

# CAPACITORS AND REACTORS FOR POWER FACTOR CORRECTION

KONDENSATOREN UND DROSSELN  
FÜR DIE BLINDLEISTUNGSKOMPENSATION

ELECTRONICON KONDENSATOREN GMBH GERA • GERMANY

ISSUE \_AUSGABE 2009



<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>	<b>ACCESSORIES</b> .....	<b>45</b>
Basics of Power Factor Correction – Calculation of Required Capacitor Power – Influence of Harmonics, Harmonic Filtering		DISCHARGE RESISTORS .....	46
<b>POWER CAPACITORS</b> .....	<b>15</b>	DISCHARGE REACTOR EL -Dr .....	49
DEFINITIONS AND SELECTION CRITERIA .....	16	PROTECTIVE CAPS .....	50
Voltage Ratings – Test Voltages – Rated Power – Current Ratings – Temperature Categories		<b>REACTORS FOR DETUNED CAPACITOR BANKS</b> .....	<b>53</b>
<b>MOUNTING AND OPERATING INSTRUCTIONS</b> .....	<b>18</b>	GENERAL INFORMATION .....	54
Mounting Position – Mounting Location/Cooling – Vibration Stress – Connection – Fixing Torque – Discharge – Earthing – Environment Hazards – Disposal		DEFINITIONS AND SELECTION CRITERIA .....	56
<b>SAFE OPERATION</b> .....	<b>22</b>	Rated Inductance – Rated Voltage – Capacitor Voltage – Detuning Factor – Series Resonance Frequency – Rated Reactor Power – Dissipation Power – Rated Current – RMS Current – Maximum Current Rating Ambient Operating Conditions – Insulation Class – Temperature Switch	
Self-Healing Dielectric – Protection Against Accidental Contact – Protection Against Overload		GENERAL TECHNICAL DATA .....	60
<b>INTERNAL CONSTRUCTION</b> .....	<b>24</b>	DIMENSION CHART .....	61
Dielectric – Impregnants - MKPg 275		ELECTRICAL CONNECTION .....	62
<b>CAPAGRIP™ TERMINATION DESIGNS</b> .....	<b>25</b>	DESIGNS .....	64
<b>GENERAL TECHNICAL DATA</b> .....	<b>29</b>	 <b>DATA CHARTS</b>	
<b>DATA CHARTS</b>		FK - Dr 50 Hz Cu/Alu .....	66
MKPg 275.*** GAS-FILLED		FK - Dr 50 Hz Cu/Alu .....	67
230V/260V .....	30	FK - Dr 60 Hz Cu/Alu .....	68
400V .....	31	 <b>POWER FACTOR CONTROLLER</b>	
380V/415V .....	32	CR2020/CR2020D .....	69
440V .....	33	 <b>THYRISTOR SWITCH</b>	
480V .....	34	CONDENSOTRONIC CT 2000 .....	73
480V/525V .....	35	 <b>ANNEX</b> .....	<b>77</b>
600V/690V .....	36	 <b>PACKING DETAILS</b> .....	<b>84</b>
760V/800V .....	37		
MKP Filter (Heavy Duty) RESIN-FILLED .....	38		
MKP 276.*** RESIN-FILLED			
230V .....	40		
400V .....	41		
380V/415V .....	42		
440V .....	43		
480V/525V .....	44		

<b>EINFÜHRUNG</b> .....	<b>7</b>	<b>ZUBEHÖR</b> .....	<b>45</b>
Grundlagen der Blindleistungskompensation – Arten der Blindleistungskompensation – Berechnung der benötigten Kondensatorleistung – Einfluss von Oberwellen und deren Filterung		ENTLADEWIDERSTÄNDE .....	46
<b>LEISTUNGSKONDENSATOREN</b> .....	<b>15</b>	ENTLADEDROSSEL EL -Dr .....	49
BEGRIFFE UND AUSWAHLKRITERIEN .....	16	SCHUTZKAPPEN .....	50
Nennspannung – Prüfspannung – Nennleistung – Nennstrom – Temperaturklasse		<b>FILTERKREISDROSSELN</b> .....	<b>53</b>
VORSCHRIFTEN ZU EINBAU UND BETRIEB .....	18	ALLGEMEINE INFORMATIONEN .....	54
Einbaulage – Einbauort/Kühlung – Schwingungs- belastung – Anschluss – Anzugs-Drehmomente – Entladung – Erdung – Umweltverträglichkeit – Entsorgung		BEGRIFFE UND AUSWAHLKRITERIEN .....	56
BETRIEBSSICHERHEIT .....	22	Nenninduktivität – Nennspannung – Kondensator- spannung – Verdrosselungsgrad – Reihenresonanz- frequenz – Verlustleistung – Nennstrom – Effektiv- strom – Maximal zulässiger Strom – Betriebs- und Umgebungsbedingungen – Isolierstoffklasse	
Selbstheilendes Dielektrikum – Berührungssicherheit – Schutz gegen Überlastung		ALLGEMEINE TECHNISCHE ANGABEN .....	60
INNERER AUFBAU .....	24	MASSTABELLE .....	61
Dielektrikum – Füllstoffe – MKPg 275		ELEKTRISCHER ANSCHLUSS .....	62
CAPAGRIP™ ANSCHLUSSFORMEN .....	25	BAUFORMEN .....	64
ALLGEMEINE TECHNISCHE ANGABEN .....	29	<b>DATENTABELLEN</b>	
<b>DATENTABELLEN</b>		FK - Dr 50 Hz Cu/Alu .....	66
MKPg 275.*** GASGEFÜLLT		FK - Dr 50 Hz Cu/Alu .....	67
230V/260V .....	30	FK - Dr 60 Hz Cu/Alu .....	68
400V .....	31	<b>BLINDLEISTUNGSREGLER CONDENSOMATIC</b> <b>CR2020/CR2020D</b> .....	<b>69</b>
380V/415V .....	32	<b>THYRISTORSCHALTER CONDENSOTRONIC</b> ....	<b>73</b>
440V .....	33	CT 2000	
480V .....	34	<b>ANHANG</b> .....	<b>77</b>
480V/525V .....	35	<b>VERPACKUNGSDATEN</b> .....	<b>84</b>
600V/690V .....	36		
760V/800V .....	37		
MKP Filter (Heavy Duty) HARZGEFÜLLT .....	38		
MKP 276.*** HARZGEFÜLLT			
230V .....	40		
400V .....	41		
380V/415V .....	42		
440V .....	43		
480V/525V .....	44		





## Basics of Power Factor Correction

Under normal operating conditions certain electrical loads (e.g. induction motors, welding equipment, arc furnaces and fluorescent lighting) draw not only active power from the supply, but also inductive reactive power (kvar). This reactive power is necessary for the equipment to operate correctly but could be interpreted as an undesirable burden on the supply. The power factor of a load is defined as the ratio of active power to apparent power, i.e. kW: kVA and is referred to as  $\cos\varphi$ . The closer  $\cos\varphi$  is to unity, the less reactive power is drawn from the supply:

If  $\cos\varphi = 1$  the transmission of 500kW in a 400V three phase mains requires a current of 722 A. The transmission of the same effective power at a  $\cos\varphi = 0.6$  would require a far higher current, namely 1203 A. Accordingly, distribution and transmission equipment as well as feeding transformers have to be de-rated for this higher load. Furthermore their useful life may also be decreased.

For systems with a low power factor the transmission of electric power in accordance with existing standards results in higher expenses both for the supply distribution companies and the consumer.

Another reason for higher costs are the losses incurred via heat dissipation in the cables caused by the overall current of the system as well as via the windings of both transformers and generators. If we assume for our above example that with  $\cos\varphi = 1$  the power dissipated would amount to about 10kW, then a power factor of 0.6 would result in a 180% increase in the overall dissipation i.e. 28kW.

In general terms, as the power factor of a three phase system decreases, the current rises. The heat dissipation in the system rises proportionately by a factor equivalent to the square of the current rise.

This is the main reason why Electricity Supply Companies in modern economies demand reduction of the reactive load in their networks via improvement of the power factor. In most cases, special reactive current tariffs penalise consumers for poor power factor.

### Conclusion:

- A reduction in the overall cost of electricity can be achieved by improving the power factor to a more economic level.
- The supply will be able to support additional load which may be of benefit for an expanding company.
- Reducing the load on distribution network components by power factor improvement will result in an extension of their useful life.

## Grundlagen der Blindleistungskompensation

Unter normalen Betriebsbedingungen entnehmen elektrische Verbraucher, deren Betrieb durch den Auf- und Abbau von magnetischen Feldern begleitet wird (z.B. Induktionsmotoren, Schweißausrüstungen, Lichtbögen und Fluoreszenzleuchten) dem Netz nicht nur Wirkleistung, sondern auch induktive Blindleistung (kvar). Diese Blindleistung ist für die Funktion der Ausrüstung erforderlich, kann gleichzeitig jedoch als unerwünschte Belastung des Netzes interpretiert werden. Der Leistungsfaktor eines Verbrauchers ist als das Verhältnis von umgesetzter Wirkleistung zu dem Netz tatsächlich entnommener Scheinleistung (kW zu kvar) definiert und wird bezeichnet als  $\cos\varphi$ . Je näher der  $\cos\varphi$  bei eins liegt, um so geringer ist der Anteil von Blindleistung, die dem Netz entnommen wird.

Bei einem  $\cos\varphi = 1$  wird für die Übertragung von 500 kW in einem 400 V - Dreiphasennetz ein Strom von 722 A benötigt. Für die Übertragung der selben Wirkleistung bei einem  $\cos\varphi = 0,6$  erhöht sich der benötigte Strom auf 1203 A. Dementsprechend müssen Einspeisungs-, Übertragungs- und Verteilungseinrichtungen stärker dimensioniert werden. Außerdem kann ihre Nutzungsdauer durch die größere Belastung herabgesetzt werden.

In Systemen mit einem niedrigen Leistungsfaktor erfordert die standardgerechte Übertragung von Elektroenergie verbraucherseitig und generatorseitig erhöhte Aufwendungen.

Ein weiterer kostensteigernder Faktor ist die durch den erhöhten Gesamtstrom hervorgerufene Wärmeentwicklung in Kabeln und anderen Verteilungseinrichtungen, in Transformatoren und Generatoren. Nehmen wir einmal für unser o.g. Beispiel bei  $\cos\varphi = 1$  eine Verlustleistung im System von ca. 10 kW an, so würde sich diese bei einem  $\cos\varphi = 0,6$  um etwa 180% auf 28 kW erhöhen.

Mit sich verringerndem  $\cos\varphi$  und damit steigendem Strom steigt die Verlustleistung in einem Dreiphasennetz quadratisch an.

Das oben gesagte ist der Hauptgrund dafür, daß die Energieversorgungsunternehmen moderner Volkswirtschaften eine Reduzierung der Blindlast in ihren Versorgungsnetzen durch Verbesserung des Leistungsfaktors verlangen. In der Regel werden Verbraucher mit einem niedrigen Leistungsfaktor durch spezielle Blindleistungstarife belastet.

### Fazit:

- Der Verbraucher kann durch Verbesserung seines Leistungsfaktors eine Verringerung der Gesamtkosten für Elektrizität erreichen.
- Eine Verringerung der Blindlast ermöglicht es dem Versorger, mit gleicher Kapazität zusätzliche Nutzlast zu versorgen, welches für eine expandierende Firma von Nutzen sein kann.
- Die Verbesserung des Leistungsfaktors reduziert die Belastung der Komponenten des Verteilernetzes. Dies erhöht ihre Lebensdauer.



## Types of Power Factor Correction

A capacitive reactive power resulting from the connection of a correctly sized capacitor can compensate for the inductive reactive power required by the electrical load. This ensures a reduction in the reactive power drawn from the supply and is called Power Factor Correction.

Most common methods of power factor correction are:

**SINGLE OR FIXED PFC**, compensating for the reactive power of individual inductive loads at the point of connection so reducing the load in the connecting cables (typical for single, permanently operated loads with a constant power),

**GROUP PFC** - connecting one fixed capacitor to a group of simultaneously operated inductive loads (e.g. group of motors, discharge lamps),

**BULK PFC**, typical for large electrical systems with fluctuating load where it is common to connect a number of capacitors to a main power distribution station or substation. The capacitors are controlled by a microprocessor based relay which continuously monitors the reactive power demand on the supply. The relay connects or disconnects the capacitors to compensate for the actual reactive power of the total load and to reduce the overall demand on the supply.

A typical power factor correction system would incorporate a number of capacitor sections determined by the characteristics and the reactive power requirements of the installation under consideration. Sections of 12.5 kVAr, 25 kVAr, and 50 kVAr are usually employed. Larger stages (e.g. 100 kVAr and above) are achieved by cascading a number of smaller sections. This has the beneficial effect of reducing fluctuations in the mains caused by the inrush currents to the capacitors and minimises supply disturbances. Where harmonic distortion is of concern, appropriate systems are supplied incorporating detuning reactors.

Chart 1\_Tabelle 1

Power demand, duty cycle Leistungsbedarf, Einschaltdauer	Solution Lösung
constant power demand and long duty cycle Konstanter Leistungsbedarf und lange Einschaltdauer	single- or group-fixed PFC Einzel- oder Gruppen-Festkompensation
variable power demand and/or variable duty cycle Wechselnder Leistungsbedarf und/oder wechselnde Einschaltdauer	controlled central PFC Geregelte Zentralkompensation

## Arten der Blindleistungskompensation

Durch die Zuschaltung eines exakt berechneten Kondensators kann man der induktiven Blindlast, die durch einen elektrischen Verbraucher benötigt wird, eine kapazitive Blindlast entgegensetzen. Dies ermöglicht eine Reduzierung der Blindleistung, die dem Netz entnommen wird und wird Leistungsfaktorkorrektur oder Blindleistungskompensation genannt.

Je nach Anordnung und Einsatzform der Kondensatoren unterscheidet man:

**EINZEL- BZW. FESTKOMPENSATION**, bei der die induktive Blindleistung unmittelbar am Entstehungsort kompensiert wird, was zu einer Entlastung der Zuleitungen führt (typisch für einzelne, meist im Dauerbetrieb arbeitende Verbraucher mit konstanter oder relativ großer Leistung - Asynchronmotoren, Transformatoren, Schweißgeräte, Entladungslampen u. a.),

**GRUPPENKOMPENSATION**, bei der ähnlich der Einzelkompensation bestimmten gleichzeitig arbeitenden induktiven Verbrauchern ein gemeinsamer Festkondensator zugeordnet wird (örtlich beieinanderliegende Motoren, Entladungslampen) - auch hier werden die Zuleitungen entlastet, allerdings nur bis zur Verteilung auf die einzelnen Verbraucher,

**ZENTRALE KOMPENSATION**, bei der eine Anzahl von Kondensatoren an eine Haupt- oder Unterverteilerstation angeschlossen wird. Sie ist in großen elektrischen Systemen mit veränderlicher Last üblich. Die Kondensatoren werden hier durch einen elektronischen Regler gesteuert, welcher kontinuierlich den Blindleistungsbedarf im Netz analysiert. Dieser Regler schaltet die Kondensatoren zu bzw. ab, um die momentane Blindleistung der Gesamtlast zu kompensieren und somit den Gesamtbedarf im Netz zu reduzieren.

Eine Blindleistungskompensationsanlage beinhaltet eine Anzahl von Kondensatorengruppen, welche in Aufteilung und Staffelung den Besonderheiten und dem Blindleistungsbedarf des zu kompensierenden Netzes angepasst sind. Sehr verbreitet sind Stufen von 12,5 kvar, 25 kvar und 50 kvar. Größere Schaltstufen, z. B. 100 kvar oder mehr, werden durch die Verschaltung einer Anzahl kleinerer Abzweige erreicht. Dadurch werden die Einschaltstrombelastung des Netzes reduziert und daraus resultierende Störungen (z. B. Stromstöße) verringert. Ist das Netz mit Oberwellen behaftet, so werden die Kondensatoren in der Regel durch Filterkreisdrosseln geschützt.

## Calculation of Required Capacitor Power

The reactive power which is necessary to achieve a desired power factor is calculated by the following formula:

$$Q_c = P \cdot F$$

$Q_c$  ..... reactive power of the required correcting capacitor  
Blindleistung des erforderlichen  
Kompensationskondensators

$P$  ..... active power of the load to be corrected  
Wirkleistung der zu kompensierenden Last

## Berechnung der benötigten Kondensatorleistung

Die Blindleistung, die notwendig ist, um einen gewünschten Leistungsfaktor zu erreichen, wird mit Hilfe der folgenden Formel berechnet:

$F$  ..... conversion factor acc. to chart 2  
Umrechnungsfaktor laut Tabelle 2

Chart 2\_Tabelle 2

original power factor Ausgangsleistungsfaktor	conversion factor F for a target power factor Umrechnungsfaktor für einen Zielleistungsfaktor									
	$\cos\varphi_2$									
$\cos\varphi_1$	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
0.20	3.879	4.017	4.149	4.279	4.415	4.473	4.536	4.607	4.696	4.899
0.25	2.853	2.991	3.123	3.253	3.389	3.447	3.510	3.581	3.670	3.873
0.30	2.160	2.298	2.430	2.560	2.695	2.754	2.817	2.888	2.977	3.180
0.35	1.656	1.795	1.926	2.057	2.192	2.250	2.313	2.385	2.473	2.676
0.40	1.271	1.409	1.541	1.672	1.807	1.865	1.928	2.000	2.088	2.291
0.45	0.964	1.103	1.235	1.365	1.500	1.559	1.622	1.693	1.781	1.985
0.50	0.712	0.85	0.982	1.112	1.248	1.306	1.369	1.440	1.529	1.732
0.55	0.498	0.637	0.768	0.899	1.034	1.092	1.156	1.227	1.315	1.518
0.60	0.313	0.451	0.583	0.714	0.849	0.907	0.97	1.042	1.130	1.333
0.65	0.149	0.287	0.419	0.549	0.685	0.743	0.806	0.877	0.966	1.169
0.70		0.138	0.27	0.4	0.536	0.594	0.657	0.729	0.817	1.020
0.75			0.132	0.262	0.398	0.456	0.519	0.59	0.679	0.882
0.80				0.13	0.266	0.324	0.387	0.458	0.547	0.75
0.85					0.135	0.194	0.257	0.328	0.417	0.62
0.90						0.058	0.121	0.193	0.281	0.484
0.95								0.037	0.126	0.329





**Example:**

- a. Consumption of active energy Verbrauch an Wirkenergie:
- b. Consumption of reactive energy Verbrauch an Blindenergie:
- c. number of working hours Anzahl der Arbeitsstunden:

$$\begin{aligned} E_W &= 300.000 \text{ kWh} \\ E_B &= 400.000 \text{ kvarh} \\ t &= 600 \text{ h} \end{aligned}$$

Resulting average active power  
Durchschnittliche Wirkleistung

$$P = \frac{300.000 \text{ kWh}}{600 \text{ h}} = 500 \text{ kW}$$

Calculation of the original power factor  $\cos\varphi_1$ :  
Berechnung des Ausgangsleistungsfaktors  $\cos\varphi_1$ :

$$\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{E_B}{E_W}\right)^2 + 1}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{400.000 \text{ kvar}}{300.000 \text{ kWh}}\right)^2 + 1}} = 0.6$$

For the improvement of the power factor from 0.6 to 0.98  
we read the factor 1.13 from the chart above.

The required capacitor power is:

$$Q_C = 500 \text{ kW} \cdot 1.13 = 565 \text{ Kvar}$$

Für eine Verbesserung des Leistungsfaktors von 0,6 auf 0,98  
entnehmen wir aus unserer Tabelle den Faktor 1.13.  
Damit erhalten wir einen Bedarf an Kondensatorleistung von:

**Alternative:**

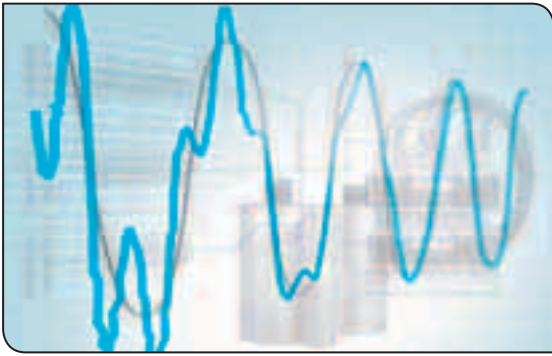
- a. reactive power tariff Blindleistungstarif:
- b. monthly costs for reactive energy Monatliche Kosten für Blindarbeit:
- c. number of working hours Anzahl der Arbeitsstunden:

$$\begin{aligned} &T/\text{kvarh} \\ c & \\ h & \end{aligned}$$

required capacitor power for  $\cos\varphi = 1$   
erforderliche Kompensationsleistung für  $\cos\varphi = 1$

$$Q_C = \frac{c}{h \cdot T/\text{kvarh}}$$





## Influence of Harmonics, Harmonic Filtering

Developments in modern semiconductor technology have led to a significant increase in the number of thyristor- and inverterfed loads.

Unfortunately these non-linear loads have undesirable effects on the incoming AC supply, drawing appreciable inductive reactive power and a non-sine-wave current. The supply system needs to be kept free of this harmonic distortion to prevent equipment malfunction.

A typical inverter current is composed of a mixture of sinewave currents; a fundamental component at the supply frequency and a number of harmonics whose frequencies are integer multiples of the line frequency (in three phase mains most of all the 5th, 7th, and 11th harmonic). The harmonics lead to a higher capacitor current, because the reactive resistance of a capacitor reduces with rising frequency.

The rising capacitor current can be accommodated by constructional improvements in the manufacture of the capacitor. However a resonating circuit between the power factor correction capacitors, the inductance of the feeding transformer and the mains may occur. If the frequency of such a resonating circuit is close enough to a harmonic frequency, the resulting circuit amplifies the oscillation and leads to immense over-currents and over-voltages.

Harmonic distortion of an AC supply can result in any or all of the following:

- Premature failure of capacitors.
- Nuisance tripping of circuit breakers and other protective devices.
- Failure or maloperation of computers, motor drives, lighting circuits and other sensitive loads.

The installation of detuned (reactor-connected) capacitors is designed to force the resonant frequency of the network below the frequency of the lowest harmonic present, thereby ensuring no resonant circuit and, by implication, no amplification of harmonic currents. Such an installation also has a partial filtering effect, reducing the level of voltage distortion on the supply, and is recommended for all cases where the share of harmonic-generating loads is more than 10% of the rated transformer power. The resonance frequency of a detuned capacitor is always below the frequency of the lowest harmonic present.

A close-tuned filter circuit however is tuned to a certain harmonic frequency and presents a very low impedance to the individual harmonic current, diverting the majority of the current into the filter bank rather than the supply.

## Einfluß von Oberwellen und deren Filterung

Die Entwicklung der modernen Halbleitertechnologien hat zu einer entscheidenden Erhöhung der Anzahl von thyristor- und konvertergesteuerten Verbrauchern geführt.

Leider üben Konverter unerwünschte Nebeneffekte auf das Wechselspannungsnetz aus, indem sie eine beachtliche induktive Blindleistung und einen nichtsinusförmigen Strom verursachen. Diese Verunreinigung des Versorgungsnetzes kann zu Beschädigungen und Fehlfunktionen von Ausrüstungen und Geräten führen.

Ein typischer Konverterstrom ist aus einer Überlagerung von verschiedenen sinusförmigen Teilströmen zusammengesetzt, d.h. einer Grundschiwingung, welche die Frequenz des Netzes aufweist, und einer Anzahl von sogenannten Harmonischen oder Oberwellen, deren Frequenzen ein Vielfaches der Netzfrequenz betragen (in Dreiphasennetzen treten vorwiegend die fünfte, siebente und elfte Oberwelle auf). Diese Oberwellen führen zu einem erhöhten Kondensatorstrom, da sich der Blindwiderstand eines Kondensators mit steigender Frequenz verringert.

Dem steigenden Kondensatorstrom kann man durch konstruktive Verbesserungen des Kondensators begegnen, allerdings wird dadurch nicht das Risiko von Resonanzerscheinungen zwischen den Leistungskondensatoren auf der einen Seite sowie der Induktivität des einspeisenden Transformators und des Netzes auf der anderen Seite beseitigt. Erweist sich nämlich die Resonanzfrequenz eines solchen Resonanzkreises nahe genug an der Frequenz einer der Oberwellen im Netz, so kann dieser Resonanzkreis die Schwingung der Oberwelle verstärken und zu immensen Überströmen und Überspannungen führen.

Die Oberwellenverunreinigung eines Wechselspannungsnetzes kann einige oder alle der nachstehenden Auswirkungen haben:

- frühzeitiges Ausfallen von Kondensatoren
- verfrühtes Ansprechen von Schutzschaltern und anderen Sicherungseinrichtungen
- Ausfall oder Fehlfunktion von Computern, Motorantrieben, Beleuchtungseinrichtungen und anderen empfindlichen Verbrauchern.

Die Installation von verdrosselten Kondensatoren soll die Resonanzfrequenz des Netzes unter die Frequenz der niedrigsten vorhandenen Oberwelle zwingen. Dadurch wird eine Resonanz zwischen den Kondensatoren und dem Netz und damit auch eine Verstärkung von Oberwellenströmen verhindert. Eine solche Installation hat auch einen Filtereffekt, indem sie den Grad der Spannungsverzerrung im Netz verringert. Sie wird deshalb für alle Fälle empfohlen, in denen der Leistungsanteil der oberwellenerzeugenden Verbraucher mehr als 10% der Transformator-Bemessungsleistung bzw. Anschlussleistung beträgt. Die Resonanzfrequenz eines verdrosselten Kondensators liegt immer unterhalb der Frequenz der niedrigsten auftretenden Oberwelle.

Ein abgestimmter Filterkreis ist dagegen speziell auf eine bestimmte Oberwellenfrequenz abgestimmt und stellt für den jeweiligen Oberwellenstrom eine sehr niedrige Impedanz dar. Dadurch wird ein Großteil des Oberwellenstromes in den Filterkreis umgeleitet.



### When is it necessary to install a detuned PFC system?

Detuned capacitors can in general be operated in any mains. In any case, they are a safer choice than non-detuned capacitors and future-proof under the conditions of more and more deteriorating power quality in modern mains.

We strongly advise to conduct a comprehensive mains analysis, including measurement of the harmonic content, before designing and installing your power factor correction equipment. In cases, however, where such analysis is not possible, cautious and conservative assessment of the situation to be expected shall be made by means of the general rules below:

### Wann ist eine verdrosselte Kompensationsanlage erforderlich?

Verdrosselte Kondensatoren können grundsätzlich in jedem Netz betrieben werden. Sie stellen in jedem Falle die sicherere Lösung im Vergleich zu unverdrosselten Kondensatoren dar und sind unter den sich immer weiter verschlechternden Netzbedingungen zukunftssicher.

Wir empfehlen dringend, vor der Konzipierung und Installation einer Kompensationsanlage eine möglichst umfassende Netzanalyse einschließlich Oberwellenmessung durchzuführen. In Fällen, wo eine solche Untersuchung im Vorfeld nicht möglich ist, sollte eine vorsichtige und konservative Abschätzung der zu erwartenden Situation anhand der nachstehenden Regeln erfolgen:

### Installation of detuned (reactor-connected) capacitors Schaltbild zur Verdrosselung von Kondensatoren

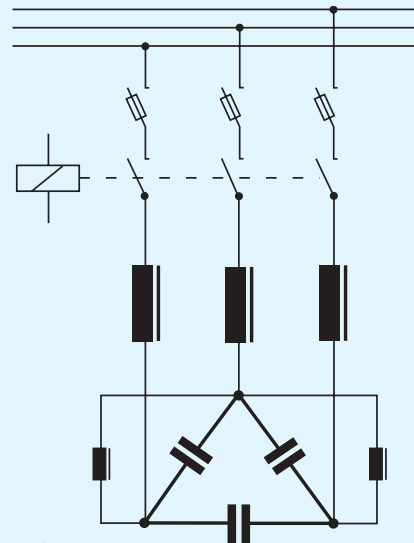


Abb.\_pic. 1

$S_{OS} : S_T$	Detuning Verdrosselung
0%...10%	non-detuned unverdrosselt
>10%...50%	detuned verdrosselt
>40%...100%	detailed calculation needed, installation of filter circuit if necessary genaue Berechnung erforderlich, ggf. Einsatz von abgestimmten Filterkreisen

abbreviations Abkürzungen:

$S_{OS}$  power of harmonic generating loads in the own network Leistung der Oberschwingungs-Erzeuger im eigenen Netz

$S_T$  rated transformer power or connection power Transformator-Bemessungsleistung oder Anschlussleistung



**Typical non-linear loads (generating harmonics)**

- converters, rectifiers, inverters, choppers
- thyristor controls, three-phase controllers
- electronic valves
- phase controls
- UPS units (inverter technology)
- discharge lamps with magnetic ballasts

**A detuned PFC system is also necessary**

- if one or more harmonic voltages in the MV mains are >2%, and/or
- if certain audio frequency control signals are used (see below)

**!** Attention: Non-detuned and detuned capacitors must never be combined together.

**Does the MV mains contain audio frequency control signals ?**

Some energy supply companies use higher-frequency signals in their medium voltage mains for the transmission of control pulses and data. These so-called "audio frequency signals" ranging typically from 160 to 1350Hz may become absorbed or distorted by, or cause resonance problems with capacitor installations. Such problems may be prevented by the selection of proper detuning reactors.

**Typische nichtlineare Verbraucher (Oberwellenerzeuger)**

- Stromrichter, Gleichrichter, Umrichter
- Thyristorsteller, Wechselsteller, Drehstromsteller
- elektronische Ventile
- Anschnittsteuerung
- USV-Anlagen (Umrichtertechnik)
- Entladungslampen mit Vorschaltgeräten

**Eine Verdrosselung ist auch erforderlich**

- wenn einzelne oder mehrere Oberschwingungsspannungen aus dem Versorgungsnetz > 2% sind und/oder
- bei bestimmten TF-Rundsteuerfrequenzen (siehe unten)

**!** Achtung: Unverdrosselte und verdrosselte Kondensatoren dürfen nicht miteinander kombiniert werden.

**Ist eine Tonfrequenz-Rundsteuerung im EVU-Netz vorhanden?**

Einige Energieversorgungsunternehmen verwenden in ihren Mittelspannungsnetzen höherfrequente Signale zur Übertragung von Steuerungsimpulsen und Daten.

Diese sogenannten „Tonfrequenzsignale“, üblicherweise im Bereich zwischen 160 und 1350Hz, können durch Kondensatoren abgesaugt oder verfälscht werden, oder schädliche Resonanzerscheinungen hervorrufen. Derartige Probleme werden durch die Auswahl einer geeigneten Verdrosselung vermieden.

Chart 3\_Tabelle 3

Capacitor/PFC system Kondensator/-anlage	audio frequency Tonfrequenz	reactive power Kompensationsleistung	activity Maßnahme
non-detuned unverdrosselt	< 250Hz	$Q_c \leq 35\%$ of von $S_T$	no specific activity keine besondere Maßnahme
		$Q_c > 35\%$ of von $S_T$	consult your power supply company and conduct mains analysis Maßnahme mit dem EVU klären und Netzuntersuchung
	> 250Hz	$Q_c \leq 10$ kvar	no specific activity keine besondere Maßnahme
		$Q_c > 10$ kvar	consult your power supply company and consider special PFC system Maßnahmen mit dem EVU klären, Sonder-Kompensationsanlage
detuned verdrosselt	< 250Hz	no restrictions keine Beschränkungen	consult your power supply company and consider special PFC system Maßnahmen mit dem EVU klären, Sonder-Kompensationsanlage
	250Hz...350Hz	no restrictions keine Beschränkungen	detuning factor Verdrosselung $\geq 7\%$
	> 350Hz	no restrictions keine Beschränkungen	detuning factor Verdrosselung $\geq 5\%$





# POWER CAPACITORS LEISTUNGSKONDENSATOREN



## DEFINITIONS AND SELECTION CRITERIA BEGRIFFE UND AUSWAHLKRITERIEN



### Rated Voltage $U_N$

Root mean square of the max. permissible value of sinusoidal AC voltage in continuous operation.

The rated voltage of the capacitors indicated in the data charts must not be exceeded even in cases of malfunction. Bear in mind that capacitors in detuned equipment are exposed to a higher voltage than that of the rated mains voltage; this is caused by the connection of detuning reactor and capacitor in series. Consequently, capacitors used with reactors must have a voltage rating higher than that of the regular mains voltage.

The voltage at a detuned capacitor's terminals can be calculated as follows:

$$U_C = \frac{U_N}{\left(1 - \frac{p}{100\%}\right)}$$

### Nennspannung $U_N$

Maximal zulässiger Effektivwert von sinusförmiger Wechselspannung im Dauerbetrieb.

Die Nennspannung der in den Datentabellen aufgeführten Kondensatoren darf - auch im Falle von Fehlfunktionen - nicht überschritten werden. Es muss auch beachtet werden, dass Kondensatoren in verdrosselten Anlagen aufgrund der Serienschaltung von Drossel und Kondensator einer höheren Spannung als der Netzennspannung ausgesetzt sind. Dementsprechend ist für verdrosselte Kondensatoren eine höhere Nennspannung zu wählen.

Die im Falle einer Verdrosselung am Kondensator anliegende Spannung lässt sich wie folgt ermitteln:

$U_N$  = rated mains voltage Netzennspannung  
 $U_C$  = capacitor voltage Kondensatorspannung  
 $p$  = detuning factor Verdrosselungsgrad



### Test Voltage Between Terminals $U_{BB}$

Routine test of all capacitors conducted at room temperature, prior to delivery. A further test with 80 % of the test voltage stated in the data sheet may be carried out once at the user's location.

### Prüfspannung Belag/Belag $U_{BB}$

Prüfspannung, mit der alle Kondensatoren als Stückprüfung zwischen den Anschlüssen vor der Auslieferung geprüft werden. Beim Anwender ist eine Wiederholung dieser Prüfung mit dem 0,8fachen Wert der Prüfspannung zulässig.



### Voltage test between terminals and case $U_{BG}$

Routine test of all capacitors between short-circuited terminals and case, conducted at room temperature. May be repeated at the user's location.

### Prüfspannung Belag/Gehäuse $U_{BG}$

Prüfspannung, mit der alle Kondensatoren zwischen den kurzgeschlossenen Anschlüssen und dem Gehäuse als Stückprüfung vor der Auslieferung geprüft werden. Wiederholung beim Anwender zulässig.



