



hager

enseignement technique

Dossier d'études : l'interrupteur différentiel 30 mA

Sommaire

Interrupteur différentiel 30 mA

Documents

Fiche I a	- généralités - composition du produit
Fiche I b	- gamme
Fiches II a - II b	- choix d'un interrupteur différentiel
Fiches III a - III b	- caractéristiques des interrupteurs différentiels
Fiches IV a - IV b	- fonction serrure
Fiche V a	- fonction différentielle
Fiche V b	- fonction relais
Fiche VI a	- fonctions annexes
Fiche VI b	- analyse fonctionnelle

Transparents couleurs

- vue éclatée de l'interrupteur différentiel
- coupe de l'interrupteur différentiel
- déclenchement manuel de la serrure
- déclenchement par le relais
- tore et relais
- fonction différentielle

Produit

- un interrupteur différentiel



hager

enseignement technique

Dossier d'études : l'interrupteur différentiel 30 mA

Généralités

Un interrupteur à courant différentiel résiduel est un appareil mécanique de connexion destiné à établir, supporter et couper des courants dans les conditions de service normales et à provoquer l'ouverture des contacts quand le courant différentiel atteint, dans des conditions spécifiées, une valeur donnée.

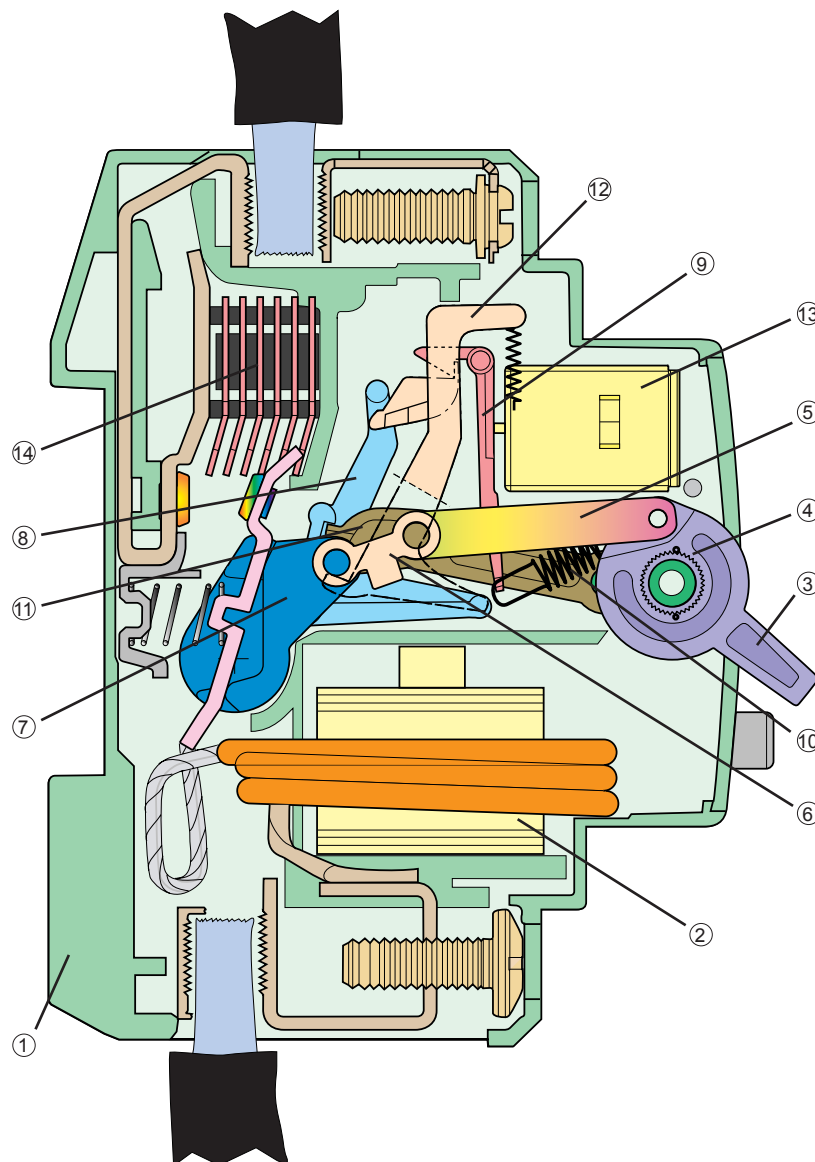
Les interrupteurs différentiels **moyenne sensibilité** (Ms 100 mA - 300 mA - 500 mA) assurent la protection des personnes contre les **contacts indirects**, c'est-à-dire les augmentations dangereuses du potentiel à la terre dues à une isolation défectueuse, et assurent une protection supplémentaire contre les dangers d'incendie si le seuil de déclenchement est inférieur ou égal à 500 mA.

