

Solutions pour la compensation d'énergie réactive en Moyenne Tension



 **CIRCUTOR**

Technologie pour l'efficacité énergétique



Leaders en expérience

CIRCUTOR, avec plus de 40 ans d'expérience, dispose de 6 centres productifs en Espagne et dans la République Tchèque, qui travaillent dans la conception et la fabrication d'équipements destinés à améliorer l'efficacité énergétique : équipements de mesure et de contrôle de l'énergie électrique et de la qualité de l'alimentation, protection électrique industrielle, compensation de réactive et filtrage d'harmoniques. En apportant des solutions avec plus de 3 000 produits dans plus de 100 pays dans le monde entier.



Énergies renouvelables



Mesure et contrôle



Protection et contrôle



Qualité et mesurage



*Compensation de l'énergie réactive
et filtrage des harmoniques*



*Recharge intelligente de véhicules
électriques*



Deux des 6 centres de production de CIRCUTOR.

La compensation de réactive en Moyenne Tension commence avec la réalisation d'un projet adapté aux exigences requises par nos clients.

CIRCUTOR dispose d'une large expérience dans le développement de tout type de projets de compensation en MT. Nos centres productifs se chargent de fabriquer dans les délais requis et avec les normes de qualité les plus exigeantes les projets développés par nos techniciens en collaboration avec nos clients. Les usines sont dotées des plus modernes technologies et appliquent les résultats des dernières recherches réalisées par l'important équipement R&D&i dont dispose **CIRCUTOR**.



Information technique

Pourquoi est-il nécessaire de corriger le facteur de puissance ?

La compensation de puissance réactive est indispensable pour une correcte gestion technique et économique d'un système électrique en MT. Les bénéfices obtenus sont :

Optimisation technique

- Aide au contrôle de la tension tout au long du système de transport et de distribution
- Décharge des lignes de transport et des transformateurs de puissance
- Réduction du niveau de pertes du système

Optimisation économique

- Réduction du coût de l'énergie réactive facturable (majoration selon pays et tarif)
- Réduction du coût économique occulte par l'effet Joule sur les lignes de transport
- Permet un meilleur ratio (kW/kVA) d'utilisation des installations

Où et quand compenser en MT ?

Essentiellement nous devons compenser en MT lorsqu'il s'agit de :

Systèmes de génération, transport et distribution

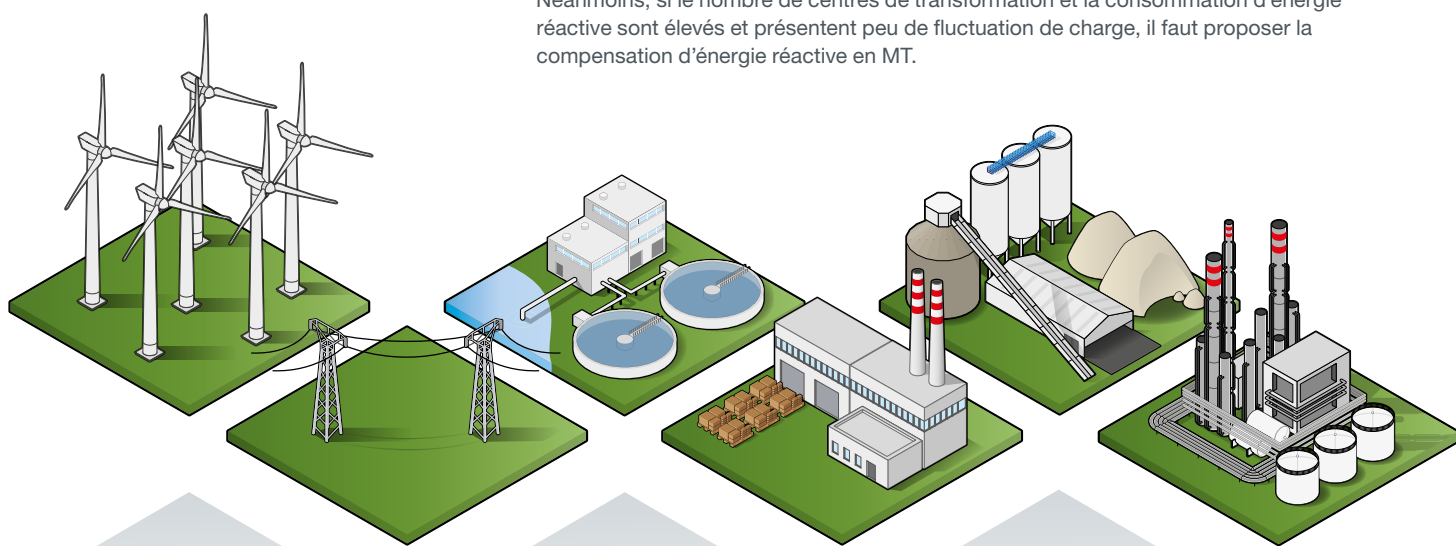
Les points les plus habituels où la compensation d'énergie réactive est réalisée sont les lignes d'évacuation de centrales de génération (parcs éoliens, hydroélectriques, etc.), sous-stations réceptrices ou de distribution, et nœuds de distribution.

Installations industrielles avec distribution et consommation en MT

En règle générale, les installations qui distribuent et consomment de l'énergie en MT sont susceptibles d'être compensées, comme par exemple les centres de pompage, usines de dessalement, usines à papier, cimenteries, industrie pétrochimique, aciéries, etc.

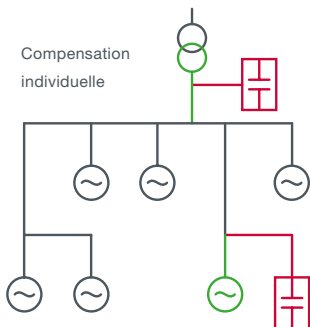
Installations industrielles avec distribution en MT et consommation en BT

Normalement la compensation est réalisée en BT par le fait qu'il s'agit de puissances petites et avec un niveau de fluctuation de la demande rapide en comparaison avec MT. Néanmoins, si le nombre de centres de transformation et la consommation d'énergie réactive sont élevés et présentent peu de fluctuation de charge, il faut proposer la compensation d'énergie réactive en MT.

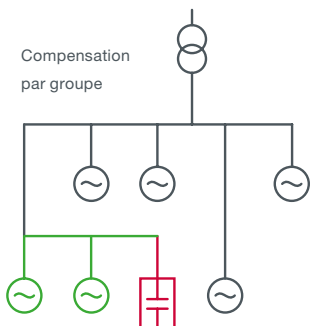


Information technique

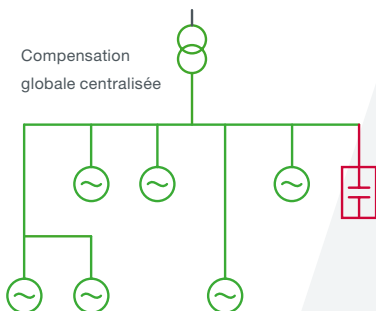
Compensation individuelle



Compensation par groupe



Compensation globale centralisée



Prévention du phénomène d'auto-excitation



Comment dois-je compenser ?

La compensation de réactive peut être réalisée sur tout point d'une installation. Chaque méthode où elle sera installée suivra une stratégie différente pour obtenir l'amélioration du facteur de puissance.

Compensation individuelle

Compensation directe à la machine à compenser ; il s'agit de la solution technique la plus optimale pour réduire directement la consommation de réactive dans la charge. Son utilisation est habituelle pour les pompes, les moteurs ou les transformateurs.

Compensation par groupe

Compensation pour groupes de charges dans des installations où il existe une distribution sectorisée et large. Complément d'appui pour un système de compensation centralisée globale, augmentant la capacité de la ligne qui alimente le groupe de charges compensées.

Compensation globale centralisée

Compensation connectée à l'entrée générale de l'installation, habituellement utilisée pour la réduction de la facturation électrique pour surcharges par énergie réactive.

Compensation individuelle de transformateurs de puissance et moteurs asynchrones

Dans le cadre des principales applications de compensation en MT, se trouve la compensation individuelle de transformateurs de puissance et la compensation individuelle de moteurs asynchrones.

Transformateurs de puissance

Pour déterminer la puissance réactive d'un transformateur, nous devons prendre en compte deux composants : la consommation à vide (courant magnétisant) et la consommation en charge.

$$Q_T = S_N \cdot \left(\frac{I_0(\%)}{100} \right) + \left(\frac{U_{cc}(\%)}{100} \right) \cdot \left(\frac{S}{S_N} \right)^2 \cdot S_N$$

La partie fixe dépend du courant magnétisant du transformateur, qui représente habituellement entre 0,5 et 2 % de la puissance nominale du transformateur. La partie variable dépend du taux de charge qui est consommé (S/S_N) et de la tension de court-circuit. Il est recommandé de compenser entre 5 % et 7 % de la puissance nominale des transformateurs à usage industriel et jusqu'à 10 % sur les transformateurs de réseaux de distribution d'énergie.

