

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ELECTROTECHNIQUE

Implantation et exploitation d'un parc éolien

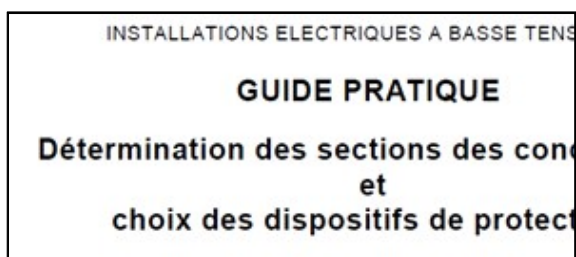
DOSSIER RESSOURCES

➤ **Partie 1** Analyse du problème en lien avec le disjoncteur

- guide UTE C 15-500 page 2/10
- Disjoncteur ABB Emax pages 3/10 et 4/10

➤ **Partie 2** Choix et installation de parafoudres sur le réseau BT d'une éolienne.

- introduction aux parafoudres page 5/10
- caractéristiques des parafoudres pages 6/10 et 7/10
- caractéristiques des fusibles pages 8/10
- caractéristiques des interrupteurs-sectionneurs page 9/10
- caractéristiques des contacts auxiliaires page 10/10



9.1 Courant de court-circuit triphasé maximal

En général, le courant de court-circuit présumé est égal au courant de court-circuit triphasé I_{k3} . Pour un court-circuit triphasé, le courant de court-circuit maximal apparaît aux bornes du dispositif de protection.

$$I_{k3\max} = \frac{c_{\max} \cdot m}{\tau Z} \quad (\text{kA})$$

Impédance d'un transformateur

$$Z_T = \frac{(m \cdot U_n)^2 m \Omega}{S_{rT}}$$

S_{rT}	Puissance assignée du transformateur, (kVA)
U_0	Tension nominale de l'installation entre phase et neutre, [V]
U_{kr}	Tension de court-circuit (%) du transformateur,
U_n	Tension nominale de l'installation entre phases, [V]
c	Facteur de tension

Les indications ci-dessus sont rappelées pour une meilleure lisibilité :

S_{rT} U_0 U_{kr} U_n c $m=1,05$

Tension

Le paramètre de référence est la tension nominale phase-neutre $U_0 = \frac{U_n}{\sqrt{3}}$, multipliée par le facteur c .

Le facteur c est introduit pour prendre en compte les variations de tension, lesquelles sont fonction du temps, de l'emplacement, des changements de réglage des transformateurs et d'autres considérations. Les valeurs de c correspondent aux conditions les plus sévères de l'installation à basse tension, telles que données dans le tableau 1.

Le facteur c n'est pas destiné à prendre en compte les défauts impédants, le présent guide traitant des défauts francs.

Tension nominale	Facteur de tension c	
	$c_{\max}$	$c_{\min}$
100 V à 1000 V	1,05	0,95

Tableau 1 – Facteur de tension (c)

**Emax**

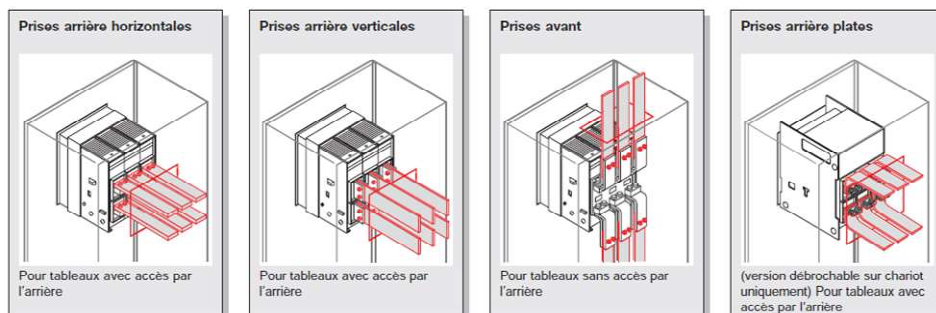
Disjoncteurs à construction ouverte de basse tension

