

COMBIVERT



D

BETRIEBSANLEITUNG

GB

INSTRUCTION MANUAL

wassergekühlte Leistungsteile

water cooled Power Circuits



Erst Betriebsanleitung Teil 1 lesen!

Read instruction manual part 1 first!



02/2007

D

Diese Betriebsanleitung beschreibt die Steuerungen der KEB COMBIVERT F5 - Serie. Sie ist nur gültig in Verbindung mit der Betriebsanleitung Teil 1 und Teil 2. Alle Anleitungen müssen jedem Anwender zugänglich gemacht werden. Vor jeglichen Arbeiten muß sich der Anwender mit dem Gerät vertraut machen. Darunter fällt insbesondere die Kenntnis und Beachtung der **Sicherheits- und Warnhinweise aus Teil 1**. Die in dieser Betriebsanleitung verwendeten Piktogramme entsprechen folgender Bedeutung:



**Gefahr
Warnung
Vorsicht**



**Achtung,
unbedingt
beachten**



**Information
Hilfe
Tip**

GB

This Instruction Manual describes the control circuit of the KEB COMBIVERT F5 series. It is only valid together with the Instruction Manuals Part 1 and Part 2. Both Instruction Manuals must be made available to the user. Prior to performing any work on the unit the user must familiarize himself with the unit. This includes especially the knowledge and observance of the **safety and warning directions of Part 1**. The pictographs used in this Instruction Manual have following meaning:



**Danger
Warning
Caution**



**Attention,
observe at
all costs**



**Information
Help
Tip**

1. Allgemeines	4
1.1 Produktbeschreibung	4
1.2 Geräteidentifikation.....	5
1.3 Einbau- und Betriebshinweise	6
1.3.1 Allgemeine Hinweise	6
1.3.2 RCD (Fehlerstromschutzschalter).....	7
1.3.3 Kühlsystem.....	8
1.3.4 Schaltschrankeinbau	8
1.4 DC-Versorgung	9
2. Technische Daten.....	10
2.1 Technische Daten	10
2.2 Abmessungen und Gewichte	14
2.3 Übersicht der Leistungsteilanschlüsse	15
2.4 Anschluss Leistungsteil	16
2.5 Anschluss Bremswiderstand	22
2.6 Anschluss Temperaturerfassung.....	22
3. Hinweise zum Kühlsystem	23
3.1 Allgemeines	23
3.2 Kühlsystem und Betriebsdruck	23
3.3 Kühlwasserqualität	23
3.4 Temperatur, Betauung und Transport	24
3.5 Parameterbeschreibung	25
3.6 Anschluss an das Kühlsystem	27
3.7 Umrichterfunktion „Overheat“	28
3.8 Sicherer Halt gemäß EN954-1/ Kat. 3.....	28
4. Anhang.....	29
4.1 Überlastkennlinien	29
4.2 Überlastschutz im unteren Drehzahlbereich	29
4.3 Taupunkte und elektrochemische Spannungsreihe	30
4.4 Temperaturveränderung des Kühlmittels	30

1. Allgemeines

1.1 Produkt-beschreibung

Mit dem KEB COMBIVERT haben Sie einen Frequenzumrichter für höchste Ansprüche an Qualität und Dynamik erworben.



Er dient ausschließlich zur stufenlosen Drehzahlregelung von Drehstrommotoren.



Der Betrieb anderer elektrischer Verbraucher ist untersagt und kann zur Zerstörung der Geräte führen.

Diese Betriebsanleitung beschreibt die **wassergekühlten Leistungsteile** der Frequenzumrichter **KEB COMBIVERT F5-G und F5-M** im Bereich von **7,5 kW...630 kW / 400V-Klasse**.

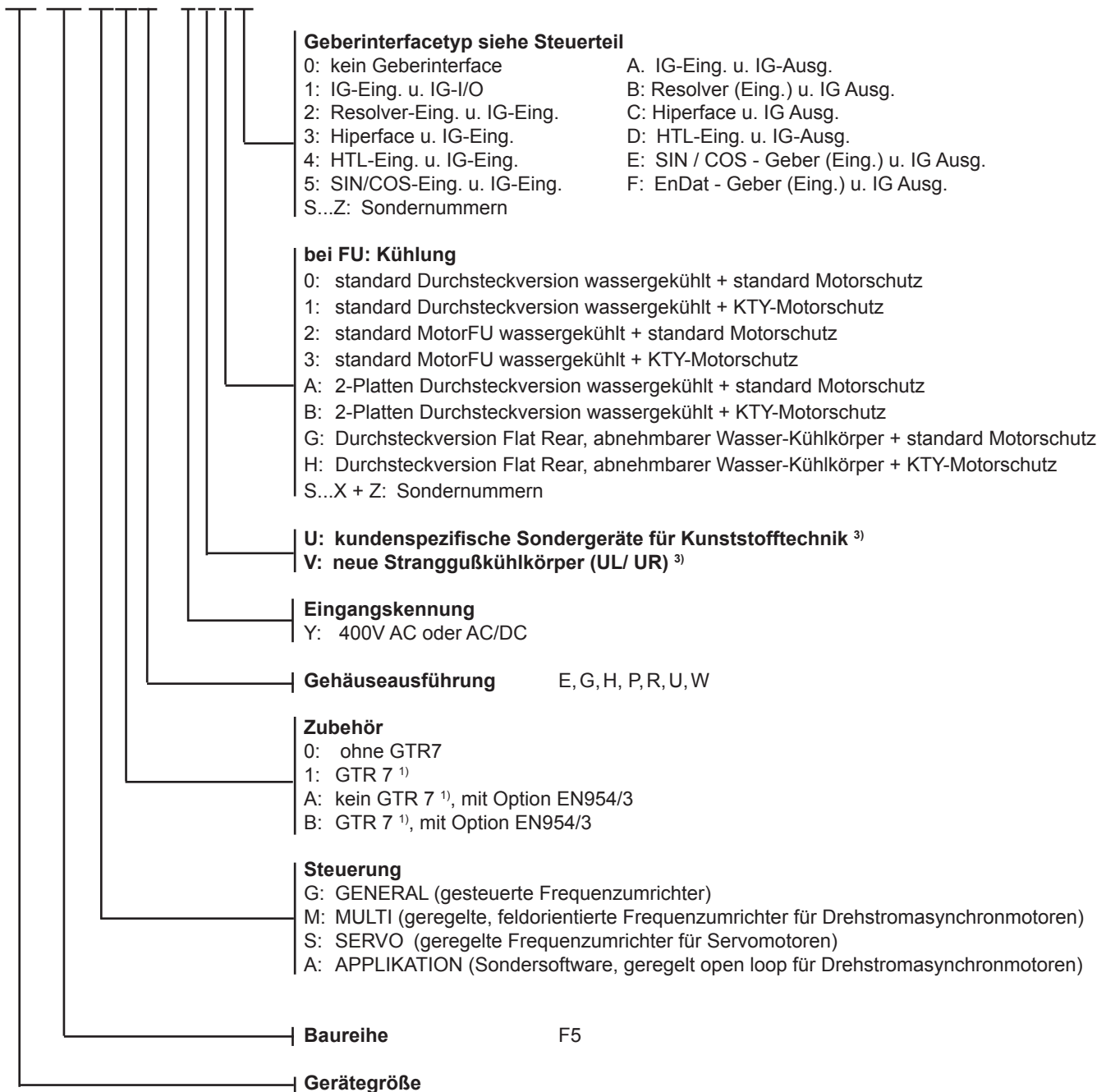


Merkmale der Leistungsteile :

- geringe Schaltverluste durch IGBT-Leistungsteil
- geringe Geräuschentwicklung durch hohe Schaltfrequenzen
- umfassender Hardwareschutz für Strom, Spannung und Temperatur
- Spannungs- und Stromüberwachung im statischen und dynamischen Betrieb
- bedingt kurz- und erdschlussfest
- EMV nach EN 61800-3
- Hardwarestromregelung
- integrierte Lüfter
- einheitliches Befestigungsraster
- anreihbar durch Rackausführung

1.2 Geräteidentifikation

27.F5.MBU-YV12



1) GTR 7: Bremstransistor

2) PFC: Power Factor Control

3) Anschlußhinweise S. 27 beachten!

1.3 Einbau- und Betriebshinweise

1.3.1 Allgemeine Hinweise

- KEB COMBIVERT stationär installieren und erden.
- Bei der Plazierung des Umrichters Mindestabstände zu umliegenden Elementen beachten. (siehe Schaltschrankeinbau)
- Rackgeräte sind für senkrechten Einbau ausgelegt und können aneinandergereiht werden. Abstand von min. 50mm zu vorgelagerten Elementen einhalten. Auf ausreichende Kühlung ist zu achten.
- Es darf kein Nebel oder Wasser in den KEB COMBIVERT eindringen.
- Das Eindringen von Staub in den KEB COMBIVERT vermeiden. Bei Einbau in ein staubdichtes Gehäuse ist auf ausreichende Wärmeabfuhr zu achten.
- Den KEB COMBIVERT nicht in explosionsgeschützten Räumen betreiben! Bei explosionsgeschützten Räumen ist unter Beachtung der örtlichen Vorschriften der KEB COMBIVERT in ein explosionsgeschütztes Gehäuse einzubauen.
- Den KEB COMBIVERT gegen leitfähige und aggressive Gase und Flüssigkeiten schützen.
- Verbraucher, die elektrische oder magnetische Felder erzeugen oder Einflüsse auf die Spannungsversorgung nehmen, sind möglichst weit entfernt zu plazieren und es sind Maßnahmen zur Unterdrückung der Einflüsse vorzunehmen.
- Bei Applikationen, die zyklisches Aus- und Einschalten des Umrichters erfordern, muss nach dem Abschalten mindestens 5 min Auszeit eingehalten werden. Werden kürzere Taktzeiten benötigt, setzen Sie sich bitte mit KEB in Verbindung.
- Beim KEB COMBIVERT, einem Umrichter mit Spannungszwischenkreis, hängt die Lebensdauer von der Strombelastung der Elektrolytkondensatoren im Zwischenkreis ab. Durch den Einsatz von Netzdrosseln kann die Lebensdauer der Kondensatoren, speziell beim Anschluß an „harte“ Netze bzw. bei Dauerbelastung (S1-Betrieb) des Antriebs, wesentlich erhöht werden. Bei Dauerbetrieb (S1) mit einer mittleren Auslastung von >60% empfiehlt KEB den Einsatz von Netzdrosseln mit einem $U_k=4\%$.
Der Begriff „hartes“ Netz kann wie folgt (als Hilfestellung) definiert werden:
Die Nennleistung des Umrichters (S_n) ist im Vergleich zur Knotenpunktleistung (S_{netz}) des Netzes sehr gering.
 $k = S_{netz} / S_n \gg 200$ z.B. $S_n = 6,6 \text{ kVA}$ 12.F5
 $S_{netz} = 2 \text{ MVA}$ Versorgungstrafo
 —> $k = 303$
 —> Drossel notwendig

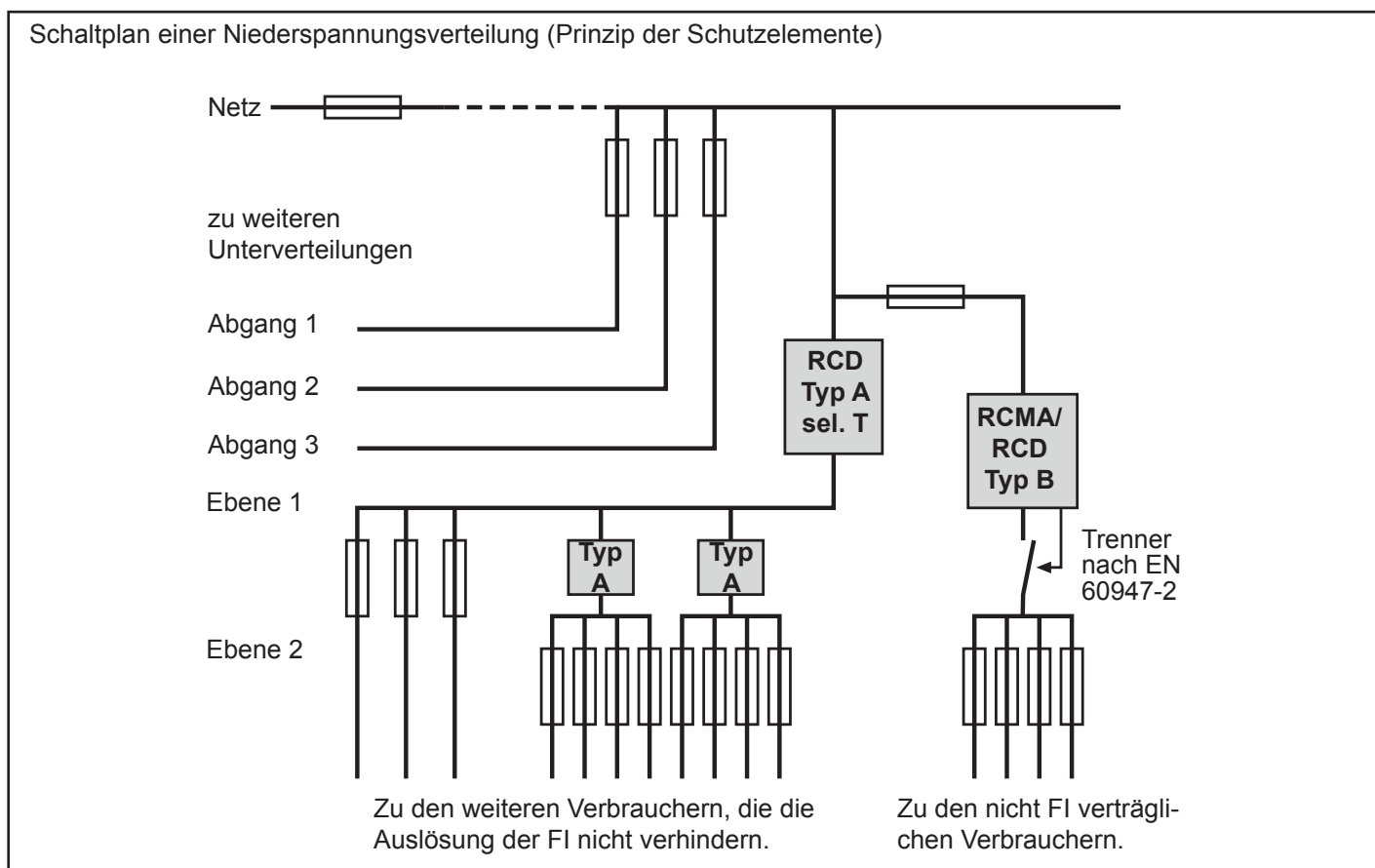
1.3.2 RCD (Fehlerstromschutzschalter)

Wenn beim Errichten von Anlagen *Personenschutz* gefordert ist, müssen Frequenzumrichter gemäß EN 50178 (VDE 0160) wie folgt abgesichert werden:

- 1-phasige Geräte durch RCD's Typ A (pulsstromsensitive FI's) oder Typ B (allstromsensitive FI's)
- 3-phasige Geräte (mit B6-Brückengleichrichter) durch RCMA's mit Trenner (bevorzugt zu verwenden) oder RCD's Typ B (allstromsensitive FI's)

Der Auslösestrom der RCD's sollte 300mA oder mehr betragen, um vorzeitiges Auslösen durch Ableitströme des Umrichters (bis ca. 200mA) zu vermeiden. Abhängig von der Belastung, der Motorleitungslänge und dem Einsatz eines Funkentstörfilters können auch erheblich größere Ableitströme auftreten. Die Anschlusshinweise der jeweiligen Hersteller, sowie die gültigen örtlichen Bestimmungen sind beim Anschluss zu beachten.

In Abhängigkeit der vorhandenen Netzform (TN, IT, TT) sind weitere Schutzmaßnahmen gemäß VDE 0100 Teil 410 (Teil 4; Kap.41) erforderlich. Bei TN-Netzen ist dies z.B. Schutz durch Überstromeinrichtung, bei IT-Netzen Isolationsüberwachung mit Pulscode-Messverfahren. Bei allen Netzformen kann Schutztrennung verwendet werden, sofern die erforderliche Leistung und Leitungslänge dies zulassen.



Der KEB COMBIVERT kann mit folgenden Einschränkungen an Netze angeschlossen werden, bei denen der Außenleiter geerdet ist (z.B. Deltanetze):

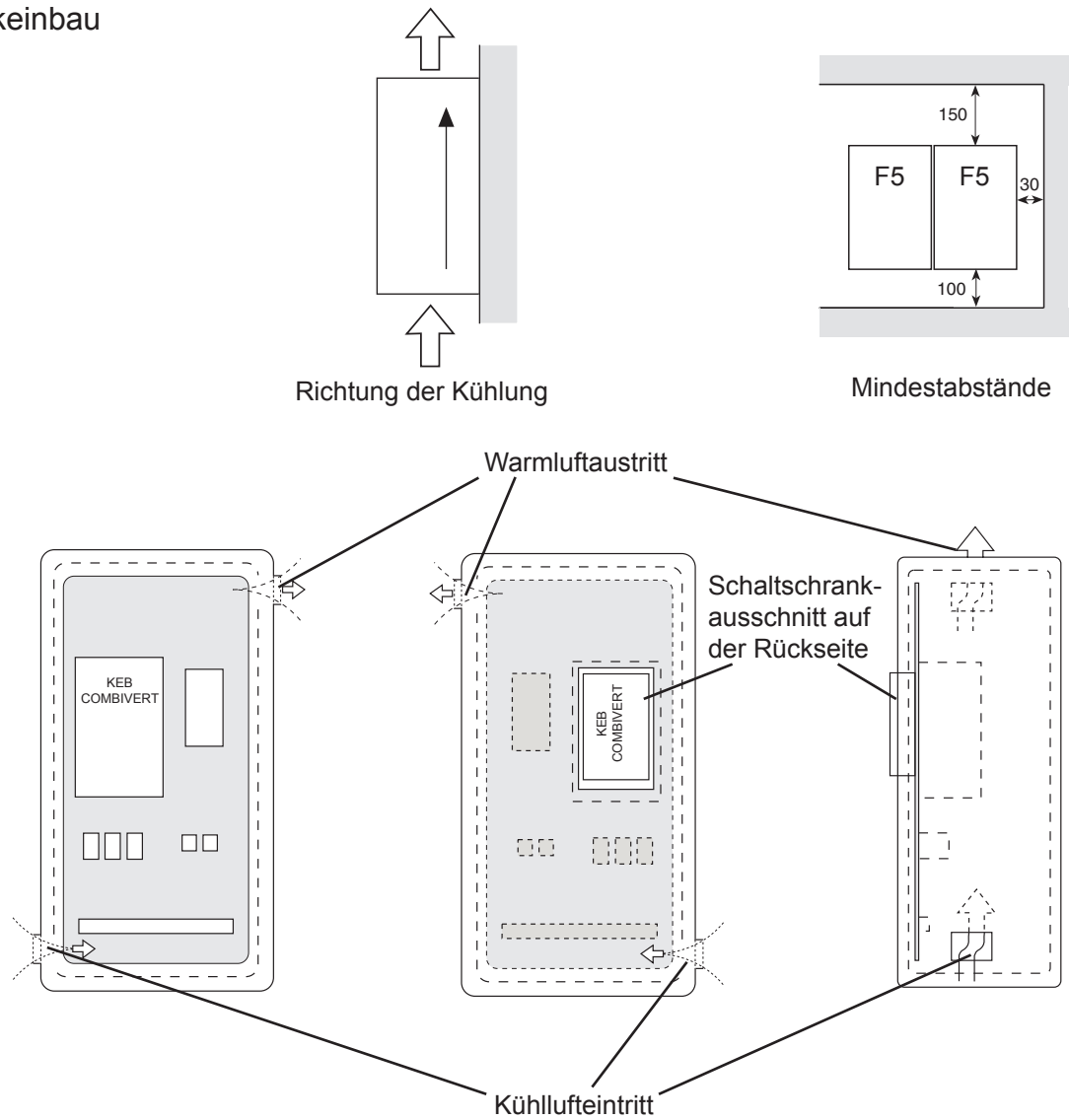


- die Steuerung gilt nicht mehr als „Sicher getrennter Stromkreis“
- es sind Schutzmaßnahmen für „Basis-Isolierung“ zu treffen
- die max. Spannung Phase/Erde darf bei dieser Netzform absolut 500 V nicht überschreiten

1.3.3 Kühlsystem

Im folgenden wird die wassergekühlte Durchsteckversion beschrieben. Bei dieser Ausführung wird der Kühlkörper durch einen Ausschnitt im Schaltschrank nach außen verlegt und ist für den Anschluss an ein vorhandenes Kühlsystem vorgesehen. Die Abführung der Verlustleistung muss vom Maschinenbauer sichergestellt werden.

