

Document 15

Choix des disjoncteurs Compact NS

| Type de disjoncteur | | | | NS400 | | | | NS630 | | | | | |
|--|------|-------------|-----------------|---------|--------------------------------|--------------|-------------|-------|-----|-----|-------------|-----|-----|
| nombre de pôles | | | | 3, 4 | | | | 3, 4 | | | | | |
| caractéristiques électriques selon IEC 60847-2 et EN 60847-3 | | | | | | | | | | | | | |
| courant assigné (A) | In | 40 °C | | 150/250 | 400 | | 630 | | | | | | |
| tension assignée d'isolement (V) | Ui | | | 750 | 750 | | 750 | | | | | | |
| tension ass. de tenue aux chocs (kV) | Uimp | | | 8 | 8 | | 8 | | | | | | |
| tension assignée d'emploi (V) | Ue | CA 50/60 Hz | | 690 | 690 | | 690 | | | | | | |
| | | CC | | 500 | 500 | | 500 | | | | | | |
| pouvoir de coupure ultime (kA eff) | | | | L | N | H | L | N | H | L | | | |
| | Icu | CA 50/60 Hz | 220/240 V | 150 | 85 | 100 | 150 | 85 | 100 | 150 | | | |
| | | | 380/415 V | 150 | 45 | 70 | 150 | 45 | 70 | 150 | | | |
| | | | 440 V | 130 | 42 | 65 | 130 | 42 | 65 | 130 | | | |
| | | | 500 V | 100 | 30 | 50 | 100 | 30 | 50 | 70 | | | |
| | | | 525 V | 100 | 22 | 35 | 100 | 22 | 35 | 50 | | | |
| | | | 660/690 V | 75 | 10 | 20 | 75 | 10 | 20 | 35 | | | |
| | | CC | 250 V (1 pôle) | 100 | 50 | 85 | 100 | 50 | 85 | 100 | | | |
| | | | 500 V (2 pôles) | 100 | 50 | 85 | 100 | 50 | 85 | 100 | | | |
| pouvoir de coupure de série | | | | Ics | (% Icu) | | | | | | | | |
| aptitude au sectionnement | | | | | | | | | | | | | |
| catégorie d'emploi | | | | | | | | | | | | | |
| endurance (cycles F-O) | | | | | mécanique | | | | | | 15000 | | |
| | | | | | électrique | | | | | | 12000 | | |
| | | | | | | 440 V - In/2 | | | | | 8000 | | |
| | | | | | | 440 V - In | | | | | 6000 | | |
| caractéristiques électriques selon Nema AB1 | | | | | | | | | | | | | |
| pouvoir de coupure (kA) | | | | | | 240 V | 200 | 85 | 100 | 200 | 85 | 100 | 200 |
| | | | | | | 480 V | 130 | 42 | 65 | 130 | 42 | 65 | 130 |
| | | | | | | 600 V | 50 | 20 | 35 | 50 | 20 | 35 | 50 |
| protection (voir pages suivantes) | | | | | | | | | | | | | |
| protection contre les surintensités (A) | | | | Ir | déclencheur interchangeable | | ■ | | | | | | |
| protection différentielle | | | | | courant de réglage mini / maxi | 100 / 250 | 160 / 400 | | | | 250 / 630 | | |
| déclencheur électronique | | | | | dispositif additionnel Vigi | | ■ | | | | | | |
| | | | | | STR22SE | | | | | | | | |
| | | | | | long retard | Ir | | | | | | | |
| | | | | | court retard | Im | | | | | | | |
| | | | | | temporisation | | | | | | | | |
| | | | | | seuil instantané | | | | | | | | |
| | | | | | STR23SE | | ■ | | | | ■ | | |
| | | | | | long retard | Ir | 0,4 à In | | | | 0,4 à In | | |
| | | | | | court retard | Im | 2 à 10 Ir | | | | 2 à 10 Ir | | |
| | | | | | temporisation | | sans | | | | sans | | |
| | | | | | seuil instantané | | 11 In | | | | 11 In | | |
| | | | | | STR23SV | | ■ | | | | ■ | | |
| | | | | | long retard | Ir | 0,4 à In | | | | 0,4 à In | | |
| | | | | | court retard | Im | 2 à 10 Ir | | | | 2 à 10 Ir | | |
| | | | | | temporisation | | fixe | | | | fixe | | |
| | | | | | seuil instantané | | 11 In | | | | 11 In | | |
| | | | | | STR53UE | | ■ | | | | ■ | | |
| | | | | | long retard | Ir | 0,4 à In | | | | 0,4 à In | | |
| | | | | | court retard | Im | 1,5 à 10 Ir | | | | 1,5 à 10 Ir | | |
| | | | | | temporisation | | 8 crans | | | | 8 crans | | |
| | | | | | seuil instantané | | 1,5 à 11 In | | | | 1,5 à 11 In | | |
| | | | | | STR53SV | | ■ | | | | ■ | | |
| | | | | | long retard | Ir | 0,4 à In | | | | 0,4 à In | | |
| | | | | | court retard | Im | 1,5 à 10 Ir | | | | 1,5 à 10 Ir | | |
| | | | | | temporisation | | 8 crans | | | | 8 crans | | |
| | | | | | seuil instantané | | 1,5 à 11 In | | | | 1,5 à 11 In | | |

