

Les fiches techniques

58

L'appareillage Les contacteurs



58 Contacteurs

Le contacteur est destiné à ouvrir ou fermer un circuit électrique par l'intermédiaire d'un circuit de commande.

Le circuit de commande est isolé galvaniquement du circuit de puissance, ce qui permet :

- la commande à distance d'un récepteur,
- la commande automatique d'un récepteur,
- l'utilisation d'une tension de commande différente (TBT) de celle du circuit commandé (BT).

Température ambiante

C'est la température de l'air environnant le contacteur situé dans une enceinte. Ses caractéristiques de fonctionnement sont garanties de -5 à $+55$ °C.

58.1 Courant thermique conventionnel

C'est le courant limite que peut supporter un pôle fermé pendant 8 heures avec un échauffement normal.

Courant assigné d'emploi

Ce courant est défini par la norme **IEC 947-1** en fonction de :

- la tension assignée d'emploi,
- la fréquence et le service,
- la catégorie d'emploi,
- la température ambiante.

Tension assignée d'emploi

En triphasé, la tension assignée d'emploi est la tension entre phases ; cette tension est au plus égale à la tension d'isolement.

58.2 Endurance mécanique

La durée de vie mécanique est le nombre moyen de manœuvres à vide que peut effectuer l'appareil sans défaillance mécanique.

58.3 Endurance électrique

La durée de vie électrique est le nombre moyen de manœuvres en charge que les pôles de puissance peuvent effectuer sans entretien. Cette durée de vie électrique dépend de la catégorie d'emploi.

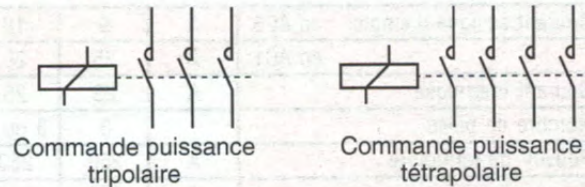
58.4 Impédance des pôles

Un pôle est assimilable à un circuit RL .

R résistance $X = L \cdot \omega$ réactance.

L'impédance d'un pôle est donnée à 50 Hz et pour le courant assigné d'emploi.

SYMBOLES



CONTACTEUR

Déclassement selon l'altitude

L'affaiblissement de la densité de l'air avec l'altitude agit sur le phénomène de coupure de l'arc et sur le refroidissement du contacteur.

Au-delà de 3 000 m, un coefficient de déclassement s'applique aux valeurs assignées d'emploi.

Altitude	3 500 m	4 000 m	4 500 m	5 000 m
Tension	0,9	0,8	0,7	0,6
Courant	0,92	0,9	0,88	0,86

D'après Télémechanique.

Pouvoir de coupure

Le pouvoir de coupure exprime la valeur du courant que peuvent couper les pôles du contacteur sans être endommagés.

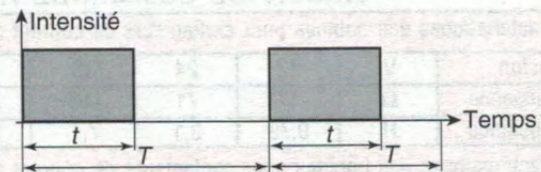
Pouvoir de fermeture

Le pouvoir de fermeture représente la valeur du courant que les pôles du contacteur peuvent établir à la fermeture du circuit sans soudure des contacts.

Les pouvoirs de coupure et de fermeture sont définis par la norme **IEC 947-1**.

58.5 Facteur de marche

Le facteur de marche est le rapport entre la durée de passage du courant dans les pôles et la durée totale du cycle.



$$m = \frac{t}{T}$$

EXEMPLE D'APPLICATION :

Un contacteur de calibre 80 A est parcouru temporairement par un courant de 100 A. La chute de tension aux bornes d'un pôle dont l'impédance est $0,8 \text{ m}\Omega$ vaut 80 mV.

