

Le schéma de liaison à la terre TT

1. Problématique

La chute de la foudre sur les parties aériennes du réseau de distribution publique crée un danger potentiel pour les utilisateurs d'appareils électriques. Une liaison à la terre du réseau **BT** permet d'évacuer les surtensions ainsi créées et réduit les risques d'accidents électriques.

Les schémas étudiés dans la suite de ce cours seront simplifiés afin qu'on puisse se concentrer sur l'aspect protection des personnes et des biens qui est à l'origine des schémas de liaison à la terre.

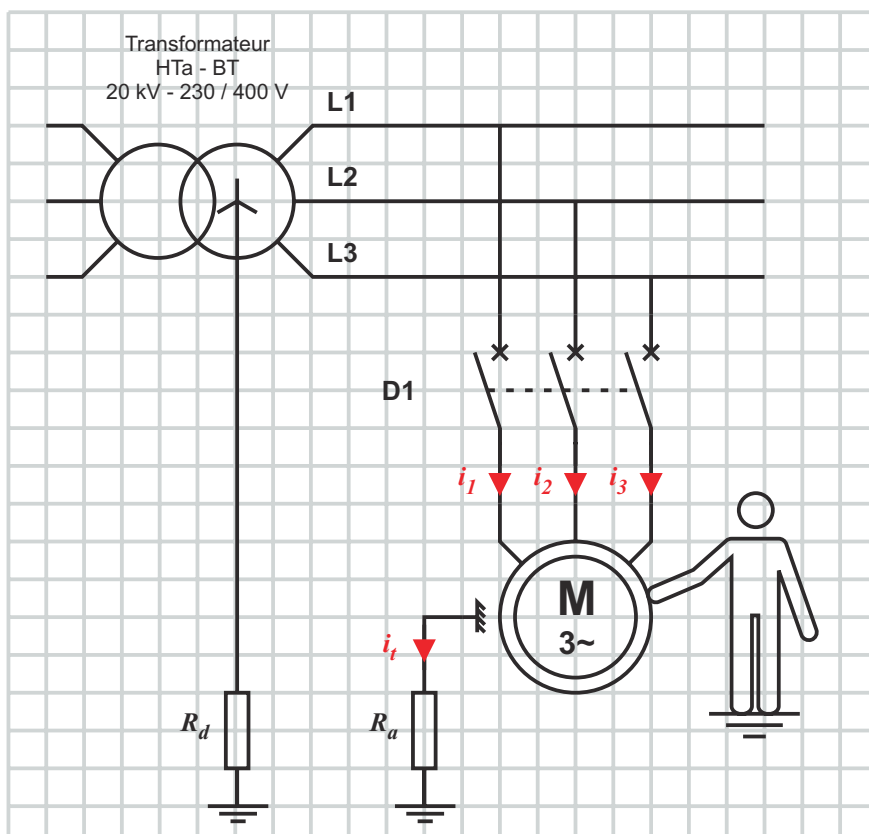
2. Définition

*Le schéma de liaison à la terre **TT** voit le **neutre du secondaire du transformateur de distribution relié à la Terre**, les **masses métalliques des récepteurs sont reliées à la Terre**. Les **prises de terre du secondaire du transformateur de distribution HTa / BT et celle à laquelle sont reliées les masses métalliques des récepteurs sont distinctes**.*

*Le schéma **TT** est aussi dit « neutre à la terre ».*

3. Etude du schéma TT en fonctionnement normal

Complétez le schéma simplifié ci-dessous en fonction de la définition précédente en faisant figurer les résistances de prises de terre du distributeur R_d et de l'abonné R_a . Faire figurer les courants i_1 , i_2 , i_3 et i_t courants dans les phases $L1$, $L2$, $L3$ et la terre en fonctionnement normal.