Précision du seuil de déclenchement court retard : 15% (tolérance k = 1,15)

Document 16 Détermination des sections de câbles

Les tableaux ci-contre permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit, pour des canalisations enterrées et protégées par disjoncteur.

Pour obtenir la section des conducteurs de phase, il faut, pour la lettre de sélection D qui correspond aux câbles enterrés :

■ déterminer un coefficient K qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation.

Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K4, K5, K6, K7, Kn et Ks :

- le facteur de correction K4 prend en compte le mode de pose
- le facteur de correction K5 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte
- le facteur de correction K6 prend en compte l'influence de la nature du sol
- le facteur de correction K7 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant
- le facteur de correction du neutre chargé Kn
- le facteur de correction dit de symétrie Ks.

Lettre de sélection D

La lettre de sélection D correspond à des câbles enterrés.

Facteur de correction K4

| type de pose des câbles enterrés pose sous fourreaux posés directement dans le sol | espace entre conduits ou circuits | nombre de conducteurs ou circuits | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ■ seul | ■ seul | 1 | | | | | |
| | ■ jointif | | 0,76 | 0,64 | 0,57 | 0,52 | 0,49 |
| ■ un diamètre | ■ 0,25 m | | 0,79 | 0,67 | 0,61 | 0,56 | 0,53 |
| | ■ 0,5 m | | 0,80 | 0,74 | 0,69 | 0,65 | 0,60 |
| | ■ 0,5 m | | 0,88 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,69 |
| | ■ 1,0 m | | 0,92 | 0,85 | 0,82 | 0,80 | 0,78 |

Facteur de correction K5

| influence mutuelle des circuits dans un même conduit | disposition des câbles jointifs | nombre de circuits ou de câbles par conducteur | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 12 | 14 | |
| enterrés | enterrés | 1 | 0,71 | 0,58 | 0,50 | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 0,35 | 0,33 | 0,29 | 0,25 | |

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, multiplier K5 par :

- 0,80 pour 2 couches
- 0,73 pour 3 couches
- 0,70 pour 4 ou 5 couches
- 0,68 pour 6 ou 8 couches
- 0,66 pour 9 couches et plus

Facteur de correction K6

| influence de la nature du sol | nature du sol | |
|----------------------------------|-----------------------|------|
| | ■ terrain très humide | 1,21 |
| ■ humide | 1,13 | |
| ■ normal | 1,05 | |
| ■ sec | 1 | |
| ■ très sec | 0,86 | |

Facteur de correction K7

| température du sol (°C) | isolation | |
|-------------------------------|------------------------------|---|
| | polychlorure de vinyle (PVC) | polyéthylène réticulé (PE) éthylène, propylène (EPN) |
| 10 | 1,10 | 1,07 |
| 15 | 1,05 | 1,04 |
| 20 | 1,00 | 1,00 |
| 25 | 0,95 | 0,96 |
| 30 | 0,89 | 0,93 |
| 35 | 0,84 | 0,89 |
| 40 | 0,77 | 0,85 |
| 45 | 0,71 | 0,80 |
| 50 | 0,63 | 0,76 |
| 55 | 0,55 | 0,71 |
| 60 | 0,45 | 0,65 |

Facteur de correction Kn

(selon la norme NF C15-100 § 523.5.2)

- Kn = 0,84

Facteur de correction dit de symétrie Ks

(selon la norme NF C15-105 § B.5.2)

- Ks = 1 pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie
- Ks = 0,8 pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie.

