

Protéger les équipements contre les surtensions :

Tout équipement industriel doit être protégé contre les surtensions, dues principalement aux décharges de foudre, mais également à toute sorte de couplage électromagnétique pouvant apparaître dans un espace industriel. Le parafoudre ou parasurtenseur est le dispositif approprié pour cette protection. Ce n'est plus un simple composant mais un système complexe que fabriquent des entreprises spécialisées. Les versions de ce système appartiennent à trois classes, suivant la protection demandée : grossière, moyenne et fine.

La protection contre les surtensions à partir d'un parafoudre impose de connaître à quoi sont exposés les équipements, autrement dit qu'est-ce qu'une surtension ? Une surtension est une tension extrêmement élevée, plusieurs dizaines de milliers de volts, qui détruit ou au moins perturbe les composants électroniques. Les impulsions de surtension sont des perturbations haute fréquence qui possèdent un temps de montée environ 10 000 fois plus rapide que le temps de montée du secteur à 50 Hz. Ainsi le temps de montée d'une surtension peut être de 1 µs. Les surtensions peuvent être générées par des commutations, les décharges atmosphériques, les décharges électrostatiques et les fausses manœuvres. Plusieurs types de couplage existent : le couplage inductif, le couplage capacitif et le couplage par rayonnement. Même avec une bonne terre, les impulsions à très forte énergie, dues à la foudre, entraînent une élévation de potentiel importante par couplage inductif. Elles atteignent directement le circuit en passant par les impédances de terre communes et se caractérisent par un régime oscillatoire dépendant des inductances rencontrées et de la raideur du front de montée. L'impact de la foudre crée un puissant champ électromagnétique qui induit des surtensions dans les conducteurs à proximité, d'autant plus élevées que le di/dt est important, même dans le cas où les inductances sont faibles.

Par ailleurs, les perturbations transitoires dues aux commutations de charges sont plus perturbantes que la foudre. Un sectionnement, non synchronisé au passage par zéro du courant alternatif, entraîne des surtensions dues à la variation brusque de l'amplitude de l'intensité à zéro et de l'impédance du circuit. Enfin, les décharges électrostatiques, intervenant par accumulation de charges dues à des frottements, peuvent présenter plusieurs milliers de volts et détruire les composants d'un système.



Le parasurtenseur DS254VG de Citel est de type I et supporte 25 kA.

Optimisation des modules de protection

Pour choisir le module de protection, il est nécessaire de définir les zones de protection. Actuellement, il existe trois zones, chacune répondant à des exigences définies dans la norme CIE37A. La protection est grossière, moyenne ou fine. Dans chaque zone, il est possible de créer d'autres zones de protection dans lesquelles le niveau de protection à respecter est inférieur à celui de la zone principale. Les dispositifs de protection sont élaborés en fonction du niveau de protection et se répartissent en trois classes.

– la classe I est définie par une protection contre les impacts directs de foudre (alimentation, distribution géné-

Définition

La valeur 10/350 µs, par exemple, signifie que l'intensité de choc atteint 90 % de la valeur maximum en 10 µs et qu'elle décroît jusqu'à la moitié de cette valeur en 350 µs. La surface enveloppe de la courbe amplitude de l'intensité de choc en fonction de la durée correspond à l'énergie avec laquelle on réalise l'essai.

rale, etc.), avec une intensité de décharge de 20 kA et une courbe 10/350 µs (voir encadré définition) ;

– la classe II correspond à la protection des installations fixes (distribution électrique, etc.) se caractérisant par une intensité maximum de 15 kA et une courbe 8/20 µs ;

– la classe III est destinée à la protection des appareils (prises de courant, etc.) avec une tension maximum de 20 kV et une intensité maximum de 10 kA. Les essais se font avec un générateur d'intensité maximum allant de 0,1 kV à 2 kV max. qui peut délivrer de 0,05 kA à 10 kA sous 6/20 µs en court-circuit.