Moteurs asynchrones

Il faut prêter une attention spéciale aux moteurs asynchrones dans le cas où l'on souhaiterait compenser sous une forme directe, avec ou sans élément de manœuvre ou de déconnexion. Cet aspect est important à l'heure d'éviter de possibles dommages dans le moteur ou dans l'installation par l'effet de l'excitation. Il est recommandé de ne pas compenser plus de 90 % du courant de vide du moteur, afin d'éviter l'auto-excitation du moteur pour cause de décharge du condensateur vers le moteur. C'est pourquoi on peut estimer la valeur de puissance à compenser selon :

$$Q_M \leq 0,9 \cdot I_0 \cdot U_N \cdot \sqrt{3}$$

$$Q_M \leq 2 \cdot P_N \cdot (1 - \cos \phi_i)$$

Où Q_M est la puissance réactive à compenser (kvar), I_0 le courant de vide du moteur (A), U_N la tension nominale (V), P_N la puissance nominale du moteur (kW) et $\cos \phi_i$ est le cosinus de phi initial du moteur.

De cette façon, nous pourrions difficilement compenser plus d'un cosinus de phi supérieur à 0,95, ce qui permet de compenser sous une forme individuelle en utilisant un élément de déconnexion tout en déconnectant à la fois le moteur, afin d'éviter l'auto-excitation.



Contrôle du niveau de tension sur les lignes

L'un des points critiques dans la distribution d'énergie électrique est de maintenir les tensions sur différents points du réseau de distribution. S'il s'agit de réseaux en anneau dans les différents centres de distribution et, si ce sont des réseaux radiaux, sur les fins de ligne. Il existe deux possibles méthodes pour le contrôle de la tension à la fin des lignes de distribution de MT, qui dépendent de la configuration du réseau de distribution :

- Contrôle à l'origine de la ligne, généralement pour les lignes à configuration radiale.
- Contrôle sur les points de réseau en anneau ou à la fin d'une ligne de MT en configuration radiale.

Contrôle de la tension à l'origine de la ligne

Une forme habituelle employée par les entreprises distributrices pour maintenir le niveau nominal de tension à la fin d'une ligne de MT non maillée, est de régler la tension à la sortie de la sous-station au-dessus de sa valeur nominale. Ceci se fait sur la base de compenser l'énergie réactive à l'origine pour compenser la chute de tension de la ligne. La connexion des condensateurs en barres de MT est associée de l'augmentation de tension sur le point de sa connexion. Selon la Norme IEC 60871-1, le calcul de l'augmentation de tension que suppose la connexion des condensateurs sur un réseau de MT peut être obtenue de l'équation :

$$\Delta U(\%) = \frac{Q_{\text{bat}}}{S_{\text{cc}}} \cdot 100$$

$\Delta U(\%)$: Chute de tension en pourcentage relative à U_N

Q_{bat} : Puissance de la batterie en kvar

S_{cc} : Puissance de court-circuit sur le point de pose des condensateurs en kVA

En prévision de possibles fluctuations de charge, les condensateurs à connecter à la sortie de la sous-station ou centre de transformation sont habituellement fractionnés en passages. La puissance, le type d'équipement et le niveau de fractionnement dépendent habituellement des propres critères des compagnies distributrices. Il faut remarquer que le fractionnement de la puissance totale en différents échelons, permet l'amélioration des niveaux de tension pour différents états de charge du réseau, en évitant des surtensions qui se produiraient en cas de surcompensation.

Contrôle de la tension en fin de ligne

En cas de lignes de MT avec plusieurs ramifications, si celles-ci ont une longueur considérable (plusieurs km), il n'est pas possible de régler la tension sur tous les points de distribution en plaçant des condensateurs en début de ligne. Pour ces cas, on place habituellement les condensateurs en nœuds de distribution où l'on veut régler la tension. La chute de tension en fin d'une ligne ou tronçon peut être calculée par l'équation :

$$\Delta U(\%) = 100 \cdot \frac{P \cdot L}{U_N^2} \cdot (R_L + X_L \cdot \tan \phi)$$

$\Delta U(\%)$: Chute de tension en pourcentage relative à U_N

P : Puissance active transportée

R_L et X_L : résistance et réactance par longueur (km)

L : longueur de la ligne (km)

U_N : tension nominale du réseau

Réduction du niveau de pertes en lignes de MT

La réduction de pertes dans installations de distribution et de transport est un facteur important dans l'évaluation économique d'une installation, puisque ces pertes représentent un coût économique occulte. Les pertes par l'effet Joule sur une ligne peuvent être résumées dans :

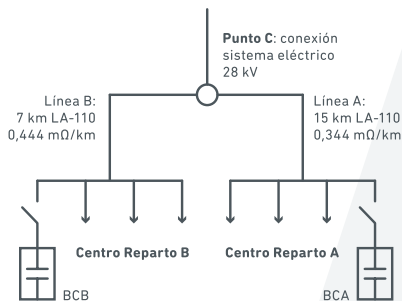
$$\Delta P = R_L \cdot \left| \frac{2 \cdot Q_L \cdot Q_{\text{bat}} - Q_{\text{bat}}^2}{U_2} \right| \cdot L$$

Où R_L est la résistance par unité de longueur et L est la longueur.

La diminution de pertes comme résultat de la compensation de réactive peut être calculée selon :

$$P \text{ (kW)} = 3 \cdot R_L \cdot I^2 \cdot L$$

Q_L étant la puissance réactive de charge et Q_{bat} la puissance de la batterie de compensation.



Réseau de distribution pour l'exemple de calcul

Exemple de réduction de pertes Joule dans un système de distribution au moyen de lignes aériennes

Dans ce cas, on étudie l'évolution du niveau de pertes de ligne et de chutes de tension d'un système de distribution à 20 kV avec et sans batteries de condensateurs connectées.

Il est procédé à comparer l'effet des batteries sur un réseau aérien de MT de distribution d'énergie en zone rurale, où il existe deux centres de répartition A et B, alimentés par les lignes A et B avec des résistances $R_{IA} = 0,344 \text{ m}\Omega/\text{km}$ et $R_{IB} = 0,444 \text{ m}\Omega/\text{km}$.

État de charges sans batteries de condensateurs connectées

À l'origine, le système présente l'état de puissances qui est montré ci-après :

Données de l'installation préalables à la compensation

	Point de connexion C	Centre répartition A	Centre répartition B
Puissance active (MW)	7,39	2,7	4,39
Puissance réactive (Mvar)	3,70	1,23	2,13
Puissance apparente (MVA)	8,26	2,97	4,88
cos fi	0,89	0,91	0,9
Pertes Joule (kW)		114,5	185
Réactive consommée par la ligne (kvar)		129	208
Chutes de tension (%)		5,2	5,25

Comme nous l'observons sur le point de connexion C, les conditions de connexion ne sont pas bonnes, c'est à dire, la puissance apparente est élevée et le facteur de puissance bas.

Situation avec les batteries connectées

Pour améliorer l'état du réseau, une batterie de 1100 kvar à 20 kV est connectée dans le centre de répartition A (BCA) et une batterie de 2 000 kvar à 20 kV dans le centre de répartition B (BCB).

La balance des puissances est modifiée comme observé sur le tableau ci-après :

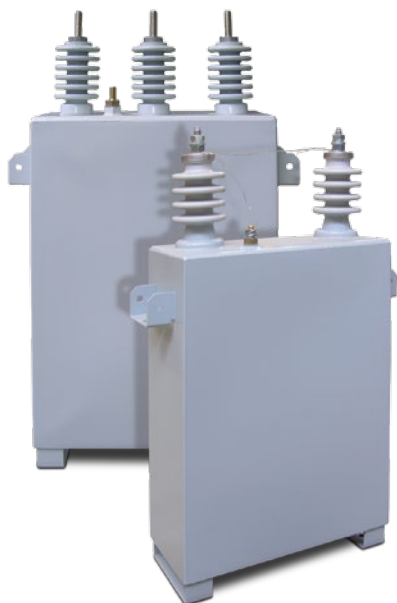
Données de l'installation après la compensation

	Point de connexion C	C. Répartition A avec BCA	C. Répartition B avec BCB
Puissance active (MW)	7,33	2,7	4,39
Puissance réactive (Mvar)	0,54	0,13	0,13
Puissance apparente (MVA)	7,36	2,7	4,39
cos fi	0,99	0,99	0,99
Pertes Joule (kW)		94	150
Réactive consommée par la ligne (kvar)		106	170
Chutes de tension (%)		3,9	3,8

Dans ce cas, on observe que, sur le point C, les conditions ont été optimisées d'une manière substantielle, les pertes Joule ont été diminuées sur les lignes et la tension a été augmentée dans les centres de répartition. De cette façon, l'exploitation et le rendement de la ligne ont été optimisés et le niveau de tension est garanti aux utilisateurs.

Condensateurs

Gamme complète de condensateurs MT



« tous les condensateurs sont soumis à de stricts essais individuels »

La gamme des condensateurs de MT de **CIRCUTOR** est formée par une série complète de condensateurs monophasés et triphasés totalement conformes à la Norme internationale IEC 60871. La conception et la production des condensateurs sont réalisées avec la garantie et la fiabilité des meilleures matières premières, et avec la souplesse suffisante pour apporter une solution personnalisée pour chaque application.