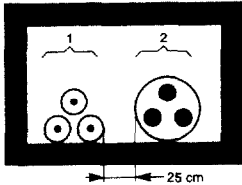
Document 17 Détermination des sections de câbles

Exemple d'un circuit à calculer

selon la méthode NF C15-100 § 52 GK

Un câble polyéthylène réticulé (PR) triphasé + neutre (circuit 2, à calculer) est posé à 25 cm d'un autre circuit (circuit 1) dans des fourreaux enterrés, dans un sol humide dont la température est 25 °C.

Le câble véhicule 58 ampères par phase.
On considère que le neutre n'est pas chargé.



La lettre de sélection est E, s'agissant de câbles enterrés.

Les facteurs de correction K4, K5, K6, K7 donnés par les tableaux correspondants sont respectivement :

- K4 = 0,8
- K5 = 0,71
- K6 = 1,13
- K7 = 0,96.

Le coefficient total $K = K4 \times K5 \times K6 \times K7$ est donc $0,8 \times 0,71 \times 1,13 \times 0,96$ soit :

- $k = 0,61$.

Détermination de la section

On choisira une valeur normalisée de I_n juste supérieure à 58 A, soit $I_n = 63$ A.

Le courant admissible dans la canalisation est $I_z = 63$ A.

L'intensité fictive $I'z$ prenant en compte le coefficient K est $I'z = 63/0,61 = 103,3$ A.

Dans le tableau de choix des sections on choisit la valeur immédiatement supérieure à 103,3 A, soit, ici :

- pour une section cuivre 113 A, ce qui correspond à une section de 16 mm².
- pour une section aluminium 111 A, ce qui correspond à une section de 25 mm².

Nota :

En cas de neutre chargé, prendre en compte le facteur de correction K_n et éventuellement le facteur de correction dit de symétrie K_s .

Détermination de la section minimale

Connaissant $I'z$ et K ($I'z$ est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation : $I'z = I_z/K$), le tableau ci-après indique la section à retenir.

| section cuivre (mm ²) | Intensité et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2) | | | |
|---|---|---------------|----------------------------|---------------|
| | Câbles en PVC | | butyle ou PR ou styrène PR | |
| | 3 conducteurs | 2 conducteurs | 3 conducteurs | 2 conducteurs |
| 1,5 | 26 | 32 | 31 | 37 |
| 2,5 | 34 | 42 | 41 | 48 |
| 4 | 44 | 54 | 53 | 63 |
| 6 | 56 | 67 | 66 | 80 |
| 10 | 74 | 90 | 87 | 104 |
| 16 | 96 | 116 | 113 | 136 |
| 25 | 123 | 148 | 144 | 173 |
| 35 | 147 | 178 | 174 | 208 |
| 50 | 174 | 211 | 206 | 247 |
| 70 | 216 | 261 | 254 | 304 |
| 95 | 256 | 308 | 301 | 360 |
| 120 | 290 | 351 | 343 | 410 |
| 150 | 328 | 397 | 387 | 463 |
| 185 | 367 | 445 | 434 | 518 |
| 240 | 424 | 514 | 501 | 598 |
| 300 | 480 | 581 | 565 | 677 |
| section aluminium (mm ²) | 10 | 57 | 68 | 80 |
| | 16 | 74 | 88 | 104 |
| | 25 | 94 | 114 | 133 |
| | 35 | 114 | 137 | 160 |
| | 50 | 134 | 161 | 188 |
| | 70 | 167 | 200 | 233 |
| | 95 | 197 | 237 | 275 |
| | 120 | 224 | 270 | 314 |
| | 150 | 254 | 304 | 359 |
| | 185 | 285 | 343 | 398 |
| | 240 | 328 | 396 | 458 |
| | 300 | 371 | 447 | 520 |

Section du conducteur neutre

On considère que la section du conducteur neutre peut être réduite à la moitié de celle des conducteurs de phase