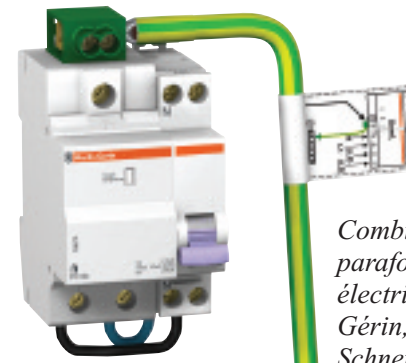
La reconnaissance de la protection contre les surtensions a été à la source d'une législation : la loi sur la compatibilité électromagnétique des appareils. Cette loi définit tous les éléments nécessaires à la conception des appareils électriques et électroniques respectant les règles de la CEM (voir tableau).

Devant la diversité des niveaux de protection aucun produit n'est la panacée universelle, mais la mise en œuvre de divers composants peut répondre aux différentes contraintes de protection. Les composants de base sont de trois types : les éclateurs, les varistances (varistors) et les diodes d'écrêtage. La combinaison de ces composants, dans un module, permet d'obtenir un système qui répond au mieux à la définition de chacune des classes.

L'éclateur à gaz (argon ou néon) permet, après amorçage, de conduire de fortes intensités (100 kA) vers la terre et ainsi de maintenir à ses bornes une tension faible. La tension d'amorçage est fonction de la pente du front de montée de la surtension. Pour un front très raide, la tension d'amorçage est élevée, de l'ordre de 600 à 800 V. L'extinction de l'éclateur s'effectue à une tension faible qui risque, si l'on n'y prend garde, de dériver vers la terre l'intensité du circuit à protéger au travers de l'arc amorcé. La solution est de mettre en série avec l'éclateur un fusible rapide. Les varistances (varistors) sont des résistances qui dépendent de la tension. Au-dessus de leur tension nominale, leur tension devient très faible. La surtension est ainsi limitée. La capacité de décharge d'une varistance est de l'ordre de 40 à 80 kA, avec une durée de réaction de 25 ns. La tension résiduelle des varistances est très inférieure à celle d'un éclateur. Mais leur défaut est le vieillissement et elles sont très capacitives. Cette capacité est gênante dans les circuits utilisant des hautes fréquences, il est exclu de les utiliser en transmission de données.

Les diodes d'écrêtages sont semblables aux diodes zener mais en plus rapides, de l'ordre de quelques picosecondes, et supportant des intensités nettement plus élevées. Leur tension de claquage est précise et de bas niveau. En revanche leur capacité de décharge se limite à près de 1800 W/ms. Un dispositif anti-foudre combine ces composants auxquels s'ajoutent des inductances et des condensateurs. Suivant la combinaison, le dispositif sera dédié à la classe I, II ou III. Dans un circuit combiné, lorsqu'une impulsion de surtension arrive à l'entrée, l'éclateur à gaz se déclenche et décharge une intensité importante. L'impulsion résiduelle est amortie par les inductances qui suivent le parafoudre, puis elle est limitée par la varistance ou la diode d'écrêtage. Pour un front de montée lent, l'éclateur à gaz peut ne pas se déclencher, l'impulsion est alors limitée seulement par le dispositif d'écrêtage. Grâce à cette mise en série de composants, la sensibilité de déclenchement augmente au fur et à mesure que l'on avance vers la sortie. Avec un front de montée de 1 kV/µs et une surtension de 10 kV à l'entrée, la tension, après déclenchement de l'éclateur à gaz, sera limitée entre

600 et 700 V. Le deuxième étage, découplé par des inductances, réduit la tension à 100 V environ. La diode d'écrêtage limitera enfin la tension à 35 V (pour une tension d'alimentation de 24 V). Le système alimenté par l'ensemble du dispositif devra être conçu pour supporter une tension d'alimentation égale à 1,5 fois sa tension nominale.



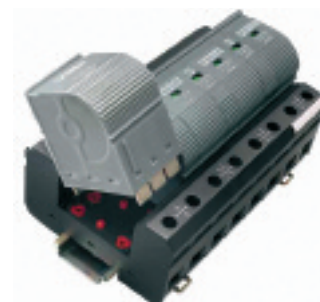
CombiPF'Clic, parafoudre pour réseau électrique de Merlin Gérin, marque de Schneider Electric.

