Guide technique

Sommaire

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Réglementation et normalisation - Méthodologie **7**/3
Les dangers du courant électrique **7**/4
Régime de neutre **7**/6
Protection des lignes **7**/9
Calcul de I_n et I_{K3} du transformateur **7**/10
Calcul des chutes de tension **7**/11
Courant de court-circuit I_{K3} en aval d'un câble **7**/12
Longueur maximale protégée contre les contacts indirects **7**/13
Indices de protection et résistance aux chocs **7**/16

Sélection et application de l'appareillage

Normes appareillage et réglementation **7**/18
Dissipation de puissance des disjoncteurs Tmax et Isomax **7**/19
Dissipation de puissance des disjoncteurs pro *M* **7**/20
Transformateurs en parallèle **7**/22
Réseau de distribution **7**/24
Coordination **7**/26
Filiation **7**/28
Coordination disjoncteur - interrupteur **7**/34
Sélectivité **7**/40
Protection contre les défauts à la terre **7**/92
Commande et protection des moteurs asynchrones **7**/100
Protection des moteurs (Tableaux de coordination des départs moteurs) **7**/104
Disjoncteurs de protection des transformateurs BT/BT **7**/114
Manoeuvre et protection de générateurs triphasés **7**/116
Distribution en courant continu **7**/118
Disjoncteurs pour emploi à 400 Hz **7**/123

Caractéristiques spécifiques de l'appareillage

Déclassement en température **7**/125
Raccordements **7**/128
Protection contre la foudre **7**/130

Courbes de déclenchement et de limitation

Disjoncteurs modulaires **7**/132
Disjoncteurs de puissance série ISOMAX **7**/135

Compensation de l'énergie réactive

Le facteur de puissance **7**/140
Inconvénients d'un mauvais cos φ **7**/141
Manoeuvre et protection de condensateurs **7**/143
Calcul d'une batterie de condensateurs **7**/145
Installation des condensateurs **7**/146
Compensation individuelle des moteurs **7**/147
Compensation individuelle des transformateurs **7**/148

Filtrage des harmoniques

Effets des harmoniques **7**/149
Filtres d'harmoniques **7**/151

Notes

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Réglementation et Normalisation - Méthodologie

Réglementation et normalisation

Il existe deux types de texte régissant les règles à prendre en compte dans le calcul des installations électriques :

Les textes réglementaires

Ils définissent le cadre général de mise en œuvre des installations électriques et les buts à atteindre. Leur application est obligatoire.

- Décret du 14 novembre 1988 (Publication UTE C 12-101) : protection des travailleurs.
- Décret et arrêtés divers (Publication UTE C 12-201) : protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP).
- Arrêté du 22 octobre 1969 (Norme NF C 15-100) : protection dans les bâtiments à usage d'habitation.
- Décret du 15 novembre 1967 (Publication UTE C 12-061) : protection dans les immeubles de grande hauteur (IGH).
- Arrêté interministériel du 26 mai 1978 (Publication UTE C 11-001) : Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributeurs d'énergie électrique.
- Directive Européenne Basse Tension (Directive basse tension 72/23/CEE) : sécurité des personnes, des animaux et des biens.
- Directive de compatibilité électromagnétique (CEM) (Directive CEM 89/336/CEE) : conformité des appareils aux critères de compatibilité électromagnétique.
- Recueils d'instructions générales de sécurité (Publication UTE C 18-510) : prescriptions de sécurité.
- Code du travail.

Les textes normatifs

Ils sont l'expression des règles de l'art et définissent les moyens de parvenir aux buts fixés par les textes réglementaires.

Leur application est donc fortement conseillée et peut parfois même être rendue obligatoire par un arrêté.

- NF C 15-100 : "Installations électriques à basse tension" et les guides d'applications.
- NF C 14-100 : "Installations de branchement à basse tension" comprises entre le réseau de distribution et les installations intérieures.
- NF C 13-100 : "Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA".
- NF C 13-101 : "Postes semi-enterrés préfabriqués sous enveloppe".
- NF C 13-102 : "Postes simplifiés préfabriqués sous enveloppe".
- NF C 13-103 : "Postes sur poteau".
- NF C 13-200 : "Installations électriques à haute tension".

Méthodologie de dimensionnement d'une installation électrique

Lorsque toutes les études préalables ont été effectuées (bilan de puissance, schéma de principe, puissance de la source, choix régime de neutre), le dimensionnement d'une installation électrique peut se faire suivant la chronologie ci-après :

Données réseau
Calcul de la puissance du courant de court-circuit à l'origine du circuit. Définir la puissance à transporter.

⇩

Choix des protections
Déterminer les courants d'emploi pour chaque départ. Choix des dispositifs de protection.

⇩

Section des conducteurs
Calcul des sections de câbles.
(Vérifier le bon choix des dispositifs de protection, la longueur maximale protégée et la contrainte thermique).

⇩

Contrôle
Vérification de la chute de tension. Compléter les dispositifs de protection contre les contacts indirects.

⇩

Confirmation
Confirmation des sections de câbles et de leur bonne protection.

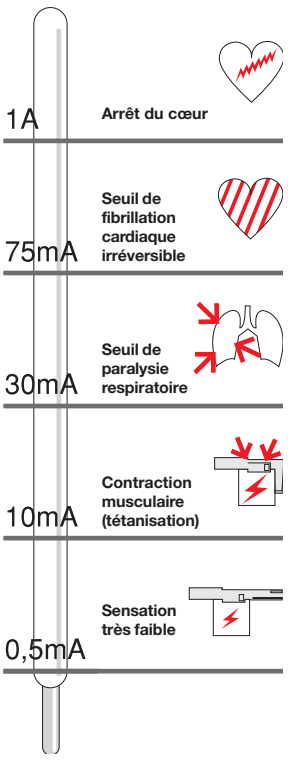
⇩

Implantation
Choix IP des enveloppes et implantation.

Toutes ces étapes du dimensionnement d'une installation électrique peuvent être réalisées :

Manuellement, à l'aide des tableaux de ce catalogue.

Informatiquement, grâce au logiciel de calcul et de conception DOCWin.



Résumé des conséquences du passage du courant dans l'organisme.

Effets physiopathologiques

Le corps humain est très sensible au courant électrique.

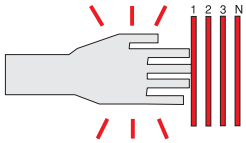
Des études internationales sur les effets du courant électrique sur le corps humain sont effectuées depuis de nombreuses années.

La CEI a établi, dans sa publication 479, une courbe définissant le temps maximal pendant lequel une personne peut supporter un courant donné sans risque d'effet physiopathologique dangereux.

Au-delà des limites de cette courbe et en fonction du temps de passage du courant, divers phénomènes peuvent apparaître.

Le corps humain sera traversé par un courant électrique dès lors qu'il sera soumis à une différence de potentiel (tension de contact).

Cette tension de contact peut être liée à deux causes principales.



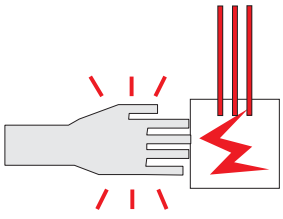
Contacts directs

Contact d'une personne entre une partie active sous tension et une masse reliée à la terre (ou directement avec la terre).

La tension de contact est proche de la tension simple.

Le courant corporel peut alors atteindre une valeur dangereuse, par exemple :

sous une tension simple de 230 Volts, la tension de contact direct peut atteindre 200 Volts. Si la résistance du corps humain ($\mathbf{R_c}$) est de 2000 Ω, le courant corporel ($\mathbf{I_c}$) sera de 100 mA.



Contacts indirects

Contact d'une personne entre une masse mise accidentellement sous tension et une autre masse reliée à la terre (ou directement avec la terre).

La tension de contact ($\mathbf{U_c}$) engendre un courant de défaut ($\mathbf{I_c}$) dont la valeur est inversement proportionnelle à l'impédance des prises de terre, par exemple : sous 230 Volts, avec des résistances de prise de terre $\mathbf{R_u}$ et $\mathbf{R_i}$ de 20 et 30 Ω et une résistance corporelle de 2000 Ω, le courant corporel ($\mathbf{I_c}$) est de 46 mA.

Protection contre les chocs électriques

La Norme NF C 15-100 définit les mesures destinées à assurer la protection des personnes et des animaux contre les chocs électriques.

Protection contre les chocs directs

En dehors des mesures de protection traditionnelle (isolation, obstacles, éloignement, TGBT), le paragraphe 415.1 de la NF C 15-100 reconnaît comme mesure de protection complémentaire, l'emploi de dispositifs différentiels résiduels.
Le courant différentiel assigné de fonctionnement devra, dans ce cas, être inférieur ou égal à 30 mA.

Protection contre les chocs indirects

A la suite d'un défaut entre une partie active et une masse reliée à la terre, un dispositif de protection doit séparé automatiquement de l'alimentation le circuit ou l'appareil en défaut, de telle façon qu'une tension supérieure à 50 Volts alternatif ne puisse se maintenir pendant un temps suffisant pour créer un risque d'effet physiopathologique.

La durée maximale de maintien de la tension de contact présumée en fonction des conditions est donnée dans le tableau ci-après :

U_L = 50 Volts

Locaux secs ou humides.
Courant transitant entre les deux mains et les deux pieds.
Courant limité par la présence des chaussures ou la résistance au sol.

Tension de contact présumée **V**	Temps de coupure maximal **s**
< 50	5
50	5
75	0,6
90	0,45
120	0,34
150	0,27
220	0,17
280	0,12
350	0,08
500	0,04

U_L = 25 Volts

Locaux mouillés.
Courant transitant entre les deux mains et les deux pieds.
Courant non limité par une résistance extérieure.

Tension de contact présumé **V**	Temps de coupure maximal **s**
25	5
50	0,48
75	0,3
90	0,25
110	0,18
150	0,12
230	0,05
280	0,02

Le respect du temps de coupure suppose que la valeur de la tension de contact présumée soit connue. Or, l'expérience a montré qu'il pouvait être difficile de l'estimer de façon correcte lors de la conception de l'installation. C'est pourquoi, afin de faciliter l'application des règles de protection, la méthode conventionnelle permet de déterminer les temps de coupure non en fonction de la tension de contact présumée mais de la tension nominale de l'installation.

Nota : En pratique, les temps de coupure des dispositifs de protection ne sont à prendre en considération que si ces dispositifs sont des disjoncteurs retardés.

Influence des régimes de neutre dans la protection contre les contacts indirects

Selon les régimes de neutre, les contraintes sont différentes.

La norme NF C 15-100 définit, pour chacun d'eux, les règles spécifiques à prendre en compte pour assurer la protection des contacts indirects mais aussi pour le dimensionnement et la protection des circuits contre les surintensités.

Classification

Les régimes de neutre caractérisent le mode de raccordement du conducteur neutre de l'installation et les méthodes de mise à la terre des masses de l'installation.

Le régime de neutre d'une installation détermine les conditions de protection des personnes contre les contacts indirects et les protections des installations contre les surintensités.

Les symboles utilisés ont la signification suivante :

1ère lettre : situation de l'alimentation par rapport à la terre :

- **T** : Liaison directe d'un point de l'alimentation avec la terre (neutre à la terre).
- **I** : Isolation ou liaison au travers d'une impédance d'un point de l'alimentation avec la terre (neutre isolé).

2ème lettre : situation des masses de l'installation par rapport à la terre :

- **T** : Directement reliées à une prise de terre indépendante de la prise de terre de l'alimentation (masse à la terre).
- **N** : Directement reliées au point de l'alimentation mis à la terre (généralement le neutre).

Autres lettres : disposition conducteurs neutre et protection :

- **S** : Fonctions neutre et protection assurées par des conducteurs distincts.
- **C** : Fonctions neutre et protection combinées en un seul conducteur.

Les schémas TN ont un point relié à la terre, les masses de l'installation étant reliées à ce point par des conducteurs de protection.

Deux types de schéma TN sont pris en considération suivant la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection :

- **TN-S** : Conducteur de protection distinct du conducteur neutre.
- **TN-C** : Conducteur de protection et conducteur neutre combinés en un seul conducteur dans l'ensemble du schéma.
- **TN-C-S** : Conducteur de protection et conducteur neutre combinés en un seul conducteur dans une partie du schéma.

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Régime de neutre

Systèmes de distribution de l'énergie électrique :
comment choisir le régime de neutre.
Le nombre de pôles et le type de protection que les disjoncteurs doivent avoir, dépend du type de système de distribution utilisé TT, TN ou IT et du type de circuit triphasé ou monophasé.

Les systèmes électriques sont classés en fonction :

de la tension assignée

Domaine	tension assignée U_n (V)
I	≤ 50 c.a.
	≤ 120 c.c.
II	50 < U_n ≤ 1000 c.a.
	120 < U_n ≤ 1500 c.c.

du système de distribution des conducteurs actifs

Système	nombre de conducteurs actifs
Monophasé	2 (phase - neutre)
Biphasé	2 (phase - phase)
Triphasé	3 (L1 - L2 - L3)
	4 (L1 - L2 - L3 - N)

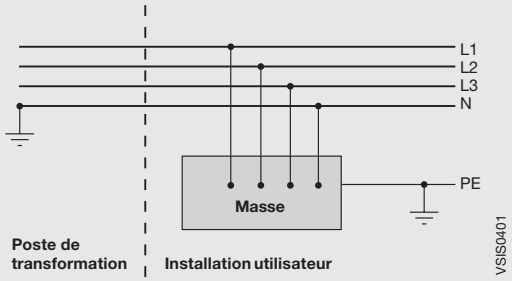
du régime de neutre, en fonction duquel on doit utiliser un disjoncteur avec un nombre de pôles approprié et prévoir éventuellement la protection et le sectionnement du conducteur du neutre lui-même en fonction du système de distribution et du type de circuit.

Système	Circuits														
	Triphasé			Biphasé		Phase+N		Triphasé+Neutre SN > SP				Triphasé+Neutre SN < SP			
	L1	L2	L3	L1	L2	L1	N	L1	L2	L3	N	L1	L2	L3	N
TN - C	P	P	P	P	P	P	non	P	P	P	non	P	P	P	non
TN - S	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P	P	P
TT	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P	P	-
IT	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

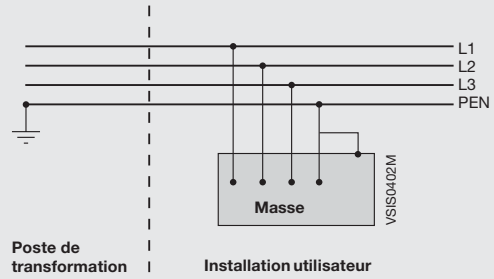
La lettre "P" indique quand protéger les phases ou le neutre et par conséquent le nombre de pôles du disjoncteur.
SN = section du conducteur de neutre.
SP = section du conducteur de phase.

Lorsqu'il est protégé, le conducteur de neutre ne doit pas s'ouvrir avant et ne doit pas se fermer après les conducteurs de phase, ce que garantissent les disjoncteurs ABB, pour lesquels on a le déclenchement simultané sur tous les pôles.

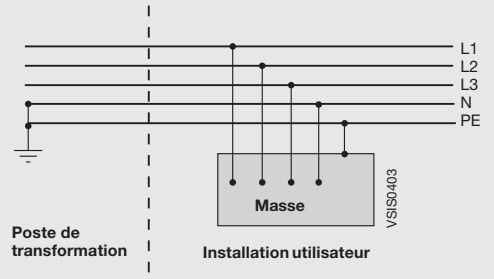
Système TT



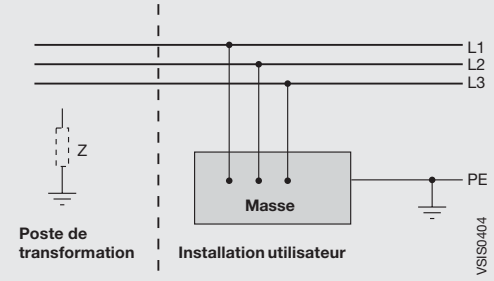
SYSTEME TN-C



SYSTEME TN-S



SYSTEME IT



Système avec deux installations de terre séparées :

– une pour le neutre du poste de transformation.

– une pour l'installation de distribution.

Le conducteur de protection PE pour le raccordement à la terre des structures métalliques (masses) aboutit au système de terre de l'installation de distribution de la Compagnie de distribution de l'électricité et il est complètement séparé du conducteur de neutre N.

La protection contre les contacts indirects est garantie quand la tension vers la terre $\mathbf{U_l}$ est inférieure ou égale à 50 V et dans certains cas particuliers à 25 V.

On doit donc avoir : $\mathbf{R_t} < 50/\mathbf{I}$, où **I** est le courant de déclenchement de la protection à maximum de courant dans le temps de 0,4 s, ou de 5 s, ou le courant de déclenchement du dispositif différentiel. On en déduit que la protection contre les contacts indirects n'est pratiquement réalisable qu'avec des déclencheurs ou relais différentiels.

Le système TT est adopté pour de petites et moyennes installations dans lesquelles la Compagnie de distribution de l'électricité effectue la fourniture en Basse Tension, ou dans des parties périphériques de l'installation de distribution de l'utilisateur, pour lesquelles il peut être valable de recourir à des réseaux de terre séparés.

Système avec installation de terre unique pour le poste de transformation et pour l'installation de distribution.

Un seul conducteur PEN remplit à la fois la fonction de neutre N pour l'alimentation des charges et de conducteur PE pour le raccordement à la terre des structures métalliques (masses), par conséquent, le conducteur PEN ne peut pas et ne doit pas être interrompu ni par des disjoncteurs ni par d'autres organes de sectionnement durant le fonctionnement normal, car on ne garantirait plus la protection des personnes. La protection contre les tensions de contact se fait en coordonnant le courant de déclenchement I du dispositif de protection (maximum de courant ou différentiel) selon la relation :

où : $\mathbf{I} \leq \dfrac{\mathbf{U_o}}{\mathbf{Z_g}}$

– $\mathbf{U_o}$ est la tension assignée vers la terre (230 V pour les systèmes triphasés en 400 V)

– $\mathbf{Z_g}$ est l'impédance totale de la zone concernée par le défaut.

La mesure de la résistance de terre $\mathbf{R_t}$ est nécessaire pour la vérification de la coordination avec les protections de la partie d'installation de haute tension en amont du transformateur, en fonction du courant conventionnel de terre $\mathbf{I_g}$ et des temps d'élimination du défaut de façon à ne pas générer des tensions de pas et de contact supérieures à 160 V pendant des temps $\leq$ 0,5 s. On a recours au système TN-C pour de grosses et moyennes installations dans lesquelles la Compagnie de distribution de l'électricité effectue la fourniture en Haute Tension et où l'utilisateur réalise en aval un ou plusieurs postes de transformation, en effectuant ensuite la distribution à 4 conducteurs (3 phases + PEN) côté basse tension. Avec ce système de distribution, on doit utiliser des disjoncteurs tripolaires et on doit choisir le conducteur PEN avec une section assurant sa protection par les déclencheurs des phases. En cas contraire, on doit prévoir un relais de surintensité branché sur le conducteur PEN, qui provoquera l'ouverture du disjoncteur sans interrompre le conducteur PEN lui-même.

Système avec installation de terre unique pour le poste de transformation et pour l'installation de distribution.

Le conducteur PE, pour le raccordement à la terre des structures métalliques (masses), est entièrement distribué séparement du conducteur du neutre N, bien qu'ils soient raccordés à l'origine à la même installation de terre.

Le système TN-S est utilisé pour des installations moyennes, dans lesquelles la Compagnie de distribution de l'électricité effectue la fourniture en Haute Tension et où l'utilisateur réalise en aval un ou plusieurs postes de distribution en distribuant le neutre séparement du conducteur PE.

Système où aucune partie active n'est raccordée à la terre et où le neutre est isolé de la terre ou raccordé à elle à travers une impédance élevée. L'installation de terre est réalisée pour y raccorder les masses pour des raisons de sécurité des personnes. Le système IT est adopté pour les installations où il est indispensable d'avoir une continuité de service élevée, telles qu'hôpitaux, cliniques, salles d'opération, installations présentant un risque d'incendies ou d'explosions (pétrochimie, usines de papeterie, laminoirs, etc.) et où le premier défaut ne doit donc pas provoquer d'interruption de service.

On doit installer un dispositif pour le contrôle continu de l'isolement pour signaler le premier défaut à la terre. Le deuxième défaut est détecté par les déclencheurs à maximum de courant ou par les dispositifs différentiels. Lorsque le premier défaut à la terre se produit, on doit en éliminer le plus rapidement possible les causes de façon à ne pas avoir de dysfonctionnements lors d'un éventuel deuxième défaut.

La norme NF C 15-100 (312.2.3) recommande de ne pas distribuer le neutre parce qu'en cas de défaut à la terre de ce dernier, on pourrait perdre la continuité de service qui est la raison déterminant le choix du système IT.

Choix du nombre de pôles

Disjoncteurs tétrapolaires pour les circuits triphasés en courant alternatif avec neutre distribué (4 fils + PE).

– Ils sont employés pour des systèmes de distribution du type TT, TN-S, IT pour des circuits avec neutre distribué, alors qu'ils ne sont pas utilisés pour des systèmes du type TN-C.

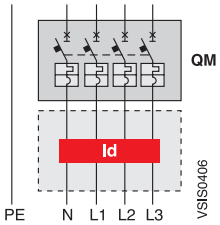
– Le déclencheur magnétothermique sur le neutre peut être omis si le circuit est équilibré et si la protection du conducteur de neutre est assurée par les protections des conducteurs de phase.

S'il est prévu, le réglage du neutre doit garantir la protection du conducteur lui-même. Pour des conducteurs de phase avec des sections > 25 mm^2, la section du neutre est en général égale à la moitié de celle des phases et on doit par conséquent adopter un déclencheur avec un réglage réduit pour le neutre.

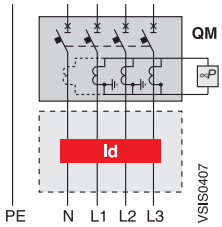
– Pour les systèmes IT, le disjoncteur tétrapolaire ne doit être utilisé que dans les cas où on ne suit pas la recommandation des normes de ne pas distribuer le neutre.

– Le déclencheur différentiel est utilisé dans les systèmes de distribution du type TT et IT.

Dans les systèmes TN, la coordination pour la protection de terre peut être obtenue dans certaines limites avec les déclencheurs à microprocesseur, avec la fonction "G" de protection contre le défaut à la terre (ne pas confondre avec une protection différentielle).



Tmax T1, T2, T3, T4, T5



Tmax T4, T5 PR222-LSI G
Isomax S6, S7 PR212-LSI G
Emax PR12x-LSI G / LSIRc

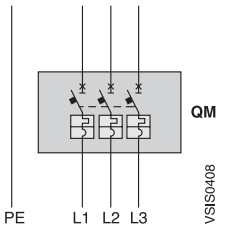
Disjoncteurs tripolaires pour les circuits triphasés en courant alternatif sans neutre distribué (3 fils + PE).

– Ils sont employés pour des systèmes de distribution du type TT, TN-S, IT pour des circuits avec neutre non distribué et pour des systèmes TN-C avec ou sans neutre.

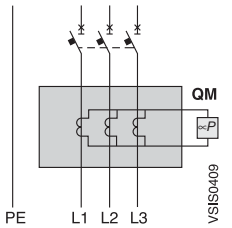
Dans ce dernier cas, quand le neutre est présent, il forme avec le conducteur de terre PE, le conducteur PEN, qui ne doit être ni interrompu ni sectionné.

– Dans les systèmes du type TN-S ou TT, il n'est employé que pour des utilisateurs qui n'utilisent pas le neutre, comme dans le cas de la manœuvre et protection des moteurs.

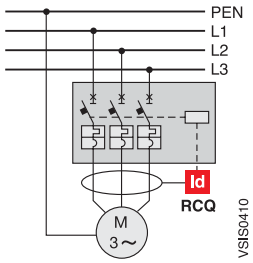
– La protection différentielle n'est pas employée dans les systèmes de distribution TN-C sauf cas particuliers. Pour ces derniers cas, le conducteur de mise à la terre des utilisateurs à protéger doit être raccordé au PEN en amont de la protection différentielle, comme c'est le cas pour la protection d'un moteur contre des défauts à la terre (voir illustration).



PE ou **PEN** pour système **TN-C**

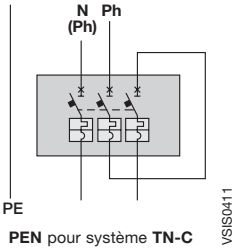


PE ou **PEN** pour système **TN-C**



Disjoncteurs pour circuits monophasés en courant alternatif.

Pour les circuits monophasés ou biphasés, on peut utiliser des disjoncteurs tripolaires et tétrapolaires, en ayant soin de ne pas interrompre le conducteur PEN dans les systèmes de distribution du type TN-C.



PEN pour système **TN-C**

Pour le choix des disjoncteurs pour la manoeuvre et la protection des lignes, on doit connaître :

- le courant de service de la ligne I_B.
- l'intensité admissible du câble I_Z.
- le courant de court-circuit I_{k3} présumé au point d'installation du disjoncteur.

Pour la détermination de I_B, I_Z et I_{k3}, voir les normes en vigueur et les publications spécifiques.

Le disjoncteur approprié doit satisfaire les conditions suivantes :

- disposer d'un pouvoir de coupure (I_{cu} / I_{cs}) supérieur ou égal au courant de court-circuit I_{k3}.
- disposer d'un déclencheur de protection permettant à son courant de réglage pour surcharge I_n (I1) de satisfaire la relation $I_B \leq I_n \leq I_Z$;
- l'énergie spécifique passante (I^2t) que le disjoncteur laisse passer doit être inférieure ou égale à l'énergie supportée par le câble.

Pour les circuits dans lesquels il est recommandé ou nécessaire de ne pas prévoir la protection contre les surcharges ou que celle-ci soit réglée au-delà des valeurs comprises entre I_B et I_Z, on doit vérifier que le courant de court-circuit en fin de ligne est supérieur au seuil de déclenchement de la protection contre les courts-circuits de façon qu'elle puisse intervenir en garantissant la protection.

En pratique, cela détermine des longueurs maximales protégées en fonction des diverses sections des câbles et des divers réglages des protections contre les courts-circuits.

Nota :

Pour la protection contre les contacts indirects, il peut être nécessaire de lier le réglage de la protection contre les courts-circuits à la longueur de la ligne protégée: pour les procédures de calcul, se reporter aux normes et au logiciel DOCWin.

La vaste gamme de réglages offerts par les déclencheurs électroniques permet toujours le choix le plus approprié.

Pour ce qui concerne la vérification exigée par la norme NF C 15-100, selon lesquelles la protection contre les surcharges doit avoir un courant de déclenchement I_f qui en assure le fonctionnement pour une valeur inférieure à 1,45 I_Z ($I_f \leq 1{,}45\ I_Z$), cette condition est toujours satisfaite car les disjoncteurs ABB sont conformes aux Normes IEC EN 60947-2 et cette valeur est de 1,3 I_n.

Un soin particulier devra être attaché à la coordination sélective avec les disjoncteurs en série pour limiter au minimum les dysfonctionnements en cas de défaut.

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Calcul de I_n et I_{k3} du transformateur

Généralités

Pour la protection côté BT des transformateurs HT/BT, le choix des disjoncteurs doit fondamentalement tenir compte :

– du courant nominal du transformateur protégé, côté BT, dont dépendent la taille du disjoncteur et le réglage des protections.

– du courant maximum de court-circuit au point d'installation, qui détermine le pouvoir de coupure minimum que doit posséder l'appareil de protection.

Sous-station HT/BT avec un seul transformateur

Le courant assigné du transformateur, côté BT, est déterminé par l'expression :

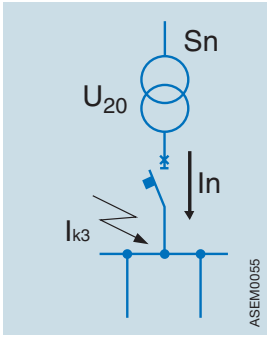
$$I_n = \frac{S_n \times 10^3}{\sqrt{3} \times U_{20}}$$

avec :

S_n = puissance assignée du transformateur, en kVA.

U_{20} = tension assignée secondaire (à vide) du transformateur, en V.

I_n = courant assigné du transformateur, côté BT, en A (valeur efficace).



Le courant de court-circuit triphasé à pleine tension, immédiatement aux bornes de BT du transformateur, peut être exprimé par la relation (dans l'hypothèse d'une puissance infinie au primaire).

$$I_{k3\,max} = \frac{c_{max} \cdot m \cdot U_o}{\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$$

avec

U_o = tension nominale entre phase et neutre, en V.

R_T = résistance du transformateur.

X_T = réactance du transformateur.

c_{max} = 1,05

m = 1,05

Le courant de court-circuit diminue, par rapport aux valeurs déduites de l'expression précédente, si le disjoncteur est installé à une certaine distance du transformateur par l'intermédiaire d'un raccordement en câble ou en barre, en fonction de l'impédance du raccordement.

Choix du disjoncteur

Le tableau qui suit illustre certains choix possibles de disjoncteurs en fonction des caractéristiques du transformateur à protéger.

Attention :

Ces indications sont valables dans les conditions indiquées dans le tableau : pour des conditions différentes, revoir les calculs et adapter les choix.

Transformateurs immergés dans un diélectrique liquide

S_n	kVA	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
U_{cc} (1)	%	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
I_n (2)	A	72	144	231	361	577	909	1155	1443	1804	2309	2887	3608
Rt	mΩ	43,7	21,9	13,7	8,7	5,5	3,5	4,1	3,3	2,6	2,1	1,6	1,3
Xt	mΩ	134,1	67	41,9	26,8	16,8	10,6	12,6	10	8,1	6,3	5	4
I_{k3} (2)	kA	1,8	3,6	5,8	9,0	14,3	22,7	19,1	24,1	29,8	38,2	48,3	60,3
Disjoncteur		T1B160 T2N160 T4N250	T1B160 T2N160 T4N250	T3N250 T4N250	T5N400	T5N630	E1B10	E1B12	E2B16	E2B20	E3N25	E3N32	E4S40

Transformateurs de type sec

S_n	kVA	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
U_{cc} (1)	%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
I_n (2)	A											
Rt	mΩ	32,8	20,5	13,1	8,2	5,2	4,1	3,3	2,6	2	1,6	1,3
Xt	mΩ	100,6	62,8	40,2	25,1	16	12,6	10	8,1	6,3	5	4
I_{k3} (2)	kA	2,4	3,8	6,0	9,6	15,1	19,1	24,1	29,8	38,4	48,3	60,3
Disjoncteur		T1B160 T2N160 T4N250	T3N250 T4N250	T5N400	T5N630	E1B10	E1B12	E2B16	E2B20	E3N25	E3N32	E4S40

(1) Pour des valeurs de la tension de court-circuit en pourcentage U'_{cc} % différentes des valeurs U_{cc} % indiquées dans le tableau, le courant de court-circuit assigné triphasé I'_{k3} devient :

$$I'_{k3} = I_{k3} \frac{U_{cc}\,\%}{U'_{cc}\,\%}$$

(2) Les valeurs calculées se rapportent à une tension U_{20} de 400 V ; pour des valeurs de U'_{20} différentes, multiplier I_n et I_{cn} par les facteurs k suivants.

U'_{20}	V	220	380	400	415	440	480	500	660	690
k		1,82	1,05	1	0,96	0,91	0,83	0,8	0,606	0,580

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Calcul des chutes de tension

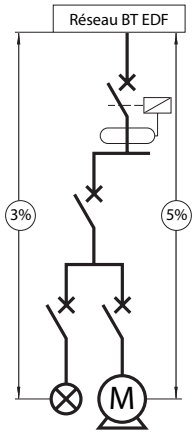


Schéma A

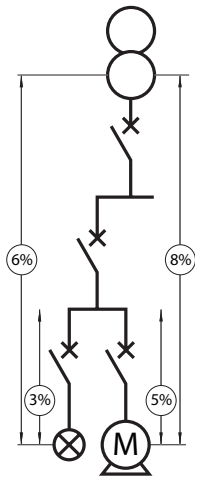


Schéma B

Chute de tension admissible

Les chutes de tension entre l'origine d'une installation basse tension et les appareils d'utilisation ne doivent pas être supérieures aux valeurs du tableau ci-dessous, exprimées par rapport à la valeur de la tension nominale de l'installation en %.

Alimentation/Usage	Eclairage	Force
A - Réseau de distribution publique basse tension	3%	5%
B - Poste de transformation haute tension/basse tension	6%	8%

Dans la mesure du possible, les Δ**U** des circuits terminaux ne doivent pas être supérieures aux valeurs indiquées en **A**.

Détermination de ΔU par le calcul

La chute de tension dans un circuit est donnée par la formule suivante :

$u = K (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times I \times L$ et : $\Delta U = 100 \times \frac{u}{U_o}$

u = chute de tension (en volts).

k = 1 pour circuit tri, 2 pour circuit mono

R = résistance d'un conducteur de phase (Ω/km) à la température de service.

X = réactance d'un conducteur de phase à 50 Hz (Ω/km).

ΔU = chute de tension relative (en %)

U_o = tension entre phase et neutre (en Volts)

cos φ = facteur de puissance du circuit considéré.

sin φ = $\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$.

I = courant dans un conducteur de phase (en A).

L = longueur du circuit considéré (en km).

A l'aide de la formule ci-dessus, on peut déterminer Δ**U** pour des valeurs de cos φ différentes de celles du tableau (0,8 et 1).

Détermination de ΔU par le tableau

Pour obtenir la chute de tension en % dans le circuit considéré, il faut multiplier les valeurs lues dans le tableau par le courant (en A) et par la longueur du circuit (en km).

Exemple :

La chute de tension pour un câble tripolaire, 4 mm², de 50 m, parcouru par un courant de 25 A, sous une tension de 400 V cos φ 0,8 se calcule comme suit :

Δ**U** = % / A / km x courant x longueur

Δ**U** = 2,03 x 25 A x 0,05 km

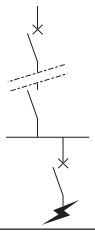
Δ**U** = 2,54 %

Chute de tension en % par ampère et par kilomètre de canalisation (%/A/km)

Section nominale	**Câbles cuivres unipolaires en trèfle**		**Câbles cuivre multipolaires**				**Câbles cuivre unipolaires jointifs en nappe**				**Câbles Tripolaires**				Section nominale
	Chutes de tension ΔU		Chutes de tension ΔU				Chutes de tension ΔU				Chutes de tension ΔU				
	Courant alternatif Triphasé 400 V		Courant alternatif Monophasé 230V		Triphasé 400 V		Courant alternatif Monophasé 230 V		Triphasé 400 V		Courant alternatif Monophasé 230 V		Triphasé 400 V		
mm²	cosφ 1 %/A/km	cosφ 0,8 %/A/km	cosφ 1 %/A/km	cosφ 0,8 %/A/km	cosφ 1 %/A/km	cosφ 0,8 %/A/km	cosφ 1 %/A/km	cosφ 0,8 %/A/km	cosφ 1 %/A/km	cosφ 0,8 %/A/km	cosφ 1 %/A/km	cosφ 0,8 %/A/km	cosφ 1 %/A/km	cosφ 0,8 %/A/km	mm²
1	10,1	8,07	20,1	16,1	10,1	8,07	20,1	16,1	10,1	8,07	20,1	16,2	10,1	8,08	1
1,5	6,71	5,39	13,4	10,8	6,71	5,39	13,4	10,8	6,71	5,39	13,4	10,8	6,71	5,40	1,5
2,5	4,02	3,24	8,05	6,48	4,02	3,24	8,05	6,49	4,02	3,24	8,05	6,51	4,02	3,25	2,5
4	2,51	2,03	5,03	4,07	2,51	2,03	5,03	4,07	2,51	2,04	5,03	4,09	2,51	2,05	4
6	1,68	1,36	3,35	2,72	1,68	1,36	3,35	2,73	1,68	1,36	3,35	2,75	1,68	1,38	6
10	1,01	0,826	2,01	1,65	1,01	0,826	2,01	1,66	1,01	0,828	2,01	1,68	1,01	0,839	10
16	0,629	0,524	1,26	1,05	0,629	0,524	1,26	1,05	0,629	0,526	1,26	1,07	0,629	0,537	16
25	0,402	0,343	0,805	0,686	0,402	0,343	0,805	0,691	0,402	0,345	0,805	0,712	0,402	0,356	25
35	0,287	0,251	0,575	0,502	0,287	0,251	0,575	0,507	0,287	0,253	0,575	0,528	0,287	0,264	35
50	0,201	0,182	0,402	0,364	0,201	0,182	0,402	0,369	0,201	0,184	0,402	0,390	0,201	0,195	50
70	0,144	0,136	0,287	0,272	0,144	0,136	0,287	0,277	0,144	0,138	0,287	0,298	0,144	0,149	70
95	0,106	0,106	0,212	0,211	0,106	0,106	0,212	0,216	0,106	0,108	0,212	0,237	0,106	0,119	95
120	0,0838	0,0879	0,168	0,176	0,0838	0,0879	0,168	0,181	0,0838	0,0905	0,168	0,202	0,0838	0,1010	120
150	0,0671	0,0745	0,134	0,149	0,0671	0,0745	0,134	0,154	0,0671	0,0771	0,134	0,175	0,0671	0,0876	150
185	0,0544	0,0644	0,109	0,129	0,0544	0,0644	0,109	0,134	0,0544	0,0670	0,109	0,155	0,0544	0,0774	185
240	0,0419	0,0544	0,0838	0,1088	0,0419	0,0544	0,0838	0,1140	0,0419	0,0570	0,0838	0,1349	0,0419	0,0674	240
300	0,0335	0,0477	0,0671	0,0954	0,0335	0,0477	0,0671	0,1006	0,0335	0,0503	0,0671	0,1215	0,0335	0,0607	300

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Courant de court-circuit I_{k3} (kA) en aval d'un câble



I_{k3} "Amont" 25 kA
Disjoncteur "Amont" T1C
Pdc 25 kA

Câble :
Section : 50 mm² Cu
Longueur : 20 m

Armoire divisionnaire
I_{k3} "Aval" présumé : 14 kA

Disjoncteur "Aval" : 200 M
Pdc : 15 kA

Pour déterminer le courant de court-circuit en aval d'un câble (point de raccordement d'un coffret divisionnaire), il convient de connaître conformément à UTE C 15-105 :

– I_{k3} "Amont" (kA).
– La longueur du câble (m).
– La section des conducteurs de phases (mm²).
– La nature des conducteurs (Cuivre ou Aluminium).

Le tableau ci-dessous donne rapidement l'I_{k3}"Aval" au point de raccordement des disjoncteurs divisionnaires.

N.B : Pour tension triphasée de 230V entre phases, diviser les longueurs par $\sqrt{3} = 1{,}732$.

Section Cu (mm²)		**Longueur du câble (m)**																					
	1,5													1,3	1,8	2,6	3,6	5,1	7,3	10,3	15	21
	2,5												1,1	1,5	2,1	3	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34
	4												1,7	1,9	2,6	3,7	5,3	7,4	10,5	15	21	30	42
	6											1,4	2	2,8	4	5,6	7,9	11,2	16	22	32	45	63
	10										2,1	3	4,3	6,1	8,6	12,1	17	24	34	48	68	97	137
	16								1,7	2,4	3,4	4,8	6,8	9,7	14	19	27	39	55	77	110	155	219
	25						1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,7	15	21	30	43	61	86	121	171	242	342
	35						1,9	2,6	3,7	5,3	7,5	10,6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339	479
	50					1,8	2,5	3,6	5,1	7,2	10,2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460	
	70					2,6	3,7	5,3	7,5	10,6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339			
	95				2,5	3,6	5,1	7,2	10,2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460			
230/400V	120		1,6	2,3	3,2	4,5	6,4	9,1	13	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411				
	150	1,2	1,7	2,5	3,5	4,9	7	9,9	14	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447				
	185	1,5	2,1	2,9	4,1	5,8	8,2	11,7	16	23	33	47	66	93	132	187	264	373					
	240	1,8	2,6	3,6	5,1	7,3	10,3	15	21	29	41	58	82	116	164	232	329	465					
	300	2,2	3,1	4,4	6,2	8,7	12,3	17	25	35	49	70	99	140	198	279	395						
	2 x 120	2,3	3,2	4,5	6,4	9,1	12,8	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411						
	2 x 150	2,5	3,5	4,9	7	9,9	14	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447						
	2 x 185	2,9	4,1	5,8	8,2	11,7	16,5	23	33	47	66	93	132	187	264	373							
I_{k3} Amont (kA)		**Courant de court-circuit résiduel en aval d'une canalisation**																					
	50	47,7	47,7	46,8	45,6	43,9	41,8	39,2	36	32,2	28,1	23,8	19,5	15,6	12,1	9,2	6,9	5,1	3,7	2,7	1,9	1,4	1
	40	38,5	38,5	37,9	37,1	36	34,6	32,8	30,5	27,7	24,6	21,2	17,8	14,5	11,4	8,8	6,7	5	3,6	2,6	1,9	1,4	1
	35	33,8	33,8	33,4	32,8	31,9	30,8	29,3	27,5	25,2	22,6	19,7	16,7	13,7	11	8,5	6,5	4,9	3,6	2,6	1,9	1,4	1
	30	29,1	29,1	28,8	28,3	27,7	26,9	25,7	24,3	22,5	20,4	18	15,5	12,9	10,4	8,2	6,3	4,8	3,5	2,6	1,9	1,4	1
	25	24,4	24,4	24,2	23,8	23,4	22,8	22	20,9	19,6	18	16,1	14	11,9	9,8	7,8	6,1	4,6	3,4	2,5	1,9	1,3	1
	20	19,6	19,6	19,5	19,2	19	18,6	18	17,3	16,4	15,2	13,9	12,3	10,6	8,9	7,2	5,7	4,4	3,3	2,5	1,8	1,3	1
	15	14,8	14,8	14,7	14,5	14,4	14,2	13,9	13,4	12,9	12,2	11,3	10,2	9	7,7	6,4	5,2	4,1	3,2	2,4	1,8	1,3	0,9
	10	9,9	9,9	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,3	9	8,6	8,2	7,6	6,9	6,2	5,3	4,4	3,6	2,9	2,2	1,7	1,2	0,9
	7	7	7	6,9	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,3	6,1	5,7	5,3	4,9	4,3	3,7	3,1	2,5	2	1,6	1,2	0,9
	5	5	5	5	5	4,9	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,3	4,1	3,8	3,5	3,1	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1	0,8
	4	4	4	4	4	4	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,4	3,2	3	2,7	2,3	2	1,7	1,3	1	0,8
	3	3	3	3	3	3	3	3	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,2	2	1,7	1,5	1,2	1	0,8
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1	0,8	0,7
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5
Section Al (mm2)		**Longueur de câble (m)**																					
	10											1,5	2,1	2,9	4,1	5,8	8,2	11,6	16	23	33	47	66
	16										2,2	3	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34	49	69	98	138
	25								1,7	2,4	3,4	4,8	6,7	9,5	13	19	27	38	54	76	108	152	216
	35							1,7	2,4	3,3	4,7	6,7	9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302
	50						1,6	2,3	3,2	4,5	6,4	9	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410
	70						2,4	3,3	4,7	6,7	9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302	427	
	95					2,3	3,2	4,5	6,4	9	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410		
	120					2,9	4	5,7	8,1	11,4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366			
230/400V	150					3,1	4,4	6,2	8,8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398			
	185				2,6	3,7	5,2	7,3	10,4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470			
	240		1,6	2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	13	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414				
	300	1,4	1,9	2,7	3,9	5,5	7,8	11	16	22	31	44	62	88	124	176	249	352	497				
	2 x 120	1,4	2	2,9	4	5,7	8,1	11,4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366					
	2 x 150	1,6	2,2	3,1	4,4	6,2	8,8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398					
	2 x 185	1,8	2,6	3,7	5,2	7,3	10,4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470					
	2 x 240	2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	12,9	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414						

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Longueurs maximales protégées contre les contacts indirects

La protection des personnes contre les chocs électriques liés aux contacts indirects est une des règles fondamentale de la NF C 15-100. Tout défaut d'isolement (ou double défaut en schéma IT) provoque la circulation d'un courant (I_d) dans la boucle de défaut. Ce courant engendre l'apparition d'une tension de contact dangereuse (U_c) entre la masse en défaut et toute masse simultanément accessible.

Le but de la protection contre les risques de contacts indirects est d'assurer l'élimination de cette tension de contact dans un temps inférieur au temps maxi de maintien autorisé par la norme NF C 15-100.

Pour ce faire :

En schéma T.T.

Les I_d ayant une valeur limitée par les résistances de prise de terre du neutre et des masses d'utilisation, la protection sera réalisée par un dispositif différentiel à courant résiduel.

En schéma T.N. et I.T.

(Circuits de terre et réseau de protection entièrement interconnectés). Les I_d sont limités uniquement par l'impédance de la boucle de défaut (Zd). Ils sont donc équivalents à des courants de court-circuit et peuvent être éliminés par les déclencheurs magnétiques des disjoncteurs. La protection sera correctement assurée si tout courant de court-circuit a une valeur supérieure au courant de déclenchement magnétique du disjoncteur.

Utilisation du tableau

Les tableaux ci-après donne la longueur maxi du câble en fonction de :

Pour les modulaires

section des câbles,
calibre et courbe de déclenchement du disjoncteur.

Pour les disjoncteurs de puissance

section des câbles,
réglage du magnétique du disjoncteur.

Au-delà des longueurs maxi, l'impédance du câble limite le courant de court-circuit à une valeur trop faible pour assurer le déclenchement magnétique du disjoncteur.

Si le calcul conduit à augmenter la section des conducteurs, il est souvent plus économique de prévoir un différentiel.

Les longueurs notées dans les tableaux ont été calculées en fonction :

du schéma TN et d'un réseau 230/400 V,

d'un conducteur de protection (PE) égal en section (Spe) et en longueur aux sections (Sph) et longueurs des conducteurs de phase,

de conducteurs en cuivre.

Pour d'autres schémas, d'autres valeurs du rapport **Sph/Spe**, si le conducteur neutre n'est pas distribué (en IT) ou si les conducteurs sont en aluminium, appliquer aux longueurs lues dans les tableaux, les facteurs suivants :

Système	Sph/Spe	1	2	3
TN	Cu	1,00	0,67	0,50
	Alu	0,63	0,42	0,31
IT (triphasé)	Cu	0,86	0,57	0,43
Neutre non distribué	Alu	0,54	0,36	0,27
IT (triphasé)	Cu	0,50	0,33	0,25
Neutre distribué	Alu	0,31	0,21	0,15

Nota : En schéma IT, lorsque le conducteur neutre est distribué et que sa section est inférieure à celle des conducteurs de phase, les longueurs de canalisation protégées sont déterminées en utilisant les mêmes tableaux mais en considérant comme section nominale, la section du conducteur neutre.

Longueurs maximales de canalisations triphasées 230/400 V ou monophasées protégées contre les contacts indirects en schéma TN par des disjoncteurs modulaires.

Disjoncteurs courbe B

Courant nominal A	Section des conducteurs 1 mm²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
6	200	333	533	800						
10	120	200	320	480	800					
16	75	125	200	300	500	800				
20	60	100	160	240	400	640				
25	48	80	128	192	320	512	800			
32	37	62	100	150	250	400	625	875		
40	30	50	80	120	200	320	500	700		
50	24	40	64	96	160	256	400	560	760	
63	19	32	51	76	127	203	317	444	603	
80	15	25	40	60	100	160	250	350	475	
100	12	20	32	48	80	128	200	280	380	
125	10	16	26	38	64	102	160	224	304	

Disjoncteurs courbe C

6	100	167	267	400	667				
10	60	100	160	240	400	640			
16	37	62	100	150	250	400	625	875	
20	30	50	80	120	200	320	500	700	
25	24	40	64	96	160	256	400	560	760
32	18	31	50	75	125	200	312	437	594
40	15	25	40	60	100	160	250	350	475
50	12	20	32	48	80	128	200	280	380
63	9	16	25	38	63	101	159	222	301
80	7	12	20	30	50	80	125	175	237
100	6	10	16	24	40	64	100	140	190
125	5	8	13	19	32	51	80	112	152

Disjoncteurs courbe D

6	50	83	133	200	333	533	833		
10	30	50	80	120	200	320	500	700	
16	18	31	50	75	125	200	312	437	594
20	15	25	40	60	100	160	250	350	475
25	12	20	32	48	80	128	200	280	380
32	9	16	25	37	62	100	156	219	297
40	7	12	20	30	50	80	125	175	237
50	6	10	16	24	40	64	100	140	190
63	5	8	13	19	32	51	79	111	151
80	4	6	10	15	25	40	62	87	119
100	3	5	8	12	20	32	50	70	95
125	2	4	6	10	16	26	40	56	76

Exemple : schéma IT - réseau 230/400 volts - neutre distribué S = 6 mm² S202P courbe C 16 A.
On lit dans le tableau : longueur maximum protégée = 150 mètres.

Coefficient à appliquer pour schéma IT neutre distribué avec $\frac{Sph}{Spe} = 1 \Rightarrow = 0,5$

Longueur maximum protégée = 150 x 0,5 = 75 mètres.

Longueurs maximales de canalisations triphasées 230/400 V ou monophasées protégées contre les contacts indirects en schéma TN par des disjoncteurs de puissance.

Section nominale des conducteurs mm²	Courant de fonctionnement instantané de disjoncteur I_m 50 A	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500	560	630	700	800
1,5	100	79	63	50	40	31	25	20	16	13	10	9	8	7	6
2,5	167	133	104	83	67	52	42	33	26	21	17	15	13	12	10
4	267	212	167	133	107	83	67	53	42	33	27	24	21	19	17
6	400	317	250	200	160	125	100	80	63	50	40	36	32	29	25
10			417	333	267	208	167	133	104	83	67	60	53	48	42
16					427	333	267	213	167	133	107	95	85	76	67
25							417	333	260	208	167	149	132	119	104
35								467	365	292	233	208	185	167	146
50									495	396	317	283	251	226	198
70												417	370	333	292
95														452	396

Section nominale des conducteurs mm²	Courant de fonctionnement instantané de disjoncteurs I_m 875 A	1000	1120	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500
1,5	6	5	4	4										
2,5	10	8	7	7	5	4								
4	15	13	12	11	8	7	5	4						
6	23	20	18	16	13	10	8	6	5	4				
10	38	33	30	27	21	17	13	10	8	7	5	4		
16	61	53	48	43	33	27	21	17	13	11	8	7	5	4
25	95	83	74	67	52	42	33	26	21	17	13	10	8	7
35	133	117	104	93	73	58	47	36	29	23	19	15	12	9
50	181	158	141	127	99	79	63	49	40	32	25	20	16	13
70	267	233	208	187	146	117	93	73	58	47	37	29	23	19
95	362	317	283	253	198	158	127	99	79	63	50	40	32	25
120	457	400	357	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
150		435	388	348	272	217	174	136	109	87	69	54	43	35
185			459	411	321	257	206	161	128	103	82	64	51	41
240					400	320	256	200	160	128	102	80	64	51

Dimensionnement et protection des installations électriques B.T.

Indices de protection et résistance aux chocs

Locaux ou emplacements - Indices de protection (**IP**) et résistance aux chocs mécaniques (**IK**) des matériels à utiliser. Pour plus amples informations, se référer au guide UTE C 15-103.