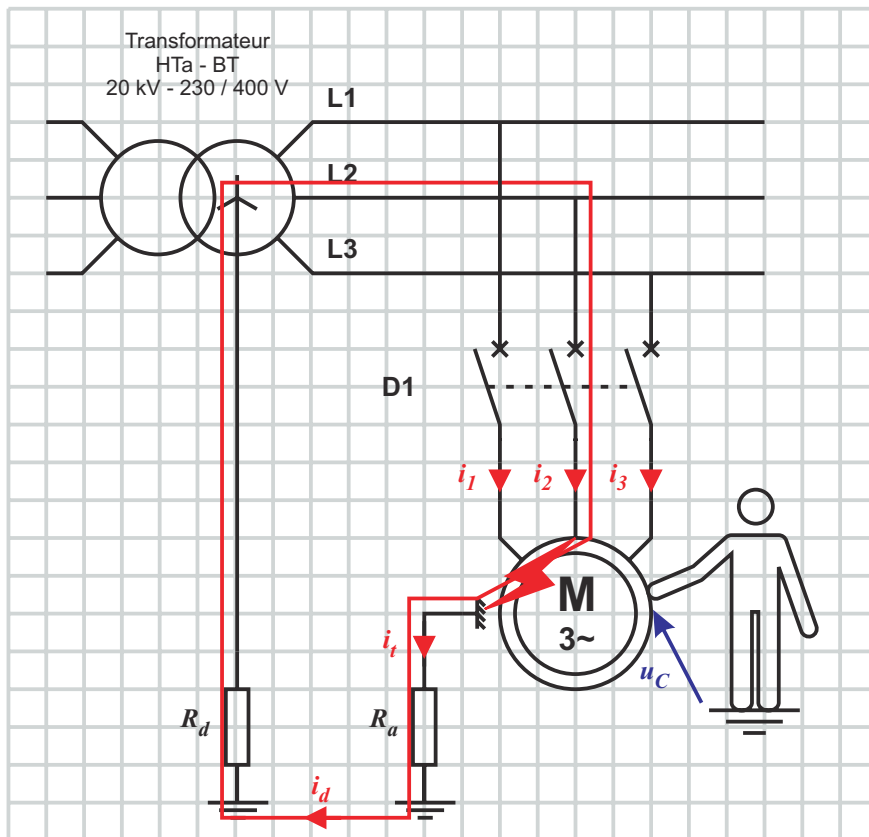
Donnez les équations qui lient les courants i_1 , i_2 , i_3 et i_t de l'illustration précédente dans le cas d'un fonctionnement normal (absence de défaut).

Les équations liant les courants en fonctionnement normal sont :

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0 \quad i_t = 0$$

4. Etude du schéma TT en cas de défaut d'isolement

Complétez le schéma ci-dessous en faisant figurer un défaut d'isolement entre la phase **L2** et la masse métallique du moteur. Repérez les courants i_1 , i_2 , i_3 , i_t et i_d le courant de défaut. Faire figurer la tension de contact u_C à laquelle serait soumis l'utilisateur de l'équipement en défaut en cas de contact avec la carcasse du moteur.

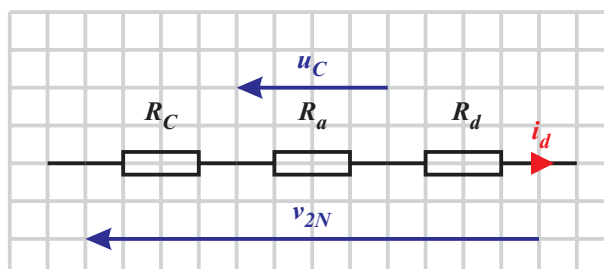


Ecrivez les équations qui lient tous les courants de l'illustration ci-dessus dans le cas du défaut d'isolement étudié.

Les équations liant les courants en cas de défaut d'isolement sont :

$$i_1 + i_2 + i_3 = i_d \quad i_t = i_d$$

Tracez le schéma électrique équivalent au trajet du courant de défaut i_d en faisant figurer la tension de contact u_C , les résistances des prises de terre R_d , R_a , la résistance de contact au niveau du défaut R_C et la tension aux bornes du groupement de résistances.



A partir de l'illustration précédente et de la loi d'Ohm, donnez la formule permettant le calcul du courant de défaut i_d .

Le courant de défaut i_d se calcule à partir de la formule suivante :

$$i_d = \frac{v_{2N}}{R_C + R_a + R_d}$$

La tension v_{2N} est imposée par le réseau, les résistances des prises de terre R_d et R_a seront considérées comme constantes. Pour quelle valeur de résistance de contact au niveau du défaut R_C a-t-on la valeur de tension de contact u_C la plus dangereuse ?

La tension de contact u_C sera la plus élevée, donc la plus dangereuse, lorsque le courant de défaut i_d sera le plus élevé. Cela correspond à une valeur de R_C nulle.

5. Application numérique

Nous allons étudier numériquement le défaut d'isolement présenté au paragraphe précédent. La valeur de la résistance de la prise de terre du distributeur a été mesurée, elle vaut $4,5 \Omega$, celle de la résistance de prise de terre de l'abonné est de 50Ω . Calculez la valeur du courant de défaut i_d dans le cas le plus défavorable pour l'utilisateur de l'appareil en défaut (tension de contact la plus élevée).

$$i_d = \frac{v_{2N}}{R_C + R_a + R_d} \quad i_d = \frac{230}{0 + 50 + 4,5} \quad i_d \approx 4,22$$

La valeur du courant de défaut i_d est de 4,22 A.

Cette valeur de courant représente-t-elle un danger pour l'installation électrique ?