1.3.4 Schaltschrankeinbau



1.4 DC-Versorgung

Der **DC-Eingangsstrom** des Umrichters wird im wesentlichen vom verwendeten Motor bestimmt. Die Daten können vom Motortypenschild entnommen werden.

400V-Klasse:

$$\frac{\sqrt{3} \times \text{Motornennspannung} \times \text{Motornennstrom} \times \text{Motor} \cos \varphi}{540V}$$

Der **DC-Eingangsspitzenstrom** wird durch den Arbeitsbereich bestimmt.

- wird an der Hardwarestromgrenze beschleunigt, muß in o. a. Formel statt des Motornennstromes der Kurzzeitgrenzstrom des Umrichters eingesetzt werden
- wird der Motor im Normalbetrieb nie mit Nennmoment beansprucht, kann mit dem realen Motorstrom gerechnet werden.
- ein guter Praxiswert entspricht etwa dem 1,5-fachen Motornennstrom (ab 90kW 1,25-fach)

2. Technische Daten

2.1 Technische Daten

Gerätegröße		15	16		17		18		19	
Gehäusegröße		E	E	G	G	H	G	H	H	R
Netzphasen		3	3		3		3		3	
Ausgangsbemessungsleistung	[kVA]	17	23		29		35		42	
Max. Motorbemessungsleistung	[kW]	11	15		18,5		22		30	
Ausgangsbemessungsstrom	[A]	24	33		42		50		60	
Max. Kurzzeitgrenzstrom ¹⁾	[A]	36	49,5		63		75		90	
OC-Auslösestrom	[A]	43	59		75		90		108	
Eingangsbemessungsstrom	[A]	31	43		55		65		66	
Max. zulässige Netzsicherung (träge)	[A]	35	50		50	63	80		80	
Bemessungsschaltfrequenz	[kHz]	4	2	8	4	8	2	8	4	8
Max. Schaltfrequenz	[kHz]	16	16		16		16		16	
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb	[W]	350	330	500	360	470	430	610	540	750
Stillstandsdauerstrom bei 4 kHz ²⁾	[A]	24	33		42		45	50	60	
Stillstandsdauerstrom bei 8 kHz ²⁾	[A]	16	-	33	21,4	30	30	45	39	60
Stillstandsdauerstrom bei 16 kHz ²⁾	[A]	10	-	20	-	13,5	20		18	27
Max. Kühlkörpertemperatur TOH	[°C]	90								
Motorleitungsquerschnitt ³⁾	[mm ²]	6	10		10	16	25		25	
Min. Bremswiderstand ⁴⁾	[Ohm]	39	25		25	22	13		13	9
Typ. Bremswiderstand ⁴⁾	[Ohm]	56	42		30		22		15	
Max. Bremsstrom	[A]	21	32	30	30	37	63		63	88
Überlastkennlinie (siehe Anhang)		1								
Anzugsmoment Klemmleiste	[Nm]	1,2	1,2		1,2	2,5	4		2,5	6
Netzspannung ⁵⁾	[V]	305...500 ±0 (400 V Bemessungsspannung)								
Netzfrequenz	[Hz]	50 / 60 +/- 2								
Ausgangsspannung	[V]	3 x 0...U Netz								
Ausgangsfrequenz	[Hz]	siehe Steuerkarte								
Max. Motorleitungslänge geschirmt	[m]	100								
Lagerungstemperatur	[°C]	-25...70 °C								
Betriebstemperatur	[°C]	-10...45 °C								
Bau- / Schutzart		IP20								
Relative Luftfeuchtigkeit		max. 95% ohne Betauung								
EMV geprüft nach Produktnorm		EN 61800-3								
Klimakategorie		3K3 gemäß EN 50178								


Die technischen Angaben sind für 2/4-polige Normmotoren ausgelegt. Bei anderer Polzahl muss der Frequenzumrichter auf den Motornennstrom dimensioniert werden. Bei Spezial- oder Mittelfrequenzmotoren setzen Sie sich bitte mit KEB in Verbindung.


i Aufstellhöhe max. 2000 m. Bei Aufstellhöhen über 1000 m ist eine Leistungsreduzierung von 1% pro 100m zu berücksichtigen.

- 1) Bei den geregelt Systemen F5-M sowie F5-S sind 5% als Regelreserve abzuziehen
- 2) Max. Strom vor Ansprechen der OL-Funktion (F5-M, F5-S)
- 3) Empfohlener Mindestquerschnitt der Motorleitung bei Nennleistung und Leitungslänge bis 100 m (Kupfer)
- 4) Die Angabe gilt nur für Geräte mit internem Bremstransistor GTR 7 (siehe „Geräteidentifikation“)
- 5) Bei Bemessungsspannungen $\geq 460V$ den Bemessungsstrom mit Faktor 0,86 multiplizieren

Gerätegröße		20		21		22		23		24		
Gehäusegröße		H	R	R		R		R	U	R	U	
Netzphasen		3		3		3		3		3		
Ausgangsbemessungsleistung	[kVA]	52		62		80		104		125		
Max. Motorbemessungsleistung	[kW]	37		45		55		75		90		
Ausgangsbemessungsstrom	[A]	75		90		115		150		180		
Max. Kurzzeitgrenzstrom ¹⁾	[A]	112		135		172		225		270		
OC-Auslösestrom	[A]	135		162		207		270		324		
Eingangsbemessungsstrom	[A]	83		100		127		165		198		
Max. zulässige Netzsicherung (träge)	[A]	100		160		160		200		315		
Bemessungsschaltfrequenz	[kHz]	2	8	4	8	4	8	2	8	2	4	8
Max. Schaltfrequenz	[kHz]	8	16	16		16		12	8	8		
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb	[W]	900		1000	1100	1200	1500	1300	1900	1700	2000	2400
Stillstandsdauerstrom bei 4 kHz ²⁾	[A]	67,5	75	90		115	115	127,5	150	144	180	
Stillstandsdauerstrom bei 8 kHz ²⁾	[A]	52,5	75	63	90	80	115	90	150	108	180	
Stillstandsdauerstrom bei 16 kHz ²⁾	[A]	-	34	45	54	46	51	-	-	-	-	
Max. Kühlkörpertemperatur TOH	[°C]	90										
Motorleitungsquerschnitt ³⁾	[mm ²]	35		50		50		95		95		
Min. Bremswiderstand ⁴⁾	[Ohm]	9		9		8		6	5	5		
Typ. Bremswiderstand ⁴⁾	[Ohm]	12		10		8,6		6,7		5		
Max. Bremsstrom	[A]	88		88		100		133	160	200		
Überlastkennlinie (siehe Anhang)		1										
Anzugsmoment Klemmleiste	[Nm]	4	6	6		6		15		15		
Netzspannung ⁵⁾	[V]	305...500 ±0 (400 V Bemessungsspannung)										
Netzfrequenz	[Hz]	50 / 60 +/- 2										
Ausgangsspannung	[V]	3 x 0...U Netz										
Ausgangsfrequenz	[Hz]	siehe Steuerkarte										
Max. Motorleitungslänge geschirmt	[m]	50										
Lagerungstemperatur		-25...70 °C (-13...158 °F)										
Betriebstemperatur		-10...45 °C (14...113 °F)									-10...40 °C	
Bau- / Schutzart (EN 60529)		IP20										
Umgebung (IEC 664-1)		Verschmutzungsgrad 2										
EMV geprüft nach Produktnorm		EN 61800-3										
Vibration/Schock gemäß		Germanischer Lloyd; EN 50155										
Klimakategorie (EN 60721-3-3)		3K3										

Die technischen Angaben sind für 2/4-polige Normmotoren ausgelegt. Bei anderer Polzahl muss der Frequenzrichter auf den Motornennstrom dimensioniert werden. Bei Spezial- oder Mittelfrequenzmotoren setzen Sie sich bitte mit KEB in Verbindung.

 Aufstellhöhe max. 2000 m. Bei Aufstellhöhen über 1000 m ist eine Leistungsreduzierung von 1% pro 100m zu berücksichtigen.

 Ab Größe 23 ist der Einsatz einer Netzdrossel unbedingt erforderlich.

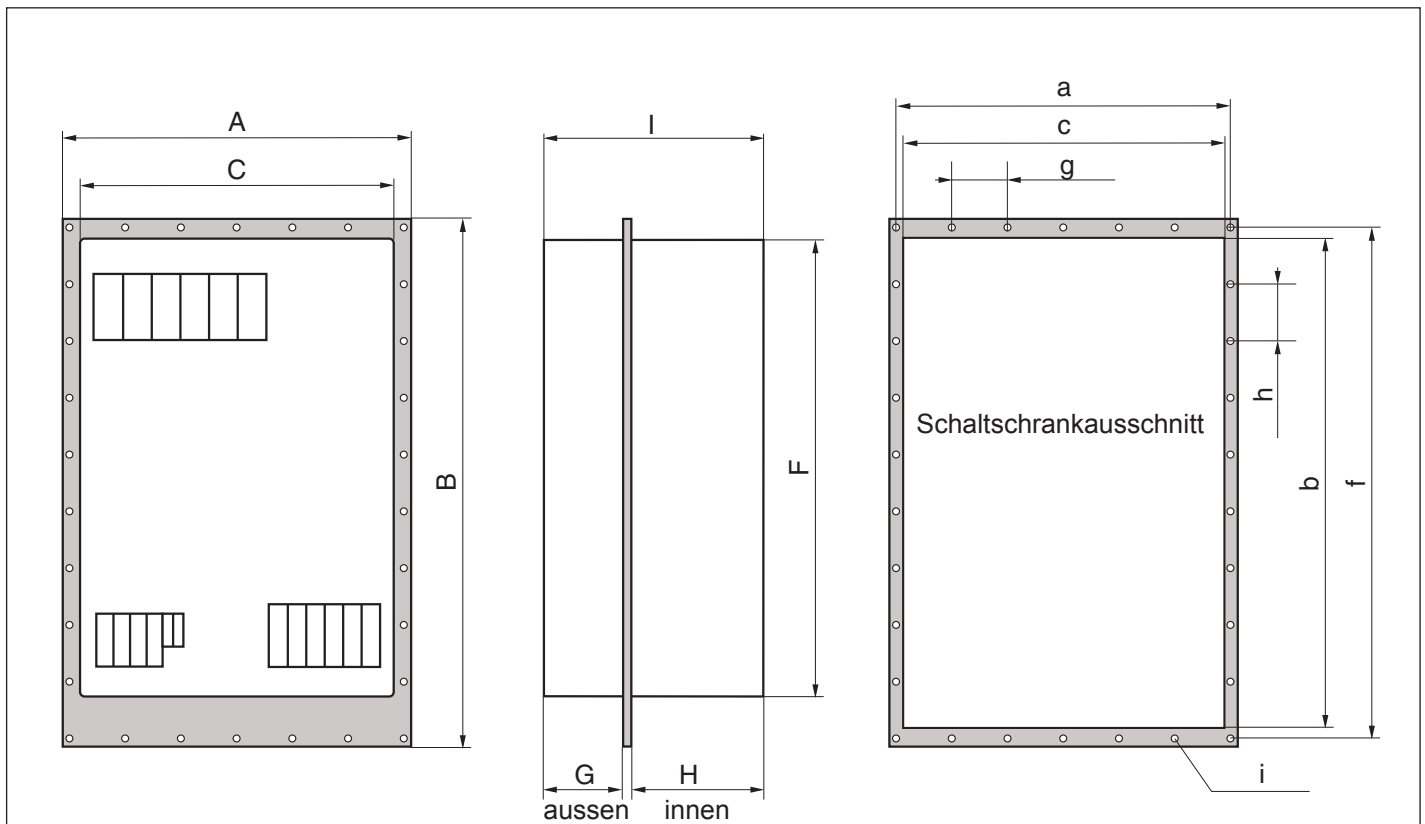
Gerätegröße	25	26	27
Gehäusegröße	U	U	U
Netzphasen	3	3	3
Ausgangsbemessungsleistung [kVA]	145	173	208
Max. Motorbemessungsleistung [kW]	110	132	160
Ausgangsbemessungsstrom [A]	210	250	300
Max. Kurzzeitgrenzstrom ¹⁾ [A]	263	313	375
OC-Auslösestrom [A]	315	375	450
Eingangsbemessungsstrom [A]	231	275	330
Max. zulässige Netzsicherung (träge) [A]	315	400	450
Bemessungsschaltfrequenz [kHz]	4	4	2
Max. Schaltfrequenz [kHz]	8	8	8
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb [W]	2300	2800	3100
Stillstandsdauerstrom bei 4 kHz ²⁾ [A]	210	250	240
Max. Kühlkörpertemperatur [°C]	90		
Motorleitungsquerschnitt ³⁾ [mm ²]	95	120	150
Min. Bremswiderstand ⁴⁾ [Ohm]	4	4	4
Typ. Bremswiderstand ⁴⁾ [Ohm]	4	4	4
Max. Bremsstrom [A]	200	200	200
Überlastkennlinie (siehe Anhang)	2		
Anzugsmoment Klemmleiste [Nm]	25		
Netzspannung [V]	305...500 ±0 (400 V Bemessungsspannung ⁴⁾)		
Netzfrequenz [Hz]	50 / 60 +/- 2		
Ausgangsspannung [V]	3 x 0...U Netz		
Ausgangsfrequenz [Hz]	siehe Steuerkarte		
Max. Motorleitungslänge geschirmt [m]	50		
Lagerungstemperatur [°C]	-25...70 °C		
Betriebstemperatur [°C]	-10...45 °C		
Bau- / Schutzart	IP20		
Relative Luftfeuchtigkeit	max. 95% ohne Betauung		
EMV geprüft nach Produktnorm	EN 61800-3		
Klimakategorie	3K3 gemäß EN 50178		

- 1) Bei den geregelten Systemen F5-M sowie F5-S sind 5% als Regelreserve abzuziehen
- 2) Max. Strom vor Ansprechen der OL-Funktion (F5-M, F5-S)
- 3) Empfohlener Mindestquerschnitt der Motorleitung bei Nennleistung und Leitungslänge bis 100 m (Kupfer)
- 4) Die Angabe gilt nur für Geräte mit internem Bremstransistor GTR 7 (siehe „Geräteidentifikation“)
- 5) Bei Bemessungsspannungen $\geq 460V$ den Bemessungsstrom mit Faktor 0,86 multiplizieren

Gerätegröße ⁷⁾	28		29		30	31	32	33	34	35	36	
Gehäusegröße	P	W	P	W	W		P					
Netzphasen	3	2 x 3	3	2 x 3	W		2 x 3			3 x 3		
Ausgangsbemessungsleistung [kVA]	256		319		395	436	492	554	616	692	796	
Max. Motorbemessungsleistung [kW]	200		250		315	355	400	450	500	560	630	
Ausgangsbemessungsstrom [A]	370		460		570	630	710	800	890	1000	1150	
Max. Kurzzeitgrenzstrom ¹⁾ [A]	462	463	575		713	787	887	1000	1112	1250	1437	
OC-Auslösesstrom [A]	554	555	690		855	945	1065	1200	1335	1500	1725	
Eingangsbemessungsstrom [A]	410	2x205	483	510	2x255	2x315	2x350	746	840	935	1050	1208
Max. zulässige Netzsicherung (träge) [A]	550	315	700	400	450	550	2x550	2x700		-		
Bemessungsschaltfrequenz [kHz]	2		2		2	2						
Max. Schaltfrequenz [kHz]	4		2		2	2	4					
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb [W]	3500		4200		5100	5600	6800	7600	8500	9500	10700	
Stillstandsdauerstrom bei 4 kHz ²⁾	370		-		-							
Max. Kühlkörpertemperatur [°C]	90		90		90	60	90					
Motorleitungsquerschnitt ³⁾ [mm ²]	2x95		2x150		2x185	2x185				3x 185		
Min. Bremswiderstand ⁴⁾ [Ohm]	2,4	1,2	2,4	1,2	1,2	1,2	2x2,4			3x2,4		
Typ. Bremswiderstand ⁴⁾ [Ohm]	-	2,2	-	1,7	1,3	-						
Max. Bremsstrom [A]	330	660	330	660	660	660	2x330			3x330		
Überlastkennlinie (siehe Anhang)	2											
Anzugsmoment Klemmleiste [Nm]	25...30											
Netzspannung ⁵⁾ [V]	305...500 ±0											
Netzfrequenz [Hz]	50 / 60 +/- 2											
Ausgangsspannung [V]	3 x 0...U Netz											
Ausgangsfrequenz [Hz]	siehe Steuerkarte											
Motorleitungslänge geschirmt [m]	100	50	100	50			100					
Lagerungstemperatur [°C]	-25...70 °C											
Betriebstemperatur ⁶⁾ [°C]	-10...45 °C											
Bau- / Schutzart	IP20											
Relative Luftfeuchtigkeit	max. 95% ohne Betauung											
EMV geprüft nach Produktnorm	EN 61800-3											
Klimakategorie	3K3 gemäß EN 50178											

- 1) Bei den geregelten Systemen F5-M sowie F5-S sind 5% als Regelreserve abzuziehen.
- 2) Max. Strom vor Ansprechen der OL-Funktion (F5-M, F5-S)
- 3) Empfohlener Mindestquerschnitt der Motorleitung bei Nennleistung und Leitungslänge bis 100m (Kupfer)
- 4) Die Angabe gilt nur für Geräte mit internem Bremstransistor GTR 7 (siehe „Geräteidentifikation“)
- 5) Bemessungsspannung 400V
Bei Netzspannungen $\geq 460V$ den Ausgangsbemessungsstrom mit Faktor 0,86 multiplizieren
- 6) Der Temperaturbereich ist nur für das Treiber- und Steuerteil gültig. Der Temperaturbereich für das Leistungsteil ist abhängig von dem Schaltschrankaufbau und dem Kühlsystem.
- 7) 31.F5. nur als wassergekühlte Ausführung

2.2 Abmessungen und Gewichte



Gehäuse	A	B	C	F	G	H	I	Gewicht
E	192	335	128	273	34,5	131	165,5	8,5 kg
G	200	370	188	338	32	160	192	14,9 kg
H	325	435	288	338	34	162	196	31 kg
P	340	920	283	885	46	251,5	297,5	96 kg
R	385	595	305	395	57	199	258	52 kg
U	373	862	339	640	48,5	187	235,5	62 kg
W	720	1020	670	940	153,5	209,5	365	135 kg

Maße der Schaltschrankausschnitte

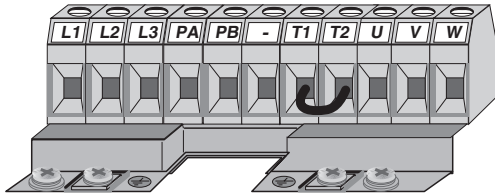
Gehäuse	a	b	c	f	g	h	i
E	177			320	4x80	2x88,5	12xØ6,5
G	120	328	197	230	2x120	4x115	10xØ6,6
H	115	328	297	345	2x115	6x115	12xØ6,6
P	325			905	1x125	6x125	12xØ9
R	365	525	309	575	8x115	10x115	18xØ7
U	355	730	310	840	6x110	14x120	20xØ9
W	700	970	674	1000	7x100	10x100	34xØ9

Da die Stranggußkühlkörper andere Maße als die 2-Platten-Kühlkörper haben, kann es bei den Durchsteckmaßen zu leichten Differenzen kommen.