	IP	IK
Locaux domestiques		
Auvents	24	07
Bains (voir salles d'eau)		
Buanderies*	24	07
Caves, local avec chaudière, garages, celliers*	20	02-07
Chambres	20	02
Collecte des ordures (locaux pour)	25	07
Couloirs de caves	20	07
Cours*	24-25	02-07
Cuisines*	20	02
Douches (voir salles d'eau)		
Escaliers extérieurs	24	07
Greniers, combles	20	02
Jardins*	24-25	02-07
Lieux d'aisance	20	02
Lingeries (salles de repassage)	21	02
Locaux à poubelles	25	02-07
Salles d'eau		
volume enveloppe	27	02
volume de protection	23	02
autres emplacements	21	02
Salles de séjour	20	02
Séchoirs	21	02
Sous-sols	21	02-07
Terrasses couvertes	21	02
Toilettes (cabinets de)	21	02
Vérandas	21	02
Locaux techniques		
Accumulateurs (salles d')	23	02-07
Ateliers*	21-23	07-08
Chambres frigorifiques*	23	07
Garages (-de 100m2)	21	07
Laboratoires*	21-23	07-08
Laveurs de conditionnement d'air	24	07
Machines (salles de)*	31	07-08
Salle de commande	20	02
Service électrique	20	07
Suppresseur d'eau*	23	07-08
Chaufferies et locaux annexes (P > 70 kW)		
Chaufferies à charbon*	51-61	07-08
autres combustibles*	21	07-08
Local de détente (gaz)	20	07-08
Local de pompes*	23	07-08
Local de vase d'expansion	21	02
Sous-station de vapeur d'eau chaude*	23	07-08
Soutes à combustibles		
à charbon¨	50-60	08
à fuel*	20	07-08
à gaz liquefié*	20	07-08
Soutes à scories*	50-60	08
Garages et parcs de stationnement supérieurs à 100 m²		
Aires de stationnement*	21	07-10
Ateliers	21	08
Local de recharge de batteries de traction ou autres	23	07
Zones de lavage à l'intérieur du local	25	07
Zones de graissage	23	08
Zones de sécurité à l'intérieur	21	07
à l'extérieur	24	07
Locaux sanitaires à usage collectif		
Salles d'urinoirs	21	07
Salles de douches à cabines individuelles ou collectives*		
Salles de lavabos collectifs	23	07
individuels	21	07
Salles de w.c. à cuvette		
à l'anglaise	21	07
à la turque	23	07
Batiments à usage collectif		
Bibliothèques	20	02
Bureaux	20	02
Centres de vacances et loisirs	21	07-08
Chambres collectives et dortoirs	21	07
Etablissements d'enseignement sauf labo*	20	02
Grandes cuisines**		
Locaux abritant les machines de reproduction de plan, etc	20	02
Locaux de casernement	21	07
Salles consultation à usage médical sans équipement spécifique*	20	02
Salles d'archives	20	02
Salles d'attente*	20	02
Salles de bal	20	07
Salles de dessin	20	02
Salles de guichets	20	02
Salles de manipulation des postes centraux téléphoniques d'immeubles	20	
Salles de mécanographie, de machines statistiques, comptables	20	
Salles de restaurant et de cantines	21	07
Salles de réunions	20	02
Salles de sports*	21	07-08
Salles de tri	20	07
Salles de démonstration et exposition	20	02-07
Locaux ou emplacements dans une exploitation agricole		
Alcools (entrepôts)	20	07
Battage de céréales	50	07
Bergeries (fermées)	35	07
Buanderies	24	07
Bûchers	30	10
Caves de distillation	23	07
Chais	23	07
Cours	35	07
Cuviers	23	07
Ecuries	35	07
Elevage de volailles*	35	07
Engrais (dépôts)*	50	07
Etables	35	07
Fenils	50	07
Fourrage (entrepôts de)	50	07
Fumières	24	07
Greniers, granges	50	07
Paille (entrepôts)	50	07
Porcheries	35	07
Poulaillers	35	07
Serres	23	07
Traite (salle de)	35	07
Installations diverses		
Chantiers	44	08
Etablissements forains	33	08
Piscines		
volume 0	38	02
volume 1	35	02
volume 2	32-34	02
Quais des fontaines	37	02
Local de traitement des eaux	24-25	07-08
Rues, cours, jardins, extérieurs	34	35
Saunas	34	02
Terrains camping et caravaning*	34	07

Etablissements industriels

	IP	IK
Abattoirs	55	08
Accumulateurs (fabrications)	33	07
Acides (fabrication et dépôts)	33	07
Alcools (fabrication et dépôts)	33	07
Aluminium (fabrication et dépôts)*	51-53	08
Animaux (élévage, engraissement, vente)	45	07
Asphaltes, bitume (dépôts)	53	07
Battage, cadrage des laines	50	08
Blanchisseries*	23-24	07
Bois (travail du)	50	08
Boucheries	24-25	07
Boulangeries	50	07
Brasseries	24	07
Briqueteries	53-54	08
Caoutchouc (travail, tranformation)	54	07
Carbure (fabrication, dépôts)	51	07
Carrières	55	08
Cartons (fabrication)	33	07
Cartoucheries	53	58
Celluloïd (fabrication d'objets)	30	08
Cellulose (fabrication)	34	08
Chaînes d'embouteillage	35	08
Charbons (entrepôts)*	53	08
Charcuteries	24	07
Chaudronneries	30	08
Chaux (fours à)	50	08
Chiffons (entrepôts)	30	07
Chlore (fabrication et dépôts)	33	07
Chromage	33	07
Cimenteries	50	08
Cokeries	53	08
Colles (fabrication)	33	07
Combustibles liquides (dépôts)	31-33	08
Corps gras (traitement)	51	07
Cuir (fabrication et dépôts)	31	08
Cuivre traitements minéraux	31	08
Décapage	54	08
Détersifs (fabrication produits)	53	07
Distilleries	33	07
Electrolyse	21	03-08
Encres (fabrication)	31	07
Engrais (fabrication et dépôts)	53	07
Explosifs (fabrication et dépôts)	55	08
Fer (fabrication et traitement)*	51	08
Filatures	50	07
Fourrures (battage)	50	07
Frigorifiques (entrepôts)	33	
Fromageries	25	07
Gaz (usines et dépôts)	31	08
Goudrons (traitement)	33	07
Graineteries	50	07
Gravures sur métaux	33	07
Huiles (extraction)	31	07
Hydrocarbures (fabrication)*	33-34	08
Imprimeries	20	08
Laiteries	25	07
Laveries, lavoirs publics	25	07
Liqueurs (fabrication)	21	07
Liquides halogènes (emploi)	21	08
Liquides inflammables (dépôts et ateliers où on les emploie)	21	08
Machines (salle de)	20	08
Magnésium (fabrication, travail, dépôts)	31	08
Matières plastiques (fabrication)	51	08
Menuiseries	50	08
Métaux (traitements des)	31-33	08
Moteurs thermiques (essais de)	30	08
Munitions (dépôts)	33	08
Nickel (traitement des minerais)	33	08
Ordures ménagères (traitement)*	53-54	07
Papier (entrepôts)	31	07
Papier (fabriques)*	33-34	07
Parfums (fabrication et dépôts)	31	07
Pâte à papier (préparation)	34	07
Peintures (fabrication et dépôts)	33	08
Plâtres (broyage,dépôts)	50	07
Porcheries	35	07
Poudreries	55	07
Produits chimiques (fabrication)*	30-50	08
Raffineries de pétrole	34	07
Salaisons	33	07
Savons (fabrication)	31	07
Scieries	50	08
Serrureries	30	08
Silos (à céréales ou à sucre)	50	07
Soies et crins (préparation des)	50	08
Soude (fabrication et dépôts)	33	07
Soufre (traitement)	51	07
Spiritueux (entrepôts)	33	07
Sucreries	55	07
Tanneries	35	07
Teintureries	35	07
Textiles tissus (fabrication)	51	08
Vernis (fabrication, application)	33	08
Verreries	33	08
Zinc (travail du)	31	08

Etablissements recevant du public

Les installations doivent répondre aux conditions générales du réglement de sécurité applicable à ces établissements (articles EL)

	IP	IK
Etablissements de spectacles		
Salles (SA)	20	07
Aménagements scéniques (SC)	20	08
Ateliers (AD)	20	07
Locaux d'administration (AD)	20	02
Locaux de projection cinématographique (CI)	20	
Locaux d'artistes (AD)	20	
Magasins de costumes, réserves (AD)	20	07
Autres établissements		
Bals, dancing, salles de réunions, salles de jeux (P)	20	07
Banques, administration (W)	20	02
Bibliothèques, archives, musées (S)	20	02
Etablissements de culte (V)	20	02
batteries de cloches	20	02
souffleries d'orgues	20	02
Etablissements d'enseignement (R)*	20	02
Etablissements sanitaires : crèches (U)	20	02
blocs opératoires (U)	20	07
Expositions (hall-salles)(T)	21	07
Grandes cuisines*(N)	24	
Hôtels, pension de famille (O)	20	02
Loges de réception, d'emballage, d'exposition, resserres, ateliers, réserves, garages (parties accessibles lors des manutentions)(M et T)	20	02-07
Magasins de vente, bazars (M)	20	08
Piscines (voir installations diverses)		
Restaurants, café, brasseries, débits de boissons (N)	20	02
Salles de conférences (Q)	20	02-07

Locaux commerciaux Boutiques, annexes

	IP	IK
Armureries (atelier, reéserve)	31-33	08
Blanchisseries (laveries)	24	07
Boucheries		
boutique	24	07
chambre froide	23	07
Boulangeries - Patisseries (fournil)	50	07
Charbon, bois mazout	20	08
Charcuteries (fabrication)	24	07
Confiseries (fabrication)	20	02
Cordonnerie	20	02
Crémeries, fromageries	24	02
Droguerie, peinture (réserves)	33	07
Ebenisteries - Menuiseries	50	07
Exposition d'art	20	02-07
Fleuristes	24	02
Fourreurs	20	02
Fruits et légumes	24	07
Graineteries	50	07
Librairies - Papeteries	20	02
Mécaniques, accessoires moto, vélos	20	08
Messagerie	20	08
Meubles (antiquités, brocantes)	20	07
Miroiteries (fabrication)	20	07
Papiers peints (réserve)	21	07
Parfumeries (réserve)	31	02
Pharmacie (réserve)	20	02
Photographie (laboratoire)	23	02
Plomberie - Sanitaire (réserve)	20	07
Poissonnerie	25	07
Pressing - Teinture	23	02
Quincaillerie	20	07
Serrurerie	20	07-08
Spiritueux, vins, alcools (caves, réserves)	23	07
Tapisserie (cardage)	50	07
Tailleurs - Vêtements (réserve)	20	02
Toilettage d'animaux, cliniques vétérinaires	35	07

Nota:

* Se reporter aux conditions spécifiques du chapitre correspondant de la NF C 15-100.

** Consulter le guide spécifique UTE C 15-201.

Indice de protection IP (Protection des enveloppes des matériels électriques - normes CEI 60529, EN 60529 et NF C 20-010)

1er chiffre : protection contre les corps solides

IP	Protection	Tests
0 .	Pas de protection	
1 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (contact de la main)	ø 50 mm
2 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5 mm (doigt de la main)	ø 12,5 mm
3 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (tournevis ...)	ø 2,5 mm
4 .	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (petis outils ...)	ø 1 mm
5 .	Protégé contre les poussières (pas de dépots génants)	
6 .	Entièrement protégé contre les poussières	

2ème chiffre : protection contre les corps liquides

. 1	Pas de protection	
. 1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)	
. 2	Protégé contre chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	
. 3	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale	
. 4	Protégé contre les projections d'eau de toutes directions	
. 5	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance	
. 6	Entièrement protégé contre les projections d'eau type paquet de mer	
. 7	Protégé contre l'immersion (pas de dépots génants)	1m, 15 cm mini
. 8	Entièrement protégé contre les effets de l'immersion prolongée définie	m

Indice de protection IK (Protection des enveloppes des matériels électriques - normes NF EN 50102/NF C 20-015)

Protection contre les chocs mécaniques

IK	Energie du choc (en Joules)	"AG" selon NF C 15-100	Ancien 3ème chiffre IP
00	0	-	0
01	0,15	-	-
02	0,20	AG1	1
03	0,35	-	-
04	0,50	-	3
05	0,70	-	-
06	1	-	-
07	2	AG2	5
08	5	AG3	-
(1)	6	-	7
09	10	-	-
10	20	AG4	9

(1) Un ancien IP XX-7 remplit les conditions d'un IP XX - IK 08.

Le tableau donne une correspondance entre l'indice **IK** et l'énergie en Joules d'un choc mécanique.

Il donne aussi la correspondance entre l'ancien chiffre **IP** et les influences externes "**AG**".

Le marquage CE

Le marquage CE est apposé sur les produits électriques ou électroniques et sur leurs emballages. Il est obligatoire par directives du **C**onseil des **C**ommunautés **E**uropéennes (1).

Il ne peut en aucun cas remplacer une marque de qualité.

Il permet la libre circulation en France de tout produit marqué CE.

Le fabricant appose le marquage CE sous sa seule responsablité et ce marquage ne fait l'objet d'aucun contrôle de conformité par un organisme tiers. En cas de contestation, le fabricant doit simplement fournir les éléments techniques justifiant ce marquage.

Les marques de qualité (NF - USE ...)

Elles garantissent que les produits concernés sont conformes aux normes nationnales (**NF**). Conformité garantie par l'organisme certificateur (LCIE en France). Les produits sont testés par un organisme homologué avant commercialisation et la conformité de la production est assurée par des contrôles périodiques en usine par les contrôleurs de la LCIE.

Les normes sont faites pour garantir la sécurité et les performances des produits. Les installateurs et constructeurs sont représentés dans les comités Français (**UTE**) et internationaux (**CEI**) de rédaction de normes par leurs organisations professionnelles.

Exigences	Marquage CE	Marques de qualité (**NF-USE** ...)
Sécurité	Soumis à l'appréciation du fabricant	Respect strict de la norme à la conception
Fiabilité	Aucune exigence	Respect strict de la norme pour les performances
Installation	Aucune exigence	Aucune exigence
Ergonomie	Aucune exigence	Aucune exigence
Contrôles en usine	Exigences non définies	Contrôles périodiques par organismes (**LCIE**, ...)
Garanties pour l'installateur et l'utilisateur	Simple passeport de circulation dans la CEE	Garantie d'un premier niveau de qualité indispensable

(1) Produits électriques : Directive Basse Tension (DBT) 73/23/CEE modifiée 93/68/CEE.
Produits électroniques : Directive Compatibilité Eléctromagnétique (CEM) 89/336/CEE - Directive Terminaux de Télecommunication (RTTE) 99/5/CE.
Marquage CE : Directive 93/68/EEC.

Sélection et application de l'appareillage

Normes appareillage et réglementation

Le développement et la construction des appareils basse tension ABB sont réalisés selon les règles établies par les publications internationales IEC, par les prescriptions Européennes EN et les normes nationales UTE, VDE, BS, etc ...

Normes internationales principales

IEC 60947-1 : règles générales.
IEC 60947-2 : disjoncteurs.
IEC 60947-3 : interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs sectionneurs et combinés fusibles.
IEC 60947-4 : contacteurs et démarreurs moteurs.

Normes européennes principales

EN 60898 : disjoncteurs modulaires ≤ 125 A pour installations domestiques et analogues.
EN 60947-2 : disjoncteurs à usage industriel.

Par ailleurs, lorsqu'un disjoncteur modulaire ou un tableau d'abonné est susceptible d'être utilisé par des personnes non averties, il doit avoir fait l'objet d'une certification par les services de marque.

Cette certification est caractérisée par la marque de qualité NF-USE.

Matériel ABB ayant reçu la marque de qualité : voir page spécifique.

Autres prescriptions

Pour l'utilisation des appareils à bord des navires, les prescriptions suivantes sont à respecter :
BV ..... Bureau Véritas ..... France
GL ..... Germanischer Lloyd ..... Allemagne
LRS ..... Lloyd's Register of Shipping ..... Grande Bretagne
PRS ..... Polski Refestr Statkow ..... Pologne
R.I.Na ..... Registro Italiano Navale ..... Italie

ABB jouit d'une très forte réputation internationale pour les applications marine.
La liste des agréments "marine" est disponible sur demande.

Réglementation

La conformité aux normes internationales européennes ou nationales indiquées dans les caractéristiques techniques de chaque famille de produit, assure que le produit est apte à l'emploi et seul le fabricant peut donner par sa garantie l'assurance de la qualité de ses productions.

Directives européennes

Dans le but d'harmoniser les réglementations européennes, les articles 100 A et 118 A du traité de "l'acte unique européen" signé en 1986 a donné naissance aux directives européennes économiques et sociales qui constituent une réglementation d'applications obligatoires. Elaborées pour parvenir à la libre circulation des marchandises à l'intérieur de l'union européenne, les directives économiques expriment une exigence : "Tout produit doit être construit tel que les risques résultant de son utilisation soit éliminés dès la conception, ou à défaut, réduits au niveau le plus bas possible permis par l'état de la technique ; en un mot, minimisés".

D'une façon générale, la fabrication de matériel conforme aux exigences essentielles des directives européennes est attestée par l'application de la marque "CE" sur les produits ou leur emballage sous la responsabilité du constructeur.

Le marquage "CE"

Le marquage "CE" est une procédure à usage administratif destinée à garantir la libre circulation du produit dans la communauté européenne, ce n'est ni une marque de "qualité", ni une "homologation".

Le marquage "CE" atteste que le fabricant ou son mandataire certifie la conformité du produit aux directives européennes et peut sur demande fournir une déclaration de conformité.

Directive basse tension : 72/23/CEE

Cette directive faisant référence aux normes IEC 60947 et 60439 concerne la sécurité des personnes, animaux et biens, sa date d'application est le 1er Janvier 1997.

Directive CEM : 89/336/CEE

Cette directive précise les critères de compatibilité face aux perturbations électromagnétiques émises ou reçues, sa date d'application est le 1er Janvier 1996.

Installation en tableau

Les disjoncteurs Tmax et Isomax offrent une parfaite adaptabilité et un montage simplifié dans tous les types de tableaux, grâce aux dimensions coordonnées en hauteur, profondeur et largeur.

Ils peuvent être montés indifféremment tant en position verticale qu'horizontale, à condition que soient respectées les distances minimales aux parois. Ils permettent de réaliser facilement toutes les formes de cloisonnement prévues par la Norme IEC 60439-1.

Pour l'installation en tableau en fonction des différentes séries de coffrets et d'amoires, les degrès de protection (IP) se déclinent de IP30 à IP66 (voir le chapitre "Coffrets, Tableaux et Armoires" pour IP dédiés à chaque série).

Dissipation de puissance

La dissipation de puissance est une donnée utile pour l'évaluation du profil de température qui s'instaure dans le compartiment d'un tableau durant le fonctionnement normal de ce dernier.

Dans ce but, pour chaque unité de tableau électrique, on doit effectuer un calcul de vérification de la dissipation thermique, en tenant compte :

– des dimensions d'encombrement
– du courant assigné des barres et des connexions et des dissipations correspondantes
– des dissipations des appareils montés dans le tableau.

Les valeurs indiquées se rapportent à des disjoncteurs tripolaires avec tous les pôles traversés par le courant I_n. Le calcul pour la détermination des échauffements peut être effectué à l'aide du logiciel DOCWin.

Puissance dissipée (W)		**T1**	**T2**		**T3**		**T4**		**T5**		**S6**		**S7**	
Réglage	**I_n (A)**	**F**	**F**	**P**	**F**	**P**	**F**	**P-W**	**F**	**P-W**	**F**	**W**	**F**	**W**
R1,6	1,6		6,3	7,5										
R2	2		7,5	8,7										
R2,5	2,5		7,8	9										
R3,2	3,2		8,7	10,2										
R4	4		7,8	9										
R5	5		8,7	10,5										
R6,3	6,3		10,5	12,3										
R8	8		8,1	9,6										
R10	10		9,3	10,8										
R12,5	12,5		3,3	3,9										
R16	16	4,5	4,2	4,8										
R20	20	5,4	5,1	6			10,8	10,8						
R25	25	6	6,9	8,4										
R32	32	6,3	8,1	9,6			11,1	11,1						
R40	40	7,8	11,7	13,8										
R50	50	11,1	12,9	15			11,7	12,3						
R63	63	12,9	15,3	18	12,9	15,3								
R80	80	14,4	18,3	21,6	14,4	17,4	13,8	15						
R100	100	21	25,5	30	16,8	20,4	15,6	17,4						
R125	125	32,1	36	44,1	19,8	23,7	18,6	21,6						
R160	160	45	51	60	23,7	28,5	22,2	27						
R200	200				39,6	47,4	29,7	37,2						
R250	250				53,4	64,2	41,1	52,8						
R320	320						61,8	81	40,8	62,7				
R400	400								58,5	93				
R500	500								86,4	110,1				
R630	630										92	117		
R800	800										93	119		
I_n = 10	10		1,5	1,8										
I_n = 25	25		3	3,6										
I_n = 63	63		10,5	12										
I_n = 100	100		24	27,2			5,1	6,9						
I_n = 160	160		51	60			13,2	18						
I_n = 250	250						32,1	43,8						
I_n = 320	320						52,8	72	31,8	53,7				
I_n = 400	400								49,5	84				
I_n = 630	630								123	160,8	90	115		
I_n = 800	800										96	125		
I_n = 1000	1000												102	140
I_n = 1250	1250												160	220
I_n = 1600	1600												260	360

Pour la dissipation de puissance des disjoncteurs ouverts, voir chapitre sur les disjoncteurs Emax.

Résistance interne et puissances dissipées par les disjoncteurs pro *M*

Résistance interne par pôle en mΩ et puissances dissipées par pôles en W.

Type	Courant nominal	B, C, D [1]		Courbes K		Z	
	In (A)	mΩ	W	mΩ	W	mΩ	W
S 200 et	0,5	5500	1,4	6340	1,6	10100	2,5
S 200 M	1	1440	1,4	1550	1,6	2270	2,3
	1,6	630	1,6	695	1,8	1100	2,8
	2	460	1,8	460	1,9	619	2,5
	3	150	1,3	165	1,5	202	1,8
	4	110	1,8	120	2	149	2,4
	6	55	2	52	1,9	104	3,7
	8	15	1	38	2,5	53,9	3,45
	10	13,3	1,3	12,6	1,26	17,5	1,7
	13	13,3	2,3	12,6	1,26	-	-
	16	7	1,8	7,7	2	10,9	2,8
	20	6,25	2,5	6,7	2,7	6	2,4
	25	5	3,2	4,6	2,9	4,1	2,6
	32	3,6	3,7	3,5	3,6	2,8	2,9
	40	3	4,8	2,8	4,5	2,5	4,1
	50	1,3	3,25	1,25	2,9	1,8	4,4
	63	1,2	4,8	0,7	5,2	1,3	5,2
S 200 P	0,2	-	-	42500	1,7	-	-
	0,3	-	-	20000	1,8	-	-
	0,5	5500	1,4	6340	1,6	10100	2,5
	0,75	-	-	2500	1,4	-	-
	1	1440	1,4	1400	1,4	2270	2,3
	1,6	630	1,6	625	1,6	1100	2,8
	2	460	1,8	460	1,8	619	2,5
	3	211	1,9	211	1,9	211	1,9
	4	150	2,4	163	2,6	163	2,6
	6	61	2,2	67	2,4	104	3,7
	8	45	2,9	45	2,9	55	3,5
	10	14	1,4	19	1,9	21	2,1
	13	13,3	2,3	-	-	-	-
	16	9,7	2,5	8,2	2,1	10,9	2,8
	20	7,3	2,9	7,3	2,9	7,3	2,9
	25	5,6	3,5	5,6	3,5	5,6	3,5
	32	4,1	4,2	4,1	4,2	4,1	4,2
	40	4	6,4	4	6,4	4	6,4
	50	1,2	3	1,2	3	1,8	4,4
	63	1,4	5,6	1,3	5,2	1,3	5,2

(1) Pour les calibres de 0,5 à 4 A s'appliquent uniquement à la courbe C

Puissances dissipées par les différentiels

Interrupteurs différentiels F200

Courant nominal In (A)	Pertes W (W)	
	2P	4P
16	1,5	-
25	1	1,3
40	2,4	3,2
63	3,2	4,4

Blocs différentiels DDA200

Courant nominal Ib (A)	Pertes W_{lb}* (W)	
	2P	3P, 4P
25	2	3
40	3,2	4,8
63	5	7,6

*La puissance dissipées $\mathbf{W_{lb}}$ indiquée dans le tableau correspond au courant $\mathbf{I_b}$.

Pour une utilisation avec un disjoncteur ayant un courant assigné $\mathbf{I_n}$ plus faible, la puissance dissipée doit être déterminée par la formule : $\mathbf{W} = (\mathbf{I_n} / \mathbf{I_b}) \times \mathbf{W_{lb}}$.

Notes

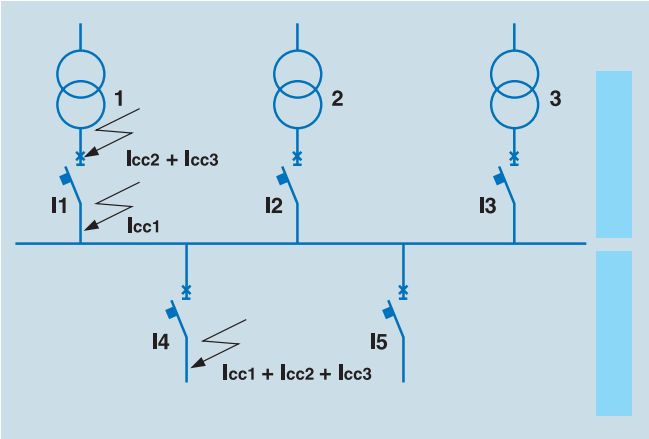
Cabines HT/BT avec plusieurs transformateurs en parallèle

Pour le calcul du courant assigné du transformateur, voir ce qui a été dit précédemment.

Le pouvoir de coupure minimum de chaque disjoncteur de protection côté BT doit être supérieur à la plus grande des valeurs suivantes (l'exemple se rapporte au transformateur 1 de la figure et il est valable pour trois transformateurs en parallèle) :

- I_{cc}**1** (courant de court-circuit du transformateur 1) en cas de défaut immédiatement en aval du disjoncteur **I1**.
- I_{cc} **2** + I_{cc} **3** (courants de court-circuit des transformateurs 2 et 3) en cas de court-circuit en amont du disjoncteur **I1**.

Les disjoncteurs **I4** et **I5** sur les départs doivent posséder un pouvoir de coupure supérieur à I_{cc} **1** + I_{cc} **2** + I_{cc} **3**; naturellement, la contribution au courant de court-circuit de chaque transformateur est atténuée par la ligne de raccordement transformateur - disjoncteur (à déterminer au cas par cas).



Attention

Le tableau ci-dessous se rapporte aux conditions spécifiées à la page **7**/10; les indications pour le choix des disjoncteurs ne sont fournies qu'en fonction du courant de service et du courant présumé de court-circuit.

Pour un choix correct, on doit considérer également d'autres facteurs tels que la sélectivité, la coordination, la décision d'utiliser des disjoncteurs limiteurs etc.)

On doit aussi tenir compte que les courants de court-circuit indiqués dans le tableau sont déterminés dans l'hypothèse d'une puissance infinie en amont des transformateurs et en négligeant les impédances des barres et des connexions aux disjoncteurs ; les valeurs exactes devront être déterminées au cas par cas.

Transformateurs			
Sn	U_{cc}	I_b transfo	I_b total
kVA	%	A	A
1x63	4	91	91
2x63		91	182
1x100	4	144	144
2x100		144	288
1x125	4	180	180
2x125		180	360
1x160	4	231	231
2x160		231	462
1x200	4	289	289
2x200		289	578
1x250	4	361	361
2x250		361	722
1x315	4	455	455
2x315		455	910
1x400	4	577	577
2x400		577	1154
1x500	4	722	722
2x500		722	1444
1x630	4	909	909
2x630		909	1818
3x630		909	2727
1x800	6	1155	1155
2x800		1155	2310
3x800		1155	3465
1x1000	6	1443	1443
2x1000		1443	2686
3x1000		1443	4329
1x1250	6	1804	1804
2x1250		1804	3608
3x1250		1804	5412
1x1600	6	2309	2309
2x1600		2309	4618
3x1600		2309	6927
1x2000	6	2887	2887
2x2000		2887	5774
1x2500	6	3608	3608
2x2500		3608	7216

I_{K3} disj. Général	Disjoncteur sur le secondaire du transformateur		
		Déclencheur	
kA	Type	Calibre	Réglage
2,2	T1B/T2N160/T4N250	I_n = 100 A	0,92
2,2	T1B/T2N160/T4N250	I_n = 100 A	0,92
3,6	T1B/T2N160/T4N250	I_n = 160 A	0,92
3,6	T1B/T2N160/T4N250	I_n = 160 A	0,92
4,5	T3N/T4N250	I_n = 200/250 A	0,9/0,75
4,5	T3N/T4N250	I_n = 200/250 A	0,9/0,75
5,8	T3N/T4N250	I_n = 250 A	0,95
5,8	T3N/T4N250	I_n = 250 A	0,95
7,2	T5N400	I_n = 320 A	0,92
7,2	T5N400	I_n = 320 A	0,92
9	T5N400	I_n = 400 A	0,92
9	T5N400	I_n = 400 A	0,92
11,2	T5N630	I_n = 630 A	0,72
11,2	T5N630	I_n = 630 A	0,72
14,3	T5N630/S6N800	I_n = 630/800A	0,92/0,8
14,3	T5N630/S6N800	I_n = 630/800A	0,92/0,8
17,7	S6N800/S7S1250/E1B08	I_n = 800/1000/800 A	0,9/0,8/0,9
17,7	S6N800/S7S1250/E1B08	I_n = 800/1000/800 A	0,9/0,8/0,9
22,7	S7S1250/E1B10	I_n = 1000 A	0,95
22,7	S7S1250/E1B10	I_n = 1000 A	0,95
45,4	S7S1250/E1N10	I_n = 1000 A	0,95
19,1	S7S1250/E1B12	I_n = 1250 A	0,95
19,1	S7S1250/E1B12	I_n = 1250 A	0,95
38,2	S7S1250/E1B12	I_n = 1250 A	0,95
24,1	E2B16	I_n = 1600 A	0,9
24,1	E2B16	I_n = 1600 A	0,9
48,2	E2N16	I_n = 1600 A	0,9
29,8	E2B20	I_n = 2000 A	0,9
29,8	E2B20	I_n = 2000 A	0,9
59,6	E2N20	I_n = 2000 A	0,9
38,2	E3N25	I_n = 2500 A	0,95
38,2	E3N25	I_n = 2500 A	0,95
76,4	E3H25	I_n = 2500 A	0,95
48,3	E3N32	I_n = 3200 A	0,9
48,3	E3N32	I_n = 3200 A	0,9
60	E4S40	I_n = 4000 A	0,9
60	E4S40	I_n = 4000 A	0,9

Sélection et application de l'appareillage

Transformateurs en parallèle

Les transformateurs sont utilisés pour réaliser un changement dans la tension d'alimentation, tant pour des fournitures en haute tension que pour des alimentations en basse tension.

En cas de transformation Haute/Basse tension, la manœuvre et la protection des transformateurs introduisent des problèmes de coordination des protections. En effet, quand deux transformateurs ou plus fonctionnant en parallèle sont installés, le disjoncteur situé sur le côté BT du transformateur doit être ouvert chaque fois que s'ouvre le disjoncteur de protection (à ouverture automatique ou interrupteur-sectionneur avec fusibles) du côté HT du transformateur, ce qui peut se produire par intervention des relais de protection, des fusibles, du relais Buchholz du transformateur ou par manoeuvre manuelle volontaire pour mise hors service du transformateur, comme en cas d'opérations de maintenance. L'ouverture du disjoncteur BT par l'intermédiaire d'un déclencheur d'ouverture à émission empêche que le transformateur soit remis sous tension à travers le côté BT, ce qui aurait pour conséquence d'alimenter le défaut ou, ce qui est pire, de laisser sous tension une partie à laquelle on doit accéder pour la maintenance.

Il est conseillé de réaliser ce circuit même quand on prévoit l'installation future d'un ou de plusieurs transformateurs supplémentaires; au début, ce circuit pourra être utilisé comme ouverture d'urgence pour la ligne d'alimentation générale. En régime, les courants à vide peuvent atteindre des valeurs égales à 4-5 % du courant assigné à pleine charge; dans le choix des dispositifs de protection, on doit prendre en compte les phénomènes transitoires de branchement durant lesquels le courant peut prendre des valeurs égales au double du courant assigné à pleine charge. La manœuvre et la protection peuvent être effectuées avec des disjoncteurs Tmax, Isomax et Emax. Le disjoncteur situé en aval d'un transformateur, non seulement garantit le sectionnement du circuit, mais il protège également le transformateur contre les surcharges et protége les barres de distribution en aval.

Le disjoncteur adapté à l'application est choisi en fonction :

– du courant assigné secondaire du transformateur, qui dépend de la puissance apparente en kVA et de la tension de fonctionnement, le modèle du disjoncteur est choisi de façon à avoir un courant assigné supérieur d'au moins 10 % par rapport au courant assigné secondaire du transformateur.

– du courant de court-circuit au point d'installation qui dépend de la puissance P en kVA et du nombre de transformateurs fonctionnant en parallèle, ainsi que de la tension de fonctionnement et de la tension de court-circuit $\mathbf{U_{cc}}$ % voir formule page **7**/10, avec :

$$\sqrt{\mathbf{R_T}^2 + \mathbf{X_T}^2} = \mathbf{Z_T} = \frac{3(m.\mathbf{U_o})^2}{Sn} \cdot \frac{\mathbf{U_{cc}}}{100}$$

I_{k3} disj. Départs	Disjoncteur de départ utilisation Courant assigné et type disjoncteur de départ										
kA	32 A	63 A	125 A	160 A	250 A	400 A	630 A	800 A	1250 A	1600 A	2000 A
2,2	S200	S200									
4,4	S200	S200	T1B160								
3,6	S200	S200	T1B160								
7,2	S200	S200	T1B160								
4,5	S200	S200	T1B160	T1B160							
9	S200	S200	T1B160	T1B160							
5,8	S200	S200	T1B160	T1B160							
11,6	S200M	S200M	T1B160	T1B160	T3N250						
7,2	S200	S200	T1B160	T1B160	T3N250						
14,4	S200M	S200M	T1B160	T1B160	T3N250	T5N400					
9	S200	S200	T1B160	T1B160	T3N250						
18	T1C160	T1C160	T1C160	T1C160	T3N250	T5N400					
11,2	S200M	S200M	T1B160	T1B160	T3N250	T5N400					
22,4	T1C160	T1C160	T1C160	T1C160	T3N250	T5N400	T5N630				
14,3	S200M	S200M	T1B160	T1B160	T3N250	T5N400					
28,6	T1N160	T1N160	T1N160	T1N160	T3N250	T5N400	T5N630				
17,7	T1C160	T1C160	T1C160	T1C160	T3N250	T5N400	T5N630				
35,4	T1N160	T1N160	T1N160	T1N160	T3N250	T5N400	T5N630	S6N800/E1B08			
22,7	T1C160	T1C160	T1C160	T1C160	T3N250	T5N400	T5N630	S6N800/E1B08			
45,4	T2S160	T2S160	T2S160	T2S160	T3S250	T5S400	T5S630	S6H800/E1N08	S7S1250/E1N12		
68,1	T2H160	T2H160	T2H160	T2H160	T3H250	T5H400	T5H630	S6L800/E2S08	S7L1250/E2S12	S7L1600/E2S16	E2S20
19,1	T1C160	T1C160	T1C160	T1C160	T3N250	T5N400	T5N630	S6N800/E1B08			
38,2	T2S160	T2S160	T2S160	T2S160	T3S250	T5S400	T5S630	S6H800/E1B08	S7S1250/E1B12	S7S1600/E2B16	E2B20
57,3	T2H160	T2H160	T2H160	T2H160	T4H250	T5H400	T5H630	S6H800/E2N10	S7H1250/E2N12	S7H1600/E2N16	E2N20
24,1	T1C160	T1C160	T1C160	T1C160	T3N250	T5N400	T5N630	S6N800/E1B08	S7S1250/E1B12		
48,2	T2S160	T2S160	T2S160	T2S160	T3S250	T5S400	T5S630	S6H800/E1N08	S7S1250/E1N12	S7S1600/E2N16	E2N20
72,3	T2L160	T2L160	T2L160	T2L160	T4L250	T5L400	T5L630	S6L800/E2S08	S7L1250/E2S12	S7L1600/E2S16	E2S20
29,8	T1N160	T1N160	T1N160	T1N160	T3N250	T5N400	T5N630	S6N800/E1B08	S7S1250/E1B12	S7S1600/E1B16	
59,6	T2H160	T2H160	T2H160	T2H160	T4H250	T5H400	T5H630	S6H800/E2N10	S7H1250/E2N12	S7H1600/E2N16	E2N20
89,4	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T5L400	T5L630	S6L800/E3H08	S7L1250/E3H12	S7L1600/E3H16	E3H20
38,2	T2S160	T2S160	T2S160	T2S160	T3S250	T5S400	T5S630	S6H800/E1B08	S7S1250/E1B12	S7S1600/E2B16	E2B20
76,4	T2L160	T2L160	T2L160	T2L160	T4L250	T5L400	T5L630	S6L800/E2S08	S7L1250/E2S12	S7L1600/E2S16	E2S20
114,6	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T5L400	T5L630	E2L12 / E3V08	E2L12 / E3V12	E2L16 / E3V16	E3L20/E3V20
48,3	T2S160	T2S160	T2S160	T2S160	T3S250	T5S400	T5S630	S6H800/E1N08	S7S1250/E1N12	S7S1600/E1N16	E2N20
96,6	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T5L400	T5L630	S6L800/E3H08	S7L1250/E3H12	S7L1600/E3H16	E3H20
60	T2H160	T2H160	T2H160	T2H160	T4H250	T5H400	T5H630	S6H800/E2N10	S7H1250/E2N12	S7H1600/E2N16	E2N20
120	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T4L250	T5L400	T5L630	E2L12/ E3V08	E2L12/ E3V12	E2L16 / E3V16	E3L20/E3V20

Sélection et application de l'appareillage

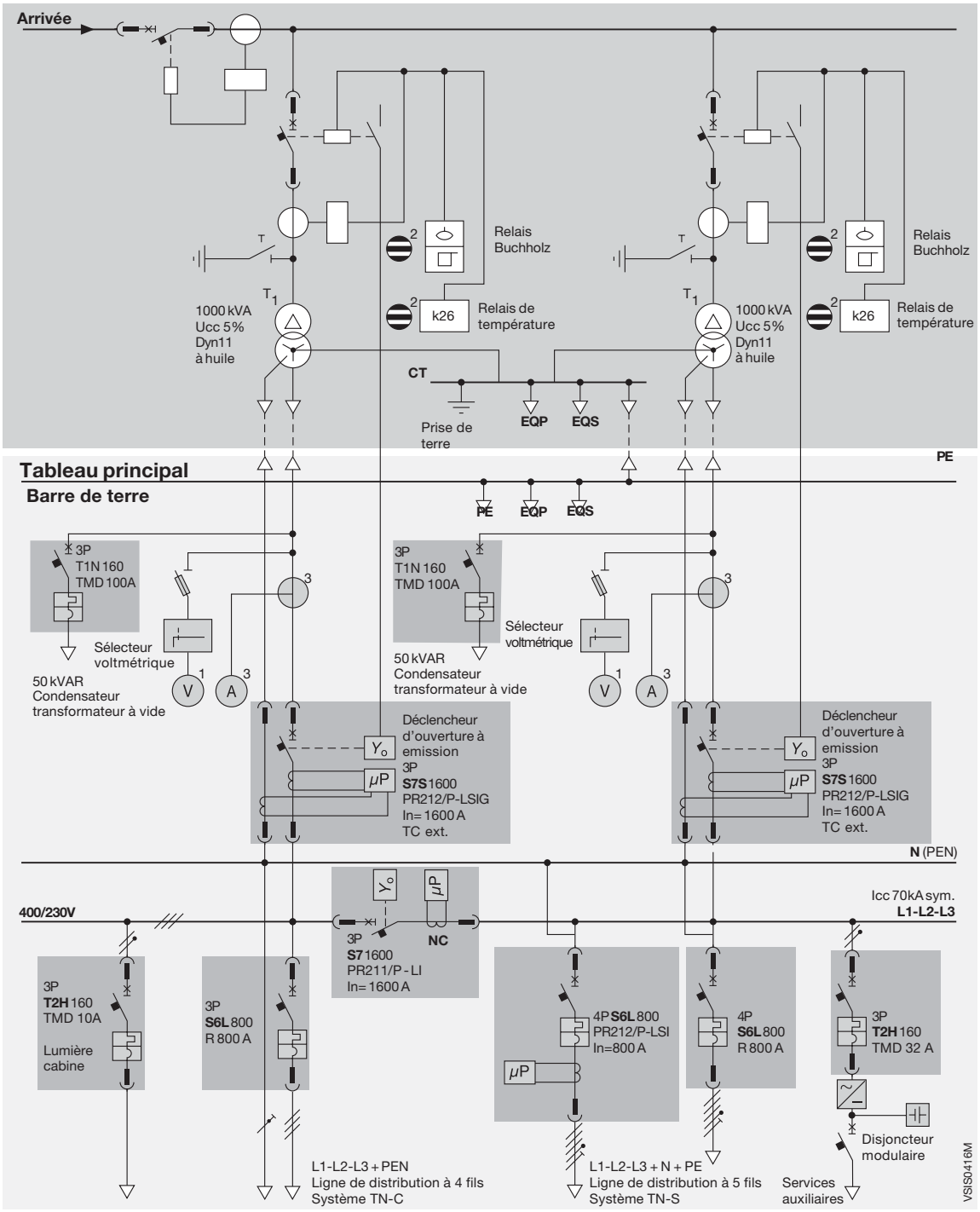
Réseau de distribution

Le développement du réseau de distribution en aval du transformateur doit répondre à des exigences de continuité de l'alimentation et de souplesse dans la conduite et, chose importante, être réalisé pour répondre à des conditions précises de protection de l'installation de distribution dans son ensemble.

Les logiques de conduite portent à configurer le système de distribution selon des schémas radiaux, en boucle ou à double système de barres, alors que le système de protection doit également tenir compte du type de système de distribution.

Les schémas proposés se rapportent à deux cas typiques de distribution selon les systèmes TN-C et TN-S, à travers lesquels on met en évidence comment il est possible d'utiliser les disjoncteurs ABB aux divers niveaux d'installation et d'opter pour une version particulière (tripolaire ou tétrapolaire) et comment on peut programmer les protections de surintensité et différentielles.

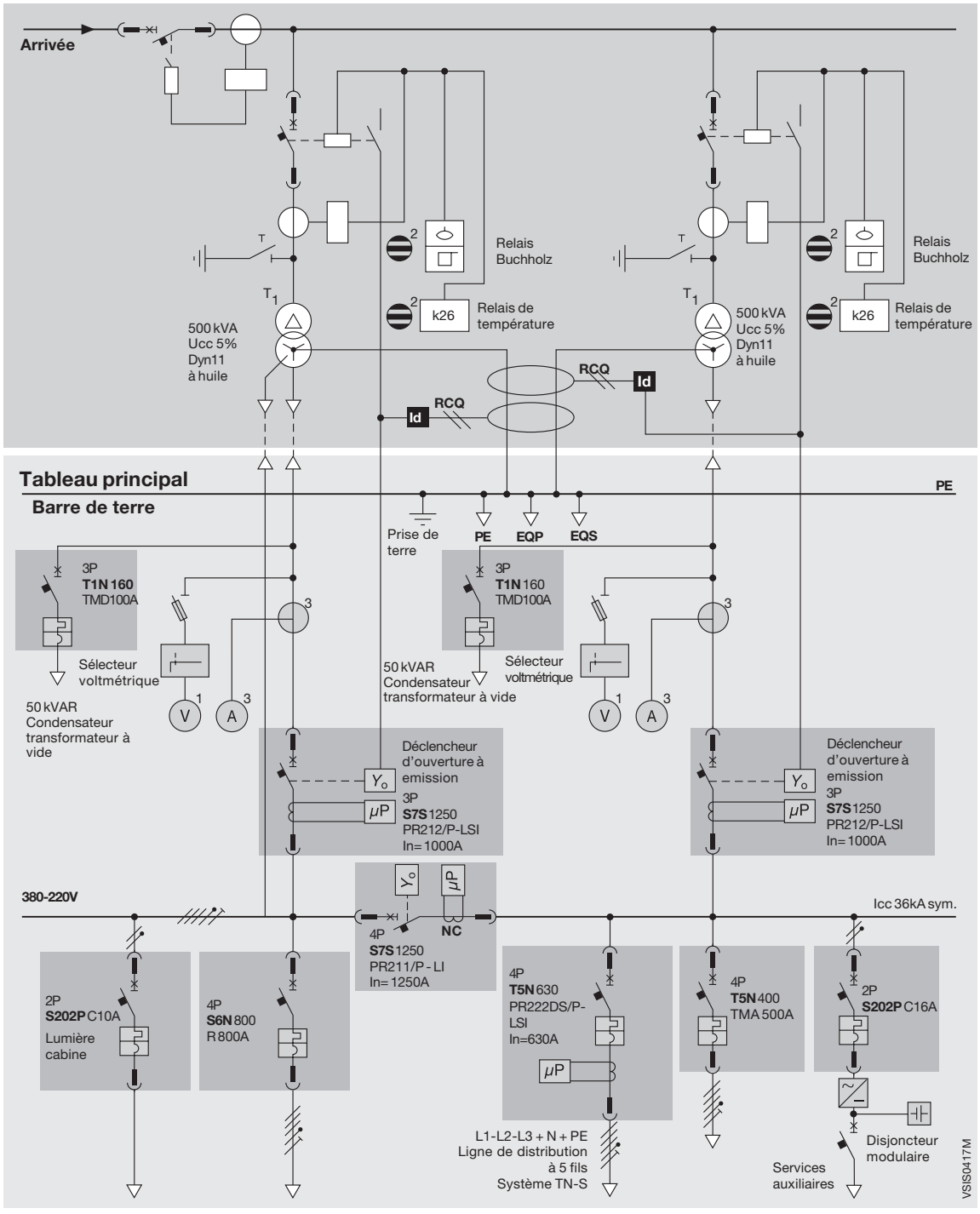
Système de distribution TN-C



La coordination des protections est d'autant plus nécessaire que le courant assigné des transformateurs et donc la possibilité de provoquer d'importants dysfonctionnements et/ou dommages sont plus élevés ou que la continuité de service (par ex. hôpitaux, centres informatiques, ERP, IGH) est plus importante.

Pour le système TN-S, le relais différentiel RCQ, branché entre le point étoile du transformateur et la mise à la terre de ce dernier, permet de détecter le courant total de défaut à la terre dans le cas de deux transformateurs fonctionnant en parallèle.

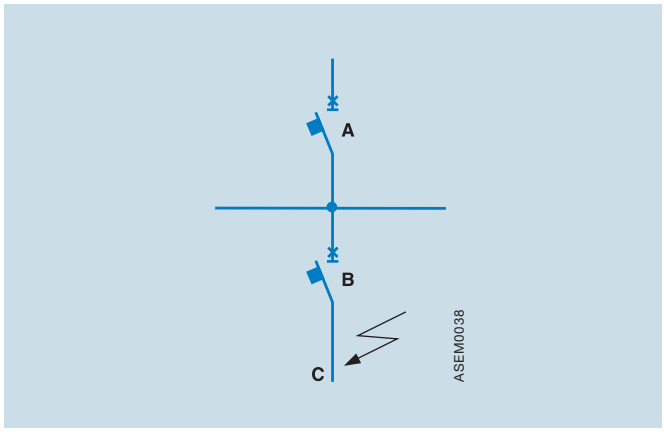
Système de distribution TN-S



Coordination

La coordination est prévue par les Normes NF C 15-100 et IEC 364-4-437 qui admettent l'emploi d'un dispositif de protection avec un pouvoir de coupure inférieur au courant présumé de court-circuit au point où il est installé, à condition qu'il y ait en amont un autre dispositif de protection ayant le pouvoir de coupure nécessaire ; dans ce cas, les caractéristiques des deux dispositifs doivent être coordonnées de façon que l'énergie spécifique (**I^2t**) que le dispositif en amont laisse passer ne soit pas supérieure à celle qui peut être supportée sans dommage par le dispositif en aval et les lignes en câble protégées.

Sur le schéma de la figure, le disjoncteur **B**, situé en aval du disjoncteur **A**, peut avoir un pouvoir de coupure inférieur au courant de court-circuit présumé en cas de défaut en "C" si le disjoncteur **A** est en mesure de satisfaire les deux conditions suivantes :



– disposer d'un pouvoir de coupure approprié (supérieur ou égal au courant de court-circuit présumé en son point d'installation et évidemment supérieur au courant de court-circuit en "C")

– en cas de défaut en "C" avec des valeurs de courant de court-circuit supérieures au pouvoir de coupure du disjoncteur **B**, le disjoncteur **A** doit remplir une fonction de limitation de l'énergie spécifique passante en la maintenant à une valeur tolérable par le disjoncteur **B** et par les câbles.

Un défaut en "C" peut donc provoquer une double coupure ; toutefois la coordination doit garantir que le déclenchement de **B** se fasse toujours dans les limites de son pouvoir de coupure.

Pour ce type de protection, on doit choisir des combinaisons d'appareils ayant été vérifiées par des essais de laboratoire.

La protection d'accompagnement est appelée filiation lorsque les dispositifs de protection sont des disjoncteurs.

Les combinaisons possibles sont fournies dans des documents ABB (Tableaux de coordination, DOCWin) et elles sont indiquées pour les disjoncteurs Emax, Isomax, Tmax et pro *M* dans les pages suivantes.

La coordination est utilisée dans des installations électriques dans lesquelles la continuité de service n'est pas une condition fondamentale: en effet l'ouverture du disjoncteur en amont exclut aussi du service des utilisateurs non concernés par le défaut.

Néanmoins, l'adoption de ce type de coordination permet de limiter la dimension de l'installation et donc de réduire les coûts.

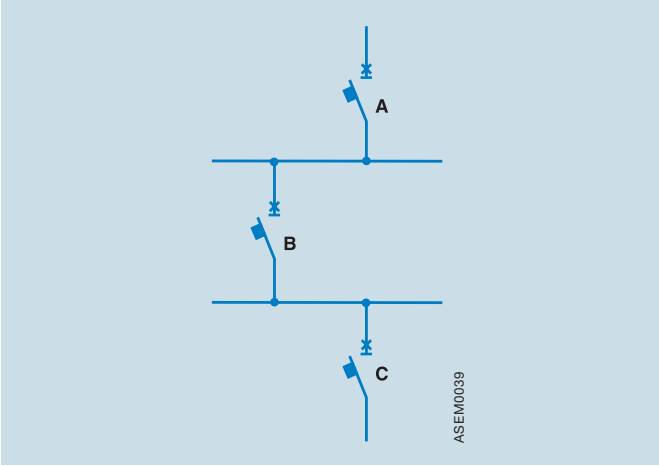
Nota :

La coordination peut être développée même sur plus de deux niveaux : la figure qui suit montre l'exemple d'une coordination sur trois niveaux.

Dans ce cas, les choix sont corrects si on a au moins l'une des deux situations suivantes :

– le disjoncteur le plus en amont **A** est coordonné tant avec l'appareil **B** qu'avec l'appareil **C** (la coordination entre les appareils **B** et **C** n'est pas nécessaire).

– chaque disjoncteur est coordonné avec le disjoncteur immédiatement en aval, c'est-à-dire que le disjoncteur le plus en amont **A** est coordonné avec le disjoncteur suivant **B** lequel à son tour est coordonné avec l'appareil **C**.



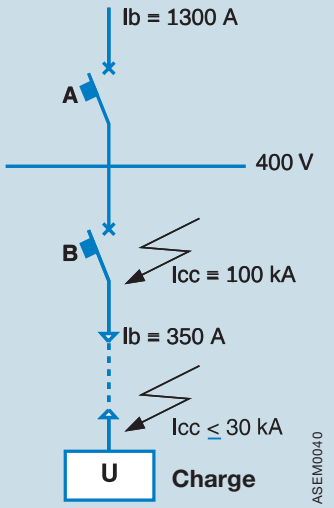
Tableaux de coordination pour protection d'accompagnement

Disjoncteur en amont	Pouvoir de coupure
E2L - E3L	130 kA (380/415 V)
Disjoncteur en aval	**Pouvoir de coupure sur les départs avec coordination**
T4N	65 kA
T4S - T5N - S6N - E1B - E2B	85 kA
T4H - T5 S/H - S6H - S7S/H - E1N - E2N	100 kA
T4L - T5L	130 kA

Exemple

La section d'installation examinée possède les caractéristiques indiquées sur la figure.

Chaîne de disjoncteurs dans des installations avec coordination



Dans le cas le plus fréquent où le court-circuit se produit à proximité de la charge (**U**), situé normalement à une certaine distance du tableau principal, le niveau du courant de défaut peut se révéler inférieur à 30 kA.

Pour des valeurs inférieures à 30 kA, le comportement sélectif de la chaîne choisie doit être garanti.
En revanche, quand le court-circuit se produit sur les barres ou à proximité du disjoncteur amont, on a des valeurs de courant de défaut plus élevées. Le déclenchement rapide du disjoncteur E2L16 entraîne la mise hors service du tableau de distribution, ce qui protège tant l'installation que les appareillages qui y sont installés ; ce n'est que dans ce cas que le maintien en service des utilisateurs non concernés par le défaut n'est pas garanti.

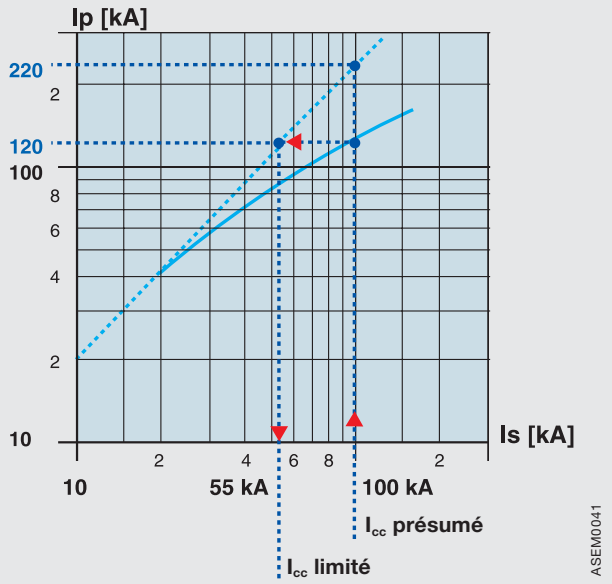
En fonction des courbes de limitation de courant, avec le niveau de défaut envisagé (100 kA), le disjoncteur Emax E2L16 réduit à lui seul la valeur du courant de crête à 120 kA pour un courant de crête présumé de 220 kA.