Les interrupteurs différentiels **haute sensibilité** (Hs 10 mA - 30 mA) assurent en plus une protection des personnes contre les **contacts directs** en cas de défaillance des moyens de protection prévus.

Composition du produit

Il est constitué :

- d'un socle avec loquet bistable (1)
- d'un bâti monobloc renfermant :
 - la fonction différentielle avec :
 - le tore (2)
 - le circuit imprimé
 - le relais (13)
 - la fonction serrure avec :
 - la manette (3)
 - le ressort de manette (4)
 - la bielle (5)
 - le maillon (6)
 - le porte contacts (7)
 - le cliquet principal (8)
 - le cliquet relais (9)
 - le ressort de réarmement (10)
 - le déclencheur (11)
 - le déclencheur relais (12)
 - la fonction chambre de coupure (14)
- d'un couvercle avec un bouton test
- d'un capot avec marquage





hager

enseignement technique

Dossier d'études : l'interrupteur différentiel 30 mA

Choix d'un interrupteur différentiel

L'utilisation d'un dispositif différentiel est obligatoire en régime TT :

- soit à l'origine de toute installation,
- soit à l'origine de chacun des groupes de circuit dans le cas de masses reliées à des prises de terre différentes.

Pour les installations TN ou IT, une protection différentielle est nécessaire si les conditions de coupure par les dispositifs de protection contre les surintensités ne peuvent être satisfaites (longueurs de câbles trop importantes).

Quel que soit le régime de neutre, les circuits prises de courant inférieurs ou égaux à 32A doivent être protégés par un interrupteur différentiel 30 mA, de même que les circuits d'éclairage constitués par des prises commandées.

Dans les environnements à risques particuliers pour les personnes (salle d'eau,...), il est nécessaire d'inclure sur le dispositif différentiel 30 mA le circuit lumière et le circuit chauffage de la salle de bains, les fils en applique dans la cuisine.

En plus de la fonction différentielle, l'interrupteur différentiel possède également la fonction de :

- commande,
- sectionnement sous réserve de satisfaire aux règles de l'article 537.2 de la Norme NF C 15-100.

Le choix d'un interrupteur différentiel se fait également en fonction des contraintes d'exploitation en matière de :

- **Sélection des circuits** (anciennement sélectivité horizontale)

- chaque départ doit être protégé par un dispositif différentiel de sensibilité adaptée au risque considéré,
- la partie de l'installation comprise entre le disjoncteur de tête non différentiel et les bornes avales des dispositifs différentiels doit être réalisée en classe II.

- **Sélectivité verticale**

- la caractéristique de non fonctionnement temps / courant du dispositif placé en amont (dispositif sélectif ou retardé) doit se trouver au-dessus de la caractéristique de fonctionnement temps / courant du dispositif placé en aval,
- le courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$) du dispositif placé en amont doit être supérieur à celui du dispositif aval (le rapport doit être au moins égal à 2 : $I_{\Delta n_{\text{amont}}} = 2 I_{\Delta n_{\text{aval}}}$).