		E1				E2				E3				E4			
Niveaux de performance		B		N		B		N		B		N		B		N	
Courants: courant ininterrompu assigné (à 40 °C) Iu		[A]		800		1600		800		1600		800		1600		800	
				1000		2000		1250		2500		1000		2000		1000	
				1250		1600		1600		3200		1250		2500		1250	
				1600		2000		2000		2000		1600		2000		1600	
				2000		2500		2500		3200		2500		3200		2500	
				3200		3200		3200		3200		3200		3200		3200	
Courant admissible dans pôle neutre pour disj. tétrapolaires [%] In		[A]		100		100		100		100		100		100		100	
Pouvoir de coupure ultime assigné en court-circuit Icu		[kA]		42		50		42		50		42		50		42	
				220/230/380/400/415 V ~													
				440 V ~													
				500/525 V ~													
				660/690 V ~													
Pouvoir assigné de coupure de service en court-circuit Ics		[kA]		42		50		42		50		42		50		42	
				220/230/380/400/415 V ~													
				440 V ~													
				500/525 V ~													
				660/690 V ~													
Courant de court-circuit admissible assigné Icw		[kA]		42		50		42		50		42		50		42	
				(1s)													
				(3s)													
Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (valeur de crête) Icm		[kA]		88,2		105		88,2		105		88,2		105		88,2	
				220/230/380/400/415 V ~													
				440 V ~													
				500/525 V ~													
				660/690 V ~													
Catégorie d'emploi (selon IEC 60947-2)		B		B		B		B		B		B		B		B	
Aptitude au sectionnement (selon IEC 60947-2)		■		■		■		■		■		■		■		■	
Protection à maximum de courant		■		■		■		■		■		■		■		■	
Déclencheurs électroniques pour applications en AC		■		■		■		■		■		■		■		■	
Temps de manœuvre		[ms]		80		80		80		80		80		80		80	
Durée de fermeture (max)				70		70		70		70		70		70		70	
Durée de coupure pour I<Icw (max) (1)				30		30		30		30		30		30		30	
Durée de coupure pour I>Icw (max)				30		30		30		30		30		30		30	
Dimensions d'encombrement		[mm]		296/386		296/386		324/414		324/414		404/530		404/530		566/656	
Fixe: H = 418 mm - P = 302 mm L (3/4 poles)																	
Débroch. s/ char.: H = 461 mm - P = 396,5 mm L (3/4 poles)																	
Poids (disjoncteur avec déclencheurs et capteurs de courant, accessoires exclus)		[kg]		45/54		50/61		50/61		52/63		66/80		66/80		72/83	
Fixe 3/4 poles																	
Débrochable sur chariot 3/4 poles (partie fixe incluse)																	

1- Caractéristiques des disjoncteurs Emax

Raccordement des circuits principaux du disjoncteur

exemples de configurations sur le choix des prises de raccordement entre le disjoncteur et le jeu de barres d'arrivée et entre le disjoncteur et le jeu de barres de distribution.



Installation dans les tableaux

Courant admissible permanent des disjoncteurs installés dans un tableau ayant les dimensions suivantes 2300x800x900 (HxLxP). Ces valeurs se rapportent à des appareils en version débrochable sur chariot