La valeur de crête du courant effectivement limité était de 120 kA, ce qui correspond à un courant efficace limité de 55 kA seulement.

Caractéristiques électriques des disjoncteurs utilisés

Référence	Courant de service **A**	**Type**	Courant assigné ininterrompu **I_u (A)**	Pouvoirs de coupure **I_{cu} (kA)**	Limite de sélectivité **kA**
A	1300	**Emax E2L16**	1600	130	30
B	400	**Tmax T5S 400**	400	50	30

Exemple d'emploi des courbes de limitation



Protection d'accompagnement (Filiation ou Back-up)

Les tableaux présentés fournissent la valeur (en kA, rapportée au pouvoir de coupure selon la Norme IEC 60947-2) pour laquelle on a la protection par filiation à l'intérieur de la combinaison de disjoncteurs retenue. Ces tableaux couvrent les combinaisons possibles entre disjoncteurs en boîtier moulé ABB séries Tmax et Isomax et celles entre les disjoncteurs précités et la série de disjoncteurs modulaires ABB.

Les valeurs indiquées dans les tableaux se rapportent à la tension:

– **V_n** de 230/240 V AC pour la coordination avec les disjoncteurs modulaires S9

– **V_n** de 400/415 V AC pour toutes les autres coordinations.

Remarques

Les tableaux qui suivent indiquent les pouvoirs de coupure en 415 V AC pour disjoncteurs Isomax et Tmax.

Tmax @ 415 V AC	
Version	I_{cu} [kA]
B	16
C	25
N	36
S	50
H	70
L (T2)	85
L (T4, T5)	120
V	200

Isomax @ 415 V AC	
Version	I_{cu} [kA]
N	35*
S	50
H	65
L	100

* Versions certifiées à 36 kA

Légende

MCB = disjoncteurs modulaires (S9, S2, S500)

MCCB = disjoncteurs en boîtier moulé (Tmax, Isomax)

Pour disjoncteurs en boîtier moulé ou à construction ouverte :

TM = déclencheur magnétothermique
- TMD (Tmax)
- TMA (Tmax)
- T réglable M réglable (Isomax)

M = déclencheur seulement magnétique
- MF (Tmax)
- MA (Tmax)

EL = déclencheur électronique
- PR211/P - PR212/P (Isomax)
- PR221DS - PR222DS (Tmax)

Pour disjoncteurs modulaires :

B = caractéristique de déclenchement (Im=3...5In)

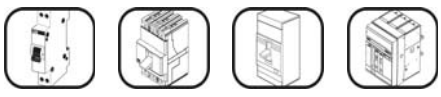
C = caractéristique de déclenchement (Im=5...10In)

D = caractéristique de déclenchement (Im=10...20In)

K = caractéristique de déclenchement (Im=8...14In)

Z = caractéristique de déclenchement (Im=2...3In)

Légende des symboles



MCB Tmax Isomax Emax

Pour les solutions non indiquées dans ces tableaux, contacter ABB.

MCB - MCB @ 240 V (Disjoncteurs bipolaires)

			Amont	S 200L	S200	S200M	S200P		S 280	S 290	S 500
	Caractéristique			C	B-C	B-C	B-C	B-C	B-C	C	B-C
Aval		I_{cu} [kA]		10	20	25	40	25	20	25	100
			I_n [A]	6..40	0,5..63	0,5..63	0,5..25	32..63	80, 100	80..125	6..63
S931 N	C	4,5	2..40	10	20	25	40	25	15	15	100
S941 N*	B,C	6	2..40	10	20	25	40	25	15	15	100
S951 N*	B,C	10	2..40	10	20	25	40	25	15	15	100
S971 N*	B,C	10	2..40	10	20	25	40	25	15	15	100
S200 L	C	10	6..40		20	25	40	25	15	15	100
S200	B,C,K,Z	20	0,5..63			25	40	25			100
S200 M	B,C,D	25	0,5..63				40				100
S200 P	B, C,	40	0,5..25								100
	D, K, Z	25	32..63								100
S280	B,C	20	80, 100								
S290	C,D	25	80..125								
S500	B,C,D	100	6..63								

* S941 N = DS941, S951 N = DS951, S971 N = DS971

Sélection et application de l'appareillage

Filiation : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

MCCB @ 415 V - MCB @ 240 V

			Amont*	T1	T1	T1	T2	T3	T2	T3	T2	T2
			Version	B	C	N			S		H	L
Aval	Caract.	I_n [A]	I_{cu} [kA]	16	25	36			50		70	85
S931 N	C	2..25	4,5	16	16	16	20	10	20	10	20	20
		32, 40		10	10	10	16		16		16	16
S941 N**	B,C	2..25	6	16	16	16	20	10	20	10	20	20
		32, 40		10	10	10	16		16		16	16
S951 N**	B,C	2..25	10	16	16	16	25	16	25	16	25	25
		32, 40					16		16		16	16
S971 N**	B,C	2..25	10	16	16	16	25	16	25	16	25	25
		32, 40					16		16		16	16

* Disjoncteur en amont 4p (circuit en aval dérivé entre une phase et le neutre)

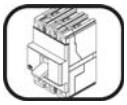
** S941 N = DS941, S951 N = DS951, S971 N = DS971

Sélection et application de l'appareillage

Filiation : - Disjoncteur en amont : MCB
- Disjoncteur en aval : MCB

MCB - MCB @ 415 V

			Amont	S200 L	S200	S200 M	S200 P		S280	S290	S500
	Caractéristique			C	B-C	B-C	B-C	B-C	B-C	C	B-C
Aval		I_{cu} [kA]		6	10	15	25	15	6	15	50
			I_n [A]	6..40	0,5..63	0,5..63	0,5..25	32..63	80, 100	80..125	6..63
S200 L	C	6	6..40		10	15	25	15		15	50
S200	B,C,K,Z	10	0,5..63			15	25	15		15	50
S200 M	B,C,D	15	0,5..63				25				50
S200 P	B, C,	25	0,5..25								50
	D, K, Z	15	32..63								
S280	B,C	6	80, 100								
S290	C,D	15	80..125								
S500	B,C,D	50	6..63								



Sélection et application de l'appareillage

Filiation : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

MCCB - MCB @ 415 V

			Amont	T1	T1	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4	T2	T4	T2	T4	T4
			Version	B	C	N				S			H		L	L	V
Aval	Caract.	I_n [A]	I_{cu} [kA]	16	25	36				50			70		85	120	200
S200 L	C	6..10	6	16	25	30	36	36	36	36	40	40	40	40	40	40	40
		13..40						16			16						
S200	B,C,K,Z	0,5..10	10	16	25	30	36	36	36	36	40	40	40	40	40	40	40
		13..63						16			16						
S200 M	B,C,D	0,5..10	15	16	25	30	36	36	36	50	40	40	70	40	85	40	40
		13..63						25			25		60		60		
S200 P	B, C, D, K, Z	0,5..10	25			30	36	36	36	50	40	40	70	40	85	40	40
		13..25				30	36	30	36	50	30	40	60	40	60	40	40
		32..63	15	16	25	30	36	25	36	50	25	40	60	40	60	40	40
S280	B,C	80, 100	6	16	16	16	36	16	30	36	16	30	36	30	36	30	30
S290	C,D	80..125	15	16	25	30	36	30	30	50	30	30	70	30	85	30	30
S500	B,C,D	6..63	50										70	70	85	120	200

Sélection et application de l'appareillage

Filiation : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - MCCB @ 415 V

	Amont	T1	T1	T2	T3	T4	T5	S6	T2	T3	T4	T5	S6	S7	T2	T4	T5	S6	S7	T2	T4	T5	S6	S7	T4	T5
	Version	C	N						S						H					L	L		L		V	
Aval	Version	I_{cu} [kA]	25	36					50						70			65	65	85	120		100		200	
T1	B	16	25	36	36	36	30	30	30	50	50	36	36	36		70	40	40	40		85	50	50	50		85	65
T1	C	25		36	36	36	36	36	36	50	50	40	40	50	50	70	65	65	65	50	85	85	85	70	50	130	100
T1	N	36								50	50	50	50	50	50	70	65	65	65	50	85	100	100	70	50	200	120
T2										50	50	50	50	50	50	70	65	65	65	65	85	100	100	85	85	200	120
T3											50	50	50	50	50		65	65	65	50		100	100	100	50	200	120
T4												50	50	50	50		65	65	65	50		100	100	65	65	200	120
T5													50	50	50			65	65	50			100	85	65		120
S6															40					40					50		
T2	S	50															70	70	65	65	85	100	100	85	85	200	130
T3																	70	70	65			100	100	100		200	150
T4																	70	70	65	65		100	100	85	85	200	150
T5																		70	65	65			100	85	85		150
S6																									85		
T2	H	70																			85	120	120	85	85	200	150
T4																						120	120	100	100	200	180
T5																							120	100	100		180
S6		65																							85		
T2	L	85																				120	120			200	180
T4		120																								200	200
T5																											200

Les tableaux qui suivent fournissent la coordination entre les disjoncteurs et les interrupteurs-sectionneurs des séries Tmax, Isomax, OT et OETL.

Les tableaux fournissent la valeur du courant de court-circuit maximum en kA pour laquelle la protection à l'intérieur de la combinaison disjoncteur - interrupteur-sectionneur est vérifiée, pour des tensions allant jusqu'à 415 V.

Les tableaux MCCB-OT-OETL et MCCB-OETL sont également valables à la tension de 440 V; il est important de vérifier que les pouvoirs de coupure en 440 V (présents dans les catalogues techniques des disjoncteurs) sont compatibles avec les données d'installation.

Pour ce qui concerne les interrupteurs-sectionneurs de la série Emax, on doit en revanche vérifier que la valeur du courant de court-circuit au point d'installation est inférieure à la valeur du courant de courte durée ($\mathbf{I_{cw}}$) de l'interrupteur, et que la valeur du courant de crête est inférieure à la valeur du courant de fermeture ($\mathbf{I_{cm}}$).

On doit aussi vérifier la protection contre les surcharges de l'interrupteur-sectionneur Emax; celle-ci peut être réalisée au moyen d'un disjoncteur de la série Emax de même taille.

Pour les caractéristiques des interrupteurs-sectionneurs Emax, consulter le chapitre "Disjoncteurs à construction ouverte de basse tension".

Remarques

La lettre **T** indique la protection des interrupteurs jusqu'au pouvoir de coupure du disjoncteur.
Les tableaux qui suivent indiquent les pouvoirs de coupure en 415 V AC pour disjoncteurs Isomax et Tmax.

Tmax @ 415 V AC	
Version	I_{cu} [kA]
B	16
C	25
N	36
S	50
H	70
L (T2)	85
L (T4, T5)	120
V	200

Isomax @ 415 V AC	
Version	I_{cu} [kA]
N	35*
S	50
H	65
L	100

* Versions certifiées à 36 kA

Légende

MCS = interrupteurs-sectionneurs dérivés des disjoncteurs en boîtier moulé (Tmax TD, Isomax SD)
MCCB = disjoncteurs en boîtier moulé (Tmax, Isomax)
SD = interrupteurs-sectionneurs
OT = interrupteurs-sectionneurs série OT
OETL = interrupteurs-sectionneurs série OETL
$\mathbf{I_{th}}$ = courant thermique conventionnel à 40 °C à l'air libre
$\mathbf{I_{cw}}$ = courant de courte durée rms pendant 1 s

Pour disjoncteurs en boîtier moulé ou à construction ouverte :

TM = déclencheur magnétothermique
- TMD (Tmax)
- TMA (Tmax)
- T réglable M réglable (Isomax)

M = déclencheur seulement magnétique
- MF (Tmax)
- MA (Tmax)

EL = déclencheur électronique
- PR211/P - PR212/P (Isomax)
- PR221DS - PR222DS (Tmax)

Légende symboles

MCB Tmax Isomax Emax

Pour les solutions non indiquées dans ces tableaux, contacter ABB

MCCB - MCS @ 415 V

			Aval	T1D	T3D	T4D	T5D		S6D		S7D		
			I_{cw} [kA]	2	3,6	3,6	6		15		25		
Amont	Version	I_{cu} [kA]	I_{th} [A] / I_u [A]	160	250	320	400	630	630	800	1000	1250	1600
T1	B	16	160	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	C	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	N	36		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
T2	N	36	160	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	S	50		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	H	70		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	L	85		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
T3	N	36	250		36	36	36	36	36	36	36	36	36
	S	50			50	50	50	50	50	50	50	50	50
T4	N	36	250 320		36*	36	36	36	36	36	36	36	36
	S	50			50*	50	50	50	50	50	50	50	50
	H	70			70*	70	70	70	70	70	70	70	70
	L	120			120*	120	120	120	120	120	120	120	120
	V	200			200*	200	200	200	200	200	200	200	200
T5	N	36	400 630				36	36	36	36	36	36	36
	S	50					50	50	50	50	50	50	50
	H	70					70	70	70	70	70	70	70
	L	120					120	120	120	120	120	120	120
	V	200					200	200	200	200	200	200	200
S6	N	35	800						35**	35	35	35	35
	S	50							60**	50	50	50	50
	H	65							65**	65	65	65	65
	L	100							100**	100	100	100	100
S7	S	50	1250 1600								50**	50**	50
	H	65									65**	65**	65
	L	100									100**	100**	100

* Valeur valable uniquement pour T4 250 ou pour T4 320 avec I_1 réglé à 250 A

** Valeur valable uniquement pour I_1 (MCCB) ≤ Ith (MCS)

Sélection et application de l'appareillage

Coordination : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Interrupteur en aval : OT/OETL

MCCB - OT/OETL @ 415 V

		Aval	OT16	OT25	OT32	OT45	OT63	OT80	OT100	OT125	OT160	OT200-400	OETL630-1600
		I_{cw} [kA]	0,5	0,5	0,5	1	1,5	1,5	2,5	2,5	4	8 - 15	14 - 50
Amont	Relais	I_n [A] \ I_{th} [A]	25	32	40	63	80	100	115	125	200	200 - 400	630 - 1600
T1	TM	16	4	4	4	7	20	20	T	T	T	T	T
		20	4	4	4	7	20	20	T	T	T	T	T
		25	4	4	4	7	18	18	T	T	T	T	T
		32	4	4	4	7	18	18	T	T	T	T	T
		40	4**	4	4	7	18	18	T	T	T	T	T
		50		4**	4	6	18	18	T	T	T	T	T
		63			4**	6	18	18	T	T	T	T	T
		80				6**	16	16	T	T	T	T	T
		100					16**	16	T	T	T	T	T
		125						16	T	T	T	T	T
		160						16**	T**	T	T	T	T
T2	TM	16	20	20	20	50	T	T	T	T	T	T	T
		20	14	14	14	36	T	T	T	T	T	T	T
		25	12	12	12	25	70	70	T	T	T	T	T
		32	12	12	12	25	70	70	T	T	T	T	T
		40	12**	10	10	20	36	36	T	T	T	T	T
		50		10**	10	20	36	36	T	T	T	T	T
		63			10**	20	36	36	T	T	T	T	T
		80				7**	16	16	50	50	T	T	T
		100					16**	16	50	50	T	T	T
		125						16	50	50	T	T	T
		160						16**	50**	50	T	T	T
	EL	25	10	10	10	16	50	50	T	T	T	T	T
		63	8*	8*	8*	12	30	30	T	T	T	T	T
		100		8*	8*	6*	16*	16	50	50	T	T	T
		160				6*	16*	16*	50*	50	T	T	T
T3	TM	63			3,5**	5	8	8	25	25	T	T	T
		80				5**	8	8	24	24	T	T	T
		100					8**	8	21	21	T	T	T
		125						8**	20	20	40	T	T
		160							18**	18	36	T	T
		200								18**	36	T	T
		250									36	T	T
T4	TM	20	8	8	8	20	T	T	T	T	T	T	T
		32	6**	6	6	12	40	40	T	T	T	T	T
		50		6**	6	12	40	40	T	T	T	T	T
		80				8**	16	16	50	50	T	T	T
		100					10**	10	19	20	100	100	T
		160						10**	19	20	100	100	T
		250								20**	100	100	T
	EL	100-320					10*	10*	19*	20*	100*	100*	T

Choisir la valeur la plus basse entre le Icu du disjoncteur et la valeur indiquée
* Réglage maxi du seuil de surcharge PR2xx = 1,28*I_{th} OTxx/OETLxx
** I_1 = 0,7 x I

Sélection et application de l'appareillage

Coordination : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Interrupteur en aval : OT/OETL

MCCB - OETL @ 415 V

		Aval	OT 200	OT 250	OT 315	OT 400	OETL 630	OETL 800	OETL 1000	OETL 1250	OETL 1600
		I_{cw}[kA]	8	8	15	15	17	17	50	50	50
Amont	Relais	I_{th} [A] / I_u [A]	200	250	315	400	630	800	1000	1250	1600
T5	TM	320	50	50	100	100	T	T	T	T	T
		400	50**	50	100	100	T	T	T	T	T
	EL	320-630	50*	50*	100*	100	T	T	T	T	T
S6	TM	630			25	30	70	70	T	T	T
		800				28**	60**	60	T	T	T
	EL	630-800		22*	22*	28*	60	60	T	T	T
S7	EL	1000					30*	30	50	50	50
		1250					30*	30*	50	50	50
		1600				20*	30*	30*	50*	50*	50

Choisir la valeur la plus basse entre le Icu du disjoncteur et la valeur indiquée

* Réglage maxi du seuil de surcharge PR2xx = 1,28*I_{th} OTxx/OETLxx

** I_1 = 0,7 x I

Notes

Sélectivité

La sélectivité dans le déclenchement de la protection à maximum de courant est normalement mise en oeuvre dans les installations publiques et industrielles pour isoler du système la partie concernée par un défaut, en provoquant le déclenchement du seul disjoncteur immédiatement en amont de ce même défaut.

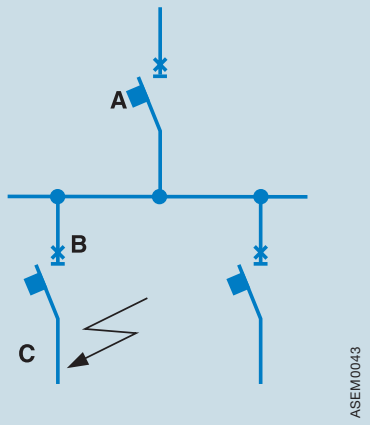
L'exemple de la figure qui suit met en évidence la nécessité de coordonner le déclenchement entre les deux disjoncteurs **A** et **B** de façon qu'en cas de défaut en **C** on ait le déclenchement du seul disjoncteur **B**, ce qui garantit la continuité du service au reste de l'installation alimenté par le disjoncteur **A**.

Alors que dans le domaine des courants de surcharge il existe normalement une sélectivité naturelle à cause de la différence entre les courants assignés du disjoncteur de protection de l'utilisateur et du disjoncteur général en amont, dans le domaine des courants de court-circuit la sélectivité peut être obtenue en différenciant les valeurs des courants et éventuellement des temps de déclenchement.

La sélectivité peut être totale ou partielle :

- sélectivité totale : seul le disjoncteur **B** s'ouvre pour toutes les valeurs de courant inférieures ou égales au courant maximum de court-circuit présent en **C**.
- sélectivité partielle : seul le disjoncteur **B** s'ouvre pour des courants de défaut inférieurs à une certaine valeur ; pour des valeurs égales ou supérieures on a le déclenchement de **A** et **B**.

Schéma du circuit avec sélectivité des protections

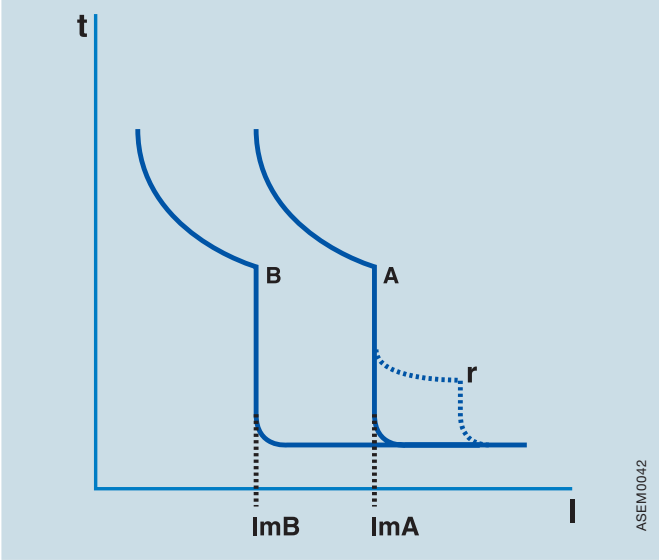


En règle générale, les types de sélectivité suivants sont possibles :

Sélectivité ampéremétrique :

Obtenue en réglant sur des valeurs différentes les courants de déclenchement instantané de la chaîne de disjoncteurs (réglages supérieurs pour les disjoncteurs en amont).

Elle est principalement mise en oeuvre dans les installations de distribution terminale où les disjoncteurs sont équipés d'une protection à déclenchement instantané ; le résultat est souvent une sélectivité partielle.



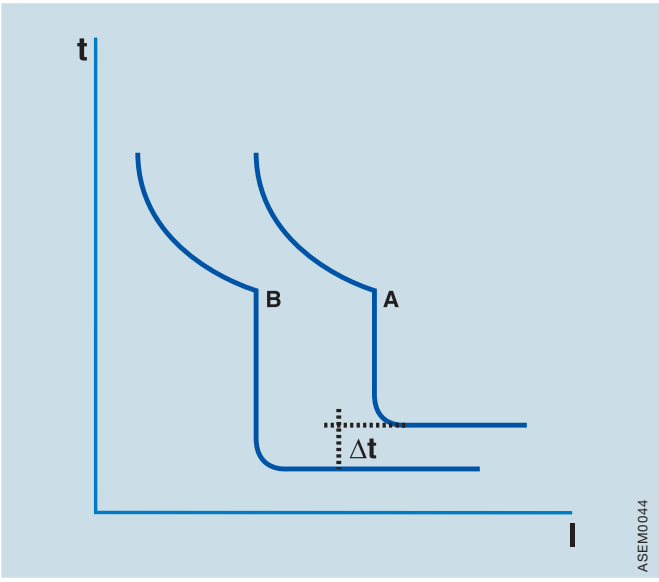
Sélectivité chronométrique :

Obtenue en introduisant volontairement des retards de plus en plus grands dans les temps de déclenchement des disjoncteurs les plus en amont dans la chaîne ; le rapport entre les seuils de déclenchement en amont et en aval doit être supérieur à 1,5 comme pour la sélectivité ampéremétrique.

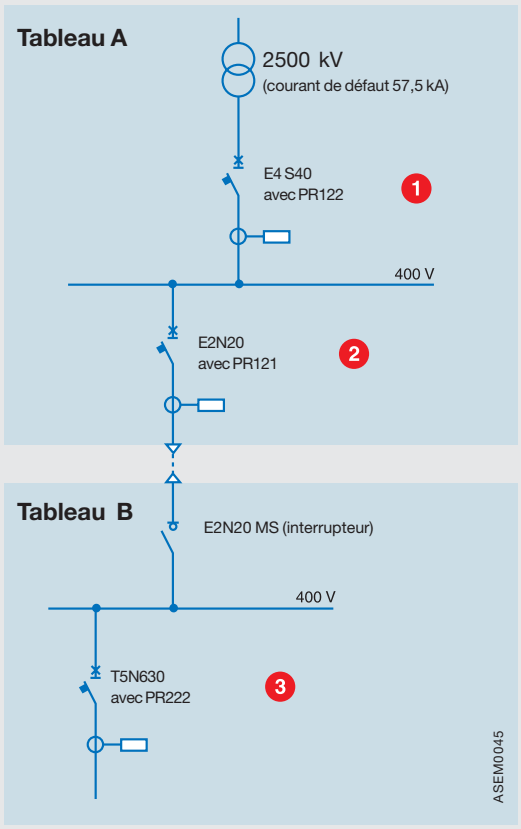
Dans ce cas, pour les disjoncteurs à déclenchement retardé, on doit vérifier que la valeur du courant I_{cw} est appropriée à la situation la plus critique prévue au point d'installation (courant maximum prévu - retard programmé).

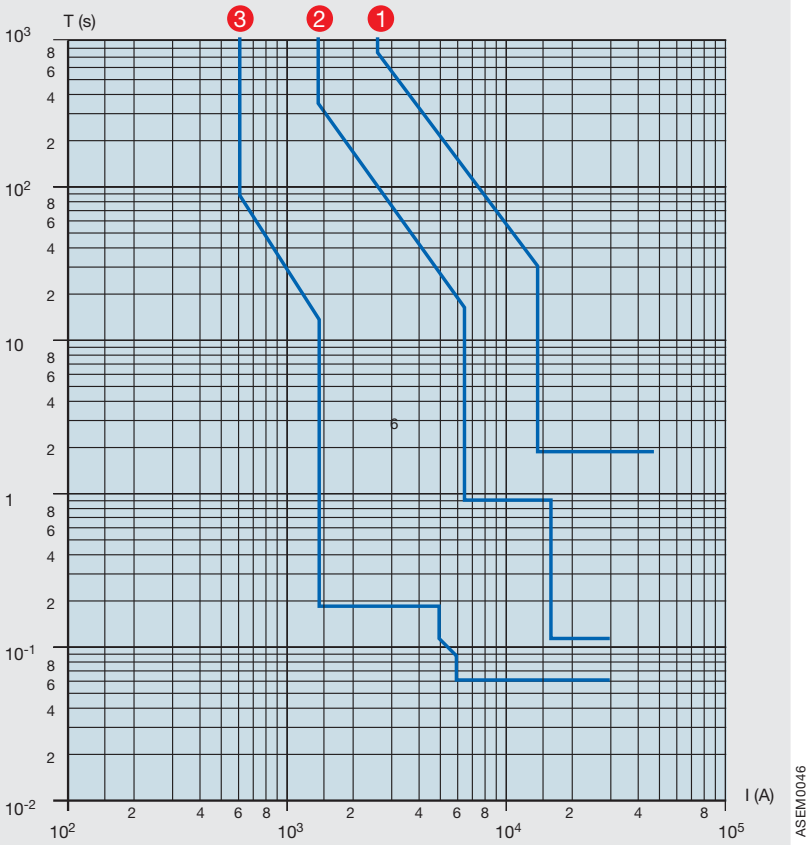
La sélectivité chronométrique exige la programmation d'un retard d'au moins 100 ms par rapport au temps de déclenchement du disjoncteur en aval.

Toutes les versions des déclencheurs à microprocesseur équipées de la fonction de protection S sont donc adaptées à la sélectivité chronométrique (cf. chap. déclencheurs à maximum de courant).



Exemple de sélectivité chronométrique





Sélectivité de zone :

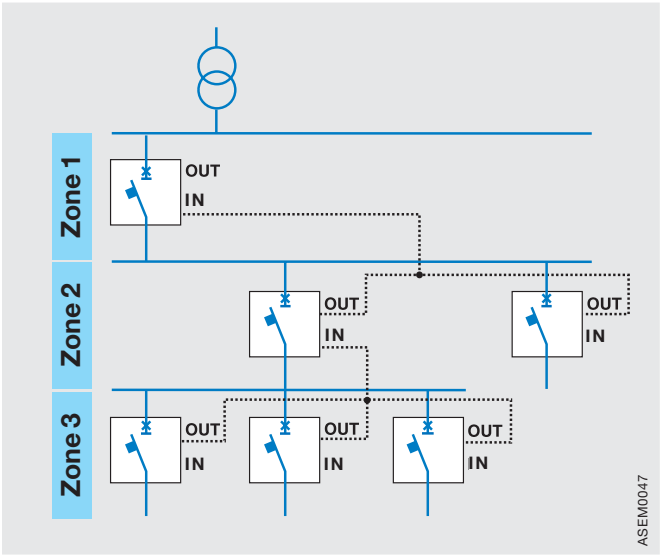
Applicable aux fonctions de protection S et G. Ce type de sélectivité permet de réduire les temps de déclenchement du disjoncteur le plus proche du défaut par rapport à ceux prévus par la sélectivité chronométrique.

Par zone, on entend la partie d'installation comprise entre deux disjoncteurs en série.

A travers un simple fil de connexion, chaque disjoncteur qui perçoit un défaut communique ce dernier au disjoncteur en amont; la zone du défaut est celle immédiatement en aval du disjoncteur qui détecte le défaut mais qui ne reçoit aucune communication des disjoncteurs en aval. Ce disjoncteur s'ouvrira sans attendre le retard programmé.

Tous les disjoncteurs Emax dans les versions B-N-S-H-V équipés de déclencheurs PR122 et PR123 permettent de réaliser la sélectivité de zone.

Pour faciliter le travail des projeteurs dans la coordination des protections, ABB met à leur disposition d'importants outils de calcul tels que les tableaux de coordination et le logiciel DOCWin.



Protection sélective

Les tableaux présentés fournissent la valeur (en kA, rapportée au pouvoir de coupure selon la Norme IEC 60947-2) pour laquelle on a la protection sélective à l'intérieur de la combinaison de disjoncteurs retenue. Ces tableaux couvrent les combinaisons possibles entre les disjoncteurs à construction ouverte ABB série Emax, les disjoncteurs en boîtier moulé ABB séries Tmax et Isomax et les disjoncteurs modulaires ABB. Les valeurs du tableau représentent les valeurs maximales de sélectivité pouvant être obtenues entre disjoncteur en amont et disjoncteur en aval, en se référant à la tension:

– $\mathbf{V_n}$ de 230/240 V AC pour les disjoncteurs S9 et Vn de 400/415 V AC pour les disjoncteurs en amont dans la coordination entre MCB avec les disjoncteurs modulaires S9.
– $\mathbf{V_n}$ de 400/415 V AC pour toutes les autres coordinations.

On obtient ces valeurs en suivant des prescriptions particulières lesquelles, si elles ne sont pas respectées, pourraient fournir des valeurs de sélectivité pouvant dans certains cas être très inférieures à ce qui est indiqué. Certaines de celles-ci ont une validité générale et sont indiquées ci-après; d'autres, qui se rapportent exclusivement à des types de disjoncteurs particuliers, feront l'objet d'une remarque sous le tableau correspondant.

Prescriptions à caractère général

– La fonction I des relais électroniques des disjoncteurs amont doit être désactivée ($\mathbf{I_3}$ OFF).
– Le déclenchement magnétique de disjoncteurs magnétothermiques (TM) ou seulement magnétiques (M) placés en amont doit être $\geq$ 10 x $\mathbf{I_n}$ et réglé au seuil maxi.
– Il est fondamental de vérifier que les réglages adoptés par l'utilisateur pour les relais électroniques et magnétothermiques de disjoncteurs placés aussi bien en aval qu'en amont ne génèrent pas d'intersections dans les courbes temps-courant.

Remarques

La lettre **T** indique la sélectivité totale pour la combinaison retenue; la valeur correspondante en kA s'obtient en prenant le plus petit des pouvoirs de coupure (Icu) du disjoncteur en aval et du disjoncteur en amont.

Les tableaux qui suivent indiquent les pouvoirs de coupure en 415 V AC pour disjoncteurs Emax, Isomax et Tmax.

Tmax @ 415 V AC	
Version	I_{cu} [kA]
B	16
C	25
N	36
S	50
H	70
L (T2)	85
L (T4, T5)	120
V	200

Isomax @ 415 V AC	
Version	I_{cu} [kA]
N	35*
S	50
H	65
L	100

Emax @ 415 V AC	
Version	I_{cu} [kA]
B	42
N	65**
S	75
H	100
L	130
V	150

* Versions certifiées à 36 kA

** Pour Emax E1 version N avec I_{cu}= 50 kA

Légende

MCB = disjoncteurs modulaires (S9, S2, S500)
MCCB = disjoncteurs en boîtier moulé (Tmax, Isomax)
ACB = disjoncteurs à construction ouverte (Emax)

Pour disjoncteurs en boîtier moulé ou à construction ouverte:

TM = déclencheur magnétothermique
- TMD (Tmax)
- TMA (Tmax)
- T réglable M réglable (Isomax)

M = déclencheur seulement magnétique
- MF (Tmax)
- MA (Tmax)

EL = déclencheur électronique
- PR121/P - PR122/P - PR123/P (Emax)
- PR211/P - PR212/P (Isomax)
- PR221DS - PR222DS (Tmax)

Pour disjoncteurs modulaires:

B = caractéristique de déclenchement (Im=3...5In)
C = caractéristique de déclenchement (Im=5...10In)
D = caractéristique de déclenchement (Im=10...20In)
K = caractéristique de déclenchement (Im=8...14In)
Z = caractéristique de déclenchement (Im=2...3In)

Légende des symboles

MCB Tmax Isomax Emax

Pour les solutions non indiquées dans ces tableaux, contacter ABB.

MCB - S9 @ 230/240 V

			Amont**	S290					S500						
	Caractéristique			C			D		B						
		I_{cu} [kA]		15					50						
Aval*			I_n [A]	80	100	125	80	100	16	20	25	32	40	50	63
S931N	B-C	4,5	2	T	T	T	T	T	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
			4	T	T	T	T	T		0,06	0,15	0,25	0,3	0,4	0,5
			6	T	T	T	T	T			0,075	0,2	0,25	0,3	0,4
			10	4	T	T	T	T				0,15	0,2	0,25	0,3
			16	2,5	3,5	3,5	4	T							0,3
			20	1,5	2,5	2,5	3	T							0,3
			25	0,5	0,5	1,5	2	4							0,3
			32	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							
			40	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							
S941N	B-C	6	2	T	T	T	T	T	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
			4	5	T	T	T	T			0,15	0,25	0,3	0,4	0,5
			6	4,5	5	T	5,5	T				0,2	0,25	0,3	0,4
			10	4	4,5	5	5	5				0,15	0,2	0,25	0,3
			16	2,5	3,5	3,5	4	4,5							0,3
			20	1,5	2,5	2,5	3	4,5							0,3
			25	0,5	0,5	1,5	2	4							0,3
			32	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							
			40	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							
S951N	B-C	10	2	6	8	9	7	8	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
			4	5	6	7,5	6	7			0,15	0,25	0,3	0,4	0,5
			6	4,5	5	6	5,5	6				0,2	0,25	0,3	0,4
			10	4	4,5	5	5	5				0,15	0,2	0,25	0,3
			16	2,5	3,5	3,5	4	4,5							0,3
			20	1,5	2,5	2,5	3	4,5							0,3
			25	0,5	0,5	1,5	2	4							0,3
			32	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							
			40	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							
S971N	B-C	10	2	6	8	9	7	8	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
			4	5	6	7,5	6	7			0,15	0,25	0,3	0,4	0,5
			6	4,5	5	6	5,5	6				0,2	0,25	0,3	0,4
			10	4	4,5	5	5	5				0,15	0,2	0,25	0,3
			16	2,5	3,5	3,5	4	4,5							0,3
			20	1,5	2,5	2,5	3	4,5							0,3
			25	0,5	0,5	1,5	2	4							0,3
			32	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							
			40	0,5	0,5	0,5	1,5	3,5							

* Disjoncteur en aval 1P+N (230/240 V)

** Pour réseaux en 230/240 V AC ⇒ disjoncteur bipolaire (phase + neutre)
Pour réseaux en 400/415 V AC ⇒ disjoncteur tétrapolaire (circuit en aval dérivé entre une phase et le neutre)

	S500									S500								
	C									D								
	50									50								
	10	13	16	20	25	32	40	50	63	10	13	16	20	25	32	40	50	63
	0,1	0,2	0,34	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	1	0,24	0,5	1	2	3	T	T	T	T
		0,15	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	0,2	0,32	0,5	1	2	3,5	T	T	T
		0,1	0,2	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,15	0,24	0,35	0,5	1	2	4	T	T
			0,15	0,2	0,34	0,48	0,53	0,58	0,62		0,2	0,32	0,35	0,5	0,5	2	T	T
				0,15	0,26	0,4	0,48	0,53	0,58			0,24	0,3	0,5	0,5	1,5	3,5	T
					0,2	0,34	0,4	0,48	0,53					0,35	0,5	1	2,5	3,5
						0,26	0,34	0,4	0,48						0,5	0,5	1,5	2
						0,26	0,34	0,4	0,48							0,5	1	1,5
						0,26	0,34	0,4	0,48								0,5	1
	0,1	0,2	0,34	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	1	0,24	0,5	1	2	3	5	T	T	T
		0,15	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	0,2	0,32	0,5	1	2	3,5	5	T	T
		0,1	0,2	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,15	0,24	0,35	0,5	1	2	4	5,5	T
			0,15	0,2	0,34	0,48	0,53	0,58	0,62		0,2	0,32	0,35	0,5	0,5	2	4,5	T
				0,15	0,26	0,4	0,48	0,53	0,58			0,24	0,3	0,5	0,5	1,5	3,5	5,5
					0,2	0,34	0,4	0,48	0,53					0,35	0,5	1	2,5	3,5
						0,26	0,34	0,4	0,48						0,5	0,5	1,5	2
						0,26	0,34	0,4	0,48							0,5	1	1,5
						0,26	0,34	0,4	0,48								0,5	1
	0,1	0,2	0,34	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	1	0,24	0,5	1	2	3	5	6	7	9
		0,15	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	0,2	0,32	0,5	1	2	3,5	5	6	8
		0,1	0,2	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,15	0,24	0,35	0,5	1	2	4	5,5	7
			0,15	0,2	0,34	0,48	0,53	0,58	0,62		0,2	0,32	0,35	0,5	0,5	2	4,5	6
				0,15	0,26	0,4	0,48	0,53	0,58			0,24	0,3	0,5	0,5	1,5	3,5	5,5
					0,2	0,34	0,4	0,48	0,53					0,35	0,5	1	2,5	3,5
						0,26	0,34	0,4	0,48						0,5	0,5	1,5	2
						0,26	0,34	0,4	0,48							0,5	1	1,5
						0,26	0,34	0,4	0,48								0,5	1
	0,1	0,2	0,34	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	1	0,24	0,5	1	2	3	5	6	7	9
		0,15	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,85	0,2	0,32	0,5	1	2	3,5	5	6	8
		0,1	0,2	0,26	0,4	0,53	0,58	0,62	0,7	0,15	0,24	0,35	0,5	1	2	4	5,5	7
			0,15	0,2	0,34	0,48	0,53	0,58	0,62		0,2	0,32	0,35	0,5	0,5	2	4,5	6
				0,15	0,26	0,4	0,48	0,53	0,58			0,24	0,3	0,5	0,5	1,5	3,5	5,5
					0,2	0,34	0,4	0,48	0,53					0,35	0,5	1	2,5	3,5
						0,26	0,34	0,4	0,48						0,5	0,5	1,5	2
						0,26	0,34	0,4	0,48							0,5	1	1,5
						0,26	0,34	0,4	0,48								0,5	1

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

MCCB @ 415 V 4p - S9 @ 240 V

			Amont	T1																		
			Version	B,C,N																		
			Relais	TMD													TMD, MA					
			I_u [A]	160																		
Aval	Caract	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160**	160	16	20	25	32	40	50	
S931N	C	4,5	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	C		6	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	C		10			3	3	3	T	T	T	T	T	T	T		3*	3	3	3	T	
	C		16					3	T	T	T	T	T	T	T				3*	3	T	
	C		20						3	T	T	T	T	T	T				3*		3	
	C		25							T	T	T	T	T	T						3*	
	C		32								T	T	T	T	T						3*	
	C		40									T	T	T	T							
S941N	B-C	6	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	B-C		6	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	B-C		10			3	3	3	4,5	T	T	T	T	T	T		3*	3	3	3	4,5	
	B-C		16					3	4,5	5	T	T	T	T	T				3*	3	4,5	
	B-C		20						3	5	6	T	T	T	T				3*		3	
	B-C		25							5	6	T	T	T	T						3*	
	B-C		32								6	T	T	T	T						3*	
	B-C		40									T	T	T	T							
S951N	B-C	10	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	B-C		6	6	6	6	6	6	6	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	B-C		10			3	3	3	4,5	7,5	8,5	T	T	T	T		3*	3	3	3	4,5	
	B-C		16					3	4,5	5	7,5	T	T	T	T				3*	3	4,5	
	B-C		20						3	5	6	T	T	T	T				3*		3	
	B-C		25							5	6	T	T	T	T						3*	
	B-C		32								6	7,5	T	T	T						3*	
	B-C		40									7,5	T	T	T							
S971N	B-C	10	≤4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	B-C		6	6	6	6	6	6	6	12	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	B-C		10			3	3	3	4,5	7,5	8,5	T	T	T	T		3*	3	3	3	4,5	
	B-C		16					3	4,5	5	7,5	T	T	T	T				3*	3	4,5	
	B-C		20						3	5	6	T	T	T	T				3*		3	
	B-C		25							5	6	T	T	T	T						3*	
	B-C		32								6	7,5	T	T	T						3*	
	B-C		40									7,5	T	T	T							

Disjoncteur en amont 4p (circuit en aval dérivé entre une phase et le neutre)
Disjoncteur en aval 1P+N (230/240 V)
* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont
** Neutre 50%

T2													T3										
N,S,H,L													N,S										
								EL					TMD, MA										
160													250										
63	80	100	125**	125	160**	160	10	25	63	100	160		63	80	100	125**	125	160**	160	200**	200	250**	250
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T			T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T			T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T			T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T			T	T	T			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T*	T		T	T	T				T	T			T*	T		T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5	T	T	T	T	T	T			T	T	T		5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5	T	T	T	T	T	T			T	T	T		5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5	T	T	T	T	T	T			T	T	T		5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T			T	T	T			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T*	T		T	T	T				T	T			T*	T		T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
7,5	8,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T		7,5	8,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5	7,5	T	7,5	T	T	T			T	T	T		5	7,5	T	7,5	T	T	T	T	T	T	T
5	6	T	6	T	T	T			T	T	T		5	6	T	6	T	T	T	T	T	T	T
5	6	T	6	T	T	T			T	T	T		5	6	T	6	T	T	T	T	T	T	T
	6	7,5	6	T	T	T			T	T	T			6	7,5	6	T	T	T	T	T	T	T
	6*	7,5		T	T	T				T	T			6*	7,5		T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
7,5	8,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T		7,5	8,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5	7,5	T	7,5	T	T	T			T	T	T		5	7,5	T	7,5	T	T	T	T	T	T	T
5	6	T	6	T	T	T			T	T	T		5	6	T	6	T	T	T	T	T	T	T
5	6	T	6	T	T	T			T	T	T		5	6	T	6	T	T	T	T	T	T	T
	6	7,5	6	T	T	T			T	T	T			6	7,5	6	T	T	T	T	T	T	T
	6*	7,5		T	T	T				T	T			6*	7,5		T	T	T	T	T	T	T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCB
- Disjoncteur en aval : MCB

MCB - S200L @ 400/415 V

		Amont	S290		S500			
	Caractéristique		D		D			
	I_{cu} [kA]		15		50			
Aval		I_n [A]	80	100	32	40	50	63
S200L	C	6	6..8	T	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	T	1	1,5	2	3
			13	4,5	6		1,5	2	3
			16	4,5	6			2	3
			20	3,5	5				2,5
			25	3,5	5				
			32		4,5				
			40						

MCB - S200 @ 400/415 V

		Amont	S290		S500			
	Caractéristique		D		D			
	I_{cu} [kA]		15		50			
Aval		I_n [A]	80	100	32	40	50	63
S200	C	10	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	T	T
			4	T	T	2	3	6	T
	B-C		6	T	T	1,5	2	3	5,5
			8	T	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			13	4,5	7		1,5	2	3
			16	4,5	7			2	3
			20	3,5	5				2,5
			25	3,5	5				
			32		4,5				
			40						
			50						
			63						
	D	10	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	T	T
			4	T	T	2	3	6	T
			6	T	T	1,5	2	3	5,5
			8	T	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			13	3	5			1,5	2
			16	3	5			1,5	2
			20	3	5				2
			25		4				
			32						
			40						
			50						
			63						

MCB - S200 @ 400/415 V

			Amont	S290		S500			
	Caractéristique			D		D			
		I_{cu} [kA]		15		50			
Aval			I_n [A]	80	100	32	40	50	63
S200	K	10	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	T	T
			4	T	T	2	3	6	T
			6	T	T	1,5	2	3	5,5
			8	T	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8		1,5	2	3
			16	3	5				2
			20	3	5				
			25		4				
			32						
			40						
			50						
			63						
	Z	10	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	T	T
			4	T	T	2	3	6	T
			6	T	T	1,5	2	3	5,5
			8	T	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			16	4,5	7	1	1,5	2	3
			20	3,5	5		1,5	2	2,5
			25	3,5	5			2	2,5
			32	3	4,5				2
			40	3	4,5				
			50		3				
			63						

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCB
- Disjoncteur en aval : MCB

MCB - S200M @ 400/415 V

			Amont	S290		S500			
	Caractéristique			D		D			
		I_{cu} [kA]		15		50			
Aval			I_n [A]	80	100	32	40	50	63
S200M	C	15	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	T	T
			4	T	T	2	3	6	T
	B-C		6	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			8	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			13	4,5	7		1,5	2	3
			16	4,5	7			2	3
			20	3,5	5				2,5
			25	3,5	5				
			32		4,5				
			40						
			50						
			63						
	D	15	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	T	T
			4	T	T	2	3	6	T
			6	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			8	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			16	3	5			1,5	2
			20	3	5				2
			25		4				
			32						
			40						
			50						
			63						
	K	15	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	T	T
			4	T	T	2	3	6	T
			6	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			8	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8		1,5	2	3
			16	3	5				2
			20	3	5				
			25		4				
			32						
			40						
			50						
			63						

MCB - S200P @ 400/415 V

			Amont	S290		S500			
	Caractéristique			D		D			
		I_{cu} [kA]		15		50			
Aval			I_n [A]	80	100	32	40	50	63
S200P	C	25	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	15	15
			4	T	T	2	3	6	15
	B-C		6	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			8	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			13	4,5	7		1,5	2	3
			16	4,5	7			2	3
			20	3,5	5				2,5
			25	3,5	5				
		15	32		4,5				
			40						
			50						
			63						
	D	25	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	15	15
			4	T	T	2	3	6	15
			6	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			8	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			13	3	5			1,5	2
			16	3	5			1,5	2
			20	3	5				2
			25		4				
		15	32						
			40						
			50						
			63						

MCB - S200P @ 400/415 V

			Amont	S290		S500			
	Caractéristique			D		D			
		I_{cu} [kA]		15		50			
Aval			I_n [A]	80	100	32	40	50	63
S200P	K	25	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	15	15
			4	T	T	2	3	6	15
			6	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			8	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8		1,5	2	3
			13	3	5			1,5	2
			16	3	5				2
			20	3	5				
			25		4				
		15	32						
			40						
			50						
			63						
	Z	25	≤2	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	3	6	15	15
			4	T	T	2	3	6	15
			6	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			8	10,5	T	1,5	2	3	5,5
			10	5	8	1	1,5	2	3
			16	4,5	7	1	1,5	2	3
			20	3,5	5		1,5	2	2,5
			25	3,5	5			2	2,5
		15	32	3	4,5				2
			40	3	4,5				
			50		3				
			63						

MCB - S500 @ 400/415 V

			Amont	S290	
	Caractéristique			D	
		I_{cu} [kA]		15	
Aval			I_n [A]	80	100
S500	B-C-D	50	6	6	10
			10	6	10
			13	6	10
			16	6	10
			20	6	7,5
			25	4,5	6
			32		6
			40		
			50		
			63		
	K	50	≤5,8	T	T
			5,3..8	10	T
			7,3..11	7,5	T
		30	10..15	4,5	10
			14..20	4,5	6
			18..26		4,5
			23..32		
			29..37		
			34..41		
			38..45		

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T1 - S200L @ 400/415 V

			Amont	T1										
			Version	B,C,N										
			Relais	TM										
			I_u [A]	160										
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
S200L	C	6	6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			10			3	3	3	4,5	T	T	T	T	T
			13				3	3	4,5	T	T	T	T	T
			16					3	4,5	5	T	T	T	T
			20						3	5	T	T	T	T
			25							5	T	T	T	T
			32								T	T	T	T
			40									T	T	T

Tmax T1 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T1										
			Version	B,C,N										
			Relais	TM										
			I_u [A]	160										
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
S200	C	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			10			3	3	3	4,5	7,5	8,5	T	T	T
			13				3	3	4,5	7,5	7,5	T	T	T
			16					3	4,5	5	7,5	T	T	T
			20						3	5	6	T	T	T
			25							5	6	T	T	T
			32								6	7,5	T	T
			40									7,5	T	T
			50										7,5	T
			63											T
	D	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			10			3	3	3	3	5	8,5	T	T	T
			13					2	2	3	5	8	T	T
			16					2	2	3	5	8	T	T
			20						2	3	4,5	6,5	T	T
			25							2,5	4	6	9,5	T
			32								4	6	9,5	T
			40									5	8	T
			50										5	9,5
			63											9,5

Tmax T1 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T1										
			Version	B,C,N										
			Relais	TM										
			I_u [A]	160										
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
S200	K	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			10			3	3	3	3	6	8,5	T	T	T
			16					3	3	4,5	7,5	T	T	T
			20						3	3,5	5,5	6,5	T	T
			25							3,5	5,5	6	9,5	T
			32								4,5	6	9,5	T
			40									5	8	T
			50										6	9,5
			63											9,5
	Z	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T
			10			3	3	3	4,5	8	8,5	T	T	T
			16					3	4,5	5	7,5	T	T	T
			20						3	5	6	T	T	T
			25							5	6	T	T	T
			32								6	7,5	T	T
			40									7,5	T	T
			50										7,5	T
			63											T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T1 - S200M @ 400/415 V

			Amont	T1										
			Version	B,C,N										
			Relais	TM										
			I_u [A]	160										
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
S200M	C	15	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T
			10			3	3	3	4,5	7,5	8,5	T	T	T
			13				3	3	4,5	7,5	7,5	12	T	T
			16					3	4,5	5	7,5	12	T	T
			20						3	5	6	10	T	T
			25							5	6	10	T	T
			32								6	7,5	12	T
			40									7,5	12	T
			50										7,5	10,5
			63											10,5
	D	15	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	T	T	T
			10			3	3	3	3	5	8,5	T	T	T
			16					2	2	3	5	8	13,5	T
			20						2	3	4,5	6,5	11	T
			25							2,5	4	6	9,5	T
			32								4	6	9,5	T
			40									5	8	T
			50										5	9,5
			63											9,5
	K	15	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	T	T	T
			10			3	3	3	3	6	8,5	T	T	T
			16					3	3	4,5	7,5	10	13,5	T
			20						3	3,5	5,5	6,5	11	T
			25							3,5	5,5	6	9,5	T
			32								4,5	6	9,5	T
			40									5	8	T
			50										6	9,5
			63											9,5

Tmax T1 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T1										
			Version	B,C,N										
			Relais	TM										
			I_u [A]	160										
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
S200P	C	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
	B-C		6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17*	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17*	T	T
			10			3	3	3	4,5	7,5	8,5	17*	T	T
			13				3	3	4,5	7,5	7,5	12	20*	T
			16					3	4,5	5	7,5	12	20*	T
			20						3	5	6	10	15	T
			25							5	6	10	15	T
		15	32								6	7,5	12	T
			40									7,5	12	T
			50										7,5	10,5
			63											10,5
	D	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17*	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	17*	T	T
			10			3	3	3	3	5	8,5	17*	T	T
			13					2	2	3	5	8	13,5	T
			16					2	2	3	5	8	13,5	T
			20						2	3	4,5	6,5	11	T
			25							2,5	4	6	9,5	T
		15	32								4	6	9,5	T
			40									5	8	T
			50										5	9,5
			63											9,5

* Choisir la valeur la plus basse entre ce qui est indiqué et le pouvoir de coupure du disjoncteur en amont

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T1 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T1										
			Version	B,C,N										
			Relais	TM										
			I_u [A]	160										
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
S200P	K	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17*	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	17*	T	T
			10			3	3	3	3	6	8,5	17*	T	T
			13					3	3	5	7,5	10	13,5	T
			16					3	3	4,5	7,5	10	13,5	T
			20						3	3,5	5,5	6,5	11	T
			25							3,5	5,5	6	9,5	T
		15	32								4,5	6	9,5	T
			40									5	8	T
			50										6	9,5
			63											9,5
	Z	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	17*	T	T
			6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17*	T	T
			8		5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	17*	T	T
			10			3	3	3	4,5	8	8,5	17*	T	T
			16					3	4,5	5	7,5	12	20*	T
			20						3	5	6	10	15	T
			25							5	6	10	15	T
		15	32								6	7,5	12	T
			40									7,5	12	T
			50										7,5	10,5
			63											10,5