### Rated Power $Q_C$

Reactive power resulting from the ratings of capacitance, frequency, and voltage.

### Nennleistung $Q_C$

Blindleistung, die sich aus den Nennwerten von Kapazität, Frequenz und Spannung ergibt.



### Current Rating $I_N$

RMS value of the current at rated voltage and frequency, excluding harmonic distortion, switching transients, and capacitance tolerance.

### Nennstrom $I_N$

Effektivwert des Stroms bei Betrieb unter Nennspannung und -frequenz, ohne Berücksichtigung von Oberwellenanteilen oder Schaltspitzen, und Kapazitätstoleranzen.



### Maximum RMS Current Rating $I_{max}$

Maximum rms value of permissible current in continuous operation. The maximum permitted rms current for each particular capacitor is specified in the data charts and is related to either construction features or the current limits of the terminals. In accordance with IEC 60831 all ELECTRONICON capacitors are rated at least  $1.3 \times I_N$ , allowing for the current rise from permissible voltage and capacitance tolerances as well as harmonic distortion. The exact value for each capacitor can be found in the data charts. Higher rms values than stated in the data charts require adjustments in construction and are available on request.

### Maximal zulässiger Effektivstrom $I_{max}$

Maximaler Effektivwert des im Dauerbetrieb zulässigen Stromes. Der maximal zulässige Effektivstrom ist für jeden einzelnen Kondensator in den Datentabellen angegeben und ergibt sich aus konstruktiven Merkmalen oder der Stromtragfähigkeit der Anschlüsse. Gemäß IEC 60831 beträgt dieser Wert für alle ELECTRONICON Kondensatoren mindestens  $1,3 \times I_N$  und beinhaltet die Stromüberhöhungen, welche sich aus zulässigen Spannungs- und Kapazitätstoleranzen sowie Oberwellenanteilen ergeben. Der genaue Wert ist den Datentabellen zu entnehmen. Höhere Werte sind auf Anfrage durch konstruktive Maßnahmen realisierbar.

Continuous currents that exceed these values will lead to a build-up of heat in the capacitor and - as a result - reduced lifetime or premature failure. Permanent excess current may even result in failure of the capacitor's safety mechanisms, i.e. bursting or fire (see pg. 23).

Care must be taken not to exceed the maximum voltage and current ratings when installing capacitors in close-tuned or detuned equipment (see data sheets for maximum ratings). The thermal monitoring of reactors, or the use of overcurrent protection relays in the capacitor circuit is recommended to protect against overloads.

### Pulse Current Strength $I_s$

Depending on construction and voltage rating, the design of our capacitors permits short term inrush currents of 100...400 x  $I_N$  and – in accordance with IEC 60831 – up to 5000 switching operations per annum as standard. However, when switching capacitors in automatic capacitor banks without detuning reactors, higher loads are very often the case. This may have a negative effect on the operational life, especially of capacitors which are frequently connected and disconnected (e.g. primary stages). Moreover, even detuned capacitors may experience switching currents exceeding the permissible maximum current of the reactor and causing consequential damage.

We therefore strongly recommend the use of special capacitor contactors with inrush limiting resistors, or other adequate devices for limitation of the peak inrush currents.

### Temperature Category

The average useful life of a capacitor depends very much on the ambient temperatures it is operated at. The permissible operating temperatures are defined by the temperature class stated on label which contains the lower limit temperature (-40°C for all ELECTRONICON power capacitors) and a letter, which describes the values of the upper limit temperatures. The following chart details the maximum permitted ambient temperatures for capacitors for each temperature category acc. to IEC 60831.

temperature category Temperaturklasse	ambient temperature limits Umgebungstemperatur		
	Maximum	max. average over 24hrs max. Mittelwert über 24 Stunden	max. average over 365 days max. Mittelwert über 365 Tage
B	45°C	35°C	25°C
C	50°C	40°C	30°C
D	55°C	45°C	35°C
60	60°C	50°C	40°C

Chart 4\_Tabelle 4

Eine permanente Überschreitung dieser Werte führt zu einer erhöhten Eigenerwärmung des Kondensators und in der Folge zu einer verringerten Lebensdauer oder zum Ausfall des Kondensators. Eine dauerhafte starke Überlastung kann sogar zum Versagen der Sicherheitsmechanismen des Kondensators führen (siehe S. 23).

Es muß darauf geachtet werden, dass die maximalen Nennwerte von Strom und Spannung nicht überschritten werden, wenn Kondensatoren in bestimmten oder abgestimmten Filterkreisen installiert werden (siehe Maximalwerte in den Datentabellen). Wir empfehlen die Wärmeüberwachung der Drosseln oder die Benutzung von Überstromschutzrelais zum Schutz vor Überbelastungen.

### Stoßstromfestigkeit $I_s$

Je nach Bauform und Nennspannung sind unsere Kondensatoren für kurzzeitige Einschaltspitzenströme zwischen 100...400 x  $I_N$  und gemäß IEC 60831 für bis zu 5000 Schaltvorgänge pro Jahr geeignet. Es muss beachtet werden, dass oft höhere Belastungen auftreten, wenn Kondensatoren in unverdrosselten, geregelten Kompensationsanlagen geschaltet werden. Dies kann einen negativen Effekt auf die Einsatzdauer besonders jener Kondensatoren haben, die häufig zu- und abgeschaltet werden (z.B. erste Stufe). Darüber hinaus kann es selbst bei verdrosselten Kondensatoren im Einschaltmoment zu Strömen kommen, welche den zulässigen Maximalstrom der Drossel überschreiten und diese überlasten.

Wir empfehlen dringend den Einsatz spezieller Kondensatorschütze mit Vorladewiderständen oder anderer geeigneter Vorrichtungen zur Dämpfung der Einschaltspitzen.

### Temperaturklasse

Die mittlere Lebensdauer eines Kondensators hängt entscheidend davon ab, bei welchen Umgebungstemperaturen er betrieben wird. Die zulässigen Umgebungstemperaturen für den Betrieb des Kondensators werden durch die Angabe seiner Temperaturklasse definiert. Diese beinhaltet die untere Grenztemperatur (bei allen ELECTRONICON Kondensatoren -40°C) sowie einen Buchstaben, welcher die Vorgaben für die oberen Temperaturgrenzen beschreibt. Der folgenden Tabelle können die zulässigen Temperaturen der entsprechenden Temperaturklasse nach IEC 60831 entnommen werden.

Failure to follow these instructions may result in drastic reduction of operating life and failure of the capacitor or even in extreme cases the malfunction of the safety device resulting in explosion or fire.

Die Nichteinhaltung dieser Werte kann zu einer drastischen Verkürzung der Lebensdauer sowie schlimmstenfalls zu einem Ausfall bzw. dem Versagen der Sicherheitsmechanismen bis hin zu Platzen oder Entzündung des Kondensators führen.



# MOUNTING INSTRUCTIONS

## VORSCHRIFTEN ZU EINBAU UND BETRIEB

**ZVEI:**

Starkstromkondensatoren  
see also pg 78  
siehe auch Seite 78

Safe operation of the capacitors can be expected only if all electrical and thermal specifications as stated on the label, in the data sheets or catalogues and the following instructions are strictly observed.

ELECTRONICON does not accept responsibility for whatever damage may arise out of a non-observance.



### Mounting Position

Resin-filled MKP-276-capacitors shall be installed upright with terminals facing upwards. Gas-filled MKPg-275-capacitors can be mounted in any position without restrictions, however, a position with terminals pointing downwards shall be avoided!



### Mounting Location/Cooling

The useful life of a capacitor may be reduced dramatically if exposed to excessive heat. Typically an increase in the ambient temperature of 7°C will halve the expected life of the capacitor.

The permitted temperature category of the capacitor (B, C or D) is stated on the label. If extenuating circumstances give cause for doubt, special tests should be conducted to ensure that the permitted maximum ambient temperature of the capacitor is not exceeded. It should be noted that the internal heat balance of large capacitors is only reached after a couple of hours.



**To avoid overheating the capacitors must be allowed to cool unhindered and should be shielded from external heat sources. We recommend forced ventilation for all applications with detuning reactors. Give at least 20mm clearance between the capacitors for natural or forced ventilation.**

Do not place the capacitors directly above or next to heat sources such as detuning or tuning reactors, bus bars, etc.

### Vibration stress according to DIN IEC 68-2-6

Please consult us for details of permitted vibration stress in your application. Note that capacitors fitted with the EL-Dr discharge reactor must not be exposed to any vibration stress at all.

All cylindrical capacitors can be fixed sufficiently using the mounting stud at the bottom of the can. It is recommended to insert the washer which is delivered together with the mounting nut before fixing the nut.



### Connection

Fuses and cross section of the leads shall be sized for at least 1.5 times of the rated capacitor current ( $I_N$ ). Please note that the permitted maximum current according to data chart ( $I_{max}$ ) must not be exceeded. Do not exceed



Grundsätzlich ist ein sicherer Betrieb der Kondensatoren nur gewährleistet, wenn die elektrischen und thermischen Grenzwerte gemäß Typenschild, Datenblatt bzw. Katalog und die nachfolgenden Anweisungen eingehalten werden.

ELECTRONICON übernimmt keine Verantwortung für Schäden, welche aus einer Nichteinhaltung erwachsen.

### Einbaulage

Harzgefüllte MKP-276-Kondensatoren müssen stehend mit dem Anschluss-element nach oben eingebaut werden. Bitte wenden Sie sich an uns, wenn eine andere Einbaulage erforderlich ist. Gasgefüllte MKPg-275-Kondensatoren können ohne Einschränkung in jeder Lage eingebaut werden, allerdings sollte eine kopfstehende Montage vermieden werden.

### Einbauort/Kühlung

Die Lebensdauer eines Kondensators kann durch übermäßige Wärmeeinwirkung erheblich verringert werden. Im allgemeinen führt eine Erhöhung der Umgebungstemperatur um 7°C zu einer Verringerung der Lebensdauer des Kondensators um 50 %.

Die vorgegebene Temperaturklasse des Kondensators (B, C oder D) ist auf dem Etikett angegeben. In Zweifelsfällen ist durch eine Typprüfung sicherzustellen, daß die zulässige maximale Umgebungstemperatur des Kondensators nicht überschritten wird. Es muss beachtet werden, daß sich das innere Wärme Gleichgewicht bei großvolumigen Kondensatoren erst nach mehreren Stunden einstellt.

**Um Überhitzung zu vermeiden, muß gewährleistet sein, daß die Kondensatoren auftretende Verlustwärme ungehindert abführen können und vor fremden Wärmequellen abgeschirmt werden. Insbesondere bei verdrosselten Anlagen ist in jedem Falle eine Zwangslüftung zu empfehlen. Zwischen den und um die Kondensatoren herum sollten mindestens 20mm Platz für natürliche oder Zwangslüftung belassen werden.**

Bringen Sie den Kondensator nie direkt neben oder über Wärmequellen, wie Drosseln u. ä. an.

### Schwingungsbelastung nach DIN IEC 68-2-6

Auskünfte über zulässige Schwingungsbelastungen erteilen wir auf Anfrage. Es ist zu beachten, dass Kondensatoren mit aufmontierter EL-Dr Entladendrossel keiner Schwingungsbelastung ausgesetzt werden dürfen.

Für alle Kondensatoren ist die Befestigung mittels Bodenbolzen ausreichend. Vor dem Befestigen der Mutter ist die Zahnscheibe, die zusammen mit der Befestigungsmutter geliefert wird, aufzuziehen.

### Anschluß

Sicherungen und Kabelquerschnitte sind mindestens für den 1,5fachen Kondensatornennstrom ( $I_N$ ) auszulegen. Es ist zu beachten, dass der zulässige Maximalstrom laut Datentabelle ( $I_{max}$ ) nicht überschritten



the permitted max. current values per contact as specified in chart 3 even when coupling capacitors in parallel.

## Fixing torque

Do not exceed the permitted torque of the terminal screws (design K, L, M) and the mounting studs. The test values specified by IEC must be guaranteed as a minimum value.

All cylindrical capacitors are fitted with a "break action" safety mechanism (see page 23) which may cause the case to expand, especially at the crimp and at the lid.

- The capacitors shall only be connected with flexible cables or elastic copper bands.
- The folded crimps must not be held by retaining clamps.
- A clearance of at least 35mm above the terminations shall be accommodated.

**Required clearances according to applicable voltage category must be maintained even after a prolongation of the can.**

The hermetic sealing of the capacitors is extremely important for a long operating life and for the correct functioning of the break action mechanism. Please pay special attention not to damage the following critical sealing points:

- the bordering of the lid
- the connection between screw terminal and lid (design K, L, M)
- the rubber seal at the base of the tab connectors (design D)
- the soldering at the base of the tab connectors (design D)

**The soldering must not be exposed to excessive heat. It is not recommended to solder cables to the terminals (design D). Where possible use appropriate tab connectors (6.3mm) to connect the cables. The connection terminals (design K, L, M) and the tab connectors (design D) must not be bent, turned or moved in any way.**

**The bordering and the connection terminals must not be hit with heavy or sharp objects or tools (e.g. hammer, screw driver).**

**Die Lötstellen dürfen nicht übermäßiger Hitze ausgesetzt werden. Das Anlöten von Kabeln an die Anschlüsse (Bauform D) wird nicht empfohlen. Für eine feste Verbindung sollten 6,3mm-Flachsteck-Hülsen verwendet werden.**

**Die Anschlussstücke (Bauform K, L, M) und die Flachstecker (Bauform D) dürfen nicht gebogen, verdreht oder in irgendeiner anderen Form bewegt werden.**

**Die Kanten und die Anschlussteile dürfen nicht mit schweren oder scharfen Objekten bzw. Werkzeugen (z. B. Hammer, Schraubendreher) bearbeitet werden.**

werden darf. Die zulässigen Stromwerte je Anschluss lt. Tabelle 3 dürfen auch bei Koppelung von Kondensatoren nicht überschritten werden.

## Anzugs-Drehmomente

Überschreiten Sie nicht das vorgegebene Drehmoment der Anschlussschrauben (Bauform K, L, M) und der Bodenschrauben. Der Prüfwert nach IEC muss als Mindestwert eingehalten werden.

Unsere zylindrischen Leistungskondensatoren sind mit einer Überdruck-Abreißsicherung (siehe S.23) ausgestattet, deren Mechanismus bei Abschalten zu einer Verlängerung des Gehäuses, speziell an Sicke und Deckel führt.

- Die Kondensatoren dürfen nur mit flexiblen Kabeln oder elastischen Kupferbändern angeschlossen werden.
- Die Sicken dürfen in keinem Fall von Klemmen blockiert werden.
- Über den Anschlusselementen müssen mindestens 35mm Freiraum zur Ausdehnung im Überlastungsfall belassen werden.




**Die Mindestluftstrecken entsprechend der jeweiligen Spannungskategorie müssen auch nach dem Ansprechen der Sicherung gewährleistet sein!**

Für eine lange Einsatzdauer und das fehlerfreie Funktionieren der Überdrucksicherung ist eine hermetische Abdichtung der Kondensatoren von höchster Bedeutung. Es ist besonders darauf zu achten, dass folgende kritische Dichtungsstellen nicht beschädigt werden:

- die Deckelkante
- die Verbindung zwischen Schraubanschluss und Deckel (Bauform K, L, M)
- die Gummidichtung unterhalb des Flachsteckers (Bauform D)
- die Lötstelle im unteren Teil des Flachsteckers (Bauform D)



Chart 5\_Tabelle 5

design Ausführung	 mm <sup>2</sup>	 A	 Nm
D	6	16 each plug _ je Stecker	
K	6* 10**	30	1.2 ... 2.0
L	25*	43	2.5 ... 3.0
M	35* 50**	80	3.2 ... 3.7

\*[ with ferrule\_mit Aderendhülse] \*\*[ without ferrule\_ohne Aderendhülse]





## Discharge

Capacitors should be discharged to  $\leq 10\%$  of the rated voltage prior to being re-energised. For this purpose, special discharge modules are offered which can be selected in accordance with the applied operating voltage and the desired discharge period. Standard IEC 60831 requires a discharge to 75V or less within 3 minutes. Note that in automatic capacitor banks shorter discharge cycles may be required.



Use rapid discharge reactors or switchable discharge resistors for very short discharge cycles (see chapter "Accessories", pgs. 45ff).



Capacitors must be discharged and short-circuited before working on the terminals.

## Discharge Modules

For capacitors in **design L/M**, six separate discharge modules (3 x 68k $\Omega$ , 82 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 120 k $\Omega$ , 180 k $\Omega$ , 300 k $\Omega$ ) are available for the discharge of single capacitors or groups of several connected capacitors. The resistors are allocated in a finger-proof housing (IP20).

The correct size of the module to be applied can be taken from the recommendations given in the capacitor data charts. The values recommended there have been designed for a discharge below 50V within no more than 60 seconds.

For **design D** capacitors, similar discharge sets are available (IP00). The correct size of the module to be applied can be taken from the recommendations given in the capacitor data charts. The values recommended there have been designed for a discharge below 50V within no more than 70 seconds.

Capacitors in **design K** are provided with internal discharge resistors for a discharge below 50V within no more than 60 seconds as standard.

For selection charts see pgs 46f

Alternatively, the resistors to be used can be calculated with the following formula:



t	discharge period Entladezeit in (s)
$C_T$	partial capacitance of one phase Teilkapazität einer Phase
$C_{total}$	total capacitance Gesamtkapazität

### 1. three-phase capacitors Dreiphasige Kondensatoren

$$R = \frac{t}{C_T \times \ln \frac{U_B \times \sqrt{2}}{U_E}}$$

In all cases, the closest smaller discharge module shall be applied.

$U_B$	operating voltage Betriebsspannung
$U_E$	maximum permissible voltage after period t maximal erlaubte Spannung nach Zeit t
R	module resistance value Widerstandswert des Modules

### 2. single-phase capacitors Einphasige Kondensatoren

$$R = \frac{t \times 1.5}{C_{total} \times \ln \frac{U_B \times \sqrt{2}}{U_E}}$$

Sollte das Ergebnis nicht mit den o. g. Standardwerten übereinstimmen, dann ist immer das nächstkleinere Entlademodul auszuwählen.

⚠ The discharge resistors may become very hot (up to 200°C) during continuous operation.

⚠ For design L/M only: Remove the lid of the discharge module if applying protective caps to the capacitors.

## Entladung

Kondensatoren sollten vor dem erneuten Einschalten bis auf  $\leq 10\%$  ihrer Nennspannung entladen werden. Hierfür sind spezielle Entlademodule verfügbar, die je nach Betriebsspannung und notwendiger Entladezeit ausgewählt werden können. Gemäß Standard IEC 60831 wird eine Entladung innerhalb 3 min auf  $\leq 75V$  gefordert. Es ist zu beachten, dass in automatischen Kompensationsanlagen schnellere Entladezeiten benötigt werden können.

Für sehr schnelle Entladezyklen sollten Schnellentladedrosseln oder zuschaltbare Schnellentladewiderstände eingesetzt werden (vgl. Kapitel "Zubehör", S. 45ff).

Vor jeglicher Arbeit an den Anschlüssen müssen diese kurzgeschlossen und die Kondensatoren entladen sein.

## Entlademodule

Für das Entladen von Einzelkondensatoren oder Gruppen mehrerer Kondensatoren in der **Bauform L/M** sind sechs verschiedene Entlademodule (3 x 68k $\Omega$ , 82 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 120 k $\Omega$ , 180 k $\Omega$ , 300 k $\Omega$ ) erhältlich. Die Widerstände sind in berührungssicheren Gehäusen untergebracht (IP 20).

Die geeigneten Werte der anzuschließenden Module können den Datentabellen der Kondensatoren entnommen werden. Die dort empfohlenen Werte sind für eine Entladung unter 50V innerhalb von maximal 60 Sekunden ausgelegt.

Für Kondensatoren der **Bauform D** stehen ähnliche Entlade-sätze (IP00) zur Verfügung. Die geeigneten Werte können den Datentabellen entnommen werden. Die dort empfohlenen Werte sind für eine Entladung unter 50V innerhalb von maximal 70 Sekunden ausgelegt.

Kondensatoren der **Bauform K** sind werksseitig mit internen Entladewiderständen für eine Entladung unter 50V innerhalb von maximal 60 Sekunden ausgestattet.

Auswahltabellen für Entladewiderstände siehe S. 46f

Alternativ können die zu verwendenden Widerstandswerte wie folgt selbst berechnet werden:

⚠ Die Entladewiderstände können während des Dauerbetriebes sehr heiß werden (bis 200°C)

⚠ Nur für Bauform L/M: Bitte den Deckel des Entlademodules entfernen, falls Schutzkappen für Kondensatoren zur Anwendung kommen.

## Earthing

Capacitors with a metal case must be earthed at the mounting stud or by means of a separate metal strap or clamp.

## Environment

Our capacitors do not contain PCB, solvents, or any other toxic or banned materials. They do not contain hazardous substances acc. to „Chemische Verbotverordnung“ (based on European guidelines 2003/53/EG and 76/769/EWG), „Gefahrstoffverordnung“ (GefStoffV) and „Bedarfsgegenstandeverordnung (BedGgStV)“.

Not classified as „dangerous goods“ acc. to transit rules.

The capacitors do not have to be marked under the Regulations for Hazardous Goods. They are rated WGK 0 (water risk category 0 "no general threat to water").

No danger for health if applied properly. In case of skin contact with filling liquids, clean with water and soap.

All capacitors manufactured after 1st January, 2006 are made with lead-free solder tin.

## Disposal

The impregnants and filling materials contain vegetable oil or polyurethane mixtures. The gas-filled MKPg capacitors contain only neutral, ecologically sound insulation gasses. A data sheet about the impregnant utilised can be provided by the manufacturer on request.

We recommend disposing of the capacitors through professional recycling centres for electric/electronic waste.

The capacitors can be disposed of as follows:

- Disposal acc. to waste catalogue 160205 (capacitors filled with plant oil/resin).
- Solid filling materials: acc. to EWC No. 080404 ("Solid adhesives and sealants").
- Liquid filling materials which may have emerged from the capacitor shall be absorbed by proper granules and disposed of in accordance with European Waste Catalogue 080410 (PUR resin residues, not solidified).

**Caution:** When touching or wasting capacitors with activated break-action mechanism, please consider that even after days and weeks these capacitors may still be charged with high voltages!

Consult your national rules and restrictions for waste and disposal.

## Erdung

Kondensatoren im Metallgehäuse sind bei Einbau zu erden. Hierzu kann die Bodenschraube oder eine Schelle verwendet werden.

## Umweltverträglichkeit

Unsere Kondensatoren enthalten kein PCB, keine Lösemittel, oder sonstige giftige oder verbotene Stoffe, keine gefährlichen Inhaltsstoffe gemäß Chemikalien-Verbotverordnung (ChemVerbotsV), Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und Bedarfsgegenstände-Verordnung (BedGgStV).

Sie stellen kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften dar. Es ist keine Kennzeichnung nach Gefahrstoffverordnung erforderlich. Sie unterliegen nicht der TA-Luft und auch nicht der Verordnung für brennbare Flüssigkeiten (VbF). Sie sind eingestuft in die WGK 0 (Wassergefährdungsklasse Null, im Allgemeinen nicht wassergefährdend).

Bei sachgemäßer Anwendung gehen vom Produkt keine Gesundheitsgefahren aus. Bei Hautkontakt mit dem Kondensatorfüllmittel sind die betroffenen Hautpartien mit Wasser und Seife zu reinigen.

Alle ab 01.01.2006 gefertigten Kondensatoren sind mit bleifreiem Lötzinngearbeitet.

## Entsorgung

Die verwendeten Füllmittel bestehen aus Pflanzenöl oder Polyuretanmischungen. Die MKPg-Kondensatoren enthalten neutrales, physiologisch unbedenkliches Isoliergas. Ein Sicherheitsdatenblatt über die Füllmittel kann bei Bedarf angefordert werden.

Wir empfehlen, die Entsorgung über Recyclingeinrichtungen für Elektro-/Elektronik-Schrott vorzunehmen.

Die Kondensatoren können wie folgt entsorgt werden:

- Entsorgung nach Abfallschlüssel 160205 (Kondensatoren mit Pflanzenöl/Gießharz gefüllt).
- ausgehärtete Füllmittel: nach Abfallschlüssel-/EAK-Nummer 080404 (PUR-Harzrückstände, ausgehärtet)
- Eventuell ausgetretene Füllmittel sind mit ölbindenden Granulaten aufzunehmen und nach Abfallschlüssel 080410 (PUR Harzrückstände, nicht ausgehärtet) zu entsorgen.

**Vorsicht** beim Berühren und Entsorgen von Kondensatoren, bei denen die Überdrucksicherung angesprochen hat! Noch nach Tagen und Wochen können gefährliche Spannungen auftreten.

Grundsätzlich sind die jeweils gültigen nationalen Vorschriften zu beachten.





### Protection against Overvoltages and Short Circuits: Self-Healing Dielectric

All dielectric structures used in our power capacitors are "self-healing": In the event of a voltage breakdown the metal layers around the breakdown channel are evaporated by the temperature of the electric arc that forms between the electrodes. They are removed within a few microseconds and pushed apart by the pressure generated in the centre of the breakdown spot. An insulation area is formed which is reliably resistive and voltage proof for all operating requirements of the capacitor. The capacitor remains fully functional during and after the breakdown.

For voltages within the permitted testing and operating limits the capacitors are short-circuit- and overvoltage-proof.

They are also proof against external short circuits as far as the resulting surge discharges do not exceed the specified surge current limits.

### Schutz gegen Überspannungen und Kurzschlüsse: Selbstheilendes Dielektrikum

Alle in unseren Leistungskondensatoren eingesetzten dielektrischen Strukturen sind selbstheilend. Im Falle eines Kurzschlusses (Spannungsdurchschlag) verdampfen die Metallbeläge um den Durchschlagpunkt herum aufgrund der Temperatur des Lichtbogens, der sich zwischen den Elektroden bildet. Innerhalb weniger Mikrosekunden wird der Metaldampf durch den beim Durchschlag entstehenden Überdruck vom Zentrum des Durchschlages weggedrückt. Aus diese Weise bildet sich eine belagfreie Zone rings um den Durchschlagpunkt, wodurch dieser vollständig isoliert wird. Der Kondensator bleibt während und nach dem Durchschlag voll funktionsfähig.

Für Spannungen innerhalb der zugelassenen Test- und Betriebsbedingungen sind die Kondensatoren kurzschluss- und überspannungssicher. Sie sind außerdem sicher gegen äußere Kurzschlüsse, sofern bei den dabei entstehenden Stoßentladungen die zugelassenen Stoßströme nicht überschritten werden.

Self-healing breakdown  
Selbstheilender Durchschlag



### Protection Against Accidental Contact

All capacitors are checked by routine test (voltage test between shorted terminations and case:  $U_{BG} \geq 2 \times U_N + 2000V$  (at least 3000V) in accordance with IEC 60831. Accessible capacitors must be earthed at the bottom stud or with an additional earthing clamp.

The terminal block of designs K, L and M is rated IP20, i.e. it is protected against accidental finger contact with live parts. The discharge modules are designed in the same way (compare page 47). Unused contact cages of design M terminal blocks must be covered by a proper blank (available as standard accessory, see page 48).



### Berührungssicherheit

Alle Kondensatoren werden gemäß ICE 60831 100%ig der Isolationsprüfung zwischen kurzgeschlossenen Anschlüssen und Gehäuse mit einer Prüfspannung  $U_{BG} \geq 2 \times U_N + 2000V$  (mindestens jedoch 3000V) unterzogen. Trotzdem sind zugängliche Kondensatoren mittels des Bodenbolzens oder einer Metallschelle zu erden.

Das Anschlusselement der Bauformen K, L und M weist einen Schutzgrad IP20 auf, d.h. es ist vor Berührung mit dem Finger geschützt, so dass spannungsführende Teile nicht berührt werden können. Die Entladebaugruppen (siehe Seite 47) sind ebenfalls in diesen Berührungsschutz einbezogen. Ungenutzte Kontaktkäfige der Anschlusselemente in der Bauform M sind mit einem passenden Deckel abzudecken (siehe "Zubehör", Seite 48).

Capacitors in design D are not provided with protection against accidental contact as standard. They are available with protective caps on request (see page 50).



Kondensatoren der Bauform D sind nicht gegen Berührung geschützt. Auf Anfrage können sie mit einer Schutzkappe versehen werden (Seite 50).

### Protection against Overload and Failure at the end of Service Life

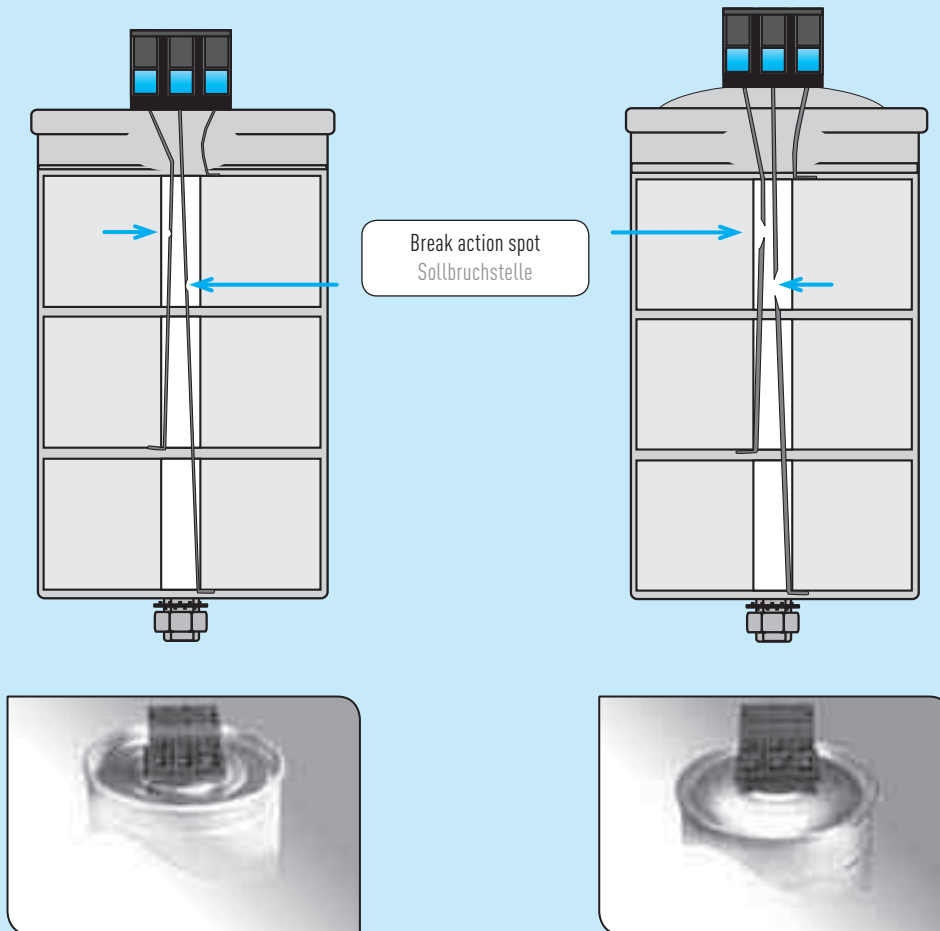
In the event of overvoltage or thermal overload or ageing at the end of the capacitor's useful service life, an increasing number of self-healing breakdowns may cause rising pressure inside the capacitor. To prevent it from bursting, the capacitor is fitted with an obligatory «break action mechanism» (BAM). This safety mechanism is based on an attenuated spot at one, two, or all of the connecting wires inside the capacitor. With rising pressure the case begins to expand, mainly by opening the folded crimp and pushing the lid upwards. As a result, the prepared connecting wires are separated at the attenuated spot, and the current path is interrupted irreversibly. It has to be noted that this safety system can act properly only within the permitted limits of loads and overloads.



### Schutz gegen Überlastung und Fehlfunktionen am Ende der Lebensdauer

Bei spannungsmäßiger oder thermischer Überlastung bzw. am Ende der Lebensdauer kann durch zahlreiche Selbstheildurchschläge ein Überdruck im Kondensator entstehen. Um ein Bersten der Gehäuse zu verhindern, sind die Kondensatoren generell mit einer **Überdruck-Abreißsicherung (BAM)** versehen. Diese Sicherung besteht aus einer Sollbruchstelle in einem, zwei oder allen Anschlussdrähten. Bei einem Überdruck im Kondensator verlängert sich das Gehäuse durch das Öffnen der gestauchten Sicke bzw. Wölbung des Metalldeckels und die Stromzufuhr zu den Kondensatorwickeln wird an den Sollbruchstellen irreversibel unterbrochen. Es ist zu beachten, daß dieses Sicherungsprinzip nur innerhalb der zulässigen Be- und Überlastungsgrenzen zuverlässig wirken kann.

Principle of the break action mechanism (exemplaric sketch)  
Prinzip der Überdruck-Abreißsicherung (Prinzipskizze)



Capacitor before functioning of the BAM  
Kondensator vor dem Abschalten durch die Überdruck-Abreißsicherung

Capacitor after functioning of the BAM  
Kondensator nach dem Abschalten durch die Überdruck-Abreißsicherung

⚠ Mind hazards of explosion and fire

Capacitors consist mainly of polypropylene (up to 90%), i.e. their energy content is relatively high. They may rupture and ignite as a result of internal faults or external overload (e.g. temperature, over-voltage, harmonic distortion). It must therefore be ensured, by appropriate measures, that they do not form any hazard to their environment in the event of failure or malfunction of the safety mechanism.

Fire Load: approx. 40 MJ/kg

Extinguish with: dry extinguisher (CO<sub>2</sub>, foam)

⚠ Berstrisiko und Brandlast beachten

Kondensatoren bestehen zu bis zu 90% aus Polypropylen, d.h. ihre Brandlast ist relativ hoch. Infolge von internen Fehlern oder externen Faktoren (z.B. Temperatur, Überspannung, Oberschwingungen) können sie platzen und sich entzünden. Deshalb ist durch geeignete Maßnahmen dafür zu sorgen, dass sie im Fehlerfall bzw. bei einem Versagen der Sicherungsmechanismen kein Risiko für ihre Umgebung darstellen.

Brandlast: ca. 40MJ/kg

Löschmittel: Trockenlöschmittel (CO<sub>2</sub>, Schaum)



## INTERNAL CONSTRUCTION INNERER AUFBAU



### Dielectric

MKP-/MKPg-/MKPS-type capacitors are based on a low-loss dielectric formed by pure polypropylene film. A thin self-healing mixture of zinc and aluminium is metallized directly on one side of the PP-film under vacuum. Our long-term experience as well as on-going research and improvements in this technology ensure the excellent self-healing characteristics of the dielectric and a long operating life of our capacitors.