58 ■ 6

CARACTÉRISTIQUES CONSTRUCTEUR (CIRCUIT DE PUISSANCE)

Courant assigné d'emploi	en AC3	A	9	12	18	25	32	40	50	65	80
	en AC1	A	25	25	32	40	50	60	80	80	125
Courant thermique		A	25	25	32	40	50	60	80	80	125
Nombre de pôles			3	3 ou 4	3	3 ou 4	3	3 ou 4	3	3 ou 4	3 ou 4
Pouvoir de fermeture		A	250	250	300	450	550	800	900	1 000	1 100
Pouvoir de coupure		A	250	250	300	450	550	800	900	1 000	1 100
Surcharge temporaire	1 s	A	210	210	240	380	430	720	810	900	990
	10 s	A	105	105	145	240	260	320	400	520	640
	1 min	A	61	61	84	120	138	165	208	260	320
	10 min	A	30	30	40	50	60	72	84	110	135
Impédance d'un pôle		mΩ	2,5	2,5	2,5	2	2	1,5	1,5	1	0,8
Pertes dans un pôle	en AC1	W	1,56	1,56	2,5	3,2	5	5,4	9,6	6,4	12,5
Couple de serrage		N.m	1,2	1,2	1,7	1,85	2,5	5	5	5	9

CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉLÉMENT MOTEUR (ALTERNATIF 50 Hz)

Courant assigné d'emploi		A	9	12	18	18	25	32	40	50	65	80
Consommation moyenne à 20 °C et 50 Hz	Appel	VA	60	60	60	60	90	90	200	200	200	200
	cos φ		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Maintien	VA	7	7	7	7	7,5	7,5	20	20	20	20
	cos φ		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Dissipation thermique	Maximale	W	3	3	3	3	3,5	3,5	10	10	10	10
Temps de fonctionnement	Fermeture	ms	12 à 22	12 à 22	12 à 22	12 à 22	15 à 24	15 à 24	20 à 26	20 à 26	20 à 26	20 à 35
	Ouverture	ms	4 à 12	4 à 12	4 à 12	4 à 12	5 à 19	5 à 19	8 à 12	8 à 12	8 à 12	6 à 20
Durée de vie mécanique	Millions de manœuvres		20	16	16	16	16	16	16	16	16	10

Caractéristiques des bobines pour contacteurs de courant assigné compris entre 9 et 18 A

Tension	V	24	48	110	220/230	240	380/400	415	440	500	660
Résistance	Ω	6,8	28	148	613	726	1 848	2 219	2 549	3 285	5 631
Inductance	H	0,3	1,2	5,7	23	25	67	78	82	107	190

Caractéristiques des bobines pour contacteurs de courant assigné 25 ou 32 A

Tension	V	24	48	110	220/230	240	380/400	415	440	500	660
Résistance	Ω	4,5	18,6	105	431	526	1 306	1 595	1 710	2 168	3 984
Inductance	H	0,25	1,1	5,4	21	25	64	76	85	110	191

Caractéristiques des bobines pour contacteurs de courant assigné compris entre 40 et 80 A

Tension	V	24	48	110	220/230	240	380/400	415	440	500	660
Résistance	Ω	1,4	5,5	31	127	152	381	463	513	668	1 220
Inductance	H	0,09	0,35	1,9	7,5	8,7	22	26	30	38	67

CIRCUIT DE COMMANDE ALIMENTÉ EN COURANT CONTINU

Caractéristiques des bobines pour contacteurs de courant assigné compris entre 9 et 18 A

Tension	V	12	24	36	48	110	125	220	250	440	600
Résistance	Ω	17	71	150	267	1 411	1 781	5 235	6 433	19 785	38 982
Inductance	H	0,79	3,1	7,1	11,9	61,8	77,8	221	271	793	1393

Caractéristiques des bobines pour contacteurs de courant assigné 25 ou 32 A

Tension	V	12	24	36	48	110	125	220	250	440	600
Résistance	Ω	13,3	53	120	211	1 122	1 431	4 461	6 044	17 450	33 610
Inductance	H	0,73	2,92	7,2	11,3	63,6	81	237	338	932	1706

Caractéristiques des bobines pour contacteurs de courant assigné compris entre 40 et 65 A