Les critères de choix d'une protection

Les coups de foudre, les décharges d'électricité statique et les effets d'induction des câbles de puissance, dans lesquels transigent de forts courants, sont autant de sources de surtensions transitoires, capables d'endommager les appareils à basse tension d'alimentation. Les mises en conformité des installations avec les décrets en vigueur sont obligatoires. L'industriel se doit donc de faire le choix judicieux de protection selon les zones à protéger. Cinq critères sont importants : l'intensité maximum de décharge, le niveau de protection (tension résiduelle), la sécurité et la déconnexion, l'installation et le respect du signal.

Le courant maximum de décharge est la valeur maximum de l'intensité de forme d'onde 8/20 µs que peut supporter le parafoudre. Cette valeur s'étend de 6,5 kA à 600 kA pour les alimentations secteur par exemple. Le niveau de protection ou la tension résiduelle caractérise les performances de la protection du parafoudre. Il se quantifie par la tension résiduelle aux bornes du parafoudre, lorsqu'il est amorcé et que le courant de décharge s'écoule. La sécurité et la déconnexion se traduisent par la possibilité du parafoudre à se réamorcer automatiquement à la suite d'une surtension. Si cette surtension est supérieure à ce que le parafoudre peut supporter, il faut monter un dispositif de déconnexion intégré dans le parafoudre. La déconnexion devra être signalée d'une manière visuelle, sonore ou déportée, de façon à pallier la perte de protection due à un parafoudre défectueux. L'installation du parafoudre devra être facile et s'intégrer à l'environnement avec la connexion souhaitée (bornes à visser, connecteurs, prises débouchables, etc.). Certains parafoudres comportent des fonctionnalités supplémentaires comme la fonction borne à couteau ou à fusible, la fonction filtre d'alimentation contre les parasites. Dans les domaines de l'instrumentation et de l'automatisme, le parafoudre doit respecter le signal en présentant une capacité minimale et des fuites à la terre très faibles.

Dans une armoire électrique, généralement en tôle d'acier, il faut tenir compte de quelques points essentiels : éviter les longueurs de fil inutiles surtout pour les conducteurs qui transmettent les données, séparer les conducteurs de signaux sensibles des conducteurs qui véhiculent des parasites importants, amener directement les câbles blindés sur l'appareil et y raccorder le blindage, et enfin classer et regrouper les appareils par classes de sensibilité. Ajoutons que tous les appareils de protection doivent disposer d'une bonne prise de terre.



De type I, le parafoudre de Phoenix, FLT-CP-35, s'utilise en présence de paratonnerre.

Cause de la surtension	Mesures de protection décrites dans :			Installation d'appareils de protection décrite dans : DIN V VDE V 0100-534 1999-04
	DIN V ENV 61024-1	DIN VDE 0185-103	E DIN VDE 0100 partie 443	
Impact de foudre direct	X	X		X
Impact de foudre éloigné		X	X	X
Champs électromagnétiques				X
Manœuvres de commutation			X	X