Type	Iu [A]	Prises verticales				Prises horizontales et avant			
		Courant permanent admissible [A]			Section barres [mm²]	Courant permanent admissible [A]			Section barres [mm²]
		35°C	45°C	55°C		35°C	45°C	55°C	
E1B/N 08	800	800	800	800	1x(60x10)	800	800	800	1x(60x10)
E1B/N 10	1000	1000	1000	1000	1x(80x10)	1000	1000	1000	2x(60x8)
E1B/N 12	1250	1250	1250	1250	1x(80x10)	1250	1250	1200	2x(60x8)
E1B/N 16	1600	1600	1600	1500	2x(60x10)	1550	1450	1350	2x(60x10)
E2S 08	800	800	800	800	1x(60x10)	800	800	800	1x(60x10)
E2N/S 10	1000	1000	1000	1000	1x(60x10)	1000	1000	1000	1x(60x10)
E2N/S 12	1250	1250	1250	1250	1x(60x10)	1250	1250	1250	1x(60x10)
E2B/N/S 16	1600	1600	1600	1600	2x(60x10)	1600	1600	1530	2x(60x10)
E2B/N/S 20	2000	2000	2000	1800	3x(60x10)	2000	2000	1750	3x(60x10)
E2L 12	1250	1250	1250	1250	1x(60x10)	1250	1250	1250	1x(60x10)
E2L 16	1600	1600	1600	1500	2x(60x10)	1600	1500	1400	2x(60x10)
E3H/V 08	800	800	800	800	1x(60x10)	800	800	800	1x(60x10)
E3S/H 10	1000	1000	1000	1000	1x(60x10)	1000	1000	1000	1x(60x10)
E3S/H/V 12	1250	1250	1250	1250	1x(60x10)	1250	1250	1250	1x(60x10)
E3S/H/V 16	1600	1600	1600	1600	1x(100x10)	1600	1600	1600	1x(100x10)
E3S/H/V 20	2000	2000	2000	2000	2x(100x10)	2000	2000	2000	2x(100x10)
E3N/S/H/V 25	2500	2500	2500	2500	2x(100x10)	2500	2450	2400	2x(100x10)
E3N/S/H/V 32	3200	3200	3100	2800	3x(100x10)	3000	2880	2650	3x(100x10)
E3L 20	2000	2000	2000	2000	2x(100x10)	2000	2000	1970	2x(100x10)
E3L 25	2500	2500	2390	2250	2x(100x10)	2375	2270	2100	2x(100x10)
E4H/V 32	3200	3200	3200	3200	3x(100x10)	3200	3150	3000	3x(100x10)
E4S/H/V 40	4000	4000	3980	3500	4x(100x10)	3600	3510	3150	6x(60x10)
E6V 32	3200	3200	3200	3200	3x(100x10)	3200	3200	3200	3x(100x10)
E6H/V 40	4000	4000	4000	4000	4x(100x10)	4000	4000	4000	4x(100x10)
E6H/V 50	5000	5000	4850	4600	6x(100x10)	4850	4510	4250	6x(100x10)
E6H/V 63	6300	6000	5700	5250	7x(100x10)	-	-	-	-

2-Déclassement des disjoncteurs Emax en fonction de la température

Définitions et caractéristiques principales d'un parafoudre

Définition :

Le sigle représentant un parafoudre est SPD (Surge Protection Device).

Les parafoudres sont destinés à limiter le niveau des surtensions à un niveau admissible par le matériel électrique.

Le niveau de tenue aux chocs est défini par la coordination de l'isolement, norme CEI 664-1.

Un parafoudre est conçu en fonction de :

- La configuration de l'installation (capacité à dissiper l'énergie).
- La tenue aux chocs des équipements à protéger (capacité à écrêter la surtension).

Caractéristiques d'un parafoudre

Le parafoudre se caractérise par sa tension admissible U_c , son pouvoir de décharge I_{imp} , I_{max} et I_n , ainsi que son niveau de protection U_p .

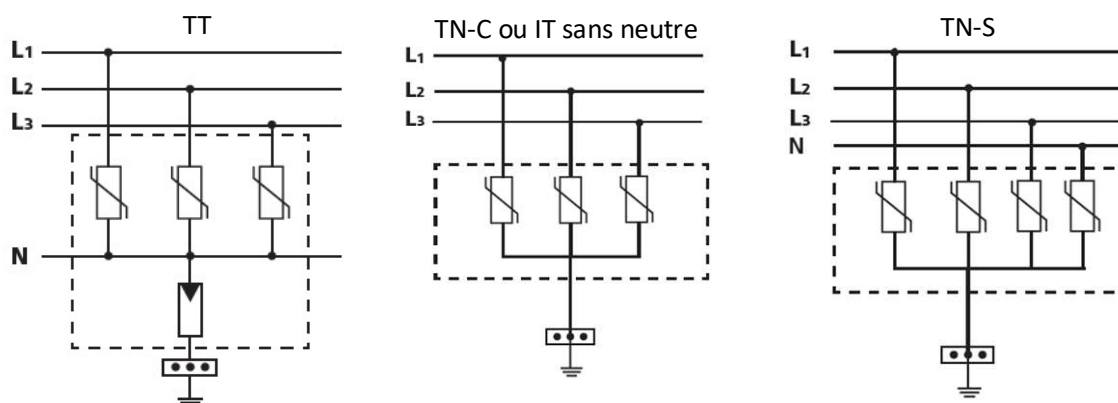
Pour un parafoudre de type 1 :