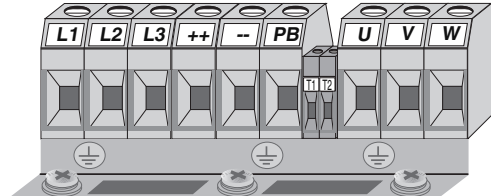
2.3 Übersicht der Leistungsteilanschlüsse

⚠ Eingangsspannung beachten, da 230V und 400V-Klasse (3-phasig) möglich

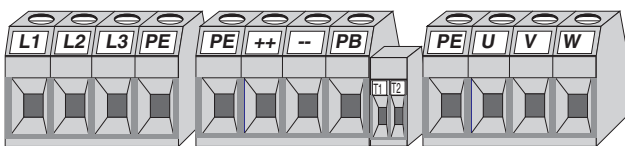
Gehäusegröße E



Gehäusegröße G



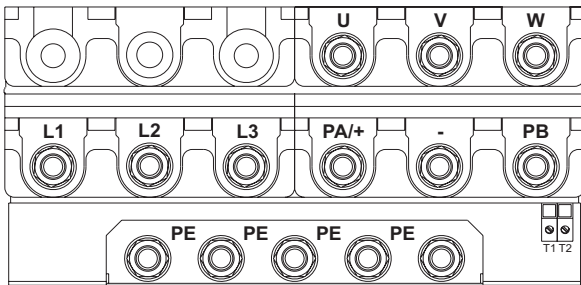
Gehäusegröße H



L1, L2, L3
U, V, W
++, PB
++, --

3-phasiger Netzanschluss
Motoranschluss
Anschluss für Bremswiderstand
Anschluss für Bremsmodul,
Rückspeise- und Versorgungseinheit
oder als Gleichspannungseingang
250...370VDC (230V-Klasse)
420...720VDC (400V-Klasse)
Anschluss für Temperatursensor

Gehäusegröße P



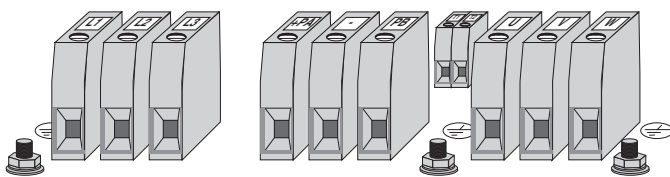
T1, T2
PE,

Anschluss für Abschirmung / Erdung

L1, L2, L3
U, V, W
+PA, PB
+PA, -

3-phasiger Netzanschluss
Motoranschluss
Anschluss für Bremswiderstand
Anschluss für Rückspeiseeinheit (Zwischenkreisspannungsausgang)
Anschluss für Temperatursensor

Gehäusegröße R und U

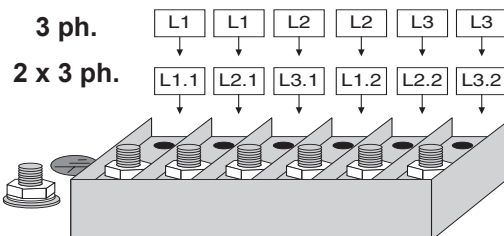


T1, T2

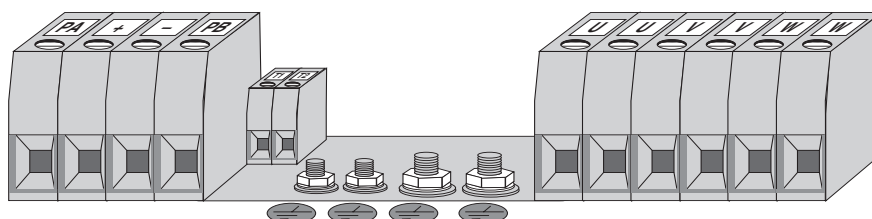
Anschluss für Abschirmung / Erdung

Gehäusegröße W

Netzseite



Motorseite



2.4 Anschluss Leistungsteil

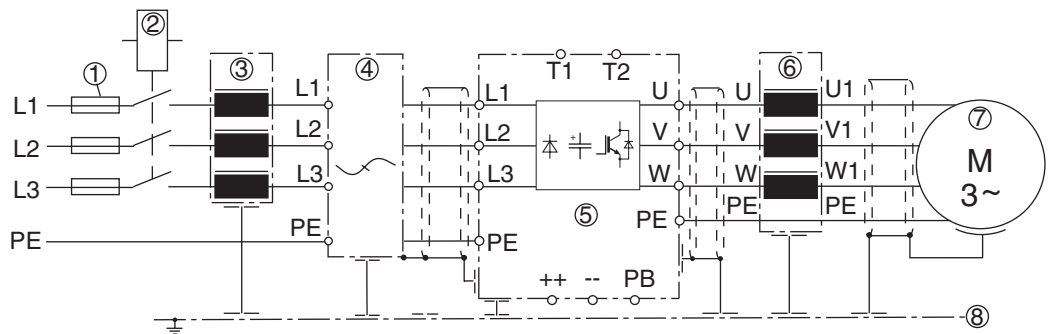


Das Vertauschen von Netz- und Motoranschluss führt zur sofortigen Zerstörung des Gerätes.



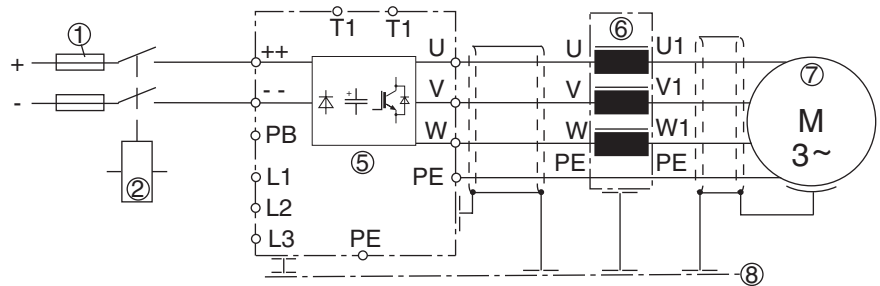
Auf Anschlussspannung und richtige Polung des Motors achten !

3-ph. Anschluss



DC-Versorgung

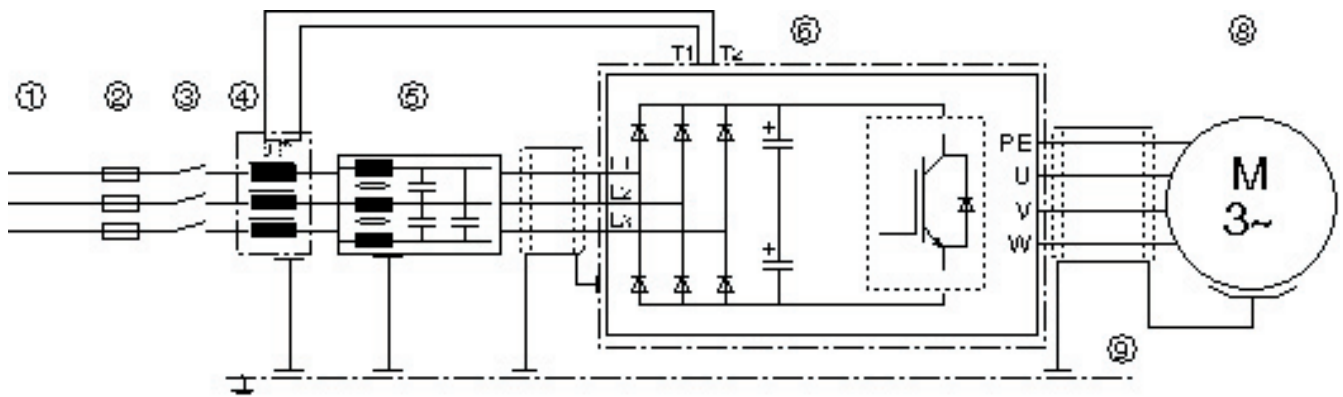
420...720V DC (400V-Klasse)



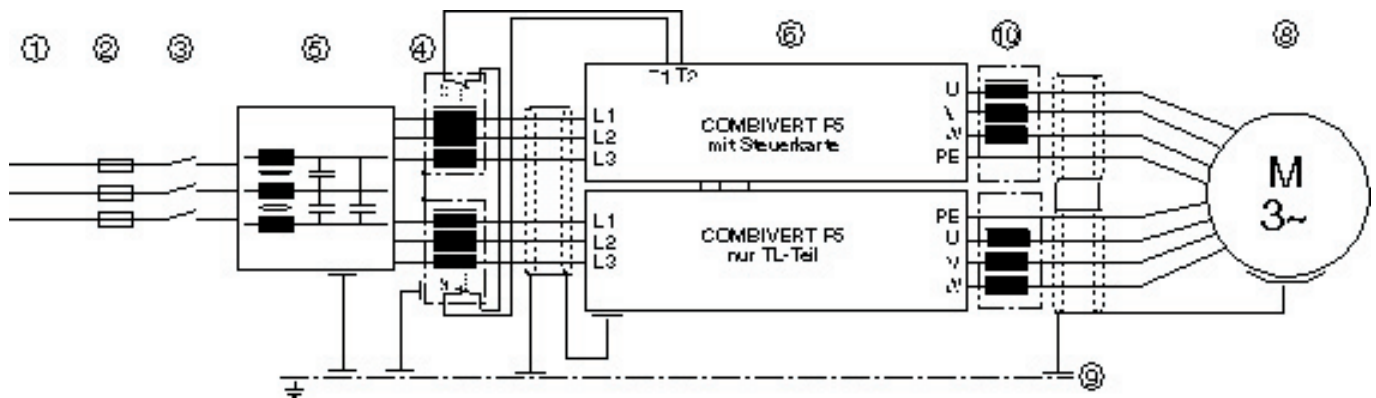
- ① **Netzsicherungen**
- ② **Hauptschütz**
- ③ **Netzdrossel**
- ④ **Funkentstörfilter**

- ⑤ **KEB COMBIVERT**
- ⑥ **Motordrossel oder Ausgangsfilter (nicht bei F5-M oder F5-S)**
- ⑦ **Motor**
- ⑧ **Montageplatte**

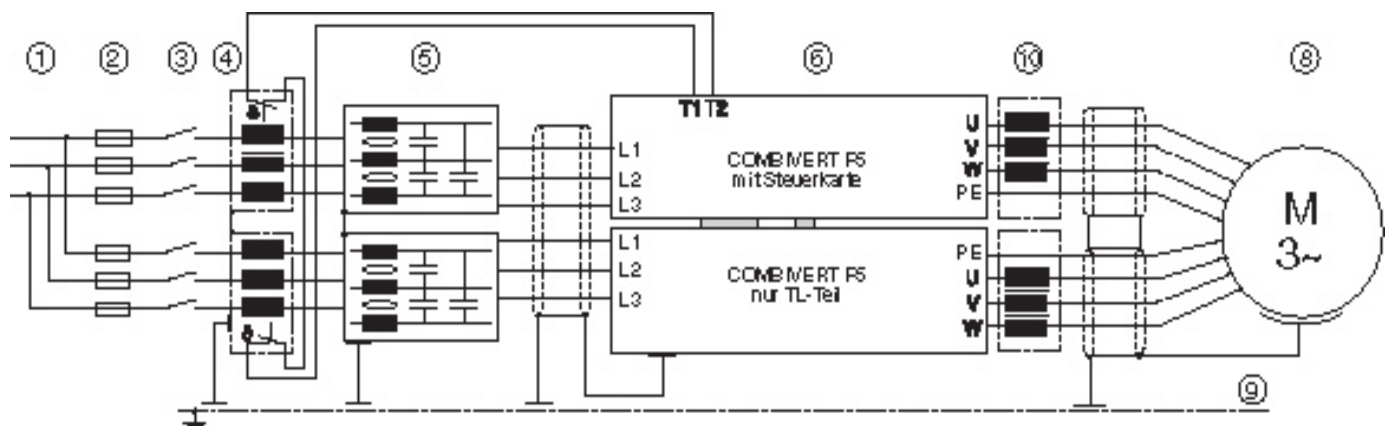
Anschluß P-Gehäuse/ Verschaltung 1



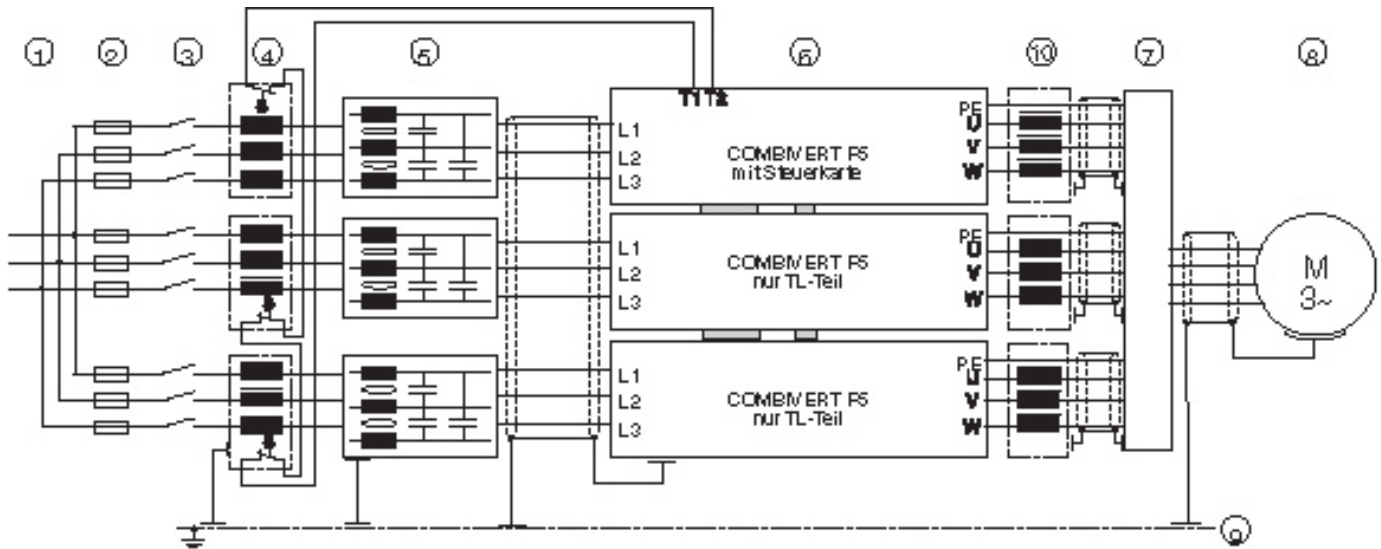
Anschluß P-Gehäuse/ Verschaltung 2



Anschluß P-Gehäuse/ Verschaltung 3



Anschluß P-Gehäuse/ Verschaltung 4

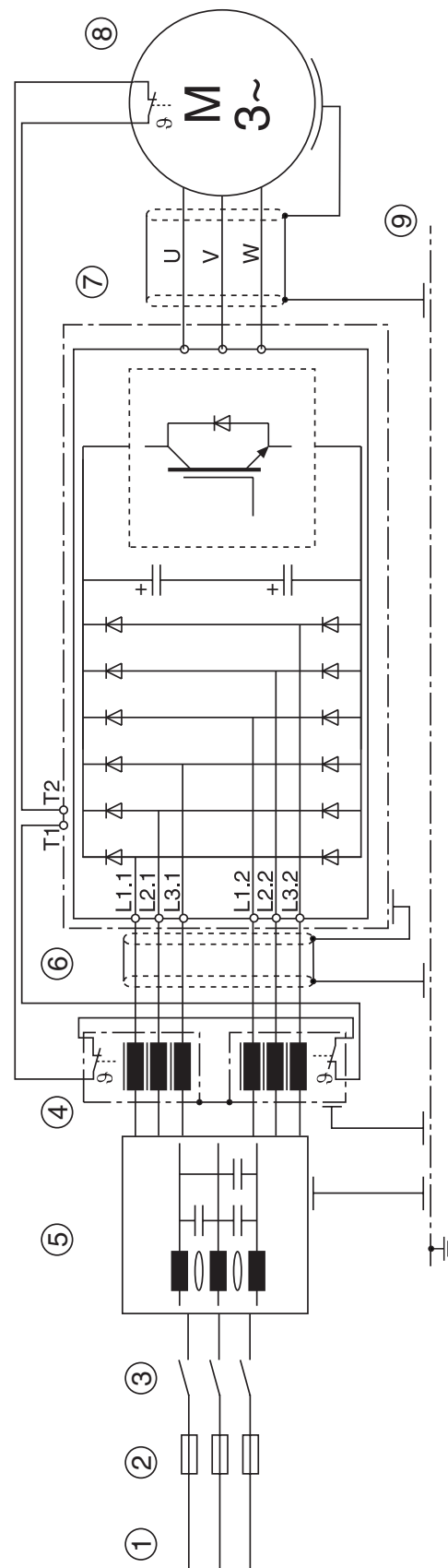


- 1 Zuleitung
- 2 Hauptabsicherung
- 3 Hauptschütz
- 4 Netzdrossel mit Temperaturerfassung
- 5 HF-Filter
- 6 KEB COMBIVERT
- 7 Klemmblock
- 8 Motor
- 9 Montageplatte
- 10 Symmetrierdrosseln bei Parallelschaltung mehrerer Umrichter

2 x 3 ph. Anschluß / P- und W-Gehäuse



Beim Anschluss sind die Temperaturerfassungen der Netzdrosseln in Reihe zu schalten, da diese sonst im Fehlerfall durch Überhitzung zerstört werden. Der Temperaturschalter für den Motor ist optional.



