



Electrotechnical components

# Blindleistungskompensationanlagen

Low Voltage Power Factor  
Correction Equipment





# Inhalt

## Contents

---

	Seite Page
Allgemeine Angaben: <i>General information:</i>	
Blindstromkompensationsanlagen Typ KOK <i>Power Factor Correction Banks type KOK</i>	4
Blindstrom <i>Reactive power</i>	4
Individuelle Kompensation Niederspannungsmotoren <i>Individual power factor correction for low voltage motors</i>	9
Kompensation von Energieumwandlern <i>Power factor correction for power transformers</i>	10
Dauerkompensationsanlagen <i>Fixed power factor correction banks</i>	13
Automatische Blindstromkompensationsanlagen <i>Automatic power factor correction banks</i>	15
Automatische Blindstromkompensationsanlagen mit Filterung von hohen Harmonischen <i>Automatic power factor correction banks with harmonics filters</i>	19
Dauerkompensationsanlagen mit Filterung von hohen Harmonischen <i>Fixed power factor correction banks with harmonics filters</i>	22
Elektronischer Blindstromregler <i>Power factor controller</i>	26

## Blindstromkompensationsanlagen Typ KOK

## Power Factor Correction Banks type KOK

### Blindstrom

#### Quellen, Folgen und Zustandsverbesserung

Die meisten Elektrogeräte wie z.B. Asynchronmotoren, Drehstrom-Kollektormotoren, Umwandler, Drosselspulen, Induktionsöfen, Schweißgeräte, fluoreszierende Lampen u.v.a. benötigen für ihren Betrieb neben der Arbeitsenergie auch Blindstrom, was zusätzliche Kosten dafür nach sich zieht. Neben den Energieversorgungskosten belastet aber Blindstrom auch zusätzlich die Übertragungslinien und sonstige Elemente der Verbindungsstellen.

Dieser Zustand kann mit einer Kompensation von Blindstrom ausgebessert werden, so dass Induktionsverbrauchern Kondensatoren parallel geschaltet werden, die sich in der nächsten Nähe des Anschlusspunkts befinden.

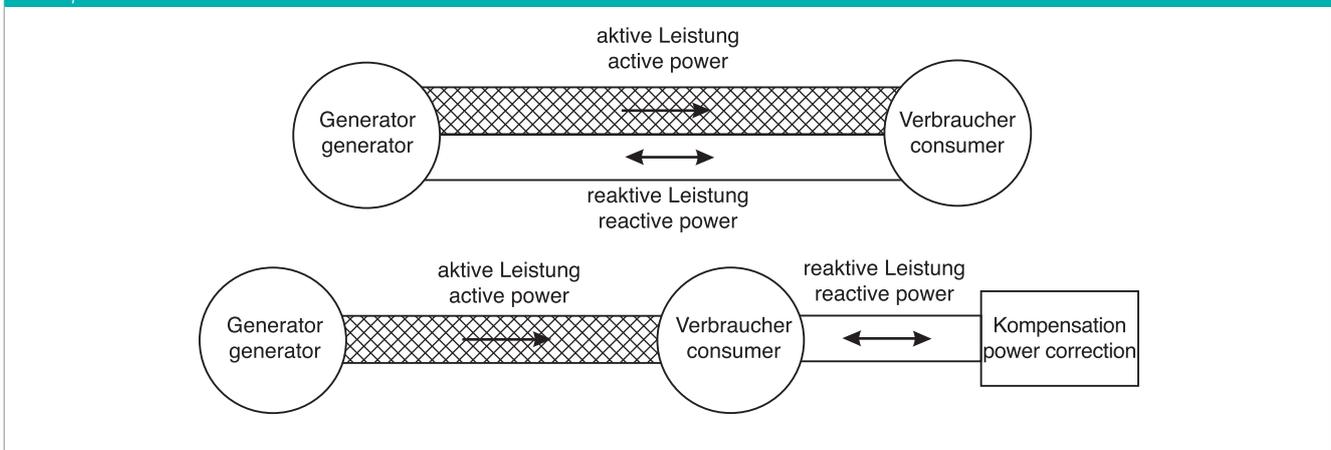
### Reactive Power

#### Sources, consequences and condition improvement

Most electrical devices like asynchronous motors, collective motors of rotation current, transformers, chokes, induction heating stoves, welding devices, fluorescent lamps and many others need not only working power but also reactive power for their own activity. That results not only in additional costs for energy supply but also in additional loads on transmissible lines and other contact elements.

Such conditions can be improved with compensation of reactive power by fitting a suitable capacitor between the inductive consumer and the generator.

Abb. 1 Belastung der Stromleitung zwischen Generator und Verbraucher ohne Kompensation und mit Kompensation von reaktiver Leistung.  
Fig. 1 Load of electrical network between generator and consumer without reactive power factor correction and with reactive power factor correction.



### Leistungsbestimmung von Kompensationsanlagen

Die Kompensationsarten und die erforderliche Kompensationsanlagenleistung werden aufgrund einer technisch-wirtschaftlichen Studie während der Projektierung von elektrischer Energieversorgungs-ausrüstung oder eines Netzwerkteils mit geplantem Kompensationsanschluss festgelegt. Bei Werken, in denen man sich erst später für die Kompensation entschlossen hat, wird die Kompensationsleistung aufgrund der Analyse des Blindstroms und der Arbeitsenergie in einem bestimmten Abrechnungszeitabschnitt festgelegt. Neben den Angaben über den Energieverbrauch ist eine der wichtigsten Angaben auch die über die Anzahl der Betriebsstunden.

### Determination of correction device power

The method and power needed for the correction device is determined according to the technical-economical study during the planning of electroenergy machinery or by the part of the power network with planned correction connection. For plants where the decision for correction comes afterwards, the corrective power is determined according to the analysis of used reactive and working energy in a determined period. Besides the information of power consumption, the exact information about operating hours is also important.

## Kompensationsart

Bekannt sind drei grundsätzliche Kompensationsarten:

**Individuelle Kompensation** - an größere Verbraucher wird unmittelbar die entsprechende Kondensatorenleistung angeschlossen.

**Gruppenkompensation** - an eine Verbrauchergruppe wird die entsprechende Kondensatorenleistung angeschlossen.

**Zentralkompensation** - aus der zentralen Stelle wird manuell oder automatisch die erforderliche Kondensatorenleistung eingeschaltet.

## Die erforderliche Kompensationsleistung wird wie folgt errechnet:

$$Q_c = \frac{A_v + A_n}{T} \cdot (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

$$tg \varphi_1 = \frac{W_v + W_n}{A_v + A_n}$$

$Q_c$  = erforderliche Kompensationsanlagenleistung

$A_v$  = Arbeitsenergie - Hochtarif

$A_n$  = Arbeitsenergie - Billigtarif

$W_v$  = Blindstrom - Hochtarif

$W_n$  = Blindstrom - Billigtarif

$T$  = Anzahl der Betriebsstunden in einem Abrechnungsabschnitt

$tg \varphi_2 = tg \varphi$  des geforderten  $\cos \varphi_2$  (nach Tabelle 1)

## Methods of power factor correction

There are three basic methods of correction:

**Individual correction** - direct correction of a larger consumer by a suitable power capacitor

**Group correction** - correction of a group of consumers by a suitable number of power capacitors

**Central correction** - manually or automatically switching on an adequate number of power capacitors from a central location.

## Calculation of required corrective power:

$$Q_c = \frac{A_v + A_n}{T} \cdot (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

$$tg \varphi_1 = \frac{W_v + W_n}{A_v + A_n}$$

$Q_c$  = required capacitor rating

$A_v$  = true energy - higher tariff

$A_n$  = true energy - lower tariff

$W_v$  = reactive energy - higher tariff

$W_n$  = reactive energy - lower tariff

$T$  = monthly operating hours

$tg \varphi_2 = tg \varphi$  required  $\cos \varphi_2$  (according to Table 1)

Abb. 2 Anschluss und Betrieb der individuellen und zentralen Kompensation  
Fig. 2 Connection and operation of individual and central correction

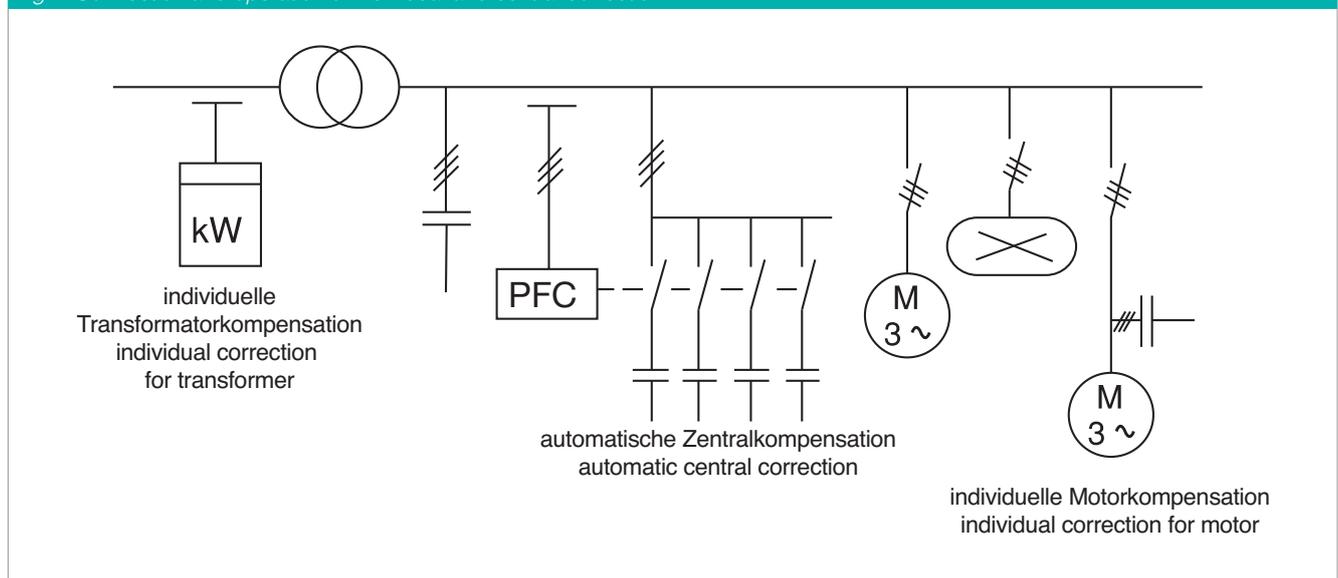


Tabelle 1/ Table 1

cos φ	tg φ	sin φ	cos φ	tg φ	sin φ	cos φ	tg φ	sin φ	cos φ	tg φ	sin φ
1	0	0	0.87	0.567	0.493	0.74	0.909	0.673	0.61	1.299	0.792
0.99	0.142	0.141	0.86	0.593	0.51	0.73	0.936	0.683	0.6	1.333	0.8
0.98	0.203	0.199	0.85	0.62	0.527	0.72	0.964	0.694	0.59	1.368	0.807
0.97	0.251	0.243	0.84	0.646	0.543	0.71	0.992	0.704	0.58	1.405	0.815
0.96	0.292	0.28	0.83	0.672	0.558	0.7	1.020	0.714	0.57	1.441	0.822
0.95	0.329	0.312	0.82	0.698	0.572	0.69	1.049	0.724	0.56	1.479	0.828
0.94	0.363	0.341	0.81	0.724	0.586	0.68	1.078	0.733	0.55	1.518	0.835
0.93	0.395	0.368	0.8	0.75	0.6	0.67	1.108	0.742	0.54	1.559	0.842
0.92	0.426	0.392	0.79	0.776	0.613	0.66	1.138	0.751	0.53	1.600	0.848
0.91	0.456	0.415	0.78	0.802	0.626	0.65	1.169	0.76	0.52	1.643	0.854
0.9	0.484	0.436	0.77	0.829	0.638	0.64	1.201	0.768	0.51	1.687	0.86
0.89	0.512	0.456	0.76	0.855	0.65	0.63	1.233	0.777	0.5	1.732	0.866
0.88	0.54	0.475	0.75	0.882	0.661	0.62	1.265	0.785			

