

la protection des transformateurs et de leurs lignes

Protection des transformateurs

Conformément aux normes IEC/EN 61558, les transformateurs doivent être protégés contre les surcharges et les courts-circuits pouvant survenir dans le cadre d'une utilisation normale.

Les normes n'imposent ni l'emplacement ni la nature du dispositif de protection : c'est le constructeur qui choisit la position la mieux adaptée, soit au primaire soit au secondaire ; Legrand a choisi la protection au secondaire. Le calibre, le type et l'emplacement du dispositif de protection figurent sur la face avant de ses appareils.

Calibres et types des fusibles à utiliser pour la protection au secondaire des transformateurs :

- Transformateurs de commande (voir p. 642)

Puissance nominale (VA) IEC et CSA	24 V			48 V			115 V			230 V		
	Fusible Amp.	Type	Disj. Courbe C	Fusible Amp.	Type	Disj. Courbe C	Fusible Amp.	Type	Disj. Courbe C	Fusible Amp.	Type	Disj. Courbe C
40	2	T		1	T		400 m	T		200 m	T	
63	3,15	T		1,6	T		630 m	T		315 m	T	
100	4	gG	4	2	gG	2	1	gG	1	0,5	gG	0,5
160	8	gG	8	4	gG	4	2	gG	2	1	gG	1
250	10	gG	10	6	gG	6	2	gG	2	1	gG	1
400	16	gG	16	8	gG	8	4	gG	4	2	gG	2
630	25	gG	25	12	gG	13	6	gG	6	4	gG	4
1000	40	gG	40	20	gG	20	8	gG	10	4	gG	6
1600	63	gG	63	32	gG	32	16	gG	16	8	gG	8
2500	100	gG	100	50	gG	50	25	gG	25	12	gG	13
4000		gG			gG		32	gG	40	16	gG	20

- Transformateurs de sécurité et de séparation des circuits

Puissance en VA	Tension secondaire en V					Fusible
	Monophasés	Triphasés				
		24	42	230	400	
40	T 4					IEC 127
63	T 5					(cartouches 5 x 20 type T)
100	8					
160	16					
250	20					
400	32	3 x 10 A	3 x 6 A			
630	50	3 x 16 A	3 x 10 A	3 x 2 A	3 x 1 A	
1000	80	3 x 25 A	3 x 16 A	3 x 4 A	3 x 2 A	IEC 60269
1600	125	3 x 40 A	3 x 25 A	3 x 4 A	3 x 4 A	(cartouches gG)
2500	200	3 x 63 A	3 x 40 A	3 x 6 A	3 x 4 A	
4000		3 x 100 A	3 x 63 A	3 x 10 A	3 x 6 A	
6300		3 x 160 A	3 x 80 A			
10000		3 x 250 A	3 x 160 A			

Protection des lignes

Généralités

Les lignes doivent être protégées contre les surcharges et contre les courts-circuits. La protection contre les surcharges n'est obligatoire que si la ligne est susceptible d'être parcourue par un courant de surcharge (NF C 15-100, paragraphe 473-1-2). Dans ce cas, la protection peut être installée en tête ou en bout de ligne. La protection contre les courts-circuits, elle, est obligatoire dans tous les cas d'installation. Elle doit être installée en tête de ligne.

Ligne d'alimentation (primaire du transformateur)

Le transformateur est un appareil qui ne peut, à lui seul, générer des surcharges. Sa ligne d'alimentation ne nécessite donc qu'une protection contre les courts-circuits. Par ailleurs, à la mise sous tension d'un transformateur, il se produit un courant d'appel très important (de l'ordre de 25 In) pendant 10 ms environ.

La protection de la ligne doit tenir compte de ces deux facteurs. Legrand propose les trois possibilités suivantes :

- cartouches aM,
- disjoncteurs type D (magnétique réglé à 15 In moyen),
- disjoncteurs type C (magnétique réglé à 6 In moyen).

Exemple : transformateur de commande 630 VA - 230/24 V réf. 423 08

I primaire 2,74 A

I appel mise sous tension 68,5 A (25 x 2,74 A)

La protection contre les courts-circuits peut se réaliser :

- soit par cartouche aM 6 A
- soit par disjoncteur type D 6 A
- soit par disjoncteur type C 16 A

Calibre minimal des protections de ligne d'alimentation du primaire du transformateur

Puissance (VA)	230 V Mono			400 V Mono			400 V Tri		
	Cart. aM	Disj. C	Disj. D	Cart. aM	Disj. C	Disj. D	Cart. aM	Disj. C	Disj. D
40	1	1		1	1		1		
63	1	2	1	1	1		1		
100	1	3	1	1	2		1		
160	1	6	2	1	2	1	1		
250	2	6	3	1	3	2	1		
400	4	10	6	2	6	2	2		
630	6	16	6	4	10	3	2	6	
1000	10	20	10	6	16	6	4	10	3
1600	10	32	16	10	20	10	6	16	6
2500	16		20	10	32	16	6	20	10
4000	20		32	16		20	10	25	16
6300	25		50	20		32	16		20
10000	50		80	32		50	20		32
12500							25		32
16000							32		40
20000							40		50
25000							40		63
31500							50		80
40000							63		100

Ces valeurs sont données à titre indicatif pour des transformateurs ayant des courants d'appel d'environ 25 In.