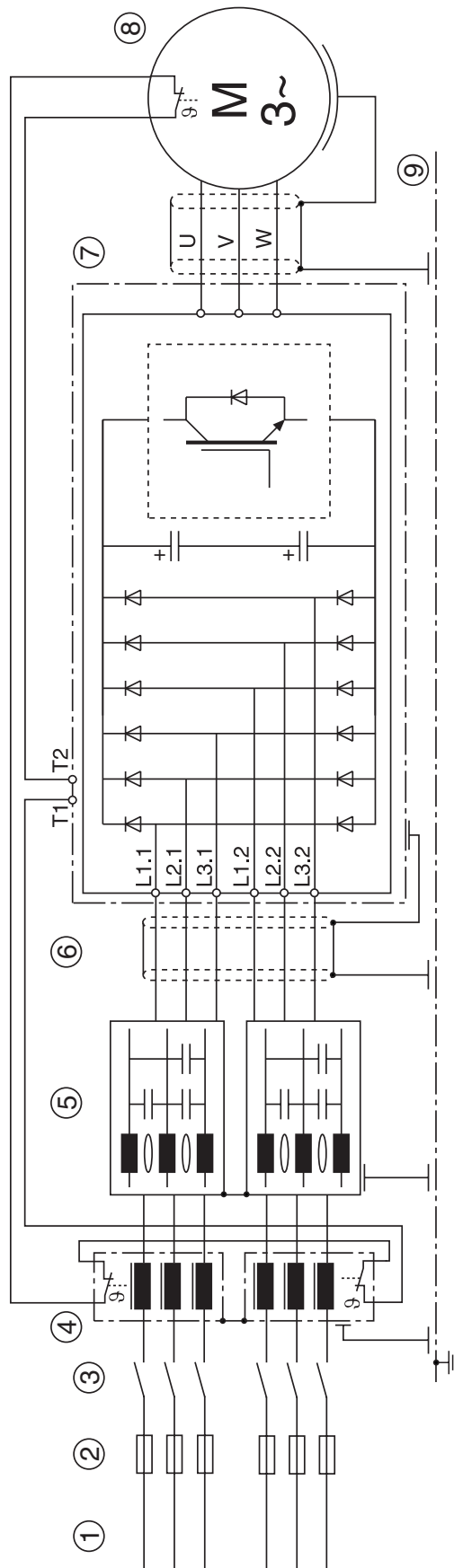
- 1 Zuleitung
- 2 Hauptabsicherung
- 3 Hauptschütz
- 4 Netzdrossel mit Temperaturerfassung
- 5 HF-Filter
- 6 Verbindungsleitung
- 7 KEB COMBIVERT
- 8 Motor
- 9 Montageplatte

2 x 3 ph. Anschluß / W-Geräte

Netz: 2 x 3 x 305 - 500 V
60° elektrisch verschoben



Beim Anschluss sind die Temperaturerfassungen der Netzdrosseln in Reihe zu schalten, da diese sonst im Fehlerfall durch Überhitzung zerstört werden. Der Temperaturschalter für den Motor ist optional.



- 1 Zuleitung
- 2 Hauptabsicherung
- 3 Hauptschütz
- 4 Netzdrossel mit Temperaturerfassung
- 5 HF-Filter
- 6 Verbindungsleitung
- 7 KEB COMBIVERT
- 8 Motor
- 9 Montageplatte

Hinweis zum Anschluss 2 x 3 ph
Netz: 2 x 3 x 305 - 500 V
60° elektrisch verschoben



Der Überwachungsschalter der Hauptabsicherung muß an die Netz-Aus Kette angeschlossen oder die Reglerfreigabe weggeschaltet werden!

Die B12 Gleichrichterschaltung erwirkt eine Reduzierung der Netzurückwirkungen bei großen Leistungen. Generelle Informationen zur Erzeugung eines Netzes, an das eine B12 Gleichrichterschaltung angeschlossen werden kann, werden nachfolgend aufgeföhrt.

Die Spannungen der beiden Teilnetze (Grundbezug ist jeweils die Phase L1) sind um 60 Grad elektrisch verschoben. Für den Aufbau eines solchen Netzes (mit einem oder mehreren Umrichtern) werden folgende Transformatoren eingesetzt:

Ein Trafo mit 2 Sekundär-Systemen:

Schaltgruppe D d0 y11

Zwei Trafos mit je einem System:

Schaltgruppe Y y0

Schaltgruppe Y d11

Die primärseitige Sternschaltung wird bei direkter Mittelspannungsversorgung gewählt, bei 690V oder 400V Einspeisung wird auch mit D y0 und D d11 gearbeitet.

2.5 Anschluss Bremswiderstand

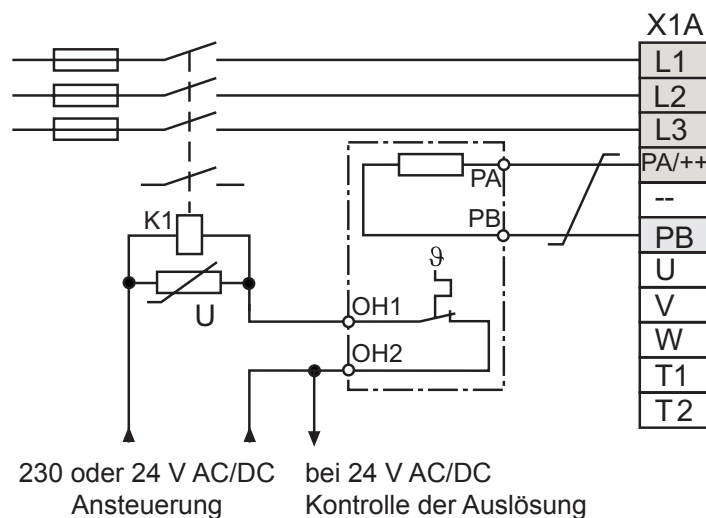
Um die Überhitzung eines Bremswiderstandes zu erfassen ist es unbedingt erforderlich den Temperaturschalter des Bremswiderstandes zu überwachen. Die Überhitzung kann folgende Ursachen haben:

- Rampen zu kurz oder zu lange Einschaltdauer
- Dimensionierung des Bremswiderstandes falsch
- Eingangsspannung zu hoch
- Defekt des Bremstransistors im Umrichter oder Bremsmodul

Schutz bei defektem Bremstransistor bietet ausschließlich das Wegschalten der Netzspannung (siehe Abbildung). Der Anschluss der Hilfskontakte vom Netzschütz K1 schaltet durch Fehlerrückmeldung die Modulation sofort ab (abhängig von Pn.12).



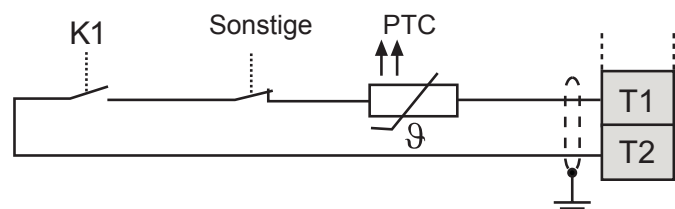
Bremswiderstände können sehr hohe Oberflächentemperaturen entwickeln, daher möglichst berührungssicher und fern von entflammaren Materialien anbringen!



2.6 Anschluss Temperaturerfassung

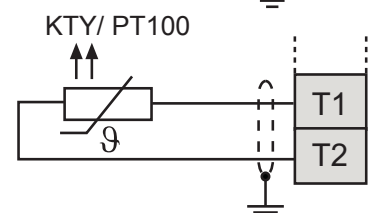
- Klemmen T1, T2
- Ansprechwiderstand 1,65...4 kOhm
- Rückstellwiderstand 0,75...1,65 kOhm
- Ausführung gem. VDE 0660 Teil 302
- Die Auswertung wird vom Maschinenbauer per Software aktiviert
- Anschlusskabel nicht zusammen mit Steuerkabeln verlegen
- Im Motorkabel nur mit doppelter Schirmung zulässig

a.) Beispiel mit PTC (ohne Temperaturregelfunktion/ standardmäßige Ausführung)



b.) Beispiel mit KTY oder PT100 (mit Temperaturregelfunktion/ optional)

KTY- oder PT100-Sensor darf nicht in die Temperaturerfassungskette integriert werden, da andernfalls die Kontakte des Schützes oder sonstigen Schalteinheiten versotten!



3. Temperaturregelung



Hinweis: Da diese Anleitung nur einen Auzug der relevanten Parameter zur Temperaturregelung enthält, ist eine Inbetriebnahme nur unter Verwendung der Applikationsanleitung für F5-M ab Version 2.7 möglich. Die entsprechenden Parameter sind in Kapitel 6.8 und 8.1 zu finden.
Zum Erwerb dieser Anleitung wenden Sie sich bitte an KEB.

3.1 Allgemeines

Wassergekühlte Frequenzumrichter beinhalten die gesamten Erfahrungen mit den luftgekühlten Frequenzumrichtern. Sie werden im Dauerbetrieb deutlich kühler betrieben als luftgekühlte Geräte. Dies hat positive Auswirkungen auf lebensdauerrelevante Komponenten wie Lüfter, Zwischenkreiskondensatoren und Endstufen (IGBT). Auch die temperaturabhängigen Schaltverluste werden positiv beeinflusst. Da bei einigen Applikationen prozessbedingt Kühlflüssigkeiten vorhanden sind, bietet sich die Anwendung von wassergekühlten Leistungsteilen in der Antriebstechnik an.

3.2 Kühlsystem und Betriebsdruck

Es stehen zwei Arten von Kühlkörpern zur Verfügung:

- 2-Plattenkühlkörper, bestehend aus gefrästem Aluminium, maximaler Betriebsdruck 6 bar,
- Stranggußkühlkörper, maximaler Betriebsdruck 10 bar.

Die Kühlkörper sind durch Dichtungsringe gedichtet und verfügen auch in den Kanälen über einen Oberflächenschutz (eloxiert). Generell sind die Kühlkörper wartungsfrei! Um eine Verformung des Kühlkörpers und die damit verbundenen Folgeschäden zu vermeiden, darf der jeweils angegebene maximale Betriebsdruck auch von Druckspitzen kurzzeitig nicht überschritten werden.

Es sind die Richtlinien 97/23/EG über Druckgeräte zu beachten.

3.3 Kühlwasserqualität

Die Kühlflüssigkeit muß chemisch neutral, frei von Abrasivstoffen und Feststoffen sein. Der Werkstoff darf nicht angegriffen werden. Ein pH-Wert von 7 wird empfohlen. Für Maßnahmen gegen Verschmutzung und Verkalkung ist extern, ggfs. durch einen Filter, zu sorgen.

Die häufigsten Verunreinigungen und gebräuchlichsten Verfahren für deren Beseitigung sind:

Verunreinigung der Flüssigkeit	Verfahren
mechanische Verunreinigung	Filterung von Wasser über <ul style="list-style-type: none"> - Siebfilter - Kiesfilter - Patronenfilter - Anschwemmfilter
zu hohe Härte	Enthärtung des Wassers durch Ionenaustausch
mäßiger Gehalt an mechanischer Verunreinigung und Härtebildnern	Impfung des Wassers mit Stabilisation bzw. Dispergiemitteln
mäßiger Gehalt an chemischen Verunreinigungen	Impfung des Wassers mit Passivatoren und/oder Inhibitoren
biologische Verunreinigungen, Schleimbakterien und Algen	Impfung des Wassers mit Bioziden

3.4 Temperatur, Betauung und Transport

Die Zulauftemperatur darf maximal 40°C betragen. Bedingt durch hohe Luftfeuchtigkeit und hohe Temperaturen kann es zur Betauung führen. Betauung stellt eine Gefahr für den Umrichter dar, da durch eventuell entstehende Kurzschlüsse der Umrichter zerstört werden kann.

Der Anwender stellt sicher, dass jegliche Betauung vermieden wird!

Um eine Betauung zu vermeiden, gibt es folgende Möglichkeiten. Es wird die Anwendung beider Methoden empfohlen:

- Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit

Dies ist möglich durch die Verwendung von Heizungen im Kühlkreislauf zur Steuerung der Kühlflüssigkeitstemperatur. Gegebenenfalls kann auch in An.46 bzw. An.52 eine lange Periodendauer gewählt werden (siehe Programmierbeispiel auf S. 25).

Im Anhang steht hierzu eine Taupunkttafel zur Verfügung.

- Temperaturregelung

Diese Funktion dient ausschließlich zur Temperaturregelung von wassergekühlten Umrichtern und Motoren. Die Kühlung lässt sich mittels eines pneumatischen Ventils oder eines Magnetventils zuschalten, dem ein Relais vorgeschaltet wird. Die Ventile zur Temperaturregelung sind im Vorlauf des Kühlkreislaufes einzusetzen, um Druckstöße zu vermeiden. Es können alle gängigen Ventile verwendet werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Ventile einwandfrei funktionieren und nicht klemmen. Wenn möglich, sollten die Schaltzustände der Ventile in der Maschinensteuerung überwacht werden. Die Relais müssen abhängig vom eingesetzten Ventil und unter Beachtung der Strombelastbarkeit der digitalen Ausgänge des Umrichters vom Kunden bereitgestellt werden. Die Ansteuerung erfolgt über die analogen Ausgänge 3 + 4 und Merkern als Pulsweiten-Modulationssignal, das den digitalen Ausgängen zugewiesen werden kann. Da die Temperaturbereiche von Umrichter und Motor unterschiedlich sind, müssen zwei Funktionen programmiert werden.

Achtung! Relaisausgang nicht verwenden, sondern Transistorausgänge 1, 2!

Bei Transport oder Lagerung unterhalb des Gefrierpunktes ist der Kühlkörper mit Druckluft komplett zu entleeren.

Hinweis zur Motortemperaturregelung

Achtung! Nur mit KTY- oder PT100-Sensoren im Motor und entsprechender werksseitig eingebauter Auswertung möglich!

Diese Option steht ab Gehäusegrösse G zur Verfügung. Ein KTY- oder PT100-Sensor erfasst die Temperatur ausschließlich an einer Stelle. Sollte ein Wicklungsvollschutz aller drei Phasen zusätzlich gefordert sein, dann lässt sich dieses in Absprache mit dem Hersteller der Motoren, z.B. mit drei PTC's und einer externen Auswertungseinheit, realisieren.

3.5 Parameterbeschreibung

Funktion (An.41, An.47)

Mit diesen Parametern werden die entsprechenden Funktionen (Temperaturregelung des Stellers oder des Motors) eingestellt.

Periodendauer (An.46, An.52)

Die Periodendauer legt die Zykluszeit fest, in der der Ausgang geschaltet wird. Sie kann im Bereich von 1,0...240,0s eingestellt werden.

Offset X (An.44, An.50)

Mit dem Offset wird die Kühlkörpertemperatur vorgegeben, auf die geregelt werden soll. Sie liegt im Bereich von 30°C...50°C bei Umrichtern (Kühlkörpertemperatur/ siehe Leistungsteildaten) und im Bereich von 40°C ...80°C bei Motoren. Die Einstellung erfolgt in prozentualen Werten (1% = 1°C).

Verstärkung (An.43, An.49)

Die Verstärkung legt die Maximaltemperatur fest. Die Einstellung erfolgt über einen Faktor und wird wie folgt berechnet.

$$\text{Maximaltemperatur [°C]} = \text{An.44} + (100\% / \text{An.43})$$

Beispiel

Einstellungen für den Steller

An.41 = 12:	Endstufentemperatur
An.44 = 35 %	Beginn der Temperaturregelung (35°C)
An.43 = 14,00	Verstärkung für die Maximaltemperatur, siehe o.g. Formel
An.46 = 20 s	Periodendauer (Zykluszeit)
do.06 = 42:	ANOUT3 PWM, Schaltbedingung 6
do.22 = 64:	Auswahl für Merker 6
do.33 = 64:	Auswahl und Zuweisung der Ausgangsklemme

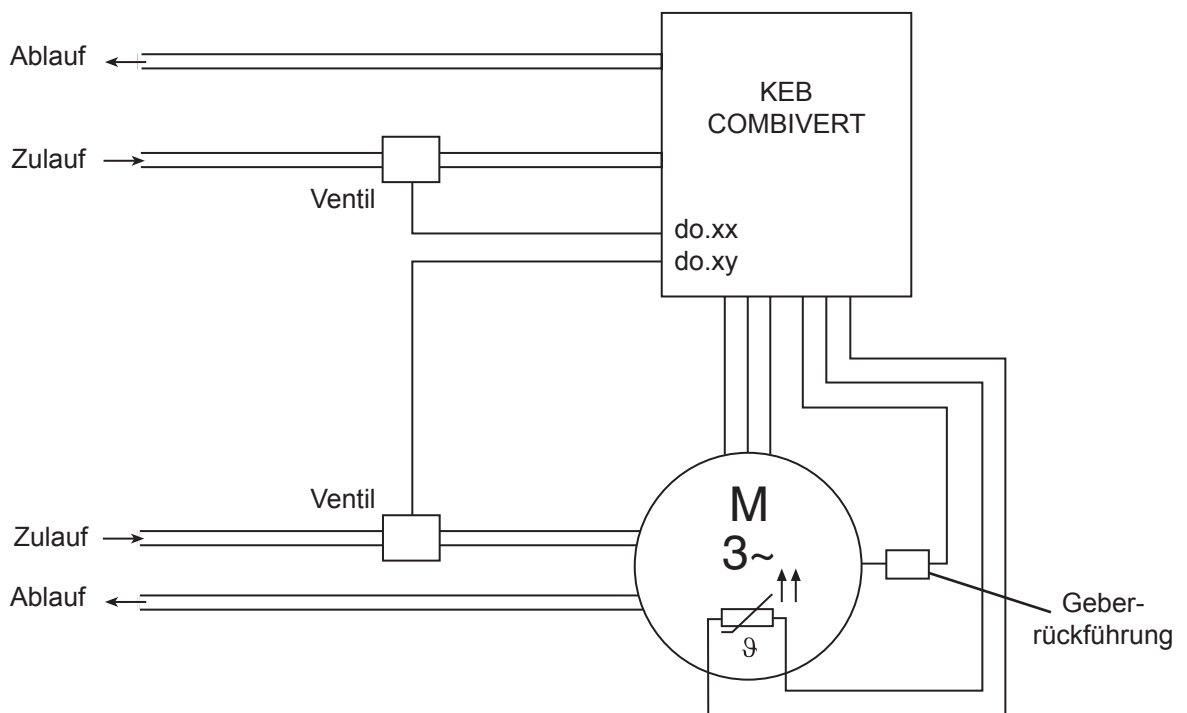
Möglichkeiten zur Temperaturregelung

Zur Temperaturregelung stehen zwei Wege zur Verfügung:

- a.) mit Temperaturüberwachung im Motor
- b.) ohne Temperaturüberwachung im Motor

a.) Temperaturregelung mit Temperaturüberwachung im Motor

Bei dieser Temperaturregelung verfügen Umrichter und Motor über voneinander unabhängige Kühlkreisläufe. Zur Ansteuerung der Ventile werden zwei programmierbare Ausgänge der Steuerkarte benötigt (siehe nachfolgende Abbildung).



b.) Temperaturregelung ohne Temperaturüberwachung im Motor

Bei dieser Temperaturregelung hat der Motor keine eigene Temperaturüberwachung. Der Motor kann hier ständig mit Kühlfüssigkeit versorgt oder in den Kühlkreislauf des Umrichters integriert werden.

3.6 Anschluss an das Kühlsystem

Der Kühlwasseranschluss ist mit elastischen, druckfesten Schläuchen auszuführen und mit Schellen zu sichern (Fließrichtung beachten und auf Dichtheit prüfen!) Für die Anbindung an das Kühlsystem sind die standardmäßig mitgelieferten Anschlussstutzen zu verwenden.

Bitte beachten!

Der Anschlussstutzen 00.00.650-G012 ist ausschließlich bei 2-Platten-Kühlkörpern einzusetzen, der Anschlussstutzen 00.00.650-GA12 ausschließlich bei Stranggußkühlkörpern. Eine Verwechslung kann zur Beschädigung des Kühlkörpers führen!

Für die Verschraubungen und auch im Kühlkreis befindliche metallische Gegenstände, die mit der Kühlflüssigkeit (Elektrolyt) in Kontakt stehen, ist ein Material zu wählen, welches eine geringe Spannungsreihe mit dem Kühlkörper bildet, damit keine Kontaktkorrosion und/oder Lochfraß entsteht (elektrochemische Spannungsreihe, siehe Anhang). Eine ZnNi beschichtete Stahlverschraubung wird empfohlen. Andere Materialien sind jeweils vor dem Einsatz selbst zu prüfen. Der spezifische Einsatzfall ist in Abstimmung des gesamten Kühlkreislaufes vom Kunden selbst zu prüfen und hinsichtlich der Verwendbarkeit der eingesetzten Materialien entsprechend einzustufen. Bei PVC-Schläuchen und Dichtungen ist darauf zu achten, daß halogenfreie Materialien verwendet werden.