### Beispiel 1

Stromverbrauch pro Monat (aus der Abrechnung)

$$A_v = 50.000 \text{ kWh}$$

$$A_n = 40.000 \text{ kWh}$$

$$W_v = 45.000 \text{ kWh}$$

$$W_n = 43.000 \text{ kWh}$$

$$T = 250$$

geforderter cos φ = 0,95

$$Q_c = \frac{A_v + A_n}{T} \cdot (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2) =$$

$$Q_c = \frac{50.000 + 40.000}{250} \cdot (0,977 - 0,329) =$$

$$= 360 \cdot 0,648 = 233 \text{ kvar}$$

$$\text{tg } \varphi_1 = \frac{W_v + W_n}{A_v + A_n} = \frac{45.000 + 43.000}{50.000 + 40.000} = 0,977$$

$$\cos \varphi_1 = 0,71$$

geforderter cos φ<sub>2</sub> = 0,95 aus Tabelle 1 tg φ<sub>2</sub> = 0,329

Der Typ und die Leistung der Anlage werden aus den Tabellen abgelesen. Bei Auswahl wird 20 - 30 % Reserve empfohlen, weshalb man in unserem Beispiel die Kompensationsanlage Typ KOK7116 300 kvar wählen soll.

### Example 1

Monthly consumption of electrical energy

$$A_v = 50.000 \text{ kWh}$$

$$A_n = 40.000 \text{ kWh}$$

$$W_v = 45.000 \text{ kWh}$$

$$W_n = 43.000 \text{ kWh}$$

$$T = 250$$

required cos φ = 0.95

$$Q_c = \frac{A_v + A_n}{T} \cdot (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2) =$$

$$Q_c = \frac{50.000 + 40.000}{250} \cdot (0,977 - 0,329) =$$

$$= 360 \cdot 0,648 = 233 \text{ kvar}$$

$$\text{tg } \varphi_1 = \frac{W_v + W_n}{A_v + A_n} = \frac{45.000 + 43.000}{50.000 + 40.000} = 0,977$$

$$\cos \varphi_1 = 0,71$$

required cos φ<sub>2</sub> = 0,95 from Table 1 tg φ<sub>2</sub> = 0,329

Type and power of device are chosen from the table. A reserve of 20 - 30 % is recommended when choosing the correction bank. Considering this, we need to choose KOK7116 300 kvar.

Tabelle 2: Faktor  $K_1$  ( $\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2$ ) / Table 2 : Factor  $K_1$  ( $\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2$ )

Vorhandener Leistungsfaktor $\cos \varphi_1$ Existing power factor $\cos \varphi_1$	Geforderter Leistungsfaktor $\cos \varphi_2$ Required power factor $\cos \varphi_2$													
	0,7	0,75	0,8	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94	0,95	0,96	0,98	1
0,2	3,88	4,02	4,15	4,20	4,25	4,31	4,36	4,41	4,47	4,54	4,58	4,61	4,70	4,90
0,25	2,85	2,99	3,12	3,17	3,23	3,28	3,33	3,39	3,45	3,51	3,54	3,58	3,67	3,87
0,3	2,16	2,30	2,43	2,48	2,53	2,59	2,64	2,70	2,75	2,82	2,85	2,89	2,98	3,18
0,35	1,66	1,79	1,93	1,98	2,03	2,08	2,14	2,19	2,25	2,31	2,34	2,38	2,47	2,68
0,4	1,27	1,41	1,54	1,59	1,65	1,70	1,75	1,81	1,87	1,93	1,96	2,00	2,09	2,29
0,45	0,96	1,10	1,23	1,29	1,34	1,39	1,44	1,50	1,56	1,62	1,65	1,69	1,78	1,98
0,5	0,71	0,85	0,98	1,03	1,09	1,14	1,19	1,25	1,31	1,37	1,40	1,44	1,53	1,73
0,52	0,62	0,76	0,89	0,94	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,31	1,35	1,44	1,64
0,54	0,54	0,68	0,81	0,86	0,91	0,97	1,02	1,07	1,13	1,20	1,23	1,27	1,36	1,56
0,56	0,46	0,60	0,73	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,05	1,12	1,15	1,19	1,28	1,48
0,58	0,38	0,52	0,65	0,71	0,76	0,81	0,86	0,92	0,98	1,04	1,07	1,11	1,20	1,40
0,6	0,31	0,45	0,58	0,64	0,69	0,74	0,79	0,85	0,91	0,97	1,00	1,04	1,13	1,33
0,62	0,25	0,38	0,52	0,57	0,62	0,67	0,73	0,78	0,84	0,90	0,93	0,97	1,06	1,27
0,64	0,18	0,32	0,45	0,50	0,55	0,61	0,66	0,72	0,77	0,84	0,87	0,91	1,00	1,20
0,66	0,12	0,26	0,39	0,44	0,49	0,54	0,60	0,65	0,71	0,78	0,81	0,85	0,94	1,14
0,68	0,06	0,20	0,33	0,38	0,43	0,48	0,54	0,59	0,65	0,72	0,75	0,79	0,88	1,08
0,7		0,14	0,27	0,32	0,37	0,43	0,48	0,54	0,59	0,66	0,69	0,73	0,82	1,02
0,72		0,08	0,21	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,54	0,60	0,63	0,67	0,76	0,96
0,74		0,03	0,16	0,21	0,26	0,32	0,37	0,42	0,48	0,55	0,58	0,62	0,71	0,91
0,76			0,11	0,16	0,21	0,26	0,32	0,37	0,43	0,49	0,53	0,56	0,65	0,86
0,78			0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,32	0,38	0,44	0,47	0,51	0,60	0,80
0,8				0,05	0,10	0,16	0,21	0,27	0,32	0,39	0,42	0,46	0,55	0,75
0,82					0,05	0,10	0,16	0,21	0,27	0,34	0,36	0,41	0,49	0,70
0,84						0,05	0,11	0,16	0,22	0,28	0,31	0,35	0,44	0,65
0,86							0,05	0,11	0,17	0,23	0,26	0,30	0,39	0,59
0,88								0,06	0,11	0,18	0,21	0,25	0,34	0,54
0,9									0,06	0,12	0,15	0,19	0,28	0,48
0,92										0,06	0,09	0,13	0,22	0,43
0,94											0,03	0,07	0,16	0,36

### Beispiel 2

Die installierte aktive Leistung  $P = 100 \text{ kW}$  mit Leistungsfaktor vor Kompensation  $\cos \varphi_1 = 0,74$  soll auf  $\cos \varphi_2 = 0,95$  verbessert werden.

In Tabelle 2, Schnittpunkt von  $\cos \varphi_1 = 0,74$  und  $\cos \varphi_2 = 0,95$  findet man den Faktor  $K_1 = 0,58$ . Faktor  $K_1$  wird mit aktiver Leistung multipliziert:

$$Q_C = P \cdot K_1 = 100 \cdot 0,58 = 58 \text{ kvar}$$

### Example 2

For installed active power  $P = 100 \text{ kW}$  we want to improve the power factor  $\cos \varphi_1 = 0,74$  to power factor  $\cos \varphi_2 = 0,95$ .

We should find the point of intersection between existing  $\cos \varphi_1 = 0,74$  and required  $\cos \varphi_2 = 0,95$  on Table 2. The value of factor  $K_1 = 0,58$ . That factor ( $K_1$ ) should be multiplied with the value of active power:

$$Q_C = P \cdot K_1 = 100 \cdot 0,58 = 58 \text{ kvar}$$

## Stromentlastung mit Kompensation

Mit dem Einbau von Kompensationsanlagen werden Transformatoren, Kabel und sonstige Elemente der Energieausrüstung entlastet und damit Anschluss neuer Verbraucher ermöglicht.

In Tabelle 3 findet man Faktor  $K_2$ , mit dem man den Strom vor Kompensation multipliziert  $I_1$  bei  $\cos \varphi_1$  auf  $\cos \varphi_2$  nach Kompensation.

### Beispiel 3

Errechnet wird die Stromentlastung aus Beispiel 2.

Aktive Leistung  $P = 100 \text{ kW}$

Leistungsfaktor vor Kompensation  $\cos \varphi_1 = 0,74$

Leistungsfaktor nach Kompensation  $\cos \varphi_2 = 0,95$

Faktor aus Tabelle 3  $K_2 = 0,78$

Strom  $I_1$  vor Kompensation:

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,74} = 195 \text{ A}$$

Strom  $I_2$  nach Kompensation:

$$I_2 = I_1 \cdot K_2 = 195 \cdot 0,78 = 152 \text{ A}$$

Stromentlastung:

$$I_R = I_1 - I_2 = 195 - 152 = 43 \text{ A}$$

## Current discharge with PF correction

With power factor correction we reach current discharging of transformers, cables and other elements of energy plants. This allows the connection of new consumers.

Factor  $K_2$  from Table 3 must be multiplied with the current before correction  $I_1$  at  $\cos \varphi_1$  to  $\cos \varphi_2$  after correction.

### Example 3

Calculation of current discharging for Example 2.

Active power  $P = 100 \text{ kW}$

Power factor before correction  $\cos \varphi_1 = 0,74$

Power factor after correction  $\cos \varphi_2 = 0,95$

Factor  $K_2 = 0,78$  from Table 3

Current  $I_1$  before correction:

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,74} = 195 \text{ A}$$

Current  $I_2$  after correction:

$$I_2 = I_1 \cdot K_2 = 195 \cdot 0,78 = 152 \text{ A}$$

Current discharging is:

$$I_R = I_1 - I_2 = 195 - 152 = 43 \text{ A}$$

Tabelle 3: Faktor  $K_2$  ( $\cos \varphi_1/\cos \varphi_2$ ) / Table 3: Factor  $K_2$  ( $\cos \varphi_1/\cos \varphi_2$ )

Vorhadener Leistungsfaktor $\cos \varphi_1$ Existing power factor $\cos \varphi_1$	Geforderter Leistungsfaktor $\cos \varphi_2$ Required power factor $\cos \varphi_2$						
	0,7	0,75	0,8	0,85	0,90	0,95	1
0,2	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20
0,25	0,36	0,33	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25
0,3	0,43	0,40	0,38	0,35	0,33	0,32	0,30
0,35	0,50	0,47	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35
0,4	0,57	0,53	0,50	0,47	0,44	0,42	0,40
0,45	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47	0,45
0,5	0,71	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53	0,50
0,55	0,79	0,73	0,69	0,65	0,61	0,58	0,55
0,6	0,86	0,80	0,75	0,71	0,67	0,63	0,60
0,65	0,93	0,87	0,81	0,76	0,72	0,68	0,65
0,7	1	0,93	0,88	0,82	0,78	0,74	0,70
0,75		1	0,94	0,88	0,83	0,79	0,75
0,8			1	0,94	0,89	0,84	0,80
0,85				1	0,94	0,89	0,85
0,9					1	0,95	0,90
0,95						1	0,95

## Individuelle Kompensation

Individuelle Kompensation wird in der Regel mit Dauerkondensatoren oder -anlagen ausgeführt. Somit werden Motoren und Transformatoren kompensiert.