une nécessité à tous les étages de l'espace industriel

Fabricants Distributeurs	Réf. Info lecteur	Référence produits	Type	Intensité du décharge I_{mp} ou I_{max}	Tension résiduelle U_p	Protection différentielle ou mode commun	Tension nominale AC ou DC	Temps de fréquence ou fréquence maximum	Commentaires
ADEE Electronic	GA070	VAR45T1	1	45 kA	2 / 2,5 kV	les deux	275 V	non significatif	
ADEE Electronic	GA070	VAR40T4	2	40 kA	1.3 kV	commun	275 V	non significatif	
ADEE Electronic	GA070	VAR40T4DD	2	40 kA	1.3 / 1.5 kV	les deux	275 V	non significatif	Débrochable et deux connecteurs incorporés
ADEE Electronic	GA070	VAR85I2S	2	85 kA	1.8 kV	commun	440 V	non significatif	Signalisation déportée
ADEE Electronic	GA070	FUSM5/15M	2	100 kA	0.8 kV	commun	400 V	non significatif	Fin de vie protectrice en cours circuit
ADEE Electronic	GA070	FUSM15/16U	2	250 kA	0.8 / 0.8 kV	les deux	400 V	non significatif	Fin de vie protectrice en cours circuit
Citel	GA071	DS254VG-300/G	Tétraphasé de Type 1	I_{limp} : 25 kA	1,5 kV	Mode commun et différentiel	230/400 VAC	< 100 ns	Absence de courant de suite Télésignalisation de défaut
Citel	GA071	DUT250VG-300/G	Tétraphasé de Type 1	I_{limp} : 25 kA	1,5 kV	Mode commun et différentiel	230/400 VAC	< 100 ns	Absence de courant de suite Très compact
Citel	GA071	DS44S-230/G	Tétraphasé de Type 2	I_{max} : 40kA	2 kV	Mode commun et différentiel	230/400 VAC	< 25 ns	Débrochable Existe en I_{max} 10 et 70 kA.
Citel	GA071	DS240S-400	Tétraphasé de Type 2	I_{max} : 40kA	2 kV	Mode commun	230/400 VAC	< 25 ns	Débrochable Très compact
Dehn	GA072	DEHN patch 929 100	Informatique	10 kA	130 V	Les deux	48 Vdc	< 1 ns	Pour réseau cat 6
Dehn	GA072	DEHN bloc 900 026	1	2,5 kA 10/350	< 2,5 kV	Commun	255 V	Non significatif	Coordonné avec type 2
Dehn	GA072	DEHN ventill TT 900 370	1/2	25 / 50 kA	1,5 kV	Les deux	800 V	Non significatif	Combiné type 1 et 2
Hager	GA073	SPN 208 S SPN 408 S	2	8 kA	1,2 kV	Les deux	230 VAC	≤ 100 ns	Up < 800 V associé avec un parafoudre de tête
Hager	GA073	SPN 504 SPN 505	2	10 kA	600 V	Les deux	230 VAC	≤ 100 ns	Raccordement par câble ou RJ45
Merlin-Gerin	GA074	16614	CombiPF'Clic Parafoudre pour réseau électrique	I_{max} = 10kA	Up < 1200 V	Uc Mode commun 440 V Uc Mode différentiel 275 V	Un = 230 VAC	Courant maximal : 10 kA	Le Combi PF'clic intègre un parafoudre et son déconnecteur de sécurité fin de vie.
Merlin-Gerin	GA074	16616	PRC'clic	I_{max} = 10kA	Up = 300 V		Un = 200 V		Parafoudre destiné à la protection des équipements raccordés sur les réseaux téléphoniques analogiques
Merlin-Gerin	GA074	16630	PRF1 Master à cartouche fixe	I_{limp} = 35kA	Up = 1500 V	Up en Mode commun 1500 V	Un = 230 VAC	≤ 1 µs	Parafoudre de type 1 à cartouche fixe destiné aux installations exposées à un niveau de risque très élevé (présence d'un paratonnerre).
Merlin-Gerin	GA074	16623	PRF1 à cartouche fixe 1P (N/PE)	I_{limp} = 50kA	Up = 1500 V	Up en Mode commun 1500 V	Un = 230 VAC	≤ 1 µs	Les parafoudres PRF1 sont adaptés aux réseaux dont le courant de court-circuit (Icc) est inférieur ou égal à 3 kA.