The plastic film is wound into stable cylindrical windings on the most modern automated equipment. The ends of the capacitor windings are contacted by spraying with a metal contact layer, facilitating a high current load and ensuring a low-inductance connection between the terminals and windings.

The link between PP-film and zinc contact layer is highly stressed during high surge or rms currents and therefore considered very critical for operating life and reliability of the capacitor. By cutting the film for selected types in a wavelike manner, we increase the contact surface between film and zinc layer which substantially reduces this strain.



### Impregnants

The use of impregnants and/or filling materials in capacitors is necessary in order to insulate the capacitor electrodes from oxygen, humidity, and other environmental interference. Without such insulation, the metal coating would corrode, an increasing number of partial discharges would occur, the capacitor would lose more and more of its capacitance, and suffer increased dielectric losses and a reduced operating life. Therefore, an elaborate vacuum-drying procedure is initiated immediately after insertion of the capacitor elements into the aluminium case and dried insulation gas (MKPg 275), or biologically degradable plant oil (MKP 276), is introduced. Both protect the winding from environmental influence and provide an extended life-expectancy and stable capacitance.

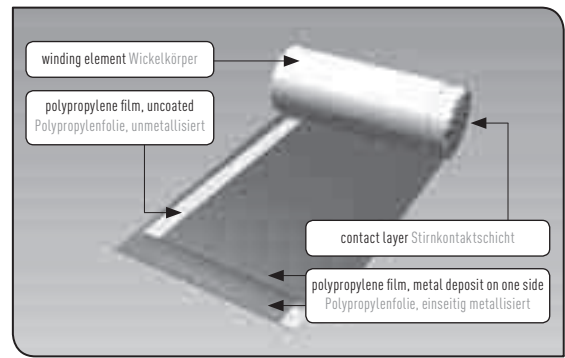


### MKPg 275 – Leakage Proof and Environmentally Friendly

The gas in our MKPg-Capacitors is inert and entirely harmless to environment. When disposing of the capacitors, no liquids or toxic gasses need to be considered.

A leakage of gas is extremely unlikely if the capacitors are handled and operated properly. It is possible to mount these capacitors in any desired position. However, should leakage occur, the leaking gas would escape into the atmosphere causing no undesirable effects to the adjacent equipment, e.g. damage, pollution, or staining. In the long run, such an unlikely event would result in a degradation of the capacitance; however, this process would take many months, during which the capacitor remains functional.

By using gas, we are reducing the weight of a capacitor on average by 15...20% compared with resin or oil filled capacitors. This makes transportation and handling of the units easier. It also supports the new concept of mounting the capacitors in almost any position.



### Dielektrikum

Kondensatoren in MKP-/MKPg-Technologie basieren auf einem verlustarmen Dielektrikum aus reiner Polypropylenfolie. Eine dünne selbstheilende Mischung aus Zink und Aluminium wird unter Vakuum direkt auf eine Seite der Polypropylenfolie aufgedampft. Unsere langjährigen Erfahrungen, ständige Forschungen und eine stetige Weiterentwicklung dieser Technologie sind Grundlage für die lange Betriebsdauer und die guten Selbstheilungscharakteristika unserer Kondensatoren.

Die auf modernsten Maschinen hergestellten einphasigen Wickel werden an beiden Enden durch Aufsprühen einer Metallschicht kontaktiert. Hierdurch wird eine hohe Strombelastbarkeit sowie eine niederinduktive Verbindung zwischen den Anschlüssen und den Wickeln garantiert.

Die Verbindung zwischen Folie und Stirnkontaktschicht wird bei hohen Stoß- oder Effektivströmen außerordentlich hoch belastet und gilt als besonders kritisch für Lebensdauer und Funktionssicherheit des Kondensators. Diese relative Belastung reduzieren wir bei ausgewählten Typen, indem wir durch wellenförmiges Schneiden der Folienbahnen die Auflagefläche der Stirnkontaktschicht vergrößern.

### Füllstoffe

Die Verwendung von Imprägniermitteln bzw. Füllstoffen ist unerlässlich, um die Elektroden des Kondensators vor Sauerstoff, Feuchtigkeit und anderen Umwelteinflüssen abzusichern. Ohne eine solche Isolation würden die Metallbeläge korrodieren und die Anzahl von Teilentladungen würde zunehmen. Ständige Kapazitätsverluste, steigende dielektrische Verluste und eine verkürzte Lebensdauer wären die Folge. Nach dem Einbau der Wickel in das Kondensatorgehäuse und sorgfältiger Vakuumtrocknung wird dieses daher bei Kondensatoren der Reihe MKPg 275 mit Gas bzw. bei Typen der Reihe MKP 276 mit biologisch abbaubarem Pflanzenöl aufgefüllt. Beides schützt den Wickel vor Umwelteinflüssen und verhilft dem Kondensator zu einer langen Lebensdauer und stabilen Kapazität.

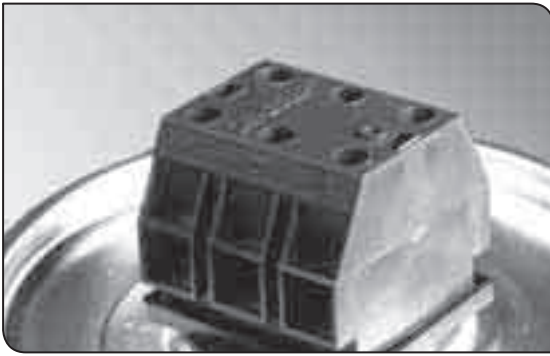
### MKPg 275 – auslaufsicher und umweltfreundlich

Das Gas, mit welchem unser MKPg-Kondensator gefüllt ist, ist völlig umweltneutral, so dass bei der Entsorgung der Kondensatoren keine Flüssigkeiten oder giftigen Gase berücksichtigt werden müssen.

Ein Austreten von Gas ist extrem unwahrscheinlich, wenn die Kondensatoren fachgerecht eingesetzt und betrieben werden. Sollte es dennoch zu einem Entweichen des Gases kommen, entstehen keinerlei Schäden, Verunreinigungen oder Belästigungen.

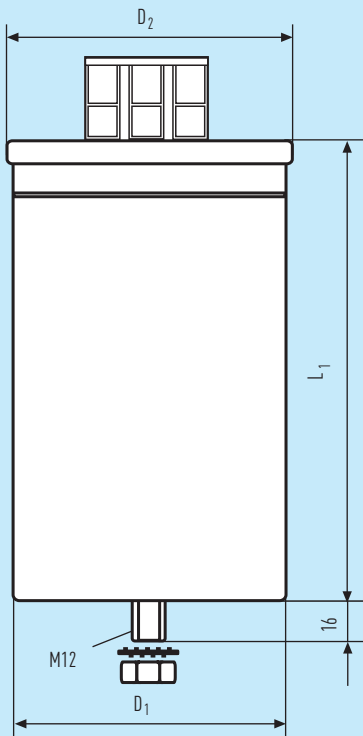
Auf lange Sicht kann Gasverlust jedoch einen schrittweisen Abbau der Kapazität nach sich ziehen. Dieser Prozess würde sich über mehrere Monate erstrecken, während derer der Kondensator weiter funktionstüchtig bleibt.

Durch die Verwendung von Gas als Füllmittel verringert sich das Gewicht unserer MKPg-Kondensatoren im Vergleich zu harz- oder ölgefüllten Kondensatoren durchschnittlich um 15...20%. Dies bringt nicht nur Vorteile bei Transport und Handhabung, sondern auch mehr Sicherheit in jeder Einbaulage.



## TERMINATION DESIGNS ANSCHLUSSFORMEN

### CAPAGRIP™ K/L/M



Diameter (mm)  
Durchmesser

D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
60	64.5
75	79.5
85	89.5
95	99.5
100	104.5
116	120.5
136	140.5

### CAPAGRIP™ K, L, M:

Ease of Assembly with High Degree of Protection

Montagefreundlich bei hohem Schutzgrad

The CAPAGRIP™ designs K, L, and M guarantee optimum sealing of the capacitors, and offer convenient connection of cables up to 50mm<sup>2</sup>. A special spring system guarantees reliable and durable operation of the clamp.

Designs L and M also permit the direct connection of discharge reactors and discharge resistor modules, as well as easy parallel connection of additional capacitors.

For single phase versions the central screw has no contact.

Die CAPAGRIP™ K, L, M gewähren den bequemen Anschluss von Kabeln mit einem Querschnitt bis zu 50 mm<sup>2</sup>. Ein spezielles Federsystem garantiert den zuverlässigen und langfristigen Halt der Klemme.

Die Bauformen L und M gestatten auch den direkten Anbau von Entladedrosseln und Entladewiderstandsmodulen sowie eine bequeme parallele Verdrahtung weiterer Kondensatoren.

Bei einphasigen Ausführungen hat die jeweils mittlere Klemme keinen Kontakt.

Series Baureihe ..... MKPg 275, MKP 276.1/276.3/276.5

Protection Schutzgrad ..... IP20

Humidity class Klimaklasse ..... C

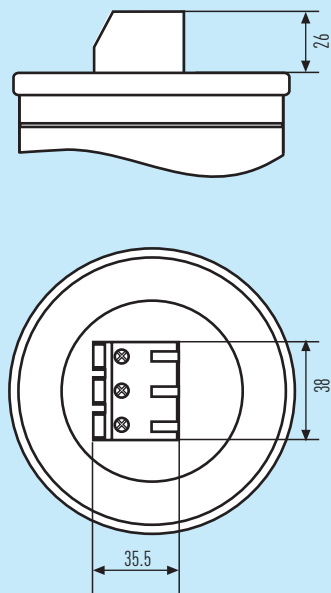
Creepage distance Kriechstrecke .. 16 mm

Air clearance Luftstrecke: ..... 16 mm

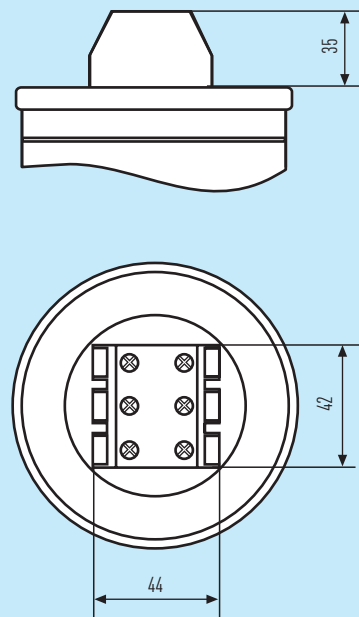




### CAPAGRIP™ K



### CAPAGRIP™ L



#### Design K

CAPACITORS WITH A DIAMETER OF 60...85 mm.

Case: pressed aluminium with base mounting stud M12, hermetically sealed by aluminium lid (press-rolled)

Terminal block:

max.cable cross section: ..... 1 x 10 mm<sup>2</sup> per contact (with ferrule)

I<sub>N</sub>: ..... up to 30 A/phase

Discharge resistors: ..... internal (installed as standard for discharge <50V within ≤60s)

KONDENSATOREN MIT EINEM DURCHMESSER VON 60...85 mm.

Gehäuse: gepresstes Aluminium mit Bodenschraube M12, hermetisch verschlossen durch Aluminiumdeckel (gebördelt)

Anschlussstück:

max.Kabelquerschnitt: ..... 1 x 10 mm<sup>2</sup> pro Kontakt (mit Aderendhülse)

I<sub>N</sub>: ..... bis zu 30 A/phase

Entladewiderstände: ..... inneliegend (fest installiert für eine Entladung <50V in ≤60s)

#### Design L

CAPACITORS WITH A DIAMETER OF 85...116 mm.

Case: pressed aluminium with base mounting stud M12, hermetically sealed by aluminium lid (press-rolled)

Terminal block:

max.cable cross section: ..... 2 x 25 mm<sup>2</sup> per contact (with ferrule)

I<sub>N</sub>: ..... up to 43A/phase

Discharge resistors: ..... available as separate item (see pgs. 46f)

KONDENSATOREN MIT EINEM DURCHMESSER VON 85...116 mm.

Gehäuse: gepresstes Aluminium mit Bodenschraube M12, hermetisch verschlossen durch Aluminiumdeckel (gebördelt)

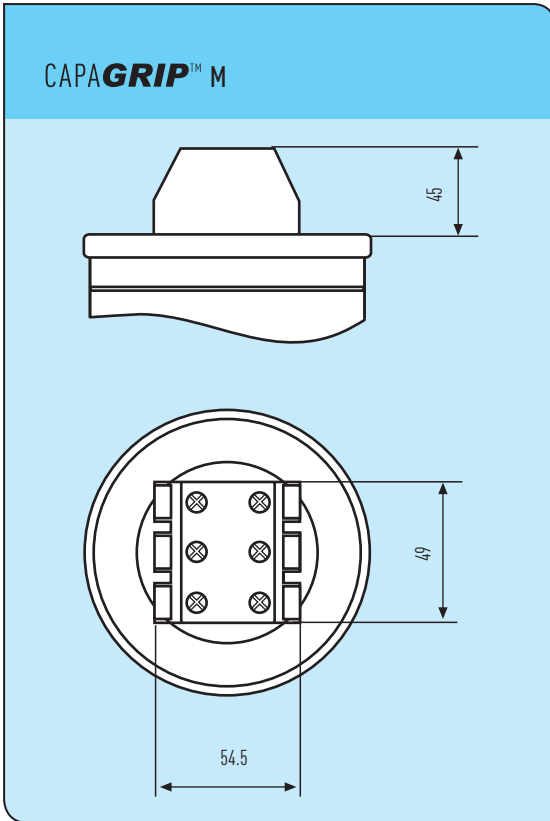
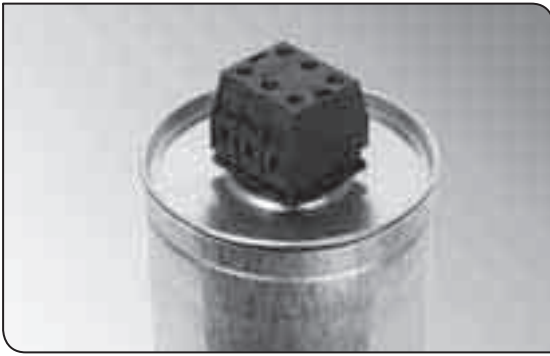
Anschlussstück:

max. Kabelquerschnitt: ..... 2 x 25 mm<sup>2</sup> pro Kontakt (mit Aderendhülse)

I<sub>N</sub>: ..... bis zu 43A/phase

Entladewiderstände: ..... separat erhältlich (siehe S. 46f)





## Design M

CAPACITORS WITH A DIAMETER OF 116...136 mm.

Case: pressed aluminium with base mounting stud M12,  
hermetically sealed by aluminium lid (press-rolled)

### Terminal block:

max.cable cross section: ..... 2 x 50 mm<sup>2</sup> per contact  
(with ferrule: 2 x 35 mm<sup>2</sup>)

I<sub>N</sub>: ..... up to 80A/phase

Discharge resistors: ..... available as separate item  
(see pgs. 46f)

KONDENSATOREN MIT EINEM DURCHMESSER VON 116...136 mm.

Gehäuse: gepresstes Aluminium mit Bodenschraube M12,  
hermetisch verschlossen durch Aluminiumdeckel (gebördelt)

### Anschlussstück:

max. Kabelquerschnitt: ..... 2 x 50 mm<sup>2</sup> pro Kontakt  
(mit Aderendhülse: 2 x 35 mm<sup>2</sup>)

I<sub>N</sub>: ..... bis zu 80A/phase

Entladewiderstände: ..... separat erhältlich (siehe S. 46f)



### Design D: The Low-cost Alternative Die kostengünstige Alternative

The low-cost alternative for single and three phase capacitors with a rated current of up to 16A/phase and diameters of 40 to 75 mm. Available with plastic protective cap and mounted discharge resistors.

Die kostengünstige Alternative für ein- und dreiphasige Kondensatoren mit einem Nennstrom von bis zu 16A/Phase und einem Durchmesser von 40 bis 75 mm. Auf Wunsch lieferbar mit Schutzkappe aus Kunststoff und montierten Entladewiderständen.

SERIES BAUREIHE ..... MKP 276.0

Protection Schutzgrad ..... IP00  
Humidity class Klimaklasse ..... F  
creepage distance Kriechstrecke .... 10 mm  
air clearance Luftstrecke ..... 8 mm

Case: pressed aluminium with base mounting stud (M12),  
hermetically sealed by plastic lid with rubber gasket

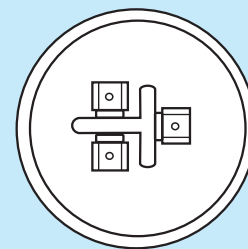
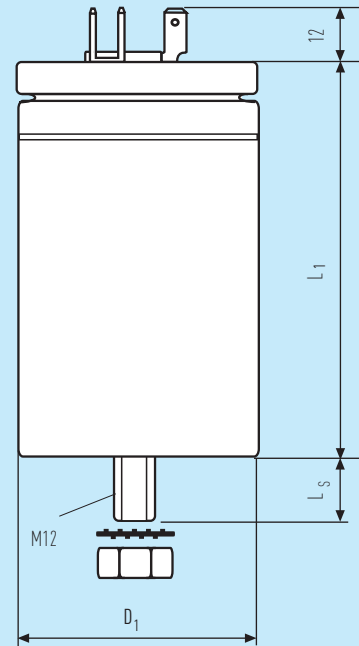
Terminals: ..... dual tab connectors (standard)  
6.3 x 0.8 mm  
 $I_N$ : ..... up to 16A/tab  
Discharge resistors: ..... available as separate item  
(see pge. 48)

Gehäuse: gepresstes Aluminium mit M12 Bodenschraube,  
hermetisch verschlossen durch Kunststoffdeckel mit Gummidichtung

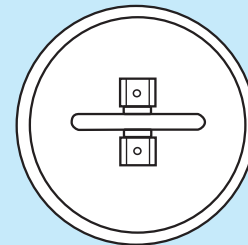
Anschlüsse: ..... Doppelflachstecker 6.3 x 0.8 mm  
 $I_N$ : ..... bis zu 16A/Flachstecker  
Entladewiderstände: ..... separat erhältlich (siehe S. 48)



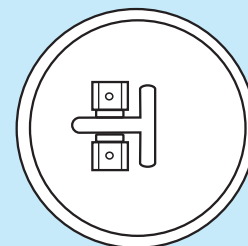
Design D  
Bauf orm D



**D3**  
3ph



**D1**  
1ph  
 $\varnothing \leq 60\text{mm}$



**D2**  
1ph  
 $\varnothing = 65...75\text{mm}$

## GENERAL TECHNICAL DATA ALLGEMEINE TECHNISCHE ANGABEN

Standards .....	IEC 60831 (2003), VDE 0560-46/47
.....	CSA C22.2 No. 190-M1985
.....	UL Standard No. 810
.....	GOST 1282-88

### approval marks Prüfzeichen




\*only design K/L/M 5...60kvar, <math>\leq 660V</math>\_\*nur Bauform K/L/M 5...60kvar, <math>\leq 660V</math>

### CE Conformity CE-Konformität

All capacitors in this brochure are declared to conform to the following European Directives:

Alle Kondensatoren in diesem Katalog stimmen mit den Vorschriften folgender Europäischer Richtlinien überein:

73/23/EWG	Low-Voltage Directive Niederspannungsrichtlinie
93/68/EWG	Directive for amendment of directive 73/23/EWG (CE-Conformity Mark)
	Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 73/23/EWG (CE-Konformitätskennzeichnung)

rated voltages Nennspannungen .....	230 ... 850 V
permitted operating voltages zulässige Betriebsspannungen .....	see data charts siehe Datentabellen
rated frequencies Nennfrequenzen .....	50/60 Hz
maximum permissible current maximal zulässiger Effektivstrom .....	1.5...2 I <sub>N</sub>
<small>details see data charts, higher values on request Details siehe Datentabellen, höhere Werte erhältlich auf Anfrage</small>	

tolerance of capacitance Kapazitätstoleranz .....	- 5 ... + 10%, $\pm 5\%$ , 0 ... + 10%
internal connection interne Schaltung .....	delta Dreieck

### filling material Füllmittel

MKPg 275 .....	inert insulation gas (N <sub>2</sub> ) neutrales Isoliergas (N <sub>2</sub> )
MKP276 .....	resin, based on vegetable oil Harz auf Pflanzenölbasis

### dissipation losses Verlustleistung

dielectric Dielektrikum .....	< 0.2 W/kvar
total capacitor gesamter Kondensator .....	0.25 ... 0.4 W/kvar
limit loss factor Grenzwert Verlustfaktor .....	$5 \times 10^{-4}$

### temperature class Temperaturklasse\*\*

$\leq 20$ kvar .....	-40°C/60
> 20 kvar .....	-40°C/D
<small>higher values on request höhere Werte auf Anfrage</small>	

humidity Luftfeuchte .....	95%
altitude abv.s.l. Höhe ü.NN .....	$\leq 4000$ m

life expectancy Lebensdauer* .....	> 150 000 h
------------------------------------	-------------

\*[permitted failure rate  $\leq 3\%$ \_bei einer zulässigen Ausfallrate  $\leq 3\%$ ]

\*\*[see page 17\_vgl. S.17]



275.\*\*\*

**GAS-FILLED GASGEFÜLLT  
230V/260V**

For operation in non-detuned or low-detuned systems  
Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<230 V)



**CAPAGRIP™**

**Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen**

24h: .....	260 V
8h/d: .....	290 V
30min/d: .....	300 V
5min (200x): .....	315 V
1min (200x): .....	340 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	800 V

**Test voltages Prüfspannungen**

U <sub>BB</sub> .....	560 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	3600 V AC/2s

**Temperature class Temperaturklasse:**

≤ 20 kvar .....	-40°C/60
> 20 kvar .....	-40°C/D

**Dissipation losses Verlustleistung**

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

**Life expectancy Lebensdauer\* .....** > 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate ≤3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50 V in **s)
<b>230V 60Hz</b>										
1.25	3 × 21	3 × 3.1	3 × 4.0	60 × 164	0.4	K	275.525-502100	10	FB7	inclusive (24)
5	3 × 84	3 × 13	3 × 16	85 × 164	1.0	K	275.555-308400	5	FB8	inclusive (47)
6.25	3 × 104	3 × 16	3 × 20	75 × 230	1.0	K	275.546-310403	5	FB9	inclusive (48)
10	3 × 167	3 × 25	3 × 38	85 × 230	1.3	L	275.156-316700	5	FB9	275.100-10180 (60)
12.5	3 × 209	3 × 31	3 × 47	95 × 230	1.5	L	275.166-320903	3	FB9	275.100-10120 (50)
15	3 × 251	3 × 38	3 × 56	100 × 230	1.7	L	275.176-325100	3	FB9	275.100-10120 (60)
20	3 × 333	3 × 50	3 × 75	116 × 230	2.3	M	275.386-333303	3	FB9	275.100-10082 (55)
<b>260V 60Hz</b>										
5	3 × 63	3 × 11	3 × 15	75 × 164	0.7	K	275.545-306300	5	FB8	inclusive (38)
10	3 × 131	3 × 22	3 × 29	75 × 230	1.0	K	275.546-313100	5	FB8	inclusive (60)
15	3 × 196	3 × 33	3 × 50	95 × 230	1.5	L	275.166-319600	3	FB9	275.100-10120 (47)
20	3 × 262	3 × 44	3 × 67	116 × 230	2.3	M	275.386-326200	3	FB9	275.100-10082 (43)
25	3 × 333	3 × 57	3 × 83	116 × 230	2.3	M	275.386-333303	3	FB9	275.100-10082 (55)

POWER CAPACITORS\_ LEISTUNGSKONDENSATOREN\_MKPg

Single phase capacitors are available on request in same design.  
Einphasige Kondensatoren in gleicher Ausführung auf Anfrage erhältlich.



For operation in non-detuned or low-detuned systems

Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<400 V)CAPA**GRIP**<sup>TM</sup>

## Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: .....	440 V
8h/d: .....	485 V
30min/d: .....	510 V
5min (200x): .....	530 V
1min (200x): .....	575 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1350 V

## Test voltages Prüfspannungen

U <sub>BB</sub> .....	950 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	3600 V AC/2s

## Temperature class Temperaturklasse:

≤ 20 kvar .....	-40°C/60
> 20 kvar .....	-40°C/D

## Dissipation losses Verlustleistung

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

Life expectancy Lebensdauer\* .....

\* (permitted failure rate bei einer Ausfallrate ≤3%)

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>400V 50Hz</b>										
2.5	3 × 17	3 × 3.6	3 × 6.0	60 × 164	0.4	K	275.525-601700	10	FB7	inclusive (38)
5	3 × 33	3 × 7.2	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-503300	5	FB8	inclusive (48)
6.25	3 × 40	3 × 9.0	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-504000	5	FB8	inclusive (30)
7.5	3 × 51	3 × 11	3 × 19	85 × 164	1.0	K	275.555-505100	5	FB8	inclusive (38)
8.3	3 × 57	3 × 12	3 × 25	75 × 230	1.3	K	275.546-505700	5	FB8	inclusive (43)
10	3 × 68	3 × 15	3 × 30	75 × 230	1.3	K	275.546-506800	5	FB9	inclusive (51)
12.5	3 × 82	3 × 18	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-508200	5	FB9	inclusive (50)
15	3 × 100	3 × 22	3 × 44	95 × 230	1.5	L	275.166-510000	3	FB9	275.100-10180 (45)
16.6	3 × 111	3 × 24	3 × 49	95 × 230	1.5	L	275.166-511100	3	FB9	275.100-10180 (50)
20	3 × 137	3 × 29	3 × 56	100 × 230	1.7	L	275.176-513700	3	FB9	275.100-10180 (60)
25	3 × 166	3 × 36	3 × 56	116 × 230	2.3	L	275.186-516600	3	FB9	275.100-10120 (50)
30	3 × 199	3 × 43	3 × 56	116 × 280	2.6	L	275.189-519900	3	FB10	275.100-10120 (60)
33.3	3 × 221	3 × 48	3 × 75	116 × 280	2.6	M	275.389-522100	3	FB10	275.100-10082 (44)
40	3 × 265	3 × 58	3 × 75	136 × 280	3.7	M	275.399-526500	2	FB10	275.100-10082 (53)
<b>400V 60Hz</b>										
2.5	3 × 14	3 × 3.6	3 × 5.0	60 × 164	0.4	K	275.525-701400	10	FB8	inclusive (32)
5	3 × 28	3 × 7.2	3 × 12	60 × 230	0.5	K	275.526-502800	10	FB9	inclusive (42)
6.25	3 × 33	3 × 9.0	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-503300	5	FB8	inclusive (48)
8.3	3 × 46	3 × 12	3 × 17	85 × 164	1.0	K	275.555-504600	5	FB8	inclusive (35)
10	3 × 57	3 × 15	3 × 25	75 × 230	1.3	K	275.546-505700	3	FB8	inclusive (43)
12.5	3 × 68	3 × 18	3 × 30	75 × 230	1.3	K	275.546-506800	5	FB9	inclusive (51)
15	3 × 82	3 × 22	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-508200	5	FB9	inclusive (50)
16.6	3 × 92	3 × 24	3 × 39	85 × 230	1.3	K	275.556-509200	5	FB9	inclusive (56)
20	3 × 111	3 × 29	3 × 49	95 × 230	1.5	L	275.166-511100	3	FB9	275.100-10180 (50)
25	3 × 137	3 × 36	3 × 56	100 × 230	1.7	L	275.176-513700	3	FB9	275.100-10180 (60)
30	3 × 166	3 × 43	3 × 56	116 × 230	2.3	L	275.186-516600	3	FB9	275.100-10120 (50)
40	3 × 221	3 × 58	3 × 75	116 × 280	2.6	M	275.389-522100	3	FB10	275.100-10082 (44)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18ff!

POWER CAPACITORS\_ LEISTUNGSKONDENSATOREN\_MKPg

Single phase capacitors are available on request in same design.  
Einphasige Kondensatoren in gleicher Ausführung auf Anfrage erhältlich.

275.\*\*\*

**GAS-FILLED GASGEFÜLLT  
380V/415V**

For operation in non-detuned or low-detuned systems  
Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<400 V)



**CAPAGRIP™**

**Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen**

24h: .....	440 V
8h/d: .....	485 V
30min/d: .....	510 V
5min (200x): .....	530 V
1min (200x): .....	575 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1350 V

**Test voltages Prüfspannungen**

U <sub>BB</sub> .....	950 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	3600 V AC/2s

**Temperature class Temperaturklasse:**

≤ 20 kvar .....	-40°C/60
> 20 kvar .....	-40°C/D

**Dissipation losses Verlustleistung**

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

**Life expectancy Lebensdauer\* .....** > 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate <3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>415V 50Hz</b>										
5.4	3 × 33	3 × 7.5	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-503300	5	FB8	inclusive (50)
7.5	3 × 46	3 × 10	3 × 22	85 × 164	1.0	K	275.555-504600	5	FB8	inclusive (35)
8.3	3 × 51	3 × 12	3 × 20	85 × 164	1.0	K	275.555-505100	5	FB8	inclusive (39)
10	3 × 62	3 × 14	3 × 27	75 × 230	1.0	K	275.546-506200	5	FB9	inclusive (47)
12.5	3 × 77	3 × 17	3 × 33	85 × 230	1.3	K	275.556-507700	5	FB9	inclusive (48)
13.3	3 × 82	3 × 19	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-508200	5	FB9	inclusive (50)
15	3 × 92	3 × 21	3 × 39	85 × 230	1.3	K	275.556-509200	5	FB9	inclusive (56)
16.6	3 × 100	3 × 23	3 × 44	95 × 230	1.5	L	275.166-510000	3	FB9	275.100-10180 (45)
20	3 × 123	3 × 28	3 × 46	95 × 230	1.5	L	275.166-512300	3	FB9	275.100-10180 (55)
25	3 × 154	3 × 35	3 × 56	116 × 230	2.3	L	275.186-515400	3	FB9	275.100-10120 (50)
30	3 × 185	3 × 42	3 × 63	116 × 230	2.3	L	275.186-518500	3	FB9	275.100-10120 (55)
40	3 × 246	3 × 56	3 × 80	136 × 245	3.7	M	275.398-524600	2	FB12	275.105-10082 (50)
<b>380V 60Hz</b>										
5.4	3 × 33	3 × 7.6	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-503300	5	FB8	inclusive (48)
7.5	3 × 46	3 × 11	3 × 22	85 × 164	1.0	K	275.555-504600	5	FB8	inclusive (33)
8.3	3 × 51	3 × 13	3 × 20	85 × 164	1.0	K	275.555-505100	5	FB8	inclusive (38)
10	3 × 62	3 × 15	3 × 27	75 × 230	1.0	K	275.546-506200	5	FB9	inclusive (47)
12.5	3 × 77	3 × 19	3 × 33	85 × 230	1.3	K	275.556-507700	5	FB9	inclusive (46)
13.3	3 × 82	3 × 20	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-508200	5	FB9	inclusive (49)
15	3 × 92	3 × 23	3 × 39	85 × 230	1.3	K	275.556-509200	5	FB9	inclusive (55)
16.6	3 × 100	3 × 25	3 × 44	95 × 230	1.5	L	275.166-510000	3	FB9	275.100-10180 (45)
20	3 × 123	3 × 30	3 × 46	95 × 230	1.5	L	275.166-512300	3	FB9	275.100-10180 (55)
25	3 × 154	3 × 38	3 × 56	116 × 230	2.3	L	275.186-515400	3	FB9	275.100-10120 (45)
30	3 × 185	3 × 46	3 × 68	116 × 280	2.6	M	275.389-518500	3	FB10	275.100-10120 (53)
40	3 × 246	3 × 61	3 × 80	136 × 245	3.7	M	275.398-524600	2	FB12	275.100-10082 (48)

Single phase capacitors are available on request in same design.  
Einphasige Kondensatoren in gleicher Ausführung auf Anfrage erhältlich.