- U_c : Tension d'utilisation maximale en régime permanent. Valeur efficace maximale qui peut être appliquée entre Phase et PE.
 - U_p : Niveau de protection. Plus haute valeur instantanée de tension aux bornes du parafoudre : c'est la tension maximale aux bornes du parafoudre lorsqu'il est passant (courant égale à I_n).
- Le niveau de protection U_p doit être choisi inférieur à la tenue en surtension des charges .
- I_{imp} (10/350 μs) : Courant de choc ou de foudre (décharge maximal en onde de type 10/350 μs)
 - t_A : Temps de réponse.

Caractéristiques supplémentaires pour un parafoudre de type 2 :

- I_{max} (8/20 μs) : Courant maximal de décharge, valeur crête du courant de choc que le parafoudre peut écouler sans dommage.
- I_n (8/20 μs) : Courant nominal de décharge, valeur crête du courant de choc pour lequel le parafoudre est dimensionné.

Structures internes des parafoudres



DEHNbloc® Maxi 440 / 760

DEHNbloc Maxi 1 440 (FM)

Parafoudre



- Éclateur à air encapsulé sans soufflage d'arc
- Continuité de service accrue des installations grâce à la technologie de limitation du courant de suite « RADAX-Flow »
- Directement coordonné avec les parafoudres DEHNguard sans nécessiter de longueur de câble ou d'inductance supplémentaire

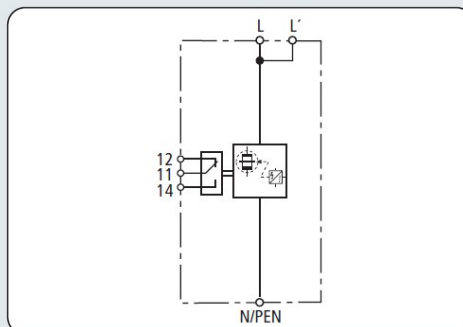
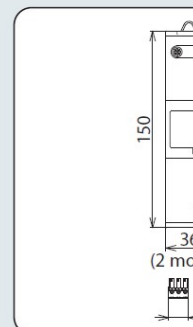


Schéma de principe du circuit DBM 1 440 FM



Dimensions

Parafoudre coordonné unipolaire avec forte limitation du courant de suite

Type	DBM 1 440	DBM 760
Référence	961 140	961 141
SPD selon NF EN 61643-11	Type 1	
SPD selon CEI 61643-1/-11	Classe 1	
Tension d'utilisation permanente max AC (U_c)	440 V	
Courant de foudre (10/350) (I_{imp})	35 kA	
Énergie spécifique (W/R)	306,25 kJ/ohm	306,25 kJ/ohm
Courant nominal de décharge (8/20) (I_n)	35 kA	
Niveau de protection (U_p)	$\leq 2,5$ kV	
Capacité d'extinction du courant de suite AC (I_{fi})	50 kA _{eff}	
Limitation du courant de suite/sélectivité	Non déclenchement d'un fusible 35 A gL/gG jusqu'à 50 kA _{eff}	
Temps de réponse (t_a)	≤ 100 ns	
Fusible amont max. (L) jusqu'à $I_K = 50$ kA _{eff} ($t_a \leq 0,2$ s)	500 A gL/gG	500 A gL/gG
Fusible amont max. (L) jusqu'à $I_K = 50$ kA _{eff} ($t_a \leq 5$ s)	250 A gL/gG	250 A gL/gG
Fusible amont max. (L - L')	125 A gL/gG	125 A gL/gG
Surtension temporaire (U_T)	690 V/5 s	
Caractéristique de la surtension temporaire	Résistance	
Température d'utilisation (câblage en parallèle) (T_{UP})	- 40° C... + 80° C	- 40° C... + 80° C
Température d'utilisation (câblage en V) (T_{US})	- 40° C... + 60° C	- 40° C... + 60° C
Indication de fonctionnement/de défaut	vert/rouge	
Nombre de ports	1	
Section de raccordement (L, L', N/PEN) (min.)	10 mm ² rigide/brins souples	10 mm ²
Section de raccordement (L, N/PEN) (max.)	50 mm ² multi-brins/35 mm ² brins souples	50 mm ² multi-brins/35 mm ² brins souples
Section de raccordement (L') (max.)	35 mm ² multi-brins/25 mm ² brins souples	35 mm ² multi-brins/25 mm ² brins souples
Montage sur	Rail DIN 35 mm selon EN 60715	Rail DIN 35 mm selon EN 60715
Matériau de l'enveloppe	Thermoplastique, couleur rouge, UL 94 V-0	Thermoplastique, couleur rouge, UL 94 V-0
Prévu pour le montage	à l'intérieur	
Indice de protection	IP 20	