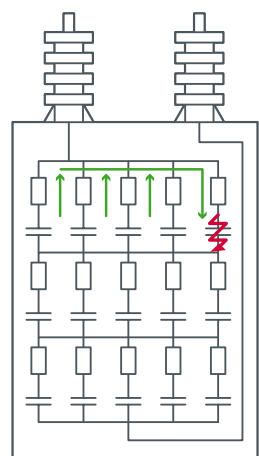
I+D derrière la fiabilité

CIRCUTOR dispose d'un département expert de R&D doté d'une large équipe qui s'occupe et s'assure que toute sa conception et sa production aient la plus haute garantie de qualité et de fiabilité. La gestion de la qualité n'est pas seulement appliquée en interne, mais aussi à chaque étape de la chaîne de fourniture. Ceci signifie que nos fournisseurs spécialisés sont évalués rigoureusement en ce qui concerne la qualité du matériel et ses processus de production. Avant la livraison au client, tous les condensateurs sont soumis à l'exécution stricte des essais individuels établis par la Norme internationale IEC, et toutes ces données sont enregistrées par la documentation correspondante et la production de certificats d'essais.

Mesure de la capacité	Mesure préalable à tension inférieure de $0,15 \cdot U_n$ Mesure entre $0,9 \cdot U_n$ et $1,1 \cdot U_n$ Tolérances point 7.2 de la Norme (-5 % et +15 %)
Mesure de tangente de pertes ($\tan \delta$)	Mesure entre $0,9 \cdot U_n$ et $1,1 \cdot U_n$ Valeurs accordées entre fabricant et acheteur ($< 0,2$ W/kvar)
Tension entre bornes	Durant 10 s, $2 \cdot U_n$ en c.a. ou $4 \cdot U_n$ en c.c.
Tension alternative entre bornes et boîte	Durant 10 s, le niveau d'isolement du condensateur
Dispositifs internes de décharge	Mesure de la résistance
Décharges en les fusibles internes	Décharge avec un éclateur sans impédance additionnelle, se chargeant préalablement à $1,7 \cdot U_n$ en c.c.
Étanchéité	

Condensateurs

Gamme complète de condensateurs MT



Exemple de condensateur avec fusible interne



Protection des condensateurs par fusible interne

Les condensateurs à haute tension modernes sont soumis à de très hautes exigences d'isolement. Un condensateur est formé par plusieurs unités de condensateurs ou éléments de condensateur, et le but d'une protection interne adéquate des condensateurs est de déconnecter, devant une possible défaillance, l'unité défectueuse, avant que ne se produisent des conséquences dangereuses, en réduisant ainsi les possibles effets secondaires de la défaillance.

La Norme IEC 60871-4 est appliquée aux fusibles internes qui sont conçus pour isoler les éléments avec un manque de condensateur, dans le but de permettre le fonctionnement des parties restantes de cette unité de condensateur et de la batterie sur laquelle l'unité est connectée. Ces fusibles ne sont pas un substitut d'un appareil de commutation comme un interrupteur automatique ou d'une protection externe de la batterie de condensateurs. En cas de défaut dans un élément capacitif basique, une décharge des éléments sains se produit en parallèle sur celui défaillant. Cette décharge provoque la fusion immédiate du fusible interne de l'unité endommagée, permettant ainsi la continuité du service du reste de l'équipement.

Ce système présente une série d'avantages qui sont classés en deux groupes :

Avantages opérationnels

- Déconnexion immédiate de l'élément endommagé
- Génération minimale de gaz à l'intérieur du condensateur
- Continuité de service
L'élimination de l'unité endommagée permet la continuité du service de l'équipement.
- Possibilité de planification de la maintenance de la batterie
- Maintenance plus simple

Avantages de conception

- Optimisation des coûts de la batterie
- Utilisation de moins de condensateurs par batterie
- Réduction de la taille des enveloppes de la batterie
- Condensateurs de plus grande puissance

Condensateurs

Gamme complète de condensateurs MT

Tableau des caractéristiques techniques générales pour condensateurs de Moyenne Tension de CIRCUTOR



Puissance nominale	CHV-M: 25...750 kvar	CHV-T: 35...750 kvar
Tension nominale	CHV-M: 1...24 kV	CHV-T: 1...12 kV
Fréquence	50/60 Hz	
Niveau d'isolement	Voir tableau des niveaux d'isolement	
Surtension maximale	Voir tableau de niveaux de surtension, selon IEC	
Surintensité	$1,3 \cdot I_N$	
Tolérance de capacité	-5 %...+10 %	
Pertes totales	<0,15 W/kvar	
Vie moyenne statistique	>130 000 heures (conditions standards)	
Résistances de décharge	75 V-10 minutes (en option 50 V-5 minutes)	
Limitation de courant	Maximum $200 \times I_N$	
Catégorie de température ambiante	-40 °C/"C" (en option classe D) (tableau 3)	
Aération	Naturelle	
Degré de protection	IP 00	
Humidité	Maximum 95 %	
Hauteur maximale de service	1 000 m sur le niveau de la mer (autres conditions consulter)	
Position de montage	Vertical/Horizontal	
Fixations de montage	Supports latéraux et fixations sur les pieds	
Conteneur	Acier inoxydable, pour intérieur ou extérieur	
Diélectrique	All film polypropylène	
Imprégnant	Sin PCB, biodégradable	
Dispositif de sécurité interne	Fusibles internes	
Dispositif de sécurité externe	Pressostat (en option)	
Bornes	Porcelaine	
Couple de serrage bornes	10 N·m	
Couleur	RAL 7035	

Niveaux d'isolement (BIL)

Ce sont les niveaux d'isolement qu'il faut satisfaire selon la Norme IEC 60871-1 et IEC 60071-1. Ces niveaux de tension dépendront de la tension la plus élevée de l'équipement, ou pour des facteurs externes comme l'altitude ou des ambiances salines.

Tension plus élevée de l'équipement	Tension assignée de courte durée	Tension assignée avec impulsion type foudre
7,2 kV	20 kV	60 kVpico
12 kV	28 kV	75 kVpico
17,5 kV	38 kV	95 kVpico
24 kV	50 kV	125 kVpico
36 kV	70 kV	170 kVpico

Niveaux de surtensions

Niveaux de surtensions admissibles sous forme sporadique et non continue, selon Norme IEC 60871-1.

Tension	Durée maximale	Observations
U_N	Permanente	Valeur maximale moyenne durant la période d'énergisation du condensateur
$1,1 \times U_N$	12 h par période de 24 h	Réglage et fluctuation de la tension de réseau
$1,15 \times U_N$	30 minutes pour période de 24 h	Réglage et fluctuation de la tension de réseau
$1,20 \times U_N$	5 minutes	

Marges de température ambiante

Conditions ambiantes maximales où les condensateurs de MT peuvent être utilisés selon la Norme IEC 60871-1.

Symbole	Maximale	Moyenne en 24 h	Moyenne dans 1 an
A	40 °C	30 °C	20 °C
B	45 °C	35 °C	25 °C
C	50 °C	40 °C	30 °C
D	55 °C	45 °C	35 °C

Condensateurs

Gamme complète de condensateurs MT



Références pour CHV-M

Condensateurs monophasés pour Moyenne Tension

Utilisation intérieure ou extérieure, avec des fusibles

et résistance de décharge, internes

(*) Ne portent pas de fusibles internes. Autres puissances, consulter

BIL 28/75 kV (50 Hz) - 6,35 kV

Type	Code	kvar	Poids	Dimens. (mm) l x h x p
CHV-M 50/6,35 *	R8B0500006350	50	17,9 kg	350 x 487 x 160
CHV-M 75/6,35 *	R8B0750006350	75	21,8 kg	350 x 537 x 160
CHV-M 100/6,35	R8B1000006350	100	21,8 kg	350 x 537 x 160
CHV-M 121/6,35	R8B1210006350	121	25,2 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 133/6,35	R8B1330006350	133	25,4 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 150/6,35	R8B1500006350	150	28,6 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 167/6,35	R8B1670006350	167	29,1 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 200/6,35	R8B2000006350	200	33,2 kg	350 x 697 x 160
CHV-M 242/6,35	R8B2420006350	242	37,6 kg	350 x 757 x 160
CHV-M 250/6,35	R8B2500006350	250	37,8 kg	350 x 757 x 160
CHV-M 300/6,35	R8B3000006350	300	45,3 kg	350 x 867 x 160
CHV-M 363/6,35	R8B3630006350	363	49,4 kg	350 x 857 x 175
CHV-M 400/6,35	R8B4000006350	400	54,5 kg	350 x 927 x 175
CHV-M 484/6,35	R8B4840006350	484	62,7 kg	350 x 1027 x 175
CHV-M 500/6,35	R8B5000006350	500	65,6 kg	350 x 1067 x 175
CHV-M 600/6,35	R8B6000006350	600	79,2 kg	350 x 1247 x 175
CHV-M 750/6,35	R8B7500006350	750	90,4 kg	350 x 1217 x 200