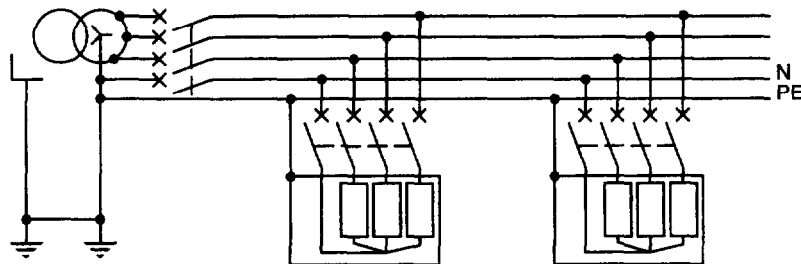
- s'il est chargé à moins de 20% des conducteurs de phase
- la section des conducteurs de phase est supérieure à 16² en cuivre et 25² en aluminium

Section du conducteur de protection

La section du conducteur de protection doit être au moins égale à celle du conducteur neutre en schéma TNS.

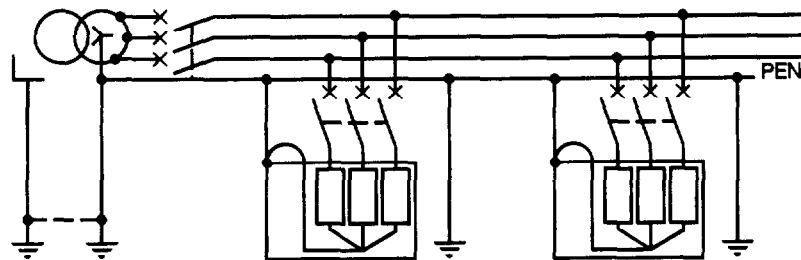
Document 18 Schémas de liaison à la terre

Mise au neutre TN Régime TN-S



- Point neutre du transformateur et conducteur PE reliés directement à la terre.
- Masses d'utilisation reliées au conducteur PE, lui-même relié à la terre.
- Intensité des courants de défaut d'isolement importante (perturbations et risques d'incendie accrus).
- Conducteur neutre et conducteur de protection séparés.
- Déclenchement obligatoire au premier défaut d'isolement éliminé par les dispositifs de protection contre les surintensités.
- Il est délicat de tester le bon état de fonctionnement des protections. L'utilisation des DDR pallie cette difficulté.
- L'usage des DDR est toujours recommandé pour la protection des personnes contre les contacts indirects, en particulier en distribution terminale, où l'impédance de boucle ne peut pas être maîtrisée.
- La vérification des déclenchement doit être effectuée :
 - à l'étude par le calcul
 - obligatoirement à la mise en service
 - périodiquement (tous les ans) par des mesures.
- En cas d'extension ou de rénovation ces vérifications de déclenchement sont à refaire.

Régime TN-C



- Point neutre du transformateur et conducteur PEN reliés directement à la terre.
- Masses d'utilisation reliées au conducteur PEN, lui-même relié à la terre.
- Intensité des courants de défaut d'isolement importante (perturbations et risques d'incendie accrus).
- Conducteur neutre et conducteur de protection confondus (PEN).
- La circulation des courants de neutre dans les éléments conducteurs du bâtiment et les masses, est à l'origine d'incendies et pour les matériels sensibles (médical, informatique, télécommunications) de chutes de tension perturbatrices.
- Déclenchement obligatoire au premier défaut d'isolement éliminé par les dispositifs de protection contre les surintensités.
- La vérification des déclenchement doit être effectuée :
 - à l'étude par le calcul
 - obligatoirement à la mise en service
 - périodiquement (tous les ans) par des mesures.
- En cas d'extension ou de rénovation ces vérifications de déclenchement sont à refaire.
- L'usage des DDR est toujours recommandé pour la protection des personnes contre les contacts indirects, en particulier en distribution terminale, où l'impédance de boucle ne peut pas être maîtrisée (passage en TN-S).
- Il est délicat de tester le bon état de fonctionnement des protections (l'utilisation des DDR pallie cette difficulté, mais demande d'être en TN-S).

Document 19 Contrôle des conditions de déclenchement en TN et IT

Condition préalable

Le conducteur de protection doit être à proximité immédiate des conducteurs actifs du circuit (dans le cas contraire, la vérification ne peut se faire que par des mesures effectuées une fois l'installation terminée).

Le guide UTE C 15-105 donne une méthode de calcul simplifiée dont les hypothèses et les résultats sont indiqués ci-contre.