Extrait des caractéristiques de deux parafoudres :

DG M TNC FM

- Version multipolaire monobloc comprenant une embase et des modules de protection débrochables.
- Capacité d'écoulement élevée grâce à des varistances à oxyde de zinc/éclateurs à air performants.
- Fiabilité élevée grâce à la surveillance « Thermo-Dynamic-Control » du parafoudre.



Illustration sans engagement

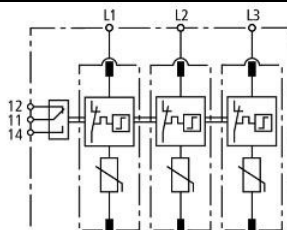


Schéma de principe du circuit DG M TNC FM

Dimensions

Parafoudre modulaire pour système TN-C ; avec contact sec de télésignalisation

Type Référence	DG M TNC 385 FM 952 319
SPD selon EN, NF EN 61643-11	Type 2
SPD selon CEI, 61643-1/-11	Classe II
Tension nominale AC (Un)	230v/400v
Tension d'utilisation permanente max AC (Uc)	385 V
Courant nominal de décharge (8/20) (In)	20 kA
Courant maximal de décharge (8/20) (Imax)	40 kA
Niveau de protection (Up)	≤ 1,75 kV
Niveau de protection avec 5kA (Up)	≤ 1,35 kV
Temps de réponse (tA)	≤ 25ns
Protection max contre les surintensités	125 A gL/gG
Tenue aux courts-circuits avec protection max	25kA _{eff}
Surtension temporaire (Ut)	385 V/ 5s

Type Référence	DG M TNC 440 FM 952 308
SPD selon EN, NF EN 61643-11	Type 2
SPD selon CEI, 61643-1/-11	Classe II
Tension nominale AC (Un)	400v/690v
Tension d'utilisation permanente max AC (Uc)	440 V
Courant nominal de décharge (8/20) (In)	20 kA
Courant maximal de décharge (8/20) (Imax)	40 kA
Niveau de protection (Up)	≤ 2kV
Niveau de protection avec 5kA (Up)	≤ 1,7 kV
Temps de réponse (tA)	≤ 25ns
Protection max contre les surintensités	125 A gL/gG
Tenue aux courts-circuits avec protection max	25kA _{eff}
Surtension temporaire (Ut)	680 V/ 5s