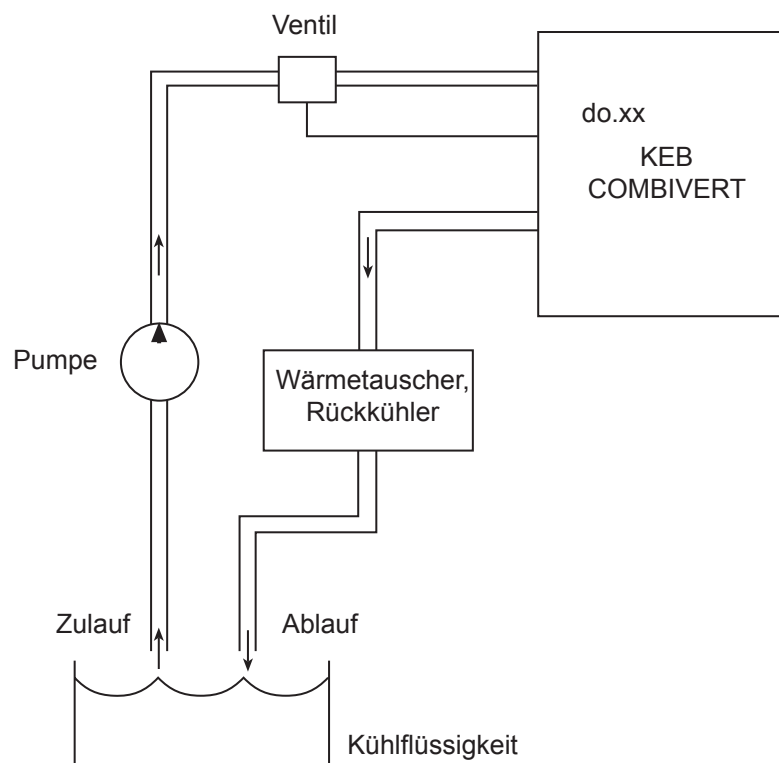
Eine Haftung für entstandene Schäden durch falsch eingesetzte Materialien und daraus resultierender Korrosion kann nicht übernommen werden!

Die Anbindung an das Kühlsystem kann als geschlossener oder auch als offener Kühlkreislauf erfolgen, ist jedoch abhängig von den Gegebenheiten vor Ort. Empfohlen wird die Anbindung an einen geschlossenen Kühlkreislauf, da die Gefahr der Verunreinigung der Kühlflüssigkeit sehr gering ist. Vorzugsweise sollte auch eine Überwachung des pH-Wertes der Kühlflüssigkeit installiert werden.

Beim erforderlichen Potentialausgleich ist auf einen entsprechenden Leiterquerschnitt der Kupferschienen zu achten, damit eine Unterbindung der elektrochemischen Vorgänge gegeben ist.

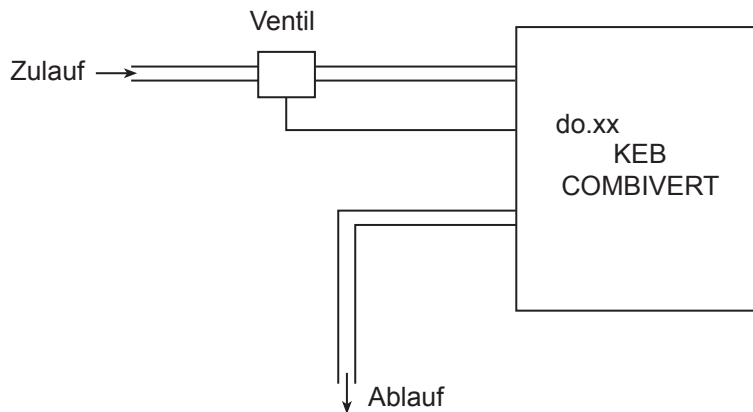
geschlossener Kühlkreislauf

Beim geschlossenen Kühlkreislauf wird die abgeführte Kühlflüssigkeit durch einen Wärmetauscher oder Rückkühler wieder auf eine niedrigere Temperatur gebracht und in den Kühlkreislauf zurückgeführt.



offener Kühlkreislauf

Beim offenenen Kühlkreislauf wird ständig neue Kühlflüssigkeit zugeführt und direkt abgeführt. Bei dieser Art der Wasserkühlung kann die Kühlflüssigkeit sehr leicht verunreinigt werden, daher ist der offene Kühlkreislauf nicht zu empfehlen.



3.7 Umrichterschutzfunktion „Overheat“

Die Umrichter-Abschalttemperaturen liegen bei 60° C und 90° C, je nach Leistungsteilausführung und Überlastfähigkeit. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, muß die Kühlmittelausgangstemperatur 10 K unterhalb der „Overheat“-Funktion liegen.

3.8 Sicherer Halt gemäß EN954-1/ Kat. 3

Bei der Funktion „Sicherer Halt“ muss eine der folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- die Energieversorgung zum Antrieb muss sicher unterbrochen sein (doppelte Sicherheit).
- kein Drehmoment am Antrieb.

Der KEB COMBIVERT erfüllt die Forderung kein Drehmoment durch eine sichere Abschaltung der für die Drehfeldrichtung erforderlichen Muster in der Ansteuerung der Leistungsschalter (IGBT). Es findet keine Spannungsfreiheit statt.

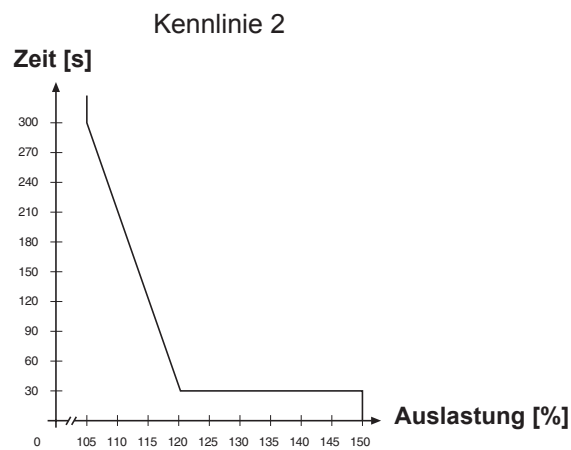
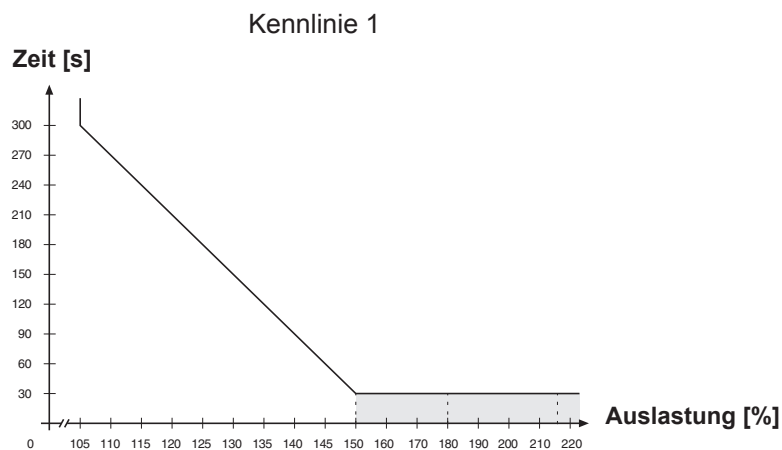
Sichergestellt wird dies durch eine zweikanalige Verarbeitung des Haltsignal. Einer der beiden Kanäle ist in programmierter Elektronik aufgebaut. Der zweite Kanal besteht aus einem elektro-mechanischem Relais. Die Arbeitsweise des Relais wird von der programmierten Elektronik zyklisch überwacht.



Durch die Sicherheit wird zur Erfüllung der Norm beim KEB COMBIVERT keine weitere Maßnahme (z.B. Rückmeldung über Relaiskontakt) benötigt, da ein einzelner Fehler in der Steuerung nicht zum Verlust der Halt-Funktion führt.

4. Anhang

4.1 Überlastkennlinien

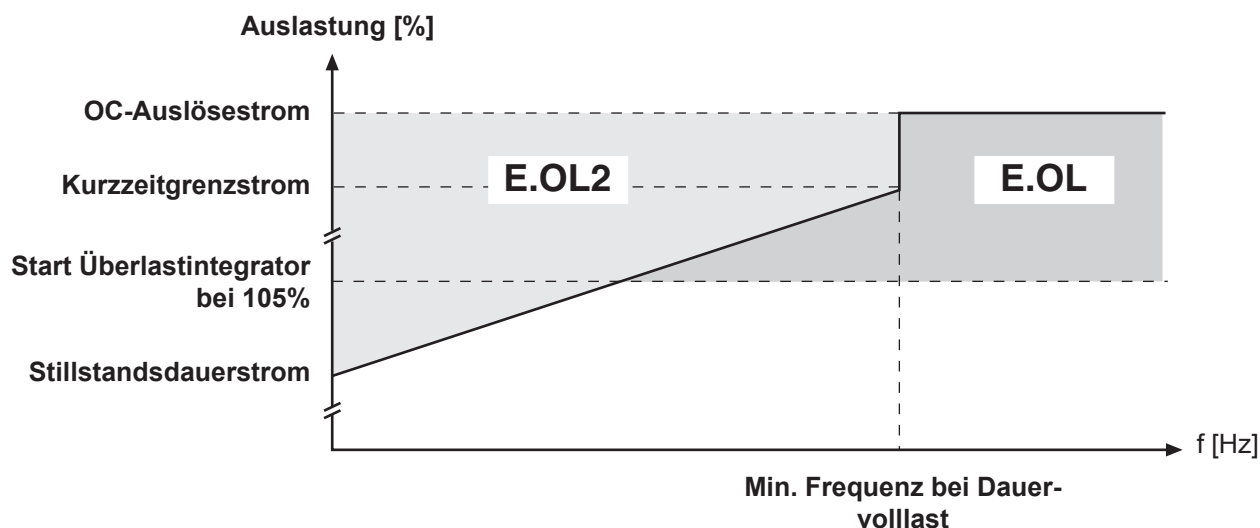


In diesem Bereich fällt die Kennlinie abhängig von der Überstromgrenze ab (siehe Geräteidentifikation).

Bei Überschreiten einer Auslastung von 105% startet ein Überlastintegrator. Bei Unterschreiten wird rückwärts gezählt. Erreicht der Integrator die dem Umrichter entsprechende Überlastkennlinie, wird der Fehler E.OL ausgelöst.

4.2 Überlastschutz im unteren Drehzahlbereich

(nur für F5-M und F5-S, Stillstandsdauerstrom siehe technische Daten)



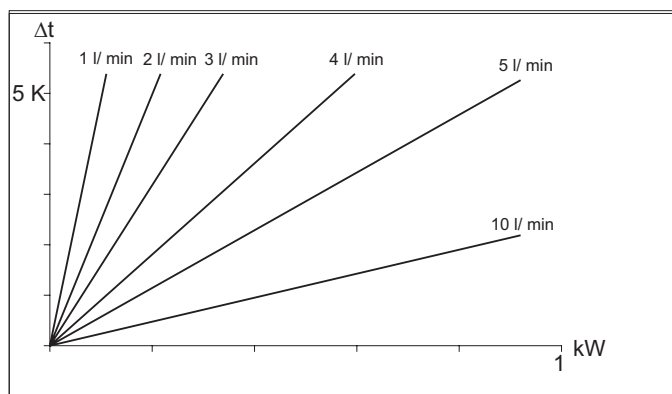
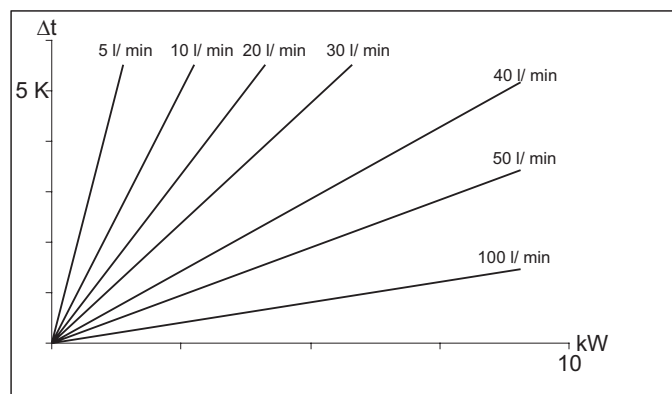
Wird der zulässige Strom überschritten, startet ein PT1-Glied ($\tau=280\text{ms}$). Nach dessen Ablauf wird der Fehler E.OL2 ausgelöst.

4.3 Taupunkte und elektrochemische Spannungsreihe

Luftfeuchtigkeit [%]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temp. [°C]										
-25	-45	-40	-36	-34	-32	-30	-29	-27	-26	-25
-20	-42	-36	-32	-29	-27	-25	-24	-22	-21	-20
-15	-37	-31	-27	-24	-22	-20	-18	-16	-15	-15
-10	-34	-26	-22	-19	-17	-15	-13	-11	-11	-10
-5	-29	-22	-18	-15	-13	-11	-8	-7	-6	-5
0	-26	-19	-14	-11	-8	-6	-4	-3	-2	0
5	-23	-15	-11	-7	-5	-2	0	2	3	5
10	-19	-11	-7	-3	0	1	4	6	8	9
15	-18	-7	-3	1	4	7	9	11	13	15
20	-12	-4	1	5	9	12	14	16	18	20
25	-8	0	5	10	13	16	19	21	23	25
30	-6	3	10	14	18	21	24	26	28	30
35	-2	8	14	18	22	25	28	31	33	35
40	1	11	18	22	27	31	33	36	38	40
45	4	15	22	27	32	36	38	41	43	45
50	8	19	28	32	36	40	43	45	48	50

Metall	Normalpotential [V] bei 25 °C
Li(Lithium)	-3,01
K(Kalium)	-2,92
Ca(Calcium)	-2,84
Na(Natrium)	-2,71
Mg(Magnesium)	-2,38
Al(Aluminium)	-2,34
Mn(Mangan)	-1,05
Zn(Zink)	-0,76
Fe(Eisen)	-0,44
Cd(Kadmium)	-0,4
Co(Cobalt)	-0,28
Ni(Nickel)	-0,23
Sn(Zinn)	-0,14
Pb(Blei)	-0,13
H ₂ (Wasserstoff)	0
Cu(Kupfer)	0,34
Ag(Silber)	0,8
Hg(Quecksilber)	0,8
Au(Gold)	1,36
Pt(Platin)	1,6

4.4 Temperaturveränderung des Kühlmittels



1. General	4
1.1 Product Description	4
1.2 Unit Identification	5
1.3 Installation and Operating Instructions.....	6
1.3.1 General Instructions	6
1.3.2 RCD (FI-Protective Switch)	7
1.3.3 Cooling System	8
1.3.4 Control Cabinet Installation	8
1.4 DC Supply	9
2. Technical Data	10
2.1 Technical Data	10
2.2 Dimensions and Weight	14
2.3 Summary of the Power Circuit Connections.....	15
2.4 Connection of the Power Circuit	16
2.5 Connection of the Braking Resistor	16
2.6 Connection Temperature Monitoring	16
3. Notes to the Cooling System	17
3.1 General	17
3.2 Cooling System and Operating Pressure.....	17
3.3 Quality of the Cooling Liquid	17
3.4 Temperature and Operating Pressure	18
3.5 Parameter Description	19
3.6 Connection to the Cooling System.....	21
3.7 Inverter Protective Function „Overheat“	22
3.8 Safety Stop Category 3 28 EN954-1	22
4. Annex	23
4.1 Overload Curve.....	23
4.2 Overload Protection in the lower Speed Range	23
4.3 Dew Points and electrochemical Series	24
4.4 Temperature chnangs of the cooling liquid	24

1. General

1.1 Product Description

In selecting the KEB COMBIVERT you have acquired a frequency inverter with the highest demands on quality and dynamic.



It serves exclusively for a stepless speed regulation of a three-phase a.c. motor.



The operation of other electrical consumers is prohibited and can lead to the destruction of the unit.

This manual describes the water-cooled power circuits for **KEB COMBIVERT F5-G and F5-M** frequency inverters in the range of **7,5 kW...160 kW / 400V class**.

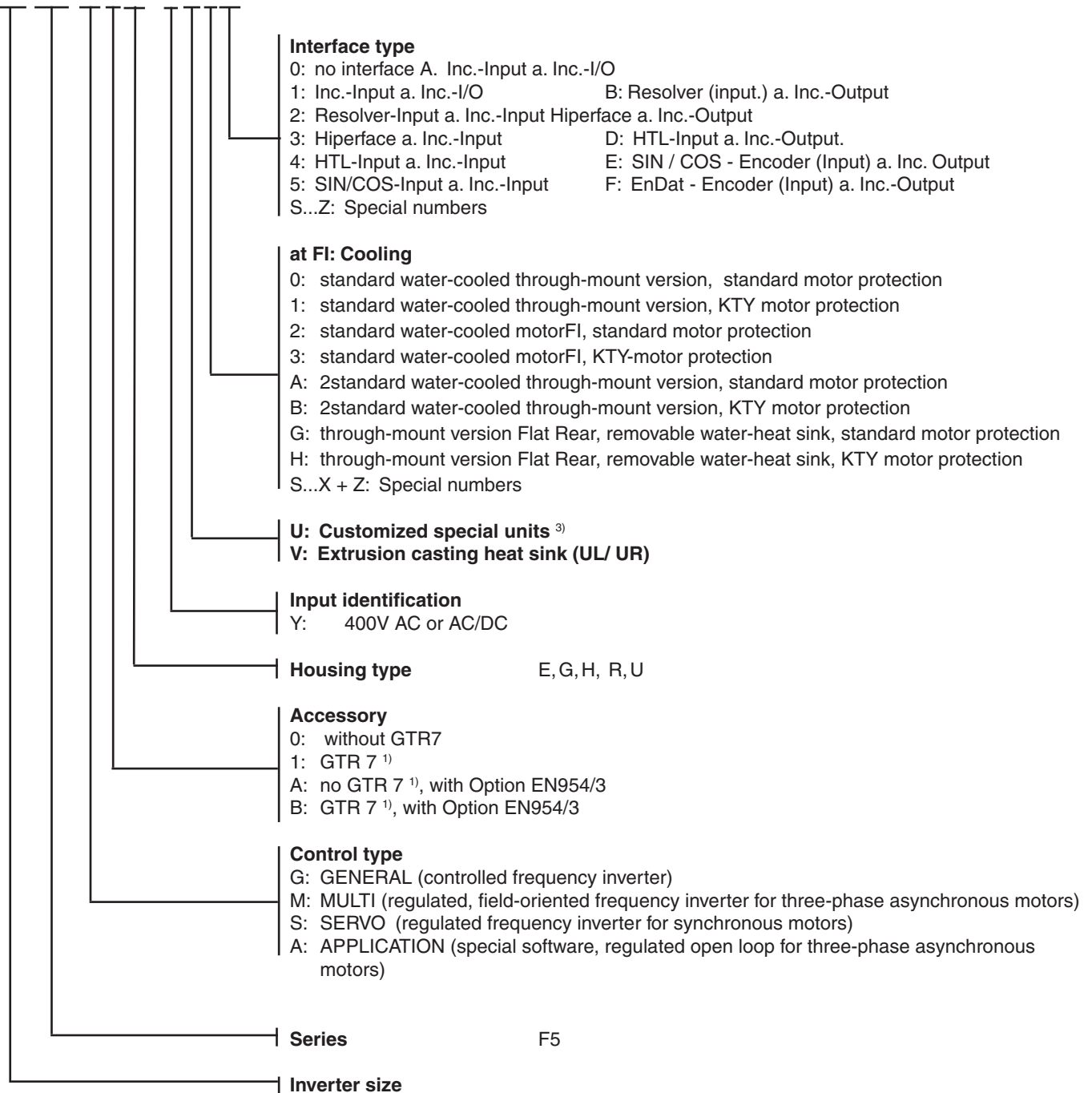


Not only is this unit small in size and price, it also has the following features:

- only slight switching losses due to IGBT
- low noise development due to high switching frequency
- extensive safety device for current, voltage and temperature
- voltage and current monitoring in static and dynamic operation
- conditionally short circuit proof and earth-fault proof
- noise immunity in accordance with IEC1000
- hardware current regulation
- integrated cooling fan
- uniform mounting grid
- mountable side by side through rack design

1.2 Unit Identification

27.F5.MBU-YV12



1) GTR 7: braking transistor
 3) see page 21

1.3 Installation and Operating Instructions

1.3.1 General Instructions

- Install KEB COMBIVERT stationary and ground it.
- Take into consideration the minimum distance to surrounding elements when positioning the inverter. (see control cabinet installation)
- Rack units are designed for vertical installation and can be mounted side by side. Maintain a distance of at least 50mm to preceding elements. Make sure cooling is sufficient.
- No mist or water may get into the KEB COMBIVERT.
- Prevent dust from getting into the KEB COMBIVERT. When installing a dustproof housing make sure it has enough heat dissipation.
- Operate KEB COMBIVERT in an explosion-protected room!
In explosion-protected rooms the KEB COMBIVERT must be installed in an explosion-protected housing, in observance of the local regulations.
- Protect the KEB COMBIVERT against conductive and aggressive gases and liquids.
- Consumers, which produce electrical or magnetic fields or have an influence on the voltage supply, must be placed as far away as possible and measures must be taken to suppress the influences.
- Regarding applications, that require cyclic switching off and on of the static frequency inverter, a minimum time-out of at least 5 minutes must be kept after power-off. If shorter cycle times are needed, please contact KEB.
- The life span of the KEB COMBIVERT, an inverter with voltage link, depends on the current load of the electrolytic capacitors in the intermediate circuit. By using line reactors the life span of the capacitors can be substantial increased, in particular when connecting to a „hard“ network or in case of continuous load (S1 operation) on the drive. For drives in continuous operation (S1) with an average load of >60% KEB recommends the use of line reactors with $U_k=4\%$.
The term „hard“ network can be defined as follows (as assistance):
The rated power of the inverter (S_n) is very small in comparison to the nodal point rating (S_{mains}) of the mains.
 $k = S_{mains} / S_n \gg 200$ e.g. $S_n = 6,6 \text{ kVA}$ 12.F5
 $S_{mains} = 2 \text{ MVA}$ Supply transformer
—> $k = 303$
—> line reactor necessary

1.3.2 RCD (FI Protective Switch)

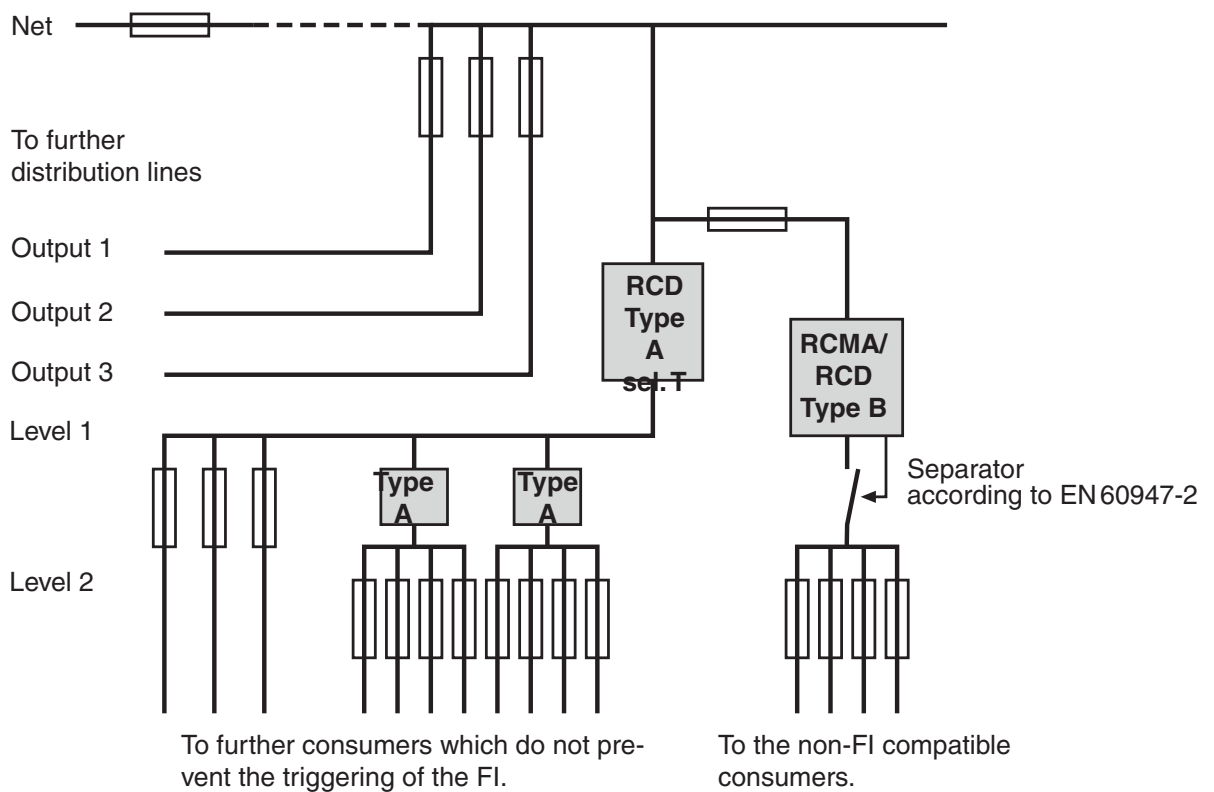
If the protection of individuals is required during the setup of systems the frequency inverter must be secured in accordance with EN 50178 (VDE 0160) as follows:

- 1-phase inverters by RCD type A (pulse-current sensitive FI's) or type B (all-current sensitive FI's)
- 3-phase inverters (with B6 bridge-connected rectifier) by RCMA's with separator (to use with preference) or RCD's type B (all-current sensitive FI's)

The tripping current of the RCD should be 300mA or more, in order to avoid premature triggering of the inverter through discharge currents of the frequency inverter (about 200mA). Dependent on the load, the length of the motor cable and the use of a radio interference filter, substantially higher leakage currents can occur. The connection instructions from the manufacturer and the valid local requirements must be observed.

Dependent on the available network configuration (TN, IT, TT) further protective measures are necessary in accordance with VDE 0100 Part 410 (Part 4; Chapter 41). With TN networks this e.g. protection by overcurrent devices, with IT networks isolation monitoring with pulse-code measuring procedures. A protective separation can be used with all network configurations as long as the required power and cable lengths permit this.

Diagram of a low-voltage distribution board (principle of protective elements)



The KEB COMBIVERT can be connected at outer conductor grounded systems (e.g. delta systems) with the following restrictions:

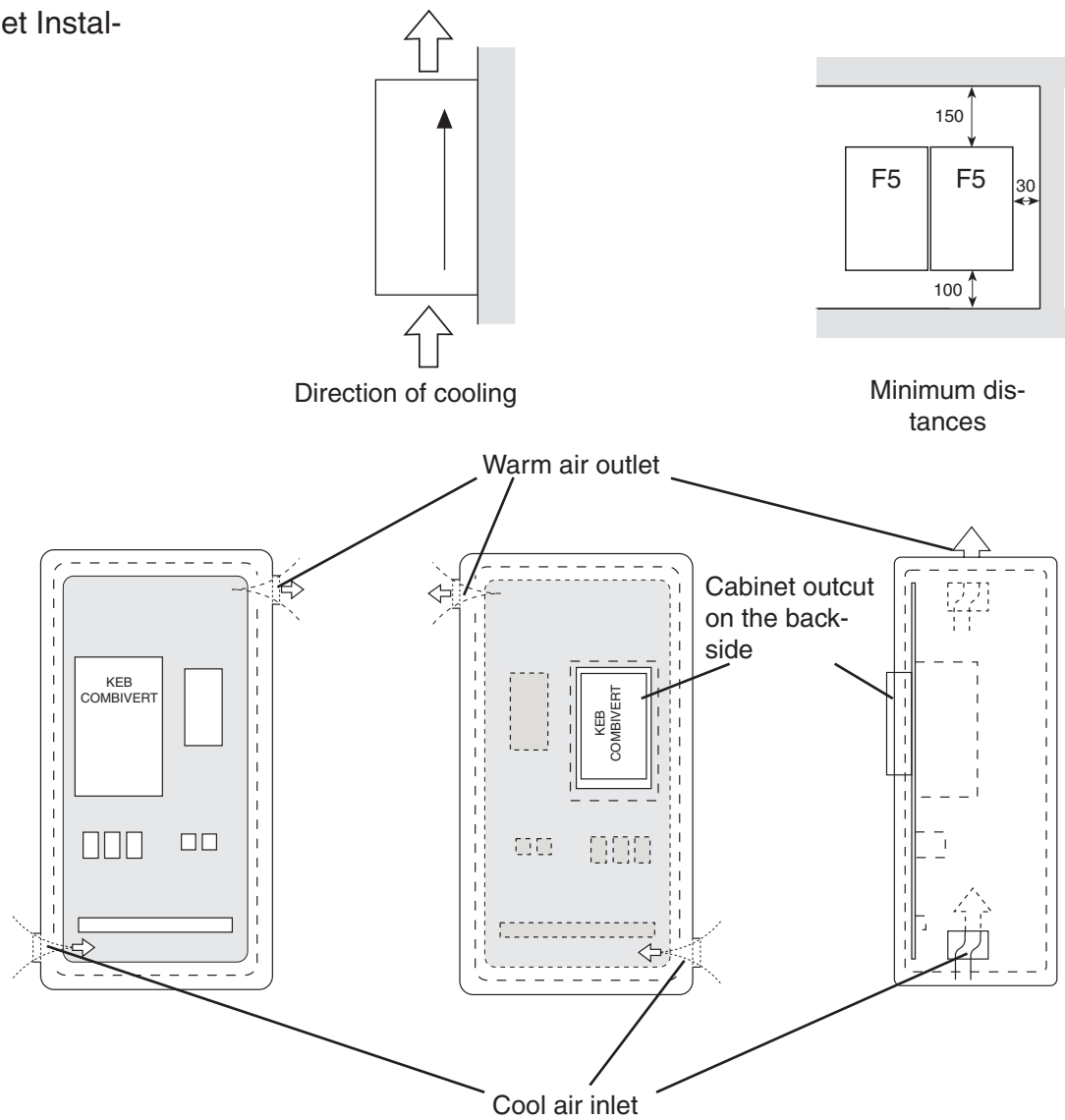


- the classification of the control as „save separated circuit“ are to be executed
- the specified measures of „basic insulation“ are to be executed
- the max. voltage phase/earth may not exceed absolutely 500 V with this network configuration

1.3.3 Cooling System

In the following the water-cooled through-mount version is described. At this design the heat sink is moved through a cutout in the control cabinet to the outside and is designed for the connection to an existing cooling system. The dissipation of the power loss must be ensured by the machine builder.

1.3.4 Control Cabinet Installation



i For the housing sizes U, P and W is optionally a mounting plate (part number W0.F5.T37-0009) as a fit-up aid available.

1.4 DC Supply

The **DC input current of the inverter is basically determined by the used motor.**
The data can be taken from the motor name plate.

400V Class:

$$\frac{\sqrt{3} \times \text{rated motor voltage} \times \text{rated motor current} \times \text{motor } \cos \varphi}{540V}$$

The **DC input peak current is determined by the operating range.**

- if you accelerate on the hardware current limit, the short-time current limit of the inverter must be used in the formula above (instead of the rated motor current).
- if the motor in normal operation is never stressed with rated torque, it can be calculated with the real motor current.
- a good practice value corresponds approx. to 1,5-times of the rated motor current (from 90kW 1,25-times)

2. Technical Data

2.1 Technical Data

Inverter Size		15	16		17		18		19	
Housing size		E	E	G	G	H	G	H	H	R
Phases		3	3		3		3		3	
Output nominal power	[kVA]	17	23		29		35		42	
Max. rated motor power	[kW]	11	15		18,5		22		30	
Output nominal current	[A]	24	33		42		50		60	
Max. short time current ¹⁾	[A]	36	49,5		63		75		90	
OC-tripping current	[A]	43	59		75		90		108	
Nominal input current	[A]	31	43		55		65		66	
Max. permissible mains fuse (inert)	[A]	35	50		50	63	80		80	
Rated switching frequency	[kHz]	4	2	8	4	8	2	8	4	8
Max. switching frequency	[kHz]	16	16		16		16		16	
Power loss at nominal operating	[W]	350	330	500	360	470	430	610	540	750
Stall current at 4kHz ²⁾	[A]	24	33		42		45	50	60	
Stall current at 8kHz ²⁾	[A]	16	-	33	21,4	30	30	45	39	60
Stall current at 16kHz ²⁾	[A]	10	-	20	-	13,5	20		18	27
Max. heat sink temperature TOH	[°C]	90								
Motor line cross section ³⁾	[mm ²]	6	10		10	16	25		25	
Min. braking resistor ⁴⁾	[Ohm]	39	25		25	22	13		13	9
Typ. braking resistor ⁴⁾	[Ohm]	56	42		30		22		15	
Max. braking current	[A]	21	32	30	30	37	63		63	88
Overload curve (page appendix)		1								
Tightening torque for terminals	[Nm]	1,2	1,2		1,2	2,5	4		2,5	6
Mains voltage ⁵⁾	[V]	305...500 ±0 (400 V Nominal voltage)								
Mains frequency	[Hz]	50 / 60 +/- 2								
Output voltage	[V]	3 x 0...U Mains								
Output frequency	[Hz]	see Control board								
Max. shielded motor line length	[m]	100								
Storage temperature	[°C]	-25...70 °C								
Operating temperature	[°C]	-10...45 °C								
Model / protective system		IP20								
Relative humidity		max. 95% without condensation								
EMC tested according to		EN 61800-3								
Climatic category		3K3 in accordance with EN 50178								

The technical data is for 2/4-pole standard motors. With other pole numbers the inverter must be dimensioned onto the motor rated current. Contact KEB for special or medium frequency motors.




Site altitude max. 2000 m. With site altitudes over 1000 m a power reduction of 1% per 100m must be taken into consideration.

- 1) With the regulated systems F5-M as well as F5-S 5% are to be subtracted as control reserve
- 2) Max. current before response of the OL-function (F5-M, FS-S)
- 3) Recommended minimum cross section of the motor wire for rated power and a cable length of upto 100m (copper)
- 4) This data is only valid for units with internal brake transistor GTR 7 (see „unit identification“)
- 5) At rated voltages ≥460V multiply the rated current with factor 0,86

Inverter Size	20		21		22		23		24				
	H	R	R		R		R	U	R	U			
Phases	3		3		3		3		3				
Output nominal power	[kVA]	52	62		80		104		125				
Max. rated motor power	[kW]	37	45		55		75		90				
Output nominal current	[A]	75	90		115		150		180				
Max. short time current ¹⁾	[A]	112	135		172		225		270				
OC-tripping current	[A]	135	162		207		270		324				
Nominal input current	[A]	83	100		127		165		198				
Max. permissible mains fuse (inert)	[A]	100	160		160		200		315				
Rated switching frequency	[kHz]	2	8	4	8	4	8	2	8	2	4	8	
Max. switching frequency	[kHz]	8	16	16		16		12	8	8			
Power loss at nominal operating	[W]	900		1000	1100	1200	1500	1300	1900	1700	2000	2400	
Stall current at 4kHz ²⁾	[A]	67,5	75	90		115	115	127,5	150	144	180		
Stall current at 8kHz ²⁾	[A]	52,5	75	63	90	80	115	90	150	108	180		
Stall current at 16kHz ²⁾	[A]	-	34	45	54	46	51	-	-	-	-		
Max. heat sink temperature TOH	[°C]	90											
Motor line cross section ³⁾	[mm ²]	35		50		50		95		95			
Min. braking resistor ⁴⁾	[Ohm]	9		9		8		6	5	5			
Typ. braking resistor ⁴⁾	[Ohm]	12		10		8,6		6,7		5			
Max. braking current	[A]	88		88		100		133	160	200			
Overload curve (page appendix)		1											
Tightening torque for terminals	[Nm]	4	6	6		6		15		15			
Mains voltage ⁵⁾	[V]	305...500 ±0 (400 V Nominal voltage)											
Mains frequency	[Hz]	50 / 60 +/- 2											
Output voltage	[V]	3 x 0...U Mains											
Output frequency	[Hz]	see Control board											
Max. shielded motor line length	[m]	50											
Storage temperature		-25...70 °C (-13...158 °F)											
Operating temperature		-10...45 °C (14...113 °F)								-10...40 °C			
Model / protective system (EN 60529)		IP20											
Environment (IEC 664-1)		Pollution degree 2											
EMC tested according to		EN 61800-3											
Vibration/Jolt according to		Germanischer Lloyd; EN 50155											
Climatic category (EN 60721-3-3)		3K3											

The technical data is for 2/4-pole standard motors. With other pole numbers the inverter must be dimensioned onto the motor rated current. Contact KEB for special or medium frequency motors.