### Individuelle Kompensation von Niederspannungsmotoren

Niederspannungsmotoren, die selten geschaltet werden, sollen aus technischen Gründen und wegen der Kosten mit einem dauerhaft angeschlossenen Kondensator entsprechend kompensiert werden.

Dabei muss vor allem folgendes beachtet werden:

1. - Wenn der Motor mit dem Stern-Triangel-Schalter eingeschaltet wird, muss bei Benutzung eines Drehstromkondensators, der als Triangel geschaltet wird, ein Sonderschalter verwendet werden, damit es bei Umschaltung zu keinen schädlichen Überspannungen und Stromstößen kommt. Wenn ein solcher Schalter nicht verfügbar ist, muss ein 6-poliger Kondensator verwendet werden, der zur Motorwicklung parallel geschaltet wird.

Die Kondensator-Anschlussarten sind auf Abbildungen 3, 4, 5, 6 und 7 dargestellt.

2. - Der Verbrauch der reaktiven Motorleistung hängt vom Motortyp, insbesondere aber von der Drehzahl und der Belastungsstufe ab. Die Auswahl des richtigen Kondensatorwerts muss neben der Beachtung dieser

Angaben auch die Möglichkeit einer schnellen Motorentlastung berücksichtigen.

Wenn es eine solche Möglichkeit gibt, muss der Motor in der Regel nur bis zu 90 % des Verbrauchs reaktiver Leistung im Leerlauf nach der folgenden Gleichung kompensiert werden:

$$Q_C = 0,9 \cdot U_n \cdot I_m \cdot \sqrt{3}, \text{ wo:}$$

$Q_C$  - Kondensatorleistung (var)

$U_n$  - Nennspannung (V)

$I_m$  - Magnetisierungsstrom (A) sind.

Bei einem größeren Kondensator kann es bei schneller Motorentlastung zur eigenen Erregung kommen. Wenn eine schnelle Entlastung nicht möglich ist, kann der Motor in Hinsicht auf den tatsächlichen Verbrauch reaktiver Leistung kompensiert werden. Die Richtwerte sind in Tabelle 4 angegeben.

## Individual Correction

*Individual power factor correction is normally achieved with fixed capacitors or devices. It is particularly suitable for individual power factor correction of motors and transformers.*

### Individual Power Factor Correction for Low Voltage Motors

*It is useful to compensate rarely switched low voltage motors with a fixed connected capacitor due to technical and cost reasons.*

*1. If motors are connected with a star-triangle switch, there needs to be a special switch used to connect a three-phase capacitor. Otherwise it can suffer harmful overstrains and current shocks. If such a switch is not available, a capacitor with 6 poles needs to be used. These poles must be connected parallel to the motor winding.*

*Ways of connection are shown in pictures 3, 4, 5, 6 and 7.*

*2. Use of the motor's reactive power depends on the motor type and especially on the speed of rotation and load level. Also the ability of the motor to discharge quickly must be considered when choosing the right type of capacitor.*

*If such a possibility exists, the motor can be corrected for only up to 90 % of the reactive energy used at no load.*

*The required capacitor power is calculated with the following formula:*

$$Q_C = 0,9 \cdot U_n \cdot I_m \cdot \sqrt{3}, \text{ where:}$$

$Q_C$  - capacitor power (var)

$U_n$  - rated voltage (V)

$I_m$  - motor magnetising current (A)

*Quick discharging with a bigger capacitor can cause self-excitation. If quick discharging of the motor is not possible, the motor can compensate itself according to the actual consumption of reactive power.*

*Orientalional values are found in Table 4.*

Tabelle 4/Table 4

Motor-nennleistung Rated motor power (kW)	Leistung der Kondensatoren in (kvar) in Hinsicht auf die Motorleistung, Drehzahl und Belastung Power rating of capacitor in (kvar) with respect to motor power, speed of rotation and load									
	3000 rev/min		1500 rev/min		1000 rev/min		750 rev/min		500 rev/min	
	Leerlauf no load	Vollbelastung full load	Leerlauf no load	Vollbelastung full load	Leerlauf no load	Vollbelastung full load	Leerlauf no load	Vollbelastung full load	Leerlauf no load	Vollbelastung full load
5,5	2,2	2,9	2,4	3,3	2,7	3,6	3,2	4,3	4	5,2
7,5	3,4	4,4	3,6	4,8	4,1	5,4	4,6	6,1	5,5	7,2
11	5	6,5	5,5	7,2	6	8	7	9	7,5	10
15	6,5	8,5	7	9,5	8	10	9	12	10	13
18,5	8	11	9	12	10	13	11	15	12	16
22	10	12,5	11	13,5	12	15	13	16	15	19
30	14	18	15	20	17	22	22	25	22	28
37	18	24	20	27	22	30	26	34	29	39
45	19	28	21	31	24	34	28	38	31	43
55	22	34	25	37	28	41	32	46	36	52
75	28	45	32	49	37	54	41	60	45	68
90	34	54	39	59	44	65	49	72	54	83
110	40	64	46	70	52	76	58	85	63	98
132	45	72	53	80	60	87	67	97	75	110
160	54	86	64	96	72	103	81	116	91	132
200	66	103	77	115	87	125	97	140	110	160
250	75	115	85	125	95	137	105	150	120	175

## Kompensation von Energieumwandlern

Ähnlich wie die Motoren werden auch die Energieumwandler häufig praktisch mit dauerhaft angeschlossenen Kondensatoren kompensiert.

Die reaktive Umwandlerleistung besteht aus der Leistung im Leerlauf  $Q_0$  und der Leistung an der Kurzschlussreaktanz nach der Gleichung:

$$Q_{tr} = Q_0 + \frac{U_k}{100\%} \left(\frac{S}{S_n}\right)^2 S, \text{ wo:}$$

$S$  = Scheinleistung

$S_n$  = Nennscheinleistung

$U_k$  = relative Kurzschlussspannung sind

Die reaktive Leistung im Leerlauf  $Q_0$  beträgt von 1 % bis 3,5 % der Umwandlernennleistung; als Richtwerte gelten die Angaben auf Abbildung 9 und in Tabelle 5.

## Power Factor Correction for Power Transformers

Like motors, power transformers can also often be practically corrected by fixed connected capacitors.

Transformer reactive power consists of no load power  $Q_0$  and of power on the short-circuit reactance according to the following formula:

$$Q_{tr} = Q_0 + \frac{U_k}{100\%} \left(\frac{S}{S_n}\right)^2 S, \text{ where:}$$

$S$  = apparent power

$S_n$  = rated apparent power

$U_k$  = relative voltage of short circuit

No load reactive power  $Q_0$  is from 1 % to 3,5 % of rated transformer power. See figure 9 and table 5 for orientation data.

Tabelle 5/ Table 5

Nennleistung Umwandler Rated power of transformer (kVA)	Leistungen der Kondensatoren in (kvar) in Hinsicht auf entsprechende Spannung und Belastung Power ratings of capacitor in (kvar) with respect to primary voltage and load					
	5 bis 10 kV		15 bis 20 kV		25 bis 30 kV	
	Leerlauf no load	Vollbelastung full load	Leerlauf no load	Vollbelastung full load	Leerlauf no load	Vollbelastung full load
5	0,75	1	0,8	1,1	1	1,3
10	1,2	1,7	1,5	2	1,7	2,2
20	2	3	2,5	3,5	3	4
25	2,5	3,5	3	4	4	5
75	5	8	6	9	7	11
100	6	10	8	11	10	13
160	10	12	12	15	15	18
200	11	17	14	19	18	22
250	15	20	18	22	20	25
315	18	25	20	28	24	32
400	20	30	22	36	28	40
500	22	40	25	45	30	50
630	28	46	32	52	40	61
1000	45	80	50	85	55	95
1250	50	85	55	90	60	100
1600	70	100	60	110	70	120
2000	80	160	85	170	90	180
5000	150	180	170	200	200	250

Die geforderte Kompensationsgesamtleistung in Distributionsumwandlern beträgt von 4 % bis 5 % der Nennleistung, d.i. bei durchschnittlicher Belastung von 70 %.

Nur selten lohnt es sich, eine unmittelbare Kompensation nur für den eigenen Umwandlerverbrauch vorzunehmen. In einem solchen Fall ist der Kondensator fix an einen sekundären Umwandler angeschlossen. Die Kondensatorleistung wird so gewählt, dass sie den voll belasteten Umwandler kompensiert. Als Richtwerte werden Werte benutzt, die in Tabelle 5 angegeben sind.

Häufig wird der Fixumwandler auch so gewählt, dass auch das Netz und kleine Verbraucher kompensiert werden, die sonst nicht kompensiert werden. In einem solchen Fall muss folgendes beachtet werden:

- Spannungsanstieg im Leerlauf wegen Überkompensierungse

$$\Delta U(\%) = U_k(\%) \frac{Q_c}{S_n}, \text{ wo:}$$

$Q_c$  - Kondensatorleistung

The total correction power required in distribution transformers is 4 % to 5 % of rated power at an average load of 70 %.

Direct correction on only self-use transformers is rarely useful. In that case the capacitor has a fixed connection to a secondary transformer. The power of the capacitor is chosen to compensate the full load of the transformer. Data from Table 5 are used for orientation. Usually the fixed capacitor is also chosen to compensate for the power network and small uncorrected consumers.

In that case the following need to be considered:

- no load voltage is increasing because of overcorrection

$$\Delta U(\%) = U_k(\%) \frac{Q_c}{S_n}, \text{ where:}$$

$Q_c$  - capacitor power

$S_n$  - rated power of transformer

Dieser Anstieg ist in der Regel vernachlässigbar.

- Möglichkeit paralleler Resonanz der 5. und 7. Harmonischen bei kleiner Umwandlerbelastung. Damit es dazu nicht kommt, darf die Leistung des angeschlossenen Kondensators nicht die Werte übersteigen, die auf Abbildung 5 angeführt sind, wo die Kondensatorleistung in Prozenten der Umwandler-nennleistung angegeben ist. Als praktische Orientierung wird angegeben, dass beim Umwandler mit einer Leistung bis 300 kVA die Kondensatorleistung bis zu 30 % der Umwandlerleistung betragen darf.

Die Umwandleranschlussart ist auf Abbildung 3 dargestellt.

*This increase is usually negligible.*

- *The possibility of parallel resonance of the 5th and 7th harmonics in case of low transformer load. In order to prevent this from occurring, the power of connected capacitor should not exceed values indicated in Figure 5, where the capacitor power is given in percentages of the rated power of the transformer. For purposes of practical orientation it is stated, that in case of transformer power of up to 300 kVA the capacitor power can amount up to 30 % of the transformer power.*

*The manner of connecting the capacitor is indicated in Figure 3.*

Abb. 3 Umwandleranschluss an einen Mittelspannungsumwandler  
Fig. 3 The capacitor connection to medium-voltage transformers.