BIL 50/125 kV (50 Hz) - 12,7 kV

CHV-M 50/12,7 *	R8D0500012700	50	19,7 kg	350 x 615 x 160
CHV-M 75/12,7 *	R8D0750012700	75	23,4 kg	350 x 665 x 160
CHV-M 100/12,7 *	R8D1000012700	100	26,8 kg	350 x 715 x 160
CHV-M 121/12,7 *	R8D1210012700	121	27,3 kg	350 x 715 x 160
CHV-M 133/12,7 *	R8D1330012700	133	30,5 kg	350 x 765 x 160
CHV-M 150/12,7 *	R8D1500012700	150	31,2 kg	350 x 765 x 160
CHV-M 167/12,7 *	R8D1670012700	167	35,1 kg	350 x 825 x 160
CHV-M 200/12,7	R8D2000012700	200	39,2 kg	350 x 885 x 160
CHV-M 242/12,7	R8D2420012700	242	46,9 kg	350 x 995 x 160
CHV-M 250/12,7	R8D2500012700	250	47,0 kg	350 x 995 x 160
CHV-M 300/12,7	R8D3000012700	300	48,1 kg	350 x 995 x 160
CHV-M 363/12,7	R8D3630012700	363	56,9 kg	350 x 1055 x 175
CHV-M 400/12,7	R8D4000012700	400	59,6 kg	350 x 1085 x 175
CHV-M 484/12,7	R8D4840012700	484	68,7 kg	350 x 1195 x 175
CHV-M 500/12,7	R8D5000012700	500	70,9 kg	350 x 1225 x 175
CHV-M 600/12,7	R8D6000012700	600	83,0 kg	350 x 1375 x 175
CHV-M 750/12,7	R8D7500012700	750	98,8 kg	350 x 1405 x 200

BIL 20/60 kV (50 Hz) - 3,81 kV

Type	Code	kvar	Poids	Dimens. (mm) l x h x p
CHV-M 50/3,81	R8A0500003810	50	18,2 kg	350 x 487 x 160
CHV-M 75/3,81	R8A0750003810	75	18,5 kg	350 x 487 x 160
CHV-M 100/3,81	R8A1000003810	100	21,9 kg	350 x 537 x 160
CHV-M 121/3,81	R8A1210003810	121	25,4 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 133/3,81	R8A1330003810	133	25,5 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 150/3,81	R8A1500003810	150	29,1 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 167/3,81	R8A1670003810	167	29,3 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 200/3,81	R8A2000003810	200	33,5 kg	350 x 697 x 160
CHV-M 242/3,81	R8A2420003810	242	38,0 kg	350 x 757 x 160
CHV-M 250/3,81	R8A2500003810	250	44,8 kg	350 x 867 x 160
CHV-M 300/3,81	R8A3000003810	300	45,8 kg	350 x 867 x 160
CHV-M 363/3,81	R8A3630003810	363	52,3 kg	350 x 957 x 160
CHV-M 400/3,81	R8A4000003810	400	55,3 kg	350 x 927 x 175
CHV-M 484/3,81	R8A4840003810	484	66,1 kg	350 x 1067 x 175
CHV-M 500/3,81	R8A5000003810	500	68,3 kg	350 x 1097 x 175
CHV-M 600/3,81	R8A6000003810	600	80,2 kg	350 x 1247 x 175
CHV-M 750/3,81	--	--	--	--

BIL 38/95 kV (50 Hz) - 9,53 kV

CHV-M 50/9,53 *	R8C0500009530	50	19,5 kg	350 x 530 x 160
CHV-M 75/9,53 *	R8C0750009530	75	20,2 kg	350 x 530 x 160
CHV-M 100/9,53 *	R8C1000009530	100	23,6 kg	350 x 580 x 160
CHV-M 121/9,53 *	R8C1210009530	121	27,1 kg	350 x 630 x 160
CHV-M 133/9,53 *	R8C1330009530	133	30,4 kg	350 x 680 x 160
CHV-M 150/9,53	R8C1500009530	150	31,0 kg	350 x 680 x 160
CHV-M 167/9,53	R8C1670009530	167	34,9 kg	350 x 740 x 160
CHV-M 200/9,53	R8C2000009530	200	35,4 kg	350 x 740 x 160
CHV-M 242/9,53	R8C2420009530	242	46,8 kg	350 x 910 x 160
CHV-M 250/9,53	R8C2500009530	250	46,9 kg	350 x 910 x 160
CHV-M 300/9,53	R8C3000009530	300	48,0 kg	350 x 910 x 160
CHV-M 363/9,53	R8C3630009530	363	54,7 kg	350 x 1000 x 160
CHV-M 400/9,53	R8C4000009530	400	59,7 kg	350 x 1000 x 175
CHV-M 484/9,53	R8C4840009530	484	68,7 kg	350 x 1110 x 175
CHV-M 500/9,53	R8C5000009530	500	71,0 kg	350 x 1140 x 175
CHV-M 600/9,53	R8C6000009530	600	83,1 kg	350 x 1290 x 175
CHV-M 750/9,53	R8C7500009530	750	90,4 kg	350 x 1257 x 200

BIL 70/170 kV (50 Hz) - 19,05 kV

CHV-M 50/19,05 *	R8E0500019050	50	23,3 kg	350 x 644 x 160
CHV-M 75/19,05 *	R8E0750019050	75	23,6 kg	350 x 644 x 160
CHV-M 100/19,05 *	R8E1000019050	100	27,0 kg	350 x 694 x 160
CHV-M 121/19,05 *	R8E1210019050	121	30,5 kg	350 x 744 x 160
CHV-M 133/19,05 *	R8E1330019050	133	30,7 kg	350 x 744 x 160
CHV-M 150/19,05 *	R8E1500019050	150	35,0 kg	350 x 804 x 160
CHV-M 167/19,05 *	R8E1670019050	167	35,3 kg	350 x 804 x 160
CHV-M 200/19,05 *	R8E2000019050	200	39,4 kg	350 x 864 x 160
CHV-M 242/19,05 *	R8E2420019050	242	47,1 kg	350 x 974 x 160
CHV-M 250/19,05	R8E2500019050	250	50,8 kg	350 x 964 x 175
CHV-M 300/19,05	R8E3000019050	300	56,5 kg	350 x 1034 x 175
CHV-M 363/19,05	R8E3630019050	363	57,1 kg	350 x 1034 x 175
CHV-M 400/19,05	R8E4000019050	400	64,4 kg	350 x 1134 x 175
CHV-M 484/19,05	R8E4840019050	484	70,8 kg	350 x 1204 x 175
CHV-M 500/19,05	R8E5000019050	500	73,7 kg	350 x 1244 x 175
CHV-M 600/19,05	R8E6000019050	600	84,1 kg	350 x 1264 x 200
CHV-M 750/19,05	R8E7500019050	750	104,2 kg	350 x 1454 x 200

Condensateurs

Gamme complète de condensateurs MT

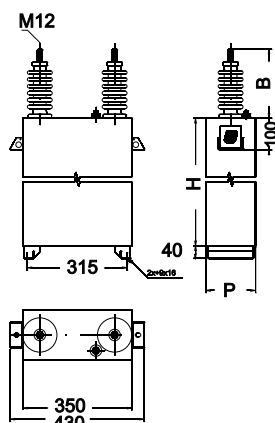


Références pour CHV-T

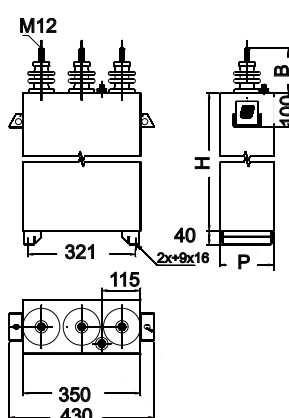
Condensateurs triphasés pour Moyenne Tension

Utilisation intérieure ou extérieure, avec des fusibles et résistance de décharge, internes

Dimensions CHV-M



Dimensions CHV-T



BIL 20/60 kV (50 Hz) - 3,3 kV

Type	Code	kvar	Poids	Dimens. (mm) l x h x p
CHV-T 50/3,3 *	R8K0500003300	50	18,8 kg	350 x 422 x 160
CHV-T 75/3,3 *	R8K0750003300	75	22,4 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 100/3,3	R8K1000003300	100	22,8 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 121/3,3	R8K1210003300	121	26,3 kg	350 x 522 x 160
CHV-T 150/3,3	R8K1500003300	150	30,0 kg	350 x 572 x 160
CHV-T 200/3,3	R8K2000003300	200	34,4 kg	350 x 632 x 160
CHV-T 242/3,3	R8K2420003300	242	45,6 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 250/3,3	R8K2500003300	250	45,7 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 300/3,3	R8K3000003300	300	46,7 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 363/3,3	R8K3630003300	363	55,6 kg	350 x 862 x 175
CHV-T 400/3,3	R8K4000003300	400	58,3 kg	350 x 892 x 175
CHV-T 484/3,3	R8K4840003300	484	67,2 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 500/3,3	R8K5000003300	500	69,4 kg	350 x 1032 x 175
CHV-T 600/3,3	R8K6000003300	600	81,2 kg	350 x 1182 x 175
CHV-T 750/3,3	R8K7500003300	750	97,3 kg	350 x 1252 x 200

BIL 20/60 kvar (50 Hz) - 6,6 kV

CHV-T 50/6,6 *	R8K0500006600	50	19,2 kg	350 x 422 x 160
CHV-T 75/6,6 *	R8K0750006600	75	22,6 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 100/6,6 *	R8K1000006600	100	23,0 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 121/6,6 *	R8K1210006600	121	26,5 kg	350 x 522 x 160
CHV-T 150/6,6 *	R8K1500006600	150	30,2 kg	350 x 572 x 160
CHV-T 200/6,6	R8K2000006600	200	38,3 kg	350 x 692 x 160
CHV-T 242/6,6	R8K2420006600	242	45,8 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 250/6,6	R8K2500006600	250	45,9 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 300/6,6	R8K3000006600	300	46,9 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 363/6,6	R8K3630006600	363	55,9 kg	350 x 862 x 175
CHV-T 400/6,6	R8K4000006600	400	58,6 kg	350 x 892 x 175
CHV-T 484/6,6	R8K4840006600	484	67,4 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 500/6,6	R8K5000006600	500	69,7 kg	350 x 1032 x 175
CHV-T 600/6,6	R8K6000006600	600	81,2 kg	350 x 1182 x 175
CHV-T 750/6,6	R8K7500006600	750	97,6 kg	350 x 1252 x 200