Tension	V	12	24	36	48	110	125	220	250	440	600
Résistance	Ω	7,1	26,8	58	109	560	717	2255	2940	9080	17230
Inductance	H	0,44	1,69	3,55	6,86	35,3	45,2	142	185	572	1085

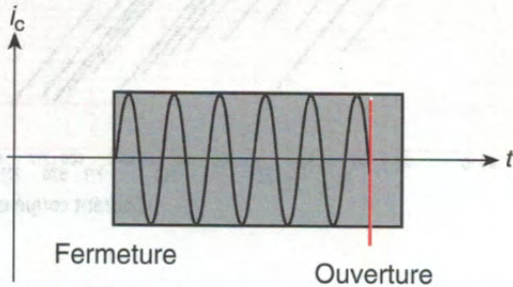
58.7 Catégories d'emploi (selon norme IEC 947-4)

58.71 Courant alternatif

Catégorie AC1

Elle s'applique à tous les récepteurs dont le facteur de puissance est au moins égal à 0,95.

Le courant établi ou coupé est celui normalement absorbé par le récepteur.



UTILISATIONS :

Chauffage, distribution.

EXEMPLE :

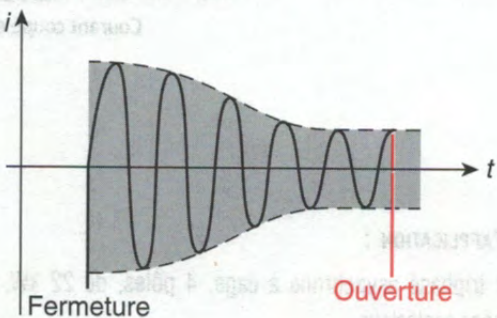
Un contacteur D 32 est utilisé pour établir ou couper un courant de 25 A, sa durée de vie est supérieure à 4 millions de manœuvres.

Catégorie AC3

Cette catégorie concerne les moteurs asynchrones à cage avec coupure moteur « lancé ».

À la fermeture, le contacteur établit le courant de démarrage, 5 à 7 fois le courant nominal du moteur.

À l'ouverture, il coupe le courant nominal du moteur. À l'instant de la coupure, la tension aux bornes des pôles est réduite (20 % de la tension réseau).



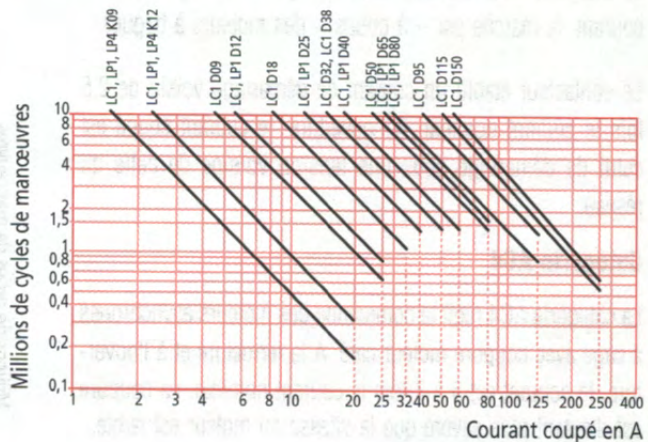
UTILISATIONS :

Ascenseurs, pompes, compresseurs, malaxeurs, climatiseurs.

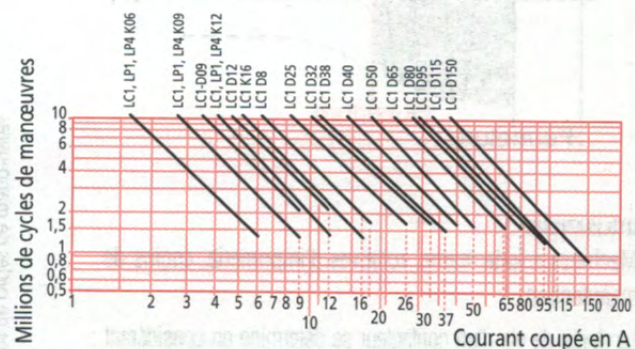
EXEMPLE :

Un contacteur D 80 utilisé pour couper un courant de 50 A a une durée de vie supérieure à 3 millions de manœuvres.