- **Coordination avec les protections contre les courts-circuits**

- protection en amont :

Pour éviter les risques de détérioration dus à des courts-circuits en aval de l'interrupteur différentiel, on associe celui-ci avec des dispositifs de protection placés en amont (fusibles, disjoncteurs).

Les conditions de coordination, vérifiées au moyen d'essais, doivent montrer qu'il y a bien une protection adéquate de l'interrupteur différentiel contre les courants de courts-circuits.

- protection en aval :

Il est admis d'associer l'interrupteur différentiel avec des dispositifs de protection installés en aval de celui-ci en respectant les conditions ci-après :

- l'interrupteur différentiel et l'appareil de protection contre les surintensités doivent être installés dans le même coffret ou armoire,
- la valeur de l'intensité de court-circuit présumé doit être inférieure ou égale à la tenue en court-circuit de l'association indiquée par le tableau de coordination donné par le constructeur,
- la liaison entre les appareils doit être réalisée de telle façon à empêcher tout risque de court-circuit.

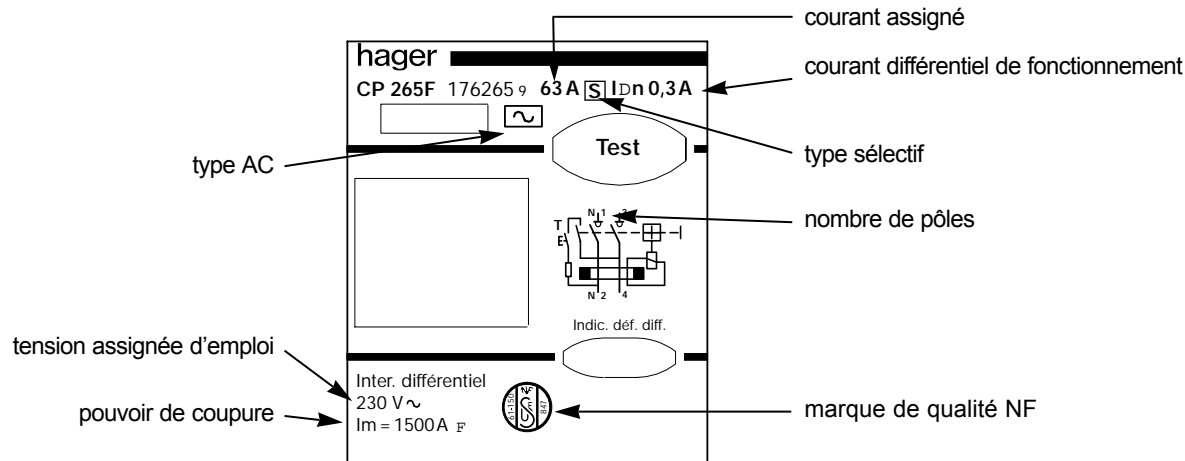


hager

enseignement technique

Dossier d'études : l'interrupteur différentiel 30 mA

Caractéristiques des interrupteurs différentiels (Extraits des Normes NF C 61-150 et EN 61008-1)



Les caractéristiques d'un interrupteur différentiel doivent être indiquées de la façon suivante :

• Nombre de pôles

- bipolaires
- tétrapolaires.

• Tensions

- Tension assignée d'emploi (**Ue**) :
tension à laquelle se rapporte les performances de l'interrupteur différentiel. Plusieurs tensions assignées d'emploi peuvent être attribuées à un même interrupteur différentiel.
- Tension d'isolement (**Ui**) :
tension à laquelle se rapporte les tensions d'essais diélectrique et les lignes de fuite. C'est la valeur de la tension maximale appliquée à l'interrupteur différentiel.