BIL 28/75 kvar (50 Hz) - 11 kV

CHV-T 50/11 *	R8L0500011000	50	19,3 kg	350 x 422 x 160
CHV-T 75/11 *	R8L0750011000	75	22,7 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 100/11 *	R8L1000011000	100	23,0 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 121/11 *	R8L1210011000	121	26,4 kg	350 x 522 x 160
CHV-T 150/11 *	R8L1500011000	150	30,1 kg	350 x 572 x 160
CHV-T 200/11 *	R8L2000011000	200	34,4 kg	350 x 632 x 160
CHV-T 242/11	R8L2420011000	242	45,6 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 250/11	R8L2500011000	250	45,7 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 300/11	R8L3000011000	300	46,5 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 363/11	R8L3630011000	363	53,0 kg	350 x 892 x 175
CHV-T 400/11	R8L4000011000	400	56,1 kg	350 x 862 x 175
CHV-T 484/11	R8L4840011000	484	66,8 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 500/11	R8L5000011000	500	67,0 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 600/11	R8L6000011000	600	80,7 kg	350 x 1182 x 175
CHV-T 750/11	R8L7500011000	750	92,1 kg	350 x 1192 x 200

(*) Ne portent pas de fusibles internes

Autres puissances, consulter

Condensateurs

Gamme complète de condensateurs MT

Exemple 1

Sélection de condensateur de MT triphasé

Nous avons besoin de 300 kvar à 6 kV, nous choisirons un condensateur à 6,6 kV ($U_N + 10\%$), raison pour laquelle nous aurions besoin d'un condensateur de 363 kvar à 6,6 kV.

$$Q_N = Q_S \cdot \left(\frac{U_N}{U_S} \right)^2$$

$$Q_{6,6\text{kV}} = 300 \cdot \left(\frac{6,6}{6} \right)^2 =$$

$$= 300 \cdot 1,21 = 363 \text{ kvar}$$

Exemple 2

Isolement pour batterie de 36 kV

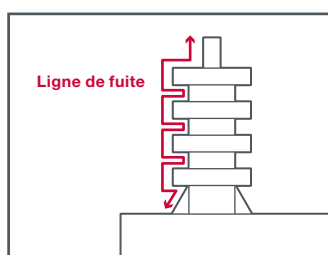
Le niveau d'isolement des condensateurs sera en fonction de la conception qui sera réalisée et selon ce qui est établi dans la Norme IEC 60871-1. Bien que les condensateurs soient de 6 kV, leur niveau d'isolement sera de 24 kV.

- A — BIL batterie**
24/50/125 kV
- B — BIL condensateurs**
24/50/125 kV

Exemple 3

Niveaux de pollution

Num.	Niveau	mm/kV
1	Bas	16
2	Moyen	20
3	Haut	25
4	Très Haut	31



Sélection de condensateurs

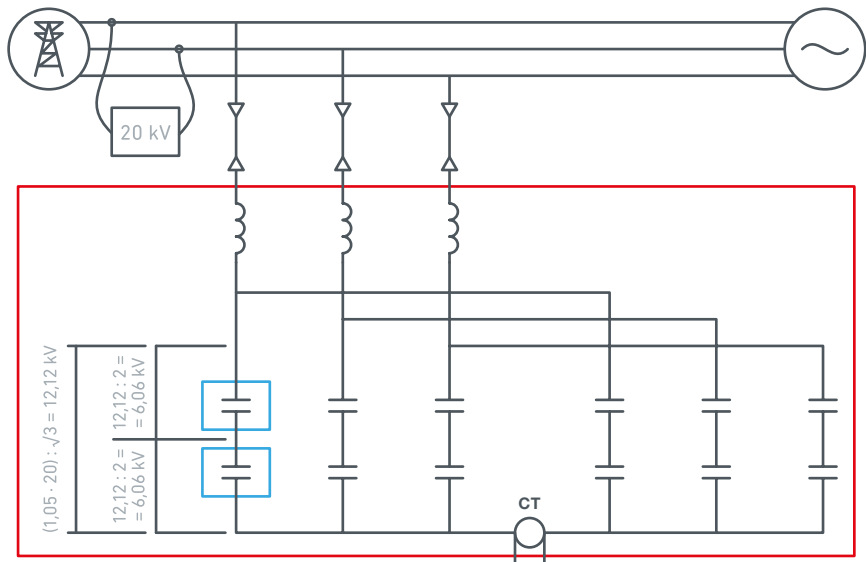
À l'heure de sélectionner les condensateurs de puissance en MT, les conditions de fonctionnement sont importantes, dont fondamentalement : tension assignée, niveau d'isolement, température de service et conditions spéciales.

Tension assignée

Il convient que la tension assignée ou nominale des condensateurs ne soit pas inférieure à la tension maximale de service où ils seront installés. Il peut exister des différences considérables entre la tension de fonctionnement et celle assignée du réseau, il faut donc prévoir les marges nécessaires de variation de tension. Par sécurité, on prend des valeurs entre 5 % et 10 % de la marge de tension sur la valeur déclarée. Ceci affectera la sélection de la puissance du condensateur afin de maintenir la puissance requise à la tension de service déclarée. (Voir chapitre 1)

Niveau d'isolement

Le niveau d'isolement doit être sélectionné conformément à la tension de réseau où ils seront connectés. (Voir chapitre 2)



Température d'utilisation

Il est important de prendre en compte la température la plus élevée du condensateur, puisque celle-ci influe sur sa vie utile, tant pour des températures inférieures puisque le diélectrique peut subir des décharges partielles, que pour les températures ambiantes supérieures à celles établies dans leur conception. Il convient d'utiliser une classe de température appropriée et, si ce n'est pas possible, il faudrait améliorer les conditions de refroidissement des condensateurs ou utiliser une tension nominale supérieure.

Conditions spéciales

Des conditions telles que la pollution, des ambiances salines ou corrosives, ou des altitudes supérieures aux 1 000 m sur le niveau de la mer, peuvent affecter la sélection des condensateurs. La pollution ou les ambiances salines affecteraient essentiellement la ligne de fuite des condensateurs (crawling) en devant disposer d'une plus grande ligne de fuite. Dans le cas de l'altitude, il faut corriger le niveau d'isolement en fonction de l'altitude où les condensateurs seront installés. (Voir chapitre 3)

Réactances type RMV

Réactances de choc pour batteries de condensateurs MT



La connexion de batteries de condensateurs est associée à des transitoires de tension et de courant élevés. La Norme internationale IEC 60871-1 définit la valeur maximale qu'une batterie de condensateurs est capable de supporter comme la valeur de pointe de connexion. Cette valeur de pointe doit être inférieure à 100 fois l'intensité nominale de la batterie ou échelon qui est manœuvré.

Ce courant transitoire qui apparaît dans la connexion provient essentiellement du réseau et d'autres batteries de condensateurs connectées en parallèle. La valeur de l'inductance est variable en fonction des conditions de l'installation, dépendant essentiellement des paramètres suivants :

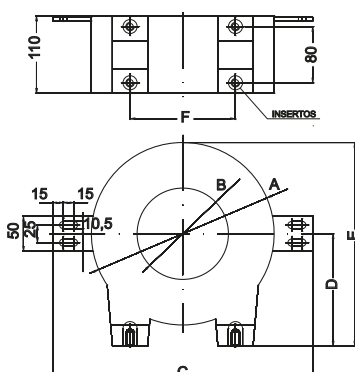
- Pouvoir de court-circuit de l'installation
- Existence de plus de batteries de condensateurs ou échelons en parallèle

Tableau des caractéristiques techniques de réactances de choc pour batteries de condensateurs de MT

Caractéristiques électriques	Courant nominal de courte durée	$43 I_n / 1 \text{ s}$
	Courant dynamique	$2,5 I_t$
	Niveau d'isolement	Jusqu'à 12 kV (28/75)
Conditions ambiantes	Température d'utilisation	Catégorie B
	Température moyenne	40 °C
Caractéristiques constructives	Type	Capsulage en résine Noyau d'air
	Fixations	M12 / M16 selon type
	Dimensions (mm)	Selon type
	Poids	Selon type (voir tableau supérieur)
	Couleur	Couleur RAL 8016
Norme	IEC 60289	

* Pour d'autres niveaux d'isolement supérieurs, les réactances doivent être montées sur des isolateurs.

Dimensions



Modèle	AØ	BØ	C	D	E	F
RMV-260	260	130	370	160	290	150
RMV-330	330	150	470	190	355	210

Références pour RMV

RMV-260				
Type	Code	I (A)	L (µH)	Poids (kg)
RMV - 260 - 50 - 350	R80628	50	350	13
RMV - 260 - 60 - 250	R80637	60	250	14
RMV - 260 - 100 - 100	R80664	100	100	16
RMV - 260 - 125 - 50	R80672	125	50	14
RMV - 260 - 175 - 30	R80691	175	30	14
RMV-330				
RMV - 330 - 60 - 450	R80739	60	450	20
RMV - 330 - 75 - 350	R80748	75	350	21
RMV - 330 - 90 - 250	R80757	90	250	26
RMV - 330 - 125 - 100	R80774	125	100	22
RMV - 330 - 200 - 50	R807A2	200	50	22
RMV - 330 - 250 - 30	R807B1	250	30	23

* Autres réactances, consulter.