For operation in non-detuned or low-detuned systems

Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<400 V)CAPA**GRIP**<sup>TM</sup>

## Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: .....	440 V
8h/d: .....	485 V
30min/d: .....	510 V
5min (200x): .....	530 V
1min (200x): .....	575 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1350 V

## Test voltages Prüfspannungen

U <sub>BB</sub> .....	950 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	3600 V AC/2s

## Temperature class Temperaturklasse:

≤ 20 kvar .....	-40°C/60
> 20 kvar .....	-40°C/D

## Dissipation losses Verlustleistung

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

## Life expectancy Lebensdauer\*.....&gt; 150000 h

\*(permitted failure rate\_ bei einer Ausfallrate ≤3%)

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>440V 50Hz</b>										
2.5	3 × 14	3 × 3.3	3 × 5.6	60 × 164	0.4	K	275.525-701400	10	FB8	inclusive (33)
5	3 × 28	3 × 6.6	3 × 12	60 × 230	0.5	K	275.526-502800	10	FB9	inclusive (42)
6.25	3 × 33	3 × 8.0	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-503300	5	FB8	inclusive (50)
7.5	3 × 40	3 × 10	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-504000	5	FB8	inclusive (30)
8.3	3 × 46	3 × 11	3 × 22	85 × 164	1.0	K	275.555-504600	5	FB8	inclusive (35)
10	3 × 57	3 × 14	3 × 25	75 × 230	1.3	K	275.546-505700	5	FB8	inclusive (43)
11.2	3 × 62	3 × 15	3 × 27	75 × 230	1.0	K	275.546-506200	5	FB9	inclusive (48)
12.5	3 × 68	3 × 16	3 × 30	75 × 230	1.0	K	275.546-506800	5	FB9	inclusive (53)
14.1	3 × 77	3 × 19	3 × 33	85 × 230	1.3	K	275.556-507700	5	FB9	inclusive (49)
15	3 × 82	3 × 20	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-508200	5	FB9	inclusive (52)
16.6	3 × 92	3 × 22	3 × 39	85 × 230	1.3	K	275.556-509200	5	FB9	inclusive (58)
20	3 × 111	3 × 27	3 × 49	95 × 230	1.5	L	275.166-511100	3	FB9	275.100-10180 (50)
22.5	3 × 123	3 × 30	3 × 46	95 × 230	1.5	L	275.166-512300	3	FB9	275.100-10180 (56)
25	3 × 137	3 × 33	3 × 56	100 × 230	1.7	L	275.176-513700	3	FB9	275.100-10120 (41)
28.2	3 × 154	3 × 37	3 × 56	116 × 230	2.3	L	275.186-515400	3	FB9	275.100-10120 (47)
30	3 × 166	3 × 40	3 × 56	116 × 230	2.3	L	275.186-516600	3	FB9	275.100-10120 (50)
33.3	3 × 185	3 × 44	3 × 68	116 × 280	2.6	M	275.389-518500	3	FB10	275.100-10120 (56)
40	3 × 221	3 × 53	3 × 75	116 × 280	2.6	M	275.389-522100	3	FB10	275.105-10100 (55)
<b>440V 60Hz</b>										
2.5	3 × 11	3 × 3.3	3 × 5.6	60 × 164	0.4	K	275.525-801100	10	FB8	inclusive (26)
5	3 × 22	3 × 6.6	3 × 11	60 × 164	0.4	K	275.525-502200	10	FB8	inclusive (34)
6.25	3 × 28	3 × 8.2	3 × 12	60 × 230	0.5	K	275.526-502800	10	FB9	inclusive (43)
7.5	3 × 33	3 × 10	3 × 17	75 × 164	0.7	K	275.545-503300	5	FB8	inclusive (51)
10	3 × 46	3 × 13	3 × 22	85 × 164	1.0	K	275.555-504600	5	FB8	inclusive (36)
12.5	3 × 57	3 × 16	3 × 25	75 × 230	1.3	K	275.546-505700	3	FB8	inclusive (44)
13.3	3 × 62	3 × 18	3 × 27	75 × 230	1.0	K	275.546-506200	5	FB9	inclusive (48)
15	3 × 68	3 × 20	3 × 30	75 × 230	1.0	K	275.546-506800	5	FB9	inclusive (52)
16.6	3 × 77	3 × 22	3 × 33	85 × 230	1.3	K	275.556-507700	5	FB9	inclusive (49)
20	3 × 92	3 × 26	3 × 39	85 × 230	1.3	K	275.556-509200	5	FB9	inclusive (58)
22.5	3 × 100	3 × 29	3 × 44	95 × 230	1.5	L	275.166-510000	3	FB9	275.100-10180 (45)
25	3 × 111	3 × 33	3 × 49	95 × 230	1.5	L	275.166-511100	3	FB9	275.100-10180 (50)
30	3 × 137	3 × 40	3 × 56	100 × 230	1.7	L	275.176-513700	3	FB9	275.100-10120 (41)
40	3 × 185	3 × 52	3 × 68	116 × 280	2.6	M	275.389-518500	3	FB10	275.100-10120 (56)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

275.\*\*\*

**GAS-FILLED GASGEFÜLLT  
480V**

For operation in non-detuned or low-detuned systems  
Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (≤440 V), 14% (≤415 V)



**CAPAGRIP™**

**Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen**

24h: .....	480 V
8h/d: .....	530 V
30min/d: .....	555 V
5min (200x): .....	580 V
1min (200x): .....	625 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1450 V

**Test voltages Prüfspannungen**

U <sub>BB</sub> .....	1030 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	3600 V AC/2s

**Temperature class Temperaturklasse:**

≤ 20 kvar .....	-40°C/60
> 20 kvar .....	-40°C/D

**Dissipation losses Verlustleistung**

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

**Life expectancy Lebensdauer\* .....** > 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate ≤3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeseit (<50V in **s)
<b>480V 50Hz</b>										
12.5	3 × 58	3 × 15	3 × 23	85 × 230	1.3	K	275.556-705800	5	FB9	inclusive (48)
14.7	3 × 68	3 × 18	3 × 27	85 × 230	1.3	K	275.556-606800	5	FB9	inclusive (56)
15.4	3 × 71	3 × 19	3 × 28	95 × 230	1.5	L	275.166-707100	3	FB9	275.100-10300 (56)
16.7	3 × 77	3 × 20	3 × 36	95 × 230	1.5	L	275.166-607700	3	FB9	275.100-10300 (60)
18	3 × 83	3 × 22	3 × 36	95 × 230	1.5	L	275.166-608300	3	FB9	275.100-10180 (40)
25	3 × 115	3 × 30	3 × 54	116 × 230	2.3	L	275.186-611500	3	FB9	275.100-10180 (54)
26.7	3 × 123	3 × 32	3 × 48	116 × 230	2.3	L	275.186-612300	3	FB9	275.100-10180 (58)
31	3 × 143	3 × 37	3 × 56	116 × 230	2.3	L	275.186-614300	3	FB9	275.100-10120(45)
33.3	3 × 154	3 × 40	3 × 56	116 × 245	2.5	L	275.188-615400	3	FB12	275.100-10120(48)
36	3 × 166	3 × 43	3 × 56	136 × 230	3.0	L	275.196-616601	2	FB9	275.100-10120(52)
<b>480V 60Hz</b>										
12.5	3 × 48	3 × 15	3 × 23	75 × 230	1.0	K	275.546-604800	5	FB9	inclusive (51)
15	3 × 58	3 × 18	3 × 27	85 × 230	1.3	K	275.556-705800	5	FB9	275.100-10300 (60)
20	3 × 77	3 × 24	3 × 36	95 × 230	1.5	L	275.166-607700	3	FB9	275.100-10300 (60)
25	3 × 96	3 × 30	3 × 45	100 × 230	1.7	L	275.176-609600	3	FB9	275.100-10180 (45)
30	3 × 115	3 × 36	3 × 54	116 × 230	2.3	L	275.186-611500	3	FB9	275.100-10180 (54)

POWER CAPACITORS\_ LEISTUNGSKONDENSATOREN\_MKPg

Single phase capacitors are available on request in same design.  
Einphasige Kondensatoren in gleicher Ausführung auf Anfrage erhältlich.





275.\*\*\*

GAS-FILLED GASGEFÜLLT  
480V/525V

For operation in non-detuned or low-detuned systems

Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% ( $\leq 480$  V), 14% ( $\leq 440$  V)CAPA**GRIP**<sup>TM</sup>

## Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: .....	525 V
8h/d: .....	580 V
30min/d: .....	600 V
5min (200x): .....	630 V
1min (200x): .....	680 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1600 V

## Test voltages Prüfspannungen

$U_{BB}$ .....	1130 V AC/2s
$U_{BG}$ .....	4500 V AC/2s

## Temperature class Temperaturklasse:

$\leq 20$ kvar .....	-40°C/60
$> 20$ kvar .....	-40°C/D

## Dissipation losses Verlustleistung

Dielectric Dielektrikum: .....	$< 0.2$ W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	$0.25 \dots 0.4$ W/kvar

Life expectancy Lebensdauer\* .....

\* (permitted failure rate bei einer Ausfallrate  $\leq 3\%$ )

$Q_C$ (kvar)	$C_N$ ( $\mu$ F)	$I_N$ (A)	$I_{max}$ (A)	$D_1 \times L_1$ (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset ( $< 50V$ in **s)
<b>480V 60Hz</b>										
2.5	3 × 10	3 × 3.0	3 × 5.0	60 × 164	0.5	K	275.525-801000	10	FB7	inclusive (25)
5	3 × 19	3 × 6.0	3 × 9.0	60 × 230	0.7	K	275.526-801900	10	FB9	inclusive (46)
7.5	3 × 29	3 × 9.0	3 × 15	85 × 164	0.9	K	275.555-702900	5	FB8	inclusive (47)
10	3 × 38	3 × 12	3 × 20	75 × 230	1.0	K	275.546-703803	5	FB9	inclusive (31)
12.5	3 × 48	3 × 15	3 × 25	85 × 230	1.3	K	275.556-704803	5	FB9	inclusive (39)
15	3 × 58	3 × 18	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-705800	5	FB9	inclusive (47)
20	3 × 77	3 × 24	3 × 40	100 × 230	1.7	L	275.176-707700	3	FB9	275.100-10180 (37)
25	3 × 96	3 × 30	3 × 50	116 × 230	2.3	L	275.186-809600	3	FB9	275.100-10180 (45)
30	3 × 115	3 × 36	3 × 56	116 × 280	2.6	L	275.189-811503	3	FB10	275.100-10180 (55)
40	3 × 154	3 × 48	3 × 72	136 × 245	3.7	M	275.398-715401	2	FB12	275.100-10120 (50)
<b>525V 50Hz</b>										
2.5	3 × 10	3 × 2.7	3 × 5.0	60 × 164	0.5	K	275.525-801000	10	FB7	inclusive (24)
5	3 × 19	3 × 5.5	3 × 9.0	60 × 230	0.7	K	275.526-801900	10	FB9	inclusive (47)
7.5	3 × 29	3 × 8.2	3 × 15	85 × 164	0.9	K	275.555-702900	5	FB8	inclusive (48)
10	3 × 38	3 × 11	3 × 20	75 × 230	1.0	K	275.546-703803	5	FB9	inclusive (32)
12.5	3 × 48	3 × 14	3 × 25	85 × 230	1.3	K	275.556-704803	5	FB9	inclusive (40)
15	3 × 58	3 × 17	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-705800	5	FB9	inclusive (48)
18.5	3 × 71	3 × 20	3 × 30	95 × 230	2.1	L	275.166-707100	3	FB9	275.100-10300 (57)
20	3 × 77	3 × 22	3 × 40	100 × 230	1.7	L	275.176-707700	3	FB9	275.100-10180 (37)
22	3 × 84	3 × 24	3 × 36	116 × 230	2.3	L	275.186-808401	3	FB9	275.100-10180 (41)
25	3 × 96	3 × 28	3 × 50	116 × 230	2.3	L	275.186-809600	3	FB9	275.100-10180 (47)
30	3 × 115	3 × 33	3 × 56	116 × 280	2.6	L	275.189-811503	3	FB10	275.100-10180 (56)
37	3 × 143	3 × 41	3 × 56	116 × 280	2.6	L	275.189-714301	3	FB10	275.105-10120 (45)
40	3 × 154	3 × 44	3 × 72	136 × 245	3.7	M	275.398-715401	2	FB12	275.105-10120 (50)
<b>525V 60Hz</b>										
12	3 × 38	3 × 13	3 × 20	75 × 230	1.0	K	275.546-703803	5	FB9	inclusive (32)
15	3 × 48	3 × 17	3 × 25	85 × 230	1.3	K	275.556-704803	5	FB9	inclusive (40)
18	3 × 58	3 × 20	3 × 30	85 × 230	1.3	K	275.556-705800	5	FB9	inclusive (48)
24	3 × 77	3 × 26	3 × 40	100 × 230	1.7	L	275.176-707700	3	FB9	275.100-10180 (37)
30	3 × 96	3 × 33	3 × 50	116 × 230	2.3	L	275.186-809600	3	FB9	275.100-10180 (47)
36	3 × 115	3 × 40	3 × 56	116 × 280	2.6	L	275.189-811503	3	FB10	275.100-10180 (56)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

POWER CAPACITORS\_ LEISTUNGSKONDENSATOREN\_MKPg

Single phase capacitors are available on request in same design.  
Einphasige Kondensatoren in gleicher Ausführung auf Anfrage erhältlich.

275.\*\*\*

**GAS-FILLED GASGEFÜLLT  
600V/690V**

For operation in non-detuned or low-detuned systems  
Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (≤600 V), 14% (≤580 V)

**CAPAGRIP™** \*) only 600V\_nur 600V

**Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen**  
 24h: ..... 690 V  
 8h/d: ..... 760 V  
 30min/d: ..... 795 V  
 5min (200x): ..... 830 V  
 1min (200x): ..... 900 V  
 max. peak rating zulässiger Spitzenwert ..... 2100 V

**Temperature class Temperaturklasse:**  
 ≤ 20 kvar ..... -40°C/60  
 > 20 kvar ..... -40°C/D

**Test voltages Prüfspannungen**  
 U<sub>BB</sub> ..... 1485 V AC/2s  
 U<sub>BG</sub> ..... 4500 V AC/2s

**Dissipation losses Verlustleistung**  
 Dielectric Dielektrikum: ..... < 0.2 W/kvar  
 Total capacitor Kondensator gesamt: ..... 0.25 ... 0.4 W/kvar

**Life expectancy Lebensdauer\*** ..... > 150000 h  
\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate ≤3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>600V 60Hz</b>										
2.7	3 × 6.6	3 × 2.6	3 × 4.4	60 × 164	0.5	K	275.525-496600	10	FB7	inclusive (18)
5	3 × 12	3 × 4.8	3 × 7.7	75 × 230	1.0	K	275.546-501200	5	FB9	inclusive (32)
10	3 × 25	3 × 9.6	3 × 14	85 × 230	1.3	K	275.556-402500	5	FB9	inclusive (44)
12.5	3 × 31	3 × 12	3 × 18	95 × 230	1.5	L	275.166-403100	3	FB9	275.100-10300 (26)
15	3 × 37	3 × 14	3 × 22	116 × 230	2.1	L	275.186-503700	3	FB9	275.100-10300 (31)
20	3 × 49	3 × 19	3 × 29	116 × 280	2.6	L	275.189-504900	3	FB10	275.100-10300 (42)
22.7	3 × 56	3 × 22	3 × 33	116 × 230	2.3	L	275.186-405600	3	FB9	275.100-10300 (48)
25	3 × 62	3 × 24	3 × 43	136 × 230	2.9	M	275.396-406203	2	FB12	275.100-10300 (53)
25	3 × 62	3 × 24	3 × 36	116 × 280	2.6	L	275.189-406200	3	FB10	275.100-10300 (53)
30	3 × 74	3 × 29	3 × 43	116 × 280	2.6	L	275.189-407400	3	FB10	275.100-10180 (38)
<b>690V 50Hz</b>										
8.3	3 × 19	3 × 7.0	3 × 12	75 × 230	1.0	K	275.546-401900	5	FB9	inclusive (52)
11.2	3 × 25	3 × 9.4	3 × 14	85 × 230	1.3	K	275.556-402500	5	FB9	inclusive (46)
12.5	3 × 28	3 × 11	3 × 17	116 × 164	1.6	L	275.185-402800	3	FB8	275.100-10300 (25)
13.3	3 × 31	3 × 11	3 × 18	95 × 230	1.5	L	275.166-403100	3	FB9	275.100-10300 (28)
16.6	3 × 37	3 × 14	3 × 22	116 × 230	2.3	L	275.186-503700	3	FB9	275.100-10300 (33)
20	3 × 46	3 × 17	3 × 27	116 × 230	2.3	L	275.186-404600	3	FB9	275.100-10300 (41)
25	3 × 56	3 × 21	3 × 33	116 × 230	2.3	L	275.186-405600	3	FB9	275.100-10300 (50)
27.8	3 × 62	3 × 23	3 × 43	136 × 230	2.9	M	275.396-406203	2	FB12	275.100-10300 (55)
27.8	3 × 62	3 × 23	3 × 36	116 × 280	2.6	L	275.189-406200	3	FB10	275.100-10300 (55)
33	3 × 74	3 × 28	3 × 43	116 × 280	2.6	L	275.189-407400	3	FB10	275.105-10180 (40)

POWER CAPACITORS\_ LEISTUNGSKONDENSATOREN\_MKPg

Single phase capacitors are available on request in same design.  
Einphasige Kondensatoren in gleicher Ausführung auf Anfrage erhältlich.



For operation in non-detuned or low-detuned systems

Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
760 V: 5.67% ...7%, 800 V: 5.67%...14% (≤690 V)



CAPAGRIP™

Temperature class Temperaturklasse:

≤ 20 kvar ..... -40°C/60  
> 20 kvar ..... -40°C/D

Dissipation losses Verlustleistung

Dielectric Dielektrikum: ..... < 0.2 W/kvar  
Total capacitor Kondensator gesamt: ..... 0.25 ... 0.4 W/kvar

Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: ..... 760 V  
8h/d: ..... 840 V  
30min/d: ..... 875 V  
5min (200x): ..... 915 V  
1min (200x): ..... 990 V  
max. peak rating zulässiger Spitzenwert ..... 2300 V

Life expectancy Lebensdauer\* ..... > 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate ≤3%)

Test voltages Prüfspannungen

U<sub>BB</sub> ..... 1635 V AC/2s  
U<sub>BG</sub> ..... 4500 V AC/2s

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>760V 50Hz</b>										
6	3 × 12	3 × 4.9	3 × 8.0	75 × 230	1.0	K	275.546-501200	5	FB9	inclusive (34)
13	3 × 23	3 × 9.5	3 × 14	85 × 230	1.3	K	275.556-402300	5	FB9	inclusive (43)
15	3 × 28	3 × 11	3 × 19	116 × 164	1.6	L	275.185-402800	3	FB8	275.106-10300 (25)
20	3 × 37	3 × 15	3 × 24	116 × 230	2.3	L	275.186-503700	3	FB9	275.106-10300 (34)
25	3 × 46	3 × 19	3 × 28	116 × 230	2.3	L	275.186-404600	3	FB9	275.106-10300 (42)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: ..... 800 V  
8h/d: ..... 880 V  
30min/d: ..... 920 V  
5min (200x): ..... 960 V  
1min (200x): ..... 1040 V  
max. peak rating zulässiger Spitzenwert ..... 2400 V

Test voltages Prüfspannungen

U<sub>BB</sub> ..... 1720 V AC/2s  
U<sub>BG</sub> ..... 4500 V AC/2s

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>800V 50Hz</b>										
6.7	3 × 11	3 × 4.8	3 × 8.0	85 × 164	1.0	K	275.555-501100	5	FB8	inclusive (32)
7	3 × 12	3 × 5.3	3 × 8.0	75 × 230	1.0	K	275.546-501200	5	FB9	inclusive (35)
10	3 × 17	3 × 7.2	3 × 11	85 × 230	1.3	K	275.556-501700	5	FB9	inclusive (48)
16.7	3 × 28	3 × 12	3 × 19	95 × 230	1.5	L	275.166-502800	3	FB9	275.106-10180 (47)
22	3 × 37	3 × 16	3 × 24	116 × 230	2.3	L	275.186-503700	3	FB9	275.106-10120 (42)
26.7	3 × 44	3 × 19	3 × 29	136 × 230	2.9	L	275.196-504400	2	FB12	275.106-10120 (50)
28.9	3 × 48	3 × 21	3 × 32	136 × 230	2.9	L	275.196-504800	2	FB12	275.106-10120 (54)
30	3 × 49	3 × 21	3 × 32	116 × 280	2.6	L	275.189-504900	3	FB10	275.106-10120 (55)
31.2	3 × 52	3 × 23	3 × 34	136 × 230	2.9	L	275.196-505200	2	FB12	275.106-10120 (58)
33.3	3 × 55	3 × 24	3 × 36	136 × 230	2.9	L	275.196-505500	2	FB12	275.106-10120 (60)

Single phase capacitors are available on request in same design.  
Einphasige Kondensatoren in gleicher Ausführung auf Anfrage erhältlich.



276./E62.\*\*\*

RESIN-FILLED HARZGEFÜLLT

# Filter (Heavy Duty)

acc. to nach IEC 61071, IEC 60831

Designed for filtering in three phase mains, especially for operation in low-detuned or close-tuned systems, with exact calculation of the capacitor according to IEC 61071 ("Capacitors for Power Electronics").

The capacitors are filled with liquid PUR resin. Thanks to their construction they have a very low series resistance and a small self-inductance, and are suited for high surge voltages. The standard design has a capacitance tolerance of ±5%. Tighter tolerances are available on request.

The operating life of a filter capacitor depends very much on the hotspot temperature  $\Theta_{\text{HOTSPOT}}$  (please see detailed diagram in our catalogue »Capacitors for Power Electronics«). For determination of the hotspot temperature, the exact harmonic load must be calculated using the formulas and values stated below.

Geeignet für Filteranwendungen in dreiphasigen Netzen, speziell für den Betrieb in verstimmtten und abgestimmten Filterkreisen bei genauer Berechnung der Kondensatorauslegung nach IEC 61071 (Kondensatoren für die Leistungselektronik).

Die Kondensatoren sind mit flüssigem PUR-Harz gefüllt. Sie zeichnen sich durch besonders geringe Serienwiderstände und eine niedrige Eigeninduktivität aus und sind speziell für hohe Stoßspannungen geeignet. In der Standardausführung beträgt die Kapazitätstoleranz ±5%. Engere Toleranzen sind auf Anfrage möglich.

Die Lebensdauer eines Filterkondensators ist stark abhängig von der Hotspot-Temperatur  $\Theta_{\text{HOTSPOT}}$  (hierzu s.a. detailliertes Diagramm im Katalog „Kondensatoren für die Leistungselektronik“). Für die Bestimmung der Hotspot-Temperatur ist die konkrete Oberwellenbelastung ausschlaggebend, welche mit Hilfe der nachfolgenden Formeln und Werte berechnet werden kann.

- 1. Reactive power of the capacitor for each present harmonic  
Blindleistung des Kondensators für jede auftretende Oberschwingung

$$Q(f_i) = U_i^2 \cdot 2\pi f_i \cdot C$$

- 2. Dissipation loss factor for each occuring harmonic frequency  $f_i$   
Verlustfaktor für jede auftretende Oberwellenfrequenz  $f_i$

$$\tan \delta(f_i) = \tan \delta_0 + 2\pi f_i \cdot R_s \cdot C \quad \tan \delta_0 = 2 \cdot 10^{-4}$$

- 3. Total dissipation loss power  
Gesamtverlustleistung

$$P_V = Q_{50\text{Hz}} \cdot \tan \delta_{50\text{Hz}} + \sum_{i=3}^n Q_i(f_i) \cdot \tan \delta_i(f_i)$$

- 4. Build- up of heat inside the capacitor  
Eigenerwärmung des Kondensators

$$\Delta T = P_V \cdot R_{th}$$

- $f_i$  ..... Harmonic frequency Oberwellenfrequenz
- $U_i$  ..... Harmonic voltage Oberwellenspannung
- $R_{th}$  ..... Thermal resistance of the capacitor  
..... thermischer Widerstand des Kondensators
- $R_s$  ..... Series resistance of the capacitor  
..... Serienwiderstand des Kondensators

- 5. Calculation of the hotspot temperature  
Bestimmung der Hotspot-Temperatur

$$\Theta_{\text{HOTSPOT}} = \Theta_{\text{AMBIENT}} + \Delta T$$



276./E62.\*\*\*

## RESIN-FILLED HARZGEFÜLLT Filter (Heavy Duty)

acc. to nach IEC 61071, IEC 60831



CAPAGRIP™

### Max. peak voltage rating

Zulässige Spitzenspannung .....  $3 \times U_N$ 

### Test voltages Prüfspannungen

 $U_{BB}$  .....  $2.15 \times U_{eff}/2s$  $U_{BG}$  ..... 4800V AC/2s

Storing temperature Lagertemperatur ..... -40...+85°C

### Lower category temperature

untere Grenztemperatur ..... -40°C

 $\Theta_{Hotspot}$  ..... 85°C

Service life Lebensdauer\* ..... &gt; 150.000 h

..... ( $\Theta_{HOTSPOT} \leq 65^\circ\text{C}$ )\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate  $\leq 3\%$ )

$C_N$ ( $\mu\text{F}$ )	$U_{eff}$ (V)	$U_{AC}$ (V)	$Q_C @ U_{eff}$ (kvar)	$R_s$ (m $\Omega$ )	$R_{th}$ (K/W)	$I_N$ (A)	$I_{max}^*$ (A)	$D_1 \times L_1$ (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stck/box	Box
3 × 8.0	850	1200	5.4	3 × 1.3	4.9	3 × 3.7	3 × 43	75 × 164	0.8	L	E62.M16-802L30	5	FB8
3 × 9.7	765	1080	5.3	3 × 1.3	4.9	3 × 4.0	3 × 43	75 × 164	0.8	L	E62.M16-972L30	5	FB8
3 × 11	765	1080	6	3 × 1.2	4.9	3 × 4.6	3 × 43	75 × 164	0.8	L	E62.M16-113L30	5	FB8
3 × 12	850	1200	8.2	3 × 1.1	4.3	3 × 5.6	3 × 43	85 × 164	1.0	L	E62.N16-123L30	5	FB8
3 × 17	760	1080	9.1	3 × 0.8	3.9	3 × 6.9	3 × 43	95 × 164	1.2	L	276.165-401701	3	FB8
3 × 18	765	1080	10	3 × 0.8	3.9	3 × 7.7	3 × 43	95 × 164	1.2	L	E62.P16-183L30	3	FB8
3 × 22	765	1080	12	3 × 0.7	3.7	3 × 9.2	3 × 43	100 × 164	1.5	L	E62.Q16-223L30	3	FB8
3 × 23	850	1200	16	3 × 0.5	2.9	3 × 11	3 × 43	100 × 196	1.4	L	E62.Q19-233L30	3	FB9
3 × 25	850	1200	17	3 × 0.6	3.2	3 × 12	3 × 43	116 × 164	2.1	L	E62.R16-253L30	3	FB8
3 × 28	765	1080	15	3 × 0.4	3.2	3 × 12	3 × 43	116 × 164	2.1	L	E62.R16-283L30	3	FB8
3 × 33	760	1080	18	3 × 0.7	3.2	3 × 14	3 × 43	116 × 164	2.1	L	276.185-403301	3	FB8
3 × 33	1000	1400	31	3 × 0.5	1.8	3 × 18	3 × 43	136 × 230	3.7	L	276.196-703301	2	FB9
3 × 38	600	850	13	3 × 0.8	3.5	3 × 12	3 × 43	100 × 164	1.5	L	E62.Q16-383L30	3	FB8
3 × 49	850	1200	33	3 × 0.65	1.8	3 × 23	3 × 43	116 × 280	2.9	L	276.189-504903	3	FB10
3 × 56	760	1080	30	3 × 0.4	2.3	3 × 23	3 × 43	136 × 196	2.8	L	276.193-405601	2	FB9
3 × 56	760	1080	30	3 × 0.4	2.3	3 × 23	3 × 80	136 × 196	2.8	M	276.393-405601	2	FB9
3 × 56	850	1200	38	3 × 0.45	1.8	3 × 26	3 × 43	136 × 230	3.7	L	276.196-505601	2	FB9
3 × 56	850	1200	38	3 × 0.45	1.8	3 × 26	3 × 80	136 × 230	3.7	M	276.396-505601	2	FB9

Mind Mounting and Operation Instructions on pgs. 18 ff and further application notes given in our catalogue "Capacitors for Power Electronics"!

Beachten Sie die Hinweise zu Einbau und Betrieb auf den Seiten 18 ff sowie weitergehende Anwendungshinweise in unserem Katalog „Kondensatoren für die Leistungselektronik“!

\* Note: The value  $I_{max}$  stated in the data chart is related to the maximum permissible rms current of the terminal. For calculation of the individual rms current of each capacitor,  $R_s$ ,  $R_{th}$ , and the ambient temperature  $\Theta_{ambient}$ , need to be considered. For details of the calculation compare the section "Calculation Example" in our catalogue "Capacitors for Power Electronics".

\* Achtung: Die Angabe  $I_{max}$  in der Datentabelle bezieht sich auf den maximal zulässigen Effektivstrom für das Anschlussstück. Für die Bestimmung des zulässigen Betriebsstroms eines Kondensators ist eine individuelle Berechnung unter Einbeziehung von  $R_s$ ,  $R_{th}$  sowie der Umgebungstemperatur  $\Theta_{ambient}$  erforderlich. Vgl. hierzu die o.a. Ausführungen zur Verlustleistung sowie den Abschnitt „Berechnungsbeispiel“ im Katalog „Kondensatoren für die Leistungselektronik“.



276.\*\*\*

RESIN-FILLED HARZGEFÜLLT  
230V

For operation in non-detuned or low-detuned systems  
Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<230 V)



Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: .....	250 V
8h/d: .....	255 V
30min/d: .....	265 V
5min (200x): .....	280 V
1min (200x): .....	300 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	700 V

Test voltages Prüfspannungen

U <sub>BB</sub> .....	495 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	3600 V AC/2s

Temperature class Temperaturklasse: ..... -40°C/D

Dissipation losses Verlustleistung

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

Life expectancy Lebensdauer\* ..... > 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate ≤3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>230V 60Hz, 1 ph</b>										
0.67	33	2.9	3.8	40 × 143	0.2	D1	276.016-503310	36	FBO	275.111-10301 (19)
1.33	66	5.8	7.6	50 × 148	0.3	D1	276.036-506610	18	FBO	275.111-10301 (37)
1.67	83	7.3	9.5	60 × 148	0.5	D1	276.056-508310	18	FBO	275.111-10301 (47)
3.3	165	14	20	60 × 148	0.5	D1	276.056-316510	18	FBO	275.111-10181 (56)
4	200	17	20	65 × 148	0.6	D2	276.066-320010	10	FBO	275.111-10181 (70)
<b>230V 60Hz, 3 ph</b>										
1	3 × 17	3 × 2.5	3 × 4.0	50 × 151	0.3	D3	276.036-601700	21	FBO	275.110-10301 (29)
2	3 × 34	3 × 5.0	3 × 8.0	75 × 155	0.7	D3	276.076-503400	8	FB7	275.110-10301 (57)
3	3 × 50	3 × 7.5	3 × 12	75 × 155	0.7	D3	276.076-405000	8	FB7	275.110-10201 (56)
4	3 × 68	3 × 10	3 × 16	75 × 215	1.0	D3	276.078-506800	10	FB8	275.110-10121 (46)
5	3 × 84	3 × 13	3 × 20	60 × 215	0.7	D3	276.058-308400	12	FB8	275.110-10121 (57)



For operation in non-detuned or low-detuned systems

Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<400 V)

## Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: .....	440 V
8h/d: .....	485 V
30min/d: .....	510 V
5min (200x): .....	530 V
1min (200x): .....	575 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1350 V

## Test voltages Prüfspannungen

$U_{BB}$ .....	950 V AC/2s
$U_{BG}$ .....	3600 V AC/2s

Temperature class Temperaturklasse: ..... -40°C/D

## Dissipation losses Verlustleistung

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

Life expectancy Lebensdauer\* ..... &gt; 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate &lt;3%)

$Q_C$ (kvar)	$C_N$ ( $\mu$ F)	$I_N$ (A)	$I_{max}$ (A)	$D_1 \times L_1$ (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeseit (<50V in **s)
<b>400V 50Hz, 1 ph</b>										
1.67	33	4.2	5.5	40 × 143	0.2	D1	276.016-503310	36	FB0	275.111-10301 (24)
3.3	66	8.3	11	50 × 148	0.3	D1	276.036-506610	18	FB0	275.111-10301 (48)
4.17	83	10	14	60 × 148	0.5	D1	276.056-508310	18	FB0	275.111-10301 (62)
6.67	133	17	22	65 × 188	0.6	D2	276.067-513310	10	FB8	275.111-10181 (58)
<b>400V 50Hz, 3 ph</b>										
1.25	3 × 8.3	3 × 1.8	3 × 3.0	50 × 151	0.3	D3	276.036-798300	21	FB0	275.110-10301 (18)
1.5	3 × 9.6	3 × 2.1	3 × 3.7	50 × 151	0.3	D3	276.036-799600	21	FB0	275.110-10301 (21)
2.5	3 × 17	3 × 3.6	3 × 7.2	50 × 151	0.3	D3	276.036-501700	21	FB0	275.110-10301 (37)
5	3 × 34	3 × 7.2	3 × 14	75 × 155	0.7	D3	276.076-503400	8	FB7	275.110-10201 (49)
6.25	3 × 42	3 × 9.0	3 × 14	75 × 155	0.7	D3	276.076-504200	8	FB7	275.110-10181 (55)
7.5	3 × 50	3 × 11	3 × 17	75 × 155	0.7	D3	276.076-405000	8	FB7	275.110-10121 (44)
10	3 × 68	3 × 14	3 × 20	75 × 215	1.0	D3	276.078-506800	10	FB8	275.110-10121 (59)
<b>400V 60Hz, 3 ph</b>										
2.5	3 × 14	3 × 3.6	3 × 5.7	50 × 151	0.3	D3	276.036-501400	21	FB0	275.110-10301 (31)
3.12	3 × 17	3 × 4.5	3 × 7.2	50 × 151	0.3	D3	276.036-501700	21	FB0	275.110-10301 (37)
5	3 × 28	3 × 7.2	3 × 12	65 × 155	0.5	D3	276.066-502800	10	FB7	275.110-10201 (41)
6.25	3 × 34	3 × 9.0	3 × 14	75 × 155	0.7	D3	276.076-503400	8	FB7	275.110-10201 (49)
10	3 × 57	3 × 14	3 × 20	65 × 215	0.8	D3	276.068-505500	10	FB8	275.110-10121 (48)
12.5	3 × 68	3 × 18	3 × 20	75 × 215	1.0	D3	276.078-506800	10	FB8	275.110-10121 (59)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

276.\*\*\*

**RESIN-FILLED HARZGEFÜLLT  
380V/415V**

For operation in non-detuned or low-detuned systems  
Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<400 V)



**Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen**

24h: .....	440 V
8h/d: .....	485 V
30min/d: .....	510 V
5min (200x): .....	530 V
1min (200x): .....	575 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1350 V

**Test voltages Prüfspannungen**

U <sub>BB</sub> .....	950 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	3600 V AC/2s

Temperature class Temperaturklasse: ..... -40°C/D

**Dissipation losses Verlustleistung**

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

Life expectancy Lebensdauer\* ..... > 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate <=3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>415V 50Hz, 1 ph</b>										
3.33	62	8	11	50 × 148	0.3	D1	276.036-506210	21	FB0	275.111-10301 (45)
4.17	77	10	13	55 × 148	0.4	D1	276.046-507710	18	FB0	275.111-10301 (57)
6.7	124	16	21	65 × 155	0.6	D2	276.066-512410	10	FB7	275.111-10181 (55)
<b>415V 50Hz, 3 ph</b>										
1.5	3 × 9.6	3 × 2.1	3 × 3.7	50 × 151	0.3	D3	276.036-799600	21	FB0	275.110-10301 (21)
3	3 × 19	3 × 4.2	3 × 7.4	65 × 155	0.6	D3	276.066-701900	10	FB7	275.110-10301 (43)
5	3 × 31	3 × 7.0	3 × 12	65 × 155	0.6	D3	276.066-503100	10	FB7	275.110-10201 (46)
6.25	3 × 39	3 × 8.7	3 × 15	75 × 215	1.0	D3	276.078-703900	10	FB8	275.110-10201 (58)
10	3 × 62	3 × 14	3 × 20	75 × 215	1.0	D3	276.078-506200	10	FB8	275.110-10121 (55)
<b>380V 60Hz, 1 ph</b>										
3.33	62	8.8	12	50 × 148	0.3	D1	276.036-506210	21	FB0	275.111-10301 (44)
4.17	77	11	15	55 × 148	0.4	D1	276.046-507710	18	FB0	275.111-10301 (55)
<b>380V 60Hz, 3ph</b>										
1.5	3 × 9.6	3 × 2.3	3 × 3.7	50 × 151	0.3	D3	276.036-799600	21	FB0	275.110-10301 (21)
3	3 × 19	3 × 4.6	3 × 7.4	65 × 155	0.6	D3	276.066-701900	10	FB7	275.110-10301 (41)
5	3 × 31	3 × 7.6	3 × 12	65 × 155	0.6	D3	276.066-503100	10	FB7	275.110-10201 (44)
6.25	3 × 39	3 × 9.5	3 × 15	75 × 215	1.0	D3	276.078-703900	10	FB8	275.110-10201 (56)
10	3 × 62	3 × 15	3 × 20	75 × 215	1.0	D3	276.078-506200	10	FB8	275.110-10121 (53)