* Choisir la valeur la plus basse entre ce qui est indiqué et le pouvoir de coupure du disjoncteur en amont

Tmax T1 - S500 @ 400/415 V

			Amont	T1										
			Version	B,C,N										
			Relais	TM										
			I_u [A]	160										
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
S500	B-C-D	50	6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	20*	25*	T
			10			4,5	4,5	4,5	4,5	8	10	20*	25*	T
			13				4,5	4,5	4,5	7,5	10	15	25*	T
			16					4,5	4,5	7,5	10	15	25*	T
			20						4,5	7,5	10	15	25*	T
			25							6	10	15	20*	T
			32								7,5	10	20*	T
			40									10	20*	T
			50										15	T
			63											T
	K	50	≤5.8	36	36	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			5.3..8	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T
			7.3..11			4,5	4,5	4,5	4,5	8	T	T	T	T
		30	10..15				4,5	4,5	4,5	7,5	10	15	T	T
			14..20					4,5	4,5	7,5	10	15	T	T
			18..26						4,5	7,5	10	15	T	T
			23..32							6	10	15	20*	T
			29..37								7,5	10	20*	T
			34..41									10	20*	T
			38..45										15	T

* Choisir la valeur la plus basse entre ce qui est indiqué et le pouvoir de coupure du disjoncteur en amont

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T2 - S200L @ 400/415 V

			Amont	T2																
			Version	N,S,H,L																
			Relais	TM,M												EL				
			I_u [A]	160																
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S200L	C	6	6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	4,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			13			3*		3	3	4,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			16					3*	3	4,5	5	T	T	T	T			T	T	T
			20					3*		3	5	T	T	T	T			T	T	T
			25							3*	5	T	T	T	T			T	T	T
			32							3*		T	T	T	T			T	T	T
			40									5,5*	T	T	T				T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont

Tmax T2 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T2																
			Version	N,S,H,L																
			Relais	TM,M												EL				
			I_u [A]	160																
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S200	C	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	4,5	7,5	8,5	T	T	T		T	T	T	T
			13			3*		3	3	4,5	7,5	7,5	T	T	T		T	T	T	T
			16					3*	3	4,5	5	7,5	T	T	T			T	T	T
			20					3*		3	5	6	T	T	T			T	T	T
			25							3*	5	6	T	T	T			T	T	T
			32							3*		6	7,5	T	T			T	T	T
			40									5,5*	7,5	T	T				T	T
			50									3*	5*	7,5	T				T	T
			63										5*		T					T
	D	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	3	5	8,5	T	T	T		T	T	T	T
			13					2*	2	2	3	5	8	T	T			T	T	T
			16					2*	2	2	3	5	8	T	T			T	T	T
			20					2*		2	3	4,5	6,5	T	T			T	T	T
			25							2*	2,5	4	6	9,5	T			T	T	T
			32									4	6	9,5	T			T	T	T
			40									3*	5	8	T				T	T
			50									2*	3*	5	9,5				9,5	9,5
			63										3*		9,5					9,5

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Tmax T2 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T2																
			Version	N,S,H,L																
			Relais	TM,M												EL				
			I_u [A]	160																
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S200	K	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	3	6	8,5	T	T	T		T	T	T	T
			16					2*	3	3	4,5	7,5	T	T	T			T	T	T
			20					2*		3	3,5	5,5	6,5	T	T			T	T	T
			25							2*	3,5	5,5	6	9,5	T			T	T	T
			32									4,5	6	9,5	T			T	T	T
			40									3*	5	8	T				T	T
			50									2*	3*	6	9,5				9,5	9,5
			63										3*		9,5					9,5
	Z	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	T	T	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	4,5	8	8,5	T	T	T		T	T	T	T
			16					3*	3	4,5	5	7,5	T	T	T			T	T	T
			20					3*		3	5	6	T	T	T			T	T	T
			25							3*	5	6	T	T	T			T	T	T
			32							3*		6	7,5	T	T			T	T	T
			40									5,5*	7,5	T	T				T	T
			50									4*	5*	7,5	T				T	T
			63										5*		T					T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Tmax T2 - S200M @ 400/415 V

			Amont	T2																
			Version	N,S,H,L																
			Relais	TM,M												EL				
			I_u [A]	160																
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S200M	C	15	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	4,5	7,5	8,5	T	T	T		T	T	T	T
			13			3*		3	3	4,5	7,5	7,5	12	T	T		T	T	T	T
			16					3*	3	4,5	5	7,5	12	T	T			T	T	T
			20					3*		3	5	6	10	T	T			T	T	T
			25							3*	5	6	10	T	T			T	T	T
			32							3*		6	7,5	12	T			T	T	T
			40									5,5*	7,5	12	T				T	T
			50									3*	5*	7,5	10,5				10,5	10,5
			63										5*		10,5					10,5
	D		≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	3	5	8,5	T	T	T		T	T	T	T
			16					2*	2	2	3	5	8	13,5	T			T	T	T
			20					2*		2	3	4,5	6,5	11	T			T	T	T
			25							2*	2,5	4	6	9,5	T			T	T	T
			32									4	6	9,5	T			T	T	T
			40									3*	5	8	T				T	T
			50									2*	3*	5	9,5				9,5	9,5
			63										3*		9,5					9,5
	K		≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	T	T	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	T	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	3	6	8,5	T	T	T		T	T	T	T
			16					2*	3	3	4,5	7,5	10	13,5	T			T	T	T
			20					2*		3	3,5	5,5	6,5	11	T			T	T	T
			25							2*	3,5	5,5	6	9,5	T			T	T	T
			32									4,5	6	9,5	T			T	T	T
			40									3*	5	8	T				T	T
			50									2*	3*	6	9,5				9,5	9,5
			63										3*		9,5					9,5

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T2 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T2																
			Version	N,S,H,L																
			Relais	TM,M												EL				
			I_u [A]	160																
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S200P	C	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	4,5	7,5	8,5	17	T	T		T	T	T	T
			13			3*		3	3	4,5	7,5	7,5	12	20	T		T	T	T	T
			16					3*	3	4,5	5	7,5	12	20	T			T	T	T
			20					3*		3	5	6	10	15	T			T	T	T
			25							3*	5	6	10	15	T			T	T	T
		15	32							3*		6	7,5	12	T			T	T	T
			40									5,5*	7,5	12	T				T	T
			50									3*	5*	7,5	10,5				10,5	10,5
			63										5*		10,5					10,5
	D	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	17	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	3	5	8,5	17	T	T		T	T	T	T
			13					2*	2	2	3	5	8	13,5	T			T	T	T
			16					2*	2	2	3	5	8	13,5	T			T	T	T
			20					2*		2	3	4,5	6,5	11	T			T	T	T
			25							2*	2,5	4	6	9,5	T			T	T	T
		15	32									4	6	9,5	T			T	T	T
			40									3*	5	8	T				T	T
			50									2*	3*	5	9,5				9,5	9,5
			63										3*		9,5					9,5

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T2 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T2																
			Version	N,S,H,L																
			Relais	TM,M												EL				
			I_u [A]	160																
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S200P	K	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	12	17	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	3	6	8,5	17	T	T		T	T	T	T
			13					2*	3	3	5	7,5	10	13,5	T		T	T	T	T
			16					2*	3	3	4,5	7,5	10	13,5	T			T	T	T
			20					2*		3	3,5	5,5	6,5	11	T			T	T	T
			25							2*	3,5	5,5	6	9,5	T			T	T	T
		15	32									4,5	6	9,5	T			T	T	T
			40									3*	5	8	T				T	T
			50									2*	3*	6	9,5				9,5	9,5
			63										3*		9,5					9,5
	Z	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	T	T	T	T	T	T	T
			6	5,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17	T	T		T	T	T	T
			8			5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	17	T	T		T	T	T	T
			10			3*	3	3	3	4,5	8	8,5	17	T	T		T	T	T	T
			16					3*	3	4,5	5	7,5	12	20	T			T	T	T
			20					3*		3	5	6	10	15	T			T	T	T
			25							3*	5	6	10	15	T			T	T	T
		15	32							3*		6	7,5	12	T			T	T	T
			40									5,5*	7,5	12	T				T	T
			50									4*	5*	7,5	10,5				10,5	10,5
			63										5*		10,5					10,5

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T2 - S290 @ 400/415 V

			Amont	T2	
			Version	N,S,H,L	
			Relais	TM,M	EL
			I_u [A]	160	
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	160	160
S290	C-D-K	15	80		4
			100		4
	C		125		4

Tmax T2 - S500 @ 400/415 V

			Amont	T2																
			Version	N,S,H,L																
			Relais	TM,M												EL				
			I_u [A]	160																
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	10	25	63	100	160
S500	B-C-D	50	6	4,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	15	20	25	36		36	36	36	36
			10			4,5*	4,5	4,5	4,5	4,5	8	10	20	25	36		36	36	36	36
			13			4,5*		4,5	4,5	4,5	7,5	10	15	25	36		36	36	36	36
			16					4,5*	4,5	4,5	7,5	10	15	25	36			36	36	36
			20					4,5*		4,5	7,5	10	15	25	36			36	36	36
			25							4,5*	6	10	15	20	36			36	36	36
			32							4,5*		7,5	10	20	36			36	36	36
			40									5*	10	20	36				36	36
			50									5*	7,5*	15	36				36	36
			63										5*		36					36
	K	50	≤5,8	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	50**	50**	50**	50**	50**	50**
			5,3..8	4,5*	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,5	36	36	36	50**		50**	50**	50**	50**
			7,3..11			4,5*	4,5	4,5	4,5	4,5	8	36	36	36	50**		50**	50**	50**	50**
		30	10..15			4,5*		4,5	4,5	4,5	7,5	10	15	T	T		T	T	T	T
			14..20					4,5*	4,5	4,5	7,5	10	15	T	T			T	T	T
			18..26					4,5*		4,5	7,5	10	15	T	T			T	T	T
			23..32							4,5*	6	10	15	20	T			T	T	T
			29..37							4,5*		7,5	10	20	T				T	T
			34..41									5*	10	20	T				T	T
			38..45									5*	7,5*	15	T				T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Choisir la valeur la plus basse entre ce qui est indiqué et le pouvoir de coupure du disjoncteur en amont.

Tmax T3 - S200L@ 400/415 V

			Amont	T3						
			Version	N,S						
			Relais	TM,M						
			I_u [A]	250						
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	63	80	100	125	160	200	250
S200L	C	6	6	T	T	T	T	T	T	T
			8	T	T	T	T	T	T	T
			10	T	T	T	T	T	T	T
			13	T	T	T	T	T	T	T
			16	5	T	T	T	T	T	T
			20	5	T	T	T	T	T	T
			25	5	T	T	T	T	T	T
			32		T	T	T	T	T	T
			40		4	T	T	T	T	T

Tmax T3 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T3						
			Version	N,S						
			Relais	TM,M						
			I_u [A]	250						
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	63	80	100	125	160	200	250
S200	C	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	T	T	T	T	T	T	T
			8	T	T	T	T	T	T	T
			10	7,5	8,5	T	T	T	T	T
			13	7,5	7,5	T	T	T	T	T
			16	5	7,5	T	T	T	T	T
			20	5	6	T	T	T	T	T
			25	5	6	T	T	T	T	T
			32		6	7,5	T	T	T	T
			40			7,5	T	T	T	T
			50			5*	7,5	T	T	T
			63			5*	6*	T	T	T
	D	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T
			6	T	T	T	T	T	T	T
			8	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	8,5	T	T	T	T	T
			13	3	5	8	T	T	T	T
			16	3	5	8	T	T	T	T
			20	3	4,5	6,5	T	T	T	T
			25	2,5	4	6	9,5	T	T	T
			32		4	6	9,5	T	T	T
			40			5	8	T	T	T
			50			3*	5	9,5	T	T
			63			3*	5*	9,5	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont

Tmax T3 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T3						
			Version	N,S						
			Relais	TM,M						
			I_u [A]	250						
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	63	80	100	125	160	200	250
S200	K	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T
			6	T	T	T	T	T	T	T
			8	T	T	T	T	T	T	T
			10	6	8,5	T	T	T	T	T
			16	4,5	7,5	T	T	T	T	T
			20	3,5	5,5	6,5	T	T	T	T
			25	3,5	5,5	6	9,5	T	T	T
			32		4,5	6	9,5	T	T	T
			40			5	8	T	T	T
			50			3*	6	9,5	T	T
			63			3*	5,5*	9,5	T	T
	Z	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T
			6	T	T	T	T	T	T	T
			8	T	T	T	T	T	T	T
			10	8	8,5	T	T	T	T	T
			16	5	7,5	T	T	T	T	T
			20	5	6	T	T	T	T	T
			25	5	6	T	T	T	T	T
			32		6	7,5	T	T	T	T
			40			7,5	T	T	T	T
			50			5*	7,5	T	T	T
			63			5*	6*	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T3 - S200M @ 400/415 V

			Amont	T3						
			Version	N,S						
			Relais	TM,M						
			I_u [A]	250						
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	63	80	100	125	160	200	250
S200M	C	15	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	10,5	T	T	T	T	T	T
			8	10,5	T	T	T	T	T	T
			10	7,5	8,5	T	T	T	T	T
			13	7,5	7,5	12	T	T	T	T
			16	5	7,5	12	T	T	T	T
			20	5	6	10	T	T	T	T
			25	5	6	10	T	T	T	T
			32		6	7,5	12	T	T	T
			40			7,5	12	T	T	T
			50			5*	7,5	10,5	T	T
			63			5*	6*	10,5	T	T
	D	15	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T
			6	10,5	T	T	T	T	T	T
			8	10,5	12	T	T	T	T	T
			10	5	8,5	T	T	T	T	T
			16	3	5	8	13,5	T	T	T
			20	3	4,5	6,5	11	T	T	T
			25	2,5	4	6	9,5	T	T	T
			32		4	6	9,5	T	T	T
			40			5	8	T	T	T
			50			3*	5	9,5	T	T
			63			3*	5*	9,5	T	T
	K	15	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T	T	T	T	T	T
			6	10,5	T	T	T	T	T	T
			8	10,5	12	T	T	T	T	T
			10	6	8,5	T	T	T	T	T
			16	4,5	7,5	10	13,5	T	T	T
			20	3,5	5,5	6,5	11	T	T	T
			25	3,5	5,5	6	9,5	T	T	T
			32		4,5	6	9,5	T	T	T
			40			5	8	T	T	T
			50			3*	6	9,5	T	T
			63			3*	5,5*	9,5	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Tmax T3 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T3						
			Version	N,S						
			Relais	TM,M						
			I_u [A]	250						
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	63	80	100	125	160	200	250
S200P	C	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	17	T	T	T	T
			4	15	15	17	T	T	T	T
	B-C		6	10,5	15	17	T	T	T	T
			8	10,5	15	17	T	T	T	T
			10	7,5	8,5	17	T	T	T	T
			13	7,5	7,5	12	20	T	T	T
			16	5	7,5	12	20	T	T	T
			20	5	6	10	15	T	T	T
			25	5	6	10	15	T	T	T
		15	32		6	7,5	12	T	T	T
			40			7,5	12	T	T	T
			50			5*	7,5	10,5	T	T
			63			5*	6*	10,5	T	T
	D	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	T	T	T	T	T
			4	15	15	T	T	T	T	T
			6	10,5	15	T	T	T	T	T
			8	10,5	12	T	T	T	T	T
			10	5	8,5	T	T	T	T	T
			13	3	5	8	13,5	T	T	T
			16	3	5	8	13,5	T	T	T
			20	3	4,5	6,5	11	T	T	T
			25	2,5	4	6	9,5	T	T	T
		15	32		4	6	9,5	T	T	T
			40			5	8	T	T	T
			50			3*	5	9,5	T	T
			63			3*	5*	9,5	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T3 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T3						
			Version	N,S						
			Relais	TM,M						
			I_u [A]	250						
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	63	80	100	125	160	200	250
S200P	K	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	17	T	T	T	T
			4	15	15	17	T	T	T	T
			6	10,5	15	17	T	T	T	T
			8	10,5	12	17	T	T	T	T
			10	6	8,5	17	T	T	T	T
			13	5	7,5	10	13,5	T	T	T
			16	4,5	7,5	10	13,5	T	T	T
			20	3,5	5,5	6,5	11	T	T	T
			25	3,5	5,5	6	9,5	T	T	T
		15	32		4,5	6	9,5	T	T	T
			40			5	8	T	T	T
			50			3*	6	9,5	T	T
			63			3*	5,5*	9,5	T	T
	Z	25	≤2	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15	17	T	T	T	T
			4	15	15	17	T	T	T	T
			6	10,5	15	17	T	T	T	T
			8	10,5	15	17	T	T	T	T
			10	8	8,5	17	T	T	T	T
			16	5	7,5	12	20	T	T	T
			20	5	6	10	15	T	T	T
			25	5	6	10	15	T	T	T
		15	32		6	7,5	12	T	T	T
			40			7,5	12	T	T	T
			50			5*	7,5	10,5	T	T
			63			5*	6*	10,5	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T3 - S290 @ 400/415 V

			Amont	T3		
			Version	N,S		
			Relais	TM,M		
			I_u [A]	250		
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	160	200	250
S290	C-D-K	15	80	4*	10	15
			100	4*	7,5*	15
	C		125		7,5*	

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Tmax T3 - S500 @ 400/415 V

			Amont	T3						
			Version	N,S						
			Relais	TM,M						
			I_u [A]	250						
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	63	80	100	125	160	200	250
S500	B-C-D	50	6	10,5	15	20	25	36	36	36
			10	8	10	20	25	36	36	36
			13	7,5	10	15	25	36	36	36
			16	7,5	10	15	25	36	36	36
			20	7,5	10	15	25	36	36	36
			25	6	10	15	20	36	36	36
			32		7,5	10	20	36	36	36
			40			10	20	36	36	36
			50			7,5*	15	36	36	36
			63			5*	6*	36	36	36
	K	50	≤5,8	36	36	36	36	T	T	T
			5,3..8	10,5	36	36	36	T	T	T
			7,3..11	8	36	36	36	T	T	T
		30	10..15	7,5	10	15	T	T	T	T
			14..20	7,5	10	15	T	T	T	T
			18..26	7,5	10	15	T	T	T	T
			23..32	6	10	15	20	T	T	T
			29..37		7,5	10	20	T	T	T
			34..41			10	20	T	T	T
			38..45			7,5*	15	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Tmax T4 - S200L @ 400/415 V

			Amont	T4													
			Version	N,S, H, L, V													
			Relais	TM,M										EL			
			I_u [A]	250										250			320
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250	100	160	250	320
S200L	C	6	6	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*	5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		3*	5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32				5**	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont MA 52.

Tmax T4 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T4													
			Version	N,S, H, L, V													
			Relais	TM,M										EL			
			I_u [A]	250										250			320
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250	100	160	250	320
S200	C	10	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	6,5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*	5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		3*	5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32				5**	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					6,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
	D	10	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*		4	5,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16				4	5,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				4**	5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				4**	4,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32					4,5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					4,5*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			50						T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			63							T*	T*	T	T	T	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont MA 52.

Tmax T4 - S200 @ 400/415 V

			Amont	T4													
			Version	N,S, H, L, V													
			Relais	TM,M										EL			
			I_u [A]	250										250			320
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250	100	160	250	320
S200	K	10	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10		5*	5	5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		5*		5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	6	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5**	6*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32				5**	6*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					5,5*	T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T*	T*	T*	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T*	T*	T*	T	T	T	T	T
	Z	10	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	6,5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		5*	4,5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32				5**	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					6,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T	T	T	T	T	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont MA 52.

Tmax T4 - S200M @ 400/415 V

			Amont	T4													
			Version	N,S, H, L, V													
			Relais	TM,M										EL			
			I_u [A]	250										250			320
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250	100	160	250	320
S200M	C	15	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	6,5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*	5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		3*	5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32				5**	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					6,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
	D		≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16				4	5,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				4**	5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				4**	4,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32					4,5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					4,5*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			50						T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			63							T*	T*	T	T	T	T	T	T
	K		≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10		5*	5	5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		5*		5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	6	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5**	6*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32				5**	6*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					5,5*	T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T*	T*	T*	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T*	T*	T*	T	T	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont MA 52.

Tmax T4 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T4													
			Version	N,S, H, L, V													
			Relais	TM,M										EL			
			I_u [A]	250										250			320
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250	100	160	250	320
S200P	C	25	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	B-C		6	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	6,5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*	5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		3*	5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		15	32				5**	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					6,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
	D	25	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*		4	5,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16				4	5,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				4**	5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				4**	4,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		15	32					4,5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					4,5*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			50						T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			63							T*	T*	T	T	T	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont MA 52.

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCB

Tmax T4 - S200P @ 400/415 V

			Amont	T4													
			Version	N,S, H, L, V													
			Relais	TM,M										EL			
			I_u [A]	250										250			320
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250	100	160	250	320
S200P	K	25	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10		5*	5	5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*	5	5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		5*		5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	6	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5**	6*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		15	32				5**	6*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					5,5*	T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T*	T*	T*	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T*	T*	T*	T	T	T	T	T
	Z	25	≤2	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			3	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			4	15	15*	15	15	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			6	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	7,5	7,5*	7,5	7,5	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	5	5*	5	6,5	9	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		5*	4,5	6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				5	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		15	32				5**	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					6,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			63						T*	T	T	T	T	T	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont MA 52.

Tmax T4 - S290 @ 400/415 V

			Amont	T4					
			Version	N,S, H, L, V					
			Relais	TM,M			EL		
			I_u [A]	250			250		320
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	160	200	250	160	250	320
S290	C-K	15	80	5	11	T	T	T	T
			100	5*	8	T	12	T	T
	C		125		8*	12		T	T
	D		80	5	11	T	T	T	T
			100		8	T	12	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

Tmax T4 - S500 @ 400/415 V

			Amont	T4													
			Version	N,S, H, L, V													
			Relais	TM,M									EL				
			I_u [A]	250									250			320	
Aval	Caract.	I_{cu} [kA]	I_n [A]	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250	100	160	250	320
S500	B-C	50	6	7,5	7,5*	7,5	7,5	16	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	6,5	6,5*	6,5	6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13	6,5	5*	6,5	6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16		5*	6,5	6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20		4*	6,5	6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32				6,5	8	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40				5*	6,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			50					5*	7,5	T	T	T	T	T	T	T	T
			63						5*	7	T	T	T	T	T	T	T
	D	50	6	7,5	7,5*	7,5	7,5	16	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	6,5	6,5*	6,5	6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			13		5*		6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			16				6,5	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			20				6,5**	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25				6,5**	11	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			32					8*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			40					6,5*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			50						7,5*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			63							7*	T*	T	T	T	T	T	T
	K	50	≤5.8	40	40*	40	40	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			5,3..8	6	6*	6	6	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			7,3..11		5*	5	5	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		30	10..15		5*		5	12	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			14..20				5	12	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			18..26				5**	12*	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			23..32				5**	12*	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			29..37				5**	8*	T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			34..41					6*	T*	T*	T	T	T	T	T	T	T
			38..45					6*	8*	T*	T*	T	T	T	T	T	T

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont MA 52.

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - Tmax T1 @ 400/415 V

			Amont	T1	T2					T3			T4								
	Version			B, C, N	N,S,H,L					N,S			N,S,H,L,V								
	Relais			TM	TM,M	EL				TM,M			TM,M								
		I_u [A]		160	160					250			250								
Aval			I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
T1	B	TM	160	16	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
				20	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
				25	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
				32	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
				40	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
				50	3	3			3	3	3	4	5						10*	10	10	10	10
				63	3	3				3	3	4	5							10*	10	10	10
				80						3		4	5								10	10	10
				100									5								10*	10	10
				125																		10*	10
				160																			
	C			25	3	3		3	3	3	3	4	5				10**	10	10	10	10	10	10
				32	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
				40	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
				50	3	3			3	3	3	4	5						10*	10	10	10	10
				63	3	3				3	3	4	5							10*	10	10	10
				80						3		4	5								10	10	10
				100									5								10*	10	10
				125																		10*	10
				160																			
	N			32	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
				40	3	3			3	3	3	4	5					10*	10	10	10	10	10
				50	3	3			3	3	3	4	5						10*	10	10	10	10
				63	3	3				3	3	4	5							10*	10	10	10
				80						3		4	5								10	10	10
				100									5								10*	10	10
				125																		10*	10
				160																			

	T4				T5						S6		S7		
	N,S,H,L,V				N,S,H,L,V						N,S,H,L,		S,H,L		
	EL				TM			EL			TM	EL	EL		
	250			320	400		630	400		630	800		1250		1600
	100	160	250	320	320	400	500	320	400	630	800	800	1000	1250	1600
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - Tmax T2 @ 400/415 V

		Amont	T1	T2					T3			T4									
	Version		B, C, N	N,S,H,L					N,S			N,S,H,L,V									
	Relais		TM	TM,M	EL				TM,M			TM,M									
		I_u [A]	160	160					250			250									
Aval		I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
T2	N	TM 160	1,6-2,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T
			3,2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T
			4-5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T
			6,3	10	10	10	10	10	10	10	15	40	T	T*	T	T	T	T	T	T	T
			8	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T
			12,5	3	3		3	3	3	3	4	5			T	T	T	T	T	T	T
			16	3	3		3	3	3	3	4	5					T	T	T	T	T
			20	3	3		3	3	3	3	4	5					T*	T	T	T	T
			25	3	3		3	3	3	3	4	5					T*	T	T	T	T
			32	3	3			3	3	3	4	5					T*	T	T	T	T
			40	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30
			50	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30
			63	3	3				3	3	4	5					30*	30*	30*	30	30
			80						3	3*	4	5						25*	25*	25*	25
			100								4*	5							25*	25*	25
			125																	25*	25*
			160																		25*
		EL 160	10								3	4				25	25	25	25	25	25
			25								3	4					25	25	25	25	25
			63								3	4								25	25
			100								3	4									25
			160								3	4									

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

	T4				T5						S6		S7		
	N,S,H,L,V				N,S,H,L,V						N,S,H,L,		S,H,L		
	EL				TM			EL			TM	EL	EL		
	250			320	400		630	400		630	800		1250		1600
	100	160	250	320	320	400	500	320	400	630	800	800	1000	1250	1600
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - Tmax T2 @ 400/415 V

		Amont	T1	T2					T3			T4									
	Version		B, C, N	N,S,H,L					N,S			N,S,H,L,V									
	Relais		TM	TM,M	EL				TM,M			TM,M									
		I_u [A]	160	160					250			250									
Aval		I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
T2	S	TM 160	1,6-2,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			3,2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			4-5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			6,3	10	10	10	10	10	10	10	15	40	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			8	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			10	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
			12,5	3	3		3	3	3	3	4	5			T	T	T	T	T	T	T	T
			16	3	3		3	3	3	3	4	5					T	T	T	T	T	T
			20	3	3		3	3	3	3	4	5					T*	T	T	T	T	T
			25	3	3		3	3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
			32	3	3			3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
			40	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
			50	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
			63	3	3				3	3	4	5					30*	30*	30*	30	30	30
			80						3	3*	4	5						25*	25*	25*	25	25
			100								4	5							25*	25*	25*	25
			125																	25*	25*	
			160																		25*	
		EL 160	10								3	4				25	25	25	25	25	25	25
			25								3	4					25	25	25	25	25	25
			63								3	4								25	25	25
			100								3	4										25
			160								3	4										

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

	T4				T5						S6		S7		
	N,S,H,L,V				N,S,H,L,V						N,S,H,L,		S,H,L		
	EL				TM			EL			TM	EL	EL		
	250			320	400		630	400		630	800		1250		1600
	100	160	250	320	320	400	500	320	400	630	800	800	1000	1250	1600
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	40	40	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	40	40	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - Tmax T2 @ 400/415 V

		Amont	T1	T2					T3			T4									
	Version		B, C, N	N,S,H,L					N,S			N,S,H,L,V									
	Relais		TM	TM,M	EL				TM,M			TM,M									
		I_u [A]	160	160					250			250									
Aval		I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
T2	H	1,6-2,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		3,2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		4-5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		6,3	10	10	10	10	10	10	10	15	40	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		8	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		12,5	3	3		3	3	3	3	4	5			T	T	T	T	T	T	T	T
		16	3	3		3	3	3	3	4	5					T	T	T	T	T	T
		20	3	3		3	3	3	3	4	5					55*	55	55	55	55	55
		25	3	3		3	3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
		32	3	3			3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
		40	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
		50	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
		63	3	3				3	3	4	5					30*	30*	30*	30	30	30
		80						3	3*	4	5						25*	25*	25*	25	25
		100								4	5							25*	25*	25*	25
		125																	25*	25*	
		160																		25*	
		10								3	4				25	25	25	25	25	25	25
		25								3	4					25	25	25	25	25	25
		63								3	4								25	25	25
		100								3	4										25
		160								3	4										

		Amont	T1	T2					T3			T4									
	Version		B, C, N	N,S,H,L					N,S			N,S,H,L,V									
	Relais		TM	TM,M	EL				TM,M			TM,M									
		I_u [A]	160	160					250			250									
Aval		I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
T2	H	1,6-2,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		3,2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		4-5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		6,3	10	10	10	10	10	10	10	15	40	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		8	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		12,5	3	3		3	3	3	3	4	5			T	T	T	T	T	T	T	T
		16	3	3		3	3	3	3	4	5					T	T	T	T	T	T
	TM	160	20	3	3		3	3	3	3	4	5					55*	55	55	55	55	55
			25	3	3		3	3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
			32	3	3			3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
			40	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
			50	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
			63	3	3				3	3	4	5					30*	30*	30*	30	30	30
			80						3	3*	4	5						25*	25*	25*	25	25
			100								4	5							25*	25*	25*	25
			125																	25*	25*	
			160																		25*	
			10								3	4				25	25	25	25	25	25	25
			25								3	4					25	25	25	25	25	25
	EL	160	63								3	4								25	25	25
			100								3	4										25
			160								3	4										

*Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

	T4				T5						S6		S7		
	N,S,H,L,V				N,S,H,L,V						N,S,H,L,		S,H,L		
	EL				TM			EL			TM	EL	EL		
	250			320	400		630	400		630	800		1250		1600
	100	160	250	320	320	400	500	320	400	630	800	800	1000	1250	1600
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	55	55	55	55	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	40	40	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	40	40	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - Tmax T2 @ 400/415 V

		Amont	T1	T2					T3			T4									
	Version		B, C, N	N,S,H,L					N,S			N,S,H,L,V									
	Relais		TM	TM,M	EL				TM,M			TM,M									
		I_u [A]	160	160					250			250									
Aval		I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
T2	L	1,6-2,5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		3,2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		4-5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		6,3	10	10	10	10	10	10	10	15	40	T	T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		8	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		10	10	10	10	10	10	10	10	15	40		T*	T	T	T	T	T	T	T	T
		12,5	3	3		3	3	3	3	4	5			T	T	T	T	T	T	T	T
		16	3	3		3	3	3	3	4	5					70	70	70	70	70	70
		20	3	3		3	3	3	3	4	5					55*	55	55	55	55	55
	TM	25	3	3		3	3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
		32	3	3			3	3	3	4	5					40*	40	40	40	40	40
		40	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
		50	3	3			3	3	3	4	5					30*	30*	30	30	30	30
		63	3	3				3	3	4	5					30*	30*	30*	30	30	30
		80						3	3*	4	5						25*	25*	25*	25	25
		100								4	5							25*	25*	25*	25
		125																	25*	25*	
		160																		25*	
		10								3	4				25	25	25	25	25	25	25
		25								3	4					25	25	25	25	25	25
	EL	63								3	4								25	25	25
		100								3	4										25
		160								3	4										

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.

	T4				T5						S6		S7		
	N,S,H,L,V				N,S,H,L,V						N,S,H,L,		S,H,L		
	EL				TM			EL			TM	EL	EL		
	250			320	400		630	400		630	800		1250		1600
	100	160	250	320	320	400	500	320	400	630	800	800	1000	1250	1600
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	70	70	70	70	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	55	55	55	55	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	40	40	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40	40	40	40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	30	30	30	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25	25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		25	25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
			25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - Tmax T3 @ 400/415 V

			Amont	T1	T2					T3			T4								
	Version			B, C, N	N,S,H,L					N,S			N,S,H,L,V								
		Relais		TM	TM,M	EL				TM,M			TM,M								
			I_u [A]	160	160					250			250								
Aval			I_n [A]	160	160	25	63	100	160	160	200	250	20	25	32	50	80	100	125	160	200	250
T3	N	TM	250	63						3	4	5							7*	7	7	7
				80						3*	4	5								7*	7	7
				100							4*	5								7*	7*	7
				125																	7*	
				160																		
				200																		
				250																		
	S			63						3	4	5							7*	7	7	7
				80						3*	4	5								7*	7	7
				100							4*	5								7*	7*	7
				125																	7*	
				160																		
				200																		
				250																		

* Valeur valable avec disjoncteur seulement magnétique en amont.
** Choisir la valeur la plus basse entre ce qui est indiqué et le pouvoir de coupure du disjoncteur en amont.

MCCB - Tmax T4 @ 400/415 V

			Amont	T5						S6		S7		
	Version			N,S,H,L,V						N,S,H,L		S,H,L		
		Relais		TM			EL			TM	EL	EL		
			I_u [A]	400		630	400		630	800		1250		1600
Aval			I_n [A]	320	400	500	320	400	630	800	800	1000	1250	1600
T4	N, S, H, L, V	TM	250	20	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				32	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				50	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				80	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
				100		50*	50*	50*	50*	50*	T	T	T	T	T
				125			50*	50*	50*	50*	T	T	T	T	T
				160				50*	50*	50*	T	T	T	T	T
				200				50*	50*	50*	T	T	T	T	T
				250					50*	50*	T	T	T	T	T
		EL	250	100	50*	50*	50*	50*	50*	50*	T	T	T	T	T
				160	50*	50*	50*	50*	50*	50*	T	T	T	T	T
				250			50*		50*	50*	T	T	T	T	T
			320	320						50*	T	T	T	T	T

* Choisir la valeur la plus basse entre ce qui est indiqué, le pouvoir de coupure du disjoncteur en amont et le pouvoir de coupure du disjoncteur en aval.

	T4				T5						S6		S7		
	N,S,H,L,V				N,S,H,L,V						N,S,H,L,		S,H,L		
	EL				TM			EL			TM	EL	EL		
	250			320	400		630	400		630	800		1250		1600
	100	160	250	320	320	400	500	320	400	630	800	800	1000	1250	1600
	7	7	7	7	25	25	25	25	25	25	T	T	T	T	T
		7	7	7	25	25	25	25	25	25	T	T	T	T	T
		7	7	7	25	25	25	25	25	25	T	T	T	T	T
			7	7	20	20	20	20	20	20	T	T	T	T	T
			7	7			20	20	20	20	T	T	T	T	T
				7				20	20	20	T	T	T	T	T
									20	20	T	T	T	T	T
	7	7	7	7	25	25	25	25	25	25	T	T	T	T	T
		7	7	7	25	25	25	25	25	25	T	T	T	T	T
		7	7	7	25	25	25	25	25	25	T	T	T	T	T
			7	7	20	20	20	20	20	20	T	T	T	T	T
			7	7			20	20	20	20	T	T	T	T	T
				7				20	20	20	T	T	T	T	T
									20	20	40**	40**	T	T	T

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : MCCB
- Disjoncteur en aval : MCCB

MCCB - Tmax T5 @ 400/415 V

				Amont	S6		S7		
	Version				N,S,H,L		S,H,L		
		Relais			TM	EL	EL		
			I_u [A]		800		1250		1600
Aval				I_n [A]	800	800	1000	1250	1600
T5	N, S, H, L, V	TM	400	320	30	30	T	T	T
				400	30	30	T	T	T
			630	500		30	T	T	T
		EL	400	320	30	30	T	T	T
				400	30	30	T	T	T
			630	630			T	T	T

MCCB - Isomax S6 @ 400/415 V

				Amont	S7		
	Version				S,H,L		
		Relais			EL		
			I_u [A]		1250		1600
Aval				I_n [A]	1000	1250	1600
S6	N	TM	800	800		T	T
		EL	800	800	T	T	T
	S	TM	800	800		40	40
		EL	800	800	40	40	40
	H	TM	800	800		40	40
		L	800	800	40	40	40
	L	TM	800	800		40	40
		EL	800	800	40	40	40

Sélection et application de l'appareillage

Sélectivité : - Disjoncteur en amont : ACB
- Disjoncteur en aval : MCCB

ACB - MCCB @ 400/415 V

		Amont	E1		E2				E3					E4			E6	
	Version		B	N	B	N	S	L*	N	S	H	V	L*	S	H	V	H	V
		Relais	EL		EL				EL					EL			EL	
Aval			I_u[A]															
			800 1000 1250 1600	800 1000 1250 1600	1600 2000	1000 1250 1600 2000	800 1000 1250 1600 2000	1250 1600	2500 3200	1000 1250 1600 2000 2500 3200	800 1000 1250 1600 2000 2500 3200	800 1000 1250 1600 2000 2500 3200	2000 2500	4000	3200 4000	3200 4000	4000 5000 6300	3200 4000 5000 6300
T1	B	TM	160	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	C			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	N			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T2	N	TM,EL	160	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	S			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	H			T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	L			T	T	T	55	65	T	T	T	75	T	T	T	T	T	T	T
T3	N	TM	250	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	S			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
T4	N	TM,EL	250 320	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	S			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	H			T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	L			T	T	T	55	65	100	T	T	75	85	100	T	T	100	T	100
	V			T	T	T	55	65	100	T	T	75	85	100	T	T	100	T	100
T5	N	TM,EL	400 630	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	S			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	H			T	T	T	55	65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	L			T	T	T	55	65	100	T	T	75	85	100	T	T	100	T	100
	V			T	T	T	55	65	100	T	T	75	85	100	T	T	100	T	100
S6	N	TM,EL	800	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	S			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	H			T	T	T	55	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	L			T	T	T	55	65	T	T	T	75	85	T	T	T	T	T	T
S7	S	EL	1250 1600	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	H			T	T	T	55	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	L			T	T	T	55	65	T	T	T	75	85	T	T	T	T	T	T

Tableau valable pour disjoncteur Emax équipés avec déclencheurs PR121/P, PR122/P et PR123/P.
* Disjoncteurs Emax L uniquement avec déclencheurs PR122/P et PR123/P.

Les contacts directs et indirects

La protection contre les contacts directs ou indirects rentre dans le cadre plus général de la sécurité et elle revêt une importance primaire étant donné que le contact entre les personnes et les appareils électriques est inhérent à l'utilisation de ces mêmes appareils. Cette matière est réglementée par la loi et les Normes qui fixent les conditions minimums indispensables pour empêcher et/ou prévenir tout événement négatif aux fins de la sécurité. Mais, de par sa nature, la sécurité ne peut pas être limitée à des conditions minimum, surtout en raison du fait que la conduite normale des installations et l'utilisation des dispositifs de celles-ci conduisent à un changement continu de l'état de l'installation. Le contact avec des parties sous tension peut entraîner le passage d'un courant à travers le corps de la personne et avoir des conséquences pouvant être mortelles. Les systèmes de protection permettent de réduire l'exposition à ce risque, en limitant le courant ou le temps pendant lequel ce courant peut passer. Il faut aussi que le système de protections offre des garanties contre les phénomènes évolutifs qui concernent l'installation durant son cycle de vie.

Dans les normes NF C 20-030 et NF C 15-100, on distingue entre :

– contacts directs, quand on peut entrer en contact avec une partie de l'installation normalement sous tension

– contacts indirects, quand le contact se produit avec des parties n'étant normalement pas sous tension en absence de défaut d'isolement.

La Norme NF C 15-100 prévoit obligatoirement :

– une mesure de protection contre les contacts indirects.

– une mesure de protection "totale" contre les contacts directs.

La protection contre les contacts directs doit être effectuée au moyen d'isolements, d'enveloppes ou de barrières empêchant le contact avec des parties sous tension. La protection contre les contacts indirects d'une personne qui entre en contact avec une masse métallique laquelle aurait été mise sous tension à cause d'un défaut, comme par exemple une détérioration de l'isolement, est réalisée à travers des dispositifs de coupure automatique, à maximum de courant ou différentiels. En utilisant un disjoncteur avec déclencheur de protection, on peut protéger des conduites en câble de grande longueur contre les contacts indirects en abaissant le seuil de déclenchement de la protection magnétique contre les courts-circuits, alors que l'utilisation de dispositifs différentiels rend la protection contre les contacts indirects indépendante du type d'installation.

Les prescriptions de la Norme NF C 15-100

Tableau des prescriptions des Normes

TT	Pour mettre en oeuvre la protection au moyen de dispositifs différentiels, la relation ci-dessous doit être satisfaite : $R_t \leq 50 / I_{\Delta n}$ où : – R_t est la résistance de la prise de terre des masses. – $I_{\Delta n}$ est le courant différentiel - résiduel assigné du dispositif de protection.
TN	Pour mettre en oeuvre la protection au moyen de dispositifs à maximum de courant à temps inverse ou de dispositifs différentiels, la relation ci-dessous doit être satisfaite en tout point du circuit : $I \leq U_o / Z_g$ où : – U_o est la tension nominale entre phase et neutre. – Z_g est l'impédance de la boucle de défaut pour défaut franc vers la masse. – **I** est le courant de déclenchement du dispositif de protection, dans le temps défini en 411.3.2.2 et 411.3.2.3 de la NF C 15-100.
IT	La tension sur les masses doit dépasser la valeur de 50 V dans le cas du premier défaut à la terre, alors que dans le cas du deuxième défaut à la terre, le déclenchement du dispositif de protection doit avoir lieu comme défini en 411.6.4 de la NF C 15-100. En cas de défaut unique à la terre, le courant de défaut est fortement limité par l'impédance entre la ligne et la terre et la coupure n'est donc pas requise, mais le CPI doit signaler l'apparition du premier défaut afin d'éviter tout risque éventuel dû au deuxième défaut vers la masse.

La protection différentielle

Les disjoncteurs différentiels sont utilisés tant pour la protection des personnes que pour la protection contre les défauts à la terre. La protection différentielle est admise comme protection contre les contacts indirects car elle permet d'éliminer un défaut alors qu'elle n'est admise que comme protection supplémentaire contre les contacts directs d'une personne qui entrerait en contact avec les conducteurs actifs d'un circuit électrique car elle ne peut pas garantir la protection des personnes en cas de :

– personne isolée de la terre, qui touche en même temps deux conducteurs actifs; dans ce cas le courant de défaut passe à travers la personne et le dispositif différentiel n'agit pas;
– personne en contact avec la terre, qui touche en même temps deux conducteurs actifs, dans ce cas le courant de défaut passe en partie à travers la personne et en partie à travers la terre et ce n'est que pour ce dernier courant qu'agit le dispositif différentiel qui n'est donc pas en mesure de garantir la protection de la personne.

Sont disponibles :

– les déclencheurs différentiels RC221, RC222 pour montage sur les disjoncteurs Tmax, utilisables pour des valeurs de courant I_Δ à partir de 30 mA et jusqu'à 10 A et des retards de temps programmables jusqu'à 3 s avec RC222.
– le relais différentiel de tableau RCQ avec transformateurs toroïdaux séparés (ouvrables et fermés), pouvant être associé à tous les disjoncteurs de T1 à S7 et utilisable pour des valeurs de courant I_Δ à partir de 30 mA et jusqu'à 30 A et des retards de temps programmables jusqu'à 5 s.

Les conditions de coupure pour défaut vers la masse doivent être coordonnées avec la valeur de la résistance de terre dans les installations de type TT et avec la valeur de l'impédance de la boucle de défaut dans une installation de type TN, afin d'éviter que la tension de contact ne prenne des valeurs supérieures à celles de la "courbe limite de sécurité" et ne reste en particulier sur des valeurs supérieures à 50 V pendant un temps supérieur à 5 s.

De plus la protection différentielle est sans aucun doute la plus efficace contre les incendies dus à des causes électriques. Elle détecte en effet les valeurs les plus basses des courants de défaut à la terre, à condition que les exigences de fonctionnement de l'installation le permettent. Les plus petits courants de fuite à la terre sont souvent les plus dangereux parce que l'arc électrique qu'ils peuvent provoquer dans le cas d'un contact discontinu à la terre peut faire apparaître de petits foyers d'incendie, difficilement détectables au début mais qui, en persistant, conduisent avec le temps aux conséquences les plus graves.

dans l'installation	protection différentielle
Etant donné que pour les dispositifs ordinaires de protection à temps inverse, la valeur du courant à laquelle correspond le temps de déclenchement de 5 s est, de façon indicative, comprise entre 3 et 6 fois le I_n, il en découle que la protection contre les contacts indirects doit être assurée par les dispositifs différentiels.	**NECESSAIRE** Le conducteur de neutre ne doit pas être relié à la terre en aval de la protection différentielle. Ce raccordement fait passer le système de TT à TN et un défaut à la terre du neutre n'est pas détecté et pourrait persister longtemps.
Pour des circuits de distribution on admet des temps de déclenchement des protections jusqu'à 5 s. Avec ce type de système, l'avantage est de pouvoir utiliser les dispositifs à maximum de courant pour la protection contre les contacts indirects. La pratique suggère de réaliser un raccordement équipotentiel afin de réduire la tension de contact et d'exploiter cet avantage. La protection différentielle est conseillée quand : – l'impédance de la boucle de défaut en aval du point en question n'est pas connue ou est difficilement calculable. – on a un risque de rupture du conducteur de terre ou de protection. – les câbles sont d'une grande longueur. – on a des masses lointaines non interconnectées. – on change le système du neutre.	**CONSEILLEE** A condition qu'elle ne soit pas utilisée dans les système TN-C et qu'on n'utilise pas de conducteur PEN en aval des dispositifs différentiels dans les systèmes TN-C-S. Avec les dispositifs différentiels on obtient une plus grande sécurité puisque les courants élevés de défauts typiques des systèmes TN provoquent le déclenchement dans un temps de 30 à 40 ms, ce qui rend tolérables des tensions allant jusqu'à 280 V.
En présence d'un double défaut à la masse, il est complexe d'établir l'impédance de la boucle de défaut qui comprend les deux enroulements de phase du transformateur d'alimentation, les conducteurs des deux phases à la masse et une portion des conducteurs de terre. Il en résulte qu'il est difficile de vérifier si le défaut peut être éliminé en moins de 5 s, et par conséquent la nécessité d'avoir recours dans la quasi totalité des cas à l'emploi de dispositifs de type différentiel.	**OPTIONNELLE** Dans les systèmes de type IT, la protection différentielle est efficace dans le cas d'une phase à la terre.

La fonction “G” de protection contre le défaut à la terre

Le défaut à la terre, normalement causé par une perte de l’isolement, engendre ce qu’on définit par convention courant de défaut à la terre.

Ce courant a la plupart du temps un caractère évolutif et il peut conduire à un défaut franc phase-masse (court-circuit monophasé).

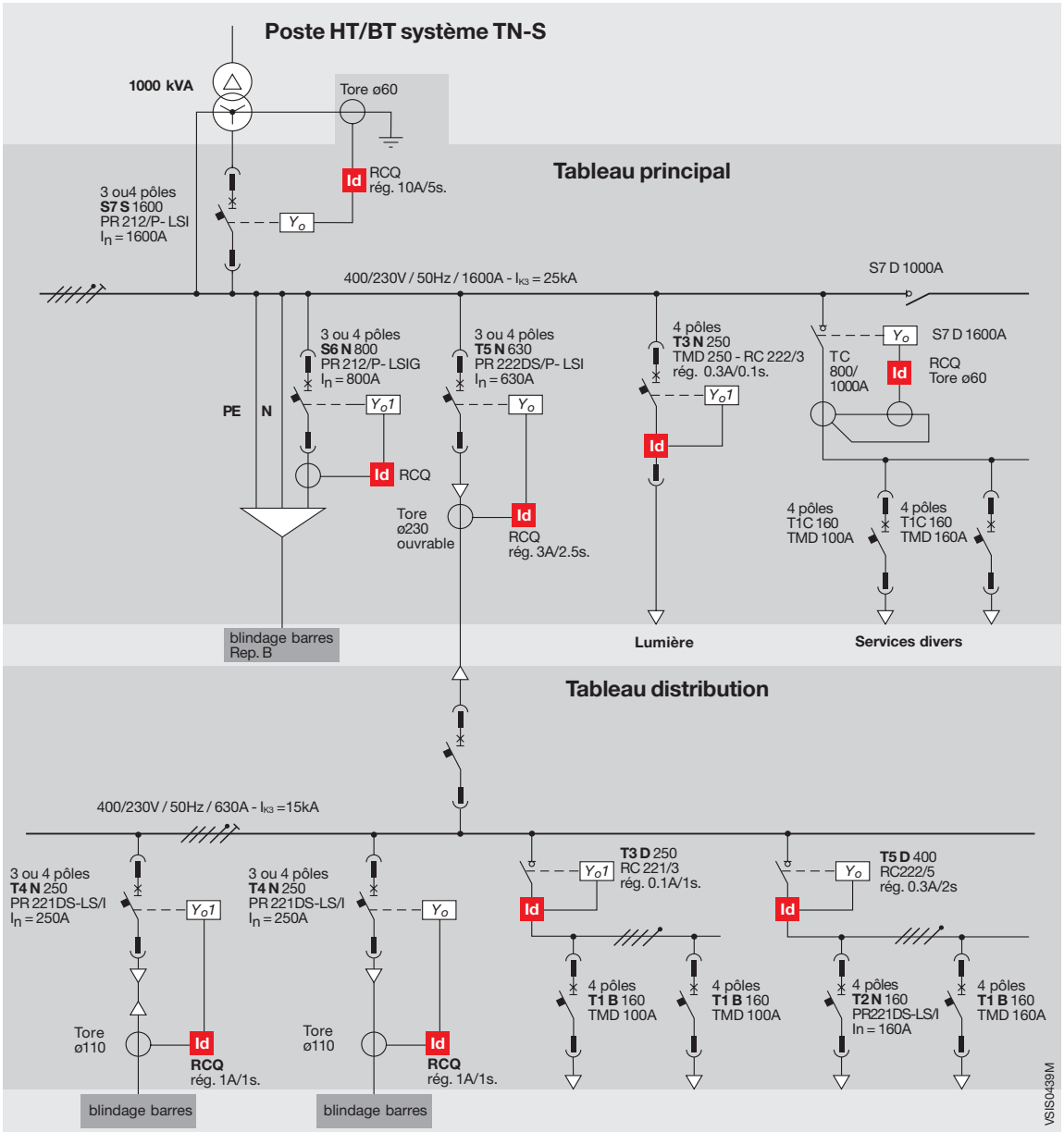
Pour les disjoncteurs T4, T5, S6, S7, la protection contre le défaut à la terre peut aussi être obtenue par l’intermédiaire de la fonction "G" présente sur les déclencheurs à maximum courant à microprocesseur PR212/P-LSIG et PR222DS-LSIG.

Le réglage de 0,2 à 1 x I_n permet de couvrir une plage d’applications pour I_Δ de 20 A, avec T4, à 1600 A, avec S7.

Le retard du déclenchement programmable entre 0,1 et 0,8 s permet de réaliser des chaînes de sélectivité avec les déclencheurs différentiels situés en aval ainsi qu’avec les déclencheurs installés dans le même tableau.

L’utilisation de ces disjoncteurs permet donc de satisfaire les exigences de protection contre les défauts à la terre jusqu’au poste HT/BT où prédomine l’exigence de protection contre les gros défauts à la terre.

Protection différentielle dans un système TN-S



Disjoncteurs avec protection “G”

Les disjoncteurs équipés de déclencheurs disposant de la fonction de protection contre les défauts à la terre “**G**” sont habituellement employés dans les sous-stations de distribution HT/BT pour la protection tant des transformateurs que des lignes de distribution.

La fonction de protection “**G**” détecte le courant différentiel de la somme des courants détectés par les transformateurs de courant sur les phases et sur le neutre.

Son emploi est efficace dans les systèmes électriques TT, IT, TN-S, mais seulement pour la section d’installation avec conducteur neutre (N) shunté et séparé du conducteur PE, même dans les systèmes TN-CS.

La fonction de protection “**G**” n’est pas employée dans les systèmes TN-C vu que pour ces derniers les fonctions de neutre et de protection sont remplies par un seul conducteur.

