

So einfach ist Blindstromkompensation mit dem Blindstromregler CR4.0

Anschluss:

Schließen Sie 230V~ an den Betriebsspannungs-Eingang U_B , Steckleisten-Kontakte 5/6 an (Polarität beliebig). Bei Drehstrom-Betrieb mit Netzspannung 400V~ und Messspannung 230V L-N können Sie den Messspannungs-Eingang U_M , Kontakte 1/3 zum Betriebsspannungs-Eingang U_B brücken (Polarität beliebig). Den Stromwandler schließen Sie an den Messstrom-Eingang I_M , Kontakte 8/9 an (Polarität beliebig); öffnen Sie die Kurzschlussbrücke zum Schutz des Stromwandlers (wenn vorhanden). So, die Hälfte ist geschafft – der CR4.0-Regler kann die Netzverhältnisse messen.

Die Steuerleitungen der Kondensatorbank legen Sie der Reihe nach an die Ausgänge K1 bis K8 (Kontakte 11 .. 18) des Reglers an (Reihenfolge beliebig). Mit der 230V~-Versorgung für die Schütze, Phase an den gemeinsamen Steuer-Eingang COM, Kontakt 10 (-8K-Regler; oder COM2, Kontakt 19), Null an die Rückleitungen der Schütze in der Kondensatorbank ist die Verdrahtung komplett. Nun kann der Regler CR4.0 den Blindstrom in Ihrem Netz durch geschickte Ansteuerung der Kondensatorbank kompensieren.

Inbetriebnahme:

Nach Einschalten der Kompensations-Anlage (Steuer-Sicherung eindrehen oder Lasttrenner einschalten) leuchten zur Kontrolle alle Anzeigen des CR4.0-Reglers kurz auf (lamp test). Danach ist der Regler bereit für die Inbetriebnahme und zeigt die Messspannung in Volt an (grüne LED "U (V)" leuchtet). Mit Taste "↓" können Sie zur Anzeige des Messstroms in Ampere wechseln (grüne LED "I (A)" leuchtet); der CR4.0-Regler zeigt den Strom im Messkreis Wandler ↔ Regler (0 .. 5A) an; der angezeigte Wert blinkt, da noch kein Wandler-Verhältnis bekannt ist (ersatzweise wird 5A:5A angenommen).



Durch langen Druck (3 Sekunden) gleichzeitig auf beide grüne Tasten "↓" und "→" (=Reset) oder durch Auswahl des "Set"-Menüpunktes "In. 2", aktiviert mit Tastendruck "SET" starten Sie die automatische Inbetriebnahme. Hierbei schaltet der Regler alle Stufen der Kondensatorbank mehrfach kurz ein, um aus den Änderungen der Netzverhältnisse sowohl die Phasenlagen von Messspannung und Messstrom zu bestimmen als auch um die Anschlussleistungen der Stufen in der Kondensatorbank auszumessen. Dieser Vorgang kann etwa 5 bis 15 Minuten dauern. Währenddessen zeigt der CR4.0-Regler getaktet "SELF" / "InIt" / "... " an.

Die Inbetriebnahme ist abgeschlossen, wenn der angezeigte Text zu "SELF" / "InIt" / "donE" wechselt und kurz darauf der Betriebs-Übergang in den Regelbetrieb durch Aufleuchten aller Anzeigen (lamp test) angezeigt wird.

Falls nicht abgeschaltet wird das "SELF" / "InIt" / "... " zwei oder dreimal unterbrochen durch die Ergebnisanzeige der Inbetriebnahme, eingeleitet von "APPr" (für englisch "approve !" / "Prüfen Sie bitte"); Details entnehmen Sie der Kurzanleitung oder den entsprechenden Abschnitten der ausführlichen Anleitung. Die Ergebnisanzeige kann mit "→" beschleunigt und mit "SET" beendet werden.

Falls Sie die einzelnen Schritte der automatischen Inbetriebnahme beobachten wollen, können Sie dies vor dem Start der automatischen Inbetriebnahme einstellen ("Detail-Info"). Mehr Informationen dazu und zur Inbetriebnahme bei Sonderbedingungen werden in der ausführlichen Anleitung gegeben.

Regelbetrieb:

Während der automatischen Kompensation des Blindstroms in Ihrem Netz zeigt der CR4.0-Regler den erreichten Leistungsfaktor $\cos \phi$ an (grüne LED "cos phi" leuchtet). Je näher dieser an 1.00 herankommt, desto weniger ist Ihr Netz mit Blindstrom belastet. Beachten Sie aber, daß bei wenig Nutzlast aufgrund der Stufigkeit der Kondensatorbank der Leistungsfaktor seine Bedeutung verliert und ein korrekter $\cos \phi$ weitab von 1.00 auftreten kann. Sie erkennen diese Schwachlast-Verhältnisse in der Regel daran, daß keine oder nur eine kleine Stufe der Kondensatorbank zugeschaltet ist.

