y a-t-il un régime de neutre plus performant que les autres ? Si oui, lequel ? /1

.....

CORRECTION Evaluation Bac : les régimes de neutre

A) Questions de cours :

1) Identifier chaque lettre des 3 régimes de neutre ci-dessous:

T T : Neutre du transformateur à la terre, masses à la terre.

T N : Neutre du transformateur à la terre, masses reliées au neutre.

I T : Neutre du transformateur isolé, masses à la terre.

2) Quel est le rôle des régimes de neutre ? **assurer la protection des personnes contre les contacts indirects (défaut d'isolement).**

3) Indiquer pour chaque régime de neutre ci-dessous s'il y a coupure au premier ou au second défaut et quel appareil de protection est utilisé :

T T : coupure au premier défaut par disjoncteur différentiel.

T N : coupure au premier défaut par disjoncteur ou fusible.

I T : coupure au second défaut par disjoncteur ou fusible.

4) Quel est l'avantage du régime I T par rapport aux autres ?

Continuité de service, pas de déclenchement au premier défaut.

5) Pouvons nous choisir le type de régime de neutre ? Si oui, dans quel cas ?

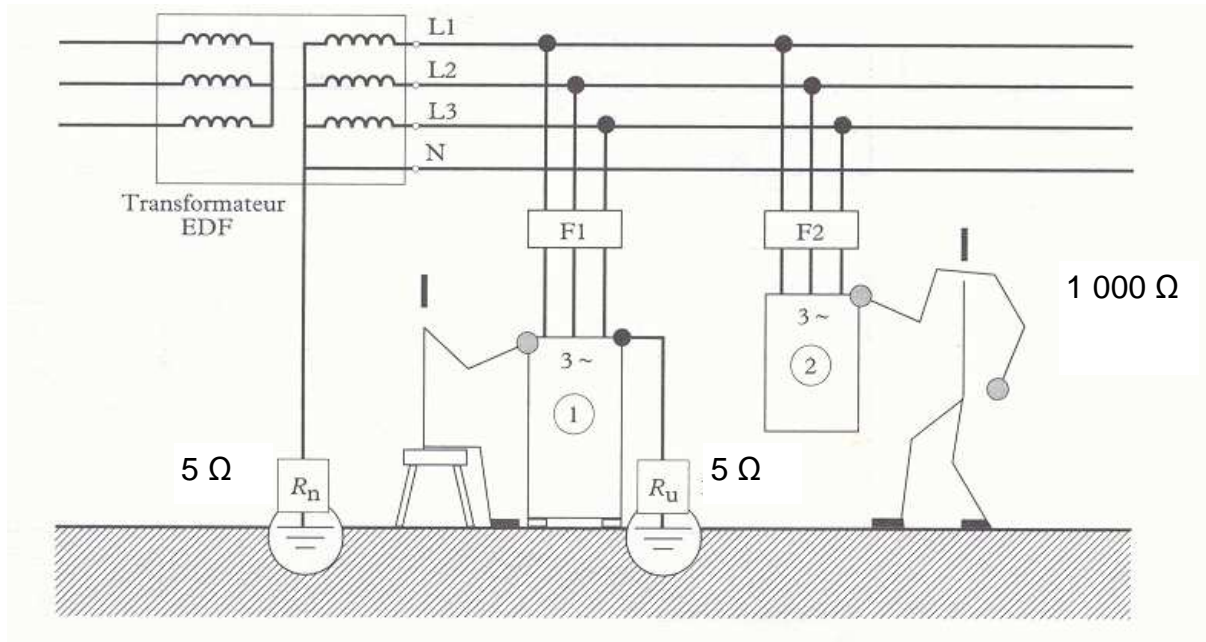
Oui, mais il faut être propriétaire du poste transformateur d'alimentation.

6) Du point de vue sécurité des personnes, y a-t-il un régime de neutre plus performant que les autres ? Si oui, lequel ?

Non.

CORRECTION B) Exercice : le régime TT

Une entreprise en régime de neutre **TT** installe des machines dans un atelier alimenté en 230 / 400 V. La protection des machines est assurée par des DDR 30 A / 500 mA.