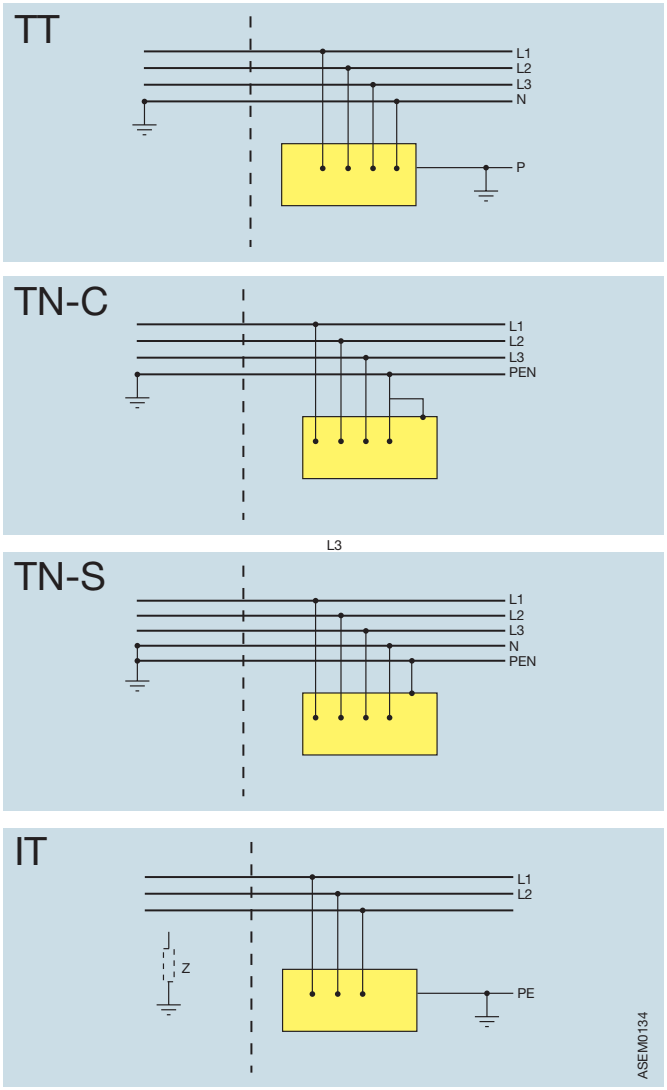
Seuils et temps de déclenchement de la protection peuvent être sélectionnés dans de vastes plages, ce qui rend la sélectivité facilement réalisable même par rapport à ce type de défaut envers les dispositifs de protection installés en aval : par conséquent la sélectivité envers les déclencheurs différentiels situés en aval est assurée.

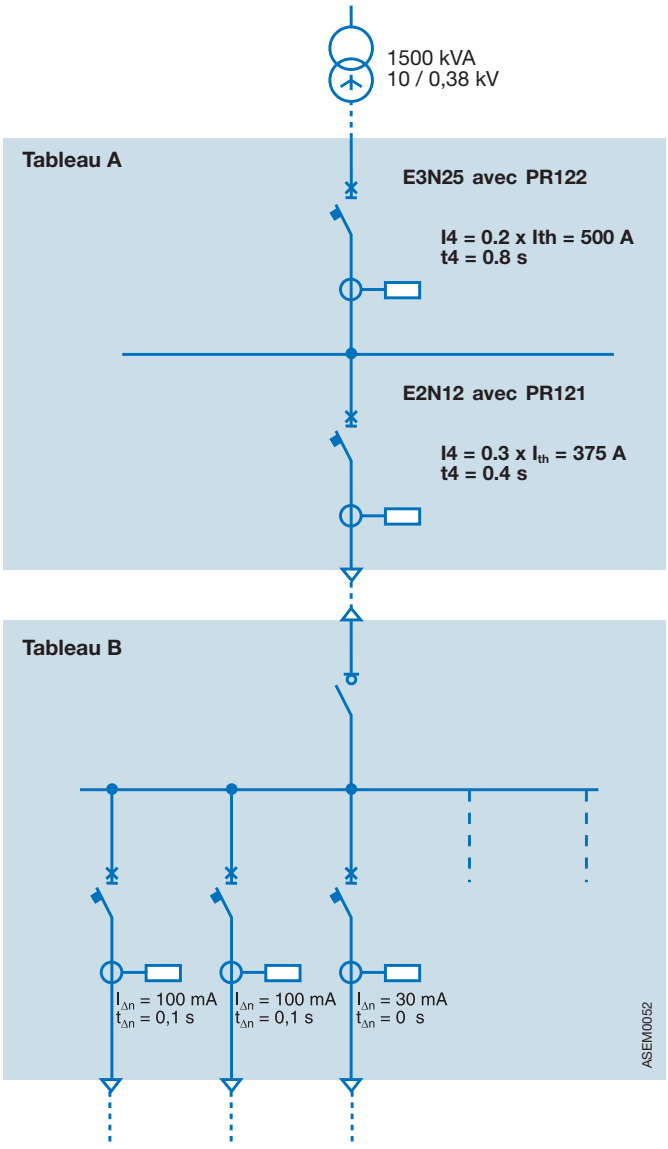
La fonction “**G**” des déclencheurs PR possède des courbes à énergie spécifique passante constante (**I²t** = k) ; dans les déclencheurs PR121, PR122 et PR123 on peut sélectionner également des courbes à temps de déclenchement indépendant du courant (t = k).

La figure qui suit illustre un exemple d’un choix possible des protections contre les défauts à la terre et des réglages pouvant être effectués.

La fonction de protection “**G**” des disjoncteurs du tableau principal A a pour fonction d’intervenir sélectivement entre eux et par rapport aux protections différentielles situées sur les départs du tableau de distribution B.

Exemple de choix des protections contre les défauts à la terre et des réglages correspondants.

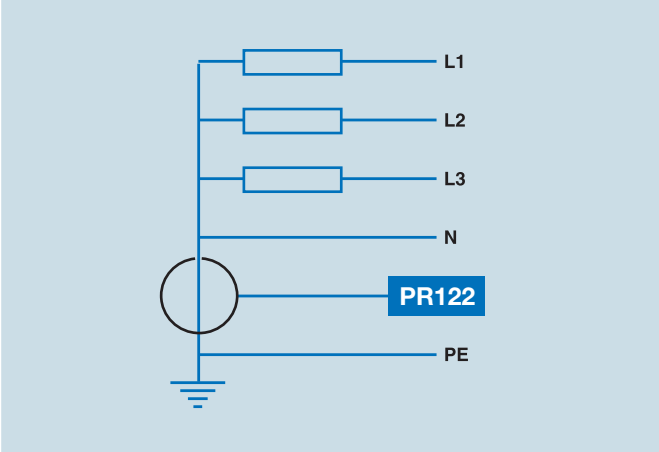




Emploi d'un toroïde sur le point étoile du transformateur

Dans le cas de disjoncteurs de protection de transformateurs HT/BT, on a prévu la possibilité d'installer un toroïde sur le conducteur raccordant à la terre le point étoile du transformateur (application permise avec la série Emax équipée de la gamme de déclencheurs électroniques PR122 et PR123) ; de cette manière, le courant de défaut à la terre est détecté.

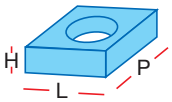
La figure qui suit met en évidence le principe de fonctionnement du toroïde installé sur le point étoile du transformateur.



GSEM0053

L'utilisation de cet accessoire permet de ne pas assujettir le seuil de protection contre les défauts à la terre (fonction G) à la taille des transformateurs de courant primaires installés sur les phases du disjoncteur.

Le tableau qui suit indique les principales caractéristiques de la gamme de toroïdes (disponibles en version fermée).

Courant assigné	100 A, 250 A, 400 A, 800 A
Dimensions extérieures du toroïde	
	L = 165 mm
	P = 160 mm
	H = 35 mm
Diamètre intérieur du toroïde	Ø = 112 mm

Emploi des relais différentiels électroniques RCQ

PSEM9031

La gamme de disjoncteurs Tmax, Isomax et Emax avec courant assigné jusqu'à 2000 A peut être associée, si elle est équipée d'un déclencheur d'ouverture à émission, au relais différentiel RCQ avec un tore séparé (à installer sur les conducteurs de ligne), et permet de détecter des courants de fuite à la terre pour des valeurs comprises entre 0,03 et 30 A.

Grâce à sa gamme de réglages, le relais RCQ est adapté à des applications dans lesquelles on veut réaliser un système de protection différentielle coordonné aux divers niveaux de distribution, du tableau principal aux circuits terminaux.

Il est particulièrement indiqué lorsqu'on a besoin d'une protection différentielle à basse sensibilité, par exemple dans des chaînes sélectives partielles (ampèremétriques) ou totales (chronométriques), que pour des applications à haute sensibilité pour réaliser la protection des personnes contre les contacts directs.

En cas de chute de la tension d'alimentation auxiliaire intervient la commande d'ouverture après un temps minimal de 100 ms et après le temps programmé supérieur à 100 ms.

Le relais RCQ est adapté à l'emploi en présence de courants de terre uniquement alternatifs (Type AC), pour courant alternatif et/ou pulsatoire avec des composantes continues (Type A) et il est adapté à la réalisation de la sélectivité différentielle.

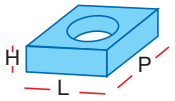
Le relais RCQ est du type à action indirecte et il agit sur le mécanisme de déclenchement du disjoncteur par l'intermédiaire du déclencheur d'ouverture à émission du disjoncteur (qui doit être commandé séparément) à installer dans le disjoncteur lui-même.

Le tableau qui suit indique les principales caractéristiques du relais RCQ.

Relais différentiel RCQ

Tension d'alimentation	**V a.c.**	80 ... 500
	V d.c	48 ... 125
Réglage seuil de déclenchement $I_{\Delta n}$		
- 1ère gamme de réglages	**A**	0,03 - 0,05 - 0,1 - 0,3 - 0,5
- 2ème gamme de réglages	**A**	1 - 3 - 5 - 10 - 30
Réglage temps de déclenchement	**s**	0 - 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,5 - 0,7 - 1 - 2 - 3 - 5
Gamme d'emploi des transformateurs fermés		
- Transformateur toroïdal ø 60 mm	**A**	0,03 ... 30
- Transformateur toroïdal ø 110 mm	**A**	0,03 ... 30
Gamme d'emploi des transformateurs ouvrables		
- Transformateur toroïdal ø 110 mm	**A**	0,3 ... 30
- Transformateur toroïdal ø180 mm	**A**	0,3 ... 30
- Transformateur toroïdal ø 230 mm	**A**	1 ... 30
Dimensions L x H x P	**mm**	96 x 96 x 131,5
Perçage pour montage sur porte	**mm**	92 x 92

Dimensions extérieures du transformateur toroïdal RCQ

Dimensions extérieures du tore (mm)		Fermé		Ouvert		
	L	94	165	166	241	297
	P	118	160	200	236	292
	H	81	40	81	81	81
Diamètre intérieur	Ø	60	110	110	180	230

Sélectivité entre les dispositifs différentiels

Afin de garantir la continuité de service, surtout dans des installations où cela est indispensable pour des raisons de sécurité, comme dans les hôpitaux ou certaines installations industrielles, on doit réaliser la sélectivité entre les dispositifs raccordés en série.

En fonction du type d'installation, le système de protection différentielle peut être réalisé pour garantir :

– un certain niveau de sélectivité horizontale, en introduisant des dispositifs de protection différentielle sur les différentes dérivations principales en aval du disjoncteur général, de façon qu'un éventuel défaut à la terre ne provoque pas la mise hors service de toute l'installation.

– la sélectivité verticale quand le disjoncteur général est lui aussi différentiel.

Dans ce cas, on doit faire en sorte que le courant différentiel assigné de déclenchement du disjoncteur général soit au moins égal à 3 fois le courant de déclenchement des dispositifs différentiels en aval et que le temps de fonctionnement du dispositif en amont soit supérieur à celui placé en aval pour garantir une sélectivité différentielle totale.

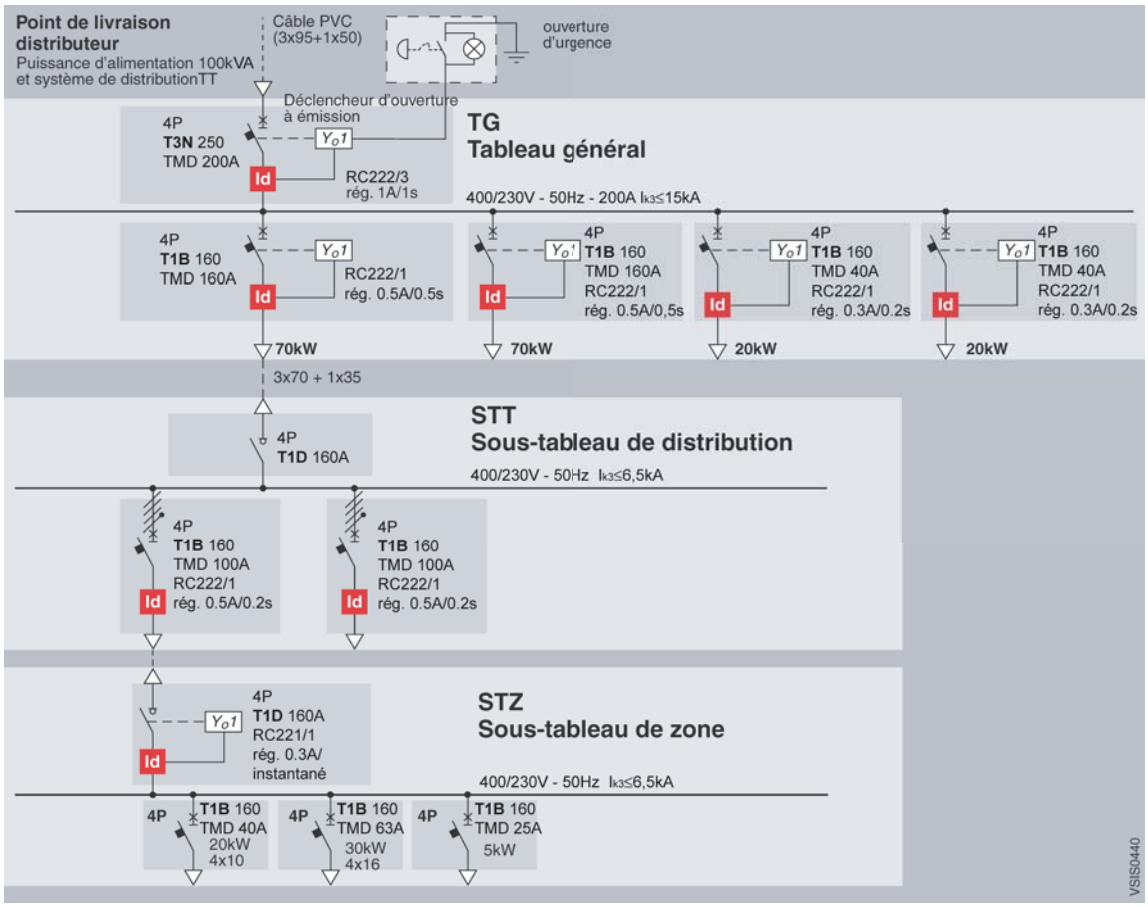
Si l'une des 2 conditions ci-dessus n'est pas satisfaite, alors on aura une sélectivité partielle.

Les disjoncteurs différentiels temporisés et la fonction "G" de protection contre les défauts à la terre, présente sur les déclencheurs électroniques PR... - LSIG permettent de réaliser ces sélectivités différentielles.

En général, le réglage du retard du dispositif différentiel en amont doit être supérieur au temps total de coupure du disjoncteur différentiel en aval, en tenant compte que le retard maximum sur les circuits terminaux et de la distribution doit être conforme au paragraphe 411.3.2 de la norme NF C 15-100.

Le dispositif différentiel RC, la fonction "G" des déclencheurs PR... - LSIG et le relais de tableau RCQ permettent de réaliser des chaînes de sélectivité différentielle chronométrique et ampéremétrique en utilisant en aval les mêmes dispositifs réglés de façon opportune et le déclencheur différentiel à déclenchement instantané.

Protection différentielle dans le système de distribution TT



Sélectivité entre les dispositifs différentiels pro *M*

Le tableau ci-dessous permet de sélectionner les protections différentielles pro *M*, afin de réaliser une sélectivité verticale.

Cette sélectivité peut être soit ampèremétrique (partielle), soit chronométrique (totale) suivant les besoins et les protections différentielles pro *M* choisis.

Tableau de sélectivité des différentiels

	Différentiel amont **mA**	**10**	**30**	**100**	**300**	**300**	**500**	**500**	**1000**	**1000**
Différentiel aval **mA**		inst	inst	inst	inst	S	inst	S	inst	S
10	inst		🟨	🟨	🟨	🟩	🟨	🟩	🟨	🟩
30	inst			🟨	🟨	🟩	🟨	🟩	🟨	🟩
100	inst				🟨	🟩	🟨	🟩	🟨	🟩
300	inst								🟨	🟩
300	S								🟨	🟨
500	inst									
500	S									
1000	inst									
1000	S									

inst = instantanée S = sélectif 🟨 = sélectivité ampèremétrique (partielle) 🟩 = sélectivité chronométrique (totale)

La commande et la protection des moteurs électriques sont en général confiées à un ensemble de dispositifs qui prend le nom de démarreur protégé. Dans le choix de ces dispositifs, on doit tenir compte de divers facteurs tels que la puissance du moteur, le type de moteur, le schéma de démarrage et les conditions de défaut qui peuvent se produire dans la portion de réseau concernée.

La ligne en câble qui alimente le moteur doit avoir une section minimum en mesure de supporter les courants de démarrage et une portée même supérieure au calibrage du relais thermique.

Le disjoncteur est le dispositif qui répond pleinement à la fonction de protection contre le court-circuit et parfois aussi à celle de manoeuvre (dans la mesure où le nombre de manoeuvres et la fréquence de celles-ci le permettent). Les moteurs Basse Tension en c.a. peuvent être protégés par les disjoncteurs Tmax et Isomax pour des puissances de 0,37 kW jusqu'à un maximum de 355 kW et avec les coordinations suivantes :
- Type 1, qui admet le remplacement ou la réparation de parties du démarreur après un court-circuit.
- Type 2, qui exige que le démarreur soit en mesure de reprendre le service après un court-circuit, même si des soudures sont admises sur les contacts, à condition que celles-ci puissent être éliminées par une simple maintenance.

Au-delà de ces puissances, on utilise normalement des moteurs alimentés en Haute Tension (par ex. 3 ou 6 kV). Pour des cas particuliers avec des moteurs basse tension ayant des puissances supérieures à 355 kW, on utilise des disjoncteurs à construction ouverte de la série Emax. Le système de protection des moteurs doit servir de garantie contre les événements qui surviennent pouvant causer des surintensités, tels qu'un fonctionnement anormal monophasé pour moteurs asynchrones triphasés, la réduction excessive de la tension d'alimentation, l'apparition de couples résistants excessifs. La manœuvre et la protection des moteurs asynchrones triphasés en Basse Tension se fait selon des schémas dans lesquels le disjoncteur remplit des fonctions différentes, en fonction de sa version. Les plus courants sont les suivants :
- Démarrage direct, avec un seul sens de marche, c'est le plus répandu, utilisé dans plus de 90 % des cas.
- Démarrage direct avec inversion de marche.
- Démarrage étoile triangle, utilisé pour réduire les courants absorbés durant le démarrage pour ne pas surcharger le réseau d'alimentation.
- Démarrage avec résistance pour diminuer les courants absorbés durant le démarrage et ne pas surcharger le réseau d'alimentation.
- Démarrage avec démarreur progressif pour diminuer les courants absorbés durant le démarrage, sans surcharger le réseau d'alimentation et avec la possibilité de varier la courbe d'application de la tension en l'adaptant à la machine couplée au moteur et aux caractéristiques du réseau d'alimentation.

Pour le choix correct du disjoncteur, on doit identifier :
- Le courant assigné du moteur $\mathbf{I_e}$.
- Le courant de court-circuit au point d'application, si les charges de l'installation sont principalement des moteurs, dans l'évaluation du niveau de défaut on doit aussi prendre en compte la contribution des moteurs qui, au moment du court-circuit, se comportent comme des générateurs en augmentant la valeur du courant de défaut, avec une contribution qu'on peut approximativement estimer à 4 fois la somme du courant assigné de tous les moteurs en service en même temps.
- Le courant et le temps de démarrage, les courants de démarrage pour un moteur asynchrone varient de 5 à 7,6 x $\mathbf{I_e}$ pendant un temps variable en fonction de la machine commandée (habituellement inférieur à 5-6 s).
- Le courant initial de démarrage, au premier instant du branchement, peut varier entre 7,5 et 15 x $\mathbf{I_e}$.

Afin d'éviter les déclenchements intempestifs, l'élément instantané des déclencheurs des disjoncteurs doit être réglé pour un courant permettant de laisser passer les courants initial et de démarrage; de plus il doit être coordonné avec le relais thermique en fonction de sa limite d'autoprotection. La protection contre les courts-circuits concerne la ligne d'alimentation du moteur. Quand le court-circuit se produit à l'intérieur de l'enroulement de la machine, il n'y a plus rien à protéger dans la machine. Il s'agit au maximum de protéger l'environnement contre le déclenchement d'un incendie et de limiter les dommages pouvant porter sur les dispositifs du démarreur.

Le démarreur se compose de différents dispositifs selon que le disjoncteur remplit des fonctions de manoeuvre et protection contre les courts-circuits et de protection contre les surcharges.

Manœuvre

Démarreur protégé formé de :	**Emploi type :**
– interrupteur-sectionneur tripolaire. – trois fusibles pour la protection contre les courts-circuits. – contacteur de manoeuvre tripolaire. – relais thermique associé au contacteur pour la protection contre les surcharges.	Installations où sont admis des arrêts pour le remplacement des fusibles en cas de défaut.

Manœuvre - Protection contre les court-circuits

Démarreur protégé formé de :	**Emploi type :**
– disjoncteur avec commande manuelle et déclencheur magnétique seul. – contacteur de manoeuvre tripolaire. – relais thermique associé au contacteur pour la protection contre les surcharges.	installations dans lesquelles aucun arrêt n'est admis pour le remplacement de dispositifs en cas de défaut.

Manœuvre - Protection contre les courts-circuits et surcharges

Démarreur protégé formé de :	**Emploi type :**
– disjoncteur tripolaire avec déclencheur à maximum de courant et commande manuelle et/ou électrique à distance, pour le sectionnement, la protection contre les surcharges et les courts-circuits et la manoeuvre des moteurs.	– gros moteurs caractérisés par des manœuvres très rares, raison pour laquelle on peut utiliser un disjoncteur : – avec la commande manuelle seulement, on l'applique dans la manœuvre et la protection de petits moteurs avec des courants assignés jusqu'à 25-30 A, dans les manœuvres très rares et lorsqu'il est toléré ou nécessaire que le moteur ne soit pas débranché du réseau d'alimentation en cas de coupure de tension, comme dans des installations non surveillées, privées de commandes à distance et de redémarrages automatiques après la coupure de tension.

Les fonctions du disjoncteur dans les schémas de démarrage

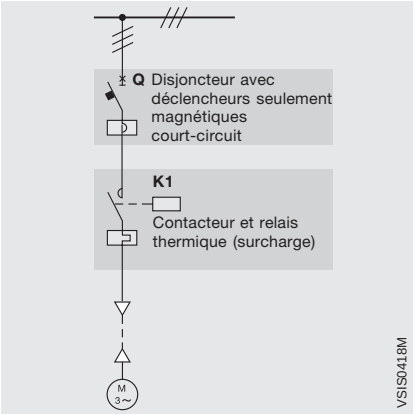


Schéma de démarrage moteur direct avec un seul sens de marche

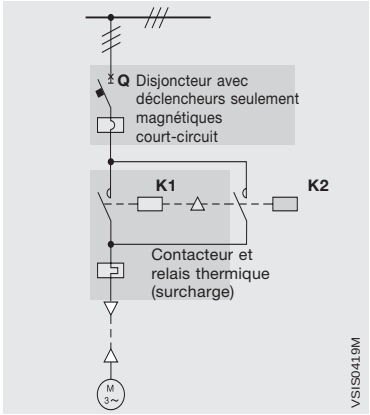


Schéma de démarrage moteur direct avec inversion de marche

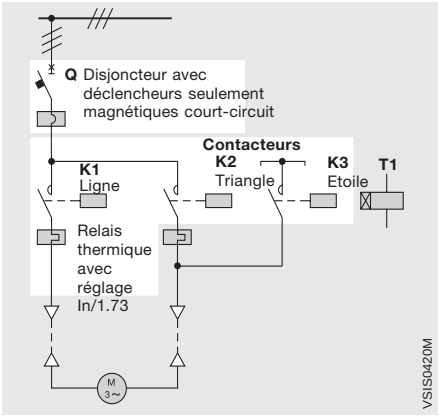


Schéma de démarrage moteur étoile-triangle

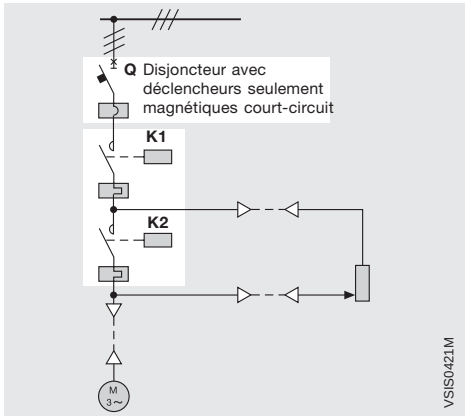
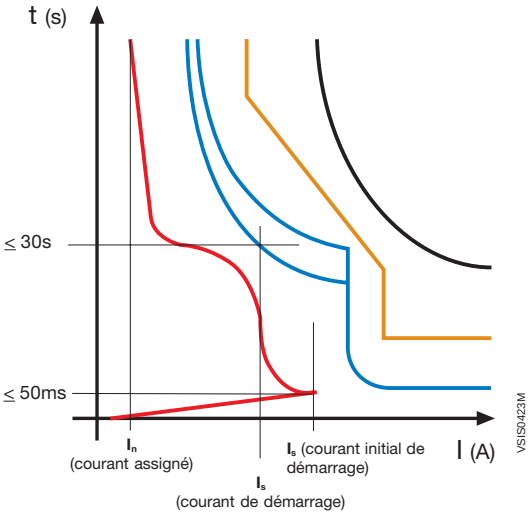


Schéma de démarrage avec résistances statoriques

Caractéristique de fonctionnement du moteur asynchrone



Protection, démarrage et manoeuvre des moteurs asynchrones triphasés

Le démarrage, la manœuvre et la protection constituent des opérations fondamentales pour l'utilisation correcte du moteur.

Le démarrage et la protection des moteurs sont réalisables de différentes façons, selon les dispositifs qui remplissent les diverses fonctions de protection contre les courts-circuits, contre les surcharges et la manœuvre.

Les schémas pouvant être réalisés pour ce qui concerne les fonctionnalités principales des divers dispositifs sont représentés de manière indicative dans le tableau ci-dessous.

Choix du type de démarreur

Les disjoncteurs Tmax et Isomax permettent de réaliser des coordinations particulièrement avantageuses du type traditionnel en utilisant trois dispositifs différents comme le montre le schéma A :

- un disjoncteur pour la protection contre les court-circuits.
- un relais thermique pour la protection contre les surcharges et le manque de phase.
- un contacteur pour la manœuvre du moteur.

	Schéma A	Schéma B	Schéma C *
Protection contre les court-circuits	**Disjoncteur** avec déclencheur uniquement magnétique ou avec déclencheur électronique PR211-I et PR221DS-I	**Disjoncteur** avec déclencheur électronique pour la protection des moteurs PR212MP et PR222MP	**Disjoncteur** avec déclencheur électronique pour la protection des moteurs PR212MP et PR222MP
Protection contre les surcharges	**Relais thermique**		
Manœuvre du moteur	**Contacteur**	**Contacteur**	
Emploi typique	Installations dans lesquelles est prévu un nombre élevé de manœuvres pour des puissances non élevées	Installations dans lesquelles est prévu un nombre élevé de manœuvres pour des puissances non élevées et moyennes	Applications particulières, telles que gros moteurs avec nombre limité de manœuvres pour des puissances élevées

* Version spéciale en catégorie AC-3, nous consulter.

Dans le choix de ces dispositifs, on doit tenir compte de divers facteurs tels que :

- la puissance du moteur.
- le schéma de démarrage : direct, à inversion de marche, étoile-triangle, avec résistances, avec démarreur progressif.
- le type de moteur : avec rotor à cage ou avec rotor bobiné.
- le courant de défaut au point du réseau où le moteur est installé.

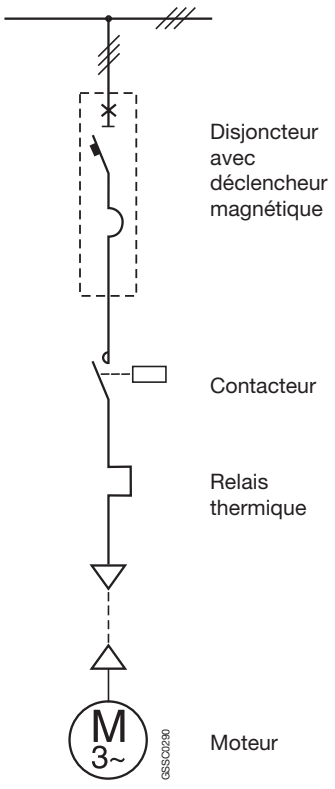
Le type de démarreur et les dispositifs le composant doivent être choisis en vue d'obtenir :

- la protection optimale de l'installation.
- des coûts limités, également pour l'exploitation et l'entretien.
- une installation facile et sûre.
- une conception simple.

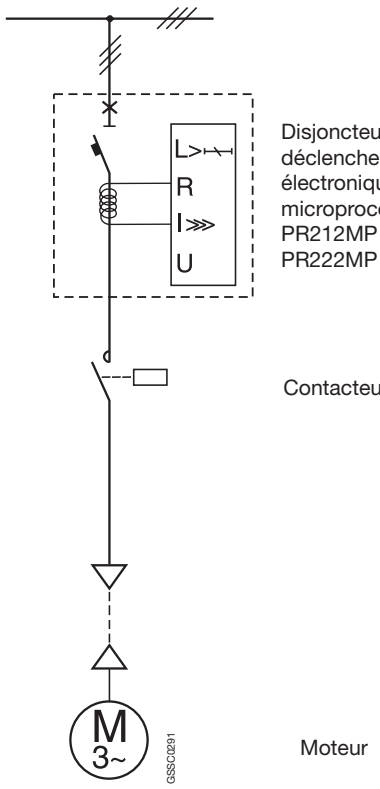
La grande expérience d'ABB dans le secteur du démarrage, de la manœuvre et de la protection des moteurs permet d'utiliser des appareils particulièrement fiables tels que :

- les disjoncteurs Tmax et Isomax.
- les contacteurs tripolaires série A.
- les relais thermiques tripolaires des séries TA et E.

A



B



C

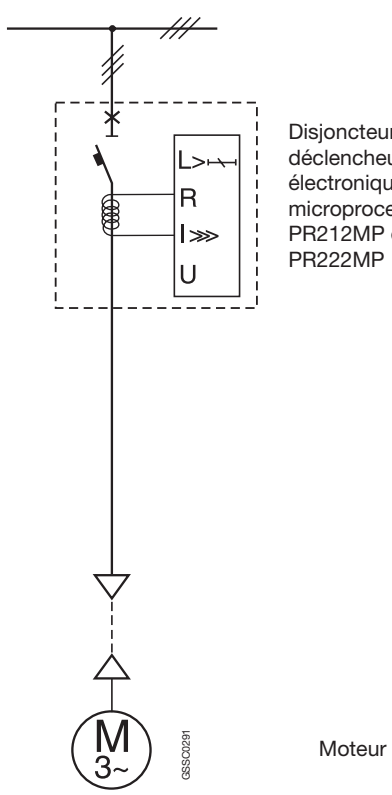


ABB propose une vaste gamme de solutions de coordination pour l'alimentation de n'importe quel moteur, pour lequel la protection contre les courts-circuits et les surcharges est d'une importance fondamentale.

Norme utilisée
– IEC 60947 - 4 – 1

Puissance assignée du moteur
– Les tableaux se basent sur le courant absorbé par des moteurs électriques à induction, triphasés à cage d'écureuil à quatre pôles.
– La puissance assignée du moteur est exprimée en kilowatts

Dispositif de protection
Sont proposés les dispositifs de protection suivants:
– disjoncteurs en boîtier moulé (**MCCB**) avec les types de déclencheurs suivants:
– MF déclencheur seulement magnétique fixe (pour disjoncteurs Tmax T2)
– MA déclencheur seulement magnétique réglable (pour disjoncteurs Tmax T2 et T3)
– PR221/I déclencheur électronique à microprocesseur (pour disjoncteurs Tmax T4 et T5)
– PR222MP déclencheur électronique à microprocesseur (pour disjoncteurs Tmax T4 et T5)
– PR211/I déclencheur électronique à microprocesseur (pour disjoncteurs Isomax S6)
– PR212MP déclencheur électronique à microprocesseur (pour disjoncteurs Isomax S6).

Les solutions proposées se réfèrent à des températures ambiantes de 40 °C et à des appareils en version fixe. Pour des températures supérieures, contacter ABB.

Type de démarrage
– Par démarrage **normal**, on entend un temps de démarrage allant jusqu'à 2 s selon le temps de déclenchement de relais thermiques en classe 10 A (voir tableau 2).
– Par démarrage **difficile**, on entend un temps de démarrage allant jusqu'à 9 s selon le temps de déclenchement de relais thermiques en classe 30 (voir tableau 2).
– Pour le démarrage **étoile-triangle normal**, on doit tenir compte de deux facteurs: la vitesse atteinte par le moteur à la fin de la période de démarrage est supérieure à 85% de la vitesse nominale; le temps de transition entre les connexions étoile et triangle est inférieur à 80 ms.

Courant de court-circuit
– Le choix valable pour une valeur donnée couvre également des niveaux de court-circuit inférieurs. Par exemple, en choisissant 80 kA, on obtient une protection valable pour des valeurs inférieures aussi (70, 60..kA, pour une même tension). Cela implique un démarreur avec des performances supérieures au pouvoir de coupure demandé. Pour des solutions plus économiques, il est conseillé de faire des vérifications spécifiques pour des niveaux de court-circuit inférieurs.

Remarques

Pour déterminer de manière univoque un type de coordination, et par conséquent les appareils nécessaires pour le réaliser, on doit connaître:

– la puissance du moteur en kW et son type;
– la tension assignée d'installation;
– le courant assigné du moteur;
– le courant de court-circuit au point d'installation;
– le type de démarrage: DOL ou Y/Δ - Normal ou difficile - Type 1 ou Type 2.

Exemple d'utilisation des tableaux

On veut réaliser un démarrage Y/Δ Normal Type 2 d'un moteur asynchrone triphasé à cage avec les données suivantes:

tension assignée	$\mathbf{U_r}$ = 400 V
courant de court-circuit	$\mathbf{I_k}$ = 50 kA
puissance assignée du moteur	$\mathbf{P_r}$ = 200 kW

Dans le tableau (étoile-triangle 400 V 50 kA), en regard de la ligne correspondante, on peut lire les informations suivantes:

$\mathbf{I_e}$ (courant assigné):	349 A
dispositif de protection contre les courts-circuits :	disjoncteur T5S630 PR221-I In630
seuil de déclenchement magnétique :	I_3 = 4410 A
contacteur de ligne :	A210
contacteur triangle :	A210
contacteur étoile :	A185
relais thermique :	E320DU320 réglable 105-320 A (à régler à $\frac{I_e}{\sqrt{3}}$ = 202 A).

Légende symboles

MCB Tmax Isomax Emax

Pour les solutions non indiquées dans ces tableaux, contacter ABB.

DOL @ 400/415 V - 35 kA - Type 2 - Démarrage normal

Moteur		MCCB		Contacteur	Relais thermique			Groupe
Puissance assigné Pe [kW]	Courant assigné Ie [A]	Type	Réglage protection magnétique [A]	Type	Type	Plage de réglage mini [A]	Plage de réglage maxi [A]	I max [A]
0,37	1,1	**T2N160 MF1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.4**	1	1,4	1,4
0,55	1,5	**T2N160 MF1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.8**	1,3	1,8	1,6
0,75	1,9	**T2N160 MF 2**	26	**A9**	**TA25DU2.4**	1,7	2,4	2
1,1	2,8	**T2N160 MF 3.2**	42	**A9**	**TA25DU4**	2,8	4	3,2
1,5	3,5	**T2N160 MF 4**	52	**A16**	**TA25DU5**	3,5	5	4
2,2	5	**T2N160 MF 5**	65	**A26**	**TA25DU6.5**	4,5	6,5	5
3	6,6	**T2N160 MF 8.5**	110	**A26**	**TA25DU8.5**	6	8,5	8,5
4	8,6	**T2N160 MF 11**	145	**A30**	**TA25DU11**	7,5	11	11
5,5	11,5	**T2N160 MF 12.5**	163	**A30**	**TA25DU14**	10	14	12,5
7,5	15,2	**T2N160 MA 20**	210	**A30**	**TA25DU19**	13	19	19
11	22	**T2N160 MA 32**	288	**A30**	**TA42DU25**	18	25	25
15	28,5	**T2N160 MA 52**	392	**A50**	**TA75DU42**	29	42	42
18,5	36	**T2N160 MA 52**	469	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
22	42	**T2N160 MA 52**	547	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
30	56	**T2N160 MA 80**	840	**A63**	**TA75DU80**	60	80	65
37	68	**T2N160 MA 80**	960	**A75**	**TA75DU80**	60	80	75
45	83	**T2N160 MA 100**	1200	**A95**	**TA110DU110**	80	110	96
55	98	**T3N250 MA 160**	1440	**A110**	**TA110DU110**	80	110	110
75	135	**T3N250 MA 200**	1800	**A145**	**TA200DU175**	130	175	145
90	158	**T3N250 MA 200**	2400	**A185**	**TA200DU200**	150	200	185
110	193	**T4N320 PR221-I In320**	2720	**A210**	**E320DU320**	100	320	210
132	232	**T5N400 PR221-I In400**	3200	**A260**	**E320DU320**	100	320	260
160	282	**T5N400 PR221-I In400**	4000	**A300**	**E320DU320**	100	320	300
200	349	**T5N630 PR221-I In630**	5040	**AF400**	**E500DU500**	150	500	400
250	430	**T5N630 PR221-I In630**	6300	**AF460**	**E500DU500**	150	500	430
290	520	**S6N800 PR211-I In800**	8000	**AF580**	**E800DU800**	250	800	580
315	545	**S6N800 PR211-I In800**	9600	**AF580**	**E800DU800**	250	800	580
355	610	**S6N800 PR211-I In800**	9600	**AF750**	**E800DU800**	250	800	750

DOL @ 400/415 V - 50 kA -Type 2 - Démarrage normal

Moteur		MCCB		Contacteur	Relais thermique			Groupe
Puissance assigné Pe [kW]	Courant assigné Ie [A]	Type	Réglage protection magnétique [A]	Type	Type	Plage de réglage mini [A]	Plage de réglage maxi [A]	I maxi [A]
0,37	1,1	**T2S160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.4**	1	1,4	1,4
0,55	1,5	**T2S160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.8**	1,3	1,8	1,6
0,75	1,9	**T2S160 MF 2**	26	**A9**	**TA25DU2.4**	1,7	2,4	2
1,1	2,8	**T2S160 MF 3.2**	42	**A9**	**TA25DU4**	2,8	4	3,2
1,5	3,5	**T2S160 MF 4**	52	**A16**	**TA25DU5**	3,5	5	4
2,2	5	**T2S160 MF 5**	65	**A26**	**TA25DU6.5**	4,5	6,5	5
3	6,6	**T2S160 MF 8.5**	110	**A26**	**TA25DU8.5**	6	8,5	8,5
4	8,6	**T2S160 MF 11**	145	**A30**	**TA25DU11**	7,5	11	11
5,5	11,5	**T2S160 MF 12.5**	163	**A30**	**TA25DU14**	10	14	12,5
7,5	15,2	**T2S160 MA 20**	210	**A30**	**TA25DU19**	13	19	19
11	22	**T2S160 MA 32**	288	**A30**	**TA42DU25**	18	25	25
15	28,5	**T2S160 MA 52**	392	**A50**	**TA75DU42**	29	42	42
18,5	36	**T2S160 MA 52**	469	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
22	42	**T2S160 MA 52**	547	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
30	56	**T2S160 MA 80**	840	**A63**	**TA75DU80**	60	80	65
37	68	**T2S160 MA 80**	960	**A75**	**TA75DU80**	60	80	75
45	83	**T2S160 MA 100**	1200	**A95**	**TA110DU110**	80	110	96
55	98	**T3S250 MA 160**	1440	**A110**	**TA110DU110**	80	110	110
75	135	**T3S250 MA 200**	1800	**A145**	**TA200DU175**	130	175	145
90	158	**T3S250 MA 200**	2400	**A185**	**TA200DU200**	150	200	185
110	193	**T4S320 PR221-I In320**	2720	**A210**	**E320DU320**	100	320	210
132	232	**T5S400 PR221-I In400**	3200	**A260**	**E320DU320**	100	320	260
160	282	**T5S400 PR221-I In400**	4000	**A300**	**E320DU320**	100	320	300
200	349	**T5S630 PR221-I In630**	5040	**AF400**	**E500DU500**	150	500	400
250	430	**T5S630 PR221-I In630**	6300	**AF460**	**E500DU500**	150	500	430
290	520	**S6S800 PR211-I In800**	8000	**AF580**	**E800DU800**	250	800	580
315	545	**S6S800 PR211-I In800**	9600	**AF580**	**E800DU800**	250	800	580
355	610	**S6S800 PR211-I In800**	9600	**AF750**	**E800DU800**	250	800	750

DOL @ 400/415 V - 65 kA - Type 2 - Démarrage normal

Moteur		MCCB		Contacteur	Relais thermique			Groupe
Puissance assigné Pe [kW]	Courant assigné Ie [A]	Type	Réglage protection magnétique [A]	Type	Type	Plage de réglage mini [A]	Plage de réglage maxi [A]	I maxi [A]
0,37	1,1	**T2H160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.4**	1	1,4	1,4
0,55	1,5	**T2H160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.8**	1,3	1,8	1,6
0,75	1,9	**T2H160 MF 2**	26	**A9**	**TA25DU2.4**	1,7	2,4	2
1,1	2,8	**T2H160 MF 3.2**	42	**A9**	**TA25DU4**	2,8	4	3,2
1,5	3,5	**T2H160 MF 4**	52	**A16**	**TA25DU5**	3,5	5	4
2,2	5	**T2H160 MF 5**	65	**A26**	**TA25DU6.5**	4,5	6,5	5
3	6,6	**T2H160 MF 8.5**	110	**A26**	**TA25DU8.5**	6	8,5	8,5
4	8,6	**T2H160 MF 11**	145	**A30**	**TA25DU11**	7,5	11	11
5,5	11,5	**T2H160 MF 12.5**	163	**A50**	**TA25DU14**	10	14	12,5
7,5	15,2	**T2H160 MA 20**	210	**A50**	**TA25DU19**	13	19	19
11	22	**T2H160 MA 32**	288	**A50**	**TA42DU25**	18	25	25
15	28,5	**T2H160 MA 52**	392	**A50**	**TA75DU42**	29	42	42
18,5	36	**T2H160 MA 52**	469	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
22	42	**T2H160 MA 52**	547	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
30	56	**T2H160 MA 80**	840	**A63**	**TA75DU80**	60	80	65
37	68	**T2H160 MA 80**	960	**A75**	**TA75DU80**	60	80	75
45	83	**T2H160 MA 100**	1200	**A95**	**TA110DU110**	80	110	96
55	98	**T4H250 PR221-I In160**	1360	**A110**	**TA110DU110**	80	110	110
75	135	**T4H250 PR221-I In250**	1875	**A145**	**E200DU200**	60	200	145
90	158	**T4H250 PR221-I In250**	2500	**A185**	**E200DU200**	60	200	185
110	193	**T4H320 PR221-I In320**	2720	**A210**	**E320DU320**	100	320	210
132	232	**T5H400 PR221-I In400**	3200	**A260**	**E320DU320**	100	320	260
160	282	**T5H400 PR221-I In400**	4000	**A300**	**E320DU320**	100	320	300
200	349	**T5H630 PR221-I In630**	5040	**AF400**	**E500DU500**	150	500	400
250	430	**T5H630 PR221-I In630**	6300	**AF460**	**E500DU500**	150	500	430
290	520	**S6H800 PR211-I In800**	8000	**AF 580**	**E 800DU800**	250	800	580
315	545	**S6H800 PR211-I In800**	9600	**AF 580**	**E 800DU800**	250	800	580
355	610	**S6H800 PR211-I In800**	9600	**AF 750**	**E 800DU800**	250	800	650

DOL @ 400/415 V - 80 kA - Type 2 - Démarrage normal

Moteur		MCCB		Contacteur	Relais thermique			Groupe
Puissance assigné Pe [kW]	Courant assigné Ie [A]	Type	Réglage protection magnétique [A]	Type	Type	Plage de réglage mini [A]	Plage de réglage maxi [A]	I maxi [A]
0,37	1,1	**T2L160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.4**	1	1,4	1,4
0,55	1,5	**T2L160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.8**	1,3	1,8	1,6
0,75	1,9	**T2L160 MF 2**	26	**A9**	**TA25DU2.4**	1,7	2,4	2
1,1	2,8	**T2L160 MF 3.2**	42	**A16**	**TA25DU4**	2,8	4	3,2
1,5	3,5	**T2L160 MF 4**	52	**A26**	**TA25DU5**	3,5	5	4
2,2	5	**T2L160 MF 5**	65	**A26**	**TA25DU6.5**	4,5	6,5	5
3	6,6	**T2L160 MF 8.5**	110	**A26**	**TA25DU8.5**	6	8,5	8,5
4	8,6	**T2L160 MF 11**	145	**A30**	**TA25DU11**	7,5	11	11
5,5	11,5	**T2L160 MF 12.5**	163	**A50**	**TA25DU14**	10	14	12,5
7,5	15,2	**T2L160 MA 20**	210	**A50**	**TA25DU19**	13	19	19
11	22	**T2L160 MA 32**	288	**A50**	**TA42DU25**	18	25	25
15	28,5	**T2L160 MA 52**	392	**A50**	**TA75DU42**	29	42	42
18,5	36	**T2L160 MA 52**	469	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
22	42	**T2L160 MA 52**	547	**A50**	**TA75DU52**	36	52	50
30	56	**T2L160 MA 80**	840	**A63**	**TA75DU80**	60	80	65
37	68	**T2L160 MA 80**	960	**A75**	**TA75DU80**	60	80	75
45	83	**T2L160 MA 100**	1200	**A95**	**TA110DU110**	80	110	96
55	98	**T4L250 PR221-I In160**	1360	**A110**	**TA110DU110**	80	110	110
75	135	**T4L250 PR221-I In250**	1875	**A145**	**E200DU200**	60	200	145
90	158	**T4L250 PR221-I In250**	2500	**A185**	**E200DU200**	60	200	185
110	193	**T4L320 PR221-I In320**	2720	**A210**	**E320DU320**	100	320	210
132	232	**T5L400 PR221-I In400**	3200	**A260**	**E320DU320**	100	320	260
160	282	**T5L400 PR221-I In400**	4000	**A300**	**E320DU320**	100	320	300
200	349	**T5L630 PR221-I In630**	5040	**AF400**	**E500DU500**	150	500	400
250	430	**T5L630 PR221-I In630**	6300	**AF460**	**E500DU500**	150	500	430
290	520	**S6L800 PR211-I In800**	8000	**AF580**	**E800DU800**	250	800	580
315	545	**S6L800 PR211-I In800**	9600	**AF580**	**E800DU800**	250	800	580
355	610	**S6L800 PR211-I In800**	9600	**AF750**	**E800DU800**	250	800	750

DOL @ 400/415 V - 35 kA - Type 2 - Démarrage difficile

Moteur		MCCB		Contacteur	Relais thermique				Groupe
Puissance assigné Pe [kW]	Courant assigné Ie [A]	Type	Réglage protection magnétique [A]	Type	Type**	Spires primaires sur TC	Plage de réglage mini [A]	Plage de réglage maxi [A]	I maxi [A]
0,37	1,1	**T2N160 MF1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.4***		1	1,4	1,4
0,55	1,5	**T2N160 MF1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.8***		1,3	1,8	1,6
0,75	1,9	**T2N160 MF 2**	26	**A9**	**TA25DU2.4***		1,7	2,4	2
1,1	2,8	**T2N160 MF 3.2**	42	**A9**	**TA25DU4***		2,8	4	3,2
1,5	3,5	**T2N160 MF 4**	52	**A16**	**TA25DU5***		3,5	5	4
2,2	5	**T2N160 MF 5**	65	**A26**	**TA25DU6.5***		4,5	6,5	5
3	6,6	**T2N160 MF 8.5**	110	**A26**	**TA25DU8.5***		6	8,5	8,5
4	8,6	**T2N160 MF 11**	145	**A30**	**TA25DU11***		7,5	11	11
5,5	11,5	**T2N160 MF 12.5**	163	**A30**	**TA450SU60**	**4**	10	15	12,5
7,5	15,2	**T2N160 MA 20**	210	**A30**	**TA450SU60**	**3**	13	20	20
11	22	**T2N160 MA 32**	288	**A30**	**TA450SU60**	**2**	20	30	32
15	28,5	**T2N160 MA 52**	392	**A50**	**TA450SU80**	**2**	23	40	40
18,5	36	**T2N160 MA 52**	469	**A50**	**TA450SU80**	**2**	23	40	40
22	42	**T2N160 MA 52**	547	**A50**	**TA450SU60**		40	60	50
30	56	**T2N160 MA 80**	840	**A63**	**TA450SU80**		55	80	65
37	68	**T2N160 MA 80**	960	**A95**	**TA450SU80**		55	80	80
45	83	**T2N160 MA 100**	1200	**A110**	**TA450SU105**		70	105	100
55	98	**T3N250 MA 160**	1440	**A145**	**TA450SU140**		95	140	140
75	135	**T3N250 MA 200**	1800	**A185**	**TA450SU185**		130	185	185
90	158	**T3N250 MA 200**	2400	**A210**	**TA450SU185**		130	185	185
110	193	**T4N320 PR221-I In320**	2720	**A260**	**E320DU320**		100	320	220
132	232	**T5N400 PR221-I In400**	3200	**A300**	**E320DU320**		100	320	300
160	282	**T5N400 PR221-I In400**	4000	**AF400**	**E500DU500**		150	500	400
200	349	**T5N630 PR221-I In630**	5040	**AF460**	**E500DU500**		150	500	430
250	430	**T5N630 PR221-I In630**	6300	**AF580**	**E500DU500*****		150	500	430
290	520	**S6N800 PR211-I In800**	8000	**AF750**	**E800DU800**		250	800	750
315	545	**S6N800 PR211-I In800**	9600	**AF750**	**E800DU800**		250	800	750
355	610	**S6N800 PR211-I In800**	9600	**AF750**	**E800DU800**		250	800	750

* Prévoir un contacteur de by-pass de même taille pendant la phase de démarrage du moteur
** Régler la classe de déclenchement 30 sur les relais Type E
*** Kit de connexion non disponible. Pour utiliser le kit de connexion, remplacer par relais E800DU800

DOL @ 400/415 V - 50 kA - Type 2 - Démarrage difficile

Moteur		MCCB		Contacteur	Relais thermique				Groupe
Puissance assigné Pe [kW]	Courant assigné Ie [A]	Type	Réglage protection magnétique [A]	Type	Type**	Spires primaires sur TC	Plage de réglage mini [A]	Plage de réglage maxi [A]	I maxi [A]
0,37	1,1	**T2S160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.4***		1	1,4	1,4
0,55	1,5	**T2S160 MF 1.6**	21	**A9**	**TA25DU1.8***		1,3	1,8	1,6
0,75	1,9	**T2S160 MF 2**	26	**A9**	**TA25DU2.4***		1,7	2,4	2
1,1	2,8	**T2S160 MF 3.2**	42	**A9**	**TA25DU4***		2,8	4	3,2
1,5	3,5	**T2S160 MF 4**	52	**A16**	**TA25DU5***		3,5	5	4
2,2	5	**T2S160 MF 5**	65	**A26**	**TA25DU6.5***		4,5	6,5	5
3	6,6	**T2S160 MF 8.5**	110	**A26**	**TA25DU8.5***		6	8,5	8,5
4	8,6	**T2S160 MF 11**	145	**A30**	**TA25DU11***		7,5	11	11
5,5	11,5	**T2S160 MF 12.5**	163	**A30**	**TA450SU60**	**4**	10	15	12,5
7,5	15,2	**T2S160 MA 20**	210	**A30**	**TA450SU60**	**3**	13	20	20
11	22	**T2S160 MA 32**	288	**A30**	**TA450SU60**	**2**	20	30	32
15	28,5	**T2S160 MA 52**	392	**A50**	**TA450SU80**	**2**	23	40	40
18,5	36	**T2S160 MA 52**	469	**A50**	**TA450SU80**	**2**	23	40	40
22	42	**T2S160 MA 52**	547	**A50**	**TA450SU60**		40	60	50
30	56	**T2S160 MA 80**	840	**A63**	**TA450SU80**		55	80	65
37	68	**T2S160 MA 80**	960	**A95**	**TA450SU80**		55	80	80
45	83	**T2S160 MA 100**	1200	**A110**	**TA450SU105**		70	105	100
55	98	**T3S250 MA 160**	1440	**A145**	**TA450SU140**		95	140	140
75	135	**T3S250 MA 200**	1800	**A185**	**TA450SU185**		130	185	185
90	158	**T3S250 MA 200**	2400	**A210**	**TA450SU185**		130	185	185
110	193	**T4S320 PR221-I In320**	2720	**A260**	**E320DU320**		100	320	220
132	232	**T5S400 PR221-I In400**	3200	**A300**	**E320DU320**		100	320	300
160	282	**T5S400 PR221-I In400**	4000	**AF400**	**E500DU500**		150	500	400
200	349	**T5S630 PR221-I In630**	5040	**AF460**	**E500DU500**		150	500	430
250	430	**T5S630 PR221-I In630**	6300	**AF580**	**E500DU500*****		150	500	430
290	520	**S6S800 PR211-I In800**	8000	**AF750**	**E800DU800**		250	800	750
315	545	**S6S800 PR211-I In800**	9600	**AF750**	**E800DU800**		250	800	750
355	610	**S6S800 PR211-I In800**	9600	**AF750**	**E800DU800**		250	800	750

* Prévoir un contacteur de by-pass de même taille pendant la phase de démarrage du moteur
** Régler la classe de déclenchement 30 sur les relais Type E
*** Kit de connexion non disponible. Pour utiliser le kit de connexion, remplacer par relais E800DU800

Étoile-triangle - Type 2 @ 400/415 V - 35 kA - 50/60 Hz

Moteur		MCCB		Contacteur			Relais thermique	
Pe [kW]	Ie [A]	Type	Im [A]	ligne type	triangle type	étoile type	type	[A]
18,5	36	T2N160 MA52	469	A50	A50	A26	TA75DU25	18-25
22	42	T2N160 MA52	547	A50	A50	A26	TA75DU32	22-32
30	56	T2N160 MA80	720	A63	A63	A30	TA75DU42	29-42
37	68	T2N160 MA80	840	A75	A75	A30	TA75DU52	36-52
45	83	T2N160 MA100	1050	A75	A75	A30	TA75DU63	45-63
55	98	T2N160 MA100	1200	A75	A75	A40	TA75DU63	45-63
75	135	T3N250 MA160	1700	A95	A95	A75	TA110DU90	66-90
90	158	T3N250 MA200	2000	A110	A110	A95	TA110DU110	80-110
110	193	T3N250 MA200	2400	A145	A145	A95	TA200DU135	100-135
132	232	T4N320 PR221-I In320	2880	A145	A145	A110	E200DU200	60-200
160	282	T5N400 PR221-I In400	3600	A185	A185	A145	E200DU200	60-200
200	349	T5N630 PR221-I In630	4410	A210	A210	A185	E320DU320	100-320
250	430	T5N630 PR221-I In630	5670	A260	A260	A210	E320DU320	100-320

Étoile-triangle - Type 2 @ 400/415 V - 50 kA - 50/60 Hz

Moteur		MCCB		Contacteur			Relais thermique	
Pe [kW]	Ie [A]	Type	Im [A]	ligne type	triangle type	étoile type	type	[A]
18,5	36	T2S160 MA52	469	A50	A50	A26	TA75DU25	18-25
22	42	T2S160 MA52	547	A50	A50	A26	TA75DU32	22-32
30	56	T2S160 MA80	720	A63	A63	A30	TA75DU42	29-42
37	68	T2S160 MA80	840	A75	A75	A30	TA75DU52	36-52
45	83	T2S160 MA100	1050	A75	A75	A30	TA75DU63	45-63
55	98	T2S160 MA100	1200	A75	A75	A40	TA75DU63	45-63
75	135	T3S250 MA160	1700	A95	A95	A75	TA110DU90	66-90
90	158	T3S250 MA200	2000	A110	A110	A95	TA110DU110	80-110
110	193	T3S250 MA200	2400	A145	A145	A95	TA200DU135	100-135
132	232	T4S320 PR221-I In320	2880	A145	A145	A110	E200DU200	60-200
160	282	T5S400 PR221-I In400	3600	A185	A185	A145	E200DU200	60-200
200	349	T5S630 PR221-I In630	4410	A210	A210	A185	E320DU320	100-320
250	430	T5S630 PR221-I In630	5670	A260	A260	A210	E320DU320	100-320

DOL @ 400/415 V - 35 kA - Type 2 - Relais MP - Démarrage normal et difficile

Moteur		MCCB			Contacteur	Groupe
Pe [kW]	Ie [A]	Type	I_1* [A]	I_3 [A]	type	I maxi [A]
30	56	T4N250PR222MPIn100	40-100	600	A95	95
37	68	T4N250PR222MPIn100	40-100	700	A95	95
45	83	T4N250PR222MPIn100	40-100	800	A95	95
55	98	T4N250PR222MPIn160	64-160	960	A145	145
75	135	T4N250PR222MPIn160	64-160	1280	A145	145
90	158	T4N250PR222MPIn200	80-200	1600	A185	185
110	193	T5N320PR222MPIn320	128-320	1920	A210	210
132	232	T5N320PR222MPIn320	128-320	2240	A260	260
160	282	T5N320PR222MPIn320	128-320	2560	AF400**	320
200	349	T5N400PR222MPIn400	160-400	3200	AF400	400
250	430	S6N800 PR212-MP In630	252-630	5040	AF460	460
290	520	S6N800 PR212-MP In630	252-630	5670	AF580	580
315	545	S6N800 PR212-MP In630	252-630	5670	AF580	580
355	610	S6N800 PR212-MP In630	252-630	5670	AF750	630

* Pour un démarrage difficile, régler la classe de déclenchement 30 sur les relais MP.
** Pour un démarrage normal, utiliser AF300

DOL @ 400/415 V - 50 kA - Type 2 - Relais MP - Démarrage normal et difficile

Moteur		MCCB			Contacteur	Groupe
Pe [kW]	Ie [A]	Type	I_1* [A]	I_3 [A]	type	I maxi [A]
30	56	T4S250PR222MPIn100	40-100	600	A95	95
37	68	T4S250PR222MPIn100	40-100	700	A95	95
45	83	T4S250PR222MPIn100	40-100	800	A95	95
55	98	T4S250PR222MPIn160	64-160	960	A145	145
75	135	T4S250PR222MPIn160	64-160	1280	A145	145
90	158	T4S250PR222MPIn200	80-200	1600	A185	185
110	193	T5S320PR222MPIn320	128-320	1920	A210	210
132	232	T5S320PR222MPIn320	128-320	2240	A260	260
160	282	T5S320PR222MPIn320	128-320	2560	AF400**	320
200	349	T5S400PR222MPIn400	160-400	3200	AF400	400
250	430	S6H800 PR212-MP In630	252-630	5040	AF460	460
290	520	S6H800 PR212-MP In630	252-630	5670	AF580	580
315	545	S6H800 PR212-MP In630	252-630	5670	AF580	580
355	610	S6H800 PR212-MP In630	252-630	5670	AF750	630

* Pour un démarrage difficile, régler la classe de déclenchement 30 sur les relais MP.
** Pour un démarrage normal, utiliser AF300

La mise sous tension d'un transformateur BT/BT provoque une pointe de courant extrêmement élevée.