Fusibles à couteaux de type gG

Taille Calibre (A)	000/00C Sans percuteur (par multiple de 3) (1)		00 Sans percuteur (par multiple de 3)		0 Sans percuteur (par multiple de 3)		0 Avec percuteur (par multiple de 3)		1 Sans percuteur (par multiple de 3)		1 Avec percuteur (par multiple de 3)	
	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence
6	500	6600 0006										
10	500	6600 0010										
16	500	6600 0016			500	6702 0016						
20	500	6600 0020			500	6702 0020						
25	500	6600 0025			500	6702 0025						
32	500	6600 0032			500	6702 0032	690	6852 0032				
40	500	6600 0040			500	6702 0040	690	6852 0040				
50	500	6600 0050			500	6702 0050	690	6852 0050				
63	500	6600 0063			500	6702 0063	690	6852 0063	500	6712 0063		
80	500	6600 0080			500	6702 0080	690	6852 0080	500	6712 0080	690	6862 0080
100	500	6600 0100			500	6702 0100	690	6852 0100	500	6712 0100	690	6862 0100
125			500	6692 0125	500	6702 0125	500	6852 0125	500	6712 0125	690	6862 0125
160			500	6692 0160	500	6702 0160	500	6852 0160	500	6712 0160	690	6862 0160
200					500	6702 0200	500	6852 0200	500	6712 0200	690	6862 0200
250									500	6712 0250	500	6862 0250
315									400	6712 0315	500	6862 0315

Fusibles à couteaux de type gG

Taille Calibre (A)	2 Sans percuteur (par multiple de 3)		2 Avec percuteur (par multiple de 3)		3 Sans percuteur (à l'unité) (1)		3 Avec percuteur (à l'unité)		4 Sans percuteur (à l'unité)		4 Avec percuteur (à l'unité)	
	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence	Tension (VAC)	Référence
100	500	6722 0100										
125	500	6722 0125	690	6872 0125								
160	500	6722 0160	690	6872 0160								
200	500	6722 0200	690	6872 0200								
250	500	6722 0250	690	6872 0250								
315	500	6722 0315	690	6872 0315	500	6732 0315	690	6882 0315	500	6746 0315	500	6896 0315
400	500	6722 0400	500	6872 0400	500	6732 0400	690	6882 0400	500	6746 0400	500	6896 0400
500	500	6722 0500	500	6872 0500	500	6732 0500	690	6882 0500	500	6746 0500	500	6896 0500
630					500	6732 0630	500	6882 0630	500	6746 0630	500	6896 0630
800					500	6732 0800			500	6746 0800	500	6896 0800
900									500	6746 0900	500	6896 0900
1000									500	6746 1000	500	6896 1000
1250									500	6746 1250	500	6896 1250

Précision, voir (1) : les fusibles sont vendus à l'unité ou par quantité de trois

Constituants de protection

Interrupteurs-sectionneurs à fusibles NF C ou DIN
ou DIN, de 32 à 1250 A, TeSys GS



GS1 JD3



GS2 S3
avec poignée
GS2 AH●50 ou
GS2 AH●60

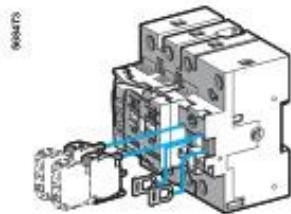
Blocs interrupteurs-sectionneurs pour fusibles NF C ou DIN					
Calibre de l'interrupteur	Taille des fusibles	Type de commande	Nombre de pôles	Référence	Masse
A					kg
Pour commande directe					
32	10 x 38	Frontale	3	GS1 DD3	0,460
			3 + Nc (1)	GS1 DD4	0,500
50	14 x 51	Latérale droite	3	GS1 FD3	0,800
			4	GS1 FD4	1,000
63	Taille 00C (2)	Latérale droite	3	GS1 GD3	1,000
			4	GS1 GD4	1,300
100	22 x 58	Latérale droite	3	GS1 JD3	1,500
			4	GS1 JD4	2,000
125	22 x 58	Latérale droite	3	GS1 KD3	1,500
			4	GS1 KD4	2,000
	Taille 00	Latérale droite	3	GS1 KKD3	1,500
			4	GS1 KKD4	2,000
160	Taille 00	Latérale droite	3	GS1 LLD3	1,800
			4	GS1 LLD4	2,300
	Taille 0	Latérale droite	3	GS1 LD3	1,800
			4	GS1 LD4	2,300
250	Taille 1	Latérale droite	3	GS1 ND3	3,200
			4	GS1 ND4	4,500
400	Taille 2	Latérale droite	3	GS1 QQD3	4,800
			4	GS1 QQD4	6,100
630	Taille 3	Frontale	3	GS2 S3	16,000
			4	GS2 S4	20,000
1250	Taille 4	Frontale	3	GS2 V3	25,000
			4	GS2 V4	30,000

(1) Nc = Neutre coupé.