For operation in non-detuned or low-detuned systems

Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<400 V)

## Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen

24h: .....	440 V
8h/d: .....	485 V
30min/d: .....	510 V
5min (200x): .....	530 V
1min (200x): .....	575 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1350 V

## Test voltages Prüfspannungen

$U_{BB}$ .....	950 V AC/2s
$U_{BG}$ .....	3600 V AC/2s

Temperature class Temperaturklasse: ..... -40°C/D

## Dissipation losses Verlustleistung

Dielectric Dielektrikum: .....	< 0.2 W/kvar
Total capacitor Kondensator gesamt: .....	0.25 ... 0.4 W/kvar

Life expectancy Lebensdauer\* ..... &gt; 150000 h

\*(permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate &lt;3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

$Q_C$ (kvar)	$C_N$ ( $\mu$ F)	$I_N$ (A)	$I_{max}$ (A)	$D_1 \times L_1$ (mm)	m (kg)	Design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladeset (<50V in **s)
<b>440V 50Hz, 1 ph</b>										
2	33	4.5	6.0	40 × 143	0.2	D1	276.016-503310	36	FB0	275.111-10301 (25)
3	48	8.7	11	55 × 148	0.4	D1	276.046-704810	18	FB0	275.111-10301 (36)
3.3	57	9.5	13	50 × 148	0.3	D1	276.036-505710	21	FB0	275.111-10301 (43)
3.75	62	8.5	11	50 × 148	0.3	D1	276.036-506210	21	FB0	275.111-10301 (47)
4	66	9.0	12	55 × 148	0.4	D1	276.046-506610	18	FB0	275.111-10301 (50)
4.7	77	11	14	55 × 148	0.4	D1	276.046-507710	18	FB0	275.111-10301 (58)
5	83	11	15	60 × 148	0.5	D1	276.056-508310	18	FB0	275.111-10301 (63)
<b>440V 50Hz, 3 ph</b>										
1.75	3 × 9.6	3 × 2.3	3 × 3.7	50 × 151	0.3	D3	276.036-799600	21	FB0	275.110-10301 (22)
2.5	3 × 14	3 × 3.3	3 × 5.2	50 × 151	0.3	D3	276.036-501400	21	FB0	275.110-10301 (32)
3.12	3 × 17	3 × 4.1	3 × 6.6	50 × 151	0.3	D3	276.036-501700	21	FB0	275.110-10301 (39)
3.5	3 × 19	3 × 4.6	3 × 9.0	65 × 155	0.6	D3	276.066-701900	10	FB7	275.110-10301 (44)
5	3 × 28	3 × 6.6	3 × 11	65 × 155	0.6	D3	276.066-502800	10	FB7	275.110-10201 (42)
5.6	3 × 31	3 × 7.3	3 × 14	65 × 155	0.6	D3	276.066-503100	10	FB7	275.110-10201 (47)
6.25	3 × 34	3 × 8.2	3 × 16	75 × 155	0.7	D3	276.076-503400	8	FB7	275.110-10201 (51)
7	3 × 39	3 × 9.2	3 × 18	75 × 215	1.0	D3	276.078-703900	10	FB8	275.110-10201 (59)
10	3 × 57	3 × 13	3 × 20	65 × 215	0.8	D3	276.068-505500	10	FB8	275.110-10121 (50)
11.2	3 × 62	3 × 15	3 × 20	75 × 215	1.0	D3	276.078-506200	10	FB8	275.110-10121 (56)
12.5	3 × 68	3 × 16	3 × 20	75 × 215	1.0	D3	276.078-506800	10	FB8	275.110-10121 (62)
<b>440V 60Hz, 1 ph</b>										
3.3	45	7.5	11	45 × 143	0.25	D1	276.026-504510	32	FB0	275.111-10301 (34)
4.17	57	9.5	13	50 × 148	0.3	D1	276.036-505710	21	FB0	275.111-10301 (43)
<b>440V 60Hz, 3 ph</b>										
3.75	3 × 17	3 × 4.1	3 × 6.6	50 × 151	0.3	D3	276.036-501700	21	FB0	275.110-10301 (39)
4.17	3 × 19	3 × 5.5	3 × 9.0	65 × 155	0.6	D3	276.066-701900	10	FB7	275.110-10301 (44)
6.7	3 × 31	3 × 9.0	3 × 14	65 × 155	0.6	D3	276.066-503100	10	FB7	275.110-10201 (47)
7.5	3 × 34	3 × 10	3 × 16	75 × 155	0.7	D3	276.076-503400	8	FB7	275.110-10201 (51)
8.3	3 × 39	3 × 11	3 × 18	75 × 215	1.0	D3	276.078-703900	10	FB7	275.110-10201 (59)
10	3 × 46	3 × 13	3 × 20	65 × 215	0.8	D3	276.068-504600	10	FB8	275.110-10121 (42)
12.5	3 × 57	3 × 16	3 × 20	65 × 215	0.8	D3	276.068-505500	10	FB8	275.110-10121 (52)



276.\*\*\*

**RESIN-FILLED HARZGEFÜLLT  
480V/525V**

For operation in non-detuned or low-detuned systems  
Für Betrieb in Systemen ohne Verdrosselung oder mit Verdrosselungsgrad  
5.67% ...7% (<=525 V)



**Permitted operating voltages Zulässige Betriebsspannungen**

24h: .....	525 V
8h/d: .....	580 V
30min/d: .....	605 V
5min (200x): .....	630 V
1min (200x): .....	685 V
max. peak rating zulässiger Spitzenwert .....	1600 V

**Test voltages Prüfspannungen**

U <sub>BB</sub> .....	1130 V AC/2s
U <sub>BG</sub> .....	4500 V AC/2s

Temperature class Temperaturklasse: ..... -40°C/D

**Dissipation losses Verlustleistung**

Dielectric Dielektrikum: ..... < 0.2 W/kvar  
Total capacitor Kondensator gesamt: ..... 0.25 ... 0.4 W/kvar

Life expectancy Lebensdauer\* ..... > 150000 h

\* (permitted failure rate\_bei einer Ausfallrate <=3%)

Mind Mounting and Operating  
Instructions on pgs 18 ff!  
Beachten Sie die Hinweise zu  
Einbau und Betrieb auf den  
Seiten 18 ff!

Q <sub>C</sub> (kvar)	C <sub>N</sub> (µF)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	D <sub>1</sub> × L <sub>1</sub> (mm)	m (kg)	design	order no. Bestell-Nr.	pcs./box Stk/Box	box Karton	resistor module Entladaset (<50V in **s)
<b>480V 60Hz, 1 ph</b>										
3.3	38	6.9	9.0	50 × 148	0.3	D1	276.036-703810	21	FBO	275.111-10301 (30)
4.17	48	8.7	11	55 × 148	0.4	D1	276.046-704810	18	FBO	275.111-10301 (38)
<b>480V 60Hz, 3 ph</b>										
2.5	3 × 9.6	3 × 3.0	3 × 5.0	50 × 151	0.3	D3	276.036-799600	21	FBO	275.110-10301 (23)
5	3 × 19	3 × 6.0	3 × 10	65 × 155	0.6	D3	276.066-701900	10	FB7	275.110-10301 (45)
10	3 × 39	3 × 12	3 × 19	75 × 215	1.0	D3	276.078-703900	8	FB8	275.110-10181 (55)
<b>525V 50Hz, 1 ph</b>										
2.89	33	5.5	8.0	50 × 148	0.3	D1	276.036-703310	21	FBO	275.111-10301 (27)
3.3	38	6.3	9.0	50 × 148	0.3	D1	276.036-703810	21	FBO	275.111-10301 (31)
4.17	48	7.9	11	55 × 148	0.4	D1	276.046-704810	18	FBO	275.111-10301 (39)
5.76	66	11	15	65 × 148	0.6	D2	276.066-706610	10	FBO	275.111-10301 (53)
<b>525V 50Hz, 3 ph</b>										
2.5	3 × 9.6	3 × 2.7	3 × 5.0	50 × 151	0.3	D3	276.036-799600	21	FBO	275.110-10301 (23)
5	3 × 19	3 × 5.5	3 × 10	65 × 155	0.6	D3	276.066-701900	10	FB7	275.110-10301 (47)
10	3 × 39	3 × 12	3 × 19	75 × 215	1.0	D3	276.078-703900	10	FB8	275.110-10181 (57)



# ACCESSORIES ZUBEHÖR



## DISCHARGE RESISTORS ENTLADEWIDERSTÄNDE



### Discharge Modules

Capacitors of the K series are fitted with discharge resistors for a discharge <50V within <60 seconds. For capacitors of the D, L, and M series, separate resistor modules are supplied. The correct size of the module to be applied can be taken from the recommendations given in the capacitor data charts. The values recommended there have been designed for the following discharge cycles:

Design L, M: ..... <50V within <60  
Design D: ..... <50V within <70s



Alternatively, the resistors to be used can be calculated with the following formula:

#### Three-phase capacitors Dreiphasige Kondensatoren

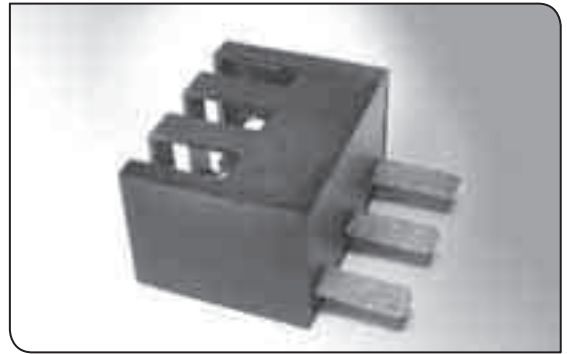
$$R = \frac{t}{C_T \times \ln \frac{U_B \times \sqrt{2}}{U_E}}$$

#### Single-phase capacitors Einphasige Kondensatoren

$$R = \frac{t \times 1.5}{C_{total} \times \ln \frac{U_B \times \sqrt{2}}{U_E}}$$

In all cases, the closest smaller discharge module available shall be applied.

- ⚠ The discharge resistors may become very hot (up to 200°C) during continuous operation!
- ⚠ For design L/M only: Remove the lid of the discharge module if applying protective caps to the capacitors!



### Entlademodule

Kondensatoren der Ausführung K sind werksseitig mit Entladewiderständen für eine Entladung < 50V binnen < 60 Sekunden ausgestattet. Für Kondensatoren der Baureihen D, L und M werden separate Widerstandsmodule geliefert. Die geeigneten Werte der anzuschließenden Module können den Datentabellen der Kondensatoren entnommen werden. Die dort empfohlenen Werte sind für folgende Entladungszyklen ausgelegt:

Design L, M: ..... <50V binnen <60s  
Design D: ..... <50V binnen <70s

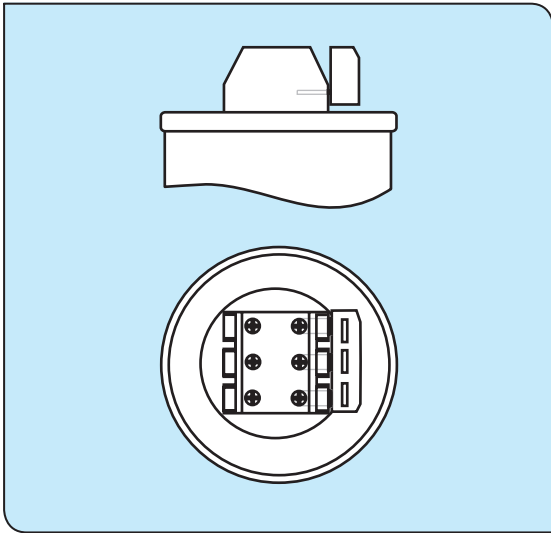
Alternativ können die zu verwendenden Widerstandswerte wie folgt selbst berechnet werden:

- t ..... Discharge period Entladezeit in (s)
- C<sub>T</sub> ..... Partial capacitance of one phase Teilkapazität einer Phase
- C<sub>total</sub> ..... Total capacitance Gesamtkapazität
- U<sub>B</sub> ..... Operating voltage Betriebsspannung
- U<sub>E</sub> ..... Maximum permissible voltage after period t  
maximal erlaubte Spannung nach Zeit t
- R ..... Module resistance value Widerstandswert des Modules

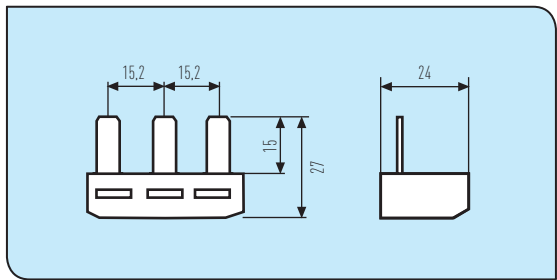
Sollte das Ergebnis nicht mit den verfügbaren Standardwerten übereinstimmen, dann ist immer das nächstkleinere Entlademodul auszuwählen.

- ⚠ Die Entladewiderstände können während des Dauerbetriebes sehr heiß werden (bis 200°C)!
- ⚠ Nur für Bauform L/M: den Deckel des Entlademodules entfernen, falls Schutzkappen für Kondensatoren zur Anwendung kommen!

Sets for CAPA**GRIP**™ L/M Capacitors (Protection: IP20)  
 IP20 Widerstandsmodul für CAPA**GRIP**™ L/M



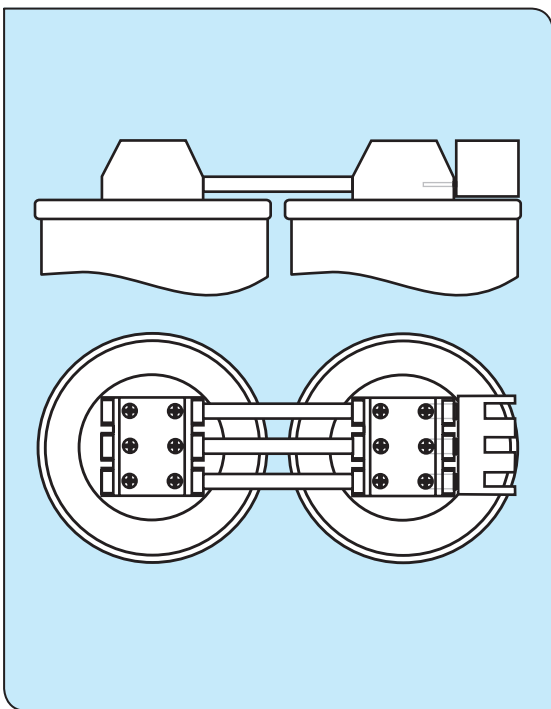
resistance Widerstand (kΩ)	U <sub>max</sub> (V)	order no. Bestellnummer	pieces/box Stück/box
3 × 82	400	275.100-10082	10
3 × 120	480	275.100-10120	10
3 × 180	600	275.100-10180	10
3 × 300	760	275.100-10300	10



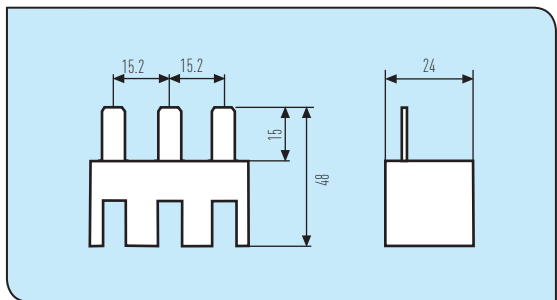
The following resistor modules have been designed for use with capacitors combined in parallel (total power >40kvar). Alternatively, they may be used for accelerated discharge of standard capacitors.

Für die gemeinsame Entladung parallel geschalteter Kondensatoren (Leistungen >40kvar) sind die folgenden Module vorgesehen. Darüber hinaus können sie gemäß den o.a. Formeln für eine beschleunigte Entladung von Einzelkondensatoren herangezogen werden.

discharge Entladung ≤50V	25kvar 400V 50Hz (275.186-516600)	3 × 166μF ..... 275.100-10120: 50s
		..... 275.105-10082: 33s
	2 x 25kvar 400V 50Hz (2 x 275.186-516600)	3 × 332μF ..... 275.105-10068: 55s



resistance Widerstand (kΩ)	U <sub>max</sub> (V)	order no. Bestellnummer	pieces/box Stück/box
3 × 68	440	275.105-10068	10
3 × 82	480	275.105-10082	10
3 × 100	530	275.105-10100	10
3 × 120	600	275.105-10120	10
3 × 120 (Y)	850	275.106-10120	10
3 × 180	720	275.105-10180	10
3 × 180 (Y)	1000	275.106-10180	10
3 × 300 (Y)	1000	275.106-10300	10



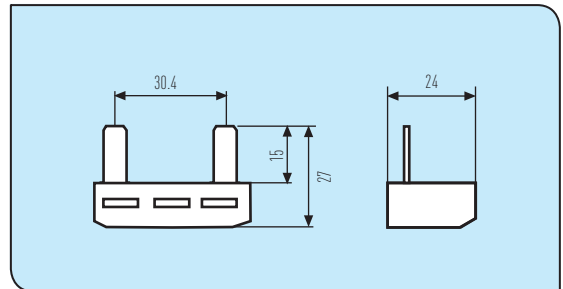
## Protective Blank for Design M Terminal (IP20)

IP20 Schutzabdeckung für Anschlußstücke der Bauform M

Type M terminals are designed for accepting 50mm<sup>2</sup> cables. If one side of the terminal block is not used, then this blank must be fitted to maintain the IP20 rating.

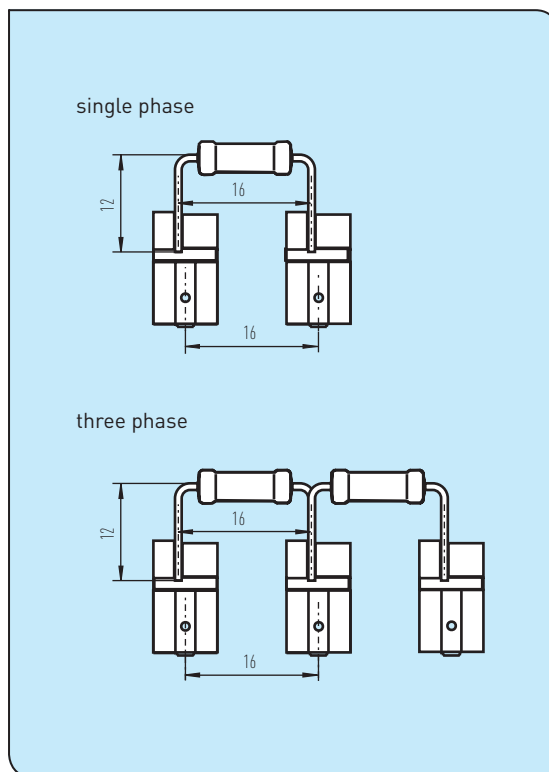
Typ M Anschlußstücke können 50 mm<sup>2</sup> Kabel aufnehmen. Falls eine Seite des Anschlußstückes ungenutzt bleibt, so ist diese Abdeckung dort anzubringen, um den Schutzgrad IP 20 zu gewährleisten.

order no. Bestell-Nr. 275.100-10000 (10/box.)

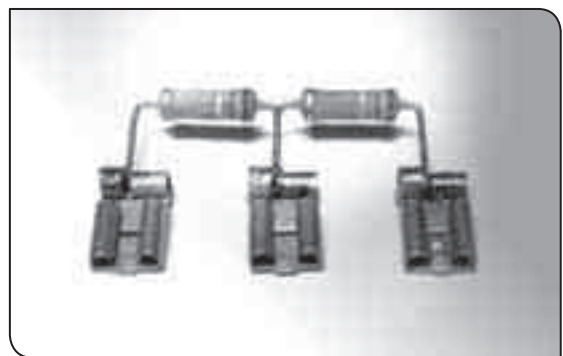


## Discharge resistor sets for design D capacitors (IP00)

IP00 Widerstandsmodule für Bauform D



resistance Widerstand (kΩ)	U <sub>max</sub> (V)	order no. Bestellnummer	pieces/box Stück/box
<b>1 ph</b>			
180	600	275.111-10181	50
300	750	275.111-10301	50
<b>3 ph</b>			
2 × 120	480	275.110-10121	50
2 × 180	600	275.110-10181	50
2 × 200	630	275.110-10201	50
2 × 300	750	275.110-10301	50





## DISCHARGE REACTOR ENTLADEDROSSEL EL-Dr

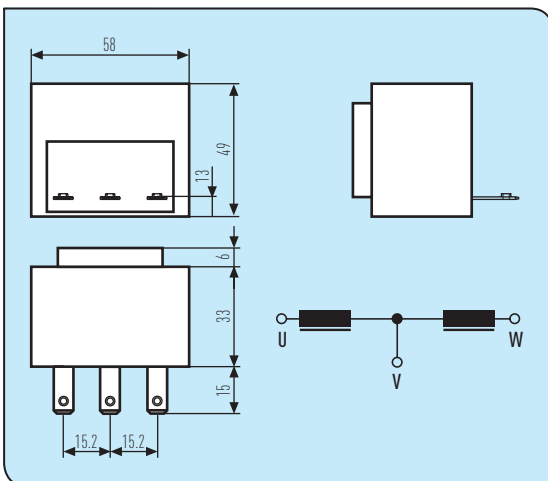
The increasing demand for shorter discharge periods cannot be satisfied by traditional discharge means (fixed resistors). The installation of additional fast discharge resistors at the capacitor contactor results in an increase in material and installation costs. Our discharge reactor replaces the compulsory fixed resistors and additional rapid discharge resistors, and at the same time it reduces the heat losses inside the capacitor bank. It further avoids additional heating of the capacitor terminals by standard discharge resistors.

Die wachsende Forderung nach kürzeren Entladezeiten kann mit herkömmlichen Entladevorrichtungen (Festwiderstände) nicht erfüllt werden. Die Installation zusätzlicher Schnellentladewiderstände ist hinsichtlich der Material- wie auch der Installationskosten sehr aufwendig. Unsere Entladedrossel ersetzt Festwiderstände und zusätzliche Schnellentladewiderstände und verringert gleichzeitig die Wärmeverluste der Kompensationsanlage. Darüber hinaus wird eine Erwärmung der Kondensatoranschlüsse vermieden, wie sie beim Einsatz von Entladewiderständen auftritt.

### General technical data Technische Angaben

construction Aufbau	dual reactor with iron core in plastic housing Zweifachdrossel mit Eisenkern
DC resistance per coil Gleichstromwiderstand per Spule	7600 Ohm
duty cycle Betriebsart	continuous operation Dauerbetrieb
rated voltage Nennspannung	230 ... 600V 3ph, 50/60Hz
capacitor to be discharged Entladung von Kondensatoren	5...50kvar
connection Anschluß	direct mounting on capacitor terminal (design L/M) direkt am Kondensator-Anschlußstück (Ausführung L/M)
vibration stress Schwingungsbelastung	not permitted nicht zulässig
Dissipation losses Verlustleistung	< 1W
ambient temperature Betriebstemperatur	max. 40°C
degree of protection Schutzgrad	IP20
dimensions W × H × D Abmessungen B × H × T	58 × 49 × 39 mm
weight Masse	290 g
insulation class Isolationsklasse (VDE 0532)	B

order no. Bestell-Nr. 40E.003-60002



Standard ..... IEC 61558-2-20

#### CE Conformity CE-Konformität

73/23/EWG

Low-Voltage Directive Niederspannungsrichtlinie

93/68/EWG

Directive for amendment of directive 73/23/EWG



(CE- Mark of Conformity)

Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 73/23/EWG

(CE-Konformitätskennzeichnung)

	permanent current Dauerstrom (mA)			
	230 V	400 V	520 V	600 V
U	1.0	1.9	2.9	4.0
V	1.8	3.2	4.9	6.8
W	1.0	1.9	2.9	4.0

reactive power Blindleistung Q (kvar)	permitted no. of discharges/min at 40 °C zulässige Entladungen/min bei 40 °C		discharge period Entladezeit (sec)					
	400...525 V	230 V/600 V	230 V	400 V	440 V	480 V	525 V	600 V
12.5	5	4	12	5	4	4	4	2.6
25	4	3	24	10	9	8	7	5
30	3	2	-	12	10	9	8	6
50	2	1	-	20	17	15	14	10.5



**PROTECTIVE CAPS  
SCHUTZKAPPEN**

**For Design D capacitors**

Plastic protective caps are available to protect the capacitor terminals from accidental contact or the influence of dust and water.

For diameters up to 60mm, the caps are fitted to the capacitors during manufacture, to give an IP50 rating. In this case, cable and integral discharge resistors are also fitted.

For capacitors in design D with diameters of 65 and 75mm, the caps are supplied loose if ordered. Cables and discharge resistors are not included. Note that these caps do not comply with an IP classification.

**Für Kondensatoren der Bauform D**

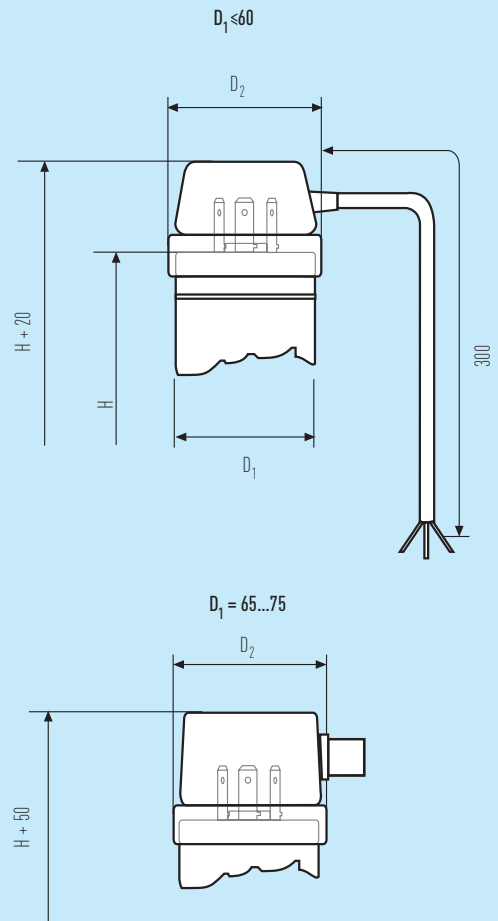
Schutzkappen aus Kunststoff schützen die Kondensatoren der Bauform D vor direkter Berührung oder vor dem Eindringen von Fremdkörpern und Spritzwasser (IP 50).

Kondensatoren bis Nenndurchmesser  $D_1 = 60$  mm werden bei Anforderung mit bereits aufgesetzter Schutzkappe, mit angelötetem Kabel und integrierter Widerstandseinheit geliefert.

Für Kondensatoren mit Durchmessern von 65 und 75 mm können Schutzkappen als separate Zubehörteile geliefert werden. Kabel und Widerstände sind nicht inbegriffen. Es ist zu beachten, dass diese Kappen nicht der IP Klassifizierung entsprechen.



**For Design D capacitors  
Für Kondensatoren der Bauform D**



$D_1$ (mm)	$D_2$ (mm)	order no. Bestell-Nr.	protection rating Schutzgrad
40	43	„0“ in the center group of figures changes to „K“ im mittleren Ziffernblock der Bestell-Nr. ändert sich „0“ zu „K“ 276.Kxx-yyyymm	IP50
45	48		
50	53		
55	58		
60	63	275.137-10010	-
65	69.2	275.147-10010	-
75	80.5		







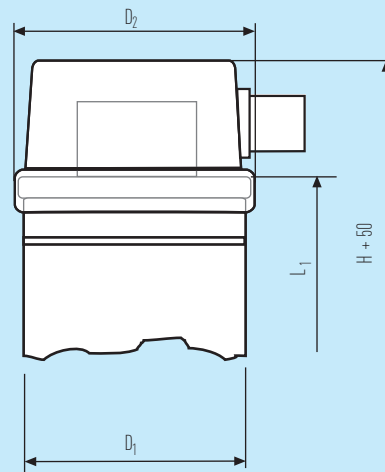
### CAPAGRIP™ K, L, M Capacitors

For capacitors with diameters of 85, 95, 100, and 116mm, the caps are supplied loose if ordered. Note that these caps do not comply with an IP classification.

### Für Kondensatoren CAPAGRIP™ K, L, M

Für Kondensatoren mit Durchmessern von 60, 75, 85 und 116mm können Schutzkappen als separate Zubehörteile geliefert werden. Es ist zu beachten, dass diese Kappen nicht der IP Klassifizierung entsprechen.

### CAPAGRIP™ K, L, M capacitors Kondensatoren CAPAGRIP™ K, L, M



$D_1$ (mm)	$D_2$ (mm)	order no. Bestell-Nr.
85	93.5	275.157-10010
95	104	275.167-10010
100	109	275.177-10010
116	125	275.187-10010



# REACTORS DROSSELN



## DETUNING REACTORS FILTERKREISDROSSELN

The growing use of power electronic devices is causing an increasing level of harmonic distortion in the electrical system which very often leads to problems with capacitor installations. This is the reason why more and more energy suppliers demand the installation of detuned capacitor systems.

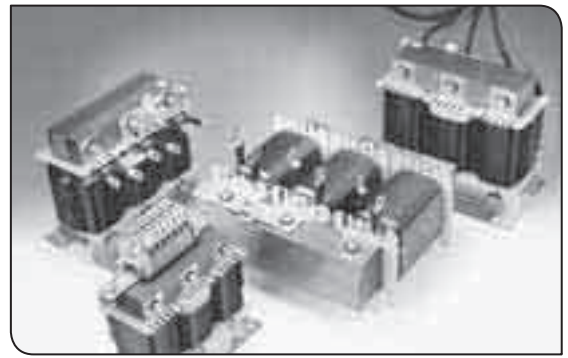
A detuned capacitor system performs the function of power factor improvement whilst preventing any amplification of harmonic currents and voltages caused by resonance between capacitors and inductances in the electrical system.

By adding an appropriately rated series reactor to the power capacitor, both elements form a resonant circuit with a resonant frequency below the lowest order harmonic in the system (usually the 5th). All frequencies above this resonant frequency now see this circuit as inductive hence eliminating the possibility of dangerous resonances being set up between the capacitors and system inductances provided the reactor has been dimensioned properly.

Durch die Serienschaltung von Filterkreisdrossel und Leistungskondensator wird ein Serienresonanzkreis gebildet. Drossel und Kondensator werden bewusst so aufeinander abgestimmt, dass die interne Resonanzfrequenz dieser Schaltung unterhalb der Frequenz der niedrigsten auftretenden Oberschwingung (in den meisten Fällen die fünfte) liegt. Da die Schaltung nun für alle Frequenzen oberhalb ihrer Resonanzfrequenz einen induktiven Charakter annimmt, ist auch die Gefahr einer Oberwellenresonanz zwischen Kompensationsanlage und Netzinduktivität (ausreichende Drosseldimensionierung vorausgesetzt) ausgeschlossen.

It has to be ensured, however, that capacitors with detuning reactors and non-detuned capacitors are never operated in the same mains. Such combination may cause unforeseeable interactions and equalising currents leading to damage and destruction of capacitors, reactors, and other components.

Our filter reactors are made of high-class transformer sheets and copper wire or aluminium band. They are dried and impregnated in a vacuum with environmentally friendly, low-styrole resin which ensures they can withstand high voltages, have low noise levels, and offer a long operating life. Depending on their rated power, the reactors are provided with either terminal blocks or terminal lugs/cables. The connection of the aluminium reactors is made through copper terminals as well, which are reliably connected with the aluminium band by a special, well-proven welding method.

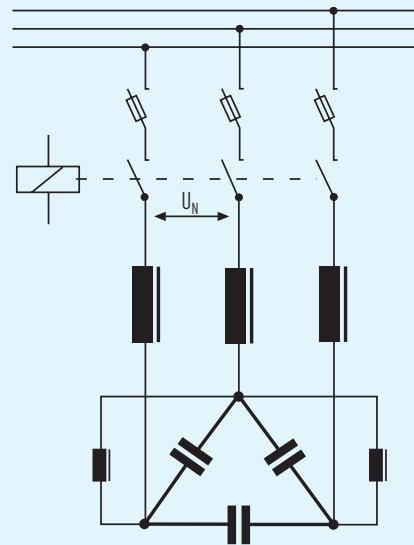


Der ständig zunehmende Einsatz von Anwendungen aus der Leistungselektronik zieht einen wachsenden Oberwellengehalt in den Stromversorgungsnetzen nach sich, was häufig zu Problemen mit Kondensatoranlagen führt. Dies veranlasst immer mehr Energieversorgungsunternehmen, den Einsatz von verdrosselten Kondensatoren zu fordern.

Eine verdrosselte Kondensatoranlage erfüllt die Funktion der Blindleistungskompensation, reduziert aber gleichzeitig die Oberschwingungsbelastung des Netzes.

### Installation of detuned (reactor-connected) capacitors

Schaltbild zur Verdrosselung von Kondensatoren



Es muss jedoch sichergestellt werden, dass verdrosselte und unverdrosselte Kondensatoren niemals im selben Netz betrieben werden. Eine solche Kombination kann unkontrollierbare Wechselwirkungen und Ausgleichströme hervorrufen und zur Beschädigung von Kondensatoren, Drosseln und anderen Komponenten führen.

Unsere Filterkreisdrosseln werden mit hochwertigen Transformatorblechen und Kupferdraht bzw. Aluminiumband hergestellt. Vakuumtrocknung und Imprägnierung mit umweltfreundlichem styrolarmem Harz garantieren eine hohe Spannungsfestigkeit, einen niedrigen Geräuschpegel und eine lange Lebensdauer.