En fonction de la qualité des transformateurs utilisés, la valeur crête de la première onde peut atteindre de 10 à 30 fois le courant nominal efficace primaire du transformateur pour des puissances inférieures à 50 kVA.

Le courant transitoire d'enclenchement ne dure que quelques millisecondes. Ce phénomène est dû à la magnétisation des tôles du transformateur.

Il est donc impératif de bien choisir le déclencheur magnétique des disjoncteurs protégeant le primaire des transformateurs afin d'éviter les déclenchements intempestifs à la mise sous tension.

Calibre des disjoncteurs et type de déclencheurs protégeant les primaires des transformateurs BT/BT

Transformateurs monophasés (primaire 230 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P **kVA**	I_n **A**	U_{cc} **%**	Type (1)	Calibre **A**
0,1	0,4	13	S 2* D ou K	1
0,16	0,7	10,5	S 2* D ou K	2
0,25	1,1	9,5	S 2* D ou K	3
0,4	1,7	7,5	S 2* D ou K	6
0,63	2,7	7	S 2* D ou K	10
1	4,2	5,2	S 2* D ou K	10
1,6	6,8	4	S 2* D ou K	16
2	8,4	2,9	S 2* D ou K	20
2,5	10,5	3	S 2* D ou K	25
4	16,9	2,1	S 2* D ou K	40
5	21,1	4,5	S 2* D ou K	50
6,3	27	4,5	S 2* D ou K	63
8	34	5	T1/T2	80
10	42	5,5	T1/T2	100
12,5	53	5,5	T1/T2	125
16	68	4,5	T1/T2	160
20	84	4,5	T3/T4	200
25	105	4,5	T3/T4	250
31,5	133	4	T3/T4	250
40	169	4	T5	320
50	211	5	T5	400
63	266	5	T5	630
80	338	4,5	T5	630
100	422	5,5	S6	800
125	528	5	S6	1000
160	675	5	S7	1250

Transformateurs monophasés (primaire 400 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P **kVA**	I_n **A**	U_{cc} **%**	Type (1)	Calibre **A**
0,1	0,24	13	S 2* D ou K	1
0,16	0,39	10,5	S 2* D ou K	2
0,25	0,61	9,5	S 2* D ou K	2
0,4	0,98	7,5	S 2* D ou K	3
0,63	1,54	7	S 2* D ou K	4
1	2,44	5,2	S 2* D ou K	6
1,6	3,9	4	S 2* D ou K	10
2	4,9	2,9	S 2* D ou K	16
2,5	6,1	3	S 2* D ou K	16
4	9,8	2,1	S 2* D ou K	20
5	12,2	1,9	S 2* D ou K	32
6,3	15,4	1,6	S 2* D ou K	40
8	19,5	5	S 2* D ou K	50
10	24	5	S 2* D ou K	63
12,5	30	5	S 2* D ou K	63
16	39	4,5	T1/T2	100
20	49	4,5	T1/T2	125
25	61	4,5	T1/T2	160
31,5	77	4	T3/T4	200
40	98	4	T3/T4	250
50	122	4	T3/T4	250
63	154	5	T5	320
80	195	4,5	T5	400
100	244	5,5	T5	630
125	305	5	T5	630
160	390	5	S6	800

S 2*... = S200, S200M, S200P

(1) Choisir le pouvoir de coupure en fonction du courant de court-circuit au point d'installation du disjoncteur.

Calibre des disjoncteurs et type de déclencheurs protégeant les primaires des transformateurs BT/BT (suite)

Transformateurs triphasés (primaire 230 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P **kVA**	I_n **A**	U_{cc} **%**	Type (1)	Calibre **A**
5	12	4,5	S 2* D ou K	32
6,3	15,8	4,5	S 2* D ou K	40
8	20	4,5	S 2* D ou K	50
10	24	5,5	S 2* D ou K	63
12,5	30,6	5,5	T1/T2	80
16	39	5,5	T1/T2	100
20	49	5,5	T1/T2	125
25	61	5,5	T1/T2	160
31,5	77	5	T3/T4	200
40	97	5	T3/T4	250
50	122	4,5	T3/T4	250
63	153	5	T5	320
80	195	5	T5	400
100	244	5,5	T5	630
125	305	4,5	T5	630
160	390	5,5	S6	800
200	489	5	S7	1000
250	609	5	S7	1000
315	767	4,5	S7	1250
400	974	6	S7	1250

Transformateurs triphasés (primaire 400 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P **kVA**	I_n **A**	U_{cc} **%**	Type (1)	Calibre **A**
5	7	4,5	S 2* D ou K	20
6,3	8,8	4,5	S 2* D ou K	20
8	11,6	4,5	S 2* D ou K	32
10	14	5,5	S 2* D ou K	32
12,5	17,6	5,5	S 2* D ou K	40
16	23	5,5	S 2* D ou K	63
20	28	5,5	S 2* D ou K	63
25	35	5,5	T1/T2	100
31,5	44	5	T1/T2	125
40	56	5	T1/T2	160
50	70	4,5	T1/T2	160
63	89	5	T3/T4	200
80	113	5	T3/T4	250
100	141	5,5	T5	320
125	176	4,5	T5	400
160	225	5,5	T5	630
200	287	5	T5	630
250	352	5	S6	800
315	444	4,5	S6	800
400	563	6	S7	1000
500	704	6	S7	1000
630	887	5,5	S7	1250

S 2*.. = S200, S200M, S200P

Transformateurs triphasés (primaire 230 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P **kVA**	I_n **A**	U_{cc} **%**	Type (1)	Calibre **A**
400	974	6	E1	1250
630	1535	4,5	E2	2000
800	1949	5	E3	2500
1000	2436	5,5	E3	3200
1250	3045	5	E4	4000
1600	3898	5,5	E6	5000
2000	4872	5,5	E6	6300

Transformateurs triphasés (primaire 400 V)				
Transformateur			Disjoncteur	
P **kVA**	I_n **A**	U_{cc} **%**	Type (1)	Calibre **A**
630	887	5,5	E1	1250
800	1126	5,5	E2	1600
1000	1408	5,5	E2	1600
1250	1760	5	E2	2000
1600	2253	5,5	E3	2500
2000	2817	5,5	E3	3200

(1) Choisir le pouvoir de coupure en fonction du courant de court-circuit au point d'installation du disjoncteur.

Sélection et application de l'appareillage

Manœuvre et protection de générateurs triphasés

Dans les cas les plus fréquents, le générateur basse tension constitue l'alimentation de secours par rapport au réseau d'alimentation normale et remplace ce dernier dès que la tension vient à manquer grâce à des systèmes de commutation automatique pour garantir l'alimentation à des portions d'installation essentielles, surtout si l'arrêt peut causer un risque pour les personnes, des pertes de production importantes ou des dysfonctionnements significatifs pour la sécurité et la conduite des installations (signalisations, alarmes, système anti-incendie, éclairage).

D'ordinaire le groupe de secours est constitué par un moteur diesel couplé à un alternateur de puissance limitée qui ne dépasse généralement pas 1000 kVA. De plus il est amplement utilisé dans les applications navales.

Les disjoncteurs en boîtier moulé Tmax et Isomax peuvent être utilisés comme disjoncteurs de machines et/ou disjoncteurs de départ avec des déclencheurs de protection contre les surintensités, en général les déclencheurs à microprocesseur et les déclencheurs magnéto-thermiques à bas seuil de déclenchement.

Dans le choix du disjoncteur à utiliser, on doit prendre en compte le courant assigné du générateur (fonction de la puissance de ce dernier et de la tension de fonctionnement) et le courant de court-circuit au point d'installation qui peut être calculé en fonction de la réactance transitoire X'd (%) selon la formule ci-dessous :

$$I_{k3} = \frac{1{,}05 \times 1{,}05 \times S_{rG}}{3 \times U_o \times X'd}$$

avec S_{rG} = Puissance assignée du générateur
$X'd$ = Réactance transitoire
U_o = Tension nominale entre phase et neutre

Elle a normalement des valeurs faibles par rapport à celles du réseau et on doit attacher une attention particulière aux réglages des relais à maximum de courant pour lesquels on doit prévoir des réglages de l'élément magnétique de 3 à 5 fois le courant assigné, que le disjoncteur soit utilisé comme disjoncteur général de machine ou comme départ.

Si le générateur fonctionne en parallèle avec le réseau d'alimentation normale, le courant de court-circuit dont on doit tenir compte dans le choix du disjoncteur est celui dû au poste de transformation, car il prend une valeur plus élevée par rapport à celle due éventuellement à un défaut du générateur

Pour les disjoncteurs branchés en aval du générateur, le pouvoir de coupure est déterminé sur la base du courant de court-circuit dû au nombre total des générateurs de même puissance en parallèle moins un.

Le tableau ci-dessous permet de choisir les disjoncteurs de protection des générateurs triphasés à 400 V - 50Hz.

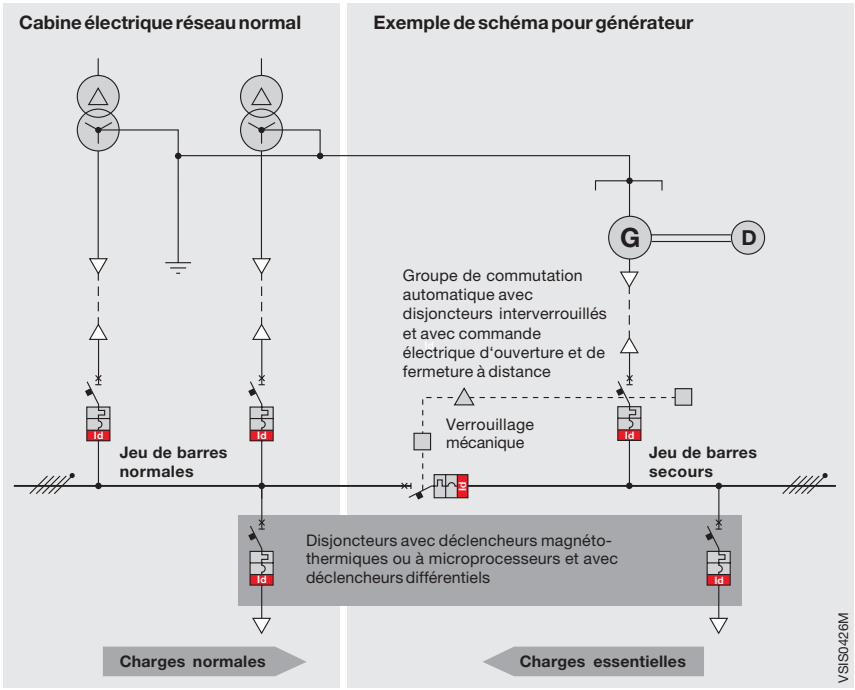
Puissance générateur **kVA**	Courant assigné **A**	**Disjoncteurs**								
		T2 160 PR221	**T4 250 PR22x**	**T5 400 PR22x**	**T5 630 PR22x**	**S6 800 PR21x**	**S7 1250 PR21x**	**E1/E2 PR12x**	**E2/E3 PR12x**	**E2/E3 PR12x**
10	14	I_n=25A								
15	22	I_n=25A								
20	29	I_n=63A								
25	36	I_n=63A								
30	43	I_n=63A								
40	58	I_n=63A								
50	72	I_n=100A								
63	91	I_n=100A								
100	144	I_n=160A								
160	231		I_n=250A							
200	289			I_n=320A						
250	361			I_n=400A						
315	455				I_n=630A	I_n=800A				
400	577				I_n=630A	I_n=800A				
500	722					I_n=800A	I_n=1000A	I_n=800A		
630	909						I_n=1000A	I_n=1000A		
800	1155						I_n=1250A	I_n=1250A	I_n=1250A	
1000	1443								I_n=1600A	
1120	1617									I_n=2000A

Choix du système de distribution

Dans l'emploi de générateurs comme alimentation de secours, le choix du système de distribution (TT, TN, IT) est très important car il pourrait être différent pour le fonctionnement normal et le fonctionnement secours.

On pourrait par exemple avoir un système TN-S pour le réseau normal et un système IT pour le réseau de secours avec le seul générateur en service, qui nécessite l'installation d'un dispositif pour le contrôle de l'isolement et la signalisation du premier défaut à la terre, de façon à pouvoir intervenir pour éliminer les causes et éviter les conséquences d'un éventuel deuxième défaut à la terre.

On doit donc faire très attention au choix du nombre de pôles, des déclencheurs ou des relais de protection à maximum de courant et différentiels qui doivent garantir les protections dans les deux régimes de fonctionnement.



Réseau d'alimentation normale / secours avec verrouillage et commutation.

Distribution en courant continu

Le courant continu représente l'un des modes de distribution de l'énergie électrique dans les installations électriques pour établissements industriels et du secteur tertiaire et il nécessite des réseaux de distribution répondant totalement aux exigences de coordination des protections et de souplesse en vue, par exemple, d'agrandissements futurs, ainsi qu'aux exigences d'appareils adaptés en termes de réglages, de versions et de performances.

Alimentation d'urgence ou de services auxiliaires

L'utilisation du courant continu est due à la nécessité de disposer d'une source d'énergie de réserve permettant d'alimenter des services essentiels tels que des systèmes de protection, des éclairages d'urgence, des systèmes d'alarme, des services hospitaliers et d'usines, des centres de calcul, en utilisant par exemple des batteries d'accumulateurs installées à proximité des utilisateurs et alimentées en tampon par le réseau, caractérisées dans la plupart des cas par des tensions de service jusqu'à 500 V et des courants de défaut très élevés dans le voisinage immédiat des sources d'alimentation étant donné la faible résistance interne des batteries.

Les batteries constituent la source d'énergie la plus sûre pour l'alimentation de ces services, tant directement en c.c. qu'au moyen d'onduleurs quand l'alimentation des charges est en c.a.

CSIS9117

Traction électrique

Les avantages en termes de réglage offerts par l'utilisation de moteurs en c.c. et l'alimentation par ligne de contact unique font de l'alimentation en c.c. la solution la plus répandue pour les chemins de fer, les métros, les tramways, les ascenseurs et les moyens de transport en général.

Les applications type sont la protection de lignes et dispositifs, la manoeuvre des moteurs et actionnements.

Elles sont caractérisées par des tensions de service jusqu'à 1000 V avec des surtensions transitoires possibles, des courants variant fréquemment en fonction des conditions de service, des courants de court-circuit élevés, l'exposition à des conditions environnementales agressives, avec présence éventuelle de chocs et de vibrations.

CSIS9115

Installations industrielles particulières

Cela peut être des installations relatives à des procédés électrolytiques ou des applications dans lesquelles on a des exigences particulières de service des machines électriques, telles que par exemple les nécessités d'amortissement rapide du courant de leur circuit d'excitation.

Dans de telles conditions la tension peut atteindre des crêtes de 5 à 10 fois la valeur de service normale et le courant peut même dépasser de 3 à 4 fois les valeurs assignées d'excitation.

CSIS9116

Pouvoirs de coupure en kA en c.c. et nombre de pôles à connecter en série

Disjoncteur		T1 160			T2 160				T3 250		T4 250					T5 400/630					S6 630/800		
Courant assigné I_n		16...160A	25...160A	32...160A	1,6...160 A				63...250 A		20...250A					320...500A					440...800A		
I_{cu} [kA]		B	C	N	N	S	H	L	N	S	N	S	H	L	V	N	S	H	L	V	N	H	L
1 pôle																							
	≤125 (V)	16	25	36	36	50	70	85	36	50	36	50	70	100	100	36	50	70	100	100	35	65	100
2 pôles en série																							
	250 (V)	16	25	36	36	50	70	85	36	50	36	50	70	100	100	36	50	70	100	100	35	65	100
	500 (V)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25	36	50	70	100	25	36	50	70	100	20	50	65
3 pôles en série																							
	250 (V)	20	30	40	40	55	85	100	40	55	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	500 (V)	16	25	36	36	50	70	85	36	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	750 (V)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	16	25	36	50	70	16	25	36	50	70	16	35	50

Les courants de défaut en courant continu sont d'ordinaire très élevés à proximité des sources d'alimentation, étant donné la faible résistance interne des batteries.

A la différence du courant alternatif, pour lequel il existe un passage naturel par le zéro à chaque demi-période et auquel correspond une extinction de l'arc qui se forme à l'ouverture du circuit, pour garantir l'extinction de l'arc en courant continu on doit forcer le passage par zéro du courant.

L'interruption du passage du courant peut générer des crêtes de tension qui dépendent essentiellement de la non dissipation de l'énergie électromagnétique accumulée dans le circuit et qui peuvent favoriser le réamorçage de l'arc.

Ces phénomènes de nature énergétique dépendent fortement du niveau de tension de service de l'installation et ils conduisent à installer les disjoncteurs selon des schémas de connexion dans lesquels les pôles du disjoncteurs sont mis en série, pour le plus grand avantage des performances sous court-circuit, vu que le pouvoir de coupure de l'appareil est d'autant plus grand que le nombre de contacts ouvrant le circuit à la tension maximum de service de l'installation est plus grand.

Cela veut dire que lorsque la tension augmente, on doit augmenter le nombre de pôles en série, participant à la coupure du circuit en défaut.

Dans ce cas, il est nécessaire de disposer de disjoncteurs tels que les Tmax et Isomax, qui garantissent :

- un déclenchement rapide avec un pouvoir de coupure approprié.
- une capacité élevée à limiter le courant de défaut, de façon à réduire l'effet thermique et électrodynamique dû au court-circuit.
- la limitation des surtensions.
- des déclencheurs de type magnétothermique, adaptés au fonctionnement en courant continu.

Comment choisir les disjoncteurs

Les disjoncteurs Tmax et Isomax offrent une gamme complète en courant continu pour des courants de service de 1,6 à 800 A. Le choix du disjoncteur dépend de données importantes de l'installation, telles que :

- le courant de service en fonction duquel on identifie le modèle du disjoncteur (T1, T2, T3, T4, T5, S6) et le réglage pour le déclencheur à maximum de courant magnétothermique à monter sur le disjoncteur.
- le courant de court-circuit présumé au point de branchement du disjoncteur, dont dépend le choix de la version du disjoncteur en termes de performances sous court-circuit (B, C, N, S, H, L, V).
- la tension de service U_b en fonction de laquelle on détermine le nombre de pôles à connecter en série.
- le schéma de connexion du disjoncteur dont dépend la polarité du disjoncteur.
  Pour connecter le disjoncteur on doit donc définir le schéma de connexion du disjoncteur au réseau, qui dépend essentiellement.
- du nombre de pôles à connecter en série.
- de la typologie du système de distribution qui peut être isolée de la terre, avec une polarité à la terre, avec le point médian de l'alimentation à la terre.
- du type de défaut contre lequel on doit protéger le réseau.

Dans une installation en courant continu, il peut se produire deux types différents de défaut.

Défaut franc entre les polarités :

il représente le cas le plus dangereux en termes de niveau de défaut en fonction duquel on doit choisir le pouvoir de coupure du disjoncteur.

Défaut polarité-masse :

l'influence de ce type de défaut dépend essentiellement du type de réseau de distribution. Il peut ne pas avoir d'influence sur la protection si la polarité en jeu est déjà à la terre (réseau avec polarité à la terre) ou isolée de la terre (réseau isolé), alors qu'il pourrait concerner les protections à maximum de courant s'il s'agit de la polarité non à la terre (réseau avec polarité à la terre ou avec point médian à la terre) ou si les défauts à la terre des deux polarités (réseau isolé) se produisent en même temps .

Les schémas de connexion

Pour obtenir le nombre de pôles en série nécessaire afin de garantir le pouvoir de coupure requis aux différentes tensions de fonctionnement, on doit utiliser des schémas de connexions appropriés.

Protection et sectionnement du circuit avec disjoncteurs tripolaires

Schéma A : coupure avec 1 pôle par polarité

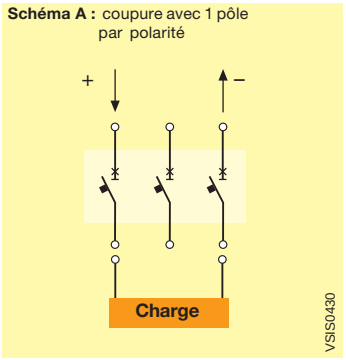


Schéma B :coupure avec 2 pôles en série pour une polarité et un pôle pour l'autre polarité

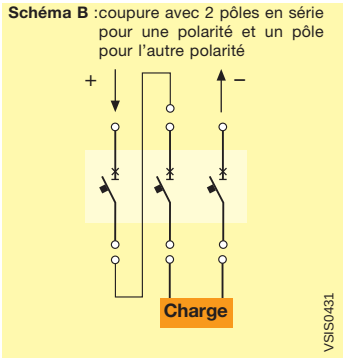
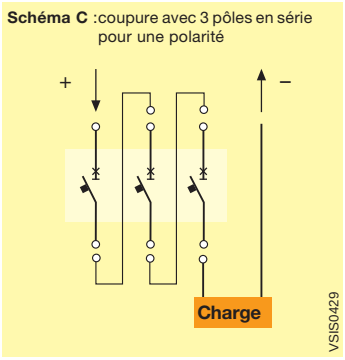


Schéma C :coupure avec 3 pôles en série pour une polarité



Pôles en parallèle

Schéma D : coupure avec 2 pôles en parallèle pour une polarité

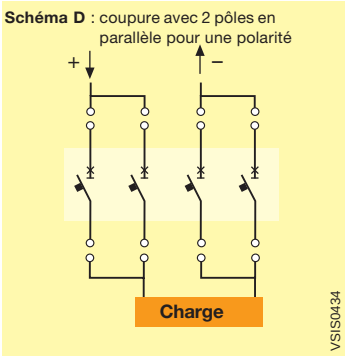
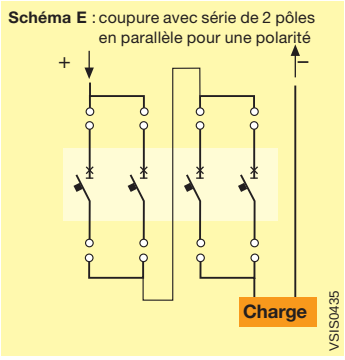


Schéma E : coupure avec série de 2 pôles en parallèle pour une polarité



Emploi en 1000 V c.c. avec disjoncteurs tétrapolaires

Schéma F : coupure avec 4 pôles en série pour une polarité

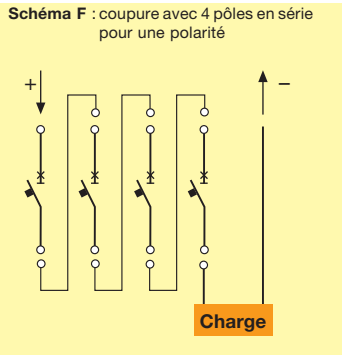


Schéma G : 3 + 1pôles en série

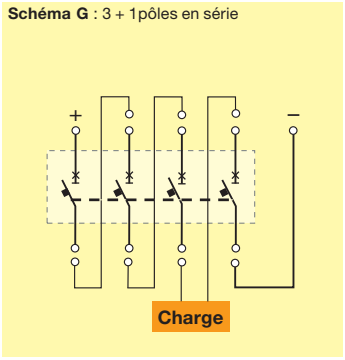
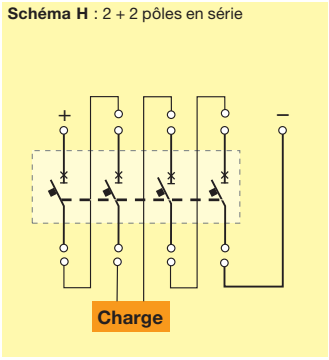


Schéma H : 2 + 2 pôles en série



Les schémas de connexion D et E sont exclusivement utilisés avec le disjoncteur S6 630, S6 800 et ils permettent de raccorder en parallèle deux pôles du disjoncteur pour des applications avec des courants de service de 800 A à 1440 A. Les raccordements extérieurs aux prises du disjoncteur doivent être réalisés par l'utilisateur de façon à garantir le parfait équilibrage du raccordement. Dans ces conditions on peut adopter les facteurs d'équivalence vers le réglage en c.a. proposés ci-après.
Le calibre du disjoncteur est calculé selon la relation : $\mathbf{I_n}$ (2 pôles en parallèle) = ($\mathbf{I_{th}}$ x 2) x 0,9
Avec des réglages de 0,7 à 1. Avec 2 pôles en parallèle, le disjoncteur S6 peut donc être utilisé dans la plage de 800 A à 1100 A, alors que le disjoncteur S6 800 peut l'être dans la plage de 1000 A à 1440 A.

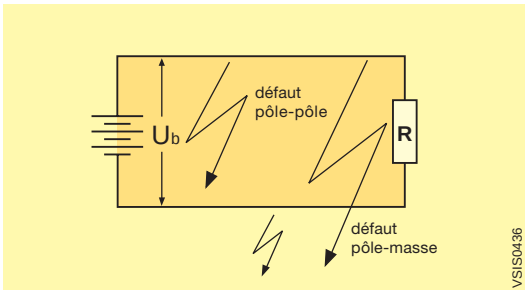
Les schémas de connexion F, G et H nécessitent l'utilisation de disjoncteurs tétrapolaires et ils peuvent être employés avec les disjoncteurs T4, T5, S6 pour des tensions supérieures à 750 V et jusqu'à 1000 V. De plus amples informations peuvent être fournies directement par ABB.

Les déclencheurs à maximum de courant magnétothermiques pour c.a. sont aussi adaptés à l'utilisation en c.c. en tenant compte que les valeurs de déclenchement de l'élément thermique correspondent à celles indiquées pour le fonctionnement en c.a., alors que le seuil de déclenchement de l'élément magnétique doit être réglé en tenant compte que le déclenchement se produit à une valeur supérieure par rapport au cas analogue en c.a., à cause des phénomènes magnétiques (voir page 7/122).

Le choix du système de connexion approprié dépend du type de réseau de distribution.

Réseau avec les deux polarités isolées de la terre

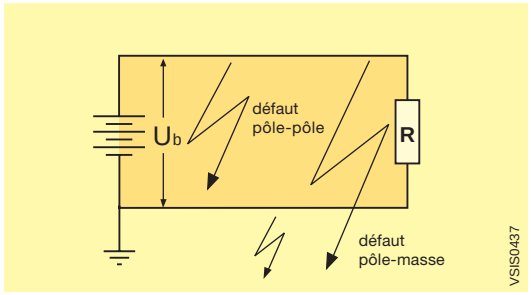
Aucun point du réseau de distribution n'est raccordé à la terre. Le défaut franc entre les deux polarités établit un courant de court-circuit auquel contribuent les deux polarités à tension pleine U_b et en fonction duquel on doit choisir le pouvoir de coupure du disjoncteur. S'ils ne sont pas simultanés, les défauts entre chaque polarité et la terre sont sans conséquences du point de vue du fonctionnement de l'installation alors que leur présence simultanée correspond en substance à un défaut de type franc entre les pôles. Le disjoncteur doit être branché en respectant les pôles nécessaires à la coupure sur les deux polarités. Dans tous les cas, pour garantir le sectionnement, il est indispensable que les deux polarités soient interrompues. Avec ce système il est bon de brancher sur l'installation un relais pour signaler le défaut à la terre ou la diminution de l'isolement vers la terre d'une polarité, de façon qu'on puisse l'éliminer rapidement, en évitant qu'un éventuel défaut successif à la terre sur l'autre polarité ne provoque le dysfonctionnement total, dû au déclenchement des déclencheurs du disjoncteur à la suite du court-circuit qui, dans ce cas, se produit entre les deux polarités à travers la terre.



Réseau avec une polarité à la terre

L'une des deux polarités est raccordée à la masse.

Le défaut franc entre les deux polarités établit un courant de court-circuit auquel contribuent les deux polarités à tension pleine U_b et en fonction duquel on doit choisir le pouvoir de coupure du disjoncteur. Le défaut vers la masse de la polarité non raccordée à la terre établit un courant qui pourrait concerner les protections à maximum de courant, en fonction de la résistance de terre. Le défaut vers la masse de la polarité mise à la terre est sans conséquences du point de vue du fonctionnement de l'installation. C'est ce qui explique qu'aux seules fins de la protection il suffit d'installer le disjoncteur sur la seule polarité isolée de la terre. Si on veut aussi réaliser l'opération de sectionnement, on doit prévoir un pôle de coupure supplémentaire sur la polarité à la masse.



Réseau avec point médian de la source d'alimentation raccordé à la terre

Le défaut franc entre les deux polarités établit un courant de court-circuit auquel contribuent les deux polarités à tension pleine U_b. Les défauts d'une polarité vers la masse établissent un courant de défaut à une tension égale à 1/2 U_b contre laquelle on doit protéger le circuit. Pour protéger le circuit contre ce type de défaut, le disjoncteur doit être nécessairement branché sur les deux polarités. Mais, vu le niveau de défaut, on peut répartir sur chaque polarité les pôles nécessaires pour interrompre le courant maximum de court-circuit à la tension 1/2 U_b. Cela garantit la protection tant dans le cas d'un défaut franc entre les deux polarités qu'en cas de défaut d'une polarité vers la masse.

On assure ainsi également le sectionnement du circuit.

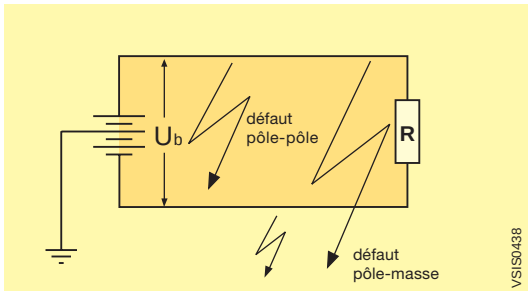


Schéma de connexion à utiliser

Le tableau ci-dessous indique le schéma de connexion à utiliser en fonction du nombre de pôles à connecter en série pour avoir le pouvoir de coupure demandé, en fonction du type de réseau de distribution.

Tension assignée **V**	Fonction		Type de réseau de distribution		
	Protection	Sectionnement	Réseau isolé de la terre	Réseau avec une polarité (1) à la terre	Réseau avec point médian à la terre
≤250	■	■	A, D	-	A, D
	■	-		E	-
≤500	■	■	A*, D	B*	-
	■	-		C, E	-
≤750	■	■	B*	G*	H*
	■	-		C*	-
≤1000	■	■	G*, H*	-	H*
	■	-		F*	-

(1) On suppose que la polarité négative est mise à la terre
* : seulement pour T4, T5 et S6

Remarques

1) On considère le risque d'un double défaut à la terre comme étant nul, raison pour laquelle le courant de défaut ne concerne qu'une partie des pôles de coupure.
2) Pour des tensions assignées supérieures à 750 V, la gamme en 1000 V pour courant continu est nécessaire.
3) Schéma D et schéma E uniquement pour S6.
4) Pour les raccordements avec quatre pôles en série, il faut utiliser des disjoncteurs avec neutre à 100% du réglage des phases.

Valeur de correction à utiliser pour les seuils de protection magnétique

Disjoncteur	Schéma A	Schéma B	Schéma C	Schéma D	Schéma E	Schéma F	Schéma G	Schéma H
T1	km = 1,3	km = 1	km = 1	-	-	-	-	-
T2	km = 1,3	km = 1,15	km = 1,15	-	-	-	-	-
T3	km = 1,3	km = 1,15	km = 1,15	-	-	-	-	-
T4	km = 1,3	km = 1,15	km = 1,15	-	-	km = 1	km = 1	km = 1
T5	km = 1,1	km = 1	km = 1	-	-	km = 0,9	km = 0,9	km = 0,9
S6	km = 1,1	km = 1	km = 0,9	km = 1	km = 0,8	km = 0,8	km = 0,8	km = 0,8
S6L 1000V						km = 0,9	km = 0,9	km = 0,9

Exemple de réglage des seuils de déclenchement en c.c. - Schéma A

Déclencheur	T1 160		T2 160		T3 250		T4 250	
	I1 = 0,7...1 x I_n	I3	I1 = 0,7...1 x I_n	I3	I1 = 0,7...1 x I_n	I3 = 10 x I_n	I1 = 0,7...1 x I_n	I3
TMD 1,6			1,12…1,6	20,8				
TMD 2			1,4…2	26				
TMD 2,5			1,75…2,5	32,5				
TMD 3,2			2,24…3,2	41,6				
TMD 4			2,8…4	52				
TMD 5			3,5…5	65				
TMD 6,3			4,41…6,3	81,9				
TMD 8			5,6…8	104				
TMD 10			7...10	130				
TMD 12,5			8,75...12,5	162,5				
TMD 16	11,2...16	650	11,2...16	650				
TMD 20	14...20	650	14...20	650			14...20	416
TMD 25	17,5...25	650	17,5...25	650				
TMD 32	22,4...32	650	22,4...32	650			22,5...32	416
TMD 40	28...40	650	28...40	650				
TMD 50	35...50	650	35...50	650			35...50	650
TMD 63	44...63	819	44,1...63	819	44,1...63	819		
TMD-TMA 80	56...80	1040	56...80	1040	56...80	1040	56...80	520…1040
TMD-TMA 100	70...100	1300	70...100	1300	70...100	1300	70...100	650…1300
TMD-TMA 125	87,5...125	1625	87,5...125	1625	87,5...125	1625	87,5...125	812,5…1625
TMD-TMA 160	112...160	2080	112...160	2080	112...160	2080	112...160	1040…2080
TMD-TMA 200					140...200	2600	140...200	1300…2600
TMD-TMA 250					175...250	3250	175...250	1625…3250

Déclencheur	T5 400		T5 630		S6 630		S6 800	
	I1 = 0,7...1 x I_n	I3 = 5...10 x I_n	I1 = 0,7...1 x I_n	I3 = 5...10 x I_n	I1 = 0,7...1 x I_n	I3 = 5...10 x I_n	I1 = 0,7...1 x I_n	I3 = 5...10 x I_n
TMA 320	224...320	1760...3520						
TMA 400	280...400	2200...4400						
TMA 500			350...500	2750...5500				
TM 630					440...630	3465...6930		
TM 800							560...800	4400...8800

Sur la base des facteurs de correction, cela veut dire qu'à égalité de programmation du seuil de déclenchement, les valeurs de courant de déclenchement augmentent ou, vice versa, après avoir identifié la valeur de déclenchement, on doit programmer le seuil selon le fond d'échelle recalculé.

Exemple :

Courant de service : I_b = 600 A

Protection magnétique voulue : I_m = 5000 A

Valeur de seuil magnétique à programmer : $\text{set} = \frac{I_m}{k_m \times I_n}$

Donc, dans notre cas, après avoir trouvé le disjoncteur S6 R630 (I_n = 630 A), la programmation de la valeur de réglage pour le seuil magnétique est de :

$$\text{set} = \frac{5000}{1{,}1 \times 630} \approx 7$$

Disjoncteurs modulaires pro *M*

Les disjoncteurs modulaires peuvent être utilisés en courant continu et leurs caractéristiques principales (tension, calibre, pouvoir de coupure, etc.) sont indiquées dans le chapitre "Appareillages Modulaires".

Dans ces conditions un facteur de correction (Km) doit être appliqué sur la protection magnétique (I_m): K_m = 1,5. Par contre, la valeur de la protection thermique (I_{th}) reste la même qu'en 50 Hz.

Exemple : S202 C10 en 50 Hz, I_{th} = 10 A, 50 A ≤ I_m ≤ 100 A

S202 C10 en DC, I_{th} = 10 A, 75 A ≤ I_m ≤ 150 A

Les disjoncteurs peuvent être utilisés en courant alternatif à des fréquences supérieures par rapport aux 50-60 Hz, pour lesquelles les courants et les temps de déclenchement sont réglés.

Aux hautes fréquences, les performances sont recalculées pour tenir compte de phénomènes typiques tels que :

– l'augmentation de l'effet de peau et l'augmentation de la réactance inductive directement proportionnelle à la fréquence qui, à égalité de section du cuivre, entraînent une diminution de la conductibilité et une augmentation des phénomènes inertiels qui causent un échauffement des conducteurs ou des portions de cuivre qui, dans un disjoncteur, sont normalement traversées par du courant.

– le cycle d'hystérésis s'allonge et on a la diminution de la saturation magnétique et des forces électromotrices induites par le champ magnétique, qui sont générées pour un courant donné.

Par conséquent, en général, ces phénomènes ont une répercussion sur le comportement des parties en cuivre tant des déclencheurs magnétothermiques que des parties de coupure du disjoncteur, ce qui introduit la nécessité de recalculer les performances des disjoncteurs pour ce qui concerne les caractéristiques des déclenchements des déclencheurs.

Même en présence de déclencheurs à maximum de courant à microprocesseur PR211/P, qui ont habituellement une stabilité de comportement lors de variations de fréquence, on doit tenir compte de ces phénomènes en raison des parties en cuivre du disjoncteur et de l'élévation de la température due à la fréquence.

Disjoncteurs pro *M* compact

Les disjoncteurs de la série S200 peuvent être utilisés en 400 Hz ; dans ces conditions un facteur de correction (K_m) sur la protection magnétique (I_m) doit être appliqué : K_m = 1,5.

La valeur de la protection thermique ($\mathbf{I_{th}}$) reste la même qu'en 50 Hz.

Exemple : S202 C10 en 50 Hz, $\mathbf{I_{th}}$ = 10 A, 50 A $\leq \mathbf{I_m} \leq$ 100 A
S202 C10 en 400 Hz, $\mathbf{I_{th}}$ = 10 A, 75 A $\leq \mathbf{I_m} \leq$ 150 A

Disjoncteurs en boîtier moulé

Déclencheurs à maximum de courant à microprocesseur

Pour l'emploi à 400 Hz, les disjoncteurs S6, S7 peuvent être équipés de déclencheurs à maximum de courant à microprocesseur PR211/P.

Les seuils de déclenchement de la protection contre les surcharges doivent être réglés selon l'intervalle de réglage indiqué dans le tableau, pour tenir compte des phénomènes connexes à la conductibilité des parties en cuivre et du fait que les déclencheurs à microprocesseur ne sont pas sensibles à la fréquence.

Avec l'utilisation à 400 Hz, on modifie les intervalles de tolérance sur les temps de déclenchement relatifs aux seuils de déclenchement de la fonction L de protection contre la surcharge (+10 %).

Disjoncteurs		**L**		**I**
	$\mathbf{I_n}$ (A)	plage de réglage	**I1** (400 Hz)	plage de réglage
S6 630	630	0,4 ... 0,8	252 ... 504	1,5 ... 12
S6 800	800	0,4 ... 0,8	320 ... 640	1,5 ... 12
S7 1250	1250	0,4 ... 0,8	500 ... 1000	1,5 ... 12
S7 1600	1600	0,4 ... 0,8	640 ... 1280	1,5 ... 12

Déclencheurs à maximum de courant magnétothermiques

Le seuil de déclenchement de l'élément thermique diminue lorsque la fréquence augmente, à cause de la conductibilité réduite des matériaux et de l'augmentation des phénomènes thermiques connexes.

Par contre, le seuil de déclenchement magnétique augmente lorsque la fréquence augmente, à cause des petits champs magnétiques induits.

Dans les tableaux ci-dessous sont résumées les performances en fréquence des disjoncteurs Tmax et Isomax avec les déclencheurs magnétothermiques ou seulement magnétiques.

Ce qui est indiqué dans le tableau signifie qu'à égalité de réglage, par rapport à la fréquence de 50/60 Hz, les valeurs de déclenchement thermique diminuent et les valeurs des courants de déclenchement magnétique augmentent ou, vice versa, une fois la valeur de déclenchement thermique et magnétique identifiée, on doit programmer les seuils de déclenchement selon les fonds d'échelle recalculés.

Disjoncteur	Courant I_n	Déclencheur Thermique I1 (400 Hz)			Déclencheur Magnétique		
	A	**MIN**	**MED**	**MAX**	**I3** (50Hz)	K_m	**I3** (400 Hz)
T1 160	16	10	12	14	500	2	1000
	20	12	15	18	500	2	1000
	25	16	19	22	500	2	1000
	32	20	24,5	29	500	2	1000
	40	25	30,5	36	500	2	1000
	50	31	38	45	500	2	1000
	63	39	48	57	630	2	1260
	80	50	61	72	800	2	1600
T2N 160	1,6	1	1,2	1,4	16	1,7	27,2
	2	1,2	1,5	1,8	20	1,7	34
	2,5	1,5	1,9	2,2	25	1,7	42,5
	3,2	2	2,5	2,9	32	1,7	54,4
	4	2,5	3	3,6	40	1,7	68
	5	3	3,8	4,5	50	1,7	85
	6,3	4	4,8	5,7	63	1,7	107,1
	8	5	6,1	7,2	80	1,7	136
	10	6,3	7,6	9	100	1,7	170
	12,5	7,8	9,5	11,2	125	1,7	212,5
	16	10	12	14	500	1,7	850
	20	12	15	18	500	1,7	850
	25	16	19	22	500	1,7	850
	32	20	24,5	29	500	1,7	850
	40	25	30,5	36	500	1,7	850
	50	31	38	45	500	1,7	850
	63	39	48	57	630	1,7	1071
	80	50	61	72	800	1,7	1360

Disjoncteur	Courant I_n	Déclencheur Thermique I1 (400 Hz)			Déclencheur TMD Magnétique			Déclencheur TMG Magnétique		
	A	**MIN**	**MED**	**MAX**	I_m (50Hz)	K_m	I_m (400 Hz)	I_m (50Hz)	K_m	I_m (400 Hz)
T3N 250	63	39	48	57	630	1,7	1071	400	1,7	680
	80	50	61	72	800	1,7	1360	400	1,7	680
	100	63	76,5	90	1000	1,7	1700	400	1,7	680
	125	79	96	113	1250	1,7	2125	400	1,7	680
	160	100	122	144				480	1,7	816
	200	126	153	180				600	1,7	1020
	250	157	191	225				750	1,7	1275
T4N 250	20	12	15	18	630	1,7	1071			
	32	20	24,5	29	800	1,7	1360			
	50	31	38	45	1000	1,7	1700			

Disjoncteur	Courant I_n	Déclencheur Thermique I1 (400 Hz)			Déclencheur TMD ou TMA Magnétique I_m réglé à 5In			Déclencheur TMG Magnétique I_m réglable 2,5...5In		
	A	**MIN**	**MED**	**MAX**	I_m (50Hz)	K_m	I_m (400 Hz)	I_m (50Hz)	K_m	I_m (400 Hz)
T4N 250	80	50	61	72	400	1,7	680			
	100	63	76,5	90	500	1,7	850			
	125	79	96	113	625	1,7	1060			
	160	100	122	144	800	1,7	1360			
	200	126	153	180	1000	1,7	1700			
	250	157	191	225	1250	1,7	2125			
T5N 400/630	320	201	244	288	1600	1,5	2400	800...1600	1,5	1200...2400
	400	201	244	288	2000	1,5	3000	1000...2000	1,5	1500...3000
	500	252	306	360	2500	1,5	3750	1250...2500	1,5	1875...3750
	630	315	382	450	3150	1,5	4725	1600...3150	1,5	2400...4725
S6N 800	800	504	602	720	4000	1,5	6000			

Disjoncteurs pro *M* compact

Le déclencheur thermique du disjoncteur divisionnaire est constitué d'un bilame qui est traversé par l'intensité absorbée par le récepteur qui se trouve en aval.
Ce bilame est étalonné à la température de référence de la norme dont il se réfère IEC 60898 ou IEC 60947-2.
Les disjoncteurs divisionnaires ABB en courbe B-C-D sont étalonnés suivant IEC 60898, température de référence 30°C.
Les disjoncteurs divisionnaires ABB en courbe K et Z sont étalonnés suivant IEC 60947-2, température de référence 20°C.
Le déclencheur thermique n'est pas compensé contre les variations de température ambiante, et toute variation à une influence directe sur le bilame du disjoncteur.
Pour faire le choix d'une protection, il est impératif de tenir compte de l'environnement immédiat (autres disjoncteurs à proximité) et de son implantation (sur châssis ou en coffret).
Les tableaux ci-dessous indiquent la variation des courants des déclencheurs thermiques en fonction de la température ambiante (température de référence en grisé).