Réactances type RMV

Réactances de choc pour batteries de condensateurs MT

Exemple

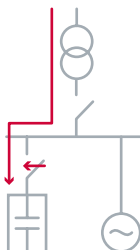
Batterie de 2 500 kvar à 6,6 kV, connectée à un réseau avec une puissance de court-circuit de 350 MVA. Le courant nominal de la batterie est de 218,95 A et le courant de pointe sera de 4 486,32 A, ceci signifie 20,49 fois le courant nominal et, par conséquent, dans les limites admises par la norme.

Nous pouvons nous trouver dans les deux situations suivantes :

Batterie isolée

Batterie formée par un seul échelon et sans batteries de condensateurs, connectée en parallèle. Dans cette situation normalement, l'utilisation de réactances de choc n'est pas indispensable, puisque la propre impédance du réseau limite le courant au-dessous de 100 fois l'intensité de la batterie.

Batterie de condensateurs isolée (sans existence d'autres batteries)



Courant de crête de connexion

$$I_c = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q}}$$

Inductance nécessaire

Pour la limitation de courant dans batterie 100 I_n

$$L \geq \frac{U^2}{\omega} \cdot \left[\frac{200}{Q} - \frac{10^6}{S_{cc}} \right]$$

Inductance nécessaire

Pour la limitation en dessous du pouvoir de fermeture

$$L \geq \frac{10^6}{\omega} \cdot \left[\frac{2Q}{3I_a^2} - \frac{U^2}{S_{cc}} \right]$$

Exemple

Batterie de condensateurs de 5 000 kvar à 6,6 kV, formée par 1 échelon de 1 000 kvar et 2 de 2000 kvar, fréquence de 50 Hz et tension d'emploi de 6 kV. Sans réactance de choc et en considérant une inductance propre à un conducteur type d'un mètre de longueur (0,5 μ H/m), les résultats suivants sont obtenus :

	Étape 1 (1 000 kvar)	Étape 2 (2 000 kvar)	Étape 3 (2 000 kvar)
$C_{\text{échelon}}$	73,07 μ F	146,15 μ F	146,15 μ F
C_{eq}	292,3 μ F	219,22 μ F	219,22 μ F
L	0,5 μ H	0,5 μ H	0,5 μ H
L_T	0,25 μ H	0,25 μ H	0,25 μ H
I_N	87,48 A	174,95 A	174,95 A
I_P	43251 A	52972 A	52972 A
I_P/I_N	494,41	302,78	302,78

On constate que le ratio I_P/I_N dépasse la limite permise, raison pour laquelle il faut incorporer des réactances de choc. En utilisant des réactances de 100 μ H pour le premier échelon et de 50 μ H pour le reste, on observe :

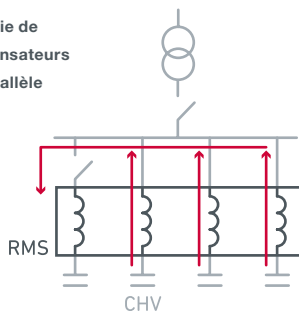
	Étape 1 (1 000 kvar)	Étape 2 (2 000 kvar)	Étape 3 (2 000 kvar)
$C_{\text{échelon}}$	73,07 μ F	146,15 μ F	146,15 μ F
C_{eq}	292,3 μ F	219,22 μ F	219,22 μ F
L	100 μ H	50 μ H	50 μ H
L_T	0,25 μ H	0,25 μ H	0,25 μ H
I_N	87,48 A	174,95 A	174,95 A
I_P	3350 A	5025 A	5025 A
I_P/I_N	38,29	28,79	28,79

Il est constaté que le ratio I_P/I_N est conforme à la limite de courant de pointe inférieure à 100 fois la I_N .

Batteries de condensateurs en parallèle

Batteries formées par deux ou plusieurs échelons, ou qui sont connectées en parallèle au même niveau de tension à d'autres batteries de condensateurs. Cette situation est plus critique puisque normalement, oui il peut exister des valeurs de courant de pointe supérieures à 100 fois le courant nominal. C'est pourquoi l'utilisation de réactances de choc RMV est impérative.

Batterie de condensateurs en parallèle



Expressions d'aide au calcul

$$I_c = U \cdot \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{C_1 \cdot C_{eq}}{C_1 + C_{eq}} \cdot \frac{1}{L_1 + L_{eq}}}$$

$$L_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}}$$

$$C_{eq} = C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

I_c - Courant de crête de connexion

S_{cc} - Puissance de court-circuit en kVA

Q - Puissance de la batterie en kVA

U - Tension de réseau en kV

I_n - Pouvoir de fermeture de l'interrupteur automatique

C_1 - Capacité de la dernière batterie qui est connectée

C_{eq} - Capacité équivalente des batteries existantes

C_t - Capacité de tous les condensateurs en parallèle

L_1 - Inductance de choc de la dernière batterie connectée

L_t - Inductance équivalente des batteries connectées

Réactances

Réactances pour batteries de MT



Large gamme de réactances tant monophasées que triphasées pour fabriquer des filtres d'harmoniques syntonisés, en pouvant les fabriquer à différentes tensions, de 1 kV à 36 kV, et toute fréquence de syntonie 5,67 %, 6 %, 7 %, 14 %, etc.

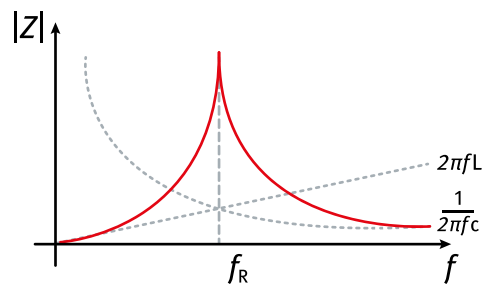
Les réactances sont fabriquées en tôle à basses pertes et un bobinage de cuivre ou bande d'aluminium selon le modèle. Une fois assemblées, elles sont imprégnées en utilisant un système de vide sophistiqué qui garantit des pertes minimales, une plus grande consistance mécanique, une augmentation de l'isolement et une basse émission de bruit.

Résonnance dans les batteries de condensateurs

La batterie de condensateurs est un équipement qui, de façon intrinsèque, ne génère pas d'harmoniques, mais qui peut se voir affecté en revanche par l'injection de courants harmoniques de la part de charges non linéaires et, conjointement, une résonnance parallèle peut se produire entre la batterie des condensateurs et le transformateur de puissance de l'installation, en donnant une impédance maximale à une fréquence que nous dénommons de résonnance. La fréquence de résonnance dans les installations industrielles est déterminée lorsque les valeurs d'impédance du transformateur (X_T) et du condensateur (X_C) sont coïncidentes :

$$f_R = f \cdot \sqrt{\frac{X_C}{X_T}} = f \cdot \sqrt{\frac{S_{CC}}{Q}}$$

S_{CC} étant la puissance de court-circuit du transformateur en kVA, et Q la puissance de la batterie de condensateurs en kvar.



Cette augmentation d'impédance ne sera pas maintenue statique en une seule fréquence, mais elle se déplacera en fonction des conditions de résonnance qui existeront à chaque instant. Si la puissance Q de la batterie des condensateurs diminue, la fréquence de résonnance de l'installation augmentera et, à l'inverse, si la puissance Q de la batterie de condensateurs augmente, la fréquence de résonnance de l'installation diminuera, ce qui sera plus dangereux lorsqu'on s'approchera de fréquences où des valeurs de courant qui ne sont du tout négligeables sont injectées, ce qui donne pour résultat :

- Empiement de la qualité d'onde en tension (THDU% augmente)
- Réduction de la vie utile des condensateurs ou leur destruction
- Déclenchement de protections de la batterie ou installation

La solution consiste à utiliser des batteries de condensateurs avec un filtre désynchronisé pour éviter le risque de résonnance avec les courants harmoniques présents dans l'installation avec des fréquences supérieures à celles de la conception du propre filtre.

Éléments de manœuvre

Éléments de manœuvre ou protection pour batteries de MT



Contacteurs

Le contacteur LVC est un contacteur de vide, préparé pour contrôler des charges inductives et capacitatives. Il est spécifiquement conçu pour des applications industrielles dans lesquelles la réalisation d'un grand nombre de manœuvres est nécessaire. Concrètement pour des charges telles que des moteurs et des condensateurs.

Le contacteur de vide LVC est l'équipement idéal pour la manœuvre de batteries de condensateurs de 3,3 à 6,6 kV, en évitant des réamorçages et des surtensions.