Die Drosseln werden mit Anschlussklemmen, seitlich herausgeführten Kabelschuhen oder temperaturfester flexibler Verdrahtungsleitung geliefert. Auch bei allen Aluminiumdrosseln wird der Anschluß grundsätzlich über Kupferlaschen hergestellt, welche durch ein spezielles, seit Jahren

An integrated thermal switch (reversible) allows external monitoring and/or disconnection of the reactor in the event of impermissible buildup of heat.

Commercial pressures and the desire for ever smaller switchgear dimensions lead to an increasingly intense utilisation of systems and components. Even the detuning reactors have become more compact, which has been accompanied by a reduction of their internal resistance.

Despite excellent linearity of inductance at high currents - usually the most important criterion when evaluating reactors - problems may occur in operation under unknown mains conditions. e.g. insufficient damping (low impedance) by upstream switchgear components, even at relatively low levels of harmonic distortion. Due to the magnitude of the initial switching current, the inductance of the reactor may break down to a fraction of its nominal value. In these cases, the core becomes saturated; strong audible humming and currents exceeding the rated current can occur. This phenomenon is also called ferro resonance.

As the use of adequately sized reactors with higher load capability is usually ruled out for cost and space considerations, the use of capacitor contactors with inrush protection is recommended in all cases where the mains conditions are not known exactly. These provide a damping effect which substantially exceeds that achieved by adaptation of the reactor dimensions, and at a much reduced cost.

It should be noted that, even when using capacitor contactors with inrush protection, sufficient current linearity of the reactor must be provided in accordance with its operating conditions.

bewährtes Schweißverfahren zuverlässig mit dem Aluminiumband verbunden sind. Ein integrierter Thermoschalter (reversibel) ermöglicht die externe Überwachung der Drossel, um sie gegebenenfalls bei unzulässiger Erwärmung vom Netz zu trennen.

Der Preisdruck und der Zwang zu immer kleineren Abmessungen von Schaltanlagen führen zu einer schleichenden immer höheren Ausnutzung von Systemen und Komponenten. Auch die Drosseln sind kompakter geworden, was fast zwangsläufig mit einer Reduzierung der Innenwiderstände einhergeht. Trotz relativ hoher Linearität, normalerweise das wichtigste Kriterium bei der Beurteilung von Filterkreisdrosseln, kann es bei unbekanntem Netzverhältnissen, z.B. bei zu geringer Dämpfung (niedrige Impedanz) durch vorgeschaltete Anlagenteile, auch bei relativ niedriger Oberschwingungsspannung zu Problemen kommen. Die Induktivität der Drosseln kann aufgrund der hohen Anfangsamplitude im Einschaltmoment bis auf einen kleinen Bruchteil zusammenbrechen. Der Kern geht in die Sättigung (kippt um). Die Folgen sind starkes Brummen verbunden mit Strömen, die ein Mehrfaches des Nennstromes betragen können. Man spricht auch von Ferroresonanz.

Da der Einsatz von entsprechend höher belastbaren Drosseln in der Regel aus Preisgründen oder wegen des wesentlich größeren Bauvolumens ausscheidet, sollte man, sofern die Netzverhältnisse nicht genau bekannt sind, Kondensatorschütze mit Vorstufe einsetzen. Die sorgen im Einschaltmoment für eine Dämpfung, die wesentlich über das hinausgeht, was unter Berücksichtigung des Preis-/Leistungsverhältnisses durch entsprechende Dimensionierung der Drosseln erreichbar ist

Auch bei Verwendung von Kondensatorschützen mit Vorstufe ist, wegen der übrigen Bemessungskriterien, auf ausreichende Linearität zu achten.



**DEFINITIONS AND SELECTION CRITERIA**  
**BEGRIFFE UND AUSWAHLKRITERIEN**



**Rated Inductance  $L_N$**

Inductance rating of the reactor, measured at rated current  $I_N$ , in mH (Milli-Henry). Mean value across the three phases.



**Rated Voltage  $U_N$**

Root mean square of the permissible value of sinusoidal AC voltage in continuous operation (mains voltage, comp. pic. on pg. 54). The rated voltage of the reactors indicated in the data charts and the permissible overvoltage limits specified in IEC60831 and DIN EN 50160 must not be exceeded even in cases of malfunction.



**Capacitor Voltage  $U_C$**

Required voltage strength of the capacitor. The series connection of capacitor and reactor causes a voltage rise at the capacitor terminals as described by the following formula which must be considered when selecting a capacitor for the application.

$$U_N = 400V$$

$$p = 7\%$$

$$U_C = \frac{U_N}{\left(1 - \frac{p}{100\%}\right)} = 430.1 V$$

**Nenninduktivität  $L_N$**

Physikalische Kenngröße der Drossel gemessen bei Nennstrom  $I_N$ , in mH (Milli-Henry). Mittelwert über die drei Phasen.

**Nennspannung  $U_N$**

Zulässiger Effektivwert von sinusförmiger Wechselspannung im Dauerbetrieb (Netzspannung, vgl. Abb. S. 54). Die Nennspannung der in den Datentabellen aufgeführten Drosseln darf – auch im Falle von Fehlfunktionen – nur im Rahmen der zulässigen Grenzwerte nach IEC60831 bzw. DIN EN 50160 überschritten werden.

**Kondensatorspannung  $U_C$**

Geforderte Spannungsfestigkeit des Kondensators. Durch die Reihenschaltung von Drossel und Kondensator kommt es am Kondensator zu einer Spannungsüberhöhung wie folgt, welche bei der Wahl des Kondensators berücksichtigt werden muß:

The capacitor to be selected must have a voltage strength of at least 430V.



Der auszuwählende Kondensator muß eine Spannungsfestigkeit von mindestens 430V besitzen.



**Detuning Factor  $p$**

Ratio between the reactances of reactor  $X_L$  and corresponding capacitor  $X_C$  (in %).

$$p = 100\% \cdot \frac{X_L}{X_C}$$

The detuning factor determines the series resonance frequency between reactor and capacitor which in turn is important for the blocking and filtering effect.

**Verdrosselungsgrad  $p$**

Prozentuales Verhältnis des Blindwiderstandes der Drossel  $X_L$  zum Blindwiderstand des nachgeschalteten Kondensators  $X_C$ :

Der Verdrosselungsgrad ist bestimmend für die Reihenresonanzfrequenz zwischen Drossel und Kondensator und damit für den Sperr- bzw. Filtereffekt.



**Series Resonance Frequency  $f_r$**

$f_N$  = rated system frequency Netznennfrequenz

$$f_r = f_N \cdot \sqrt{\frac{100\%}{p}}$$

The standard reactors listed in this catalogue have been designed for common detuning factors and resonance frequencies as shown on the right:

**Reihenresonanzfrequenz  $f_r$**

Die in diesem Katalog aufgeführten Standarddrosseln sind für die nachstehenden allgemein üblichen Verdrosselungsgrade und Resonanzfrequenzen ausgelegt:

Detuning factor Verdrosselungsgrad $p$	Resonance frequency $f_r$ Resonanzfrequenz $f_r$	
	$f_N = 50 \text{ Hz}$	$f_N = 60 \text{ Hz}$
5.67%	210 Hz	252 Hz
7%	189 Hz	227 Hz
14%	134 Hz	-

## Rated Power of the Detuned System $Q_{LC}$

Care must be taken when stating the reactor power in order to avoid misunderstanding.

As a rule, the rated power of a reactor does not describe its real reactance but either the reactive power of the capacitor to be detuned, or the total output of the entire LC-circuit at rated system voltage  $U_N$ .

There are two principal approaches:

### 1. Non-adjusted Rating:

The non-adjusted reactor is matched to a power capacitor with standard rating at system voltage. This allows for use of capacitors with standard ratings, however with the increased output of kvar due to voltage rise inside the resonance circuit, more power output is installed than actually required (in the example below: 26.9 instead of 25kvar). In this case, the rated power of the capacitor is used to define the reactor rating.

**Caution:** Bear in mind that the capacitors to be detuned will be exposed to increased voltage; excessive voltage load may lead to reduced life or even failure or destruction of the capacitor!

**Check capacitance and general state of the capacitors before adding detuning reactors to existing non-detuned systems as these may have been harmed by their previous operation without reactor protection!**

25 kvar 400V 50 Hz  $3 \times 166\mu\text{F}$  (498 $\mu\text{F}$ ) ..... 275.186-516600 (page\_S. 31)  
to be detuned to zu verdrosseln auf 189Hz ( $p = 7\%$ )

#### Selection of the reactor Auswahl der Drossel

1. Reactance of the capacitor Reaktanz des Kondensators: .....  $X_C = \frac{1}{2 \pi f \cdot C} = 6.39\Omega$

2. Required reactance of the reactor Erforderliche Reaktanz der Drossel: .....  $X_L = X_C \cdot p = 6.39\Omega \cdot 0.07 = 0.45\Omega$

3. Required inductance Benötigte Induktivität: .....  $L = \frac{X_L}{2 \pi f} = 1.432\text{mH}$

> 444.125-40D2A "25kvar 400V 50Hz 7%" non adjusted rating nichtleistungsangepasst (page\_S. 66)

4. Resulting PFC current Kompensationsstrom: .....  $X_{\text{total}} = X_C - X_L = 5.94\Omega$

.....  $I = \frac{U}{X_{\text{total}}} = \frac{400\text{V}}{5.94\Omega} = 67.34\text{A}$

5. Resulting PFC output reale Kompensationsleistung .....  $Q_{LC} = U \cdot I = 26.9\text{kvar}$

## Nennleistung des verdrosselten Systems $Q_{LC}$

Die korrekte Angabe der Leistung ist sehr wichtig, um Mißverständnisse zu vermeiden.

In der Regel wird für die Bezeichnung der Nennleistung einer Drossel aus Vereinfachungsgründen nicht ihre eigene Blindleistung herangezogen, sondern entweder die Blindleistung des verdrosselten Kondensators oder die Leistung des mit dem verdrosselten Kondensator gebildeten LC-Resonanzkreises bei Netzennspannung  $U_N$ .

Man unterscheidet zwei prinzipielle Herangehensweisen:

### 1. Nichtleistungsangepaßte Ausführung

Die nichtangepasste Drossel ist ausgelegt für einen Kondensator mit Standardleistung bei Netzspannung. Dies gestattet die Verwendung von Kondensatoren mit Standardleistungen. Damit wird infolge des Spannungsanstieges im Resonanzkreis und der damit verbundenen erhöhten Leistungsabgabe des Kondensators allerdings mehr Leistung installiert, als eigentlich gefordert (im nachstehenden Beispiel: 26.9 anstelle 25kvar). Als Nennleistung der Drossel wird hier die Blindleistung des Kondensators herangezogen.

**Achtung:** Die Verwendung von Standardkondensatoren ist nur zulässig, wenn ihre Spannungsfestigkeit dies zulässt. Dauerhafte Spannungsüberlastung kann zu verkürzter Lebensdauer oder schlimmstenfalls zu Ausfall oder Zerstörung des Kondensators führen!

**Vor einer nachträglichen Verdrosselung bereits vorhandener Kondensatoren ist unbedingt deren Kapazität und allgemeine Eignung für den fortgesetzten Betrieb zu überprüfen, da diese durch den bisherigen unverdrosselten Betrieb bereits vorgeschädigt sein könnten!**





## 2. Adjusted Rating:

The adjusted reactor is designed to create exactly the required output of reactive power, allowing for the internal voltage rise inside the resonating circuit.

Advantage: The exact power is installed as required by the customer, and switching devices are stressed less. Note that exact sizing of the capacitor is necessary.

## 2. Leistungsangepaßte Ausführung:

Eine angepasste Drossel ist so dimensioniert, dass sie im Zusammenspiel mit einem speziell ausgewählten Kondensator exakt die vom Kunden geforderte Netzkompensationsleistung der Stufe ergibt. Dabei wird der Spannungsanstieg innerhalb des Resonanzkreises bei der Auswahl des Kondensators berücksichtigt.

Vorteil: Es wird wirklich nur die vom Kunden geforderte Leistung installiert, Schaltgeräte werden dementsprechend geringer belastet. Allerdings werden Kondensatoren mit speziell angepasster Kapazität benötigt.



25 kvar 400V 50Hz  
detuned to verdrosselt auf 189Hz (p = 7%)

### Calculation of the capacitor Berechnung des Kondensators:

1. Current for PFC Kompensationsstrom 25 kvar 400V 50Hz: .....  $I = \frac{P}{U} = 62.5A$

2. Voltage at capacitor terminations Spannung an Kondensatorklemmen: .....  $U_C = \frac{U}{1 - p} = 430V$

3. Adjustment of the capacitance Anpassung der Kapazität: .....  $C = \frac{I}{U_C \cdot 2\pi \cdot f} = 462\mu F = 3 \times 154\mu F$

> 275.186-515400 "28.2 kvar 440V 50Hz" (page\_S. 33)

### Calculation of the reactor Berechnung der Drossel:

4. Reactance of the capacitor Reaktanz des Kondensators: .....  $X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = 6.88\Omega$

5. Required reactance of the reactor Erforderliche Reaktanz der Drossel: .....  $X_L = X_C \cdot p = 6.88\Omega \cdot 0.07 = 0.48\Omega$

6. Required inductance Benötigte Induktivität .....  $L = \frac{X_L}{2\pi f} = 1.53mH$

> 444.125-4032A "25kvar 400V 50Hz 7% adjusted rating" (see page 65)



## Dissipation Power $P_{eff}$

Sum of all iron-, copper-, and stray field losses at max. specified over-voltage and harmonic content. Depending on the detuning factor, the effective dissipation power of our reactors is between 4 and 6W/kvar.

## Verlustleistung $P_{eff}$

Summe aller Eisen-, Kupfer- und Streufeldverluste bei maximal zulässiger Überspannung und Oberwellengehalt. Je nach Verdrosselungsgrad liegt die effektive Verlustleistung unserer Drosseln zwischen 4 und 6 Watt/kvar.



## Rated Current (also: Fundamental Current) $I_N$

RMS value of the current – caused by the series-connected capacitor – at rated voltage and frequency, excluding harmonic distortion, switching transients, and tolerance of capacitance.

## Nennstrom (auch: Grundwellenstrom) $I_N$

Effektivstrom der Grundwelle – verursacht durch den nachgeschalteten Kondensator – bei Betrieb unter Nennspannung und Nennfrequenz, ohne Berücksichtigung von Oberwellenanteilen, Schaltspitzen oder Kapazitätstoleranzen.





## RMS Current $I_{\text{eff}}$

Current load on the reactor in permanent operation, caused by the fundamental wave plus harmonics in the system. For all data given in this catalogue, we are assuming a 10% increase of the fundamental current, resulting from voltage tolerances as permitted by DIN EN 50160:

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2} \quad I_1 = 1.1 \cdot I_N$$

## Maximum Current Rating $I_{\text{lin}}$ and Current Linearity

Maximum current, up to which the inductance of the reactor stays "linear", i.e. does not decrease by more than 5% below its rated inductance. This maximum current is specified in the data charts as a multiple K of the fundamental current:

$$I_{\text{lin}} = K \cdot I_N \quad (L_{\text{lin}} \geq 0.95 L_N) \quad K \dots \text{overcurrent factor } \text{Überstromfaktor}$$

Exceeding of  $I_{\text{eff}}$  or  $I_{\text{lin}}$  will lead to increased build-up of heat inside the reactor and may cause its thermal destruction. The thermal monitoring of the reactors by means of the integrated temperature switch, or the use of switching devices with overcurrent relays in the capacitor circuit is recommended to protect against overloads.

## Effektivstrom $I_{\text{eff}}$

Strombelastung der Drossel im Dauerbetrieb, hervorgerufen durch die Grundwelle zzgl. im Netz vorhandener harmonischer Oberwellen. Für alle Angaben in diesem Katalog wird dabei bereits eine 10%ige Überhöhung des Grundwellenstroms, resultierend aus den nach DIN EN 50160 zulässigen Spannungstoleranzen, angenommen:

## Maximal zulässiger Strom $I_{\text{lin}}$ und Stromlinearität

Maximaler Strom, bis zu dem sich die Nenninduktivität der Drossel „linear“ verhält, d.h. um nicht mehr als 5% abfällt. Dieser Maximalstrom wird für die Drosseln als Vielfaches K des Grundwellenstromes angegeben:

Eine Überschreitung von  $I_{\text{eff}}$  oder  $I_{\text{lin}}$  führt zu einer erhöhten Eigenerwärmung der Drossel und kann zu ihrer thermischen Zerstörung führen. Wir empfehlen die Temperaturüberwachung der Drosseln mit Hilfe des eingebauten Temperaturschalters oder die Benutzung von Schaltgeräten mit Überstromrelais zum Schutz vor Überbelastungen.

## Ambient Operating Conditions

Permissible ambient conditions for safe operation of the reactor. For ELECTRONICON reactors, we specify climate category T40:

T	climatic areas acc. to Klimagebiete nach DIN EN 50019	40	Ambient temperature acc. to Umgebungstemperatur nach DIN EN 60934/IEC 439-1
„Moderate climate“ „gemäßigtes Klimagebiet“		$-5 \leq \Theta_{\text{ambient}} \leq 40^\circ\text{C}$ , $\emptyset 24\text{h} \leq 35^\circ\text{C}$	

Under these conditions, the temperature of our low-loss reactors does not exceed 110°C which is of great advantage for the capacitors and all other components in the installation. Please consult us prior to using the reactors under different ambient conditions.

## Betriebs- und Umgebungsbedingungen

Zulässige Umgebungsbedingungen für den störungsfreien Betrieb der Drossel. Für ELECTRONICON Drosseln schreiben wir die Einsatzklasse T40 vor:

Unter diesen Einsatzbedingungen erwärmen sich unsere verlustarmen Drosseln auf nicht mehr als 110°C, was den Temperaturverhältnissen in der Kompensationsanlage und damit vor allem der Lebensdauer der Kondensatoren und aller anderen verwendeten Komponenten zugute kommt. Vor Einsatz der Drosseln bei abweichenden Umgebungsbedingungen bitten wir um Rücksprache.

## Insulation Class

Permissible application temperature for the insulation materials used in the reactor. All insulation materials used in our reactors comply with the requirements of insulation class B (135°C) as a minimum.

## Isolierstoffklasse

Zulässige Anwendungstemperatur der in der Drossel verwendeten Isolierstoffe. Alle bei ELECTRONICON-Drosseln verwendeten Isolierstoffe genügen mindestens den Anforderungen der Isolierstoffklasse B (135°C).



**GENERAL TECHNICAL DATA**  
**ALLGEMEINE TECHNISCHE ANGABEN**

Standards ..... EN 61558-2-20:2000, VDE 0570-2

rated voltages Nennspannungen ..... 230...700V

rated frequencies Nennfrequenzen ..... 50/60 Hz

tolerance of inductance Induktivitätstoleranz

(mean value across three phases Mittelwert über drei Phasen) ..... ±3%

linearity Linearität .....  $I_{lin} = 1.55...2.2 I_N$

For details see data charts, higher values on request\_Details siehe Datentabellen, andere Werte erhältlich auf Anfrage

harmonic load (continuous operation) .....  $U_3 = 0.5\% U_N$

zulässige Oberschwingungsbelastung (permanent) .....  $U_5 = 6.0\% U_N$

.....  $U_7 = 5.0\% U_N$

.....  $U_{11} = 3.5\% U_N$

.....  $U_{13} = 3.0\% U_N$

insulation (winding-to-core) Isolation (Wicklung-Kern) ..... 3 kV

temperature class Temperaturklasse ..... T40

insulation class Isolierstoffklasse ..... B

protection class Schutzklasse ..... IP00 indoor mounting Innenraum

humidity Luftfeuchte ..... 95%

cooling Kühlungsart ..... natural cooling Luftselbstkühlung

altitude abv.s.l. Höhe ü.NN ..... 4000m

design Bauart ..... three phase, iron core multiple air gap /

..... dreiphasig mit Eisenkern und mehrfachem Luftspalt

winding material Wickelmaterial ..... Copper Kupfer/Aluminium

impregnation Tränkung ..... Polyester resin, class F Polyesterharz, Klasse F

terminals Anschlüsse ..... Terminal blocks, cable lugs, or temperature-proof flexible cables  
 Klemmen, seitlich herausgeführte Kabelschuhe oder temperaturfeste, flexible Verdrahtungsleitung

**CE Conformity CE Konformität**

All reactors listed in this catalogue comply with the relevant regulations and guidelines of the European Union. However, as CE compliance of detuning reactors can only be established in the context of their final application, we abstain from the application of CE marking to our reactors.

Alle Drosseln in diesem Katalog stimmen mit den geltenden Vorschriften und Richtlinien der Europäischen Union überein. Da jedoch die CE-Konformität bei Filterkreisdrosseln nur im Zusammenhang mit der Endanwendung bewertet werden kann, verzichten wir auf die Anbringung des CE-Zeichens auf unseren Drosseln.



**Temperature Switch**

All reactors are provided with a separate screw terminal for the temperature switch (opening switch) which is located inside the central coil.

**Temperaturschalter**

Alle Drosseln verfügen über eine separate Anschlußklemme für den Temperaturschalter (Öffner), welcher in der mittleren Wicklung untergebracht ist.

response temperature Schalttemperatur ..... 125°C

voltage Spannung ..... 250Vac (<6.3A) ...500Vac (<2A)

tolerance Toleranz ..... ± 5K



DIMENSION CHART  
MASSTABELLE

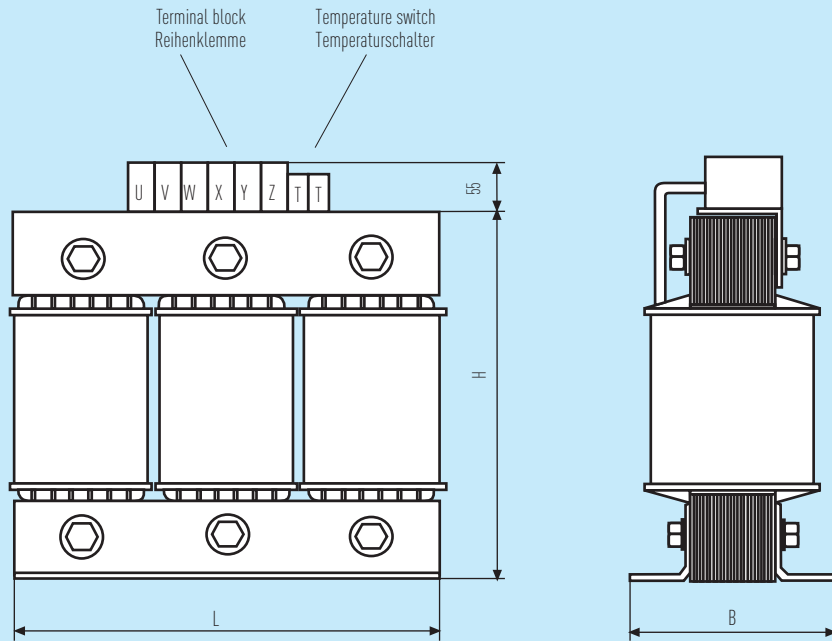
Code	L	H	B	B <sub>L</sub>	h <sub>T</sub>	Design A			Design B				pcs/pallet Stck/Palette	H <sub>p</sub> (pallet) H <sub>p</sub> (Palette)
						b	l	d	h <sub>B</sub>	l <sub>B</sub>	B <sub>BL</sub>	M		
A1	155	140	78	-	-	58	125	8	102	100	52	M4	48	350
A2	155	140	92	-	-	72	125	8	102	100	69	M4	36	350
B1	190	165	82	125	16	58	170	8	123	120	69	M6	33	350
B2	190	165	92	135	16	68	170	8	123	120	79	M6	27	350
B3	190	165	102	145	16	78	170	8	123	120	89	M6	24	350
C1	240	215	121	160	5	95	200	11	163	160	164	M8	20	550
C2	240	215	131	170	5	105	200	11	163	160	174	M8	20	550
C3	240	215	141	180	5	115	200	11	163	160	184	M8	18	550
C4	240	215	146	185	5	120	200	11	163	160	189	M8	16	550
C5	240	215	151	190	5	125	200	11	163	160	194	M8	12	550
C6	240	215	155	195	5	129	200	11	163	160	198	M8	12	550
D1	300	265	152	190	2	120	250	11	205	200	185	M8	12	550
D2	300	265	165	205	2	133	250	11	205	200	197	M8	10	550
D3	300	265	177	215	2	145	250	11	205	200	210	M8	10	550
D4	300	265	192	230	2	160	250	11	205	200	225	M8	10	550
D5	300	265	203	240	2	171	250	11	205	200	236	M8	8	550
E1	240	155	121	160	5	95	200	11	103	160	164	M8	20	350
E2	240	155	134	165	5	108	200	11	103	160	177	M8	20	350
E3	240	155	142	180	5	116	200	11	103	160	185	M8	18	350
E4	240	155	153	190	5	127	200	11	103	160	196	M8	16	350
F1	300	190	140	180	2	108	250	11	130	200	173	M8	12	350
F2	300	190	149	185	2	117	250	11	130	200	182	M8	12	350
F3	300	190	166	205	2	134	250	11	130	200	199	M8	10	350
F4	300	190	180	220	2	148	250	11	130	200	213	M8	10	350
F5	300	190	191	230	2	159	250	11	130	200	224	M8	10	350
F6	300	190	201	240	2	169	250	11	130	200	234	M8	10	350
G1	240	255	121	160	5	95	200	11	203	160	164	M8	16	550
G2	240	255	153	190	5	127	200	11	203	160	196	M8	12	550



**ELECTRICAL CONNECTION**  
ELEKTRISCHER ANSCHLUSS

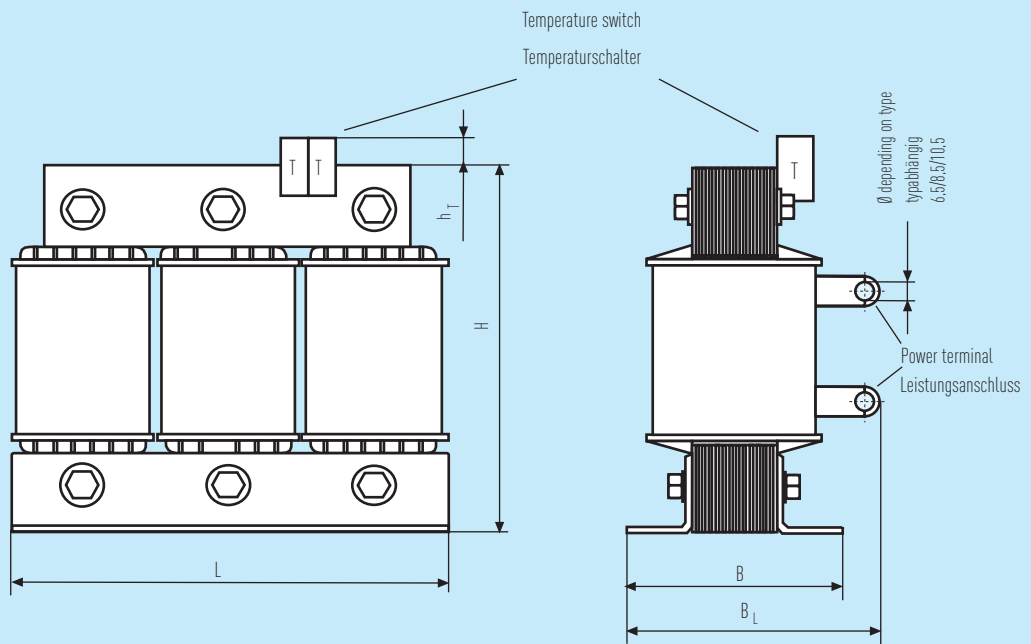
Type 1  
Typ 1

Screw terminal block, 10mm<sup>2</sup>  
Klemmleiste M5, 10mm<sup>2</sup>



Type 2  
Typ 2

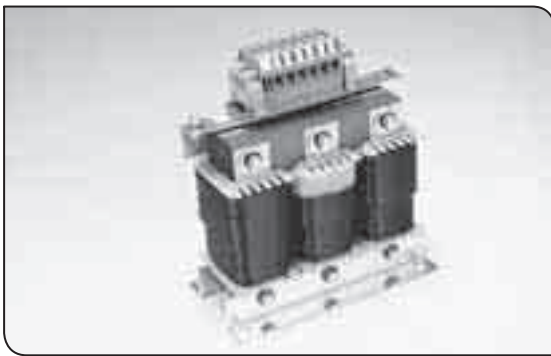
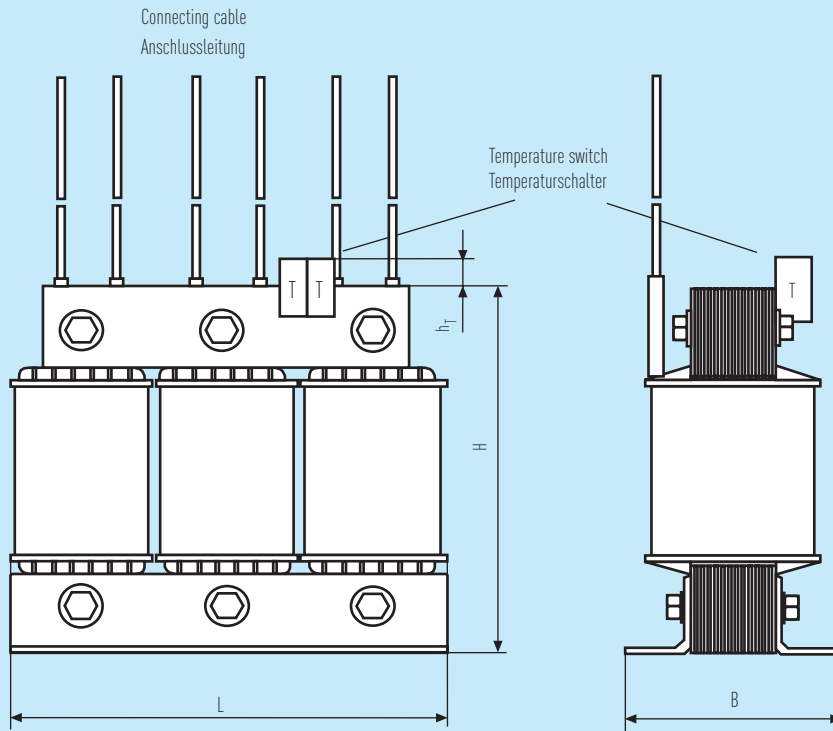
Cable lug (tinned copper)  
Kabelschuh (Kupfer, verzinkt)



Type 3  
Typ 3

Flexible cable, temperature-proof up to 140 C°  
Kabel, temperaturfest bis 140 C°

length Länge 500/800mm

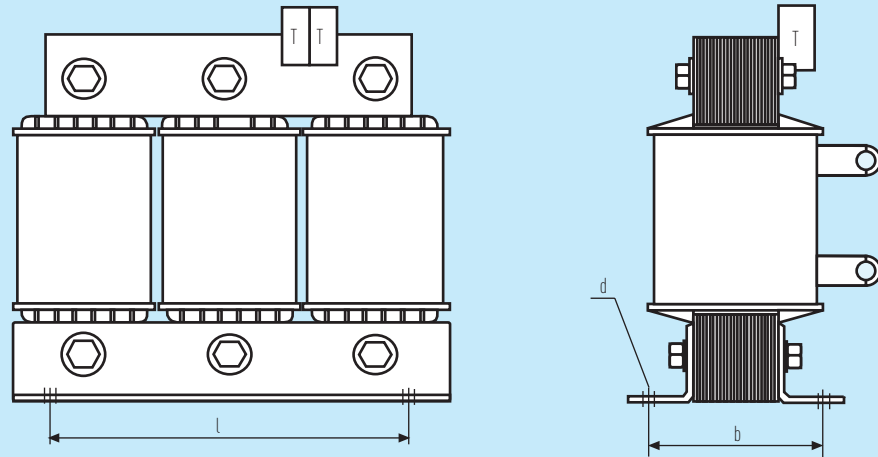


Reactors with aluminium windings are available in type 2 and 3.  
Drosseln mit Aluminiumwickeln sind erhältlich als Typ 2 und 3.