Disjoncteur pro *M* Compact S200, caractéristiques B-C-D.
Courant de non déclenchement avant 1 h à 30 °C = 1,13 x I_n

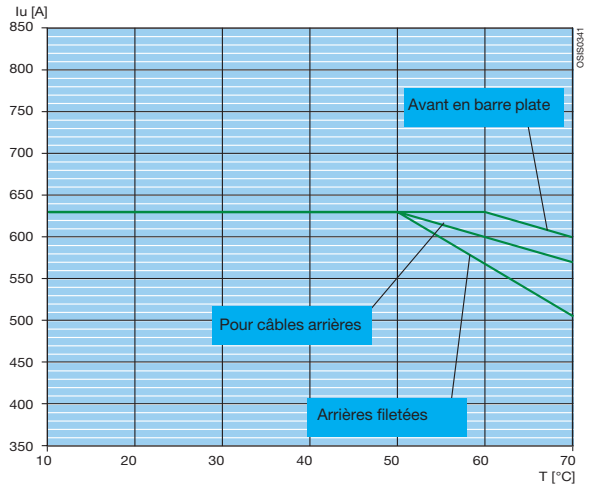
Courbe B, C et D	**Température ambiante T °C**											
I_n (A)	**-40**	**-30**	**-20**	**-10**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**
0,5	0,67	0,65	0,62	0,6	0,58	0,55	0,53	0,5	0,47	0,44	0,41	0,37
1	1,33	1,29	1,25	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,82	0,75
1,6	2,13	2,07	2	1,92	1,85	1,77	1,69	1,6	1,51	1,41	1,31	1,19
2	2,67	2,58	2,49	2,4	2,31	2,21	2,11	2	1,89	1,76	1,63	1,49
3	4	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3	2,8	2,6	2,4	2,2
4	5,3	5,2	5	4,8	4,6	4,4	4,2	4	3,8	3,5	3,3	3
6	8	7,7	7,5	7,2	6,9	6,6	6,3	6	5,7	5,3	4,9	4,5
8	10,7	10,3	10	9,6	9,2	8,8	8,4	8	7,5	7,1	6,5	6
10	13,3	12,9	12,5	12	11,5	11,1	10,5	10	9,4	8,8	8,2	7,5
13	17,3	16,8	16,2	15,6	15	14,4	13,7	13	12,3	11,5	10,6	9,7
16	21,3	20,7	20	19,2	18,5	17,7	16,9	16	15,1	14,1	13,1	11,9
20	26,7	25,8	24,9	24	23,1	22,1	21,1	20	18,9	17,6	16,3	14,9
25	33,3	32,3	31,2	30	28,9	27,6	26,4	25	23,6	22	20,4	18,6
32	42,7	41,3	39,9	38,5	37	35,4	33,7	32	30,2	28,2	26,1	23,9
40	53,3	51,6	49,9	48,1	46,2	44,2	42,2	40	37,7	35,3	32,7	29,8
50	66,7	64,5	62,4	60,1	57,7	55,3	52,7	50	47,1	44,1	40,8	37,3
63	84	81,3	78,6	75,7	72,7	69,6	66,4	63	59,4	55,6	51,4	47

Disjoncteur pro *M* Compact S200, caractéristiques K-Z.
Courant de non déclenchement avant 2 h à 20 °C = 1,05 x I_n

Courbe K, et Z	**Température ambiante T °C**											
I_n (A)	**-40**	**-30**	**-20**	**-10**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**
0,5	0,66	0,64	0,61	0,59	0,56	0,53	0,5	0,47	0,43	0,4	0,35	0,31
1	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
1,6	2,12	2,04	1,96	1,88	1,79	1,7	1,6	1,5	1,39	1,26	1,13	0,98
2	2,65	2,55	2,45	2,35	2,24	2,12	2	1,87	1,73	1,58	1,41	1,22
3	4	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8
4	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,2	4	3,7	3,5	3,2	2,8	2,4
6	7,9	7,6	7,3	7	6,7	6,4	6	5,6	5,2	4,7	4,2	3,7
8	10,8	10,2	9,8	9,4	8,9	8,5	8	7,5	6,9	6,3	5,7	4,9
10	13,2	12,7	12,2	11,7	11,2	10,6	10	9,4	8,7	7,9	7,1	6,1
13	17,2	16,6	15,9	15,2	14,5	13,8	13	12,2	11,3	10,3	9,2	8
16	21,2	20,4	19,6	18,8	17,9	17	16	15	13,9	12,6	11,3	9,8
20	26,5	25,5	24,5	23,5	22,4	21,2	20	18,7	17,3	15,8	14,1	12,2
25	33,1	31,9	30,6	29,3	28	26,5	25	23,4	21,7	19,8	17,7	15,3
32	42,3	40,8	39,2	37,5	35,8	33,9	32	29,9	27,7	25,3	22,6	19,6
40	52,9	51	49	46,9	44,7	42,4	40	37,4	34,6	31,6	28,3	24,5
50	66,1	63,7	61,2	58,6	55,9	53	50	46,8	43,3	39,5	35,4	30,6
63	83,3	80,3	77,2	73,9	70,4	66,8	63	58,9	54,6	49,8	44,5	38,6

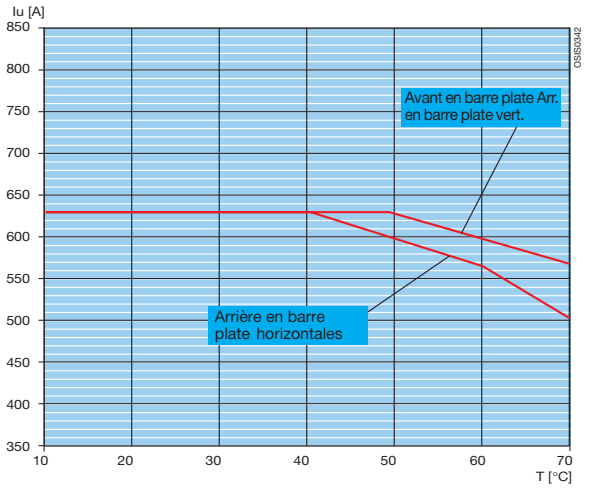
Disjoncteurs de puissance ISOMAX
Avec déclencheur à maximum de courant à microprocesseur

Prises	Jusqu'à							
	40 °C		50 °C		60 °C		70 °C	
	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A
Avant en barre plate	**630**	1	630	1	630	1	598,5	0,95
Pour câbles avant	**630**	1	630	1	598,5	0,95	567	0,90
Pour câbles arrière	**630**	1	630	1	598,5	0,95	567	0,90
Arrière filetées	**630**	1	630	1	567	0,90	504	0,80



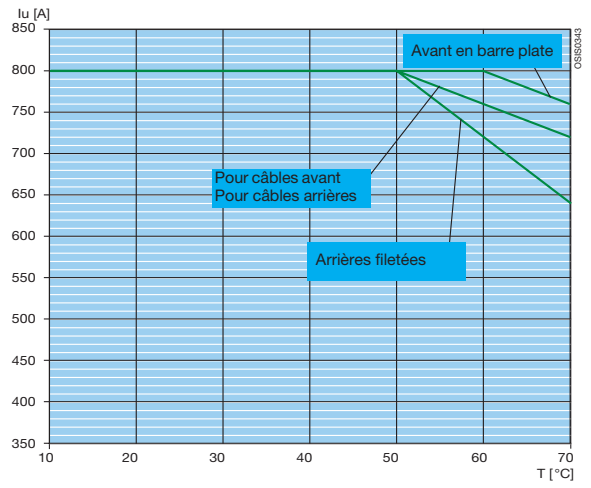
S6 630 fixe

Prises	Jusqu'à							
	40 °C		50 °C		60 °C		70 °C	
	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A
Avant en barre plate	**630**	1	630	1	598,5	0,95	567	0,90
Ar. en barre plate vert.	**630**	1	630	1	598,5	0,95	567	0,90
Ar. en barre plate horiz.	**630**	1	598,5	0,95	567	0,90	504	0,80



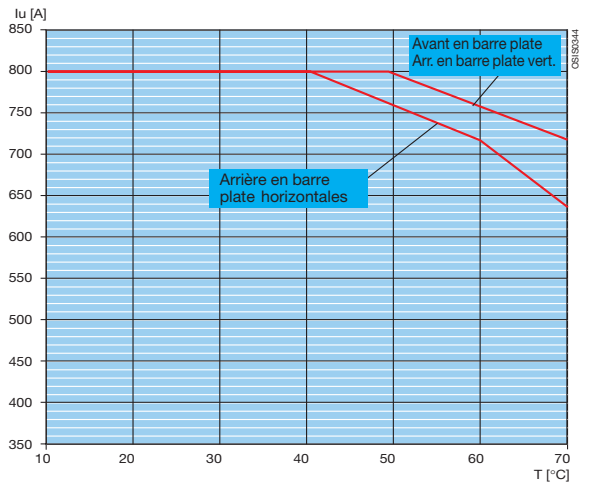
S6 630 débrochable - débrochable sur chariot

Prises	Jusqu'à							
	40 °C		50 °C		60 °C		70 °C	
	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A
Avant en barre plate	**800**	1	800	1	800	1	760	0,95
Pour câbles avant	**800**	1	800	1	760	0,95	720	0,90
Pour câbles arrière	**800**	1	800	1	760	0,95	720	0,90
Arrière filetées	**800**	1	800	1	720	0,90	640	0,80



S6 800 fixe

Prises	Jusqu'à							
	40 °C		50 °C		60 °C		70 °C	
	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A
Avant en barre plate	**800**	1	800	1	760	0,95	720	0,90
Ar. en barre plate vert.	**800**	1	800	1	760	0,95	720	0,90
Ar. en barre plate hor.	**800**	1	760	0,95	720	0,9	640	0,80

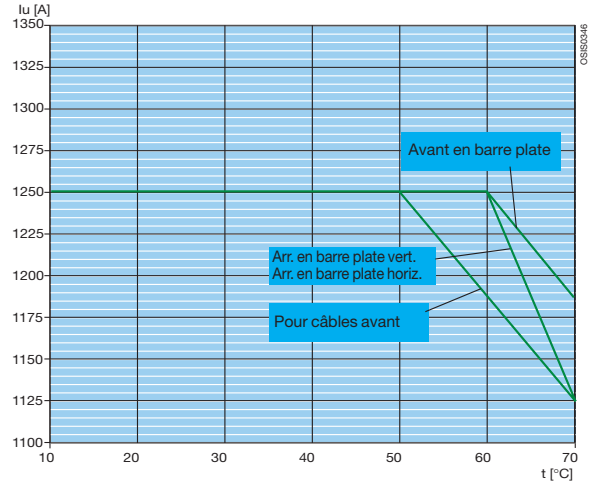


S6 800 débrochable - débrochable sur chariot

Disjoncteurs de puissance ISOMAX

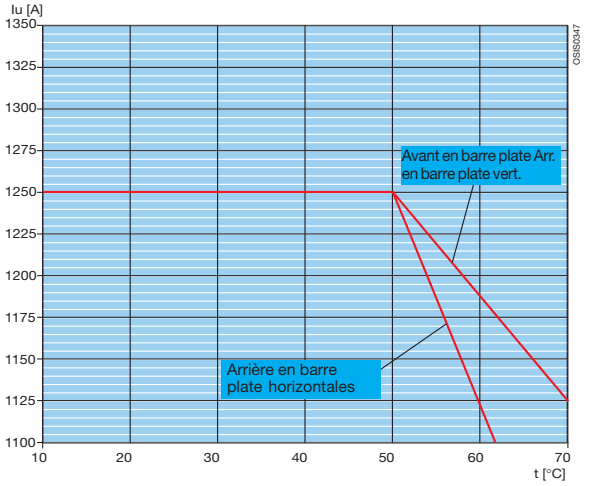
Avec déclencheur à maximum de courant à microprocesseur

Prises	Jusqu'à 40 °C		50 °C		60 °C		70 °C	
	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A
Avant en barre plate	**1250**	1	1250	1	1250	1	1187,5	0,95
Pour câbles avant	**1250**	1	1250	1	1187,5	0,95	1125	0,90
Ar. en barre plate vert.	**1250**	1	1250	1	1250	1	1125	0,90
Ar. en barre plate horiz.	**1250**	1	1250	1	1250	1	1125	0,90



S7 1250 fixe

Prises	Jusqu'à 40 °C		50 °C		60 °C		70 °C	
	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A	I max A	I1 A
Avant en barre plate	**1250**	1	1250	1	1187,5	0,95	1125	0,90
Ar. en barre plate vert.	**1250**	1	1250	1	1187,5	0,95	1125	0,90
Ar. en barre plate horiz.	**1250**	1	1250	1	1125	0,90	1000	0,80



S7 1250 débrochable - débrochable sur chariot

Avec déclencheurs magnétothermiques

S6 630/800

Déclencheurs	Température ambiante 10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
TM630	520...740	493...705	462...660	441...630	405...580	380...540	350...500
TM800	685...965	640...905	605...855	560...800	520...740	470...670	420...610

Disjoncteurs de puissance Tmax

Voir chapitre "Disjoncteurs en boîtier moulé Tmax".

Disjoncteurs de puissance Emax

Voir chapitre "Disjoncteurs à construction ouverte Emax".

Choix des cosses pour les raccordements de câbles sur les disjoncteurs

Le tableau ci-dessous permet de choisir les cosses pour réaliser des raccordements sur les disjoncteurs en boîtiers moulés Tmax équipés de prises avant (F) en standard sur T2, T3, T4 et T5.

Pour toutes les autres sections nécessitant des raccordements par cosses, on peut utiliser des prises avant prolongées (EF) ou des prises avant prolongées épanouies (ES) ou des prises arrières.

Il existe aussi d'autres prises de raccordement (FC CU, FC CuAl, MC), pour toutes informations se reporter au chapitre "Disjoncteurs en boîtier moulé Tmax".

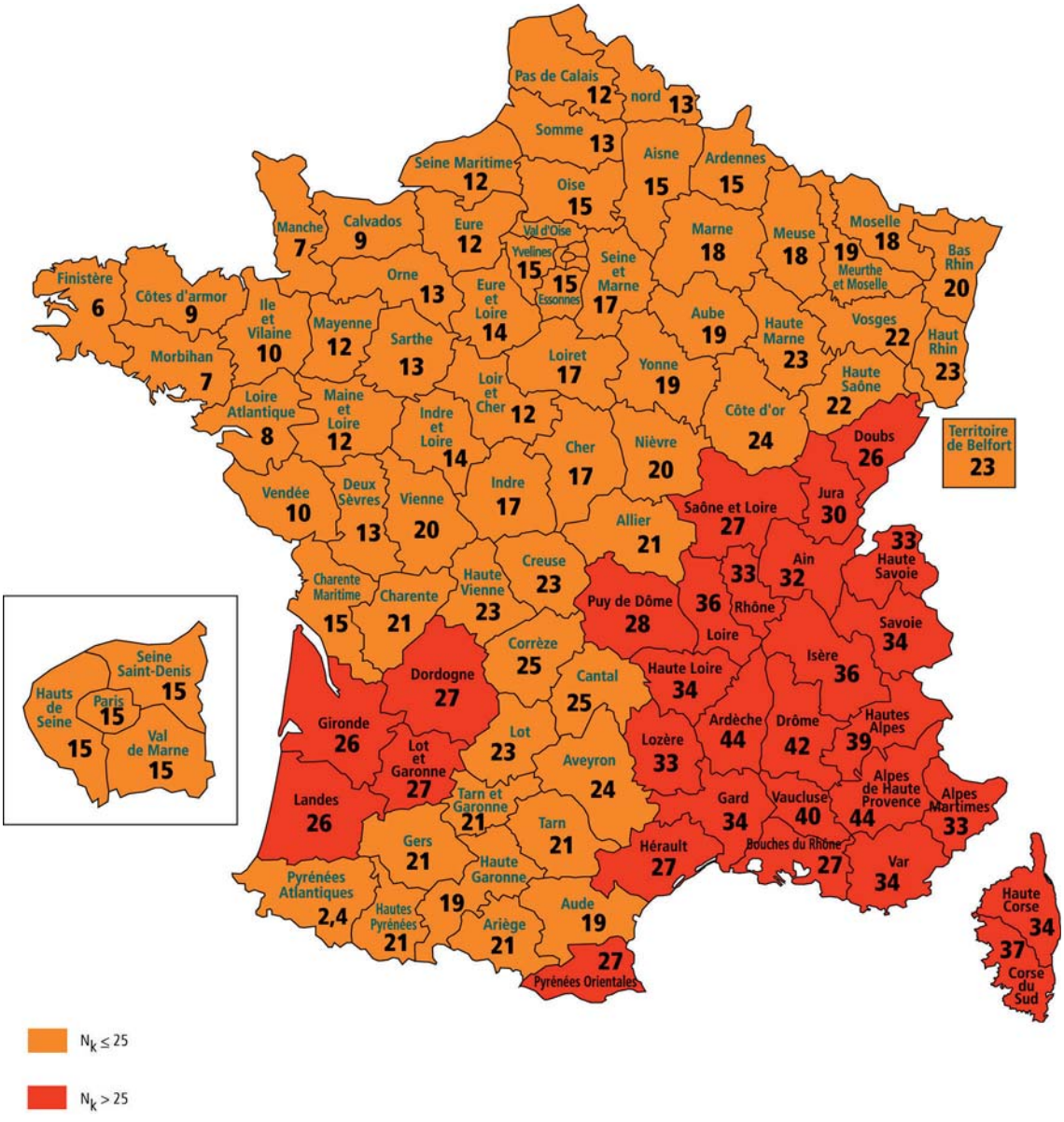
		Mécatraction			**Simel**		**Cembre**		
Disjoncteur	Section conducteur **mm²**	**Cosses tubulaire cuivre**	**Cosse tubulaire cuivre à plage étroite**	**Cosse aluminium cuivre industrielle**	**Cosse tubulaire cuivre**	**Cosse aluminium cuivre industrielle**	**Cosse tubulaire cuivre**	**Cosse tubulaire cuivre à plage étroite**	**Cosse aluminium cuivre industrielle**
T2	4	4-6 C			XCT 4- 6		A 1-M 6		
	6				XCT 6- 6		A 1-M 6		
	10	10-6 CT			XCT 10- 6		A 2-M 6		
	16	16-6 CT			XCT 16- 6		A 3-M 6		
	25	25-6 CT			XCT 25- 6		A 5-M 6		
	35			ICAU 35	XCT 35- 6	ACX 35	A 7-M 6	A 7 B-M 6/11,5	
	50	50-6 CT		ICAU 50		ACX 50	A 10-M 6	A 10 B-M 6/11,5	
	70							T 70B-M 6/11,5	
	95							T 95B-M 8/15,5	
T3	4	4-8 C					A 1-M 8		
	6	6-8 C			XCT 6- 8		A 1-M 8		
	10	10-8 CT					A 2-M 8		
	16	16-8 CT		C0 AU 16	XCT 16- 8		A 3-M 8		
	25	25-8 CT		C0 AU 25	XCT 25- 8		A 5-M 8		
	35	35-8 CT		ICAU 35		ACX 35	A 7-M 8		
	50			ICAU 50	XCT 50- 8	ACX 50	A 10-M 8		
	70			ICAU 70		ACX 70	A 14-M 8		
	95		95-10 PE	ICAU 95		ACX 95		T 95B-M 8/15,5	
	120			ICAU 120		ACX 120		T 120B-M 10/19	
	150							T 150B-M 10/19	
T4	4	4-8 C					A 1-M 8		
	6	6-8 C			XCT 6- 8		A 1-M 8		
	10	10-8 CT					A 2-M 8		
	16	16-8 CT		C0 AU 16	XCT 16- 8		A 3-M 8		
	25	25-8 CT		C0 AU 25	XCT 25- 8		A 5-M 8		
	35	35-8 CT		ICAU 35		ACX 35	A 7-M 8		
	50			ICAU 50	XCT 50- 8	ACX 50	A 10-M 8		
	70			ICAU 70		ACX 70	A 14-M 8		
	95		95-10 PE	ICAU 95		ACX 95	A 19-M 8	T 95B-M 8/15,5	
	120		120-10 PE	ICAU 120		ACX 120		T 120B-M 10/19	
	150		150-10 PE					T 150B-M 10/19	
	185		185-10 PE					T 185B-M 10/24,5	
T5	10	10-10 CT			XCT 10-10		A 2-M 10		
	16	16-10 CT		C0 AU 16	XCT 16-10		A 3-M 10		CAA 16 - M 12
	25	25-10 CT		C0 AU 25	XCT 25-10		A 5-M 10		CAA 25 - M 12
	35	35-10 CT		C0 AU 35	XCT 35-10		A 7-M 10		CAA 35 - M 12
	50	50-10 CT		C1 AU 50	XCT 50-10		A 10-M 10		CAA 50 - M 12
	70	70-10 CT		ICAU 70		ACX 70	A 14-M 10		CAA 70 - M 12
	95		95-10 PE	ICAU 95		ACX 95	A 19-M 10		CAA 95 - M 12
	120		120-10 PE	ICAU 120		ACX 120	A 24-M 10	T 120B-M 10/19	
	150		150-10 PE	ICAU 150			A 30-M 10	T 150B-M 10/19	
	185		185-10 PE	ICAU 185				T 185B-M 10/24,5	
	240		240-10 PE	ICAU 240				T 240B-M 12/31	
	300		300-10 PE					T 300B-M 12/31	

T... : NF C 20-130 add.1
A... : UL

Notes

Norme NF C 15-100, nouvelle édition du 1er juin 2003

Carte de niveau kéraunique en France



Nk : nombre de jours par an où le tonnerre a été entendu

Prescription de la norme NF C 15-100

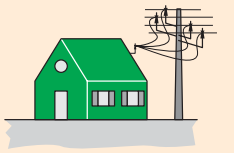
	Niveau kéraunique en France	
	Si Nk ≤ 2.5	Si Nk > 2.5
Si présence de paratonnerre	**Parafoudre obligatoire (Type 1)**	**Parafoudre obligatoire (Type 1)**
Si alimentation électrique aérienne (même partielle)	Parafoudre obligatoire	**Parafoudre obligatoire**
Si alimentation souterraine	Parafoudre non obligatoire (mais recommandé)	Parafoudre non obligatoire (mais recommandé)

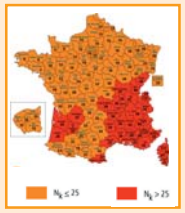
Guide de sélection simplifié - parafoudres OVR

Protection obligatoire

Présence de paratonnerre

Alimentation électrique aérienne
et plus de 25 jours d'orage par an
(zone rouge)





Protection recommandée

Proximité d'un point haut

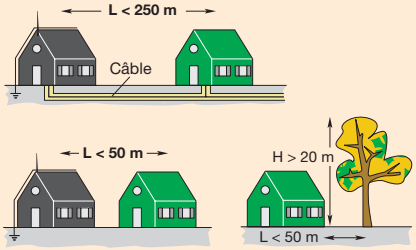
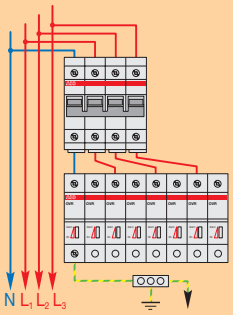


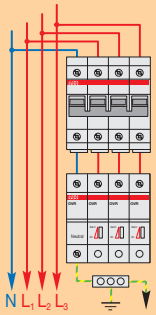
Tableau électrique principal

En triphasé (3 Ph + N)



S 204-C40
352442

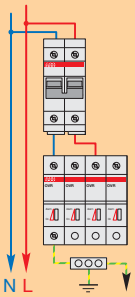
OVR HL 4L 15 440 s P TS
550304



S 204-C40
352441

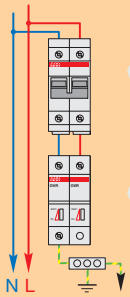
OVR N3 65 275 s P TS
550304

En monophasé (Ph + N)



S 202-C40
352242

OVR HL 2L 15 440 s P TS
530304

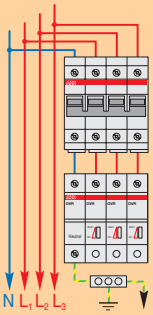


S 202-C32
352241

OVR N1 65 275 s P TS
385201

Tableau électrique principal

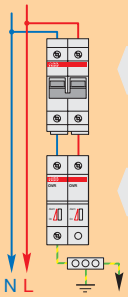
En triphasé (3 Ph + N)



S 204-C25
352440

OVR N3 40 275 s P TS
385302

En monophasé (Ph + N)

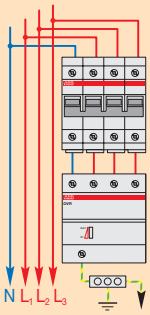


S 202-C25
352240

OVR N1 40 275 s P TS
385202

Tableau électrique divisionnaire

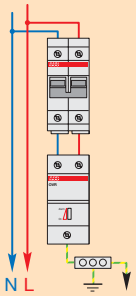
En triphasé (3 Ph + N)



S 204-C10
352436

OVR N3 15 275
381304

En monophasé (Ph + N)



S 202-C10
352236

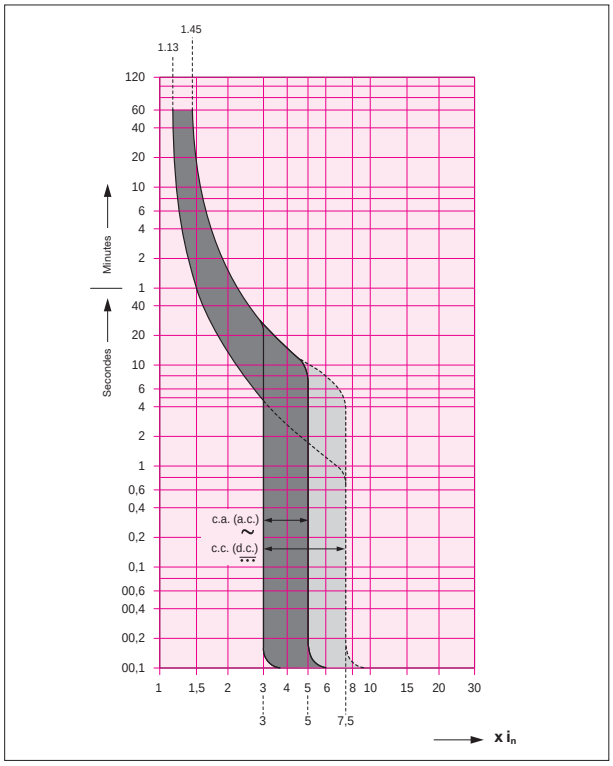
OVR N1 15 275
381204

Courbes de déclenchement et de limitation

Disjoncteurs modulaires

Courbes de déclenchement Temps/Courant

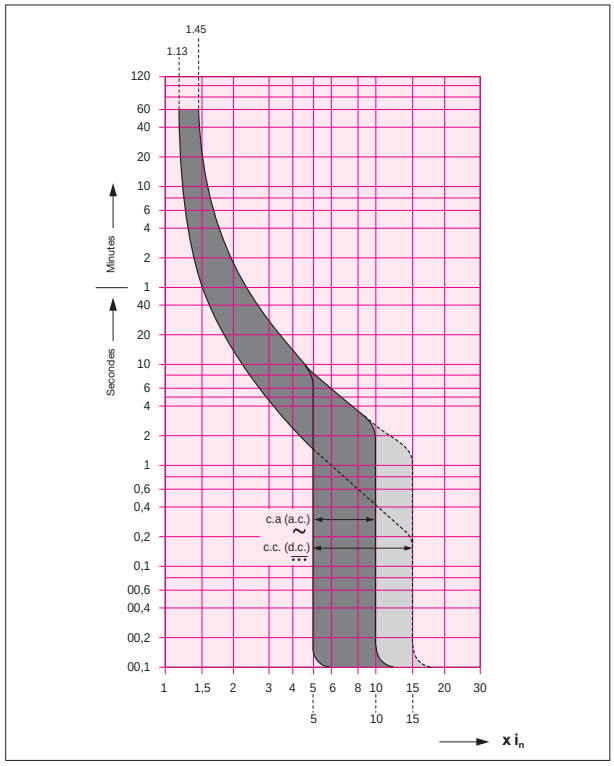
Caractéristiques de déclenchement des disjoncteurs S900 - S200L - S200 - S200M - S200P - S280 - S290 - S500



Caractéristique B

IEC 898 NF-EN 60-898

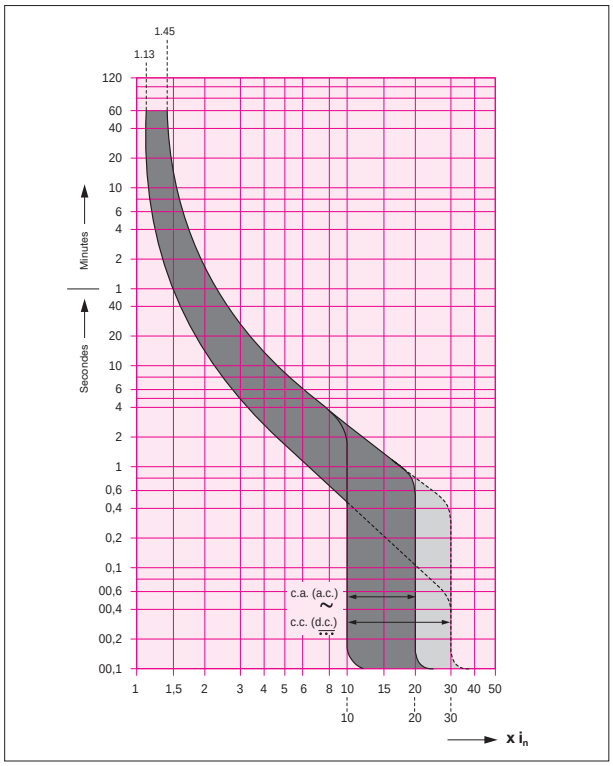
Courant nominal : 6 à 100 A



Caractéristique C

IEC 898 NF-EN 60-898

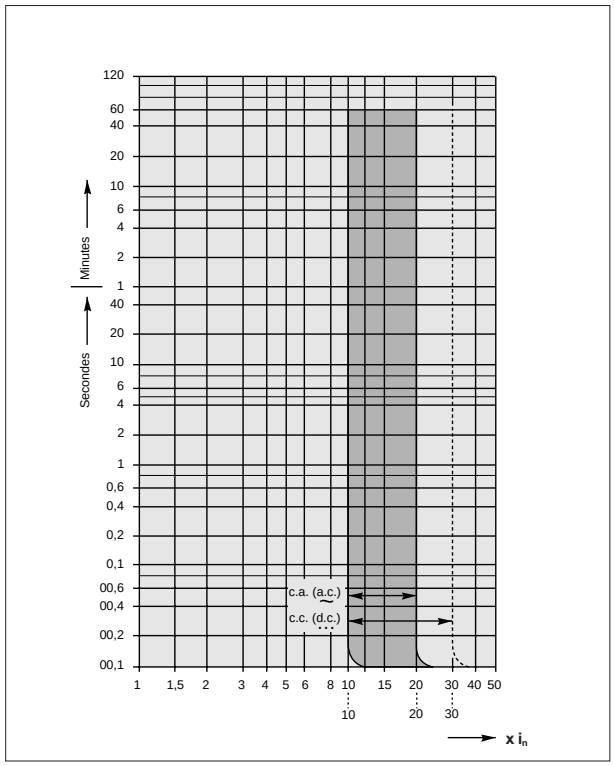
Courant nominal : 0,5 à 125 A



Caractéristique D

IEC 898 NF-EN 60-898

Courant nominal : 0,5 à 100 A

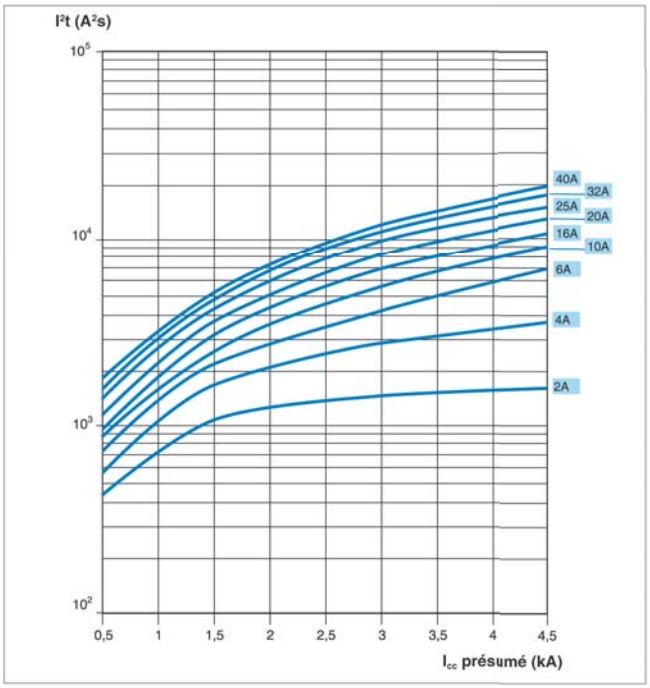


Caractéristique D magnétique seul

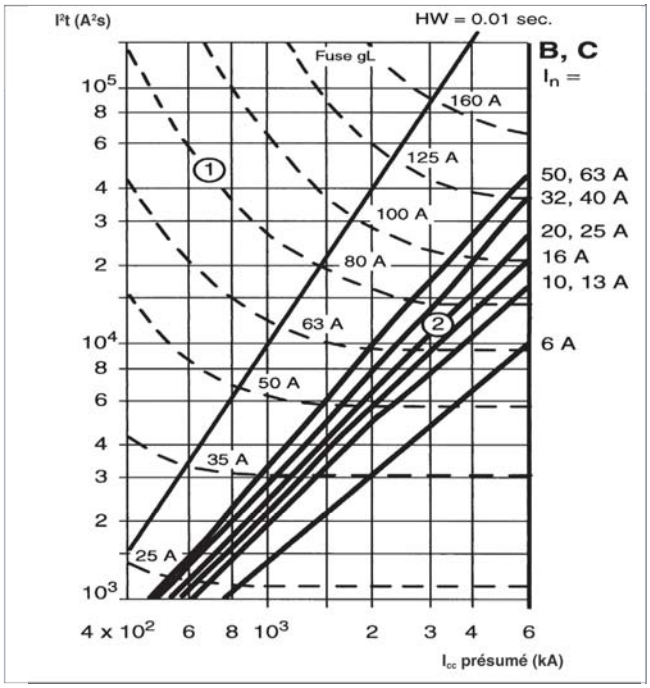
VDE 0660

Courant nominal : 0,5 à 63 A

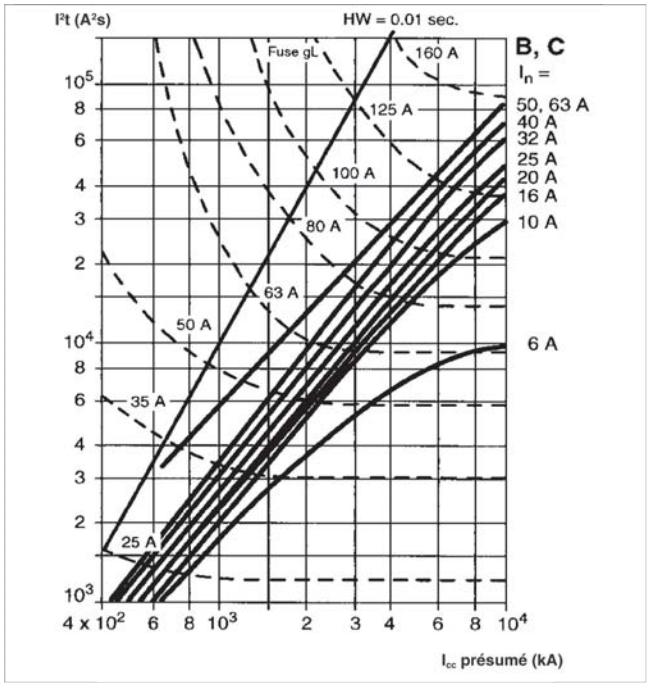
Courbes de limitation de l'énergie spécifique passante I²t



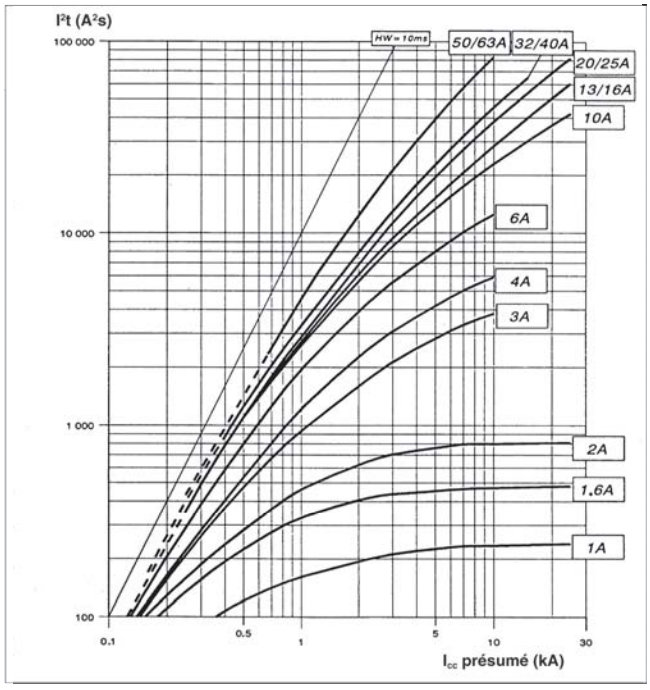
S941N Courbe C



S200 Courbe B - C



S200M Courbe B - C

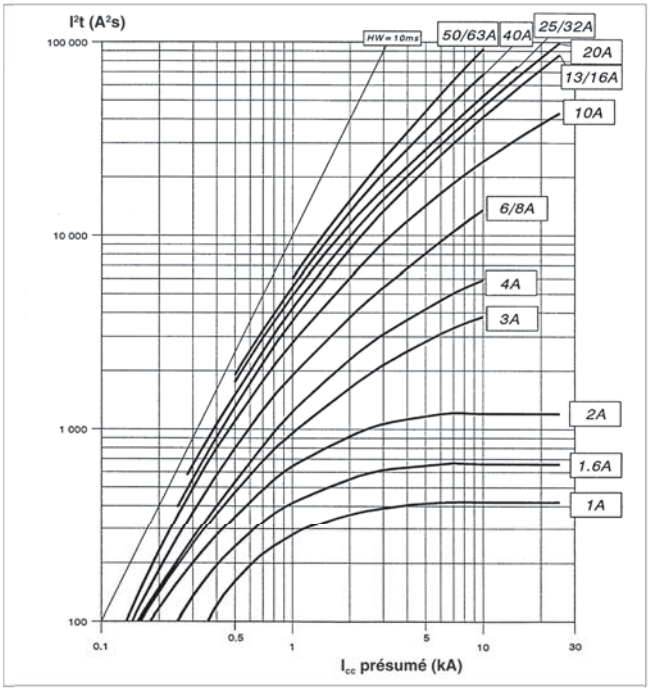


S200P Courbe B - C

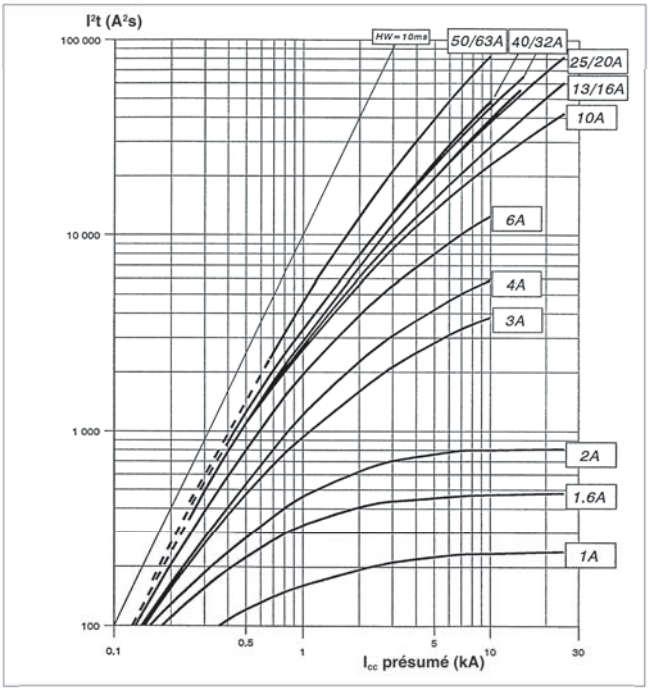
Courbes de déclenchement et de limitation

Disjoncteurs modulaires

Courbes de limitation de l'énergie spécifique passante I^2t



S200P Courbe K

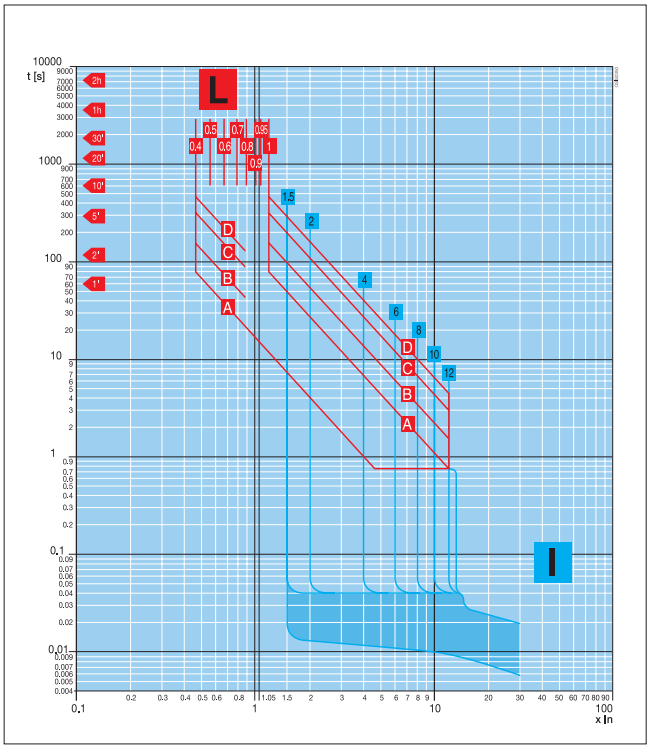


S200P Courbe Z

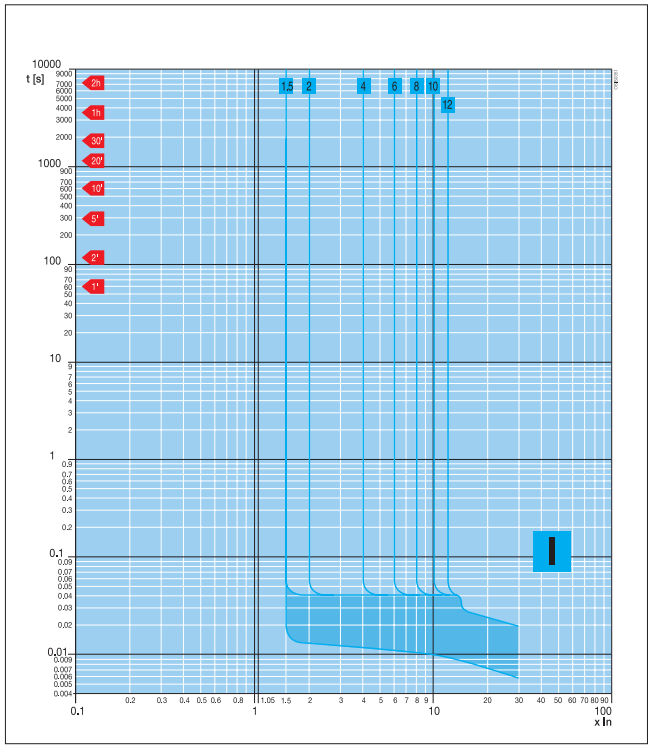
Courbes de déclenchement

Les courbes temps-courant des déclencheurs magnétothermiques sont tracées en fonction des multiples du courant nominal I_n du déclencheur, portés en abscisse.

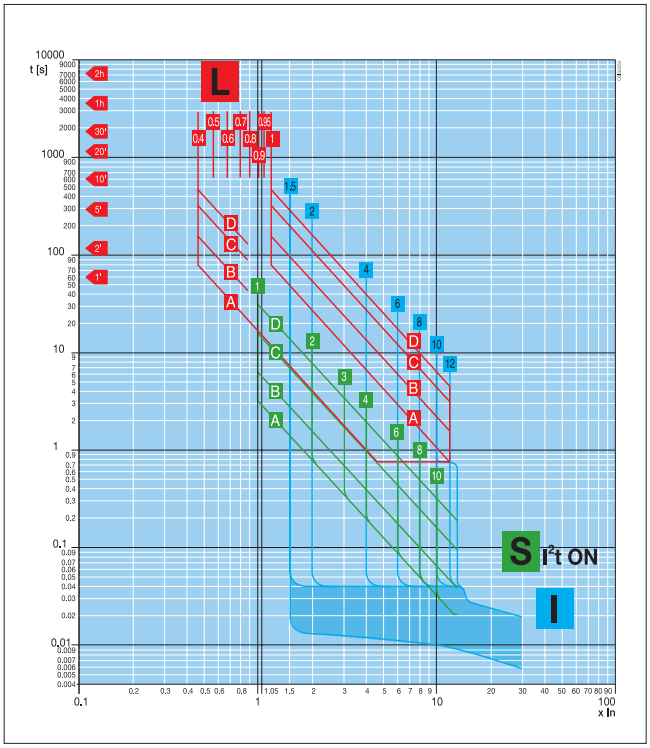
Les valeurs des temps de déclenchement thermique sont rapportées au courant thermique de réglage du déclencheur.
Les valeur des temps de déclenchement magnétique sont rapportées au courant nomimal du déclencheur. Pour des valeurs de déclenchement magnétiques différentes de celles indiquées sur les courbes, se reporter aux données des tableaux des déclencheurs à maximum de courant.



S6, S7 – PR 211/P - Fonction LI



S6, S7 – PR 211/P - Fonction I



S6, S7 – PR 212/P - Fonction LSI - à temps court inverse (I^2t = ON)

Légende

I_{th} : Courant assigné du déclencheur de surcharge
(multiple du I_{th} pour les déclencheurs thermiques)
(multiple du I_{th} pour les déclencheurs magnétiques).

a : Déclencheurs thermiques à froid.

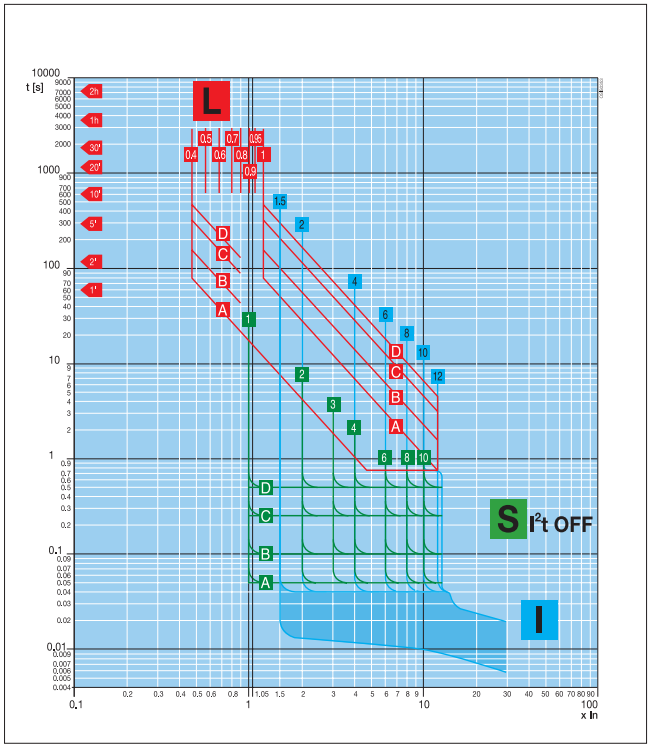
b : Déclencheurs thermiques à chaud.

c : Déclencheurs magnétiques (± 20 %).

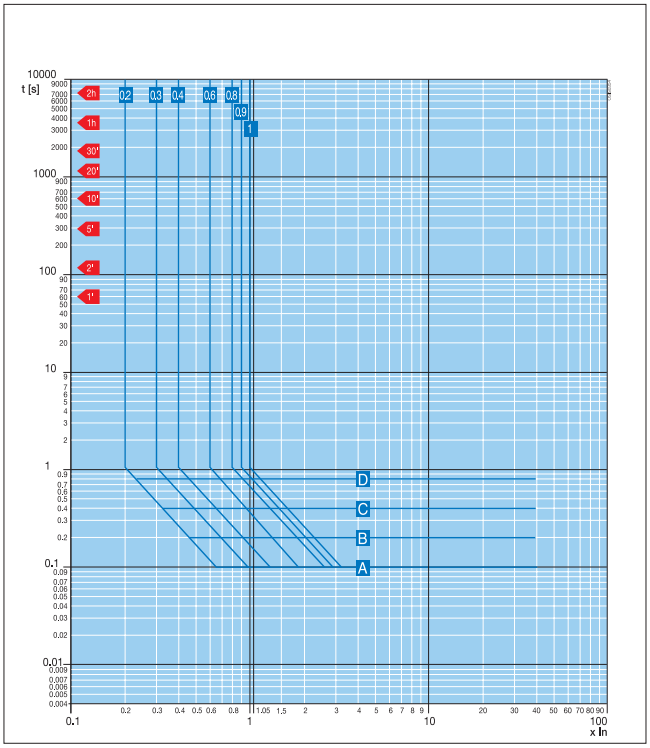
t : Temps de déclenchement.