Signification des symboles

| | |
|-------------------------|--|
| L max | longueur maximale en mètres |
| V | tension simple = 237 V pour réseau 237/410 V |
| U | tension composée en volts (400 V pour réseau 237/410 V) |
| S_{ph} | section des phases en mm ² |
| S_i | S _{ph} si le circuit considéré ne comporte pas de neutre (IT) |
| S_n | S neutre si le circuit comporte le neutre (IT) |
| S_{PE} | section du conducteur de protection en mm ² |
| ρ | résistivité à la température de fonctionnement normal ≈ 22,5 · 10 ⁻³ Ω · mm ² /m pour le cuivre |
| m | $\frac{S_{ph} \text{ (ou } S_i)}{S_{PE}}$ |
| I_{magn} | courant (A) de fonctionnement du déclenchement magnétique du disjoncteur |

Cas d'un circuit éloigné de la source (départs secondaires et terminaux)

Schéma neutre à la terre TN

Elle consiste à appliquer la loi d'Ohm au seul départ concerné par le défaut en faisant les hypothèses suivantes :

- la tension entre la phase en défaut et le PE (ou PEN) à l'origine du circuit est prise égale à 80 % de la tension simple nominale
 - on néglige les réactances des conducteurs devant leur résistance⁽¹⁾.
- Le calcul aboutit à vérifier que la longueur du circuit est inférieure à la valeur donnée par la relation suivante :

$$L_{\max} = \frac{0,8 \times V \times S_{ph}}{\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$

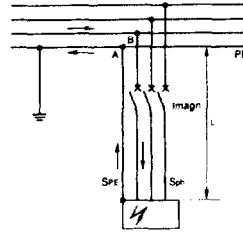


Schéma neutre impédant IT

Le principe est le même qu'en schéma TN : on fait l'hypothèse que la somme des tensions entre le conducteur de protection à l'origine de chaque circuit en défaut est égale à 80 % de la tension normale. En fait, devant l'impossibilité pratique d'effectuer la vérification pour chaque configuration de double défaut, les calculs sont menés en supposant une répartition identique de la tension entre chacun des 2 circuits en défaut (hypothèse défavorable).

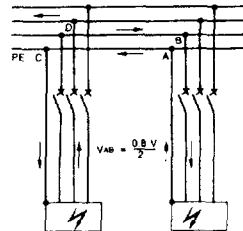
En négligeant, comme en schéma TN, les réactances des conducteurs devant leurs résistances⁽¹⁾, le calcul aboutit à vérifier que la longueur de chaque circuit est inférieure à une valeur maximale donnée par les relations ci-après :

- le conducteur neutre n'est pas distribué

$$L_{\max} = \frac{0,8 U S_{ph}}{2\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$

- le conducteur neutre est distribué⁽²⁾

$$L_{\max} = \frac{0,8 V S_i}{2\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$



(1) Cette approximation est considérée comme admissible jusqu'à des sections de 120 mm². Au-delà on majore la résistance de la manière suivante (C 15-100 § 532-321) :
S = 150 mm² R + 15 %, S = 185 mm² R + 20 %, S = 240 mm² R + 25 %, S = 300 mm² R + 30 %
(valeur non considérée par la norme).

(2) La norme C 15-100 recommande de ne pas distribuer le neutre en schéma IT. Une des raisons de ce conseil réside dans le fait que les longueurs maximales sont relativement faibles.

Document 20 Variables utilisées dans le système

| Variables TOR | | Variables mots | |
|---------------|-----------------------------------|----------------|---|
| A | Exemple de variable TOR | [A] | Exemple de variable mot |
| MA | Bouton poussoir marche | [RV1] | Retour tachymétrique 1 (axe moteur) |
| AT | Demande d'arrêt | [RV2] | Retour tachymétrique 2 (axe treuil) |
| ATU | Demande d'arrêt d'urgence | [RVE1] | Mise à l'échelle axe moteur |
| KCU | Présence tension de commande | [RVE2] | Mise à l'échelle axe treuil |
| DEF | Défaut détecté | [RV] | Moyenne des 2 retours tachymétriques |
| EVA | Electrovanne du « freinA » | [CONSVIT] | Consigne vitesse |
| EVB1 | Electrovanne lente du « freinB » | [EA] | Ecart de vitesse absolu |
| EVB2 | Electrovanne rapide du « freinB » | [RVEA] | Valeur absolue de l'écart de vitesse absolu |
| KLAX | Klaxon | [RVR] | Valeur relative de l'écart de vitesse en % |
| VITOK | Contrôle du retour vitesse bon | | |
| ACQ | Acquittement des défauts | | |
| MAOK | Marche normale, aucun défaut | | |
| RV0 | Vitesse nulle | | |

Les variables mots comme [A] sont des entiers signés.