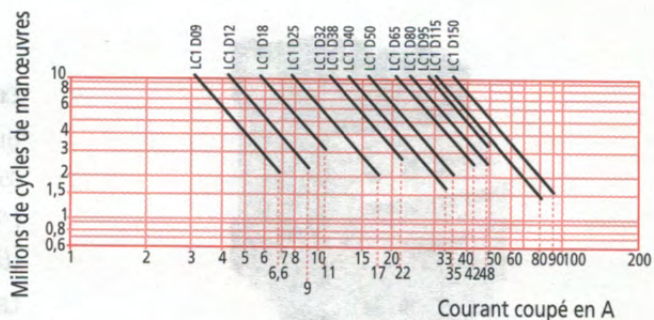
EMPLOI EN CATÉGORIE AC1 ($U_e \leq 440$ V)



DURÉE DE VIE EN AC3 ($U_e \leq 440$ V)



DURÉE DE VIE EN AC3 ($U_e = 660/690$ V)



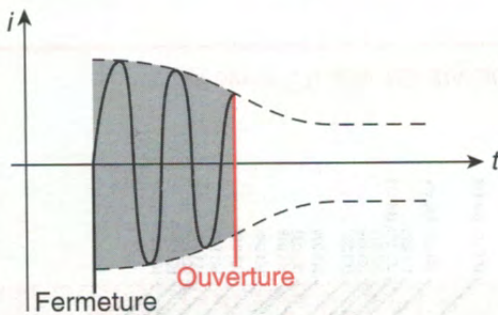
Catégorie AC2

La catégorie AC2 concerne le démarrage, le freinage à contre-courant, la marche par « à coups » des moteurs à bagues.

Le contacteur établit un courant de démarrage voisin de 2,5 fois le courant nominal. À l'ouverture, le courant coupé est celui de démarrage sous une tension voisine de celle du réseau.

Catégorie AC4

La catégorie AC4 régit la commande des moteurs asynchrones à cage avec coupure moteur calé. À la fermeture et à l'ouverture, le courant est 5 à 7 fois le courant nominal. La coupure est d'autant plus sévère que la vitesse du moteur est faible.



UTILISATIONS :

Machines à forte inertie, rotatives d'imprimerie, engins de manutention.

La durée de vie d'un contacteur se détermine en considérant :

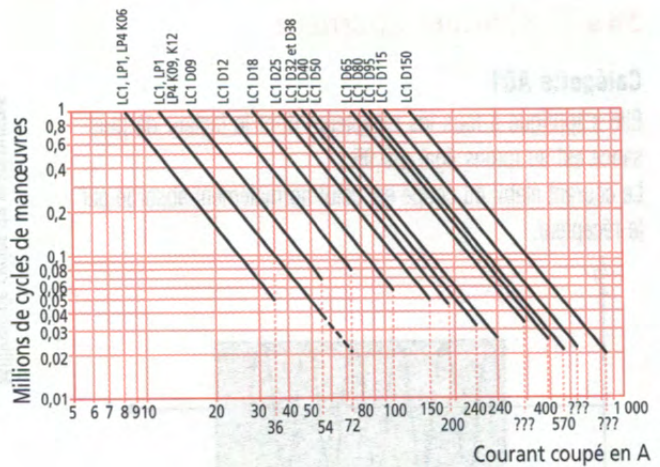
- le courant établi ou coupé,
- la catégorie d'emploi selon la nature du récepteur commandé.

Dans un équipement, les divers appareils doivent avoir des durées de vie voisines afin de simplifier la maintenance.