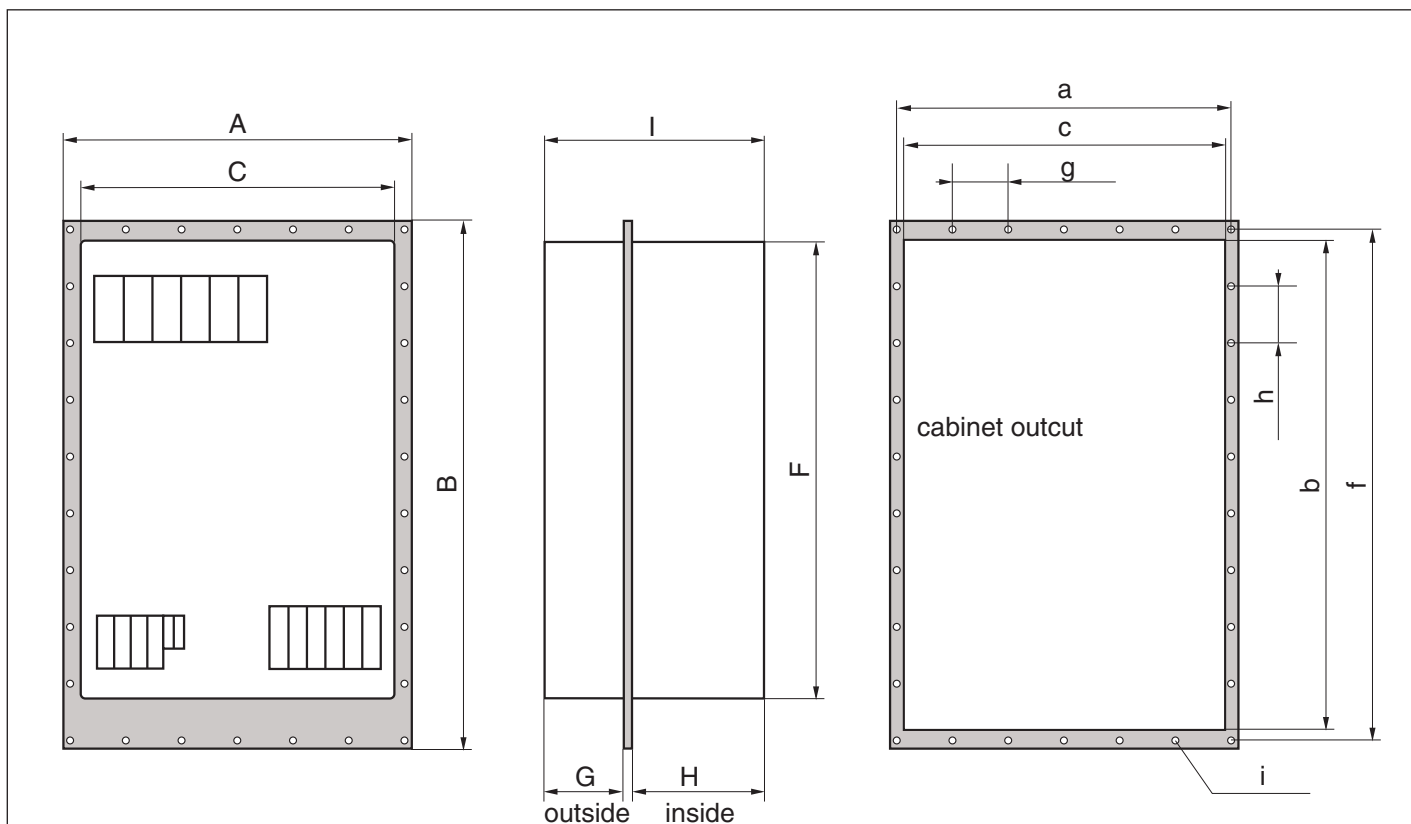
 Site altitude max. 2000 m. With site altitudes over 1000 m a power reduction of 1% per 100m must be taken into consideration.

 An input choke is necessary from size 23.

Inverter Size	25	26	27
Housing size	U	U	U
Phases	3	3	3
Output nominal power [kVA]	145	173	208
Max. rated motor power [kW]	110	132	160
Output nominal current [A]	210	250	300
Max. short time current ¹⁾ [A]	263	313	375
OC-tripping current [A]	315	375	450
Nominal input current [A]	231	275	330
Max. permissible mains fuse (inert) [A]	315	400	450
Rated operating frequency [kHz]	4	4	2
Max. operating frequency [kHz]	8	8	8
Power loss at nominal operating [W]	2300	2800	3100
Stall current at 4kHz ²⁾ [A]	210	250	240
Max. heat sink temperature TOH [°C]	90		
Motor line cross section ³⁾ [mm ²]	95	120	150
Min. braking resistor ⁴⁾ [Ohm]	2,5	2,5	2,5
Typ. braking resistor ⁴⁾ [Ohm]	4	3,8	3,3
Max. braking current [A]	200	200	200
Overload curve (page appendix)	2		
Tightening torque for terminals [Nm]	25		
Mains voltage [V]	305...500 ±0 (400 V Nominal voltage ⁴⁾)		
Mains frequency [Hz]	50 / 60 +/- 2		
Output voltage [V]	3 x 0...U Mains		
Output frequency [Hz]	see Control board		
Max. shielded motor line length [m]	50		
Storage temperature [°C]	-25...70 °C		
Operating temperature [°C]	-10...45 °C		
Model / protective system	IP20		
Relative humidity	max. 95% without condensation		
EMC tested according to product standard	EN 61800-3		
Climatic category	3K3 in accordance with EN 50178		

- 1) With the regulated systems F5-M as well as F5-S 5% are to be subtracted as control reserve
- 2) Max. current before response of the OL-function (F5-M, FS-S)
- 3) Recommended minimum cross section of the motor wire for rated power and a cable length of upto 100m (copper)
- 4) This data is only valid for units with internal brake transistor GTR 7 (see „unit identification“)
- 5) At rated voltages $\geq 460V$ multiply the rated current with factor 0,86

2.2 Dimensions and Weight



Housing	A	B	C	F	G	H	I	Weight
E	192	335	128	273	34,5	131	165,5	8,5 kg
G	200	370	188	338	32	160	192	14,9 kg
H	325	435	288	338	34	162	196	31 kg
R	385	595	305	395	57	199	258	52 kg
U	373	862	339	640	48,5	187	235,5	62 kg

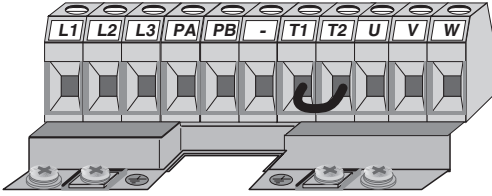
Dimensions of the cabinet outlet

Housing	a	b	c	f	g	h	i
E	177			320	4x80	2x88,5	12xØ6,5
G	120	328	197	230	2x120	4x115	10xØ6,6
H	115	328	297	345	2x115	6x115	12xØ6,6
R	365	525	309	575	8x115	10x115	18xØ7
U	355	730	310	840	6x110	14x120	20xØ9

2.3 Summary of the Power Circuit Connections

⚠ Note input voltage, since 230V and 400V class (3-phase) are possible

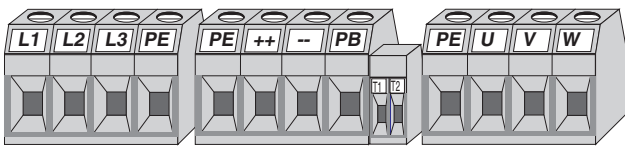
Housing size E



L1, L2, L3
U, V, W
++, PB
++, --

3-phase mains connection
Motor connection
Connection for braking resistor
Connection for braking module,
feedback and supply unit
or as DC voltage input
250...370VDC (230V class)
420...720VDC (400V class)

Housing size H



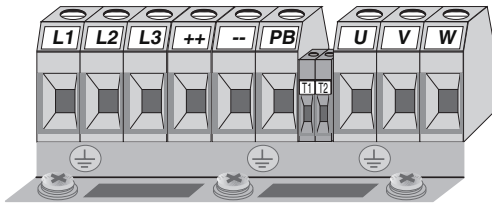
T1, T2

Connection for temperature sensor

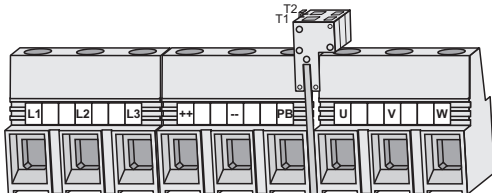
PE,

Connection for shielding / earthing

Housing size G



Housing size 18.F5 G 400V



L1, L2, L3
U, V, W
+PA, PB
+PA, -

3-phase mains connection
Motor connection
Connection for braking resistor
Connection for feedback unit (DC link
voltage output)

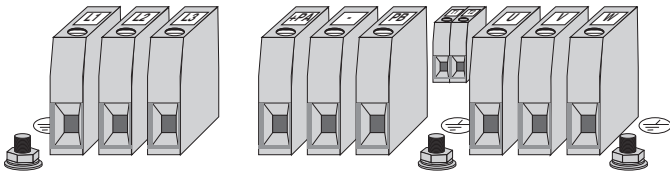
T1, T2

Connection for temperature sensor



Connection for shielding / earthing

Housing size R and U



2.4 Connection of the Power Circuit

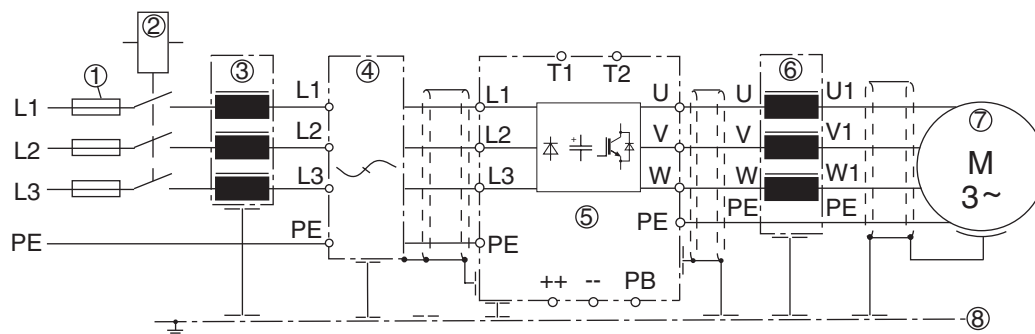


Exchanging the mains and motor connection leads to immediate destruction of the unit.



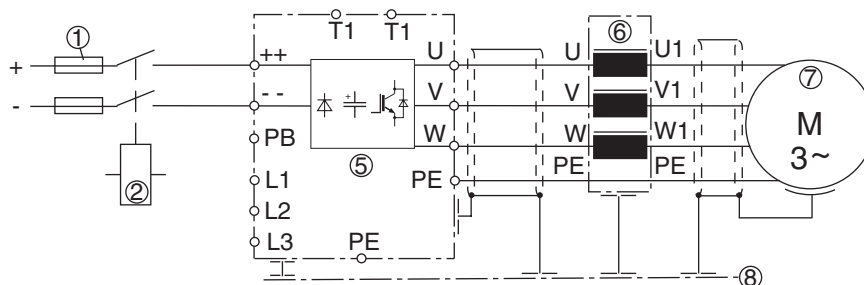
Pay attention to the supply voltage and the correct polarity of the motor !

3-ph. connection



DC supply

420...720V DC (400V class)



- | | |
|-----------------------------------|---|
| ① Mains fuse | ⑤ KEB COMBIVERT |
| ② Mains contactor | ⑥ Motor choke or output filter (not for F5-M or F5-S) |
| ③ Mains choke | ⑦ Motor |
| ④ Interference suppression filter | ⑧ Mounting plate |

2.5 Connection Braking Resistor

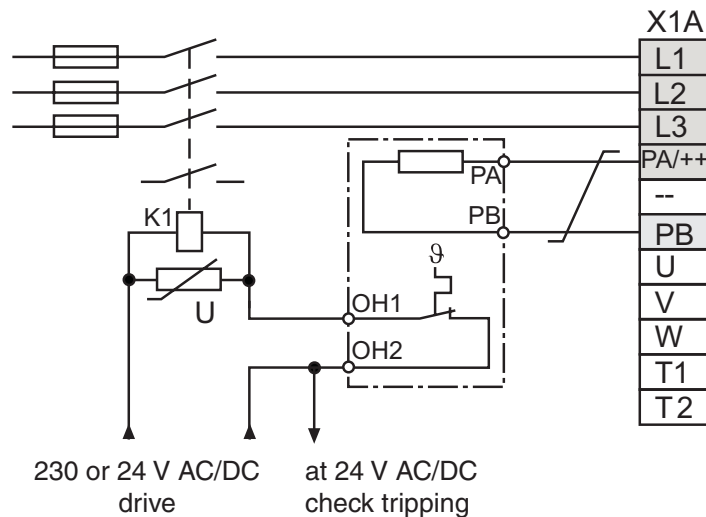
In order to detect the overheating of a braking resistor it is absolutely necessary to monitor the temperature switch. The overheating can have following causes:

- ramps too short or the operation-time too long
- incorrect dimension of the braking resistor
- input voltage too high
- defect of braking transistor in the inverter or the braking module

The connection of the mains voltage offers the only protection in the case of a defective braking transistor (see diagram). The connection of the auxiliary contacts of mains contactor K1 immediately switches off the modulation through fault release (dependent on Pn.12).



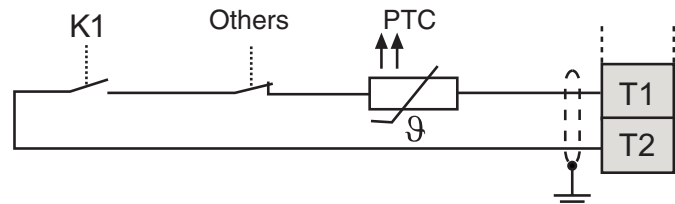
Braking resistors can develop very high surface temperatures, therefore attach as contact-proof and as far away as possible from inflammable materials!



2.6 Connection Temperature Monitoring

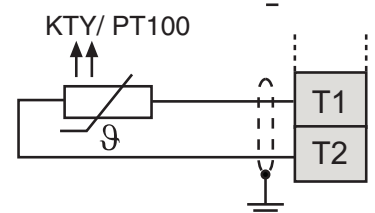
- Terminals T1, T2
- Tripping resistance 1,65...4 kOhm
- Reset resistance 0,75...1,65 kOhm
- Design in accordance with VDE 0660 Part 302
- This function can be activated by the machine builder by software
- Do not lay connecting cable together with control cable
- Permissible in the motor cable only with double shielding

a.) Example with PTC (without temperature control function)



b.) Example with KTY or PT100 (with temperature control function)

KTY- or PT100 sensor may not be integrated in the temperature monitoring, otherwise the contact of the main contactor or other switching units will be simmered!



3. Temperature Control



Note: This instruction contains not all parameters for temperature control. Start-up is only possible by using the application manual F5-M starting from version 2.7. The corresponding parameters can be found in chapters 6.8 and 8.1.

Please contact KEB to acquire this instruction manual.

3.1 General

Water-cooled frequency inverters contain the entire experiences with the air-cooled frequency inverters. In continuous operation water-cooled inverters are operated with lower temperature than air-cooled inverters. That has positive effects on lifetime-relevant components such as fan and intermediate circuit capacitors and power modules (IGBT). Also the temperature dependent switching losses are positively effected.

The use of water-cooled power circuits is offered in the drive technology, because there are process-caused coolants available with some applications.

3.2 Cooling System and Operating Pressure

Two types of heat sinks are available:

- 2-plates heat sink, consisting of milled aluminium, max. operating pressure 6 bar,
- extrusion casting heat sink, max. operating pressure 10 bar.

The heat sinks are sealed with sealing rings and posses a surface protection (anodized) even in the ducts. The heat sinks are generally maintenance-free! In order to avoid a deformation of the heat sink and the damages involved, the indicated max. operating pressure may not be exceeded briefly also by pressure peaks. Pay attention to the guidelines 97/23/EG of pressure units.

3.3 Quality of Cooling Liquid

The cooling liquid must be free from acids, abrasive substances and solids. The material may not be corroded. A pH value of 7 is recommended. Measures against pollution and calcination must be done externally, if necessary with a filter.

The main impurities and most usual procedures for eliminating them are:

Pollution of the water	Process
Mechanical impurities	Filtration of water via <ul style="list-style-type: none"> - sieving filter - sand filter - cartridge filter - precoated filter
Excessive hardness	Softening of the water by ion exchange
Moderate content of mechanical impurities and hardness formers	Injection of stabilisers or dispersants into the water
Moderate content of chemical impurities	Injection of passivators and/or inhibitors into the water
Biological impurities myxobacteria and algae	Injection of biocides into the water

3.4 Temperature, Moisture Condensation and Carriage

The inlet temperature may amount to maximally 40°C. Due to high air humidity and high temperatures it can lead to moisture condensation. Moisture condensation is dangerous for the inverter, because the inverter can be destroyed by possible occurring short-circuits.

The user guarantees that any moisture condensation is avoided!

In order to avoid a moisture condensation the following possibilities can be done. The application of both methods is recommended.

- Supply of temper coolant

This is possible by using heatings in the cooling circuit for the control of the coolant temperature. Select a long cycle time in An.46 or An.52 (see programming example on page 19).

There is a dew point table in the annex available.

Temperature Control

This function serves only for the temperature control of water-cooled inverters. The cooling system can be connected by means of pneumatic or magnetic valves. A relay is frontend. To avoid pressure surges, the valves for a temperature control must be inserted before the cooling circuit. All usual valves can be used. Pay attention that the valves are faultless and do not clamp. If possible, the switching states of the valves should be monitored in the machine control. The relays must be made available on the customer dependent on the assigned valve and with attention to the current carrying capacity of the digital outputs of the frequency inverters. The control is made by the analog outputs 3 + 4 and markers as pulse-width modulation signal, which are assigned to digital outputs. Two functions must be programmed, because the temperature ranges of the inverter and the motor are different.

Attention! Do not use the relay output, use the transistor outputs 1, 2!

During transport or storage below the freezing point, the heat sink must be completely drained with air pressure.

Hints to the temperature control of the motor

Attention! Only possible with KTY- or PT100 sensors in the motor and appropriate factory-installed evaluation!

This option is available starting from housing size G. A KTY- or PT100 sensor acquires the temperature exclusive at one point. Should a complete protection of the windings be claimed, then it may be realised in consultation with the producer of the motor, for example with 3 PTC's and an external analysis unit.

3.5 Parameter Description

Function (An.41, An.47) The respective functions are adjusted with these parameters (temperature control of the power controller or the motor).

Period (An.46, An.52) The period determines the cycle time in which the output is switched. The period can be adjusted in a range from 1,0...240,0s.

Offset X (An.44, An.50) The heat sink temperature which shall be controlled is entered with Offset. The temperature is in a range from 30 °C...50 °C for inverters (heat sink temperature / see power unit data) and in a range from 40 °C ...80 °C for motors. The adjustment occurs in percentual values (1% = 1 °C).

Gain (An.43, An.49) The gain determines the max. temperature. The adjustment occurs via a factor and is calculated as follows.

$$\text{Max. temperature [°C]} = \text{An.44} + (100\% / \text{An.43})$$

Example Adjustments for the controller

An.41 = 12: Power stage temperature
 An.44 = 35 % Beginning of the temperature control (35 °C)
 An.43 = 14 Gain for the max. temperature
 An.46 = 20 s Period (cycle time)
 do.06 = 42: ANOUT3 PWM, switching condition 6
 do.22 = 64: Selection for flag 6
 do.33 = 64: Selection and assignment of the output terminal

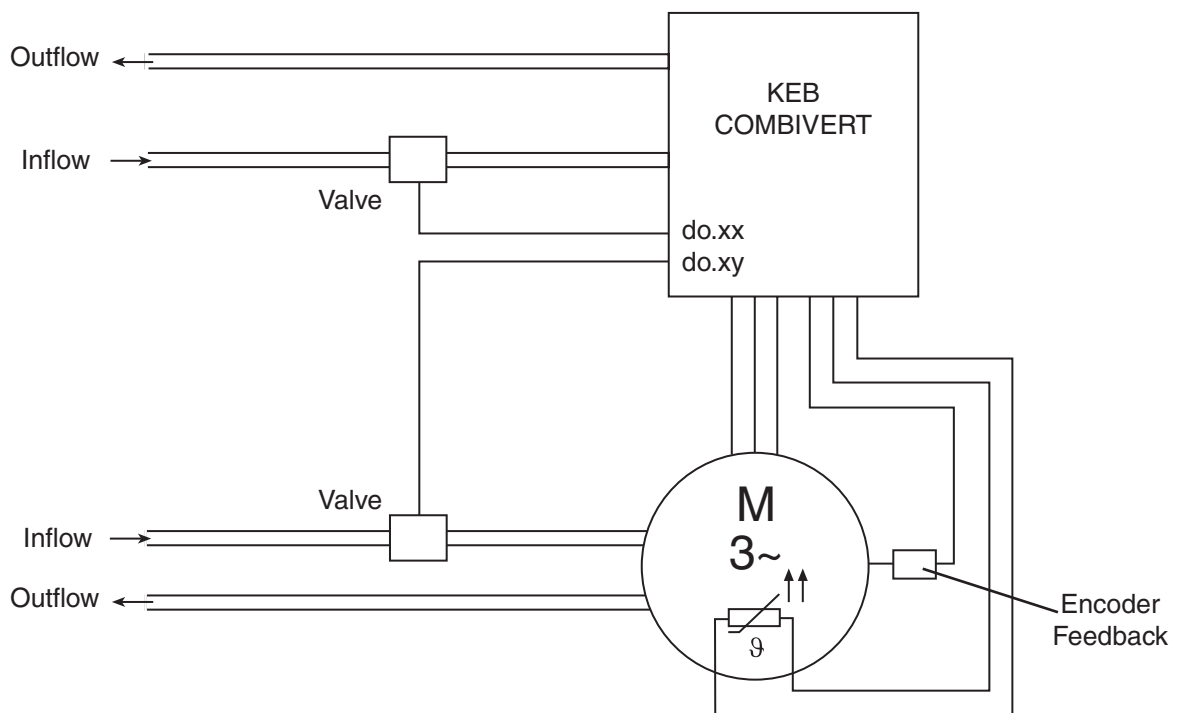
Possibilities for a Temperature Control

There are two possibilities for a temperature control:

- a.) with temperature monitoring in the motor
- b.) without temperature monitoring in the motor

a.) with temperature monitoring in the motor

In this case inverter and motor possess independent cooling circuits. Two programmable outputs of the control card are required for a control of the valve. (see the following fig.).



b.) Temperature control without temperature monitoring in the motor

In this case the motor is without temperature monitoring. The motor can be permanently supplied with coolant or the motor can be integrated in the cooling circuit of the inverter.