Merlin-Gerin	GA074	16628	PRF1 à cartouche fixe 3P+N	I_{limp} = 25kA	Up = 1500 V	Up en Mode commun 1500 V	Un = 440 VAC	≤ 1 µs	Les parafoudres PRF1 sont adaptés aux réseaux dont le courant de court-circuit (Icc) est inférieur ou égal à 3 kA.
Merlin-Gerin	GA074	16557	PRD65r type 2 à cartouches débrochantes 1P+N	I_{max} = 65kA	Up = 1500 V	Up en Mode commun 500 V Up en Mode différentiel 1500 V	Un = 440 VAC	≤ 25 ns	Parafoudres de type 2 à cartouches débrochantes à réserve de marche avec ou sans report à distance.
Merlin-Gerin	GA074	15684	PRD65r type 2 à cartouches fixes 1P+N	I_{max} = 65kA	Up = 1500 V	Up en Mode commun 1500 V Up en Mode différentiel 1500 V	Un = 440 VAC	≤ 25 ns	Parafoudres de type 2 ("Classe 2 test") à cartouches fixes avec ou sans report à distance pour réseaux TT, IT, IS neutre distribué.
MOELLER	GA075	SPI-35/440	Type I	35 KA	1.5 kV	mode commun	440 VAC	< 100 ns	Utilisé entre phase
MOELLER	GA075	SPI-100/NPE	Type I	100 KA	1.5 kV	Mode commun	260 VAC	< 100 ns	Utilisé entre phase et neutre
MOELLER	GA075	SPC-S-1+1	TYPE II	20 kA	1.5 kV	Mode commun	335 VAC	< 25 ns	Kit complet Ph/N débrochable
MOELLER	GA075	SPD-S1+1	TYPE III	5 KA	2.5 kV	Les 2 modes	260 VAC	< 100 ns	
MTL Instruments	GA076	SD	Type 2	10 kA	60 Vmax	Les 2 modes	1 – 60 VDC	< 10 ns	Certifié ATEX 7 mm d'épaisseur, montage rail DIN
MTL Instruments	GA076	SLP	Type 2	20 kA	40 Vmax	Les 2 modes	1 – 32 VDC	< 1 ns	Certifié ATEX 12 mm d'épaisseur, montage rail DIN Double voies
MTL Instruments	GA076	TP48	Type 2	10 kA	60 Vmax	Les 2 modes	48 VDC	< 10 ns	Montage direct presse étoupe Certifié ATEX
MTL Instruments	GA076	LC30	Type 2	10 kA	80 Vmax	Les 2 modes	20 VAC / VDC	< 10 ns	Protection spécifique pour les ponts de jauges certifié OIMLR60
MTL Instruments	GA076	MA3100	Type 1 Type 2	45 – 60 kA	500 Vmax	Les 2 modes	120 – 400 VAC	< 25 ns	Produits pour la classe 1 et classe 2
MTL Instruments	GA076	MA15	Type 2	36 kA	1000 Vmax	MC/MD	230 Vac	< 1 ns	Filtre Intégré
Phoenix Contact	GA077	FLT-CP-3S-350/VZ Version Tri+N Existe en Tri	1	25 kA 10/350	1,5 kV	MC/MD	230 / 400 VAC	< 100 ns	Parafoudres Type 1 à utiliser si appareils sensibles à protéger situé à plus de 30 m de l'origine de l'installation.
Phoenix Contact	GA077	VAL-CP-3S-350 Version Tri+N Existe en Mono et Tri	2	40 kA 8/20	1,4 kV	MC/MD	230 / 400 VAC	< 25 ns	Obligatoire en Zone AQ2 avec alimentation aérienne, ou, en second niveau du parafoudre Type 1. Parafoudres Type 2 à utiliser si appareils sensibles à protéger situé à plus de 30 m de l'origine de l'installation.
Phoenix Contact	GA077	FLT-CP-3S-350 Version Tri+N Existe en Mono et Tri	1+2	25 kA 10 / 350	1,5 kV		230 / 400 VAC	< 25 ns	Combinaison de parafoudres Type 1+2 à utiliser si appareils sensibles à protéger situé à moins de 30m de l'origine de l'installation.