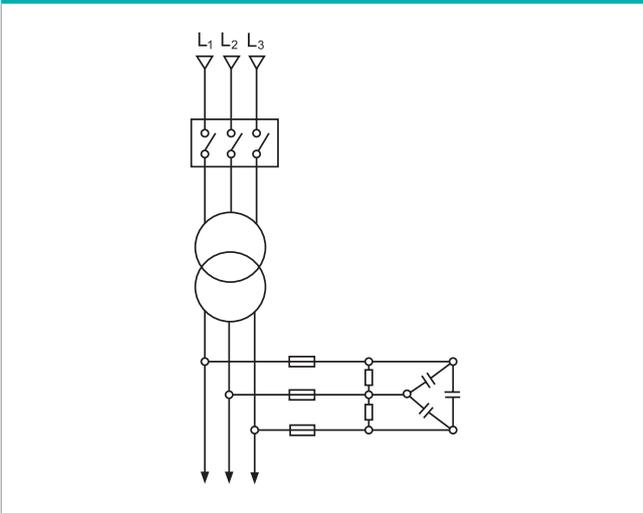


Abb. 4 Reaktive Umwandlerleistung im Leerlauf als Prozentwert der Nennleistung (Minimalwerte).  
Fig. 4 Proportion of transformer reactive power out of load expressed in the percentage of rated power (minimal value).

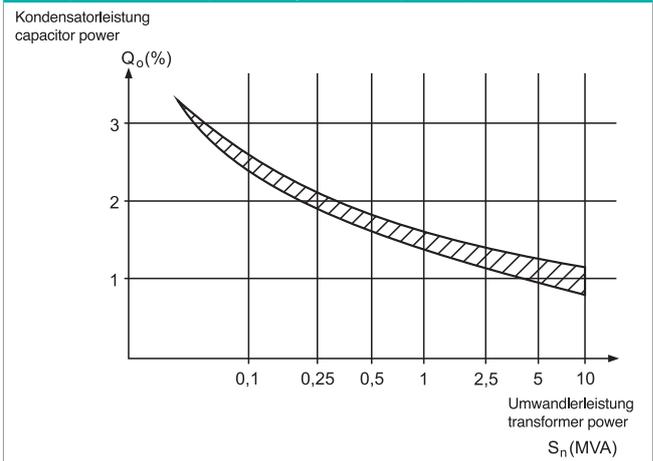
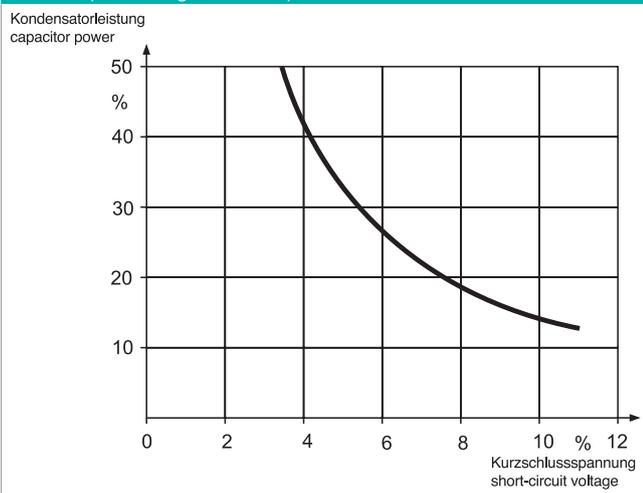


Abb. 5 Die höchste zulässige Kondensatorleistung im Umwandler-leerlauf als Prozentwert der Umwandler-nennleistung  
Fig. 5 Maximum allowed capacitor power at no load expressed in percentage of rated power transformers.



## Dauerkompensationsanlagen

### Verwendungszweck

Dauerkompensationsanlagen sind für Kompensierung von Niederspannungsumwandlern gedacht, sie können aber auch zur Leistungssteigerung einer schon eingebauten Kompensationsanlage verwendet werden. Die Steigerung kann dauerhaft angeschlossen werden, wenn der Anlagenregler aber noch freie Stufen hat, kann sie auch als ein Teil der automatischen Anlage ausgeführt werden.

### Konstruktion

Die Anlagen haben ein Metallgehäuse, das für eine Stand- oder Hängemontage geeignet ist. Kompensierungselemente sind dreiphasig und in Topfausführung. Jedes Kondensatorelement hat einen eingebauten Ausschalter auf Überdruck und einen Widerstand zum Entladen, die Ausführung ist aus Metallpropylen und selbstheilend, ohne PCB-Imprägnierung. Die Anlage ist mit Schmelzsicherungen geschützt, die Ströme sind auf Anforderung mit Drosselspulen begrenzt.

### Typenbau von:

Typ KOK7411	Ausführung zur Innenmontage mit Kondensatorelementen, die als Dreieck geschaltet sind.
-------------	--

### TECHNISCHE ANGABEN

Nennleistung:	s. Tabelle 6
Nennspannung:	400 V, 50 Hz dreiphasig, andere Spannungen auf Anfrage
Kapazitätstoleranz:	von 0 % bis + 10 %
Zulässige Überbelastungen:	1,0 × $U_n$ dauerhaft 1,1 × $U_n$ 8 Stunden täglich 1,3 × $I_n$ dauerhaft
Temperaturklasse:	von -25 °C bis +50 °C
Dielektrische Verluste:	≤ 0,2 W/kvar
Anlagenverluste gesamt:	< 1,5 W/kvar
Schutzstufe nach DIN 40050:	IP 32
Dämmungsstufe:	Gruppe C nach VDE 0110
Schutz vor Berührungsüberspannung:	TN
Farbe:	RAL 7035
Anlagen hergestellt gemäß:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC-Publikationen 60831-1, 60831-2,</li> <li>• EN 60831/1-2,</li> <li>• EN 60439-1</li> </ul>

## Fixed Power Factor Correction Banks

### Purpose of use

Fixed power factor correction banks are used for the correction of low voltage transformers. It can also be used to increase the power of already connected correction devices. The increase can be constantly connected, but if the reactive power factor controller still has free levels it could be performed as a part of an automatic device.

### Construction

Banks have sheet steel case suitable for floor or wall mounting. Correction elements are three-phase in a cylindrical aluminous case. The case of each capacitor has an overpressure disconnecter and discharge resistor. It consists of metallized polypropylene foil, is self-healing and not PCB impregnated. The device is protected by thermal cutout, inrush currents are limited by chokes, if so requested.

### Applications:

Type KOK7411	application for inner mounting with capacitors connected in a triangle
--------------	--

### TECHNICAL DATA

Rated power:	see table 6
Rated voltage:	400 V, 50 Hz three-phase, other voltages on request
Capacity tolerance:	from 0 % to + 10 %
Overload capacity:	1,0 × $U_n$ permanent 1,1 × $U_n$ 8 hours per day 1,3 × $I_n$ permanent
Temperature range:	od -25 °C do +50 °C
Dielectric losses:	≤ 0,2 W/kvar
Total losses of device:	< 1,5 W/kvar
Level of protection according to DIN 40050:	IP 32
Level of isolation:	group C according to VDE 0110
Protection against excessive voltage contact:	TN
Colour:	RAL 7035
Complies with standard:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC-Publ. 60831-1, 60831-2,</li> <li>• EN 60831/1-2,</li> <li>• EN 60439-1</li> </ul>

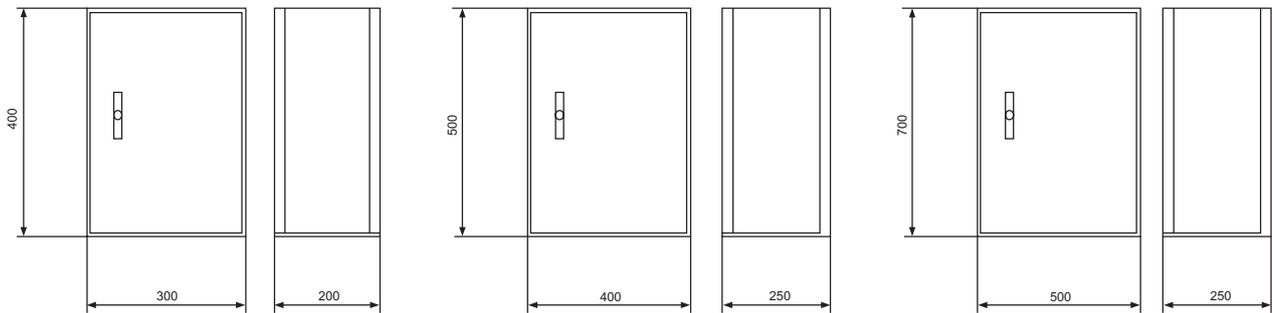
Tabelle 6 Typ KOK7411 400 V 50 Hz / Table 6 Type KOK7411 400 V 50 Hz

Leistung Power (kvar)	Nennstrom Rated current (A)	Nennkapazität Rated capacity ( $\mu$ F)	Sicherungen F <sub>1</sub> Safety fuse (kvar)	Anschlusskabel Connecting cable PP00... mm <sup>2</sup> (Cu)	Gewicht Weight (kg)
10	14,4	3 × 66,3	25	4 × 6	14
15	21,7	3 × 99,5	36	4 × 6	15
20	28,9	3 × 132,6	50	4 × 16	17
30	43,3	3 × 198,9	80	4 × 16	20
40	57,7	3 × 265,2	100	3 × 25/16	22
50	72,2	3 × 331,6	125	3 × 35/16	24
60	86,6	3 × 397,8	125	3 × 50/25	26
70	101,0	3 × 464,1	160	3 × 70/35	32
75	108,0	3 × 497,2	160	3 × 70/35	34
100	144,3	3 × 663,2	200	3 × 95/35	37

Die Kabel sind für eine Umgebungstemperatur von 30 °C dimensioniert.

Cables are dimensioned for surrounding temperature 30 °C.

Dimensionsskizzen für KOK7411  
Dimension sketches for KOK7411

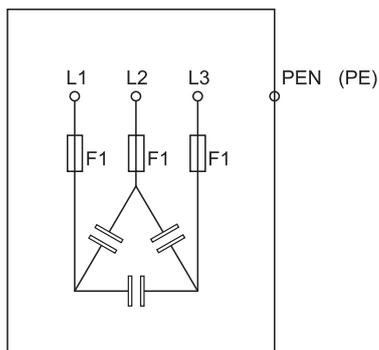


\* Leistungsdimensionen > 30 kvar  
\* Dimensions for power > 30 kvar

\* Leistungsdimensionen von 40 bis 60 kvar  
\* Leistungsdimensionen from 40 till 60 kvar

\* Leistungsdimensionen von 70 bis 100 kvar  
\* Leistungsdimensionen from 70 till 100 kvar

Anschlussschema Anlage KOK7411  
Connection scheme of type KOK7411



## Automatische Blindstromkompensationsanlagen

Die Gruppen- und Zentralkompensation sind in der Regel mit automatischen Anlagen ausgeführt. Manchmal ist die automatische Anlage mit einer Dauernalage kombiniert. Im wirtschaftlichen Sinne lohnt sich dies bei Verbrauchern mit einer größeren Anzahl von dauerhaft angeschlossenen größeren Motoren.

### Automatische Kompensationsanlagen

#### Verwendungszweck

Die Anlagen Typ KOK sind für eine Gruppen- und Zentralkompensation von reaktiver Energie in Elektroverteilungsanlagen, Industriewerken und sonstigen Produktionswerken wie auch Institutionen gedacht. Hergestellt werden sie im Spektrum von 17,5 kvar bis 300 kvar. Jede Basisanlage kann mit dem Einbau eines zusätzlichen Schrankes ohne Regler erweitert werden. Die Anlagen Typ KOK761x und 751x sind Anlagen mit niedriger Leistung für Innenmontage und für Montage in Produktionsanlagen und Institutionen gedacht, wo der Verbrauch reaktiver Leistung verhältnismäßig klein ist, doch sich zeitlich gesehen so ändert, dass der Einbau einer automatischen Anlage erforderlich ist.