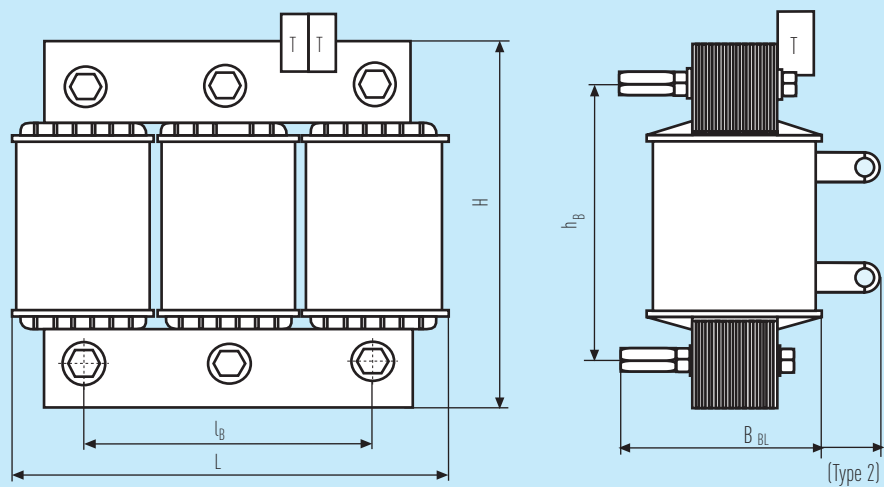
Design A  
Bauform A

Standard version with base mounting bracket  
Standard mit Fußwinkel



Design B  
Bauform B

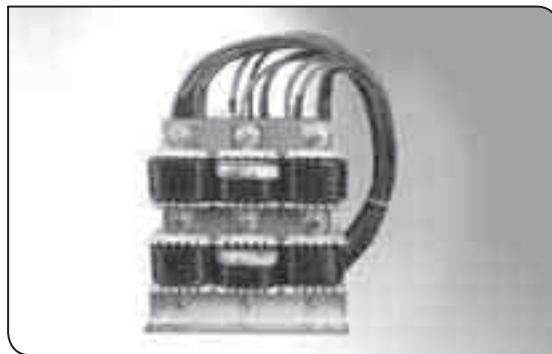
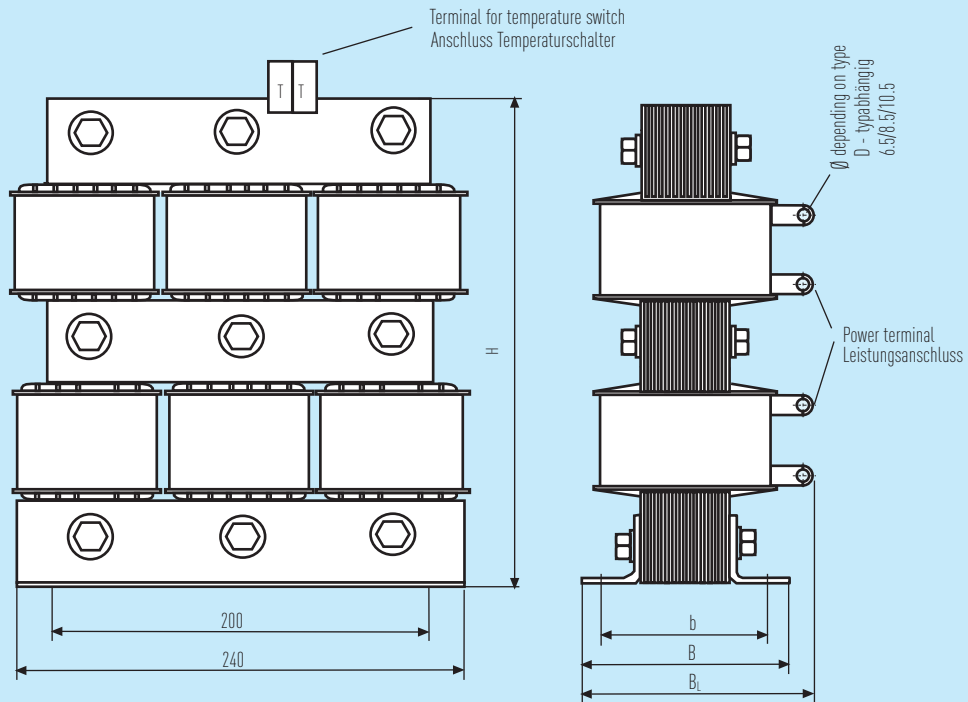
4 threaded bolts for lateral mounting (internal thread M6 or M8)  
4 seitliche Gewindehülsen (Innengewinde M6 oder M8)



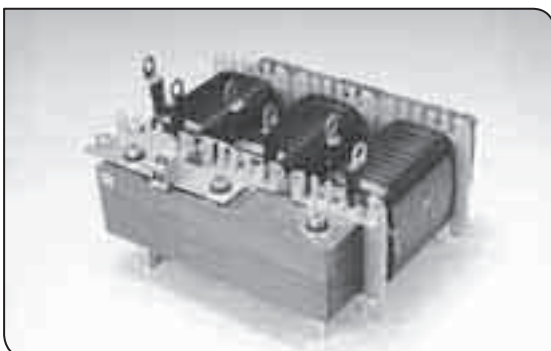
Designs 2in1  
Bauformen 2in1

This very compact design combines two partial powers in one unit. They can be operated independently from each other. Terminal versions available with cable lugs or cables as shown under Type 2 and 3. Designs as shown under A and B.

Diese sehr kompakte Bauform vereint zwei Teilleistungen in einer Einheit. Sie können unabhängig voneinander geschaltet werden. Anschluss wie Typen 2 und 3, Bauformen wie A und B.



Reactors with aluminium windings are available in designs A and B.  
Drosseln mit Aluminiumwickeln erhältlich in den Bauformen A und B.



**FK-Dr**  
**50Hz**  
Cu/Alu

Detuning of special capacitors with adjusted rating  
Leistungsangepaßte Verdrosselung von speziellen Kondensatoren



	U <sub>N</sub> (V)	Q <sub>LC</sub> (U <sub>N</sub> ) (kvar)	C (µF)	Reactor / Drossel				size Größe (S.pg. 61)	weight Gewicht (kg)	order code Bestellnr. (standard version)	conn./design Anschl./Bauf.				
				type designation Bezeichnung	winding Wicklung	L <sub>N</sub> (mH)	I <sub>eff</sub> (A)				1	2	3	A	B
7% 189Hz 1.8 I <sub>N</sub>	400V U <sub>C</sub> ≥430V!	6.25	3 × 38	FK-Dr 6.25/400/50/7/D1a	Cu	3 × 6.22	10.4	A2	5.5	412.074-4031A	●	○	●		
		10	3 × 62	FK-Dr 10/400/50/7/D1a	Cu	3 × 3.81	17.3	B1	8.5	425.093-4032A	○	○	○	○	
		12.5	3 × 77	FK-Dr 12.5/400/50/7/D1a	Cu	3 × 3.07	21.2	B2	8.5	428.094-4032A	○	○	○	○	
		2 × 12.5	2 × 3 × 77	FK-Dr 2/12.5/400/50/7/D1a	Cu	2 × 3 × 3.07	21.2	G1	19	428.241-4032A	○	○	○	○	
		20	3 × 123	FK-Dr 20/400/50/7/D1a	Cu	3 × 1.92	33.8	C1	14	440.124-4032A		●	○	○	
		25	3 × 154	FK-Dr 25/400/50/7/D1a	Cu	3 × 1.54	42.3	C2	17	444.125-4032A		●	○	○	
		25	3 × 154	FK-Dr 25/400/50/7/D1a	Alu	3 × 1.54	42.3	C3	16	444.126+4033A		●	○	○	
		2 × 25	2 × 3 × 154	FK-Dr 2/25/400/50/7/D1a	Cu	2 × 3 × 1.54	42.3	G2	31	444.273-4032A		●	○	○	
		40	3 × 246	FK-Dr 40/400/50/7/D1a	Cu	3 × 0.96	67.6	F4	28	454.258-4032A		●	○	○	
		50	3 × 308	FK-Dr 50/400/50/7/D1a	Cu	3 × 0.77	84.6	F4	29	458.258-4032A		●	○	○	
		50	3 × 308	FK-Dr 50/400/50/7/D1a	Alu	3 × 0.77	84.6	F5	29	458.259+4033A		●	○	○	
		75	3 × 462	FK-Dr75/400/50/7/D1a	Cu	3 × 0.51	127	D4	43	468.159-4032A		●	○	○	
		75	3 × 462	FK-Dr75/400/50/7/D1a	Alu	3 × 0.51	127	D4	39	468.159+4033A		●	○	○	
7% 189Hz 1.8 I <sub>N</sub>	415V U <sub>C</sub> ≥450V!	12.5	3 × 71	FK-Dr 12.5/415/50/7/D1a	Cu	3 × 3.33	20.2	B2	8.5	428.094-4232A	○	○	○	○	
		25	3 × 143	FK-Dr 25/415/50/7/D1a	Alu	3 × 1.65	40.8	C3	17	444.126+4233A		●	○	○	
		50	3 × 286	FK-Dr 50/415/50/7/D1a	Alu	3 × 0.83	81.5	F6	31	458.260+4233A		●	○	○	
		75	3 × 429	FK-Dr75/415/50/7/D1a	Alu	3 × 0.55	122	D4	39	468.159+4233A		●	○	○	
5.67% 210Hz 2.2 I <sub>N</sub>	400V U <sub>C</sub> ≥430V!	6.25	3 × 38	FK-Dr 6.25/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 5.04	11.5	A2	5.5	412.074-40110	●	○	●		
		10	3 × 62	FK-Dr 10/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 3.09	19.7	B1	9.0	425.093-40120	○	○	○	○	
		12.5	3 × 77	FK-Dr 12.5/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 2.49	23.3	B2	9.5	428.094-40120	○	○	○	○	
		20	3 × 123	FK-Dr 20/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 1.56	37.2	C1	15	440.124-40120		●	○	○	
		25	3 × 154	FK-Dr 25/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 1.24	46.6	C2	17	444.125-40120		●	○	○	
		25	3 × 154	FK-Dr 25/400/50/5.67/D1a	Alu	3 × 1.24	46.6	C3	16	444.326+40130		●	○	○	
		40	3 × 246	FK-Dr 40/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 0.78	74.5	D2	29	454.156-40120		●	○	○	
		50	3 × 308	FK-Dr 50/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 0.62	93.3	D3	36	458.157-40120		●	○	○	
50	3 × 308	FK-Dr 50/400/50/5.67/D1a	Alu	3 × 0.62	94.2	D3	33	458.157+40130		●	○	○			
75	3 × 462	FK-Dr75/400/50/5.67/D1a	Cu	3 × 0.41	140	D4	44	468.159-40120		●	○	○			
14% 134Hz 1.6 I <sub>N</sub>	400V U <sub>C</sub> ≥465V!	6.25	3 × 36	FK-Dr 6.25/400/50/14/D1a	Cu	3 × 13.1	10.1	B2	7.0	412.094-4051L	○	○	○	○	
		12.5	3 × 71	FK-Dr 12.5/400/50/14/D1a	Cu	3 × 6.66	19.9	C1	13	428.124-4052L		●	○	○	
		25	3 × 143	FK-Dr 25/400/50/14/D1a	Cu	3 × 3.30	40.1	C4	23	444.127-4052L		●	○	○	
		25	3 × 143	FK-Dr 25/400/50/14/D1a	Alu	3 × 3.30	40.1	F4	24	444.258+4053L		●	○	○	
		50	3 × 286	FK-Dr 50/400/50/14/D1a	Cu	3 × 1.65	80.0	D3	43	458.157-4052L		●	○	○	
		50	3 × 286	FK-Dr 50/400/50/14/D1a*)	Alu	3 × 1.65	80.0	D4	38	458.159+4053L*)		●	○	○	

\*) Linearity\_Linearität 1.55 × I<sub>N</sub>

	U <sub>N</sub> (V)	Q <sub>LC</sub> (690V) (kvar)	C (µF)	Reactor / Drossel				size Größe (S.pg. 61)	weight Gewicht (kg)	order code Bestellnr. (standard version)	conn./design Anschl./Bauf.				
				type designation Bezeichnung	winding Wicklung	L <sub>N</sub> (mH)	I <sub>eff</sub> (A)				1	2	3	A	B
7% 189Hz 1.8 I <sub>N</sub>	690V U <sub>C</sub> ≥760V!	25	3 × 52	FK-DR 25/690/50/7/D1a	Cu	3 × 4.57	24.5	C2	16	444.125-6932A		●	○	○	
		25	3 × 52	FK-DR 25/690/50/7/D1a	Alu	3 × 4.57	24.5	C5	19	444.327+6933A		●	○	○	
		50	3 × 104	FK-DR 50/690/50/7/D1a	Cu	3 × 2.29	49.0	F4	28	458.258-6932A		●	○	○	
		50	3 × 104	FK-DR 50/690/50/7/D1a	Alu	3 × 2.29	49.0	D3	31	458.157+6933A		●	○	○	
5.67% 210Hz 2.2 I <sub>N</sub>	690V U <sub>C</sub> ≥760V!	25	3 × 52	FK-DR 25/690/50/5.67/D1a	Alu	3 × 3.70	27.4	C5	19	444.327+69130		●	○	○	
		50	3 × 104	FK-DR 50/690/50/5.67/D1a	Alu	3 × 1.85	54.0	D4	36	458.159+69130		●	○	○	
		50	3 × 104	FK-DR 50/690/50/5.67/D1a	Cu	3 × 1.85	54.0	F5	33	458.259-69120		●	○	○	
14% 189Hz 1.6 I <sub>N</sub>	690V U <sub>C</sub> ≥800V!	25	3 × 48	FK-DR 25/690/50/14/D1a	Cu	3 × 9.87	23.2	C4	24	444.127-6952L		●	○	○	
		50	3 × 98	FK-DR 50/690/50/14/D1a	Cu	3 × 4.94	46.3	D4	44	458.159-6952L		●	○	○	

• standard design Standardausführung

○ other available options weitere verfügbare Ausführungen







Detuning of standard capacitors (non-adjusted rating)  
Verdrosselung von Standardkondensatoren (nichtleistungsangepasst)

FK-Dr  
50Hz  
Cu/Alu

	$U_N$ (V)	C ( $\mu$ F)	$Q_{LC}(U_N)$ (kvar)	Reactor / Drossel				size Größe (S.pg. 61)	weight Gewicht (kg)	order code Bestellnr. (standard version)	conn./design Anschl./Bauf.			
				type designation Bezeichnung	winding Wicklung	$L_N$ (mH)	$I_{eff}$ (A)				1	2	3	A
7% 189Hz 1.8 $I_N$	400V $U_c \geq 430V!$	3 × 82	13.4	FK-Dr 12.5/400/50/7/D	Cu	3 × 2.88	22.5	B2	9.0	428.094-40D2A	○	○	○	○
		3 × 166	26.9	FK-Dr 25/400/50/7/D	Cu	3 × 1.42	46.6	C2	17.5	444.125-40D2A	●	○	○	○
		3 × 332	53.8	FK-Dr 50/400/50/7/D	Cu	3 × 0.71	91.2	D3	36.0	458.259-40D2A	●	○	○	○
5.67% 210Hz 2.2 $I_N$	400V $U_c \geq 430V!$	3 × 82	13.3	FK-Dr 12.5/400/50/5.67/D	Cu	3 × 2.34	24.8	B2	10.0	428.094-40B20	○	○	○	○
		3 × 166	26.5	FK-Dr 25/400/50/5.67/D	Cu	3 × 1.15	50.3	C2	17.5	444.125-40B20	●	○	○	○
		3 × 332	53.0	FK-Dr 50/400/50/5.67/D	Cu	3 × 0.58	101	D3	36.0	458.157-40B20	●	○	○	○
7% 189Hz 1.8 $I_N$	415V $U_c \geq 460V!$	3 × 62	10.8	FK-Dr 10/415/50/7/D	Cu	3 × 3.81	17.7	B1	8.0	425.093-42D2A	○	○	○	○
		3 × 77	13.4	FK-Dr 12.5/415/50/7/D	Cu	3 × 3.07	21.9	B2	9.0	428.094-42D2A	○	○	○	○
		3 × 123	21.5	FK-Dr 20/415/50/7/D	Cu	3 × 1.92	35.0	C1	14.0	440.124-42D2A	●	○	○	○
		3 × 154	26.9	FK-Dr 25/415/50/7/D	Cu	3 × 1.54	43.9	C2	17.5	444.125-42D2A	●	○	○	○
		3 × 154	26.9	FK-Dr 25/415/50/7/D	Alu	3 × 1.54	43.9	C4	17.0	444.326+42D3A	●	○	○	○
		3 × 246	43.0	FK-Dr 40/415/50/7/D	Cu	3 × 0.96	70.0	F4	31.0	454.258-42D2A	●	○	○	○
		3 × 308	53.8	FK-Dr 50/415/50/7/D	Cu	3 × 0.77	87.8	F5	33.0	458.259-42D2A	●	○	○	○
		3 × 308	53.8	FK-Dr 50/415/50/7/D	Alu	3 × 0.77	87.8	F6	32.0	458.260+42D3A	●	○	○	○
5.67% 210Hz 2.2 $I_N$	415V $U_c \geq 460V!$	3 × 62	10.6	FK-Dr 10/415/50/5.67/D	Cu	3 × 3.09	19.5	B2	8.5	425.094-42B20	○	○	○	○
		3 × 77	13.3	FK-Dr 12.5/415/50/5.67/D	Cu	3 × 2.49	24.2	B3	10.5	428.095-42B20	○	○	○	○
		3 × 123	21.2	FK-Dr 20/415/50/5.67/D	Cu	3 × 1.56	38.6	C1	15.5	440.124-42B20	●	○	○	○
		3 × 154	26.5	FK-Dr 25/415/50/5.67/D	Cu	3 × 1.24	48.4	C3	17.0	444.126-42B20	●	○	○	○
		3 × 154	26.5	FK-Dr 25/415/50/5.67/D	Alu	3 × 1.24	48.4	C5	17.0	444.127+42B30	●	○	○	○
		3 × 246	42.4	FK-Dr 40/415/50/5.67/D	Cu	3 × 0.78	77.3	F5	31.0	454.259-42B20	●	○	○	○
		3 × 308	53.0	FK-Dr 50/415/50/5.67/D	Cu	3 × 0.62	96.7	D3	36.0	458.157-42B20	●	○	○	○
		3 × 308	53.0	FK-DR 50/415/50/5.67/D	Alu	3 × 0.62	96.7	D3	33.0	458.157+42B30	●	○	○	○
7% 189Hz 1.8 $I_N$	690V $U_c \geq 760V!$	3 × 28	13.4	FK-Dr 12.5/690/50/7/D	Cu	3 × 8.57	13.1	B2	9.0	428.094-69D1A	●	○	○	
		3 × 56	26.8	FK-Dr 25/690/50/7/D	Cu	3 × 4.22	26.5	C2	17.5	444.125-69D2A	●	○	○	
		3 × 112	53.7	FK-Dr 50/690/50/7/D	Cu	3 × 2.11	53.1	D2	35.0	458.156-69D2A	●	○	○	
		3 × 168	80.6	FK-Dr 75/690/50/7/D	Cu	3 × 1.41	79.6	D4	42.0	468.159-69D2A	●	○	○	
5.67% 210Hz 2.2 $I_N$	690V $U_c \geq 760V!$	3 × 28	13.3	FK-Dr 12.5/690/50/5.67/D	Cu	3 × 6.94	14.4	B3	9.5	428.095-69B10	●	○	○	
		3 × 56	26.5	FK-Dr 25/690/50/5.67/D	Cu	3 × 3.42	29.3	C2	18.5	444.126-69B20	●	○	○	
		3 × 112	53.0	FK-Dr 50/690/50/5.67/D	Cu	3 × 1.70	58.5	D2	33.5	458.156-69B20	●	○	○	
		3 × 168	79.5	FK-Dr 75/690/50/5.67/D	Cu	3 × 1.14	87.7	D4	47.0	468.159-69B20	●	○	○	

- standard design Standardausführung
- other available options weitere verfügbare Ausführungen

Other ratings, linearities and detuning factors are available on request.  
Andere Nennwerte, Linearitäten und Verdrosselungsgrade sind auf Anfrage erhältlich.





	U <sub>N</sub> (V)	C (µF)	Q <sub>LC</sub> (U <sub>N</sub> ) (kvar)	Reactor / Drossel				size Größe (S.pg. 61)	weight Gewicht (kg)	order code Bestellnr. (standard version)	conn./design Anschl./Bauf.				
				type designation Bezeichnung	winding Wicklung	L <sub>N</sub> (mH)	I <sub>eff</sub> (A)				1	2	3	A	B
7% 227Hz 1.8 I <sub>N</sub>	380V U <sub>C</sub> ≥415V!	3 × 77	13.5	FK-Dr 12.5/380/60/7/D	Cu	3 × 2.13	24.1	B2	8.5	428.094-38D7A	○	○	○	○	○
		3 × 154	26.9	FK-Dr 25/380/60/7/D	Cu	3 × 1.07	48.2	C1	19	444.124-38D7A	●	○	○	○	○
		3 × 154	26.9	FK-Dr 25/380/60/7/D	Alu	3 × 1.07	48.2	C2	14	444.125+38D8A	●	○	○	○	○
		3 × 308	53.8	FK-Dr 50/380/60/7/D	Cu	3 × 0.53	96.5	F4	32	458.258-38D7A	●	○	○	○	○
		3 × 308	53.8	FK-Dr 50/380/60/7/D	Alu	3 × 0.53	96.5	F5	29	458.259+38D8A	●	○	○	○	○
		3 × 462	80.7	FK-Dr 75/380/60/7/D	Cu	3 × 0.36	145	D4	43	468.159-38D7A	●	○	○	○	○
		3 × 462	80.7	FK-Dr 75/380/60/7/D	Alu	3 × 0.36	145	D4	39	468.159+38D8A	●	○	○	○	○
7% 227Hz 1.8 I <sub>N</sub>	440V U <sub>C</sub> ≥480V!	3 × 58	13.4	FK-Dr 12.5/440/60/7/D	Cu	3 × 2.83	21.0	B1	7.0	428.094-44D7A	○	○	○	○	○
		3 × 115	26.9	FK-Dr 25/440/60/7/D	Cu	3 × 1.43	41.7	C1	19	444.125-44D7A	●	○	○	○	○
		3 × 230	53.8	FK-Dr 50/440/60/7/D	Cu	3 × 0.72	76.7	F4	29	458.258-44D7A	●	○	○	○	○
		3 × 345	80.7	FK-Dr 75/440/60/7/D	Cu	3 × 0.48	115	D4	42	468.159-44D7A	●	○	○	○	○
5.67% 252Hz 2.2 I <sub>N</sub>	440V U <sub>C</sub> ≥480V!	3 × 58	13.3	FK-Dr 12.5/440/60/5.67/D	Cu	3 × 2.29	22.2	B2	9.5	428.094-44B70	○	○	○	○	○
		3 × 115	26.5	FK-Dr 25/440/60/5.67/D	Cu	3 × 1.16	46.0	C2	17	444.125-44B70	●	○	○	○	○
		3 × 230	53.0	FK-Dr 50/440/60/5.67/D	Cu	3 × 0.58	92.0	F4	32	458.258-44B70	●	○	○	○	○
		3 × 345	79.5	FK-Dr 75/440/60/5.67/D	Cu	3 × 0.39	138	D4	43	468.159-44B70	●	○	○	○	○
7% 227Hz 1.8 I <sub>N</sub>	480V U <sub>C</sub> ≥525V!	3 × 48	13.4	FK-Dr 12.5/480/60/7/D	Cu	3 × 3.42	19.0	B2	8.5	428.094-48D7A	○	○	○	○	○
		3 × 96	26.9	FK-Dr 25/480/60/7/D	Cu	3 × 1.71	38.0	C1	19	444.124-48D7A	●	○	○	○	○
		3 × 96	26.9	FK-Dr 25/480/60/7/D	Alu	3 × 1.71	38.0	C3	16	444.126+48D8A	●	○	○	○	○
		3 × 192	53.8	FK-Dr 50/480/60/7/D	Cu	3 × 0.86	76.0	F4	30	458.258-48D7A	●	○	○	○	○
		3 × 192	53.8	FK-Dr 50/480/60/7/D	Alu	3 × 0.86	76.0	F5	30	458.259+48D8A	●	○	○	○	○
		3 × 288	80.7	FK-Dr 75/480/60/7/D	Cu	3 × 0.57	113	D3	39	468.157-48D7A	●	○	○	○	○
		3 × 288	80.7	FK-Dr 75/480/60/7/D	Alu	3 × 0.57	113	D4	40	468.159+48D8A	●	○	○	○	○
5.67% 252Hz 2.2 I <sub>N</sub>	480V U <sub>C</sub> ≥525V!	3 × 48	13.3	FK-Dr 12.5/480/60/5.67/D	Cu	3 × 2.77	20.9	B2	8.5	428.094-48B70	○	○	○	○	○
		3 × 96	26.5	FK-Dr 25/480/60/5.67/D	Cu	3 × 1.39	41.9	C2	17	444.125-48B70	●	○	○	○	○
		3 × 192	53.0	FK-Dr 50/480/60/5.67/D	Cu	3 × 0.69	83.7	F4	33	458.259-48B70	●	○	○	○	○
		3 × 288	79.5	FK-Dr 75/480/60/5.67/D	Cu	3 × 0.46	126	D3	43	468.159-48B70	●	○	○	○	○

- standard design Standardausführung
- other available options weitere verfügbare Ausführungen

Other ratings, linearities and detuning factors are available on request.  
Andere Nennwerte, Linearitäten und Verdrosselungsgrade sind auf Anfrage erhältlich.



# POWER FACTOR CONTROLLER BLINDLEISTUNGSREGLER CONDENSOMATIC



## POWER FACTOR CONTROLLER BLINDLEISTUNGSREGLER CONDENSOMATIC – CR2020/CR2020D

Order no. Bestell-Nr. 17236.002-08.8

The power factor controller CR 2020 calculates the active and reactive power in the mains from the measured current and voltage. It also determines if power is being imported or exported.

The controller identifies the output of the capacitor stages installed and connects or disconnects them in the optimum manner as required by the actual mains conditions. The controller considers the frequency of changes in the reactive load and follows the principle of rotational switching. This guarantees that optimum power factor correction is achieved to specify a fixed capacitor value which is always added to the measured capacitor power. This is useful for the additional compensation of the reactive power of a transformer.

The integrated digital display can show the actual power factor, the mains frequency, the actual tariff, the programmed target power factor, the value of present harmonics, the connected and the missing capacitor power. This makes general and specific monitoring of the capacitor bank and its operating conditions possible.

The power factor controller CR 2020 is ready for operation on preset default functions immediately after installation without any modifications or adjustments.

### DISPLAY OPTIONS

- cos phi, V, I, S, P, Q, mains frequency
- 3rd to 13th harmonic (V and I)
- memory for max values
- connected capacitor power
- insufficient capacitor power
- No. of connected capacitor branches
- No. of switching operations per branch to date
- notification about the reaching of a certain number of switching operations by a branch
- delivery of actual power (e.g. during the operation of generators)
- alarm during insufficient or excessive voltage
- programmable fan control

### OTHER FEATURES

- 4-quadrant-operation
- automatical identification of the power of connected capacitors
- optimized switching
- automatic and manual operation
- port for connection of a tariff switch
- separate setting of target and alarm cos phi for two different tariffs
- port for external alarm
- adjustment of the switching periods in dependence of the load
- alarm during insufficient measuring current
- disconnection of the capacitor bank in the event of excessive harmonic voltage distortion
- variable time for alarm in the event of failed power factor correction
- zero voltage tripping
- specification of a permanent capacitor value in addition to the measured required power, e.g. for compensation of a transformer
- optional RS485 port for PC or remote control unit



Der Blindleistungsregler CR 2020 berechnet aus Messstrom und Messspannung die Wirk- und Blindleistungsverhältnisse im Netz. Dabei wird unterschieden, ob Wirkleistung bezogen oder geliefert wird.

Er erkennt selbständig die Leistung der angeschlossenen Kondensatorstufen und schaltet diese entsprechend den Netzverhältnissen optimiert zu bzw. ab. Durch das lastabhängige Regelverhalten unter Berücksichtigung der Lastwechselfrequenz und die integrierte Kreisschaltung wird eine optimale Kompensation mit einer minimalen Anzahl von Schalthandlungen erreicht. Eine fest einstellbare Kompensationsleistung wird prinzipiell noch auf den gemessenen Wert aufgeschlagen.

Das eingebaute Display ermöglicht eine umfassende praxisorientierte Überwachung der Kondensatoranlage.

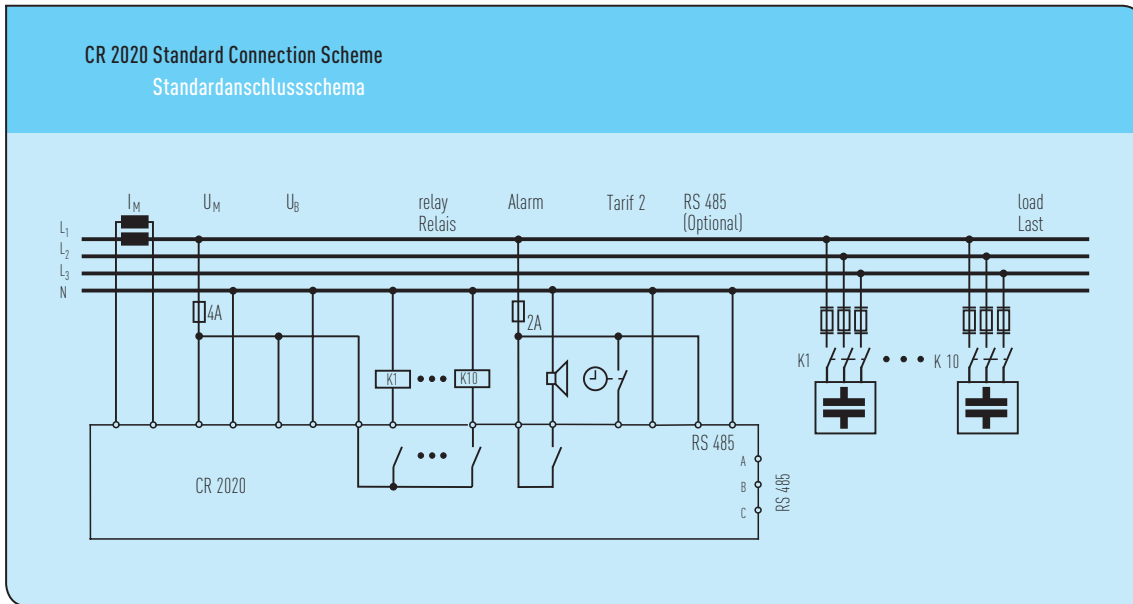
Der Blindleistungsregler CR 2020 ist nach elektrischem Anschluss unter Beachtung der eingestellten Standardwerte sofort betriebsbereit und bedarf keinerlei Einstellungen.

### ANZEIGEOPTIONEN

- cos phi, U, I, S, P, Q, Netzfrequenz
- 3...13. Oberwelle (U und I)
- Maximalwertspeicher
- eingeschaltete Kondensatorleistung
- zur Kompensation fehlende Leistung
- zugeschaltete Abzweige
- Anzahl der bisherigen Schaltungen je Abzweig
- Meldung bei Erreichen einer bestimmten Anzahl von Schaltungen eines Abzweiges
- Lieferung von Wirkleistung (z. B. bei Generatorbetrieb)
- Alarm bei Unter- und Überspannung
- programmierbare Ventilatorsteuerung

### WEITERE EIGENSCHAFTEN

- 4-Quadranten-Betrieb
- Automatische Erkennung der Kondensatorstufen
- Optimiertes Schaltverhalten
- Automatischer und Manueller Betrieb
- Anschlussmöglichkeit für Tarifumschaltung
- Getrennte Einstellung Ziel-/Alarm-cos phi für zwei Tarife
- Anschlussmöglichkeit für externe Alarmmeldung
- Lastabhängige Schaltzeitanpassung
- Warnung bei zu geringem Messstrom
- Abschaltung der Anlage bei Überschreitung eines bestimmten Klirrfaktors (Oberwellenspannung)
- Zeit für Alarm bei Nichterreichen des cos phi einstellbar
- Nullspannungsauslösung
- Definition einer dauerhaft geschalteten Kondensatorleistung zusätzlich zum gemessenen Bedarf, z. B. zur Kompensation der Trafo-Leistung
- Optionale Schnittstelle RS485 zu PC oder Fernbedienungseinheit



## TECHNICAL DATA TECHNISCHE DATEN CR 2020

Operation/control voltage Betriebs-/Messspannung	230V 50/60Hz
No of output relays Anzahl der Ausgänge (CR2020)	10 (voltage free spannungsfrei)
No of output relays Anzahl der Ausgänge (CR2020D)	10 (6...10V DC)
Responding time Reaktionszeit (CR2020D)	20 milliseconds (depending on load and phase angle)
	20 Millisekunden (abhängig von Last und Phasenlage)
Output rating Relaiskontakte	250V, 1500VA, max. 4A
Display elements Anzeigeelemente	LCD
Operating elements Bedienelemente	Foil keyboard Folientasten
Measuring voltage Messspannung	58...525V
Measuring current Messstrom	0.01...5.0A
External alarm contact externer Alarmkontakt	Closing contact, voltage free Schließkontakt, spannungsfrei
Terminals Anschlüsse	Multiple contact plug Schraubanschluss, steckbar
Fuses Sicherungen	to be installed externally extern vorzusehen (max 4A)
Ambient temperature Betriebstemperatur	-20°C...+ 50°C
Protection class Schutzklasse	Front IP 40, Terminals Klemmen IP 20
Mounting position Einbaulage	no restrictions beliebig
Dimensions Abmessungen (H × W × D)	144 × 144 × 64mm

### CE-Konformität CE Conformity

The controller is declared to conform to the following European Directives:

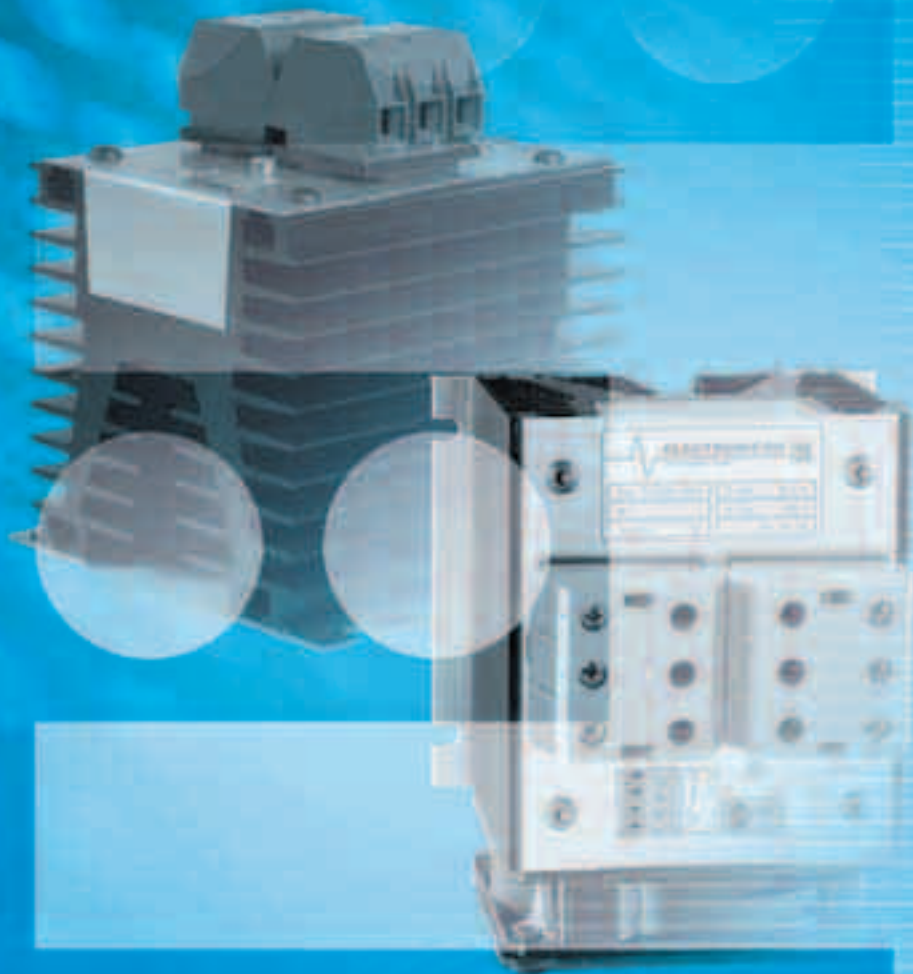
Der Regler stimmt mit den Vorschriften folgender Europäischer Richtlinien überein:

73/23/EWG	Low-Voltage Directive Niederspannungs-Richtlinie
2004/108/EG	EMC directive EMV-Richtlinie
93/68/EWG	Directive for amendment of directive 73/23/EWG (CE- Mark of Conformity)
	Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 73/23/EWG (CE-Konformitätskennzeichnung)





# THYRISTOR SWITCH THYRISTORSCHALTER CONDENSOTRONIC CT 2000

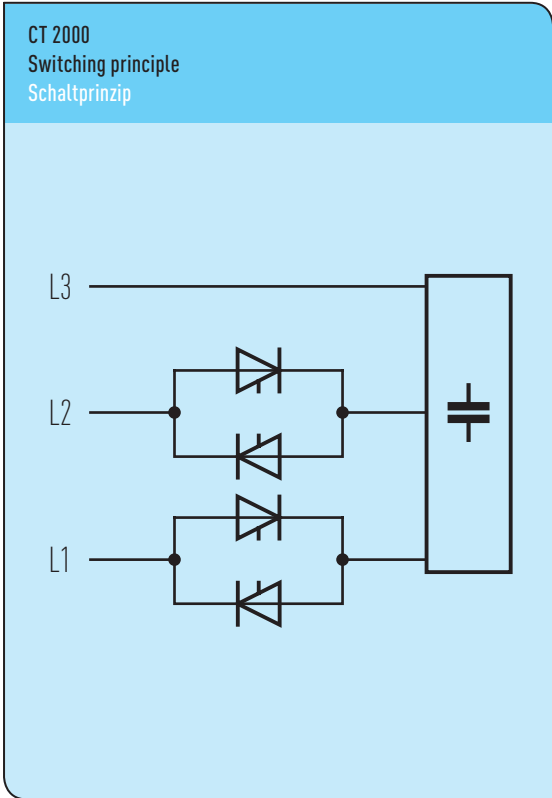


**THYRISTOR SWITCH  
 THYRISTORSCHALTER  
 CONDENSOTRONIC CT 2000**



Immediate COMPENSATION of inductive reactive power is very often the only way to cope with disturbances imposed on the mains by huge, rapidly changing inductive loads. Conventional capacitor switching devices with reaction periods of 20...90 seconds can not comply with such intensive requirements.