Courbes de déclenchement et de limitation

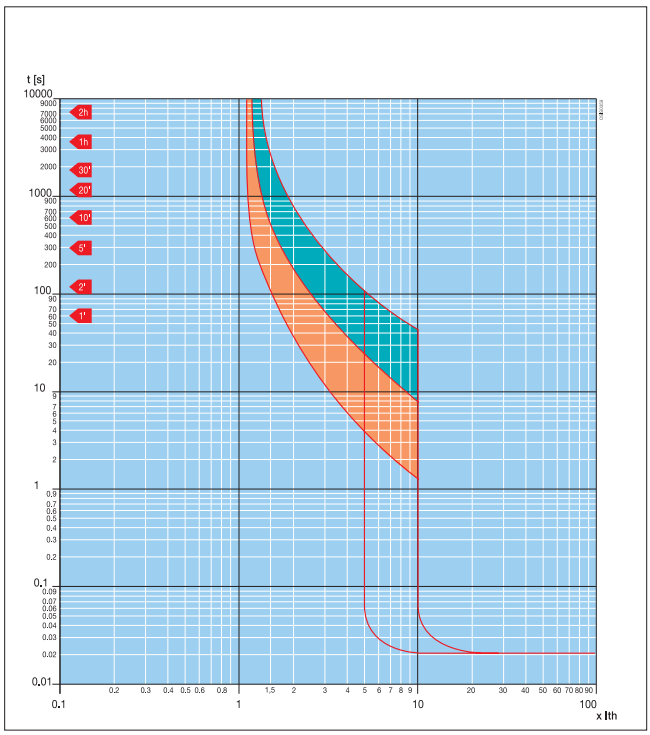
Disjoncteurs de puissance série ISOMAX



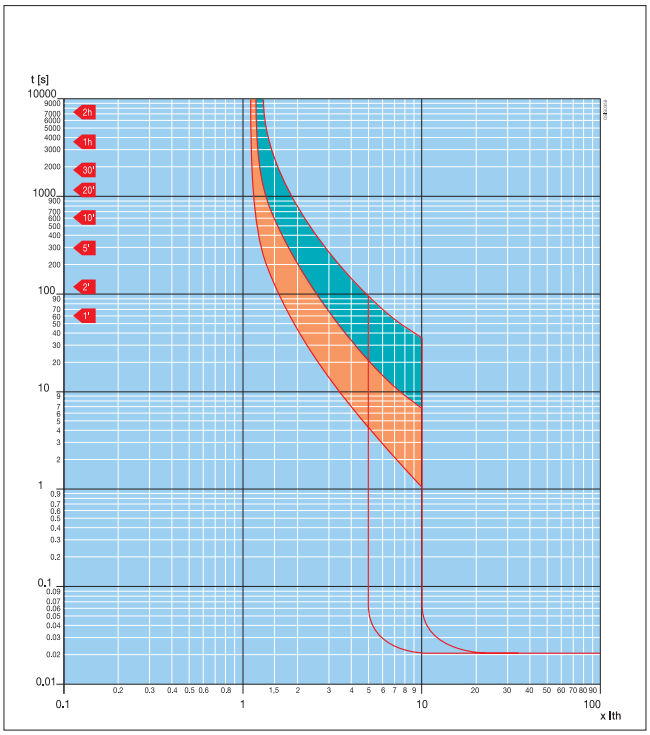
S6, S7 – PR 212/P - Fonction LSI - à temps prédéterminé (I^2t = OFF)



S6, S7 – PR 212/P - Fonction G

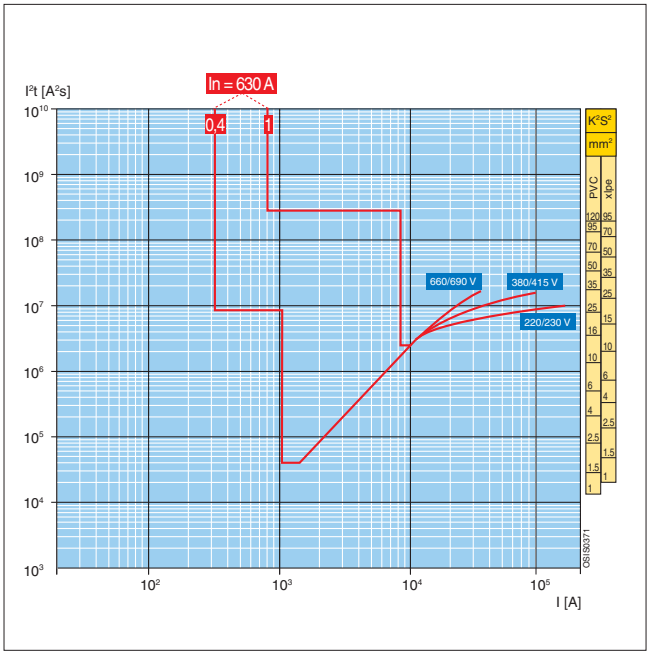


S6 630 (R630) - Seuil de déclenchement : thermique I_n = 0,7 … 1 x I_{th} - magnétique I_m = 5 … 10 x I_{th}

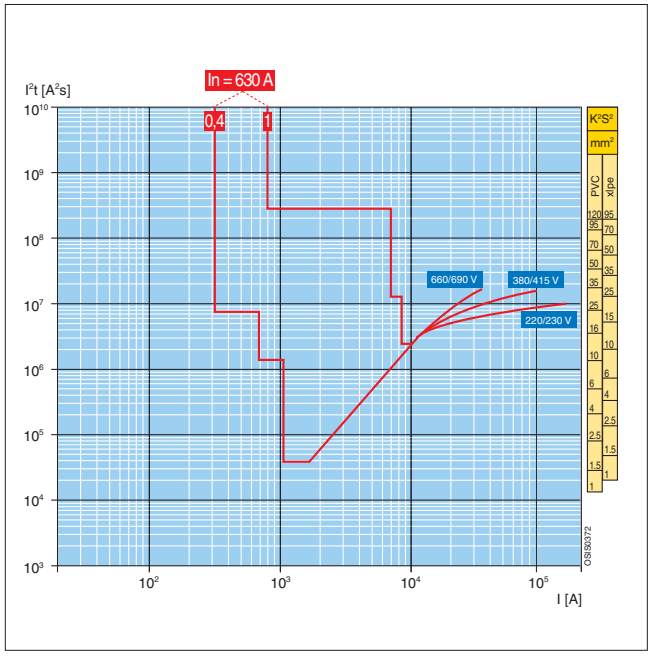


S6 800 (R800) - Seuil de déclenchement : thermique I_n = 0,7 … 1 x I_{th} - magnétique I_m = 5 … 10 x I_{th}

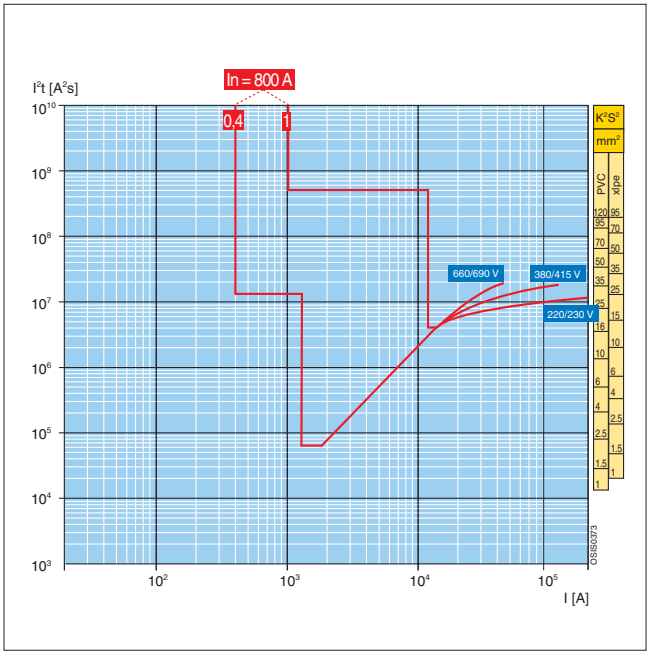
Courbes de limitation de l'énergie spécifique passante I^2t



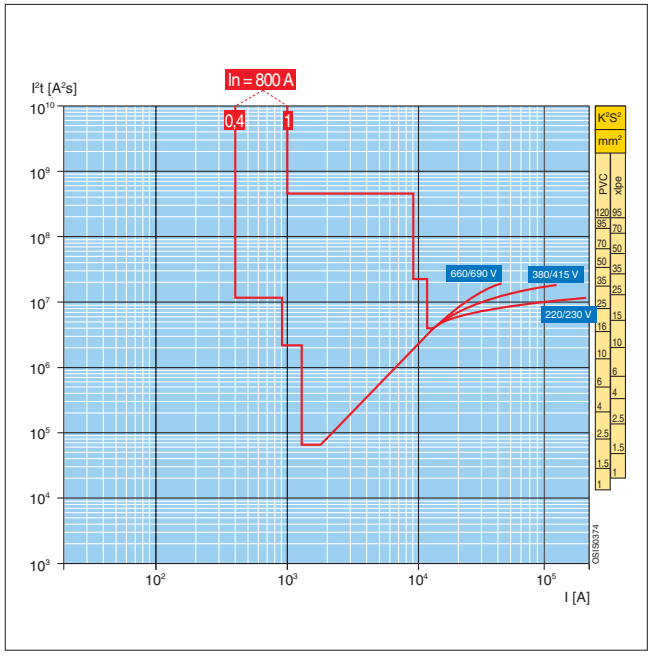
S6 630 - PR 211/P



S6 630 - PR 212/P

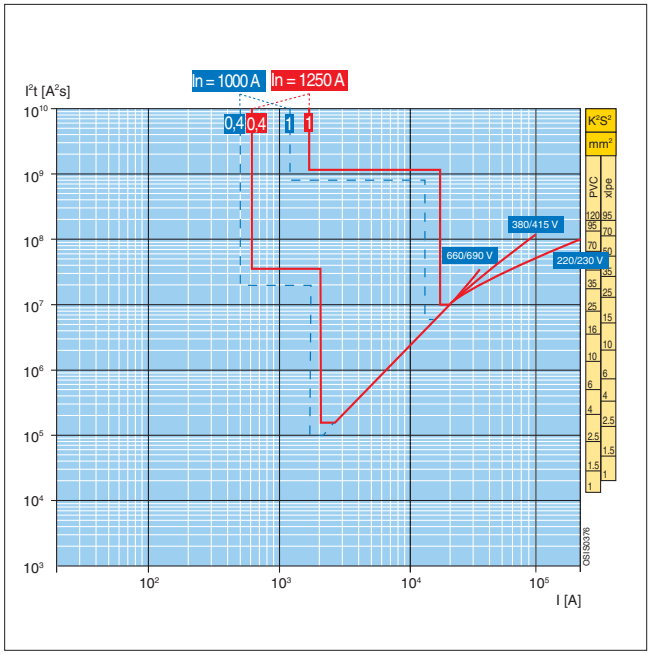


S6 800 - PR 211/P

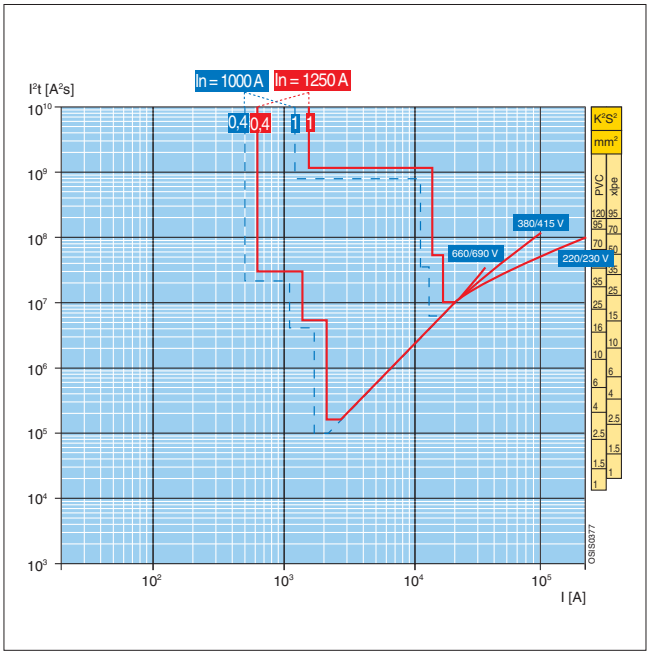


S6 800 - PR 212/P

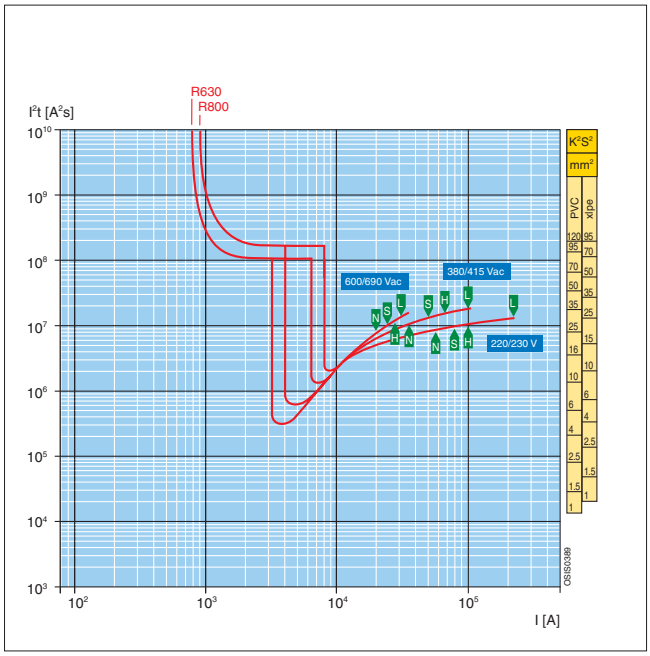
Courbes de limitation de l'énergie spécifique passante I^2t



S7 1250 - PR 211/P

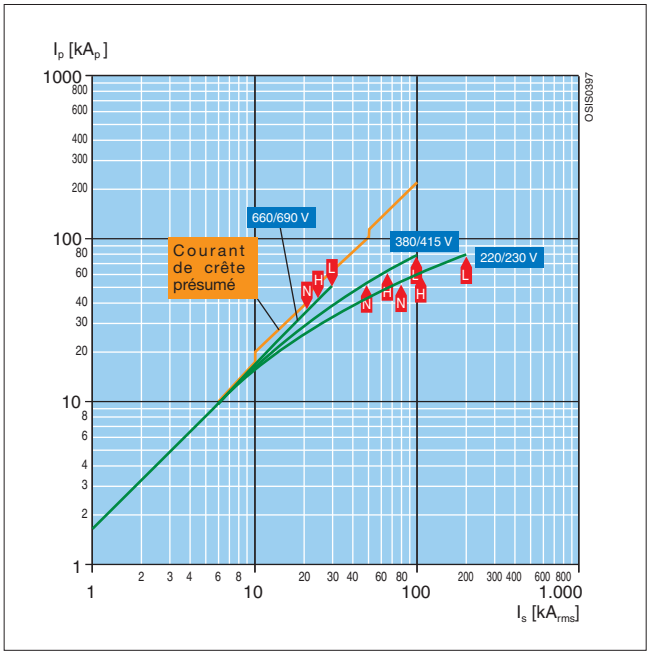


S7 1250 - PR 212/P

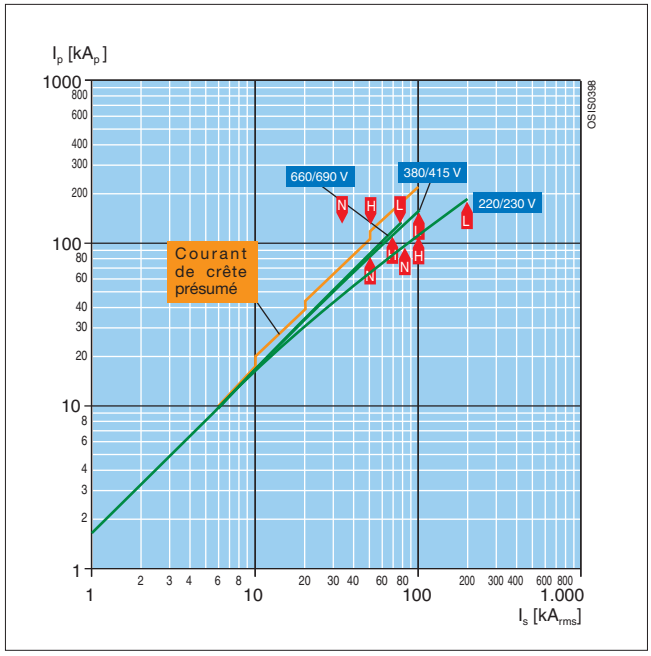


S6 630, S6 800 (préliminaire) **- Seuil de déclenchement : thermique I_n = 0,7 ... 1 x I_{th} - magnétique I_m = 5 ... 10 x I_{th}**

Courbes de limitation de courant



S6



S7

Compensation de l'énergie réactive

Le facteur de puissance

La puissance active

Les différents récepteurs électriques utilisés fournissent de l'énergie utile disponible sous diverses formes : mécanique, lumineuse, thermique, chimique...

A cette énergie correspond une puissance utile ou active ou simplement puissance, assimilable à celle consommée par une résistance. Cette puissance s'exprime en watts (W).

La puissance réactive

Les moteurs, les transformateurs, en bref les appareils consommateurs qui reposent sur l'effet des champs électro-magnétiques, prélèvent en plus de l'énergie nécessaire à leur travail effectif ou utile, une énergie pour l'établissement des champs magnétiques. Cette énergie dite réactive correspond à une puissance réactive en quadrature (90° de décalage) avec la puissance active. Cette puissance s'exprime en volt-ampère réactif (var).

La puissance apparente

Le produit du courant par la tension est dénommé puissance apparente.C'est la combinaison graphique vectorielle des puissances actives et réactives.

Le graphe des puissances

On peut illustrer les différentes puissances par la représentation graphique suivante :

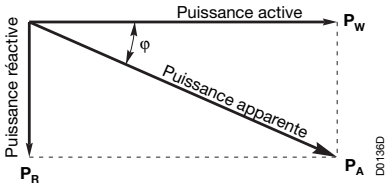


Diagramme des puissances

On désigne l'angle entre puissance active et apparente par la lettre φ.

Puissance active = Puissance apparente x cos φ

$$P_W = P_A \times \cos \varphi$$

La valeur cos φ est appelée le facteur de puissance.

On peut exprimer le cos φ en fonction des puissances active et réactive.

$$P^2_A = P^2_W + P^2_R$$

d'où : $\cos \varphi = \dfrac{P_W}{\sqrt{P^2_W + P^2_R}}$

Cette formule met en évidence que le cos φ peut être considéré en valeur relative, comme une grandeur caractéristique de la puissance réactive consommée.

Remarque :
En plus de la notion de cos φ, on utilise également la notion de tg φ .

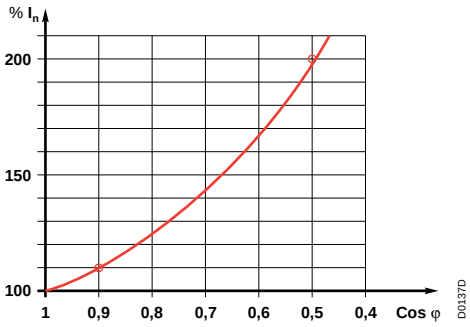
d'où : $\text{tg}\ \varphi = \dfrac{P_R}{P_W}$

Compensation de l'énergie réactive

Inconvénients d'un mauvais cos φ

Plus l'installation consomme de l'énergie réactive, plus le cos φ est faible, moins favorable est la situation.
Pour une même puissance consommée, plus le cos φ sera faible, plus la puissance apparente sera élevée, donc plus le courant absorbé sera grand.
Avec un cos φ de 0,5 le courant appelé est le double du courant utile.
Avec un cos φ de 0,9 le courant est 10% plus élevé.

Pour une même puissance, il faut donc transporter dans tous les circuits électriques une intensité d'autant plus grande que le cos φ est mauvais. Cela entraîne une surcharge des câbles et des transformateurs de distribution, une augmentation des pertes (fonction du carré du courant **I²**). Et cela, aussi bien dans l'installation intérieure qu'entre la centrale de production d'énergie et l'arrivée au poste de comptage.



Le courant nominal est affecté par le cos φ

Inconvénients d'un mauvais cos φ

Nous venons de voir l'influence énorme du facteur de puissance sur la valeur du courant appelé.
Cette augmentation inutile du courant engendre pour l'utilisateur industriel plusieurs inconvénients qui, tous, ont des répercussions financières.
Ces inconvénients ne sont pas gratuits. Ils peuvent se classer en quatre catégories.

Une augmentation des pertes thermiques. Ces pertes sont fonction du carré du courant. On les trouve dans tous les conducteurs, c'est à dire :
- les câbles entre le poste de comptage et l'utilisateur.
- les enroulements du ou des transformateurs de distribution.
- les appareillages de coupure et de protection.

Une augmentation de la chute de tension qui se traduit par une sous alimentation des récepteurs (moteur, éclairage…).
Il en résulte pour ces récepteurs une réduction de leur capacité et de leur rendement. Cette chute de tension supplémentaire est créée :
- dans les enroulements du ou des transformateurs de distribution.
- dans les câbles d'alimentation.
- dans les systèmes de commande et de protection.

Une sous utilisation des installations donc un coût d'amortissement plus lourd. Ceci est particulièrement important pour le(s) transformateur(s) de distribution.

Les inconvénients que nous venons d'énumérer existent également pour le producteur et le distributeur d'énergie électrique. Il est donc normal que celui-ci pénalise "le mauvais" utilisateur en lui faisant payer plus cher sa consommation électrique.

Coût de l'énergie à cause d'un mauvais cos φ

En plus de véhiculer (fournir) l'énergie réactive dans les lignes et les transformateurs haute tension, les fabricants doivent également générer dans la machine cette énergie réactive. Ceci conduit soit à surdimensionner les machines de production, soit à installer des batteries de condensateurs.

C'est pour cela que les sociétés de distribution font payer les consommations d'autant plus cher que le cos φ est mauvais.

Divers systèmes existent.

a) Connaissance de l'énergie réactive.

Le système de comptage installé chez l'utilisateur renseigne :
l'énergie active consommée (kWh)
l'énergie réactive consommée (kvarh)

On en tire : $\cos \varphi = \dfrac{E\ (kwh)}{\sqrt{E^2\ (kWh) + E^2\ (kvarh)}}$ $\quad\quad$ $\text{tg}\ \varphi = \dfrac{E\ (kvarh)}{E\ (kwh)}$

Certains pays se réfèrent à la valeur du cos φ, d'autres à la valeur de tg φ, pour pénaliser la facture si le cos φ, est inférieur à une certaine valeur. Parfois un bonus est accordé pour un cos φ supérieur à une certaine valeur.

Ceci revient à faire payer à l'utilisateur, le prix du kWh consommé d'autant plus cher, que le facteur de puissance est faible.

b) Connaissance de la puissance.

Le système installé chez l'utilisateur comporte :
– le comptage de la consommation d'énergie active (kWh).
– le comptage de la puissance apparente (kVA).

Afin de déterminer le cos φ, il est nécessaire de connaître pendant combien de temps l'usine fonctionne.
On se réfère alors aux formules précédentes.

Compensation de l'énergie réactive

Inconvénients d'un mauvais cos φ

Exemple de calcul

La facture mensuelle renseigne :

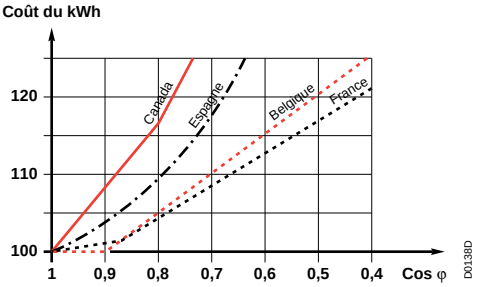
Consommation : 28 400 kWh

Puissance apparente : 199 kVA

Si l'usine fonctionne 168 heures par mois, on calcule l'énergie apparente = 199 x 168 = 33 430 kVAh

d'où $\cos \varphi = \frac{28400}{33430} = 0,85$

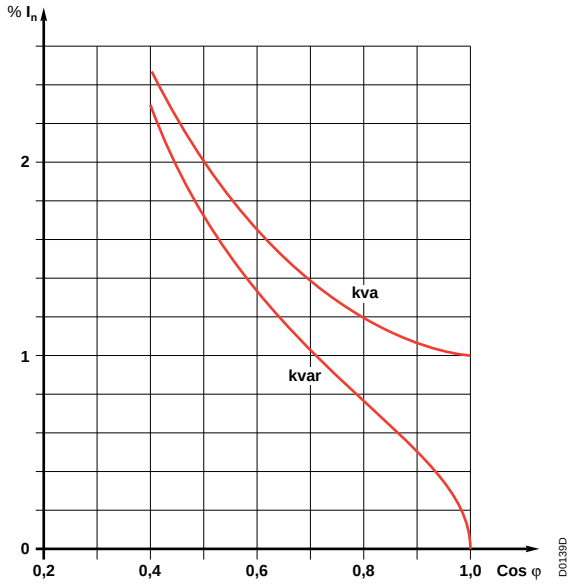
Pour une même consommation (kWh), la puissance apparente est d'autant plus grande que le cos φ est faible.
Par le biais de la puissance consommée, on taxe le kWh d'autant plus fort que le cos φ est faible.



Prix du kWh en fonction du cos φ dans différents pays.

Le graphique ci-dessous nous montre pour une puissance unitaire (par exemple 1 kW) l'évolution des puissances apparentes (kVA) et réactives (kvar) en fonction du cos φ.

Ceci illustre très bien qu'un mauvais facteur de puissance entraîne une forte augmentation des puissances apparentes et réactives. D'où les conséquences financières que nous venons de voir.



Evolution des puissances apparentes et réactives en fonction du cos φ.

Par exemple pour une puissance réelle de 200 kW, sous un cos φ de 0,7 la puissance apparente sera de 200 x 1,43 = 286 kVA et la puissance réactive de 200 x 1,02 = 204 kvar.

Compensation de l'énergie réactive

L'exigence de compenser l'énergie réactive se présente tant dans les réseaux de transport, que dans les réseaux de distribution et industriels. En général on répond à l'exigence de puissance réactive pour limiter les pertes en ligne, les chutes de tension et afin d'exploiter comme puissance active toute la puissance d'alimentation des installations, de façon à ne pas faire descendre le facteur de puissance (cos. φ) à des valeurs trop basses. Egalement en considérant que la compagnie de distribution de l'électricité taxe l'énergie réactive, quelle que soit leur nature, inductive ou capacitive.

Une charge ohmique-inductive absorbe du réseau un courant d'autant plus déphasé par rapport à la tension (cos. φ) que l'effet inductif est plus important. A égalité de composante active en phase avec la tension, le courant en ligne est d'autant plus grand que l'angle de déphasage est plus grand.

En branchant un condensateur en parallèle sur la charge, une partie du courant réactif demandé par la charge est fournie par le condensateur. En effet, quand le condensateur se décharge, la partie inductive de la charge se charge et vice versa quand la partie inductive se décharge elle charge le condensateur et par conséquent le courant fourni par la ligne diminue et il est moins déphasé par rapport à la tension.

Conditions de fonctionnement des disjoncteurs durant le service continu des batteries de condensateurs

Selon les Normes IEC 60831-1 et 60931-1, les condensateurs doivent pouvoir fonctionner en régime avec un courant de valeur efficace allant jusqu'à 1,3 fois le courant assigné $\mathbf{I_{cn}}$ du condensateur.

Cette prescription est due à la présence possible d'harmoniques dans la tension de réseau.

On ne doit pas non plus oublier qu'une tolérance de +10 % est admise sur la valeur de capacité correspondant à sa puissance assignée, ce qui fait que les disjoncteurs de manœuvre de batteries de condensateurs doivent être choisis de façon à porter en permanence un courant maximum égal à :

$\mathbf{I_{max}} = 1{,}3 \times 1{,}1 \times \mathbf{I_{cn}} = 1{,}43 \times \mathbf{I_{cn}}$.

Courant de branchement de batteries de condensateurs

Le branchement d'une batterie de condensateurs doit être comparée à une fermeture sous court-circuit, où le courant transitoire de fermeture $\mathbf{I_p}$ prend des valeurs de crête élevées, surtout quand on branche des batteries de condensateurs en parallèle avec d'autres batteries déjà sous tension.

La valeur de $\mathbf{I_p}$ doit être calculée à chaque fois car elle dépend des conditions des circuits et elle peut prendre dans certains cas une valeur de crête égale à 160 x $\mathbf{I_{cn}}$ pour une durée de 1 - 2 ms.

On doit tenir compte de ce fait dans le choix du disjoncteur, qui devra disposer d'un pouvoir de coupure approprié, et dans le réglage du déclencheur à maximum de courant, qui ne devra pas provoquer de déclenchements intempestifs au moment du branchement de la batterie.

Choix du disjoncteur

De la connaissance des données de la batterie de condensateurs.

$\mathbf{Q_n}$ = puissance assignée en **kVAR**.

$\mathbf{U_n}$ = tension assignée en **V**.

on obtient le courant assigné de la batterie

$$\mathbf{I_{cn}} = \frac{\mathbf{Q_n} \times 10^3}{\sqrt{3} \times \mathbf{U_n}} \quad \text{, en A.}$$

Pour le disjoncteur :

Courant assigné $\mathbf{I_u} > 1{,}43\ \mathbf{I_{cn}}$.

Réglage protection contre surcharges $I1 = 1{,}43 \times \mathbf{I_{cn}}$.

Réglage protection contre courts-circuits $I3 = 10 \times \mathbf{I_u}$.

Pouvoir de coupure $\mathbf{I_{cu}} > \mathbf{I_{cc}}$ au point d'installation.

Compensation de l'énergie réactive

Manœuvre et protection de condensateurs

En Basse Tension on utilise habituellement des condensateurs triphasés raccordés en triangle et dotés de résistances de décharge. La compensation peut être :

– **Distribuée** sur les récepteurs et raccordée à ces derniers tant directement qu'au moyen de disjoncteurs séparés. C'est ce qu'on applique sur de gros récepteurs (par ex. gros moteurs) et sur le secondaire des transformateurs des postes de transformation pour compenser la puissance magnétisante qui est principalement réactive et égale en moyenne à 5 % de la puissance assignée en kVA du transformateur. Le pouvoir de coupure du disjoncteur devra être approprié au nombre de transformateurs en parallèle.

– **Par zone** seulement, réalisée avec des unités raccordées aux tableaux des divers groupes de récepteurs. Elle est utilisée pour des installations très étendues et avec différentes stations de transformation ou de distribution.

– **Centralisée**, réalisée avec des batteries de condensateurs à commande automatique et raccordées en amont de toutes les charges à compenser et immédiatement en aval du point de mesure du cos. φ ou à proximité du tableau général Basse Tension. C'est le cas le plus fréquemment adopté et il est employé pour des installations de petite et moyenne puissance.

Les condensateurs étant commandés automatiquement, le nombre de manoeuvre est très élevé, raison pour laquelle on utilise généralement des contacteurs spéciaux pour condensateurs.

Pour obtenir une compensation déterminée, la puissance de la batterie de condensateurs dépend de la puissance de la charge qu'on veut compenser, du cos. φ de départ et du cos. φ qu'on souhaite obtenir.

Le tableau indique, pour chaque valeur de cos. φ les coefficients de mise en phase à utiliser pour calculer la puissance réactive de la batterie de condensateurs (en kVAR par kW installé), nécessaire pour passer d'une valeur de cos. φ à une autre.

Coefficient pour calcul de la puissance de la batterie de condensateurs en kVAR/kW pour élever la valeur de cos. φ.

Cos. φ de départ	Cos. φ à obtenir												
	0,81	0,85	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
0,60	0,584	0,714	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334
0,61	0,549	0,679	0,815	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299
0,62	0,515	0,645	0,781	0,809	0,836	0,870	0,902	09,36	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265
0,63	0,483	0,613	0,749	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	10233
0,64	0,450	0,580	0,716	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200
0,65	0,419	0,549	0,685	0,713	0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,007	1,169
0,66	0,388	0,518	0,654	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138
0,67	0,358	0,488	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108
0,68	0,329	0,459	0,595	0,623	0,650	0,984	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079
0,69	0,299	0,429	0,565	0,593	0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,840	0,907	1,049
0,70	0,270	0,400	0,536	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,878	1,020
0,71	0,242	0,372	0,508	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,850	0,992
0,72	0,213	0,343	0,479	0,507	0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,821	0,963
0,73	0,186	0,316	0,452	0,400	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,794	0,936
0,74	0,159	0,289	0,425	0,453	0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,767	0,909
0,75	0,132	0,262	0,398	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0,882
0,76	0,105	0,235	0,371	0,399	0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0,855
0,77	0,079	0,209	0,345	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,687	0,829
0,78	0,053	0,182	0,319	0,347	0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803
0,79	0,026	0,156	0,292	0,320	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776
0,80		0,130	0,266	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,750
0,81		0,104	0,240	0,268	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,582	0,724
0,82		0,078	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,556	0,698
0,83		0,052	0,188	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,462	0,530	0,672
0,84		0,026	0,162	0,190	0,217	0,251	0,283	0,317	0355	0,395	0,437	0,504	0,645
0,85			0,136	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,478	0,620
0,86			0,109	0,140	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,343	0,390	0,450	0,593
0,87			0,083	0,114	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,317	0,364	0,424	0,567
0,88			0,054	0,085	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,288	0,335	0,395	0,538
0,89			0,028	0,059	0,086	0,117	0,149	0,183	0,230	0262	0,309	0,369	0,512
0,90				0,031	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484

Compensation de l'énergie réactive

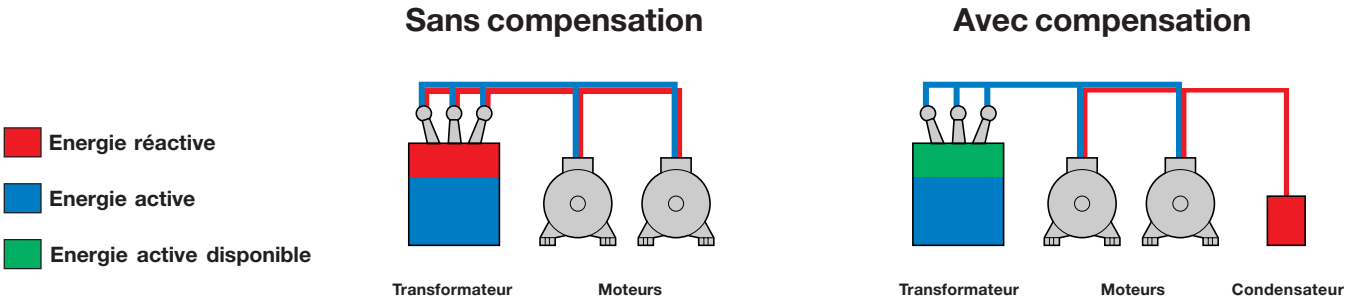
Calcul d'une batterie de condensateurs

La compensation par condensateurs

Les condensateurs constituent le moyen le plus simple, le plus efficace et le meilleur marché pour remédier à ces inconvénients.

En agissant comme de véritables générateurs d'énergie réactive et en réduisant, voire en supprimant, la consommation énergie réactive de l'installation, les condensateurs basse tension permettent une réduction appréciable des coûts énergétiques dans l'entreprise :

- Diminuer les factures d'électricité par la suppression des pénalités.
- Réduire les pertes d'énergie réactive dans les câbles d'alimentation et les enroulements des transformateurs.
- Augmenter la puissance maximale transportable dans les câbles.
- Accroître la puissance disponible au transformateur.
- Relever ou maintenir la tension d'alimentation en bout de ligne.



Calcul d'une batterie de condensateurs

A partir du logiciel de calcul ABB

Ce logiciel est accessible sur notre site internet à l'adresse : www.abbcontrol.fr/Capacitor-FR/

A partir du tableau de la page précédente

- Déterminer la puissance active totale en Kw.
- Déterminer la valeur du cos φ de départ.
- Déterminer la valeur du cos φ à obtenir.
- Déterminer dans le tableau de la page précédente, le coefficient (K) situé à l'intersection du cos φ de départ et du cos φ à obtenir.
- Calculer la puissance de la batterie de condensateurs (Qc) avec la formule :

  Qc (besoin en Kvar) = Puissance active totale (kW) x K

Exemple :

Une installation avec une puissance active totale de 365 kW et un cos φ de départ de 0,75.

Pour relever le cos φ à 0,94, il faut installer une batterie de condensateurs de :

Qc = 365 x 0,546 = 199 kvars

donc on choisira une batterie de condensateurs de 200 kvars.

Compensation de l'énergie réactive

Installation des condensateurs

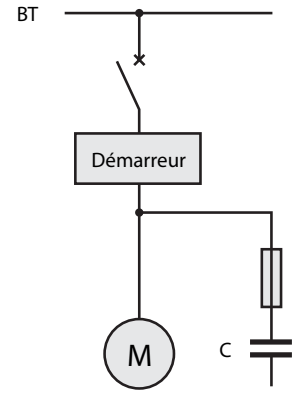
Où installer les condensateurs

Le but final de la correction du facteur de puissance, soit réduire ou même supprimer le poste énergie réactive dans la facturation d'énergie, impose simplement que les condensateurs soient branchés, côté utilisation, en aval du poste de comptage.

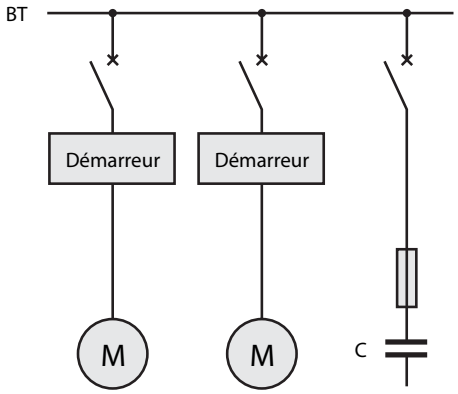
Ils peuvent être installés en plusieurs points du réseau de distribution d'une usine et quatre types de compensation peuvent être ainsi envisagés.

Compensation individuelle – Compensation de groupe – Compensation centrale – Compensation combinée.

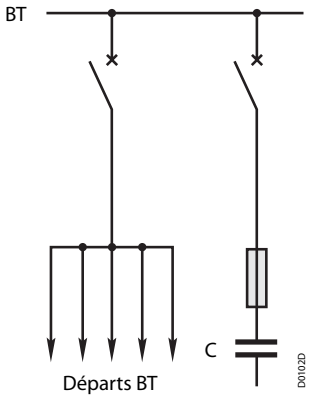
Chaque type répondant à une utilisation spécifique.



Compensation individuelle



Compensation de groupe



Compensation centrale

Avantages et inconvénients des types de compensation :

Mode de compensation	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
Individuelle	S'applique aux appareils à régime permanent, chacun d'eux étant connecté à un condensateur de valeur adéquate.	kvar produits sur place. Diminution des pertes et des chutes de tension en ligne. Economie d'un appareil de commande.	Plusieurs petits condensateurs coûtent plus chers qu'un seul de puissance totale équivalente. Faible taux d'utilisation du condensateur pour des appareils peu souvent enclenchés.
De groupe	Plusieurs appareils sont reliés à un condensateur commun muni de son propre interrupteur. La mise en service du condensateur concorde avec les heures de travail des récepteurs.	Réduction des frais d'investissement en condensateurs. Pertes et chutes de tension diminuées dans les lignes de distribution.	Lignes principales d'alimentation non allégées.
Centrale	Production de la puissance réactive en un seul point. Dans les cas simples, la batterie est enclenchée au début et coupée à la fin du travail.	Meilleure utilisation de la puissance des condensateurs. Surveillance plus aisée. Réglage automatique. Amélioration générale du niveau de tension.	Les lignes principales et les lignes de distribution ne sont pas allégées.
Combinée	Compensation individuelle des récepteurs importants. Compensation par groupes ou centrale pour les autres.		

La compensation centrale est pratiquement toujours utilisée dans les cas d'amélioration du facteur de puissance d'installations existantes.

Compensation individuelle des moteurs

La compensation individuelle s'applique particulièrement aux moteurs asynchrones, elle présente les avantages suivants :

- En installant les condensateurs près de la charge, les kvar sont confinés sur le plus petit segment possible du réseau.
- Le démarreur du moteur peut également servir à enclencher simultanément les condensateurs, ce qui élimine le coût d'un appareil de manœuvre propre au condensateur.
- La mise en service par le démarreur constitue un contrôle semi-automatique des condensateurs. Un contrôle supplémentaire n'est pas nécessaire.
- Les condensateurs ne sont mis en service que lorsque le moteur tourne.

N.B. : Il est impératif de reprendre les réglages des disjoncteurs de protection, qui doivent tenir compte de la diminution du courant permanent dans les câbles d'alimentation de la charge, provoquée par l'installation des condensateurs.

Raccordement de condensateurs à des moteurs asynchrones à démarrage direct

Il existe 3 manières de réaliser un tel raccordement.

1) En aval de la protection thermique du moteur.
En service en même temps que le moteur, seule la puissance active traverse la protection thermique dont le dimensionnement est ainsi réduit. Les kvar nécessaires sont directement fournis au moteur par le condensateur.

2) En amont de la protection thermique du moteur avec mise en service du condensateur en même temps que le moteur.
La protection thermique du moteur n'est donc pas allégée dans ce raccordement : cette solution peut être envisagée quand il s'agit de compenser à moindre coût une installation deja existante.

3) Connexion permanente des condensateurs sur le circuit d'utilisation.
La protection thermique du moteur n'est pas allégée. Cette installation requiert un interrupteur à fusibles ou un disjoncteur propre au condensateur.

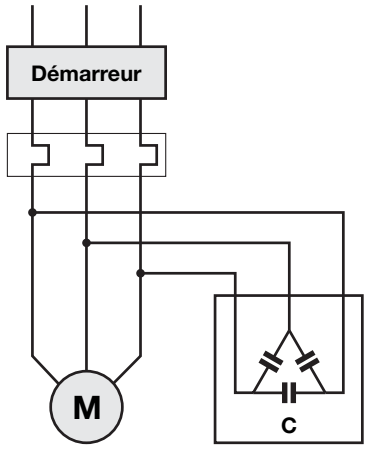


Schéma 1

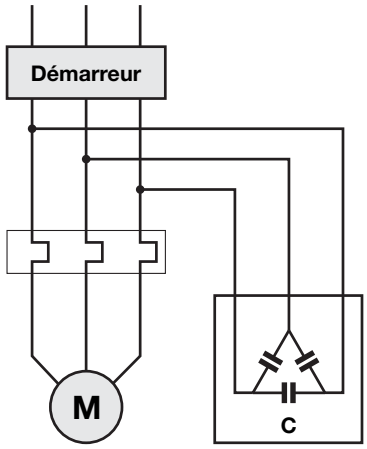


Schéma 2

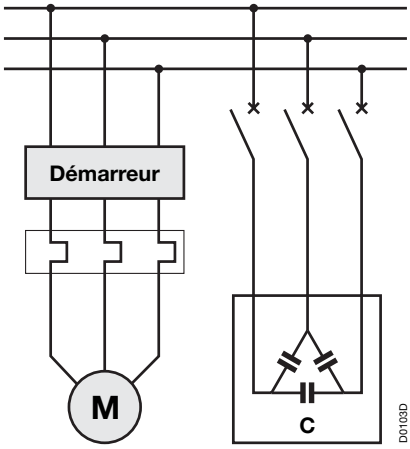


Schéma 3

Raccordement de condensateurs sur des moteurs asynchrones équipés d'un démarreur ⅄△

Le condensateur ne peut rester branché au moteur en position étoile. Il faut utiliser le schéma 3 ou connecter des condensateurs monophasés en parallèle avec les enroulements du moteur de façon que les condensateurs soient commutés d'étoile en triangle simultanément avec les enroulements du moteur.

Valeur du condensateur

La compensation individuelle des moteurs n'est en général, pas rentable pour des puissances inférieures à 10 kW.

La puissance du condensateur à placer aux bornes du moteur peut s'évaluer suivant une des méthodes ci-dessous :

Exprimé en kvar, on prend 1/3 de la puissance du moteur exprimée en ch ou 40 % de la puissance exprimée en kW.

Exemple :

un moteur de 30 ch sera compensé par 10 kvar,
un moteur de 50 kW sera compensé par 20 kvar.

Lorsque le moteur est déconnecté de la charge, les condensateurs introduisent un courant d'excitation dans le moteur.

Si les condensateurs sont sur-dimensionnés, la tension d'auto-excitation ainsi créée pourrait être très supérieure à la tension nominale et endommager le moteur et les condensateurs. Pour éviter ces problèmes, le courant capacitif doit être limité à 90 % du courant à vide du moteur.

Le courant à vide est donné dans les catalogues des constructeurs, il peut être mesuré en faisant tourner le moteur à vide. Il peut être estimé en prenant 1/3 du courant nominal.

Exemple :

soit un moteur de 11 kW triphasé alimenté sous 400 V 50 Hz. (1500 tr/mn, cos φ = 0,74).

Le courant à vide est de 7,15 A.

Valeur du courant capacitif : 0,9 x 7,15 = 6,44 A

$$\textbf{Puissance du condensateur} = \frac{\sqrt{3}\,\mathbf{U} \times \mathbf{I}}{1000}$$

$$= \frac{1{,}732 \times 400 \times 6{,}44}{1000}$$

$$= \textbf{4,46 kvar}$$

Puissance des condensateurs nécessaires à la compensation de moteurs asynchrones.

(Les valeurs sont données à titre indicatif).

P_e	3000 tr/mn			1500 tr/mn			1000 tr/mn			750 tr/mn			600 tr/mn			500 tr/mn		
kW	Q_1	Q_2	Q_c	Q_1	Q_2	Q_c	Q_1	Q_2	Q_c	Q_1	Q_2	Q_c	Q_1	Q_2	Q_c	Q_1	Q_2	Q_c
7,5	3	5	2,5	4	5	2,5	6	7	5	6	7	5	7	8	5	7	8	5
11	5	7	2,5	6	8	5	7	10	5	9	10	8	9	12	8	10	12	8
15	7	9	5	7	10	5	9	11	8	9	13	8	13	16	10	15	17	12,5
22	8	13	5	13	14	10	12	16	10	12	17	10	20	28	15	22	26	15
30	11	15	10	16	21	15	13	21	10	15	22	12,5	23	31	20	32	37	20
37	13	19	10	17	25	15	16	25	12,5	20	28	15	25	34	20	43	47	30
45	16	24	12,5	23	32	20	19	31	15	20	32	15	28	40	20	41	47	30
55	17	29	15	26	38	20	23	37	20	26	39	20	35	48	30	50	52	40
75	18	34	15	28	46	20	32	50	20	36	55	30	45	61	40	66	72	60
90	21	42	15	32	55	20	43	61	30	42	64	30	60	80	50			
110	24	50	20	38	67	30	48	75	40	63	83	50						
132	38	66	30	51	80	40	61	87	50									
160	41	79	30	54	92	40												
200	43	96	30	62	108	50												

$\mathbf{Q_1}$ = Puissance réactive nécessaire au moteur en fonctionnement à vide.

$\mathbf{Q_2}$ = Puissance réactive nécessaire au moteur en fonctionnement à 100 %.

$\mathbf{Q_c}$ = Puissance du condensateur.

Compensation individuelle des transformateurs

Comme on ne connaît pas la charge du transformateur de distribution, de plus comme celle-ci est variable et peut même être nulle (par exemple la nuit) on compensera uniquement la puissance réactive absorbée par le transformateur.

Cette puissance réactive varie suivant le type et le constructeur.

Si le compteur de réactif est sensible aussi bien au courant selfique qu'au courant capacitif, la valeur du condensateur à placer à la sortie du transformateur doit être déterminée avec soin.

On prendra en général entre 1,5 et 2,5 % de la puissance nominale du transformateur.

Si le compteur de réactif ne réagit qu'au courant selfique, on compensera en moyenne entre 5 et 10 % de la puissance nominale du transformateur.

Pour éviter des problèmes de résonance avec les harmoniques, il y a lieu de vérifier que la fréquence de résonance entre l'inductance de fuite du transformateur et le condensateur de compensation, soit suffisamment éloignée des harmoniques les plus fréquents (3, 5, 7, 9, 11).

La fréquence de résonance peut se calculer par la formule suivante : $\mathbf{f} = \mathbf{f_o}\sqrt{\frac{\mathbf{P_{cc}}}{\mathbf{P_c}}}$

$\mathbf{f}$ = fréquence de résonance

$\mathbf{f_o}$ = fréquence du réseau

$\mathbf{P_{cc}}$ = puissance de court-circuit du transformateur

$\mathbf{P_c}$ = puissance du condensateur

Si la fréquence trouvée est proche de celle d'un harmonique, on modifiera la valeur du condensateur à installer.

Effets des harmoniques

Circuit général

Une installation électrique d'usine est électriquement parlant très complexe. En simplifiant, on a :

– l'énergie est distribuée par câbles. Ceux-ci présentent une résistance ohmique (ρ) et une impédance selfique (λ). Ces deux éléments sont en série avec le récepteur.

– le récepteur est lui constitué dans le cas le plus général par la charge active (ou résistive) (R), la charge réactive des bobinages (L) et parfois par une capacité (C).

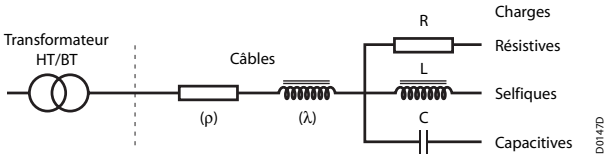


Schéma simplifié d'une installation.

Courants harmoniques

Cas de la self

L'impédance d'une self est d'autant plus grande que la fréquence est grande.

$$Z_L = 2\pi f_L$$

C'est à dire qu'alimenté sous une certaine tension, le courant qui traverse la self est d'autant plus petit que la fréquence est élevée. Il en résulte aussi que la chute de tension dans la ligne d'alimentation, dûe à la self, sera d'autant plus élevé que le rang de l'harmonique sera élevé.

Cas du condensateur

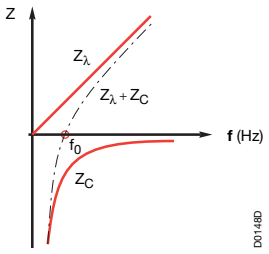
L'impédance du condensateur est d'autant plus faible que la fréquence augmente.

Le courant "traversant" le condensateur est d'autant plus grand que la fréquence est grande (ou que le rang de l'harmonique est élevé).

$$Z_C = \frac{1}{2\pi f_C}$$

Résonance série

On a vu que l'impédance d'une self augmente avec la fréquence et l'inverse pour le condensateur. Si une self est placée en série avec un condensateur, l'impédance totale sera égale à la somme des impédances selfiques et capacitives.



Impédances en fonction de la fréquence.

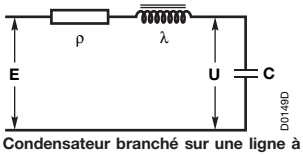
L'une augmentant avec la fréquence et l'autre diminuant, il y aura pour une certaine fréquence (fo) égalité de la valeur absolue des 2 impédances.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Pour cette fréquence, le courant est uniquement limité par la résistance (ρ) des lignes d'alimentation. Comme celle-ci est généralement faible, la valeur du courant sera élevée.

Ce courant traversant le condensateur et la ligne crée une surtension extrêmement importante.

Le rapport entre cette surtension et la tension nominale est désigné par Q et dénommé facteur de surtension ou facteur de qualité.



Condensateur branché sur une ligne à vide.

En transformant l'équation précédente en puissance, et en posant : $n = \frac{f_0}{f}$

Avec **n** représentant le rang de la fréquence de résonance, on a : $n = \frac{f_0}{f} \sqrt{\frac{E^2}{\omega_\lambda} / \omega_c E^2} = \sqrt{\frac{\text{Puissance du court-circuit}}{\text{Puissance du condensateur}}}$

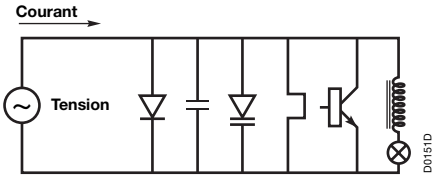
Le rang de la fréquence de résonance peut être déterminé par la racine carrée du rapport entre la puissance de court-circuit et la puissance du condensateur. (On considère que la résistance du circuit est négligeable). Lorsque le circuit est en charge, il y a atténuation de la surtension de résonance.

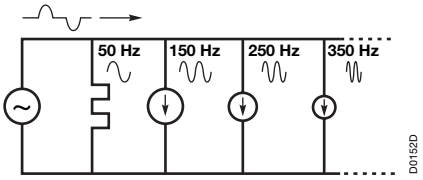
Les principaux générateurs d'harmoniques

Dans les milieux tertiaires et industriels, la plupart des harmoniques sont générés par les charges suivantes :

- Variateurs de vitesse.
- Redresseurs.
- Transformateurs.
- Lampes de décharge.
- Machines à souder.
- Ordinateurs.

La représentation de ces différentes charges peut être simplifiée (à titre d'exemple) par les schémas suivants :





Représentation simplifiée des différentes charges génératrices d'harmoniques.

Les harmoniques les plus fréquemment rencontrés sur le réseau (HT / BT) sont de rang 3 (150 Hz), 5 (250 Hz), 7 (350 Hz). Il est fortement conseillé de prendre en compte les harmoniques de rangs supérieurs, toutes aussi pénalisantes que les premières.

Ces harmoniques en tension ou courant se propagent sur l'ensemble du réseau de distribution et perturbent fortement l'ensemble de l'installation.

Les harmoniques mesurées sur le réseau sont donnés sous forme de taux de distorsion harmonique.

Voici synthétiquement l'impact des différents niveaux de taux de distorsion sur l'installation.

Taux de distorsion harmonique en tension	Conséquences d'une exposition à long terme
TDH ≤ 5 %	Réseau propre : Problèmes inexistants dans la plus part des cas.
5 % < TDH ≤ 7 %	Réseau faiblement pollué : Des problèmes peuvent survenir sur des matériels sensibles.
7 % < TDH ≤ 10 %	Réseau pollué : Des problèmes commencent à apparaître sur des appareils robustes.
TDH > 10 %	Réseau fortement pollué : Des effets destructeurs sont à long terme pratiquement certains.

Filtrage des harmoniques

Filtres d'harmoniques

Les principaux problèmes d'harmoniques peuvent être résumés comme suit :

Echauffement excessif dans les transformateurs, moteurs, câbles, appareils d'éclairage etc…
Bruit dans les transformateurs.
Déclenchement aléatoire des disjoncteurs.
Fusion prématurée des fusibles.
Perturbation du fonctionnement des cartes électroniques.
Echauffement excessif voir destruction des condensateurs.
Surintensité dans le neutre.
Pertubation électronique.
Interférences diverses.
Diminution de la puissance du transformateur.
Perturbation des images d'écrans TV, d'ordinateurs etc.
Perturbation du fonctionnement des ordinateurs.
Perte de programme sur automate.

Normes IEC 1000-2-2

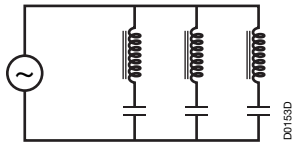
Afin de réduire l'impact des harmoniques sur les réseaux internes voisins en BT ou HT en milieu tertiaire ou industriel, l'Europe a adopté la norme IEC 1000-2-2 qui limite le taux de distorsion en tension pour chaque harmonique.

Le pollueur restant le principal responsable, s'il veut nettoyer son réseau, il lui faudra incorporer des filtres pour l'ensemble de son installation.

Protection contre les résonances

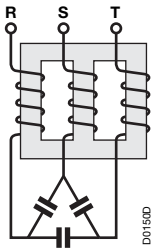
Principe :

Un filtre est composé d'un condensateur en série avec une self telle que la fréquence de résonnance (f_0) se l'ensemble soit égale à la fréquence de l'harmonique que l'on veut éliminer.



Filtres d'harmoniques.

Pour éviter les résonances entre un condensateur et le réseau, on place une self en série avec le condensateur. Cette self est calculée de telle façon que l'ensemble condensateur et self présente une impédance selfique pour tous les harmoniques possibles sur le réseau.



Condensateur protégé par une self anti-résonance.

Dimensionnement en courant

On démontre que l'impédance offerte au passage des courants harmoniques par l'ensemble self et condensateur en série est inférieure à celle offerte par le condensateur seul.

Les selfs doivent par conséquent être prévues pour supporter, en permanence, des courants harmoniques importants, sans s'échauffer ni entrer en saturation.

La self permet l'atténuation des harmoniques aux bornes du condensateur, par conséquent la self protège uniquement le condensateur, et non pas l'installation toute entière.

Filtre passif et actif

Il existe principalement 2 types de filtres, les filtres passifs et les filtres actifs.

Le filtre passif est défini au cas par cas pour être accordé sur une harmonique précise à filtrer.

C'est le cas du filtre passif THF qui est accordé sur l'harmonique de rang 3, plus adapté au milieu tertiaire.

Avantage du filtre passsif :

- Economique, coût du composant plus faible.
- Pas de surveillance.
- Facilité de raccordement et de mise en œuvre.

Le filtre actif est pré-étudié pour toutes les applications et s'adapte automatiquement au réseau ou il sera raccordé et à l'évolution des charges existantes ou à venir.

C'est le cas du filtre actif PQFA qui peut filtrer jusqu'à l'harmonique de rang 50.

Il filtre 15 harmoniques, au choix, simultanément, ce qui le rend plus intérressant pour des applications en milieu industriel et grand tertiaire.

Avantage du filtre actif :

- Pas de coût d'étude de dimensionnement.
- Filtre plusieurs harmoniques en même temps.
- Pas de risques de surcharges.

L'apport de solutions réelles, efficaces, pour le long terme à vos problèmes de réseau est le cœur du programme LVNQ (Low Voltage Network Quality).