Welche Stufen der Kondensatorbank zugeschaltet sind, zeigt der CR4.0-Regler mit seinen grünen "Steps"-LEDs.

Im Regelbetrieb werden die Netzverhältnisse und die Nutzungsdaten der Kompensationsanlage erfasst und Ihnen als umfangreiche Sammlung an aktuellen Messwerten mit deren Minima und Maxima zur Verfügung gestellt (Menübaum "Info"). Etliche Einstellwerte (Menübaum "Set") ermöglichen die Anpassung der Kompensation an Ihre Bedürfnisse. Näheres dazu wird in der ausführlichen Anleitung gegeben.

SYSTEM ELECTRIC Power Quality GmbH

Autor: Werner Weisgerber

Installationsanleitung Blindstromregler CR4.0

0 Bibliographie

0.1 Disclaimer

Dieses Dokument wurde erstellt von Werner Weisgerber im Auftrag der Firma SYSTEM ELECTRIC Power Quality GmbH, Gelnhausen, Deutschland; Copyright ebenda.

0.2 Geltungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Software Version 02.05 vom 01.07.2019 und folgende. Vorliegende Ausgabe A5, zuletzt geändert am 08.07.2019

0.3 Versionshistorie

Ausgabe A5	08.07.2019	Anpassung an neue Menüstruktur 02.05
Ausgabe A4	05.03.2019	Text sprachlich überarbeitet, neue Abbildungen, Abschnitte Anschlüsse und Technische Daten neu
Ausgabe A3	12.02.2019	Neuer Banner
Ausgabe A2	08.07.2019	Schreibfehlerkorrekturen
Ausgabe A1	26.10.2018	Erstveröffentlichung

0.4 Datei

Name der Originaldatei: CR40_DE_Installation_0205_A5 als .doc und .pdf

1 Anschluss

1.1 Sicherheitshinweise

Der Blindstromregler darf nur durch qualifiziertes Fachpersonal unter Beachtung aller einschlägigen Vorschriften montiert, angeschlossen und in Betrieb genommen werden.

Bei sichtbaren oder anzunehmenden Schäden darf der Regler nicht betrieben werden. Reparaturen dürfen nur beim Hersteller erfolgen.

Der Regler führt Netzspannung und darf nicht geöffnet werden. Reglerklemmen können im abgeschalteten Zustand Spannung führen.