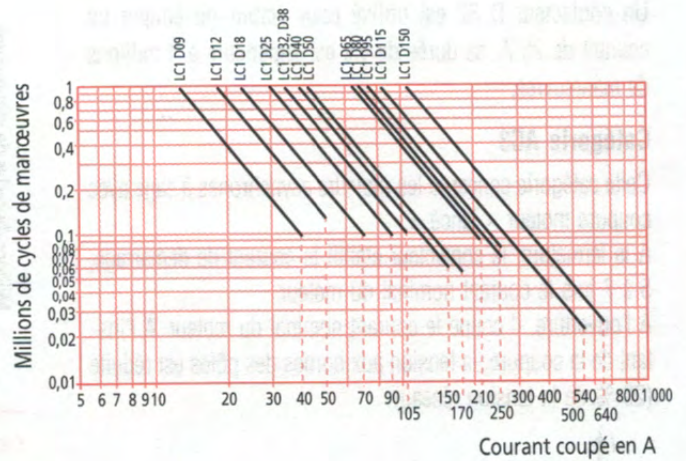


D'après Télémechanique.

EMPLOI EN CATÉGORIE AC2 ET AC4 ($U_e \leq 440 V$)



EMPLOI EN CATÉGORIE AC4 (440 V < U_e ≤ 690 V)



EXEMPLE D'APPLICATION :

Un moteur triphasé asynchrone à cage, 4 pôles, de 22 kW, est commandé par contacteur.

L'intensité de démarrage est 250 A, le courant nominal, 42 A ($U_e \leq 440 V$).

Le contacteur choisi en AC3 est de courant assigné 50 A.

Sa durée de vie est $1,5 \times 10^6$ manœuvres en AC3 et 500 000 en AC4.

58 ■ 72

COURANT CONTINU

Catégorie DC1

Elle s'applique à tous les récepteurs alimentés en courant continu dont la constante de temps $L/R \leq 1$ ms, $\theta_{amb} \leq 60$ °C.

Courant assigné d'emploi	en AC3 (A)	9	12	18	25	32	40	50	65	80
Tension assignée d'emploi	Nbre de pôles en série	Courant d'emploi en DC1 (A)								
24 V	1	20	20	25	32	40	50	65	65	100
	2	20	20	25	32	40	50	65	65	100
	3	20	20	20	32	40	50	65	65	100
125 V	1	4	4	4	7	7	7	7	7	12
	2	20	20	25	32	40	50	65	65	100
	3	20	20	25	32	40	50	65	65	100
225 V	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5
	2	4	4	4	7	7	7	7	7	12
	3	20	20	25	32	40	50	65	65	100

Catégorie DC3

Cette catégorie régit le démarrage, le freinage, la marche par « à coups » des moteurs shunts. Les courants établis ou coupés sont 2,5 fois le courant nominal. La constante de temps L/R est ≥ 2 ms.

Catégorie DC5

Cette catégorie concerne le démarrage, le freinage des moteurs série dont la constante de temps L/R reste $\leq 7,5$ ms.

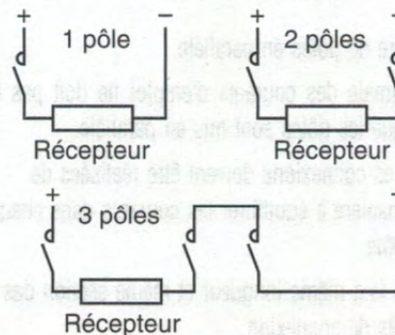
Courant assigné d'emploi	en AC3 (A)	9	12	18	25	32	40	50	65	80
Tension assignée d'emploi	Nbre de pôles en série	Courant d'emploi en DC2, DC3, DC4, DC5 (A)								
24 V	1	20	20	25	32	40	50	65	65	100
	2	20	20	25	32	40	50	65	65	100
	3	20	20	25	32	40	50	65	65	100
125 V	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5
	2	15	15	15	32	40	50	65	65	40
	3	20	20	25	32	40	50	65	65	40
225 V	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	1,5
	2	2	2	2	3	3	4	7	7	12
	3	8	8	8	32	40	50	65	65	100

58 ■ 8 Câblage des pôles en série

Afin d'augmenter les performances des contacteurs, les pôles de puissance peuvent être câblés en série.

REMARQUE :

Le câblage de 4 pôles en série est possible. Les coupures en catégorie DC3 et DC5 sont sévères car l'arc électrique en courant continu est difficile à éteindre lors de la rupture du circuit.