Ligne d'utilisation (secondaire du transformateur)

Cette ligne doit être protégée contre les surcharges et les courts-circuits. Pour les surcharges vérifier que le calibre de la protection choisie est inférieur ou égal au courant secondaire du transformateur.

Pour les courts-circuits vérifier qu'un court-circuit au point le plus éloigné de la ligne assurera le déclenchement du dispositif de protection en moins de 5 secondes (NF C 15-100, paragraphe 434). Legrand propose les deux possibilités suivantes :

- cartouches gG
- disjoncteur type C (magnétique réglé à 6 In moyen)

Dans le cas où le transformateur n'alimente qu'une seule ligne d'utilisation, et sous réserve que les calculs aient montré une parfaite compatibilité, la protection du transformateur (si elle est effectuée au secondaire) et la protection de la ligne peuvent être confondues. Un seul dispositif de protection assure ainsi les deux fonctions (voir tableau des dispositifs de protection des transformateurs).

Dans le cas où le transformateur alimente plusieurs lignes d'utilisation, les calculs de surcharges et de courts-circuits doivent être réalisés individuellement pour chaque ligne.

Règle à appliquer pour déterminer le calibre de la protection au secondaire :

Pour vérifier que le dispositif choisi est bien adapté, une valeur approchée du court-circuit minimum au point le plus éloigné de l'installation peut être obtenue grâce à la formule ci-dessous :

$$I_{c/c \text{ mini}} = \frac{U_s}{\left(\frac{U_s^2}{P} \times \frac{U_{c/c \%}}{100}\right) + \frac{2pl}{S}}$$

U_s = tension secondaire du transformateur

P = puissance du transformateur

$U_{c/c \%}$ = tension de court-circuit du transformateur

l = longueur de la ligne en m

S = section de la ligne en mm²

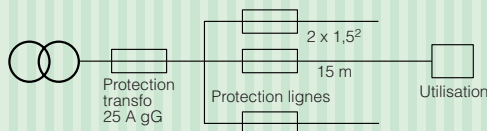
$\rho_{\text{cuivre}} = 0,027 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

Le calibre de la protection sera choisi de façon à avoir un temps de coupure de 5" maximum pour le courant I c/c défini précédemment :

$$\text{Fusible gG : } I_n \leq \frac{I_{c/c \text{ mini}}}{4}$$

$$\text{Disjoncteur type C : } I_n \leq \frac{I_{c/c \text{ mini}}}{8}$$

Exemple : transformateur de commande 630 VA - 230/24 V réf. 423 08



$$I_{c/c \text{ mini}} = \frac{24}{\left(\frac{24^2}{630} \times \frac{3,8}{100}\right) + \frac{2 \times 0,027 \times 15}{1,5}} = 41,76 \text{ Ampères}$$

$$\frac{41,76}{4} = 10,44 \rightarrow \text{gG } 10 \text{ A maxi} \quad \frac{41,76}{8} = 5,22 \rightarrow \text{Dx type C } 5 \text{ A maxi}$$

dimensionnement du transformateur

Quel transformateur pour quel circuit ?

Chaque circuit a besoin d'une puissance de transformateur spécifique : c'est le dimensionnement. Mais, pour dimensionner un transformateur d'équipement il ne suffit pas d'additionner les puissances des circuits d'utilisation, il faut également tenir compte de la puissance instantanée admissible (puissance d'appel).

Comment calculer la puissance et le dimensionnement d'un transformateur ?

Pour un équipement comportant des automatismes, la puissance d'un transformateur dépend :

- De la puissance maximale nécessaire à un instant donné (puissance d'appel)
- De la puissance permanente absorbée par le circuit
- De la chute de tension
- Du facteur de puissance

1) Déterminer la puissance d'appel

Pour déterminer la puissance d'appel, nous tenons compte des hypothèses suivantes :

- Deux appels ne peuvent se produire en même temps
- Un facteur de puissance $\cos \phi$ de 0,5 à l'enclenchement
- 80 % des appareils au maximum sont alimentés en même temps

De manière empirique et pour simplifier, cette puissance se calcule selon la formule suivante :

$$P_{\text{appel}} = 0,8 (\Sigma P_m + \Sigma P_v + P_a)$$

ΣP_m : somme de toutes les puissances de maintien des contacteurs

ΣP_v : somme de toutes les puissances des voyants

P_a : puissance d'appel du plus gros contacteur

Exemple :