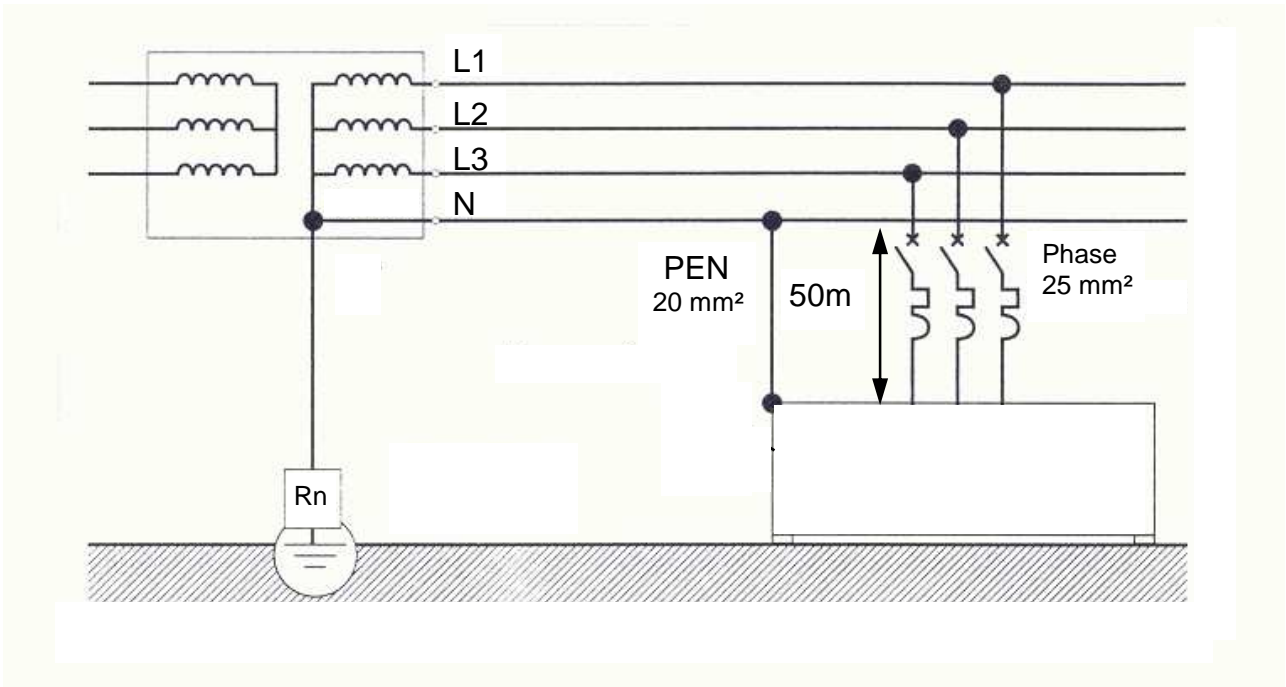
a) La phase 1 de la machine 1 touche la masse :

- Représenter le courant de défaut. / 1
- Déterminer ce courant de défaut. / 1
 $i_d = 230 / (5 + 5) = 23 \text{ A}$
- A quelle tension est soumise la personne qui touche cette machine ? / 1
 $U_c = 5 \times 23 = 115 \text{ V}$
- Le DDR F1 déclenche-t-il, pourquoi ? / 1
oui, $23 \text{ A} \gg 500 \text{ mA}$

b) La phase 1 de la machine 2 touche la masse:

- Représenter le courant de défaut; / 1
- Déterminer ce courant de défaut. / 1
 $i_d = 230 / 1000 = 230 \text{ mA}$
- A quelle tension est soumise la personne qui touche cette machine ? / 1
230 V
- Le DDR F2 déclenche-t-il, pourquoi ?
Non, $230 \text{ mA} < 500 \text{ mA}$

CORRECTION C) Exercice : le régime TN



D'après le schéma TNC ci-dessus :