Die Anlagen Typ KOK711x sind Anlagen mit höheren Leistungen für Innenmontage und für Industrie- und Verteilungsanlagen gedacht.

Alle Anlagen sind für Kabelanschluss von unten angepasst. Auf Sonderanfrage werden auch Anlagen mit einer anderen Anschlussart hergestellt, für Außenmontage und Montage in einem Netz mit MTK-Signal, wo Sperrschwingkreise eingebaut werden müssen, um das Signal beizubehalten, und sonstige Ausführungen auf Anfrage nach Wünschen des Käufers.

#### Konstruktion

Alle KOK-Anlagen werden in der Regel nach demselben Konstruktionsprinzip gebaut. Das Metallgehäuse hat einen Schrank oder mehrere Schränke, die Grundschutzstufe ist IP20. Bei KOK711x-Anlagen ist jeder Kabelanschluss auf Kupfersammlern ausgeführt. Jede Anlage hat einen eingebauten automatischen Regler reaktiver Leistung für den Anschluss, Umschaltelemente sind Schütze, Kondensatorgruppen werden mit Schmelzsicherungen gesichert, Kondensatorgruppen in einzelnen Stufen bestehen aus topfförmigen Kondensatoren, die im Triangel geschaltet sind. Die Kondensatoren sind aus Metallpropylen, selbstheilend, ohne PCB-Imprägnierung und mit mechanischen Überdrucksicherungen geschützt. Einschaltströme in allen Anlagen sind auf einzelnen Stufen begrenzt.

## Automatic Power Factor Correction Banks

*Group and central correction are usually performed with automatic banks. Sometimes the automatic banks is combined with a fixed one. This is economically reasonable for consumers with more fixed connection big motors.*

### Automatic correction banks

#### Purpose of use

*Devices type KOK are used for group and central correction of reactive power in distribution centres, industrial and other production plants. They are made in a range of outputs from 17,5 kvar to 300 kvar. Every basic unit can be extended by adding extension cubicle without power factor control relay.*

*Types KOK761x and 751x are banks of lower power for inner mounting. They are used in production plants where the consumption of reactive power is proportionally small but changes in time, so an automatic device is needed.*

*Types KOK711x are high power devices for inner mounting used for industrial and distribution centres.*

*All banks are customized for cable connection from the bottom. On special request banks for different types of connection or outside mounting can also be produced. Also, mounting on a power network with an MTK signal where it is required to install interlocking oscillator circuits in order to maintain the signal and other versions at the request of the customer.*

#### Construction

*In principle all KOK banks have the same method of construction. They are constructed in steel-plate cabinets (one or two) with a basic level of protection, IP20. Each bank KOK711x has an automatic reactive power factor controller. Switching elements are contacts. Capacitor groups are protected by burning out fuses. Capacitor groups in individual levels are composed of capacitors in cylindrical Al cases, which are triangularly connected. Capacitors are made of metallized polypropylene, are self-healing, not PCB impregnated and have an overpressure disconnecter. In all banks the starting currents are restrictive in individual stages.*

KOK711x-Anlage sind eine Modularausführung. Kondensatoren, Schützen und Sicherungen sind in einem schubladenförmigen Modul eingebaut. Die Leistung des einzelnen Moduls (abhängig von der Stufenanzahl) beträgt höchstens 60 kvar.

Die Anlagen bestehen aus einem Schrank oder mehreren Schränken, in denen die o.g. Module eingebaut werden. Der Regler ist nur im ersten Schrank jeder Anlage eingebaut. Diese Konstruktion ermöglicht eine nachträgliche Leistungssteigerung der Anlage, indem neue Module bzw. Schränke hinzugefügt werden.

Bei KOK761x-Anlagen kann auf Kundenwunsch auch die Stufenanzahl erhöht werden, d.i. bis höchstens sechs Stufen.

*Types KOK711x are modularly operated. Capacitors, contacts and fuses are built into individual modules. The power of each module is (depending on the number of stages) a maximum of 60 kvar.*

*The devices are made of one or more banks into which upper modules are fitted. The controller is put only in the first bank of each device. Such construction allows future upgrades to the power of the device by adding modules or banks.*

*On customer request it possible to increase the number of stages to a maximum of 6 for type KOK761x.*

## TECHNISCHE ANGABEN

Leistungsbereich:	s. Tabelle, andere Leistungen oder Kombinationen auf Anfrage
Nennspannung:	400 V, 50 Hz dreiphasig
Ansteuerspannung:	400 V / 230 V, 50 Hz
Dynamische Sammlerfestigkeit:	bis 100 kA
Thermischer Kurzschlussstrom:	bis 40 kA
Leistungstoleranz:	von 0 % bis + 10 %
Zulässige Überbelastungen:	1,0 × U <sub>n</sub> dauerhaft, 1,1 × U <sub>n</sub> 8 Stunden täglich, 1,3 × I <sub>n</sub> dauerhaft
Temperaturklasse:	von -10 °C bis +40 °C
Dielektrische Verluste:	≤ 0,2 W/kvar
Anlagenverluste gesamt:	< 1,5 W/kvar
Dämmungsstufe:	Gruppe C nach VDE 0110
Stufe des mechanischen Schutzes:	IP 20
Schutz vor Berührungsüberspannung:	TN-C oder TN-S
Farbe:	RAL 7035, oder auf Anfrage
Strom Signal	X / 5A
Messsystemverbrauch:	15 VA
Anlagen hergestellt und geprüft gemäß:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC-Publikationen 60831-1, 60831-2</li> <li>• EN 60439-1</li> </ul>

Jede Basisanlage kann mit dem Einbau eines zusätzlichen Schrankes ohne Regler erweitert werden.

## BESTELLUNGSBEISPIEL

Typ:	KOK7116
Nennleistung:	250 kvar
Nennspannung:	400 V, 50 Hz, dreiphasig
Sonderanforderungen:	Abweichungen von der Typenausführung angeben.

## TECHNICAL DATA

<i>Power range:</i>	<i>see table; other powers or combinations on request</i>
<i>Rated voltage:</i>	<i>400 V, 50 Hz three-phase</i>
<i>Control voltage:</i>	<i>400 V / 230 V, 50 Hz</i>
<i>Dynamic strength of collectors:</i>	<i>to 100 kA</i>
<i>Thermic current of short circuit:</i>	<i>to 40 kA</i>
<i>Power tolerance:</i>	<i>from 0 % to + 10 %</i>
<i>Allowed overloading:</i>	<i>1,0 × U<sub>n</sub> permanent, 1,1 × U<sub>n</sub> 8 hours per day, 1,3 × I<sub>n</sub> permanent</i>
<i>Temperature range:</i>	<i>from -10 °C to +40 °C</i>
<i>Dielectric losses:</i>	<i>≤ 0,2 W/kvar</i>
<i>Total losses of device:</i>	<i>&lt; 1,5 W/kvar</i>
<i>Insulation level:</i>	<i>group C according to VDE 0110</i>
<i>Level of mechanical protection:</i>	<i>IP 20</i>
<i>Protection against excessive voltage contact:</i>	<i>TN-C or TN-S</i>
<i>Colour:</i>	<i>RAL 7035, or on request</i>
<i>Current signal</i>	<i>X / 5A</i>
<i>Measured system consumption:</i>	<i>15 VA</i>
<i>Complies with:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC-Publ. 60831-1, 60831-2</li> <li>• EN 60439-1</li> </ul>

*Every basic unit can be extended by adding extension cubicle without power factor control relay.*

## ORDER EXAMPLE

<i>Type:</i>	<i>KOK7116</i>
<i>Rated power:</i>	<i>250 kvar</i>
<i>Rated voltage:</i>	<i>400 V, 50 Hz, three-phase</i>
<i>Special requirements:</i>	<i>Indicate deviations from the design type.</i>

Auf Kundenwunsch wird auch Engineering angeboten, das aufgrund der Angaben des Käufers den Typ und die Leistung der Anlage wählt und den Anschluss ausführt.

*On customer request we offer client-specific engineering, which will select the type and power of device according to customer information and perform the connection.*

Projektiert und hergestellt werden auch Kondensatoranlagen in speziellen Ausführungen auf Niederspannung.

*We work on and produce capacitor devices of different low-voltage applications.*

**Tabelle 7: Typ KOK761x 400 V 50 Hz - dreiphasig - WANDAUSFÜHRUNG - WANDMONTAGE**  
**Table 7: Type KOK761x 400 V 50 Hz - three-phase - WALL MOUNTING**

Anlageangaben Device information					Anschlussangaben Connection information	
Typ Type	Leistung Power range (kvar)	Stufenanzahl und -leistung Number and power of stages (kvar)	Max. Strom Max. current (A)	Gewicht Weight (kg)	Anschlusssicherungen Connection fuses (A)	Speisekabel Cable ports mm <sup>2</sup> (Cu)
KOK7613	25	5 + 2 × 10	36	40	63	4 × 16
KOK7614	35	5 + 3 × 10	50,5	45	80	3 × 25 / 16
KOK7614	45	5 + 10 + 15 + 15	65	50	100	3 × 35 / 16
KOK7614	60	10 + 10 + 20 + 20	86,7	70	160	3 × 50 / 25
KOK7614	80	10 + 10 + 20 + 20 + 20	116	80	160	3 × 70 / 35
KOK7614	90	10 + 20 + 30 + 30	130	82	200	3 × 95 / 50
KOK7614	105	15 + 3 × 30	152	90	250	2 × 3 × 50 / 25
KOK7615	120	15 + 15 + 3 × 30	173	95	315	2 × 3 × 70 / 35
KOK7615	135	15 + 4 × 30	195	100	315	2 × 3 × 70 / 35

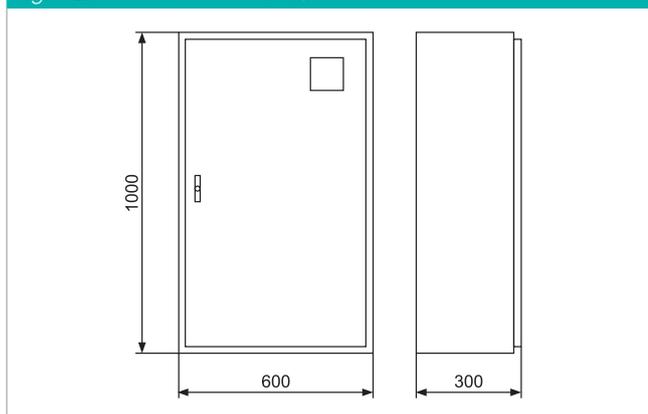
Die Kabel sind für eine Umgebungstemperatur von 30 °C dimensioniert.