• Courants

- Courant assigné (**In**) :
valeur du courant attribuée à l'interrupteur différentiel par le constructeur et que celui-ci peut supporter en service ininterrompu. Les valeurs préférentielles sont : 25 A, 40 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A.
- Courant différentiel de fonctionnement assigné (**I^{Δn}**) :
valeur du courant différentiel attribuée par le constructeur et pour lequel l'interrupteur différentiel doit fonctionner. Les valeurs préférentielles sont : 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA.
- Courant différentiel de non fonctionnement assigné (**I^{Δno}**) :
valeur du courant différentiel de non fonctionnement pour lequel l'interrupteur différentiel ne fonctionne pas. Ce seuil est inférieur à 0,5 I^{Δn}. Pour des courants différentiels continus pulsés, les courants différentiels de non fonctionnement dépendent de l'angle α de retard de conduction.

• Fréquence assignée

C'est la fréquence industrielle pour laquelle l'interrupteur différentiel est conçu et à laquelle correspondent les autres caractéristiques.

• Pouvoir de coupure et de fermeture assigné (**I_m**)

C'est la valeur efficace de la composante alternative du courant présumé que l'interrupteur différentiel peut établir, supporter, couper en régime équilibré dans des conditions spécifiées. C'est au minimum la plus grande des deux valeurs suivantes : 10 In ou 500 A (le choix Hager : 650 A pour l'habitat et 1500 A pour le tertiaire).



hager

enseignement technique

Dossier d'études : l'interrupteur différentiel 30 mA

Fonction serrure

But

Provoquer l'ouverture des contacts de puissance

Moyens

- la manette (3)
- le ressort de manette (4)
- la biellette (5)
- le maillon (6)
- le porte contacts (7)
- le cliquet principal (8)
- le déclencheur (11)
- le ressort de cliquet (13)

Fonctionnement

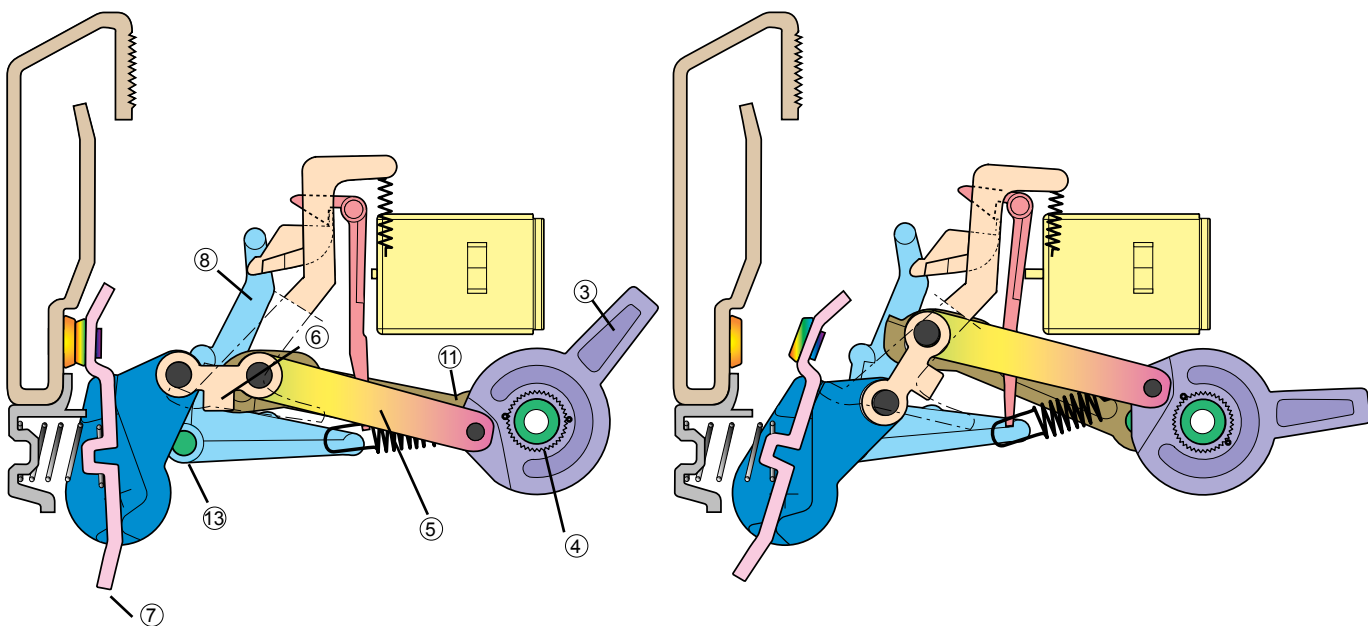
- la fermeture manuelle :