3.6 Connection to the Cooling System

The cooling water connection is to be carried out with elastic pressure-resistant hoses and to be secured with clamps (observe the direction of flow and test for leaks!)

The hose connection 00.00.650-G012 is to use only at 2-plates heat sinks, the hose connection 00.00.650-GA12 only at extrusion casting heat sinks. A confounding may damage the heat sinks!

For the screw connections and also for the metallic articles in the cooling circuit which are in contact with the coolant (electrolyte) a material is to be selected, which forms a small electromotive series with the heat sink to avoid contact corrosion and/or pitting corrosion (electro-chemical voltage series, see annex). A ZnNi coated steel screw connection is recommended. Other materials is before the employment to be examined in each case. The specific case of application must be checked by the customer in tuning of the complete cooling circuit and must be classified according to the used materials. With PVC hoses and seals take care that halogen-free materials are used.

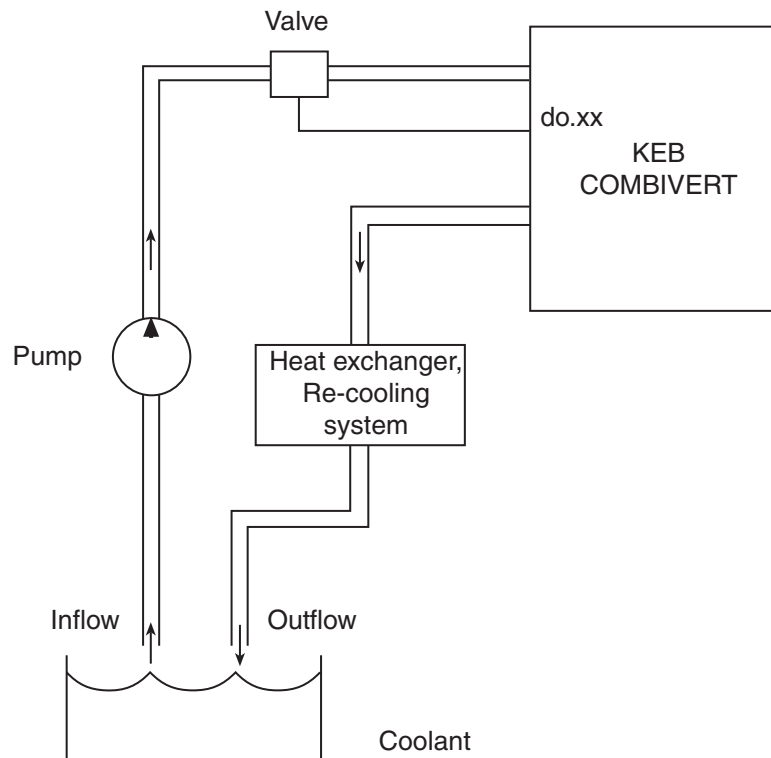
A liability for occuring damages by wrongly used materials and from this resulting corrosion cannot be taken over!

The connection to the cooling system can be executed as closed or opened cooling circuit, but it depends on the local circumstances. The connection to the closed cooling circuit is recommended, since the danger of contamination of the coolant is very small. Preferably also a monitoring of the pH value of the coolant should be installed.

Pay attention to an appropriate conductor cross section of the copper bars at required equipotential bonding that a prevention of electro-chemical procedures is given.

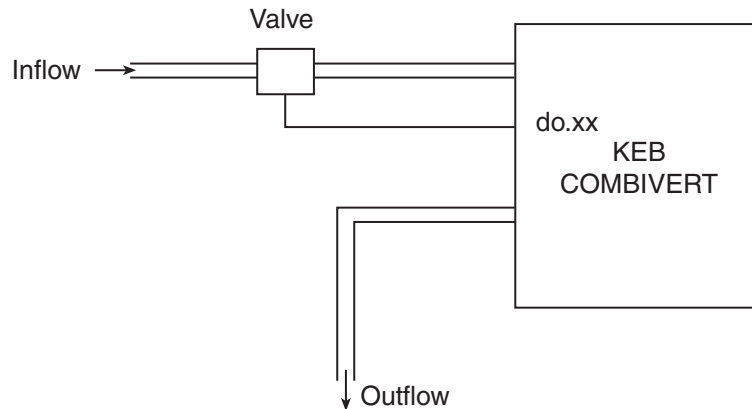
closed cooling circuit

In case of a closed cooling circuit the outflow coolant is cooled down by a heat exchanger or by a re-cooling system and refeed back into the cooling circuit.



open cooling circuit

In this case new coolant is constant given in and directly given out. The coolant can be contaminated very easily with this kind of water cooling, consequently the open cooling circuit is not recommended.



3.7 Inverter Protective Function „Overheat“

Dependent on the power unit and overload capacity the inverter Off-temperatures are 60° C and 90° C. To ensure a safe operation the coolant output temperature must be 10 K under „Overheat“- function.

3.8 Safety Stop Category 3 EN954-1

With the function „safety stop“ one of the following conditions must be fulfilled:

- the power supply to the drive must be interrupted (double security).
- no torque at the drive

The KEB COMBIVERT F5 fulfills the condition no torque with a safe disconnection for the phase sequence formation necessary driver signals of the power modules (IGBT). No voltage disconnection takes place.

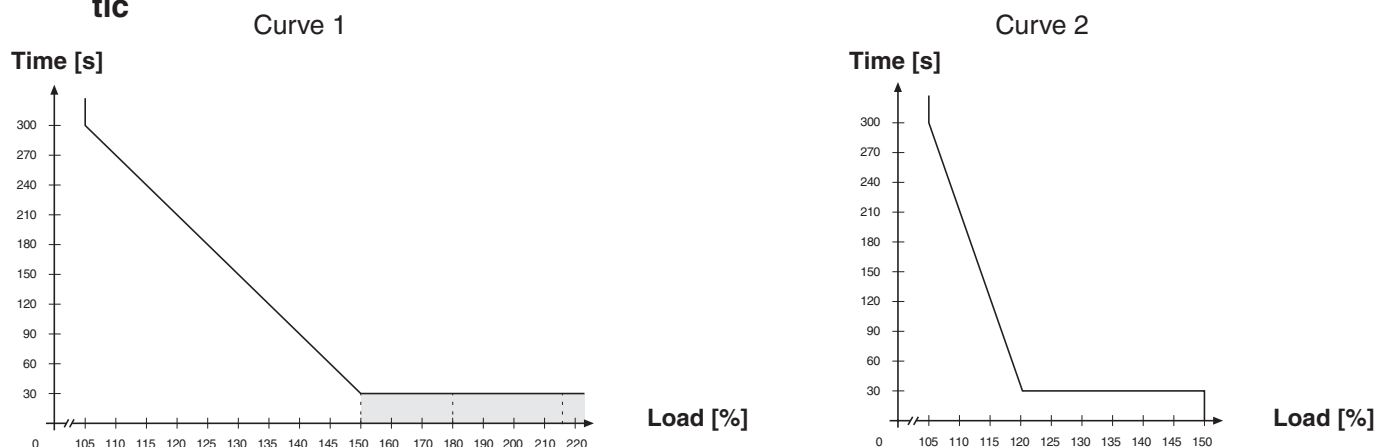
This is guaranteed by a two-channel processing holding signal. One of the two channels is developed in programmed electronics. The second channel consists of an electro-mechanical relay. The function of the relay is cyclically monitored by programmed electronics.



Through the double safety no further measure is needed for the KEB COMBIVERT (e.g. feedback via relay contact) since an individual error in the control does not lead to the loss of the stop function.

4. Annex

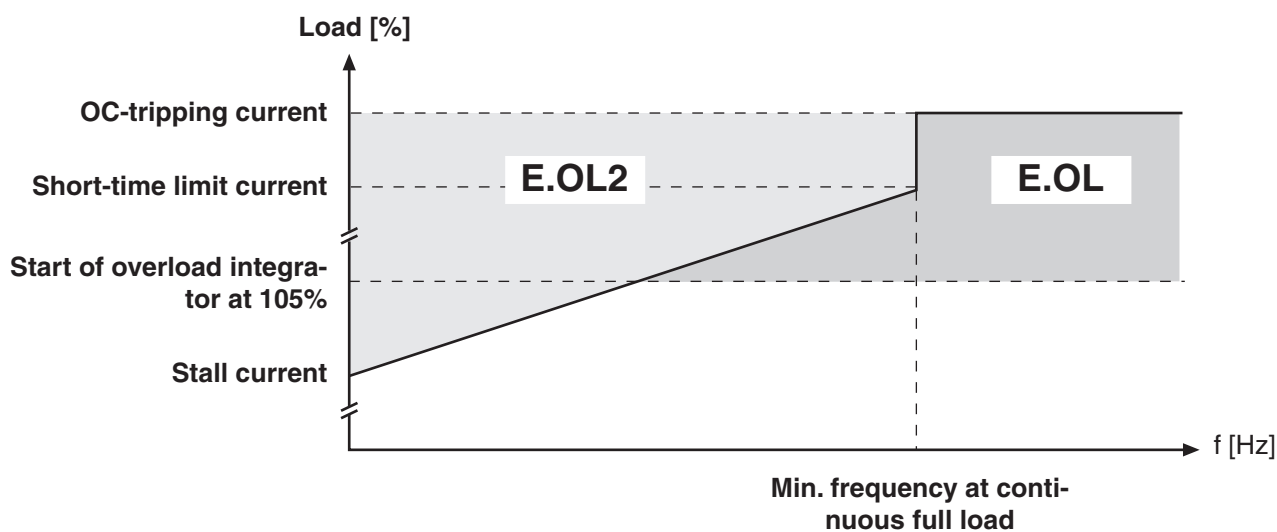
4.1 Overload Characteristic



The characteristic declines device-dependently in this range (see unit identification).

On exceeding a load of 105% the overload integrator starts. When falling below the integrator counts backwards. If the integrator achieves the overload characteristic that corresponds to the inverter, the error E.OL is triggered.

4.2 Overload Protection in the lower Speed Range (only valid for F5-M and F5-S, stall current see technical data)



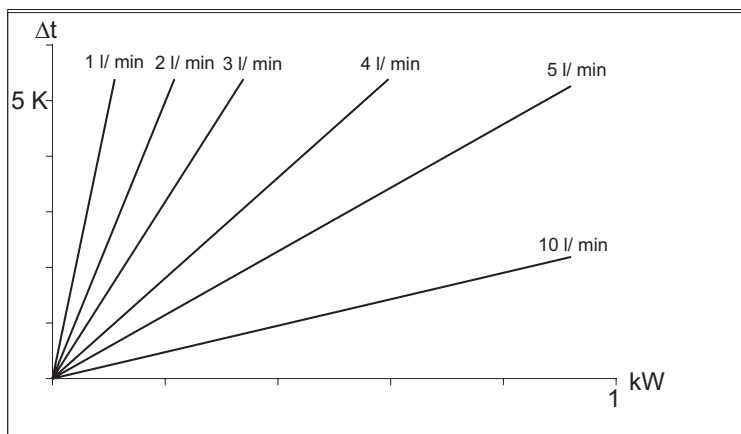
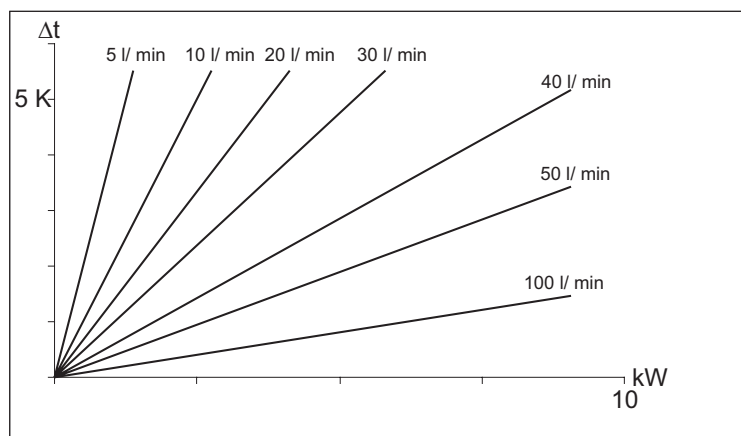
If the permissible current is exceeded a PT1-element ($\tau=280\text{ms}$) starts, after its sequence of operation the error E.OL2 is triggered.

4.3 Dew Points and Electrochemical Series

atmos. moisture [%]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temp. [°C]										
-25	-45	-40	-36	-34	-32	-30	-29	-27	-26	-25
-20	-42	-36	-32	-29	-27	-25	-24	-22	-21	-20
-15	-37	-31	-27	-24	-22	-20	-18	-16	-15	-15
-10	-34	-26	-22	-19	-17	-15	-13	-11	-11	-10
-5	-29	-22	-18	-15	-13	-11	-8	-7	-6	-5
0	-26	-19	-14	-11	-8	-6	-4	-3	-2	0
5	-23	-15	-11	-7	-5	-2	0	2	3	5
10	-19	-11	-7	-3	0	1	4	6	8	9
15	-18	-7	-3	1	4	7	9	11	13	15
20	-12	-4	1	5	9	12	14	16	18	20
25	-8	0	5	10	13	16	19	21	23	25
30	-6	3	10	14	18	21	24	26	28	30
35	-2	8	14	18	22	25	28	31	33	35
40	1	11	18	22	27	31	33	36	38	40
45	4	15	22	27	32	36	38	41	43	45
50	8	19	28	32	36	40	43	45	48	50

Metal	Normal Potential [V] at 25 °C
Li(lithium)	-3,01
K(potassium)	-2,92
Ca(calcium)	-2,84
Na(sodium)	-2,71
Mg(magnesium)	-2,38
Al(aluminium)	-2,34
Mn(manganese)	-1,05
Zn(zinc)	-0,76
Fe(iron)	-0,44
Cd(cadmium)	-0,4
Co(cobalt)	-0,28
Ni(nickel)	-0,23
Sn(stannous)	-0,14
Pb(lead)	-0,13
H ₂ (hydrogen)	0
Cu(copper)	0,34
Ag(silver)	0,8
Hg(mercury)	0,8
Au(gold)	1,36
Pt(platinum)	1,6

4.4 Temperature changes of the cooling liquid





Karl E. Brinkmann GmbH
Försterweg 36-38 • D-32683 Barntrup
fon: +49 5263 401-0 • fax: +49 5263 401-116
net: www.keb.de • mail: info@keb.de

KEB Antriebstechnik GmbH & Co. KG
Wildbacher Str. 5 • D-08289 Schneeberg
fon: +49 3772 67-0 • fax: +49 3772 67-281
mail: info@keb-combidrive.de

KEB Antriebstechnik Austria GmbH
Ritzstraße 8 • A-4614 Marchtrenk
fon: +43 7243 53586-0 • fax: +43 7243 53586-21
net: www.keb.at • mail: info@keb.at

KEB Antriebstechnik
Herenveld 2 • B-9500 Geraadsbergen
fon: +32 5443 7860 • fax: +32 5443 7898
mail: vb.belgien@keb.de

KEB CHINA Karl E. Brinkmann GmbH
(Xinmao Building, Caohejing Development Zone)
No. 99 Tianzhou Road (No.9 building, Room 708)
CHN-200233 Shanghai, PR. China
fon: +86 21 54503230-3232 • fax: +86 21 54450115
net: www.keb.cn • mail: info@keb.cn

KEB CHINA Karl E. Brinkmann GmbH
No. 36 Xiaoyun Road • Chaoyang District
CHN-10027 Beijing, PR. China
fon: +86 10 84475815 + 819 • fax: +86 10 84475868
net: www.keb.cn • mail: hotline@keb.cn

KEB Antriebstechnik Austria GmbH
Organizační složka
K. Weise 1675/5 • CZ-370 04 České Budějovice
fon: +420 387 699 111 • fax: +420 387 699 119
net: www.keb.cz • mail: info.keb@seznam.cz

KEB España
C/ Mitjer, Nave 8 - Pol. Ind. LA MASIA
E-08798 Sant Cugat Sesgarrigues (Barcelona)
fon: +34 93 897 0268 • fax: +34 93 899 2035
mail: vb.espana@keb.de

Société Française KEB
Z.I. de la Croix St. Nicolas • 14, rue Gustave Eiffel
F-94510 LA QUEUE EN BRIE
fon: +33 1 49620101 • fax: +33 1 45767495
net: www.keb.fr • mail: info@keb.fr

KEB (UK) Ltd.
6 Chieftain Business Park, Morris Close
Park Farm, Wellingborough GB-Northants, NN8 6 XF
fon: +44 1933 402220 • fax: +44 1933 400724
net: www.keb-uk.co.uk • mail: info@keb-uk.co.uk

KEB Italia S.r.l.
Via Newton, 2 • I-20019 Settimo Milanese (Milano)
fon: +39 02 33500782 • fax: +39 02 33500790
net: www.keb.it • mail: kebitalia@keb.it

KEB - YAMAKYU Ltd.
15-16, 2-Chome, Takanawa Minato-ku
J-Tokyo 108-0074
fon: +81 33 445-8515 • fax: +81 33 445-8215
mail: info@keb.jp

KEB Nederland
Leidsevaart 126 • NL-2013 HD Haarlem
fon: +31 23 5320049 • fax: +31 23 5322260
mail: vb.nederland@keb.de

KEB Taiwan Ltd.
No.8, Lane 89, Sec.3; Taichung Kang Rd.
R.O.C.-Taichung City / Taiwan
fon: +886 4 23506488 • fax: +886 4 23501403
mail: info@keb.com.tw

KEB Korea Seoul
Room 1709, 415 Missy 2000
725 Su Seo Dong, Gang Nam Gu
ROK-135-757 Seoul/South Korea
fon: +82 2 6253 6771 • fax: +82 2 6253 6770
mail: vb.korea@keb.de

KEB Sverige
Box 265 (Bergavägen 19)
S-43093 Hälsö
fon: +46 31 961520 • fax: +46 31 961124
mail: vb.schweden@keb.de

KEB America, Inc.
5100 Valley Industrial Blvd. South
USA-Shakopee, MN 55379
fon: +1 952 224-1400 • fax: +1 952 224-1499
net: www.kebamerica.com • mail: info@kebamerica.com