*Cables are dimensioned for surrounding temperature 30 °C.*

**Tabelle 8: Typ KOK751x 400 V 50 Hz - dreiphasig - WANDAUSFÜHRUNG - WANDMONTAGE**  
**Table 8: Type KOK751x 400 V 50 Hz - three-phase - WALL MOUNTING**

Anlageangaben Device information					Anschlussangaben Connection information	
Typ Type	Leistung Power range (kvar)	Stufenanzahl und -leistung Number and power of stages (kvar)	Max. Strom Max. current (A)	Gewicht Weight (kg)	Anschlusssicherungen Connection fuses (A)	Speisekabel Cable ports mm <sup>2</sup> (Cu)
KOK7513	17,5	2,5 + 5 + 10	25	27	40	4 × 16
KOK7513	25	5 + 2 × 10	36	29	63	4 × 16
KOK7514	35	5 + 3 × 10	50,5	32	80	3 × 25 / 16
KOK7514	45	5 + 10 + 15 + 15	65	34	100	3 × 35 / 16
KOK7514	52,5	7,5 + 3 × 15	76	35	125	3 × 50 / 25

**Abb. 8 Dimensionsskizze für KOK761x**  
**Fig. 8 Dimension sketch for KOK761x**



**Abb. 9 Dimensionsskizze für KOK751x**  
**Fig. 9 Dimension sketch for KOK751x**

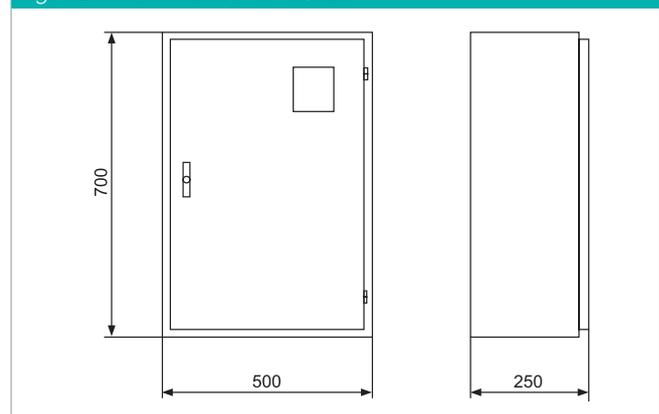


Tabelle 9: Typ KOK71xx 400 V 50 Hz - dreiphasig  
 Table 9: Type KOK71xx 400 V 50 Hz - three-phase

Anlageangaben Device information					Anschlussangaben Connection information	
Typ Type	Leistung Nominal power (kvar)	Stufenanz. und -leistung Number and power of stages (kvar)	Max. Strom Max. current (A)	Gewicht Weight approximate (kg)	Anschlussicherungen Connection fuses gl (A)	Speisekabel Supply cable cross section mm <sup>2</sup> (Cu)
KOK7115	100	12,5+12,5+3x25	144	176	250	3x95/50
KOK7114	100	4x25	144	180	250	3x95/50
KOK7116	125	12,5+12,5+4x25	180	180	250	3x120/70
KOK7115	125	5x25	180	176	250	3x120/70
KOK7117	150	12,5+12,5+5x25	217	203	315	3x185/95
KOK7116	150	6x25	217	201	315	3x185/95
KOK7118	175	12,5+12,5+6x25	253	213	400	2x3x95/70
KOK7117	175	7x25	253	209	400	2x3x95/70
KOK7114	175	25+3x50	253	211	400	2x3x95/70
KOK7119	200	12,5+12,5+7x25	289	246	400	2x3x95/70
KOK7118	200	8x25	289	236	400	2x3x95/70
KOK7115	200	25+25+3x50	289	234	400	2x3x95/70
KOK7110	225	12,5+12,5+8x25	325	256	500	2x3x120/70
KOK7117	225	7x25	325	254	500	2x3x120/70
KOK7115	225	25+4x50	325	251	500	2x3x120/70
KOK7111	250	12,5+12,5+9x25	361	266	500	2x3x120/70
KOK7110	250	10x25	361	266	500	2x3x120/70
KOK7116	250	25+25+4x50	361	260	500	2x3x120/70
KOK7112	300	12x25	433	280	630	2x3x185/95
KOK7117	300	2x25+5x50	433	276	630	2x3x185/95
KOK7116	300	6x50	433	271	630	2x3x185/95

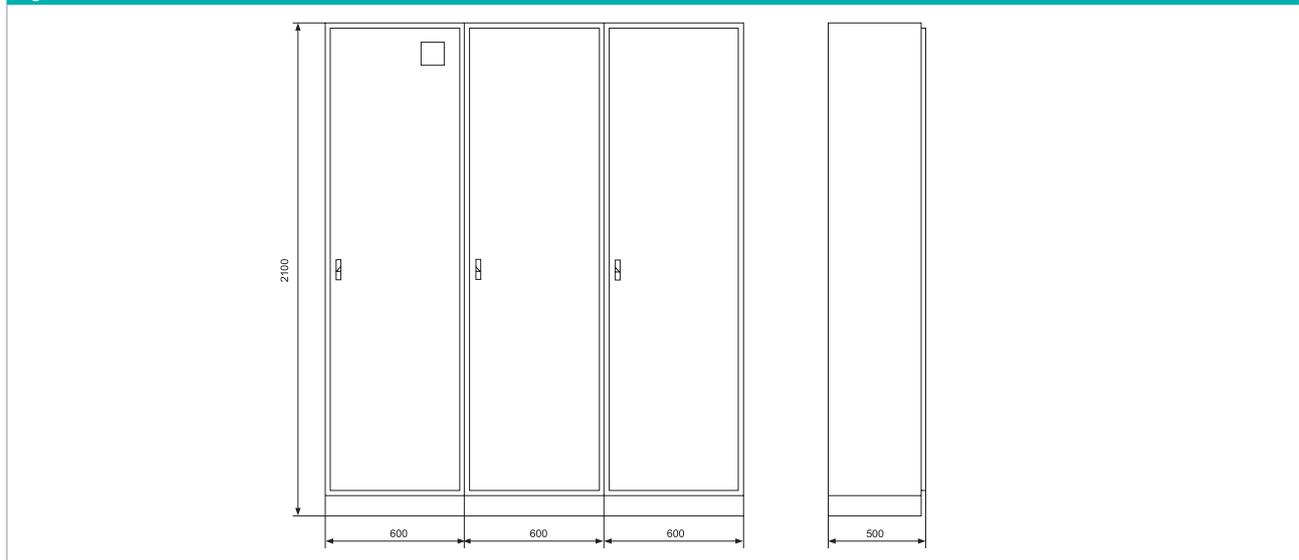
Die Kabel sind für eine Umgebungstemperatur von 30 °C dimensioniert.

Cables are dimensioned for surrounding temperature 30 °C.

Jede Basisanlage kann mit Einbau eines zusätzlichen Schrankes ohne Regler erweitert werden.

Every basic unit can be extended by adding extension cubicle without power factor control relay.

Abb. 10 Dimensionsskizze für KOK711x  
 Fig. 10 Dimension sketch for KOK711x



# Automatische Blindstromkompensationsanlagen mit Filterung von hohen Harmonischen

# Automatic Power Factor Correction Banks with Harmonics Filters

## Verwendungszweck

Automatische Blindstromkompensationsanlagen mit Filterung von hohen Harmonischen Typ KOK811x sind für Zentralkompensation von Blindstrom in elektrischen Energieversorgungssystemen, Industrie- und sonstigen Produktionswerken dort, wo im Netz hohe Harmonische vorhanden sind, gedacht.

In der Regel wird die 5. Harmonische gefiltert, die im Netz auch am häufigsten die intensivste ist. Zur Verfügung steht auch Bandfilterung einzelner Harmonischer, und zwar 5., 7. und 11.

## Konstruktion

Die Anlage ist als Metallschrank mit Türen ausgeführt, lackiert mit Farbe, Bezeichnung RAL 7035, ausgestattet mit Ventilator und Entlüfter wie auch mit Transportschrauben. Die Anlagen sind modular ausgeführt. Jedes Modul ist aus galvanisch geschütztem Blech hergestellt und besteht aus Kondensatoren zur Blindstromkompensation Typ KNK, Schützen, dreipoligen Sicherungen, Größe NH 00 mit Schmelzcharakteristik gL, Sammlern, Verdrahtungsklemmen und Drosselspulen zur Filterung von hohen Harmonischen für Resonanzfrequenzen:

An der Tür der Anlage ist ein Blindleistungsregler Typ PFC eingebaut. Die Reglerstufenanzahl beträgt 6 oder 12, abhängig vom Anlagentyp.

Die Anlagen haben keine eingebauten Hauptschalter. Eine schnelle Trennung der Kondensatoreinheiten vom Netz ist mit dem Stufenschalter an der Tür der Anlage möglich. Hauptschalter ist auf die Forderung der Kunde eingebaut.

## Anlagenleistung

Das Basisleistungsspektrum der Anlagen ist von 100 kvar bis 300 kvar (s. Tabelle 10). Nachträgliche Leistungssteigerung ist mit einer Hinzufügung eines Schrankes oder mehrerer Schränke möglich. In diesem Fall ist der Blindleistungsregler nur am ersten Schrank installiert, steuert aber die ganze Anlage. Auf Anfrage sind auch andere Kombinationen von Stufenleistungen möglich.

## Purpose of use

*Banks for automatic correction of reactive power by filtering higher harmonics type KOK811x are used for central correction of reactive power in electropower systems, industrial and other plants where higher harmonics are present in the power network.*

*Usually the fifth harmonic is filtered, as it is usually the strongest one. It is also possible to filter individual harmonics 5, 7 and 11.*

## Construction

*It is a metal bank with a door, painted in the colour RAL 7035, equipped with ventilation and transport screws. The banks are modularly made. Each module made of galvanic protected sheet metal consists of capacitors for reactive power correction type KNK, connectors, tripole fuses dimensions NH 00 with gL melting characteristics, collectors, chips for wiring, and chokes for filtering higher harmonics for resonance frequency.*

*There is a reactive power regulator, type PFC, mounted on the front door. The number of stages of the regulator is 6 or 12, depending on the type of device.*

*These banks do not have a main switch. Quick disconnection of the capacitor from the power network is possible with the switch on the front door. A main switch could be installed by customer request.*

## Device power

*The basic power spectrum is from 100 kvar to 300 kvar (see table 10). Additional increases of power are possible by adding one or two banks. In such case the reactive power regulator is mounted only in the first bank, but it controls the whole device. On request it is possible to also produce other combinations of power stages.*

## Anschluss

Der Kabelanschluss befindet sich unten. Um die Anlage anzuschließen, genügt es, die Versorgungskabel und Signalleiter vom Stromtransformator anzuschließen.

## Maße

Die Maße eines Schrankes sind  $800 \times 2100 \times 600$  mm. In den technischen Angaben sind Maße für verschiedene Leistungen angeführt.

### TECHNISCHE ANGABEN

Anlagentyp:	KOK81xx, 82xx
Nennleistung $P_n$ :	s. Tabelle 10
Stufenanzahl und -leistung:	s. Tabelle 10
Nennspannung $U_n$ :	400 V
Nennfrequenz:	50 Hz
Maximalstrom $I_n$ :	s. Tabelle 10
Versorgungskabel:	s. Tabelle 10
Anschlusssicherungen:	s. Tabelle 10
Ansteuerspannung:	400 V / 230 V, 50 Hz
Leistungstoleranz:	von 0 % bis + 10 %
Zulässige Überbelastungen:	$1,0 \times U_n$ dauerhaft, $1,1 \times U_n$ 8 Stunden täglich $1,3 \times I_n$ dauerhaft
Resonanzfrequenz:	$f_r = 189$ Hz ( $p = 7$ %), andere auf Anfrage
Dielektrische Verluste:	< 0,2 W/kvar
Anlagenverluste:	< 5 W/kvar
Temperaturklasse:	von -10 °C bis +40 °C
Strom Signal:	X / 5 A
Dämmungsstufe:	C nach VDE0110
Stufe des mechanischen Schutzes:	IP 20 nach DIN 40050
Farbe:	RAL 7035
Maße:	- 800 x 600 x 2100 mm
Schutz vor Berührungsüberspannung:	TN-S oder TN-C
Anlage hergestellt gemäß:	EN 60831-1 und 2, 60439-1

## Connector

The cable connection is at the bottom of the bank. For bank connection it is enough to connect cable ports and wires for signal from circuit transformer.