Siemens AG	GA078	3EK7...	Protection de Systèmes de distribution mi-tension	10 kA	8,1-174 kV (8/20Is)		3-60 kV	non applicable, les parafoudres sont basés sur des résistances métal oxyde, la réponse est sans délai	26 types couvrent des systèmes jusqu'à 72,5kV : enveloppe silicone coulée directement sur résistances, construction du type « cage »
Siemens AG	GA078	3EF...	Protection des Moteurs, Générateurs à l'intérieur	10 kA max	3,4-29,8 kV		1,4 – 12 kV		capacité énergétique maximale 12 kJ/KVr
Siemens AG	GA078	3EL2	Protection de Systèmes de distribution mi - et haute Tension	10 kA	73,5 – 618 kV		252 kV max		Configuration selon application ; enveloppe silicone coulée directement sur résistances, construction du type « cage »
Siemens AG	GA078	3EE2...	Protection des Moteurs, Générateurs à l'extérieur	10-20 kA	14-36		5,6-53 kV		capacité énergétique 10kJ/KVr
Soulé	GA079	BP 15 Tétra D Res TS	Type 1	I_{limp} = 15 kA (10/350)	1.4 kV	Mode commun	230 / 400 V	25 ns	exigé par la nouvelle édition de la norme NF C 15-100 (juin 2003) en cas de présence de paratonnerre.
Soulé	GA079	PM 15 Bi	Type 2	I_{max} = 15 kA (8/20)	1,2/ 1.8 kV	Mode commun et mode différentiel	230 V	25 ns	adapté à la protection dans un tableau divisionnaire, en monophasé.
Soulé	GA079	PMD 40 Tétra Res TS	Type 2	I_{max} = 40 kA (8/20)	1,2/ 1.8 kV	Mode commun et mode différentiel	230 V	25 ns	débrochable et présente les options Réserve de sécurité et contact de télésignalisation.
Soulé	GA079	Prise DF-R-Tél	Type 3	I_{max} = 8 kA (8/20)	1,2 / 1.5 kV	Mode commun et mode différentiel	230 V	< 1 ns	Protection terminale au plus proche de l'équipement pour le secteur et le réseau téléphonique.
Surtelec	GA080	DS150VG	1	40 KA (8/20) 15 KA (10/350)	1,5 kV	Mode commun	400 VAC	Micro seconde	Up très faible grâce à l'association éclateur + varistance
Surtelec	GA080	DS250VG	1	70 KA 25 KA	1,5 kV	Mode commun	400 VAC	Micro seconde	Idem
Surtelec	GA080	DS40	2	40 KA	1,7 KA	Mode commun	400 VAC	Micro seconde	Parafoudre a cartouche débrochable
Surtelec	GA080	DS10	2	10 KA	1,7 KA	Mode commun	400 VAC	Micro seconde	Parafoudre a cartouche débrochable
Surtelec	GA080	DS230G	2	30 KA	2 KA	Mode commun et différentiel	255 VAC	Micro seconde	Parafoudre a cartouche débrochable
Surtelec	GA080	DL170		2 OKA			170 V	Micro seconde	Parafoudre ligne téléphonique et ADSL débrochable
Weidmüller	GA081	8561260000	PU 1 TSG 35KA	35 KA	0,9 kV	DIF ET COM	230 V	< 1 µs	Produit type 1
Weidmüller	GA081	8381890000	PU 3 B	20 KA	2 kV	DIF ET COM	230 V	< 25 ns	Produit type 1, permet une protection différentiel + mode commun si utilisé avec 8561260000
Weidmüller	GA081	8781860000	PU 1+1 C 230V	40 KA	1,5 kV	DIF ET COM	230 V	< 1 µs	Produit type 2 avec signalisation, pour réseaux monophasés 230V
Weidmüller	GA081	8616990000	PU 3+1 C 385V	40 KA	1,9 kV	DIF ET COM	230 V	< 1 µs	Produit type 2, pour réseaux Triphasés 400V
Weidmüller	GA081	8451060000	PU 3 C + CR	40 KA	2,2 kV	COM	470 V	< 25 ns	Produit type 2, pour réseaux Triphasés 400V
Weidmüller	GA081	8523740000	PU DS 230Vac 16A	5 KA	1,5 kV	DIF ET COM	230 V	< 150 ns	Produit type 3, avec signalisation à distance pour réseaux monophasés 230V