La consigne vitesse [CONSVIT] est élaborée dans une partie de programme qui n'est pas abordée ici.

Document 21 Syntaxe à utiliser

La syntaxe à utiliser est conforme à la norme en vigueur (UTE C 03-191 pour le GRAFCET). Il en est rappelé quelques éléments, pour ce qui concerne la représentation en schéma à contacts.

Variables

Variables TOR (Tout Ou Rien)

Leur nom est du type alpha-numérique, comme « **A** » ou encore « **EVB1** ».

Variables mot

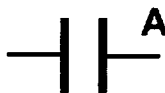
Leur nom est du type alpha-numérique, placé entre crochets, comme « **[A]** » ou encore « **[RV02]** ».


Constantes

Elles s'utilisent comme une variable mot, dans les tests et les calculs. Exemple : « 25,76 ».


Représentations des tests


Tests booléens de variables TOR

 Vrai si la variable TOR A=1

 Vrai si la variable TOR A=0

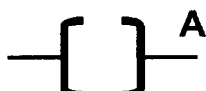
Tests booléens de variables mots

 Vrai si la variable mot [A] est inférieure à la variable mot [B]


 Vrai si la variable mot [A] est supérieure à la variable mot [B]

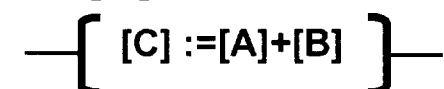
 Vrai si la variable mot [A] est égale à la variable mot [B]

Représentation des actions

 La variable TOR A est mise à 1

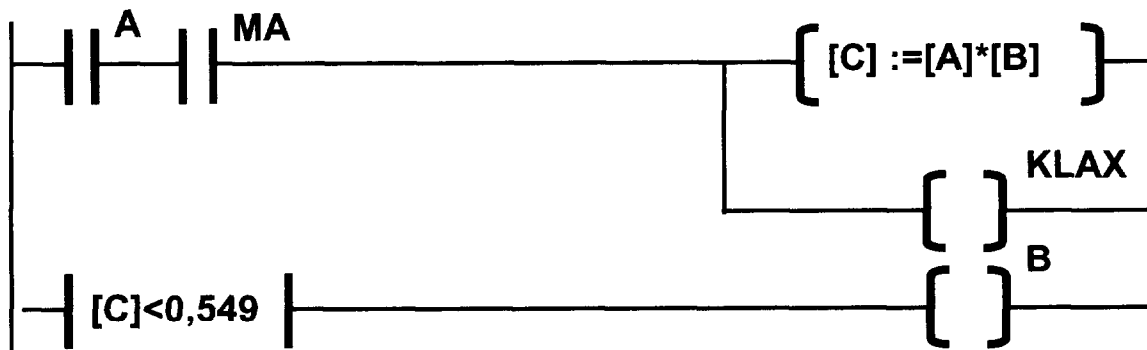
 La variable TOR A est mise à 1 et cet état est mémorisé

 La variable TOR A est mise à 0 et cet état est mémorisé

 La variable mot [C] prend la valeur de la somme [A] + [B]

- [$[C] := [A] - [B]$] — La variable mot [C] prend la valeur de la différence [A] - [B]
- [$[C] := [A] * [B]$] — La variable mot [C] prend la valeur du produit [A] x [B]
- [$[C] := [A] : [B]$] — La variable mot [C] prend la valeur du quotient [A] / [B]
- [$[C] := \text{ABS}[A]$] — La variable mot [C] prend la valeur absolue de [A]
- [$[C] := [A] * 12,54$] — La variable mot [C] prend la valeur du produit [A] par la valeur constante 12,54

Exemple de réseau de contacts



Si les variables TOR A et MA sont à 1, la variable TOR KLAX est mise à 1, et la variable mot [C] prend la valeur de la somme des variables mots [A]+[B].

Si la variable mot a une valeur inférieure à 0,549, la variable TOR B est mise à 1.