Ses caractéristiques générales sont :

- Moyen d'extinction, vide
- Parfait contrôle de l'arc électrique dans les manœuvres capacitatives
- Haute durée de vie
- Grand isolement de l'ensemble, formé par trois pôles indépendants de vide montés sur une structure isolante
- Dimensions réduites
- Équipement léger, poids très optimisé
- Maintenance facile

Dimensions

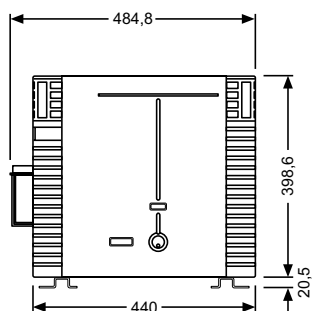
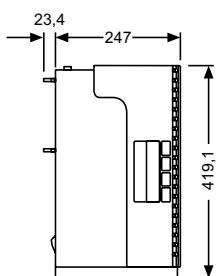


Tableau des caractéristiques techniques de contacteurs pour MT

Caractéristiques électriques	Courant nominal	400 A
	Tension nominale	7,2 kV
	Fréquence	50/60 Hz
	Niveau d'isolement	20...60 kV
	Moyen de coupure	Vide
	Intensité de coupure	4 kA
	Intensité de court-circuit	6,3 kA/1s
	Méthode d'excitation	Continue
	Tension de contrôle	220 Vc.a.
	Contacts auxiliaires	3 NA + 3 NC
Caractéristiques constructives	Connexion	Fixe
	Dimensions	350 x 392 x 179 mm
	Poids	22 kg
Norme	IEC 60470	

Références

Type	I maximale	Type	U auxiliaire	Code
6,6 kV c.a.	3 x 400 A	LVC-6Z44ED	220 Vc.a.	R80911
6,6 kV c.a.	3 x 400 A	LVC-6Z44ED	110 Vc.c.	R809110010000

Interrupteurs automatiques

Utilisation d'interrupteurs automatiques avec technologie de coupure à vide pour la manœuvre et/ou la protection de la batterie de condensateurs, avec des niveaux d'isolement jusqu'à 36 kV.

Interrupteurs automatiques compacts qui sont conformes à la norme internationale IEC 62271-100 et avec un pouvoir de coupure de jusqu'à 40 kA*, permettant de s'adapter aux exigences spécifiques pour chaque batterie de condensateurs. Facile maintenance et haut rendement dans les batteries de condensateurs.

* Consulter en fonction du modèle.

Batteries de condensateurs

CIRKAP. Produits complets, choix facile



Nos batteries de condensateurs pour MT sont conçues, fabriquées et adaptées aux besoins exclusifs pour chaque client. Une conception intelligente et à haute qualité n'apporte que des bénéfices dans votre projet, dès un début.

Notre expérience est la garantie qui bénéficie à tous :

Ingénieries

Elles assurent que la solution proposée est conforme aux spécifications et qu'elle s'adapte aux exigences de l'installation.

Installateurs

Équipements modulaires à manipulation et installation faciles, avec une économie de coûts et de temps.

Utilisateur final

Équipements à maintenance facile et haute rentabilité, bénéficiant des avantages (techniques et économiques) apportés par la compensation d'énergie réactive en MT.

La Solution Parfaite

Durant toute la vie des batteries de condensateurs, la série CIRKAP donne des bénéfices invariables comme le sont la souplesse, la sécurité, la fiabilité et une installation et une maintenance faciles.

Souplesse

Conception modulaire, compacte et robuste. Optimisé pour son fonctionnement et les exigences de nos clients. Facilement accessible depuis tout point.

Sécurité

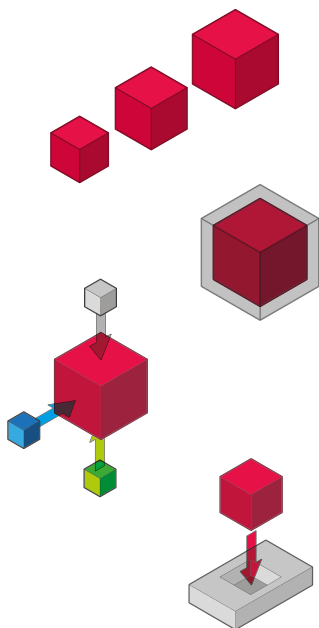
Totale sécurité fournie par l'enveloppe métallique avec des panneaux formant la batterie de condensateurs, en évitant l'accès aux parties actives. Accès sûr au tableau de commande.

Fiabilité

Les batteries de condensateurs CIRKAP combinent l'expérience et les connaissances de plus de 40 ans de CIRCUTOR dans la fabrication de batteries de MT avec l'utilisation de premières marques de composants. Nous appliquons de stricts contrôles de qualité durant tout le processus de production. Notre production est certifiée par les normes internationales ISO 9001 et soumise à de stricts processus de contrôle.

Facile installation et maintenance

Les batteries CIRKAP sont faciles à installer, avec tous les éléments internes montés, câblés et pré-assemblés, ce qui facilite leur manipulation et leur connectique. La maintenance est simple, avec toutes les parties facilement accessibles.



Batteries de condensateurs

Exemples d'applications



Installation de traitement d'eau

Batterie de condensateurs automatique multistep avec filtre de rejet modèle CMSR de 2 250 kvar à 6,6 kV, 50 Hz, composition 5 x 650 kvar, syntonie 189 Hz (p : 7 %), pour installation à l'extérieur, degré de protection IP44. Détail d'échelon avec protection par fusible, contacteur de vide, réactance de filtrage et condensateur triphasé.



Industrie papetière

Batterie de condensateurs automatique multistep avec filtre de rejet modèle CMSR de 6 750 kvar à 22 kV, 50 Hz, composition 750 + 4 x 1500 kvar, syntonie 189 Hz (p : 7 %), pour installation à l'extérieur, degré de protection IP54. Indicateur de présence de tension, échelon ON/OFF, sélecteur manuel ou automatique par échelon, régulateur d'énergie réactive avec mesure triphasée et relais de protections de surintensité, court-circuit et déséquilibre par échelon.



Installation pétrochimique

Batterie de condensateurs automatique multistep modèle CMSC de 8 790 kvar à 20 kV, 50 Hz, composition 2 930 + 5 860 kvar, pour installation à l'intérieur, degré de protection IP23. Détail de panneaux et portes d'accès sur tout le périmètre de l'enveloppe qui permettent et facilitent la maintenance correcte de l'équipement.



Infrastructures des routes

Batteries de condensateurs automatiques avec filtre de rejet modèle CMAR de 100 kvar à 3,3 kV, 50 Hz, composition 1 x 100 kvar, pour installation à l'intérieur, degré de protection IP23, syntonisée à 189 Hz. Détail de structure adaptée à l'espace disponible en tunnel et couleur corporative requise par le client.

Batteries de condensateurs

Éléments de protection

Les éléments de protection pour les batteries de condensateurs de MT sont les fusibles à Haut Pouvoir de Coupure (APR) et/ou moyennant relais de protection indirect.



Fusibles

L'utilisation de fusibles d'APR est très fréquente pour la protection de batteries de condensateurs de MT de petite et moyenne puissance.

Comme système de protection, il présente les avantages suivants :

- Limitation des efforts électrodynamiques sur les barres de la batterie.
- Diminution des effets thermiques des courants de court-circuit.
- Coût relativement bas.

Néanmoins, son inconvénient principal réside dans la protection nulle de surcharge.

Sélection de fusibles

Pour supporter la différence de tolérance maximale et les harmoniques et réduire l'augmentation de température dans le fusible, les fabricants conseillent d'utiliser comme minimum entre 1,8 et 2 fois le courant nominal de l'échelon ou la batterie. On ne peut exclure l'augmentation de tension du transitoire de connexion, ce qui suppose d'utiliser le niveau suivant de tension par sécurité. Pour les réseaux de 7,2 kV on les utilise de 12 kV, pour ceux de 12 kV on les utilise de 24 kV, et pour ceux de 24 kV, de 36 kV. Il est également important de vérifier que le fusible admet le courant de pointe de connexion, il doit rester en dessous du courant sur la courbe pour un temps d'environ 20-100 ms.

$$1,8/I_N < I_{\text{fusible}} < 2/I_N$$

$$I_{\text{fusible_t} < 10\text{ms}} > I_{\text{pico}}$$

$$U_{\text{fusible}} = \text{BIL superior}$$



Relais de protection

Les systèmes de protection qui donnent l'ordre à l'actionnement (interrupteur) pour agir, sont dénommés relais de protection. Pour leur fonctionnement, une alimentation externe est nécessaire ainsi que l'entrée de signal des capteurs de mesure selon la protection que l'on souhaite réaliser.