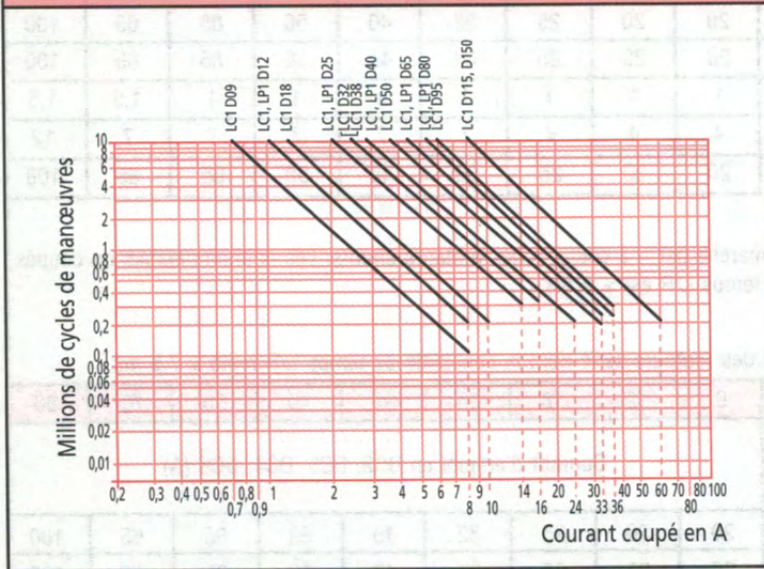
58.9

DURÉE DE VIE ÉLECTRIQUE

La durée de vie électrique d'un contacteur dépend de la puissance coupée calculée selon la catégorie d'emploi.

Type de récepteur commandé	Tension	Courant coupé	Puissance coupée	
DC1 Charges non ou faiblement inductives	U_e	I_e	$U_e \times I_e$	U_e : tension assignée d'emploi I_e : courant assigné d'emploi
DC2 Moteurs shunts, coupure moteur lancé	$0,1 U_e$	I_e	$0,1 \times U_e I_e$	
DC3 Moteurs shunts, inversion, marche par « à-coups »	U_e	$2,5 I_e$	$U_e \times 2,5 I_e$	
DC4 Moteurs série, coupure moteur lancé	$0,3 U_e$	I_e	$0,3 U_e \times I_e$	
DC5 Moteurs série, inversion, marche par « à-coups »	U_e	$2,5 I_e$	$U_e \times 2,5 I_e$	

Durée de vie électrique en DC



D'après Télémechanique.

58.10 Câblage de pôles en parallèle

Les performances d'un contacteur sont augmentées par le couplage des pôles de puissance en parallèle.

La durée de vie lue sur l'abaque devient :
 durée lue $\times N \times 0,7$,

avec N : nombre de pôles en parallèle.

La valeur maximale des courants d'emploi ne doit pas être dépassée lorsque les pôles sont mis en parallèle.



Les connexions doivent être réalisées de manière à équilibrer les courants dans chaque pôle.

Il faut même longueur et même section des fils de connexion.

REMARQUE :

L'arc de coupure provoque une surtension ($v = L \frac{di}{dt}$) d'autant plus grande que le temps de coupure est faible. On utilise des résistances de décharge aux bornes des récepteurs.

EXEMPLE D'APPLICATION :

Un moteur shunt de 3 kW sous 220 V absorbe 16 A, il est alimenté par un contacteur 40 A.

Trois pôles doivent être disposés en série. En DC2, la puissance coupée est 350 W, la durée de vie est supérieure à 10^6 manœuvres ; en DC3, la puissance coupée est 8 800 W, la durée de vie est de $1,5 \times 10^6$ manœuvres.