## Dimensions

Dimensions of one bank are  $800 \times 2100 \times 600$  mm. Dimensions of devices for different powers are included in technical data.

### TECHNICAL DATA

Type:	KOK81xx, 82xx
Rated power $P_n$ :	see table 10
Number and power of stage:	see table 10
Rated voltage $U_n$ :	400 V
Rated frequency:	50 Hz
Mak. current $I_n$ :	see table 10
Loading cable:	see table 10
Connecting fuses:	see table 10
Regulation voltage:	400 V / 230 V, 50 Hz
Power tolerance:	from 0 % to + 10 %
Allowed overloadings:	$1,0 \times U_n$ permanent $1,1 \times U_n$ 8 hours per day $1,3 \times I_n$ permanent
Resonant frequency:	$f_r = 189$ Hz ( $p = 7$ %), others on request
Dielectric losses:	< 0,2 W/kvar
Device losses:	< 5 W/kvar
Temperature range:	from -10 °C to +40 °C
Current signal:	X / 5A
Insulation level:	C according to VDE 0110
Mechanical protection level:	IP 20 according to DIN 40050
Colour:	RAL 7035
Dimensions:	- 800 x 600 x 2100 mm
Protection from high voltage contact:	TN-S or TN-C
Complies with:	EN 60831-1 and 2, 60439-1

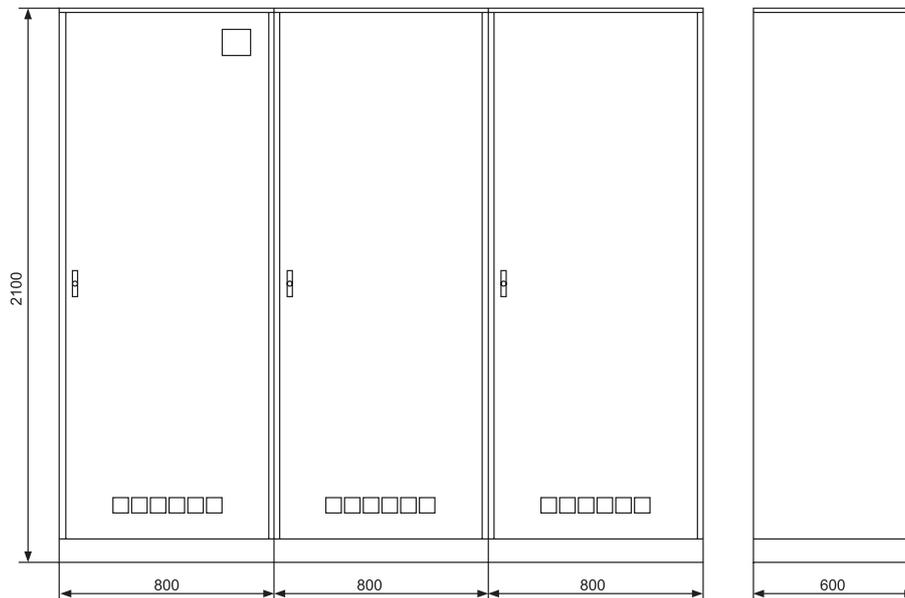
Jede Basisanlage kann mit Einbau eines zusätzlichen Schrankes ohne Regler erweitert werden.

Every basic unit can be extended by adding extension cubicle without power factor control relay.

Tabelle 10a: Typ KOK81xx 400 V 50 Hz - dreiphasig  
 Table 10a: Type KOK81xx 400 V 50 Hz - three-phase

Typ Type	Leistung Nominal power (kvar)	Stufenanzahl und -leistung Number and power of stages (kvar)	Max. Strom Max. current (A)	Gewicht Weight approximate (kg)	Speisekabel Supply cable cross section mm <sup>2</sup> (Cu)	Anschlussicherungen Connection fuses gl (A)
KOK8115	100	12,5+12,5+3x25	144	340	3x95/50	250
KOK8116	125	12,5+12,5+4x25	180	405	3x120/70	250
KOK8115	125	5x25	180	380	3x120/70	250
KOK8117	150	12,5+12,5+5x25	217	485	3x185/95	315
KOK8114	150	25+25+2x50	217	465	3x185/95	315
KOK8114	175	25+3x50	253	505	2x3x95/70	400
KOK8115	200	25+25+3x50	289	540	2x3x95/70	400
KOK8115	225	25+4x50	325	565	2x3x120/70	500
KOK8115	250	5x50	361	580	2x3x120/70	500
KOK8116	250	25+25+4x50	361	590	2x3x120/70	500
KOK8117	300	2x25+5x50	433	675	2x3x185/95	630
KOK8116	300	6x50	433	660	2x3x185/95	630

Abb. 11 Dimensionsskizze für KOK81xx, 82xx  
 Fig. 11 Dimension sketch for KOK81xx, 82xx



## Dauerkompensationsanlagen mit Filterung von hohen Harmonischen

### Verwendungszweck

Dauerkompensationsanlagen mit Filterung von hohen Harmonischen Typ KOK8411 sind für die unmittelbare Kompensation von Blindstrom eigenes Verbrauchs der elektrischen Energieversorgungsnetzwerke in Netzen gedacht, wo hohe Harmonische vorhanden sind. In solchen Netzen ist in demselben galvanischen Bereich die Kombination von Kompensationsanlagen ohne und mit Filterung von hohen Harmonischen nicht erlaubt. Deshalb kann als unmittelbare Kompensation in Kombination mit automatischer Kompensation eine Dauerkompensationsanlage mit Filterung von hohen Harmonischen eingebaut werden.

### Konstruktion

Die Anlage ist als Metallschrank für Wandmontage mit Tür ausgeführt, gefärbt mit Farbe Bezeichnung RAL 7035 und mit einem Kühlungslüfter versehen. In der Anlage sind Kondensatoren zur Blindstromkompensation, eine Drosselspule zur Filterung von hohen Harmonischen, Sicherungsschalter mit Schmelzeinsätzen mit Charakteristik gG-gL eingebaut. Der Kabelanschluss ist in Standardausführung von unten oder seitlich möglich. Auf Anfrage kann auch Anlageneinschaltung mithilfe eines Schützes ausgeführt werden.

Standardresonanzfrequenzen der Anlage sind:

$$f_r = 189 \text{ Hz} \quad p = 7 \%$$

### Anlagenleistung

Das Basisleistungsspektrum der Anlagen ist von 20 kvar bis 60 kvar (s. Tabelle 11). Auf Anfrage sind auch andere Leistungen möglich

### Maße

Die Maße der Anlage sind 600 × 800 × 300 mm.

## Fixed Power Factor Correction Banks with Harmonics Filters

### Purpose of use

*Banks for automatic correction of reactive power by filtering higher harmonics type KOK8411 are used for direct correction of reactive power of their own transformer energy consumption on the networks, where higher harmonics are present.*

*In such networks and in the same galvanic area the combination of correction devices without filtering higher harmonics is not allowed. That is why the fixed correction device by filtering higher harmonics can be mounted as the direct correction in combination with automatic correction.*

### Construction

*It is a metal bank with a door for wall mounting, painted in the colour RAL 7035 and equipped with a ventilator for cooling. There are capacitors for correction of reactive power and a fuse for filtering higher harmonics, a fuse switch with melting inserts with gG-gL characteristics.*

*In standard versions the cable can be connected from the bottom or side. On request the bank can also be connected by using a contactor.*

*Standard resonant frequencies of the device are:*

$$f_r = 189 \text{ Hz} \quad p = 7 \%$$

### Device power

*The basic power spectrum of devices is from 20 to 60 kvar (see table 11). On request other powers are also available.*

### Dimensions

*Dimensions of device are 600 × 800 × 300 mm.*

## TECHNISCHE ANGABEN

Anlagentyp:	KOK8411
Nennleistung $P_n$ :	s. Tabelle
Nennnetzspannung:	400 V dreiphasig
Nennfrequenz:	50 Hz
Resonanzfrequenz:	189 Hz ( $p = 7 \%$ ) andere auf Anfrage
Leistungstoleranz:	von 0 % bis + 10 %
Zulässige Überbelastungen:	$1,0 \times U_n$ dauerhaft $1,1 \times U_n$ 8 Stunden täglich $1,3 \times I_n$ dauerhaft
Dielektrische Verluste:	< 0,2 W/kvar
Anlagenverluste:	< 5 W/kvar
Temperaturklasse:	von -10 °C bis +40 °C
Farbe:	RAL 7035
Anlagen hergestellt gemäß:	IEC 60831-1/2, EN 60831-1 und 2, IEC 60439

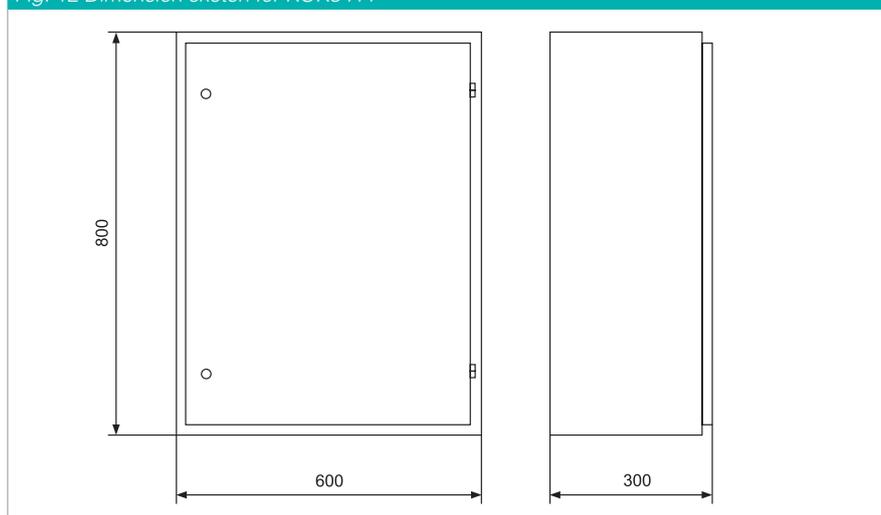
## TECHNICAL DATA

Type:	KOK8411
Rated power $P_n$ :	see the table
Rated network voltage:	400 V three-phase
Rated frequency:	50 Hz
Resonant frequency:	189 Hz ( $p = 7 \%$ ) others on request
Power tolerance:	from 0 % to + 10 %
Allowed overloadings:	$1,0 \times U_n$ permanent $1,1 \times U_n$ 8 hours per day $1,3 \times I_n$ permanent
Dielectric losses:	< 0,2 W/kvar
Device losses:	< 5 W/kvar
Temperature range:	from -10 °C to +40 °C
Colour:	RAL 7035
Complies to :	IEC 60831-1/2, EN 60831-1 and 2, IEC 60439

Tabelle 11: Typ KOK8411  
Table 11: Type KOK8411

Leistung Power (kvar)	Speisekabel Cable ports mm <sup>2</sup> (Cu)	Anschlusssicherungen Connection fuses (A)	Einführungen Sleeve
20	4 × 10	50	PG 29
30	4 × 16	80	PG 29
40	3 × 25 / 16	100	PG 36
50	3 × 35 / 16	125	PG 36
60	3 × 50 / 25	160	PG 36

Abb. 12 Dimensionsskizze für KOK8411  
Fig. 12 Dimension sketch for KOK8411



## Montage- und Anschlussanleitung

Die Kompensationsanlagen Typ KOK sind für Montage in Produktionsräumen, Verteilungs- und Transformatorstationen gedacht. Eingriffe in die Anlagen dürfen nur vom Fachpersonal vorgenommen werden. Der Raum soll trocken und mit schonender Atmosphäre gelüftet werden, ohne zu viel Staub. Falls wegen nachträglichen Kompensationsanlageneinbaus kein Einbau in den o.g. Räumen möglich ist, muss ein Raum gefunden werden (wenn es geht, in der Nähe einer Kraftausrüstung), der den angeführten Bedingungen entsprechen wird.