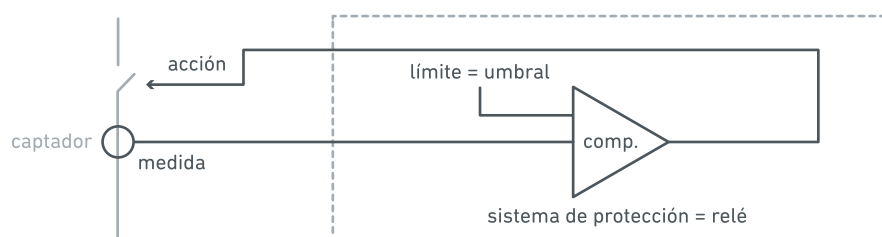


Schéma de base d'une chaîne de protection électrique

Les protections que peut réaliser un relais sont indiquées avec un code ANSI international de protections. Pour les batteries de condensateurs de MT, les protections importantes sont :

50 Relais instantané de surintensité.
Court-circuit

51 Relais d'intensité temporisé.
Surintensité

50N Relais d'intensité neutre temporisé et instantané.
Déséquilibre double étoile

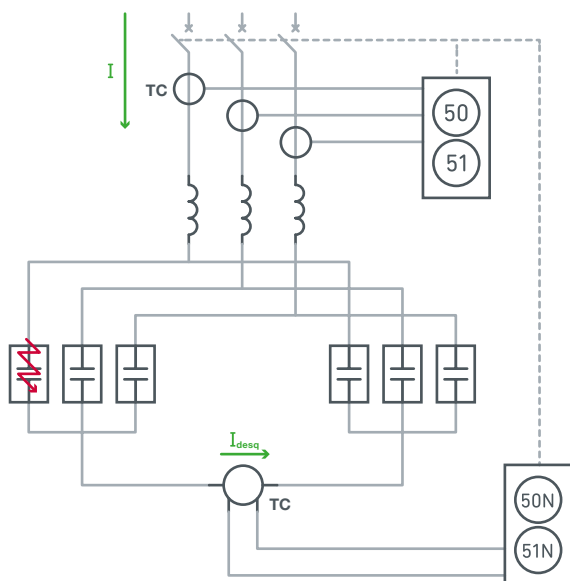
27 Relais à tension minimum

59 Relais de tension maximale

51N

Batteries de condensateurs

Éléments de protection



Exemple de protection de déséquilibre de surcharge et court-circuit de la batterie/échelons

Protection de déséquilibre (double étoile)

Lorsqu'un élément subit une panne, la capacité du groupe où se trouve cet élément diminue. Cette variation de capacité suppose une augmentation de l'impédance de ce groupe et, à la fois, une variation dans la distribution de la tension dans le condensateur. Le groupe des éléments où l'anomalie se produit subit une surtension.

Les prémisses de la protection de déséquilibre dans la double étoile sont :

- La tension dans un condensateur ne peut pas dépasser 110 % de sa tension nominale.
 - Si le nombre d'éléments avec une faute dans une unité est si élevé qu'il peut provoquer des fautes en avalanche, même si la tension dans tout condensateur de la batterie n'a pas dépassé 110 % de sa valeur nominale, il faut déconnecter la batterie.
- Normalement, il faut déconnecter la batterie lorsque la tension sur les éléments sains dépasse 140 % de leur valeur nominale.

Généralement, la deuxième prémisses est celle qui détermine le niveau de courant de déclenchement de la batterie. La protection de déséquilibre est basée sur la mesure du courant qui est détectée entre des points équipotentiels, comme peuvent l'être les deux neutres des deux étoiles. Dans le cas où l'impédance de l'une des branches varierait, un déséquilibre serait provoqué, impliquant la circulation d'un courant entre les neutres des étoiles. Pour le fonctionnement correct, la classe de précision du transformateur doit être, comme minimum, la classe 1.

Protection générale de la batterie

Comme protection générale de la batterie, il est recommandé d'utiliser un interrupteur automatique général individuel, qu'il soit intégré dans le propre équipement ou qu'il soit présent dans l'installation en amont de la batterie.

Les protections minimales à réaliser sont celles de surcharge et court-circuit. Il est conseillé que le réglage des protections soit le suivant :

- **Protection de court-circuit. À 4-6 In avec une temporisation de 0,1 seconde.**
- **Surcharge. Courbe de temps inverse à la temporisation ≈ 4 secondes à $1,3 I_n$ (dépend du régime de neutre de l'installation).**

Protections des échelons

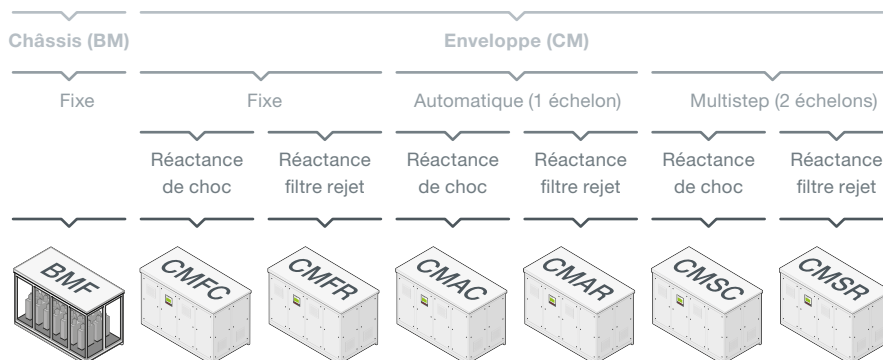
Chaque étape intègre sa propre protection, garantie au moyen d'un jeu de fusibles à haut pouvoir de rupture qui intègrent un micro rupteur qui assure la déconnexion de l'échelon en cas de défaillance et qui est câblé au tableau de manœuvre comme témoin du problème.

Batteries de condensateurs

CIRKAP. Produits complets, choix facile

Sélection de batteries de condensateurs

Les batteries de condensateurs **CIRKAP** sont divisées en deux grands groupes :
Batteries avec enveloppe CM et batteries sur châssis ouvert BM.



Références pour CIRKAP BM

Code	B	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Fixe (1 passage)		F											
Sans réactance de choc													
Avec réactance de choc			C										
Nombre d'échelons (1)					n°								
Tension nominale (3 chiffres) 3,3 kV												033	
Tension nominale (3 chiffres) 4,2 kV												042	
Tension nominale (3 chiffres) 5,5 kV												055	
Tension nominale (3 chiffres) 6,0 kV												060	
Tension nominale (3 chiffres) 6,3 kV												063	
Tension nominale (3 chiffres) 6,6 kV												066	
Tension nominale (3 chiffres) 11 kV												110	
Tension nominale (3 chiffres) 13,2 kV												132	
Tension nominale (3 chiffres) 15 kV												150	
Tension nominale (3 chiffres) 16,5 kV												165	
Tension nominale (3 chiffres) 22 kV												220	
Tension nominale (3 chiffres) 33 kV												330	
Puissance nominale de la batterie en kvar (5chiffres)												n°	

Références pour CIRKAP CM

Code	C	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Fixe (1 passage)		F											
Automatique (1 passage)		A											
Multistep		S											
Sans réactance de choc													
Avec réactance de choc			C										
Avec filtre de rejet				R									
Nombre d'échelons (1...9)					n°								
Tension nominale (3 chiffres) 3,3 kV												033	
Tension nominale (3 chiffres) 4,2 kV												042	
Tension nominale (3 chiffres) 5,5 kV												055	
Tension nominale (3 chiffres) 6,0 kV												060	
Tension nominale (3 chiffres) 6,3 kV												063	
Tension nominale (3 chiffres) 6,6 kV												066	
Tension nominale (3 chiffres) 11 kV												110	
Tension nominale (3 chiffres) 13,2 kV												132	
Tension nominale (3 chiffres) 15 kV												150	
Tension nominale (3 chiffres) 16,5 kV												165	
Tension nominale (3 chiffres) 22 kV												220	
Tension nominale (3 chiffres) 33 kV												330	
Puissance nominale de la batterie en kvar (5chiffres)												n°	

Batteries de condensateurs

Composants supplémentaires



Pressostat

Permet la déconnexion de l'échelon/batterie à partir de la pression qui est causée par un défaut grave à l'intérieur du condensateur et en évitant des dommages plus importants. Lorsque la pression atteint la valeur maximale, elle permet de déconnecter le circuit de puissance et signale la défaillance.



Indicateur de présence de tension

Équipement qui est éclairé en permanence lorsque le circuit de puissance est alimenté, en apportant une plus grande sécurité dans les opérations réalisées sur l'équipement.



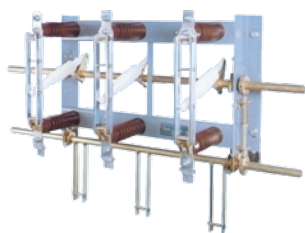
Détecteur de fumée

Les détecteurs de fumée sont des dispositifs qui alertent d'une possible combustion interne dans la batterie des condensateurs et envoient un signal pour activer une alarme (dans l'équipement ou à disposition de l'utilisateur) et déconnexion de la batterie s'il y a lieu.



Fermeture électrique avec retard d'ouverture pour portes

Pour les équipements qui sont demandés avec des portes dans les modules de puissance, **CIRCUTOR** offre la possibilité d'inclure un système d'enclenchement électrique par solénoïdes pour éviter l'accès à l'intérieur de la batterie si le temps de sécurité obligatoire n'est pas écoulé.



Sectionneur de coupure à vide et/ou mise à la terre

Le sectionneur de coupure et/ou de mise à la terre permet de déconnecter et d'isoler l'équipement sous une forme visuelle à l'entrée de la batterie des condensateurs.



Aération

Dans les batteries installées dans des conditions ambiantes où le refroidissement par convection naturelle n'est pas suffisant, le système auxiliaire d'aération forcée contrôlée par thermostat est indispensable pour évacuer la chaleur interne de la batterie.



Résistances de chauffe anticondensation

Elles sont employées pour éviter des condensations qui seraient dues à des gradients de température durant le jour, conditions ambiantes salines, haute humidité relative et basses températures. Résistances de chauffages contrôlées par thermostat et/ou hygromètre.

Solutions pour la compensation d'énergie réactive en **Moyenne Tension**

+ information : comunicacion@circutor.com

www.circutor.fr



CIRCUTOR, SA - Vial Sant Jordi, s/n
08232 Viladecavalls (Barcelona) Espagne
Tel. (+34) 93 745 29 00 - Fax: (+34) 93 745 29 14
central@circutor.com