The CONDENSOTRONIC thyristor switch module makes reaction times of 1...20 milliseconds possible. The switching is done, practically without reactive effects, at zero voltage level (no voltage between input and output). CONDENSOTRONIC has a very compact design, convenient connection, integral overheating protection, and LED indication for the switching signal and excessive temperature. For powers above 25kvar, a controllable fan is included.

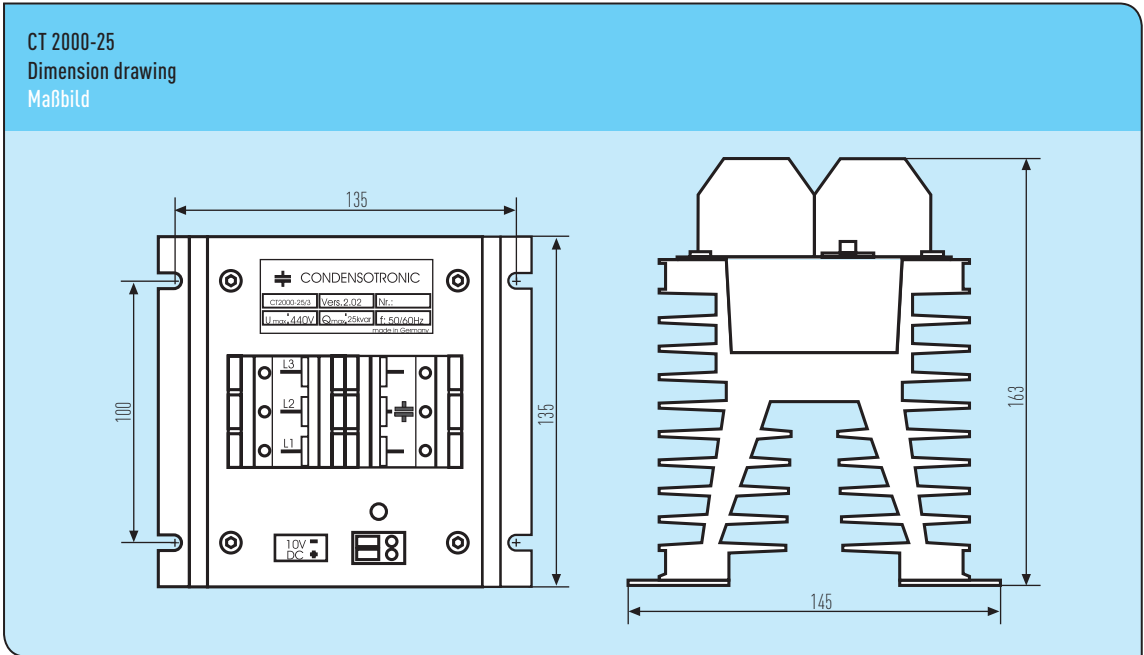


Augenblickliche Kompensation induktiver Blindleistung ist häufig der einzige Weg, um Netzstörungen durch große, schnellveränderliche induktive Lasten zu vermeiden. Konventionelle Kondensatorschaltanlagen mit Reaktionszeiten von 20...90 Sekunden können solch intensiven Anforderungen nicht gerecht werden.

Das CONDENSOTRONIC Thyristorschaltmodul ermöglicht Reaktionszeiten von 1... 20 Millisekunden. Die Schaltung wird – praktisch ohne Rückwirkungen – bei Nullspannungspotential (keine Spannung zwischen Ein- und Ausgang) vorgenommen. CONDENSOTRONIC verfügt über eine sehr kompakte Bauform, bequeme Anschlussmöglichkeiten, einen integrierten Überhitzungsschutz, und eine LED-Anzeige für Schaltsignal und Über-temperatur. Für Schaltleistungen über 25 kvar ist ein Lüfter integriert.

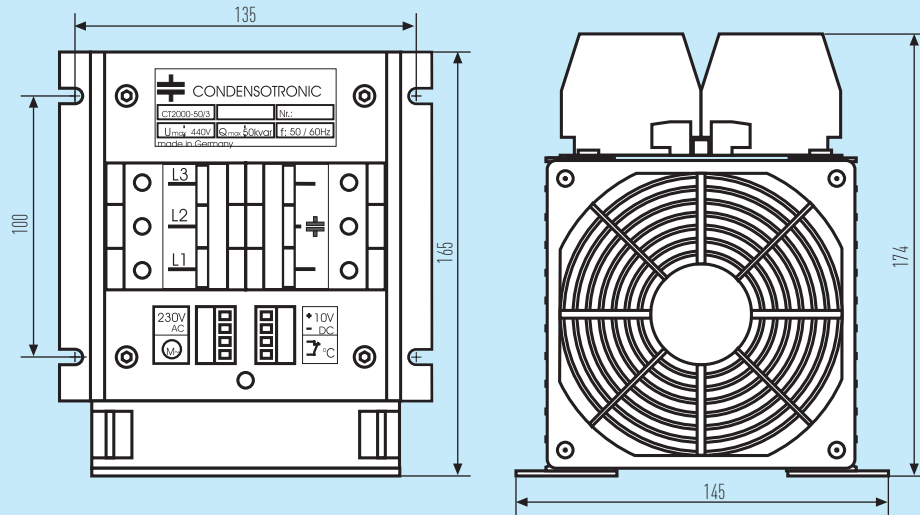
The CONDENSOTRONIC Thyristor Switch CT2000 works according to the W3C-2 switching principle, i.e. phase L3 will not be switched.

Der CONDENSOTRONIC Thyristorschalter CT2000 arbeitet nach dem W3C-2 Schaltungsprinzip. Dabei wird die Phase L3 nicht geschaltet.





CT 2000-50  
Dimension Drawing  
Maßbild



TECHNICAL DATA TECHNISCHE DATEN

	CT 2000-25-415	CT2000-25-525	CT2000-50-415	CT2000-50-525
<b>Power Section Leistungsteil</b>				
Rated voltage Nennspannung $U_{eff}$	380...415V	400...525V	380...415V	440...525V
Max. current Maximalstrom $I_{max}$	52A	38A	$18A \leq i \leq 100A$	$18A \leq i \leq 78A$
Frequency Frequenz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
Cable cross section Anschlussquerschnitt	25mm <sup>2</sup>	25mm <sup>2</sup>	35mm <sup>2</sup>	35mm <sup>2</sup>
Dissipation loss power Verlustleistung $P_V(I_{max})$	156W	132W	312W	264W
<b>Control section Ansteuerung</b>				
Voltage Spannung	10V±2V DC	10V±2V DC	10V±2V DC	10V±2V DC
Power Leistung	0,2W	0,2W	0,2W	0,2W
Cable cross section Anschlussquerschnitt	1,5mm <sup>2</sup>	1,5mm <sup>2</sup>	1,5mm <sup>2</sup>	1,5mm <sup>2</sup>
Indications Anzeigen	LED	LED	LED	LED
<b>Switching times Schaltzeiten</b>				
Reaction period Reaktionszeit	0,2...15ms	0,2...15ms	0,2...15ms	0,2...15ms
Time for re-connection Wiedereinschaltzeit	40ms	40ms	40ms	40ms
<b>Operating conditions Umgebungsbedingungen</b>				
Operating temperature Betriebstemperatur	-10...40°C	-10...40°C	-10...40°C	-10...40°C
Storage temperature Lagertemperatur	-40...85°C	-40...85°C	-40...85°C	-40...85°C
Mounting position Einbaulage	vertikal senkrecht	vertikal senkrecht	vertikal senkrecht	vertikal senkrecht
Degree of protection Schutzgrad	IP20	IP20	IP20	IP20
<b>Fan Lüfter</b>				
Supply Anschluss	-	-	230V AC	230V AC
Fuse Absicherung	-	-	max. 4A	max. 4A
Power Leistung	-	-	14W	14W
Order No. Bestellnummer	17236.002-05.5	17236.002-05-7	17236.002-05.6	17236.002-05.8



THYRISTOR SWITCH\_THYRISTORSCHALTER\_CONDENSOTRONIC



# ANNEX ANHANG



VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut

ZERTIFIKAT  
CERTIFICATE

compliance

## General Safety Advices for Power Capacitors

General safety advices of power capacitor manufacturers who are members of the ZVEI - German Electrical and Electronic Manufacturers' Association

### I. Area of Validity

These safety advices apply to the following power capacitors and standards. Their purpose is to describe the state of technology which usually must be adhered to by all relevant supplier and service contracts.

1. Power capacitors for reactive power compensation (PFC = Power Factor Compensation) up to 1000 V	IEC / DIN-EN 60831 and 60931
2. Power capacitors for reactive power compensation (PFC) above 1000 V	IEC / DIN-EN 60871
3. Power capacitors for inductive heat generation (PFC)	IEC / DIN-EN 60110
4. Capacitors for power electronics (PEC)	IEC / DIN-EN 61071
5. Capacitors for railroad applications	IEC / DIN-EN 60881
6. Lighting capacitors (AC)	IEC/DIN-EN 61048/49
7. Motor capacitors (AC)	IEC / DIN-EN 60252

### II. General Rules of Safety

Since power capacitors are electrical energy storage devices, they must always be handled with caution. Even after being turned off for a longer period of time, they can still contain hazardously high voltages (danger of death). The same applies to all system components and devices which have an electrically conductive connection to the capacitor. The safety rules of electrical good practice must always be complied with when handling voltage-conducting components in electrical systems.

### III. General Conditions for Storage and Use

1. The installation, application and maintenance notes of the manufacturer and the relevant standards must always be complied with.
2. **Capacitors must never be stored or used outside the specified temperature ranges.**
3. Capacitors may not be stored or operated in corrosive atmospheres, particularly not when chlorides, sulfides, acids, lye, salts, organic solvents or similar substances are present.
4. In dust and dirt-prone environments, regular checks and maintenance (particularly of the connection terminals and insulators) are

absolutely necessary to prevent creation of creepage distances between potential-conducting components among themselves and/or to the protective conductor/ground.

5. **The maximum temperatures (including inherent heat), voltages, currents, power, reactive power, thermal resistances, frequencies, discharge times and switching frequencies specified in the data sheet must be adhered to.**
6. **A means of sufficient dissipation of heat loss (fan, cooling) or escaping gases in case of malfunction must be provided. Required minimum distances (e.g., to sources of heat) must be adhered to.**
7. Specified torques for electrical connections and mounting elements must be adhered to.
8. Mechanically or electrically damaged, leaky or otherwise damaged capacitors may not be used or continue to be used.
9. Existing protective devices of the capacitors may not be manipulated, removed or impaired in their function.

### IV. Internal Protective Devices

1. The following table gives an overview of the known internal protective devices:

Protective Device/ Protective Mechanism	Application Area		
	PEC	PFC	AC
Without protective devices	x		
Exclusively self-healing	x	x	x
<u>Singly or in combination:</u>			
Improved self-healing	x		
Overpressure interrupter	x	x	x
Overpressure switch	x	x	x
Overpressure valve	x	x	
Overpressure membrane	x		
Reinforced housing	x	x	
Segmented film	x		x
Winding fuse		x	
Thermal fuse			x

2. Internal protective devices offer basic protection against certain internal faults, aging and overload.

3. Internal protective devices alone are not sufficient to prevent all conceivable dangers in case of malfunction. The so-called self-healing capability is not the same as fail safe system stability.
4. Depending on their protective mechanism, internal protective devices are subject to technical and functional limits which when exceeded will definitely cause malfunctions. Such violations can be: **excess temperature, overvoltage, wrong application, wrong installation, faulty maintenance, mechanical damage, operation outside the technical limits of the specification.**
5. Most internal protective devices can interrupt the voltage only within the capacitor. They are not fuses in the classical sense such as cable or device fuses which interrupt the voltage in front of the faulty system component.

## V. Risk Factors for the Capacitor

The most frequent risk factors which cause capacitor damage and possibly also the failure of the protective devices are:

1. Exceeding the permissible temperature on the capacitor surface (an excess temperature of 7 °K cuts life expectancy in half)
2. Voltage increases, overcurrents and high turn-on currents even if they only occur briefly or cyclically (an overvoltage of 8 % cuts life expectancy in half)
3. Network harmonics, resonances with harmonics or flicker even when they occur only briefly or cyclically
4. Aging of the lighting equipment and consequential excess temperature or high UV stress
5. Failure of other components in a common switch connection and consequential overvoltages or overcurrents
6. Interaction with other reactive power elements, also parasitic capacitances or inductivities in common switch connections
7. Even if the test based on the capacitor standard is passed, this does not ensure comprehensive protection against all possible overloading.

## VI. Risks When a Fault Occurs

1. Power capacitors can be a significant risk in case of failures due to their stored energy and/or their properties during operation in networks with high short-circuits power.
2. Power capacitors can actively fail when internal or external protective devices are missing, incorrectly dimensioned or have failed. They can burst, burn or, in extreme cases, explode.
3. The gases (e.g., hydrocarbons as decomposition products of the organic insulating materials used) released in case of damage are flammable and can create explosive mixtures. The fire load of a power capacitor is approx. 40 MJ/kg.

## VII. Risk Minimization

1. The capacitor manufacturer cannot predict all possible stresses which a power capacitor can be subjected to and which must be provided for in the design. This means that the user carries crucial co-responsibility here. Alone for this reason, safety and quality should be the top criteria when a capacitor is selected. **This is why we urgently recommend the use of capacitors with good internal protective devices.**
2. Before designing the application, capacitors must be checked for their suitability for this particular application. All influences (parameters) must be considered. Unexamined use in an application may have serious consequences.
3. Particularly with sensitive applications, the internal protective devices of the capacitors should be supplemented by the user with suitable external protective measures. External protective measures are even mandatory when capacitors are used without internal protective devices.
4. When power capacitors are used, you must always provide suitable measures to eliminate possible danger to humans, animals and property both during operation and when a failure occurs. This applies to capacitors without and with protective devices.
5. The power capacitor manufacturers organized in the ZVEI will be glad to give users preliminary advice already before planning of the application begins and provide concrete application recommendations.

Status: March 2007

Responsible for content:  
 ZVEI - German Electrical and Electronic  
 Manufacturers' Association  
 Power Capacitors Division  
 Stresemannallee 19  
 60596 Frankfurt am Main  
 Phone: 069 6302-440  
 Fax: 069 6302-413  
 EMail: stein@zvei.org



## Allgemeine Sicherheitshinweise Starkstromkondensatoren

Gemeinsame Sicherheitshinweise der im ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronik e. V. - organisierten Hersteller von Starkstromkondensatoren

### I. Geltungsbereich

Diese Sicherheitshinweise gelten für die im Folgenden genannten Starkstromkondensatoren und Normen. Damit soll der Stand der Technik, der im Regelfall bei allen einschlägigen Liefer- und Leistungsverträgen einzuhalten ist, beschrieben werden.

1.	Leistungskondensatoren für Blindstromkompensation (PFC) bis 1000 V	IEC / DIN-EN 60831 und 60931
2.	Leistungskondensatoren für Blindstromkompensation (PFC) über 1000 V	IEC / DIN-EN 60871
3.	Leistungskondensatoren für induktive Wärmeezeugung (PFC)	IEC / DIN-EN 60110
4.	Kondensatoren für die Leistungselektronik (PEC)	IEC / DIN-EN 61071
5.	Kondensatoren für Bahnanwendungen (PEC)	IEC / DIN-EN 60881
6.	Leuchtenkondensatoren (AC)	IEC / DIN-EN 61048/49
7.	Motor-kondensatoren (AC)	IEC / DIN-EN 60252

### II. Allgemeine Sicherheitsregeln

Starkstromkondensatoren sind elektrische Ladungsspeicher und deshalb stets mit Vorsicht zu handhaben. Sie können auch nach dem Abschalten über längere Zeiträume noch mit lebensgefährlich hohen Spannungen geladen sein. Gleiches gilt für alle Anlagenteile und Geräte, die in elektrisch leitender Verbindung zum Kondensator stehen. Grundsätzlich sind die allgemeinen Regeln der Elektrotechnik für den Umgang mit spannungsführenden Teilen in elektrischen Anlagen zu beachten.

### III. Allgemeine Lager- und Einsatzbedingungen

- Grundsätzlich sind die Montage, Applikations- und Wartungshinweise des Herstellers und die einschlägigen Normen zu beachten.
- Kondensatoren dürfen zu keinem Zeitpunkt außerhalb der spezifizierten Temperaturbereiche gelagert oder eingesetzt werden.**
- Kondensatoren dürfen nicht in korrosiver Atmosphäre gelagert oder betrieben werden, insbesondere nicht wenn Chloride, Sulfide, Säuren, Laugen, Salze, organische Lösemittel oder ähnliche Substanzen auftreten.

- In staub- und schmutzgefährdeter Umgebung ist eine regelmäßige Kontrolle und Wartung, insbesondere der Anschlussklemmen und Isolatoren, unbedingt erforderlich um eine Kriechwegbildung zwischen potentialführenden Teilen untereinander und/oder zum Schutzleiter/Erde zu verhindern.
- Die im Datenblatt angegebenen maximalen Temperaturen (incl. Eigenerwärmung), Spannungen, Ströme, Leistungen, Blindleistungen, thermische Widerstände, Frequenzen, Entladezeiten und Schalzhäufigkeiten sind einzuhalten.
- Für ausreichende Abführung der Verlustwärme (Belüftung, Kühlung) oder im Fehlerfall austretende Gase ist Sorge zu tragen. Geforderte Mindestabstände z. B. zu Wärmequellen sind einzuhalten.
- Angewandene Drehmomente für elektrische Anschlüsse und Befestigungselemente sind einzuhalten.
- Mechanisch oder elektrisch beschädigte, undichte oder anderweitig vorgeschädigte Kondensatoren dürfen nicht eingesetzt oder weiterverwendet werden.
- Vorhandene Schutzeinrichtungen der Kondensatoren dürfen nicht manipuliert, entfernt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

### IV. Interne Schutzeinrichtungen

- Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die bekannten internen Schutzeinrichtungen:

Schutzeinrichtung/ Schutzmechanismus	Anwendungsbereich		
	PEC	PFC	AC
Offene Schutzeinrichtungen	x		
Ausschließlich Selbstheilung	x	x	x
<u>Einzel- oder in Kombination:</u>			
Verbesserte Selbstheilung	x		
Überdruckunterbrecher	x	x	x
Überdruckschalter	x	x	x
Überdruckventil	x	x	
Überdruckmembrane	x		
Verstärktes Gehäuse	x	x	
Segmentierter Film	x		x
Wickelsicherung		x	
Thermosicherung			x

- Interne Schutzeinrichtungen bieten einen Basischutz bei bestimmten inneren Fehlern, Alterungserscheinungen und Überlastfällen.



3. Interne Schutzeinrichtungen sind allein nicht ausreichend, um alle im Fehlerfall denkbare Gefahren abzuwenden. Die so genannte Selbstheilfähigkeit darf nicht mit Ausfallsicherheit gleichgesetzt werden.
4. Interne Schutzeinrichtungen unterliegen, abhängig vom Schutzmechanismus, technischen und funktionellen Grenzen, deren Überschreitung zwangsläufig zu Fehlern führt. Solche Überschreitungen können sein: **Übertemperatur, Überspannung, falsche Applikation, falsche Installation, mangelhafte Wartung, mechanische Beschädigung, Betrieb außerhalb der technischen Grenzen der Spezifikation.**
5. Die meisten internen Schutzeinrichtungen können die Spannung nur innerhalb des Kondensators unterbrechen. Sie sind keine Sicherungen im klassischen Sinne wie Leitungs- oder Geräteschutzsicherungen, die die Spannung vor dem fehlerhaften Anlagenteil unterbrechen.

## V. Risikofaktoren für den Kondensator

Die Risikofaktoren, die am häufigsten zu Kondensatorschäden und möglicherweise auch zum Versagen der internen Schutzeinrichtungen führen, sind:

1. Überschreiten der zulässigen Temperatur an der Kondensatoroberfläche (eine Übertemperatur von 7 °K halbiert die Lebenserwartung)
2. Spannungserhöhungen, Überströme und hohe Einschaltströme, auch wenn sie nur kurzzeitig oder periodisch auftreten (eine Überspannung von 8 % halbiert die Lebenserwartung)
3. Netzüberschwingungen, Resonanzen mit Oberschwingungen oder Flicker, auch wenn sie nur kurzzeitig oder periodisch auftreten
4. Alterungserscheinungen an Leuchtmitteln und damit verbundene Übertemperatur oder hohe UV-Belastung
5. Ausfall anderer Bauelemente in einer gemeinsamen Schaltung und damit verbundene Überspannungen oder Überströme
6. Wechselwirkungen mit anderen Blindleistungselementen, auch parasitären Kapazitäten oder Induktivitäten, in gemeinsamen Schaltungen
7. Die bestandene Prüfung nach Kondensatornorm garantiert keine umfassende Sicherheit gegen Überlastungsmöglichkeiten.

## VI. Risiken im Fehlerfall

1. Starkstromkondensatoren können aufgrund ihrer gespeicherten Energie und/oder ihrer Eigenschaften beim Betrieb in Netzen mit hohen Kurzschlussleistungen im Fehlerfall ein erhebliches Risiko darstellen.
2. Starkstromkondensatoren können bei fehlenden, falsch dimensionierten oder versagenden internen oder externen Schutzeinrichtungen aktiv ausfallen. Sie können platzen, brennen oder im Extremfall explodieren.
3. Im Schadensfall austretende Gase (z. B. Kohlenwasserstoffe als Zersetzungsprodukte der eingesetzten organischen Isoliermaterialien) sind

brennbar und können explosive Gemische ergeben. Die Brandlast eines Starkstromkondensators beträgt ca. 40 MJ/kg.

## VII. Risikominimierung

1. Der Kondensatorhersteller kann nicht alle Belastungsmöglichkeiten eines Starkstromkondensators voraussehen und in der Konstruktion berücksichtigen. Hier trägt der Anwender entscheidende Mitverantwortung. Schon deshalb sollten bei der Kondensatorauswahl Sicherheit und Qualität an erster Stelle stehen. **Deshalb ist dringend zu empfehlen, Kondensatoren mit entsprechenden internen Schutzeinrichtungen einzusetzen.**
2. Kondensatoren sind im Vorfeld der Anwendung auf ihre Eignung für den Anwendungsfall zu prüfen, dabei sind alle Einflüsse (Parameter) zu berücksichtigen. Die bedenkenlose Übernahme in eine Anwendung kann schwerwiegende Folgen haben.
3. Besonders bei sensiblen Anwendungen sollten die internen Schutzeinrichtungen der Kondensatoren vom Anwender durch geeignete externe Schutzmaßnahmen ergänzt werden. Externe Schutzmaßnahmen sind beim Einsatz von Kondensatoren ohne interne Schutzeinrichtungen sogar zwingend erforderlich.
4. Grundsätzlich ist beim Einsatz von Leistungskondensatoren durch geeignete Maßnahmen dafür zu sorgen, dass sowohl im Betriebs-, als auch im Schadensfall keine Gefahren für Menschen, Tiere und Sachen entstehen. Dies gilt für Kondensatoren ohne und mit Schutzeinrichtungen.
5. Die im ZVEI organisierten Starkstromkondensatorhersteller sind gern bereit, den Anwender schon im Vorfeld des Einsatzes zu beraten und konkrete Anwendungsempfehlungen zu geben.

Stand: Oktober 2007

Verantwortlich für den Inhalt

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Fachverband Starkstromkondensatoren

Stresemannallee 19  
60596 Frankfurt am Main  
Fon: 069 6302-440  
Fax: 069 6302-413  
Mail: stein@zvei.org



# VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK,  
ELEKTRONIK, INFORMATIONSTECHNIK u.V.

## ZERTIFIKAT CERTIFICATE

für die überwachte Fertigungsstätte  
for the approved Place of Manufacture

**ELECTRONICON Kondensatoren GmbH**  
Keplerstrasse 2  
07549 Gera

Die Überwachung erfolgt nach dem  
Harmonisierten Werkseinspektions-  
Verfahren - Anforderungen (CIG 021 bis 024).  
Die Anforderungen wurden erfüllt.

Produkt-Kategorie:  
Leistungskondensator  
Leuchtstofflampen-Parallelkondensator  
Leuchtstofflampen-Reihenkondensator  
Motor-Erweiterungskondensator

This surveillance is performed according to the  
Harmonized Factory Inspection  
Procedure - Requirements (CIG 021 to 024).  
The requirements have been fulfilled.

Product Category:  
Power capacitor  
Fluorescent lamp parallel capacitor  
Fluorescent lamp series capacitor  
Motor running capacitor

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut  
Werkseinspektions- und Konformitätsüberwachung

gepr. Thomas Bitt

Offenbach, 2009-05-18



Dieses Zertifikat ist gültig ohne Unterschrift der  
Firma eines VDE-Zentrums. Das VDE Prüf-  
und Zertifizierungsinstitut ist nicht verantwortlich für  
den Gebrauch dieses Zertifikats. Das VDE Prüf- und  
Zertifizierungsinstitut ist nicht verantwortlich für  
den Gebrauch dieses Zertifikats. Das VDE Prüf- und  
Zertifizierungsinstitut ist nicht verantwortlich für  
den Gebrauch dieses Zertifikats.



# CERTIFICATE

The TÜV CERT Certification Body  
of TÜV Thüringen e.V.

certifies in accordance with TÜV CERT  
procedure that

**ELECTRONICON**   
Kondensatoren GmbH

Keplerstraße 2, 07549 Gera  
Germany

has established and applies a quality management system for

Development, production and sale of  
capacitors for medium and low voltage, reactors, controllers,  
modules and capacitor banks for power factor correction,  
metal coating of film and paper

An audit was performed, Report No. 3330 208V GE

Proof has been furnished that the requirements according to

EN ISO 9001:2000

are fulfilled. The certificate is valid until 2009-05-31  
First certification year

Certificate Registration No. 15 100 9534



**TUV**  
THÜRINGEN

*A. Drechsel*

TÜV CERT Certification Body  
of TÜV Thüringen e.V.

June 2009-06-01





# Certificate of Compliance

Certificate: 1162482 Master Contract: 185634 (LR 105175)  
 Project: 1264904 Date Issued: January 3, 2002  
 Issued to: Electronic Kondensatoren GmbH  
 Keplerstrasse 2  
 Gern, 67548  
 GERMANY  
 Attention: Mr. Stefan Hochstetel

The products listed below are eligible to bear the CSA Mark shown with adjacent indicators 'C' and 'US'



Issued by:   
 N. Graham  
 Authorized by:   
 Brian Roushore  
 Operations Manager

**PRODUCTS**  
 CLASS 9071 01 - CAPACITORS - For Power Factor Correction  
 CLASS 9071 01 - CAPACITORS - For Power Factor Correction - CERTIFIED TO U.S. STANDARDS

Series MKPg, LEVIEN, SYSTEM ELECTRIC, F (film, min size 75 x 170mm; max size 138 x 320mm)

V	Hz	Alt
230	60	USA
230	50	
380	60	
400	60	
400	50	
415	50	
440	60	
440	50	
480	60	
525	50	
800	60	

The 'C' and 'US' indicators adjacent to the CSA Mark signify that the products listed are eligible to bear the U.S. International Safety and Health Administration (OSHA) mark.

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р  
 ГОССТАНДАРТ РОССИИ

**СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ**

№ РОСС RU.АВВВ1.0001  
 Срок действия с 11.01.2002 по 11.01.2005  
 №0331051

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ  
 ООО «СЕРТИФИКАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ВСТ ГОСТ»  
 Российская Федерация 125214, г. Москва, ул. Б. Пискаревский пер., д. 10  
 Лицензия на осуществление деятельности по сертификации в области стандартизации - РОСС RU.АВВВ1.0001  
 тел: +48(214)12345, факс: +48(214)12345, e-mail: gost@vst.ru, http://www.gost.ru  
 ПР/СА/УК/2018

Владельцем объекта сертификации является предприятие № 276/2007 от 09.08.2007  
 наименование: MKP (серия 276/2007/0001) MKP g серия 276/2007/0001  
 юридический адрес

СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 1281.01 (IEC 61.11, 11, 21, 31, 31.1, 31.2, 31.3, 31.4, 31.5, 31.6, 31.7, 31.8, 31.9, 31.10, 31.11)  
 ГОСТ 1281.01-79 (IEC 11, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7)

РЕЗУЛЬТАТЫ

фирма ELECTRONICON Kondensatoren GmbH  
 Keplerstrasse 2, 67548 Gern, Германия, тел: +49368 7346151, факс: +49368 7346 110

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН

фирма ELECTRONICON Kondensatoren GmbH  
 Keplerstrasse 2, 67548 Gern, Германия, тел: +49368 7346151, факс: +49368 7346 110

НА ОСНОВАНИИ

Испытания сертифицированного изделия № 176/2007 от 27.08.2007, выполненные Испытательной лабораторией сертификации сертификационного центра «В.Пром. Техника. Ресурсы», Аккредитация: РОСС RU.АВВВ1.0001

Экспертная оценка результатов испытаний сертифицированного изделия № 276/2007 от 09.08.2007.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

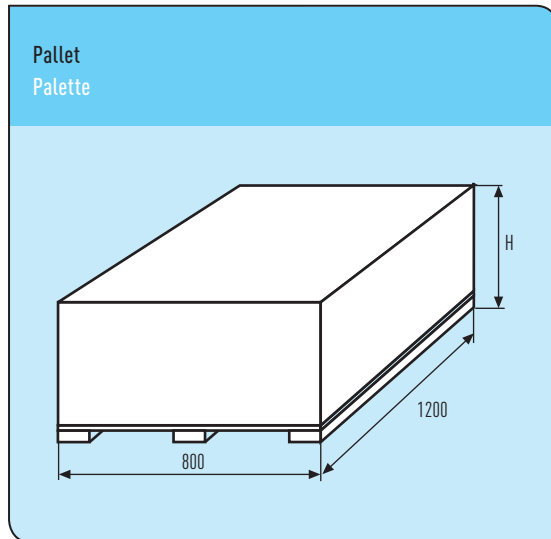
Срок сертификата № Сертификат EN 603 001:2004 № 02 140 9014 от 01.06.2004, выданный органом по сертификации является элементом ТСУ-СЕРТ.

Исполнитель: А.С. Шихов  
 Руководитель: В. Юрченко

Срок действия сертификата при обязательном сертификации



PACKING DETAILS REACTORS  
VERPACKUNG DROSSELN



Wooden frame on standard Euro-pallet (fumigated if required)  
Holzrahmen auf Standard Euro-Paletten  
(bei Bedarf vorbehandelt gegen Schädlinge)

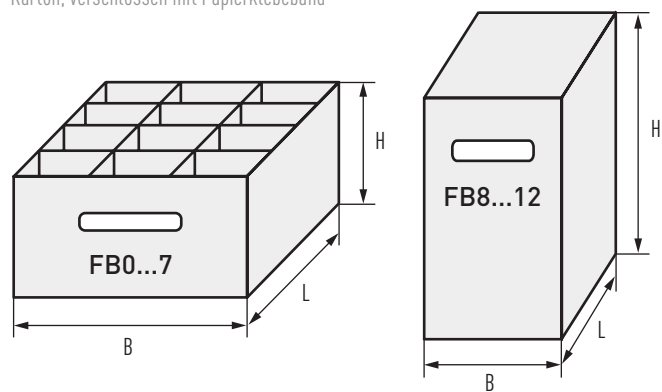
## PACKING DETAILS CAPACITORS VERPACKUNG KONDENSATOREN

Type Box	L × B × H mm	Box/pallet Palette
FB 0	383 × 203 × 193	80
FB 2	383 × 203 × 148	80
FB 7	383 × 203 × 208	80
FB 8	393 × 153 × 270	80
FB 9	393 × 153 × 320	70
FB 10	393 × 153 × 370	56
FB 12	393 × 153 × 330	70

### Box Karton

Carton, sealed with adhesive paper tape

Karton, verschlossen mit Papierklebeband



### Pallet Palette

Standard Euro-pallet (fumigated if required), wrapped in PP-foil

Standard Euro-Paletten, mit PP-Foile umhüllt (bei Bedarf vorbehandelt gegen Schädlinge)