Une armoire de commande de machine-outil comportant :

- 10 contacteurs pour moteurs 4 kW, puissance de maintien 8 VA
- 4 contacteurs pour moteur 18,5 kW, puissance de maintien 20 VA
- 1 contacteur pour moteur 45 kW, puissance de maintien 20 VA, puissance d'appel 250 VA $\cos \phi$ 0,5
- 25 relais de télécommande, puissance de maintien 4 VA
- 45 voyants de signalisation, consommation 1 VA

$$\begin{aligned} \Sigma P_m &= 10 \times 8 \text{ VA} = 80 \text{ VA} \\ &4 \times 20 \text{ VA} = 80 \text{ VA} \\ &1 \times 20 \text{ VA} = 20 \text{ VA} \\ &25 \times 4 \text{ VA} = 100 \text{ VA} \\ &\hline &280 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P_v &= 45 \times 1 \text{ VA} = 45 \text{ VA} \\ P_a &= 250 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$P_{\text{appel}} = 0,8 (280 + 45 + 250) = 460 \text{ VA à } \cos \phi 0,5$$

2) Déterminer le dimensionnement du transformateur

Pour les transformateurs de commande en particulier, il suffit, à partir de la puissance d'appel à $\cos \phi$ 0,5, de lire le dimensionnement ci-dessous :

Puissance nominale en VA IEC et CSA	Puissance instantanée admissible en VA IEC/EN 61558-2-2 avec $\cos \phi$ de :									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
40	127	100	90	79	70	63	57	52	49	
63	201	171	147	128	113	100	90	88	81	
100	380	320	280	240	220	200	180	160	150	
160	900	770	670	590	520	470	440	400	390	
250	1150	1000	860	760	680	610	560	520	500	
400	2000	1700	1500	1300	1200	1100	1000	940	940	
630	2100	1800	1600	1400	1300	1200	1100	1000	1000	
1000	4600	4100	3600	3300	3000	2800	2600	2500	2600	
1600	6600	5900	5400	4900	4600	4300	4100	4000	4300	
2500	6000	5600	5300	4900	4900	4800	4800	4900	6100	
4000	16000	14000	12000	10000	9000	8200	7500	6900	6700	

Une puissance d'appel de 460 VA à $\cos \phi$ 0,5 entraîne un dimensionnement minimal de 160 VA

- Pour les autres transformateurs (TDCE, CNOMO, TFCE) on peut, par exemple, se référer aux courbes de dimensionnement par la chute de tension (voir ci-contre)

Courbes de dimensionnement par la chute de tension sous $\cos \phi$ 0,5



Pour une puissance de 460 VA $\cos \phi$ 0,5, on lit sur la courbe à Unominal - 5 %* une valeur de 160 VA

* Valeur choisie volontairement par précaution

3) Vérifier le choix

Effectuer le contrôle suivant à chacun de vos équipements :

- calculer la somme totale des puissances au maintien des bobines et celle des voyants sous tension
- appliquer ensuite un coefficient : soit celui de 80 % des appareils maintenus en même temps sous tension, soit celui issu des calculs réels de votre équipement...

La puissance de dimensionnement doit être égale ou supérieure au résultat de ce calcul

Les services Legrand

Pour ses alimentations et ses transformateurs, Legrand offre un éventail de services :

- l'assistance technique personnalisée : dans chaque agence régionale, les attachés techniques Legrand sont à votre disposition pour répondre à toutes vos questions, pour établir vos devis...
- la base de données pour logiciel : pour les utilisateurs de CAO et pour leur faciliter le choix des transformateurs et alimentations de leur projet, Legrand a créé une base de données compatible avec les logiciels du groupe IGE-XAO ; elle inclut les transformateurs et les alimentations standard, avec leurs caractéristiques essentielles
- la disponibilité garantie : votre alimentation, votre transformateur catalogue disponible sur stock ou sous 24 heures chez votre distributeur habituel

Les transformateurs et alimentations Legrand

Avec ses transformateurs et alimentations configurés, réalisés d'après vos spécifications techniques, Legrand offre un éventail de produits prédéfinis de même niveau de qualité et de technicité que les transformateurs catalogue, garantie d'un choix sûr, disponible, facile à mettre en œuvre

Transformateurs monophasés et triphasés, autotransformateurs mono et tri, alimentations redressées filtrées ou non filtrées, alimentations stabilisées : consultez-nous ; Legrand s'engage sous 48 heures à établir un devis et à vous livrer sous 8 jours ouvrés, délai maximum. Tous ces appareils font l'objet du contrôle unitaire suivant les normes de références qui les régissent et, sur demande, peuvent être accompagnés d'une fiche produit reprenant leurs principales caractéristiques et performances