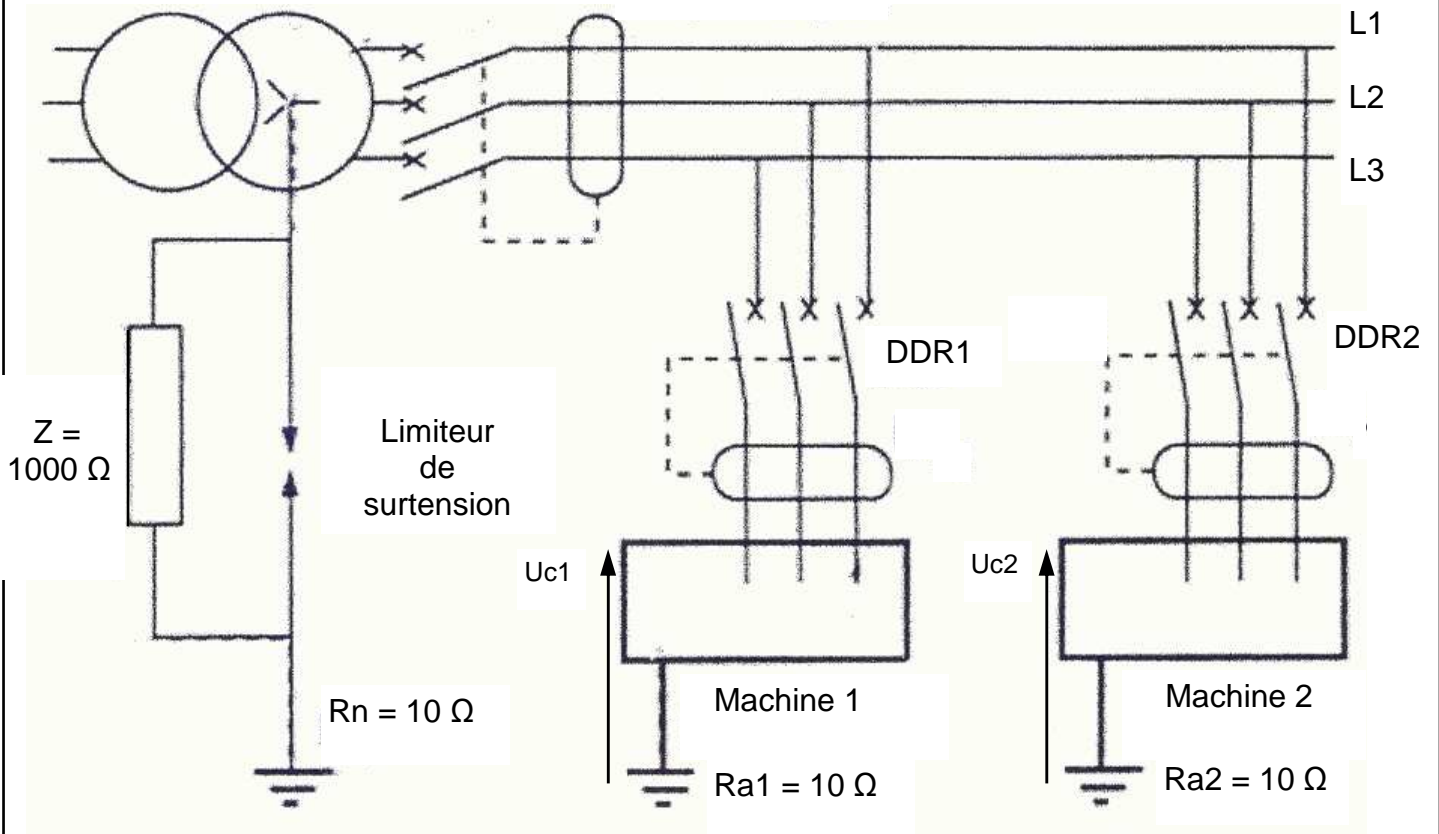
- 1) Représenter la boucle de défaut (défaut entre la phase 1 et la masse).
- 2) Quel est ce type de défaut ? **Court circuit entre Phase Neutre**
- 3) Calculer le courant de défaut I_d . $\longrightarrow I_d = 0.8 \times V_n / (R_{pen} + R_{ph})$.
(ρ cuivre = $0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)

$$I_d = \frac{0.8 V_n}{R_{ph} + R_{pen}} = \frac{0.8 V_n}{\frac{\rho L}{S_{ph}} + \frac{\rho L}{S_{pen}}} = \frac{0.8 \times 230}{\frac{0.0225 \times 50}{25} + \frac{0.0225 \times 50}{20}} = 1\,817 \text{ A.}$$

- 4) Calculer la tension de contact U_c . $\longrightarrow U_c = R_{pen} \times I_d$.

$$U_c = R_{pen} \times I_d = \frac{\rho L}{S_{pen}} \times I_d = \frac{0.0225 \times 50}{20} \times 1\,817 = 102 \text{ V.}$$

CORRECTION D) Exercice : le régime IT



Un **premier défaut** d'isolement survient sur la machine 1 entre la phase 1 et la masse :

- 1) Représenter le courant de défaut I_{d1} .
- 2) Calculer I_{d1} .

$$I_{d1} = 230 / (10 + 10 + 1\ 000) = 0.22\ A .$$
- 3) Calculer U_{c1} ; cette tension est-elle dangereuse ? Y a-t-il déclenchement du DDR1 ?

$$U_{c1} = R_{a1} \times I_{d1} = 10 \times 0.22 = 2.2\ V .$$

Un **second défaut** d'isolement survient sur la machine 2 entre la phase 2 et la masse :

- 1) Représenter le courant de défaut I_d .
- 2) Calculer I_d .

$$I_{d2} = 400 / (10 + 10) = 20\ A .$$
- 3) Calculer U_{c1} et U_{c2} ; y a-t-il déclenchement des DDR ?

$$U_{c1} = R_{a1} \times I_{d2} = 10 \times 20 = 200\ V .$$

$$U_{c2} = R_{a2} \times I_{d2} = 10 \times 20 = 200\ V .$$