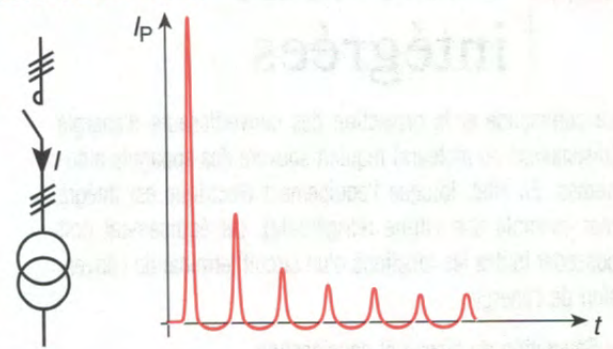
58.11 Commande des transformateurs BT triphasés

À la mise sous tension d'un transformateur, l'appel de courant est très supérieur au courant nominal.

La valeur de ce courant dépend :

- des caractéristiques du circuit magnétique et des enroulements,
- de l'état magnétique du circuit,
- de l'instant de la mise sous tension.

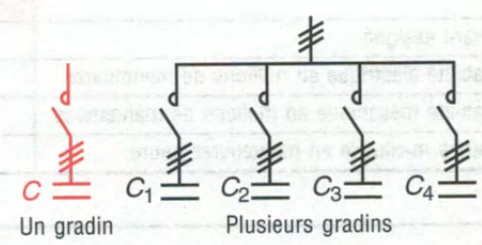
LOIS GÉNÉRALES



Courant assigné d'emploi en AC3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	ampère (A)	120 cycles de manœuvres par heure fréquence 50 Hz. Température ambiante : $\theta \leq 55^\circ\text{C}$. Courant crête égal à $30 I_{\text{nominal}}$.
Courant crête admissible	350	350	420	630	770	1 100	1 250	1 400	1 650		
Réseau (V)	Puissance maximale d'emploi									(kVA)	
220/240 V	4	4	5	7	8,5	14	16	18	19,5		
380/400 V	7	7	8	12,5	15	24	27	31	35		
415/440 V	8	8	9	14	17	28	32	36	39		
660 V	12	12	14	21,5	26,5	42	48	53	59		

58.12 Commande des condensateurs de relève du facteur de puissance

Les condensateurs utilisés pour relever le facteur de puissance d'une installation absorbent, à la mise sous tension, un courant très élevé (100 à 200 fois I_n).



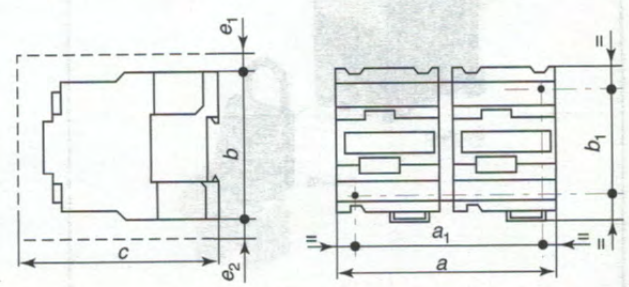
Courant assigné d'emploi en AC3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	(A)	120 cycles de manœuvres par heure. Température ambiante : $\theta \leq 40^\circ\text{C}$. Fréquence : 50 Hz.
Courant crête maximal	560	560	850	1600	1900	2160	2160	3040	3040		
Réseau (V)	Puissance maximale d'emploi									(kvar)	
220/240 V	6	6	9	11	14	17	22	22	35		
400/440 V	11	11	15	20	25	30	40	40	60		
600/690 V	15	15	20	25	30	39	50	50	75		

Le courant d'appel peut être réduit par l'insertion d'inductance de choc.
La protection contre les courts-circuits est réalisée par des fusibles HPC type gG calibrés de 1,8 à 2 In.
Selon la norme NFC 54 100, le contacteur doit supporter 1,43 fois le courant nominal du gradin commandé.
L'insertion de condensateurs dans un circuit peut générer des oscillations à fréquence élevée.

58.13 Encombrement

Les contacteurs se fixent sur platine perforée de fond d'armoire ou sur profilé DIN.

Courant assigné A	9	12	18	25	32	40	50	65	80
a	mm	45	45	45	59	57	75	75	85
a1	mm	35	35	35	44	44	40	40	40
b	mm	60	60	60	60	60	120	120	120
b1	mm	50	50	50	50	50	110	110	110
c	mm	80	80	85	93	98	114	114	125



* Bobine alimentée en alternatif.