Cette valeur de courant est faible devant le courant nominal des récepteurs utilisés dans l'industrie. La surcharge occasionnée par ce courant de défaut est donc négligeable et n'entraînera aucun danger pour l'installation électrique.

Calculez la valeur de la tension de contact u_C . Cette valeur est-elle dangereuse ? (Justifiez)

$$u_C = R_a \times i_d \quad u_C = 50 \times 4,22 \quad u_C = 211$$

La valeur de la tension de contact u_C est de 211 V. Cette valeur est dangereuse car supérieure à la tension limite de sécurité U_L de 50 Vac.

Que faut-il faire pour assurer la sécurité des utilisateurs ?

Pour assurer la sécurité des utilisateurs, il faut mettre rapidement hors tension le départ en défaut.

Le disjoncteur **DI** est-il adapté pour remplir ce rôle ?

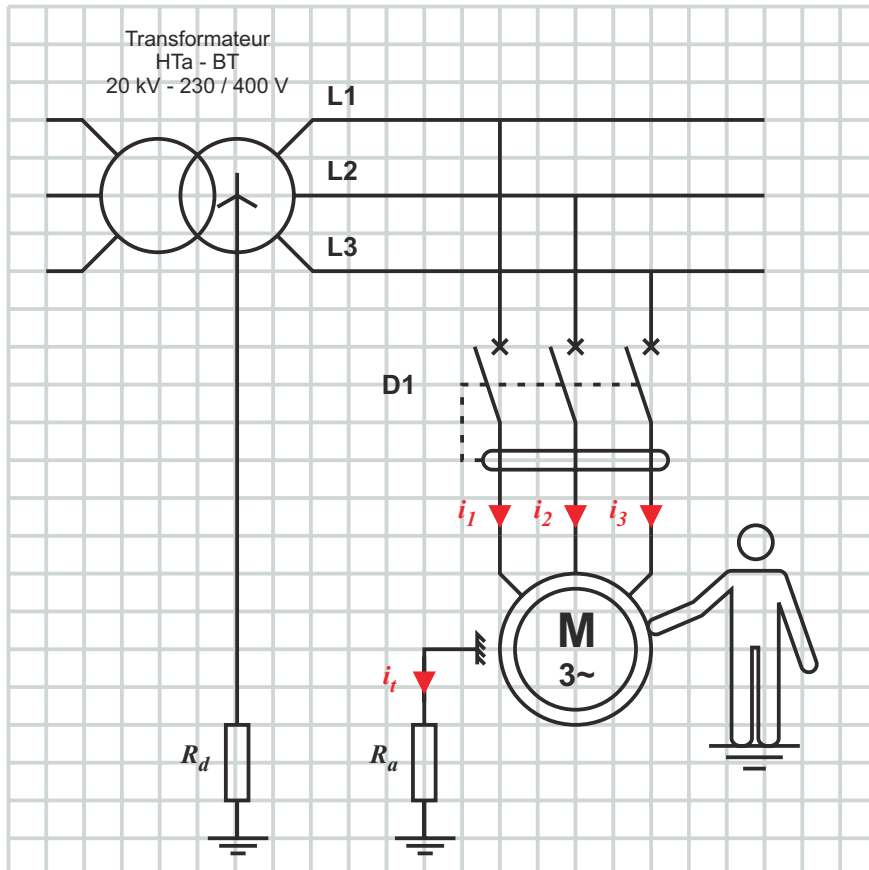
Non, un disjoncteur ne peut détecter que les surcharges et les court-circuits. Le déséquilibre dû au courant de défaut peut éventuellement être détecté par le déclencheur thermique, mais le temps de coupure sera trop élevé pour assurer la sécurité des utilisateurs.

Quel est l'appareil adapté à la mise hors tension du moteur ?

Le Dispositif Différentiel Résiduel est l'appareil adapté. Il peut être couplé au disjoncteur D1 qui devient alors un disjoncteur différentiel résiduel.

6. Schéma définitif

Complétez le schéma ci-dessous afin de garantir la sécurité des utilisateurs en schéma TT.



7. Dangers liés aux défauts d'isolements

Les dangers liés aux défauts d'isolements sont principalement :

- *Les risques d'accidents électriques pour les utilisateurs (électrisation, électrocution),*
- *Les risques d'incendies dus à la résistance de contact du défaut lui-même (échauffement par effet Joule).*

8. Recherche du défaut d'isolement

La recherche des défauts d'isolement se fait en questionnant les utilisateurs des appareils alimentés par le départ qui est déclenché (odeur bizarre avant le déclenchement, échauffement anormal, etc.). Si aucune indication ne permet de trouver l'appareil en cause, vérifier l'isolement de chaque appareil sur le départ en défaut en ayant soin d'isoler celui-ci du réseau avant vérification (voir cours sur l'isolement).