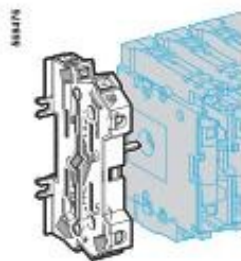
(2) Fusibles compacts pour le marché allemand.

Les fusibles cylindriques sont repérés par diamètre x hauteur (exemple 10 x 38). Les fusibles à couteaux sont repérés par leur taille (Taille 0, par exemple).

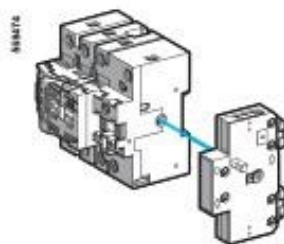
CONSTITUANTS DE PROTECTION Interrupteurs-sectionneurs à fusibles NF C de 32 A à 1250 A, TeSys GS Contacts auxiliaires



GS1AM1●●



GS1AN●●●



GS1AM●11



Contacts auxiliaires de précoupure et/ou de signalisation des positions O, I et Test (1) (2) (3)

Calibre de l'interrupteur	Type de contact	Type de commande	Référence
A	1 "F"	Extérieure, frontale ou latérale (4)	G
	1 "O"	Extérieure, frontale ou latérale (4)	G

Contacts auxiliaires de signalisation des positions O, I et Test (3)

Calibre de l'interrupteur	Type de contact	Type de commande	Référence
---------------------------	-----------------	------------------	-----------

Contacts de signalisation des positions O et I

A	50...1250	1 "O" + 1 "F"	Extérieure, frontale ou latérale droite	G
		Directe	Extérieure, latérale gauche	G
	2 "O" + 2 "F"	Extérieure, frontale ou latérale droite	Directe	G
		Extérieure, latérale gauche		G

Contacts de signalisation des positions O, I et Test (3)

A	50...400	1 "O" + 1 "F"	Extérieure frontale	G
		2 "O" + 2 "F"	Extérieure frontale	G

Contacts auxiliaires de précoupure et de signalisation des positions O, I et Test (3)

Calibre de l'interrupteur	Type de contact	Type de commande	Référence
A	1 "OF"	Directe frontale	G
	2 "OF"	Directe frontale	G
50...400	1 "OF"	Directe latérale droite	G
	2 "OF"	Directe latérale droite	G

Contacts auxiliaires de signalisation de fusion des fusibles NF C

Type de contact	Calibre de l'interrupteur	Taille des fusibles	Nombre de pôles	R
1 ^{er} "OF"	A			
	50	14 x 51	3 ou 4	G
	100 et 125	22 x 58	3	G
			4	G
	160	Taille 0	3	G

- (1) Pour les interrupteurs-sectionneurs de calibre 32 A, ces contacts auxiliaires permettent la précoupure et la signalisation des positions O et I ; la signalisation des positions O et I ; la signalisation des positions O et I et Test ; la signalisation de la position Test.
 Pour les interrupteurs-sectionneurs de calibres 50 à 400 A, ils permettent la précoupure ; la signalisation des positions O et I ; la signalisation des positions O et I et Test ; la signalisation de la position Test.
- (2) Pour les interrupteurs-sectionneurs de calibre 630 à 1250n A, ils permettent la précoupure et la signalisation des positions O et I.
- (3) Nombre maximal de contacts auxiliaires : 4 jusqu'à 160 A puis 8 jusqu'à 1250 A.
- (4) La position Test permet de tester les circuits de commande, sans enclencher la puissance.
- (5) Ces contacts auxiliaires peuvent également être utilisés avec les interrupteurs-sectionneurs de calibre 630, 800 et 1250 A équipés d'une commande directe frontale.
- (6) Additifs réversibles transformant 1 « O » en « F » et vice versa.
- (7) Pour cartouches fusibles à percuteur (les fusibles BS n'existent pas avec percuteur).