Le basculement de la manette (3) en position haute tend le ressort de manette (4) et entraîne, par l'intermédiaire de la biellette (5) et du maillon (6), la rotation du porte contacts (7).

La pression des ressorts du porte contacts maintient tendue la genouillère (l'ensemble 5, 6 et 7) grâce à la butée du déclencheur (11) qui est engagée sous le point d'ancrage du cliquet principal (8).

- l'ouverture manuelle :

La rotation de la manette (3) en position basse provoque la détente du ressort (4), l'ouverture du porte contacts (7) et ramène sur l'avant la biellette qui glisse dans l'oblong du déclencheur (11).





hager

enseignement technique

Dossier d'études : l'interrupteur différentiel 30 mA

Fonction différentielle

But

Détecter un courant de défaut à partir d'une mesure effectuée sur le circuit principal (phase et neutre).
La fonction différentielle comprend : le tore, le circuit imprimé et le relais.

Moyens

- le circuit magnétique (1)
- l'enveloppe circuit magnétique (2)
- le bobinage secondaire (3)
- le bobinage primaire (4)
- le couvercle du tore (5)
- le relais (6)
- la plaquette circuit imprimé (7)
- la carcasse (8)

Le nombre de spires du primaire définit la sensibilité et l'intensité nominale.

La plaquette "circuit imprimé" modifie le signal mesuré au primaire afin d'intégrer les notions de surtensions transitoires et composantes continues.

Fonctionnement

La somme vectorielle des courants parcourant les conducteurs actifs en tout point d'une installation bien isolée est nulle en l'absence de défaut d'isolement :

$$\vec{I}_p + \vec{I}_n = \vec{0}$$

La détection est assurée par un transformateur d'intensité appelé **tore**. Il se présente sous la forme d'un anneau fermé, constitué par un rouleau de tôles ayant des propriétés magnétisantes. La phase et le neutre sont utilisés comme enroulements primaires. Le sens de leur enroulement est tel que les forces magnétomotrices produites par le courant dans la phase et le neutre sont en opposition.

$$\Phi_p = - \Phi_n \text{ ou } I_p = - I_n$$

Lorsque les intensités sont identiques, aucune tension n'est présente dans le bobinage du secondaire.

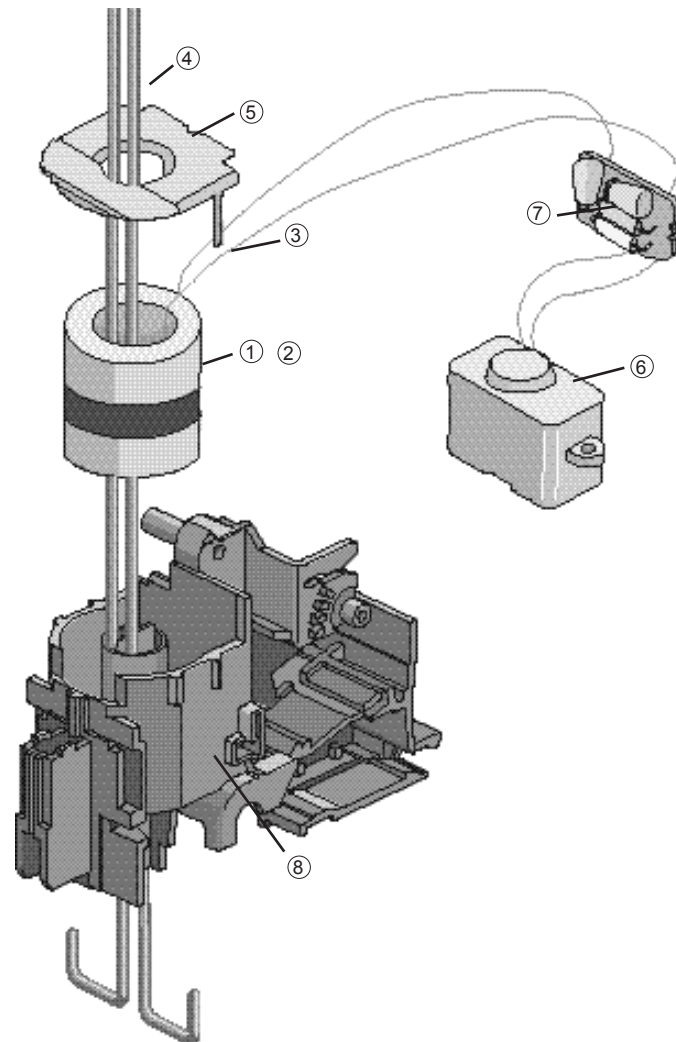
En cas de défaut d'isolement, un courant de fuite revenant par la terre provoque dans le circuit primaire un déséquilibre :