Der Energieanschluss wird nach den Tabellenangaben und Anschlussschemata ausgeführt.

**Warnung:** Wir empfehlen Ihnen, alle Energieverbindungen mindestens zweimal jährlich, neue Anlagen aber wenigstens nach einem Monat ab Anschluss zu überprüfen.

## Richtiger Anschluss des Stromtransformators

Der Stromtransformator muss so angeschlossen werden, dass der gesamte Strom der Verbraucher und der Kompensation gemessen wird. Dabei muss sich der Anschluss K (P1) quellenseitig und L (P2) verbraucherseitig befinden.

Die Ausgänge k (S1) und l (S2) müssen an den Regler richtig angeschlossen werden. Falls sie verwechselt werden, wird es zum falschen Betrieb der Anlage kommen.

Auf der Abbildung sind Beispiele richtiger und falscher Anschlüsse des Stromtransformators dargestellt.

**Warnung:** Wenn der Stromkreis durchtrennt wird, kommt es zum Spannungsanstieg, der den Stromtransformator zerstören kann. Deshalb müssen vor der Ausschaltung des Stromtransformators die Klemmen k (S1) und l (S2) kurzgeschlossen werden.

## Instructions for mounting and connecting

*Correction banks type KOK are meant for mounting in production plants, distribution stations and transformer stations. Only experts are allowed to interfere with these devices.*

*The place needs to be dry, ventilated in a non-corrosive atmosphere and not dusty. If an upgrade of correction banks can not be made in such place, a new close location needs to be found which complies with the above conditions.*

*The connection to the power network must be made according to the tables and connection sketches.*

**Warning:** *We recommend checking and maintaining all power contacts at least twice a year, and for new devices after one month from initial connection.*

## Correct connection of current transformer

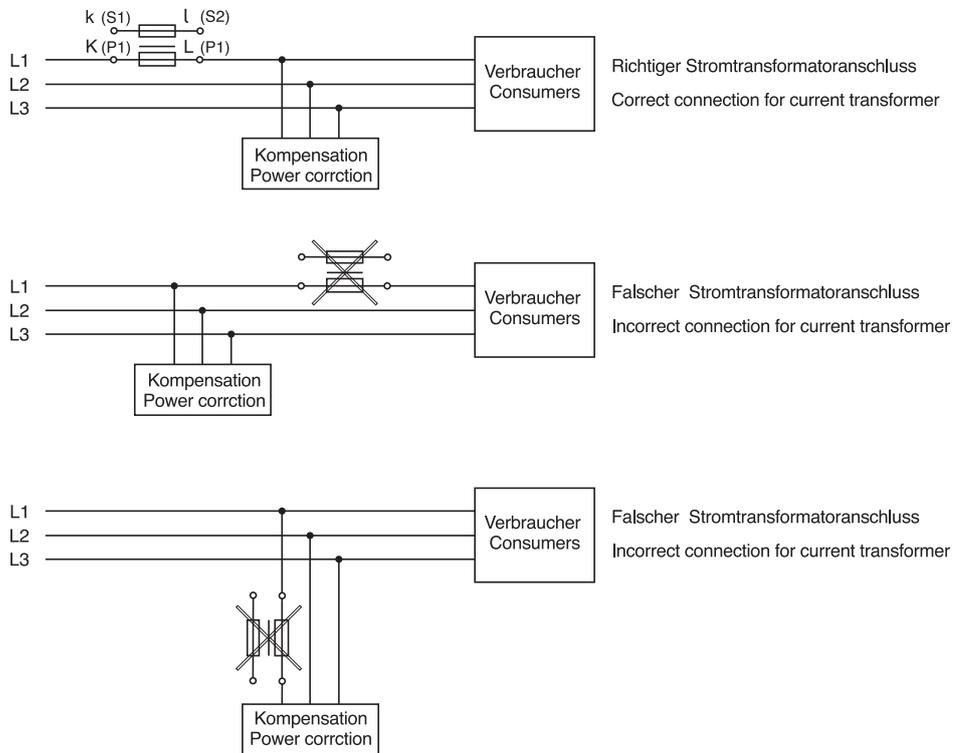
*We need to connect the current transformer to measure the total consumer current and compensation. Connector K (P1) needs to be on the side of the source and L (P2) on the side of consumption.*

*Outputs k (S1) and l (S2) needed to be correctly connected to the regulator. In the case of changing the outputs the device will not work correctly.*

*The picture shows right and wrong ways of current transformer connection.*

**Warning:** *If the circuit is disconnected, increased voltages occur, and this can destroy the current transformer. So it is necessary to short-circuit clips (S1) and l (S2) prior to disconnecting the current transformer.*

Anschlussanleitung  
Connection



## Elektronischer Blindleistungsregler

Der Blindleistungsregler schaltet in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor im Netz und vom geforderten Leistungsfaktorwert, der am Regler eingestellt ist, die Kondensatorstufen der Kompensationsanlage ein und aus und führt somit die geforderte Funktion der Blindstromkompensation durch.

Der Regler ist als Mikroprozessor ausgeführt, mit digitaler Anzeige der eingestellten und tatsächlichen Werte.

Grundsätzlich werden zwei Reglertypen hergestellt: PFC 6 und PFC 12.

Die Regler Typ **PFC 6** und **PFC 12** sind sechs- bzw. zwölfstufige Regler, die die Regelung von Blindleistung mit Anzeige ermöglichen:

- die momentanen Werte  $\cos \varphi$ ,
- die geforderten Blindleistungswerte in kvar, um den eingestellten  $\cos \varphi$  zu erreichen,
- den Netzstatus induktiv (ind.) oder kapazitativ (cap.),
- die Betriebsmodi automatisch (auto.) oder manuell (man.),
- die Alarmzustände,
- die eingestellten Werte  $\cos \varphi$ , Leistung der ersten Stufe der Kompensationsanlage,
- die Verzögerungszeiten zwischen den Stufen-einschaltungen,
- das Übersetzungsverhältnis des Strom-transformators.

## Power Factor Controller

*The reactive power controller obeys the network power factor and the desired power factor value adjusted regulator by switching on and off capacitor stages of correction devices. In that way it performs its desirable function of reactive power correction.*

*The controller is a microprocessor type with a digital display of fixed and current values.*

*Basically we are producing 2 types of controllers, PFC 6 and PFC 12.*

*Controllers type **PFC 6** and **PFC 12** have six or twelve steps which allow regulation of reactive power by monitoring:*

- *current values of  $\cos \varphi$ ,*
- *needed value of reactive power in kvar to achieve appointed  $\cos \varphi$ ,*
- *network conditions (inductive or capacitive),*
- *mode of activity: automatic or manual,*
- *alarm state,*
- *appointed values of  $\cos \varphi$ , power of first stage of correction bank,*
- *delay between the connection stages,*
- *transfer relation of current transformers.*

Elektronischer Blindleistungsregler  
Power Factor Controller



## TECHNISCHE ANGABEN

Anschluss:	Zwischenphase
Versorgungsspannung:	400 V $\pm$ 10 %, 50 Hz
Stromeingang:	... / 5 A
Reglerverbrauch:	Versorgungsteil 10 VA Stromteil 2VA bei $I_n = 5A$
Schaltleistung der Ausgangsrelais:	230 VAC, 4A AC1
Minimalstrom auf sekundärer Seite des Stromtransformators:	100 mA
Einstellungszeit zwischen den Stufeneinschaltungen:	4 s - 999 s
Stufenanzahl:	6 - PFC 6 12 - PFC 12
Einstellung des geforderten $\cos \varphi$ :	0,85 ind. bis 0,95 cap.
Einstellung des 1. Stufenwerts:	0,5 kvar bis 99,5 kvar
Einstellung des Übertra- gungsverhältnisses vom Stromtransformator:	1 - 900
Umgebungsarbeits-tem- peratur:	von -10 °C bis +50 °C
Maße:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stirnplatte 144 mm <math>\times</math> 144 mm</li> <li>• Montageausschnitt 138 mm <math>\times</math> 138 mm</li> <li>• Tiefe 62 mm</li> </ul>
Gewicht:	0,538 kg

## TECHNICAL DATA

<i>Connection:</i>	<i>phase to phase</i>
<i>Voltage supply:</i>	<i>400 V <math>\pm</math> 10 %, 50 Hz</i>
<i>Measuring current input:</i>	<i>... / 5 A</i>
<i>Controller consumption:</i>	<i>power supply unit 10 VA current unit 2 VA at <math>I_n = 5 A</math></i>
<i>Switching capability of output relays:</i>	<i>230 VAC, 4A AC1</i>
<i>Min. current on the secondary side of current transformer:</i>	<i>100 mA</i>
<i>Switching time between stages:</i>	<i>4 s - 999 s</i>
<i>Number of stages:</i>	<i>6 - PFC 6 12 - PFC 12</i>
<i>Fixing the desired <math>\cos \varphi</math>:</i>	<i>0,85 ind. do 0,95 cap.</i>
<i>Fixing the value of the 1<sup>st</sup> stage:</i>	<i>0,5 kvar to 99,5 kvar</i>
<i>Setting of transmission ratio of the current transformer:</i>	<i>1 - 900</i>
<i>Ambient operating temperature:</i>	<i>from -10 °C to +50 °C</i>
<i>Dimensions:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>front plate 144 mm <math>\times</math> 144 mm</i></li> <li>• <i>mounting cutting dim. 138 mm <math>\times</math> 138 mm</i></li> <li>• <i>built-in depth 62 mm</i></li> </ul>
<i>Weight:</i>	<i>0,538 kg</i>

### Einstellung der ersten bzw. kleinsten Kompensationsstufe

Um die erste oder kleinste Regelungsstufe einzustellen, müssen der Stufenwert in kvar und der Wert des Stromtransformatorverhältnisses eingetragen werden.

### Alarm

Der Alarm wird in den folgenden Fällen eingeschaltet:

- falscher Anschluss des Stromtransformators,
- Kompensationsleistung zu niedrig,
- Überkompensierung ( $\cos \varphi < 0,95 \text{ cap.}$ ),
- Stromkreis des Stromtransformators durchtrennt.

Neben der Alarmanzeige auf Stirnplatte ist auch eine Fernanzeige des Alarmzustands mithilfe eines spannungsfreien Umschaltkontakts möglich.

### *Fixing the first or the lowest stage of correction*

*The value of the stage in kvar and the value of the current transformer relation need to be entered for fixing the first or the lowest stage of correction.*

### *Alarm*

*The alarm signals in case of the following problems:*

- incorrect connection of the current transformer,*
- to low power of correction,*
- overcompensation ( $\cos \varphi < 0,95 \text{ cap.}$ ),*
- disconnected circuit of the current transformer.*

*Besides showing the alarm on the front panel, it is also possible to show it by using a no-voltage switching contact.*





**Iskra, d.d.**

Stegne 21

SI-1000 Ljubljana

Slovenia

Phone: +386 1 51 31 000

Fax: +386 1 51 11 532

[www.iskra.eu](http://www.iskra.eu)

[info@iskra.eu](mailto:info@iskra.eu)