$$I_p \neq - I_n$$

La variation de flux résultant engendrée crée alors une tension induite au secondaire :

$$E = - N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Lorsque cette tension est suffisante, le relais déclenche.





hager

enseignement technique

Dossier d'études : l'interrupteur différentiel 30 mA

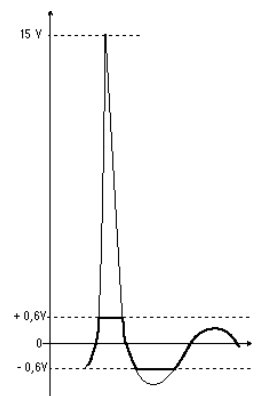
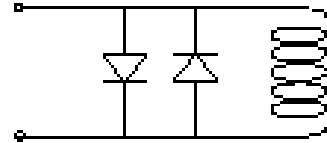
Les fonctions annexes

La fonction antitransitoire :

Un circuit imprimé composé de deux diodes en tête-bêche est raccordé aux bornes des enroulements secondaires du tore.

En cas de surintensité transitoire (coup de foudre,...) au primaire, un pic positif (15V) apparaît aux bornes du secondaire, de même qu'une impulsion négative due à l'effet de self des enroulements.

Les diodes conduisent alors (tension > 0,6V), mettent le tore en court-circuit et évitent la transmission de cette surtension vers le relais, empêchant le fonctionnement de celui-ci.



La fonction de type A :

Du fait de l'assymétrie des courants continus pulsés, le cycle d'hystérésis n'est pas complet.

Configuration : points O - 1- 2 - 2' (perte de rémanence) et retour point 1.
Il est donc difficile avec des matériaux magnétiques standard de recueillir une tension induite suffisante au secondaire pour faire déclencher le relais.

Solutions apportées :

Les interrupteurs différentiels type A sont réalisés avec des matériaux spécifiques en ce qui concerne le tore (tore à "cycle d'hystérésis couché" type vitroperm) qui permet un meilleur rendement, c'est à dire une augmentation du flux magnétique.

On peut aussi augmenter le volume du tore pour obtenir une tension U_2 plus importante (augmentation du prix du tore), ou rajouter des spires N_1 au primaire (échauffement plus important).

De plus, le transfert de tension du tore vers la bobine du relais sera maximum quand les deux impédances Z_1 (tore) et Z_2 (bobine du relais) sont égales.

On ajoute ainsi deux condensateurs au circuit. Le nombre de spires N_2 au secondaire, la valeur des capacités C_1 et C_2 sont calculés de façon à obtenir un circuit **résonnant** ($LC\omega^2 = 1$).

Il y a alors surtension aux bornes de la bobine et le relais déclenche.