1.2 Anschlussschema

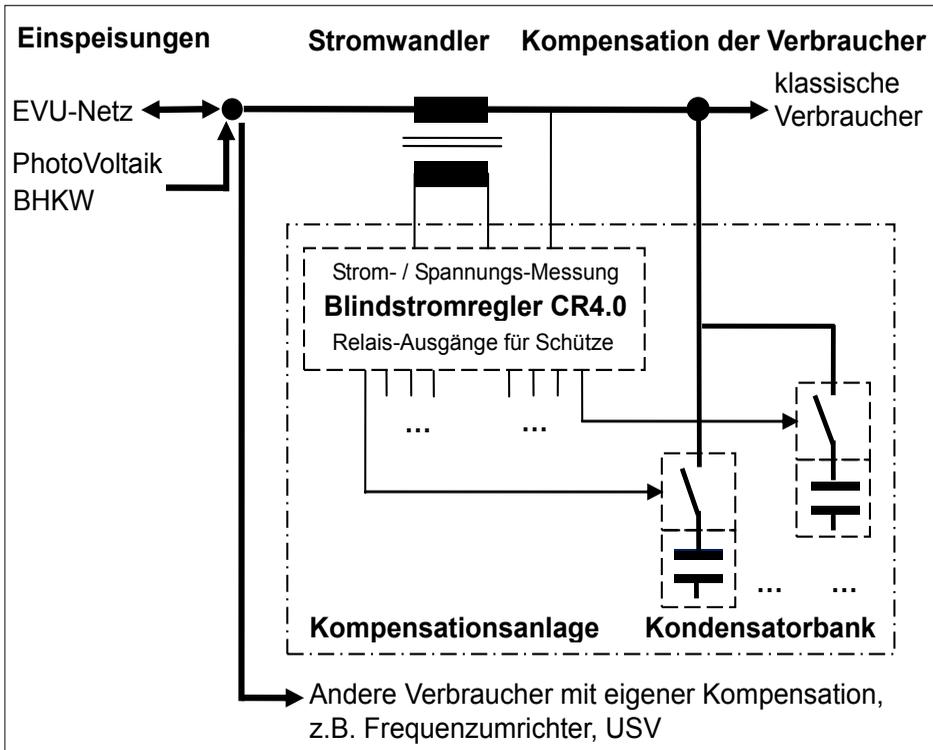


Abbildung 1

Anschlussschema: Kompensation nur der klassischen Verbraucher

1.3 Anschlüsse

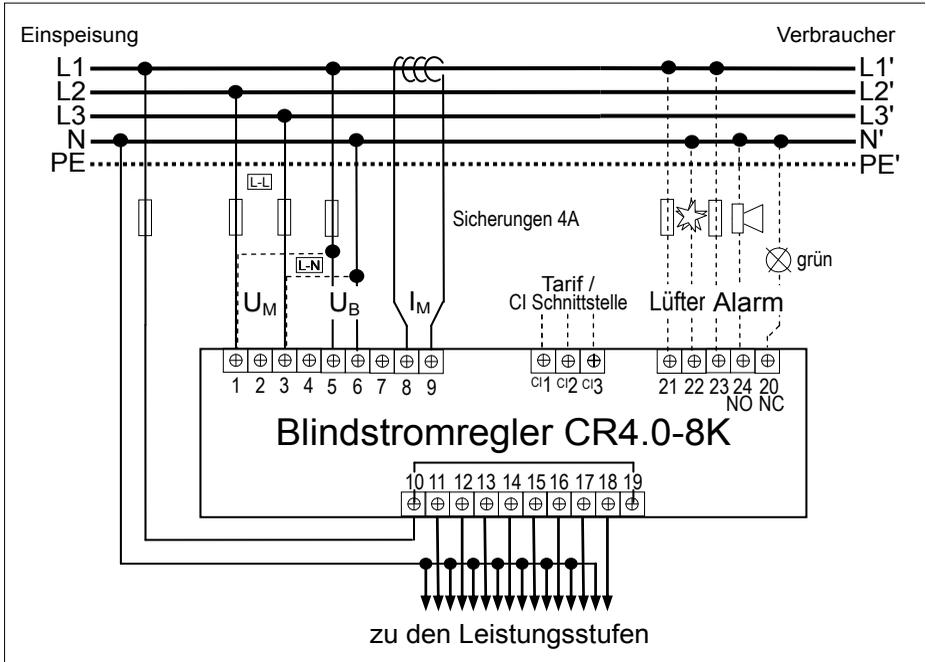


Abbildung 2

Anschlüsse am Blindstromregler CR4.0

Die Numerierung der Anschlüsse in [Abbildung 2](#) entspricht dem Aufdruck an dem Regler und an der Buchsenleiste, nicht dem Datenblatt der Stiftleiste im Regler !

[Abbildung 2](#) zeigt die Anschlussmethode Phase-Phase (L-L). Deren Vorteil ist trotz einphasiger Strommessung die Erkennung von Kurzunterbrechungen in jeder der 3 Phasen. Bei Kurzunterbrechung in Phase L1 fällt mangels Betriebsspannung der gesamte Regler aus, in L2 oder L3 die Messspannung – in jedem Fall werden sofort alle Leistungsstufen der Kompensationsanlage abgeschaltet und frühestens nach der Entladezeit / Sperrzeit wieder zugeschaltet; das Bauteil-gefährdende Einschalten von Kondensatoren in Gegenphase wird vermieden. Zudem ist in der L-L-Konfiguration die Ansprechempfindlichkeit um Wurzel 3 ($\approx 1,73$) höher bzw. die kleinstmögliche Stufenleistung geringer.

Der Anwender mag jedoch die einfachere 230V~-Anschlussmethode (L-N) wählen, bei der am Regler selbst Messspannung und Betriebsspannung gebrückt sind. Die weitere Brückung mit der Schütz-Phase sollte unterbleiben, da beim Schalten der Schütze die Spannungsmessung gestört werden kann, was zwar meist keinen negativen Einfluss auf die Regelung hat aber zu erhöhten Maxima bei den Messwerten der Spannungs-Oberwellen führen kann.

1.4 Anschluss-Varianten (Ausgänge)

Neben der Standard-Variante CR4.0-8K des Blindstromreglers mit 8 Relais-Ausgängen zur Ansteuerung von Schützen gibt es die (halb-) dynamischen Varianten CR4.0-4T4K und CR4.0-8T mit Transistor-Ausgängen zur Ansteuerung von Thyristorschaltern, z.B. CT-2000 von SYSTEM ELECTRIC.

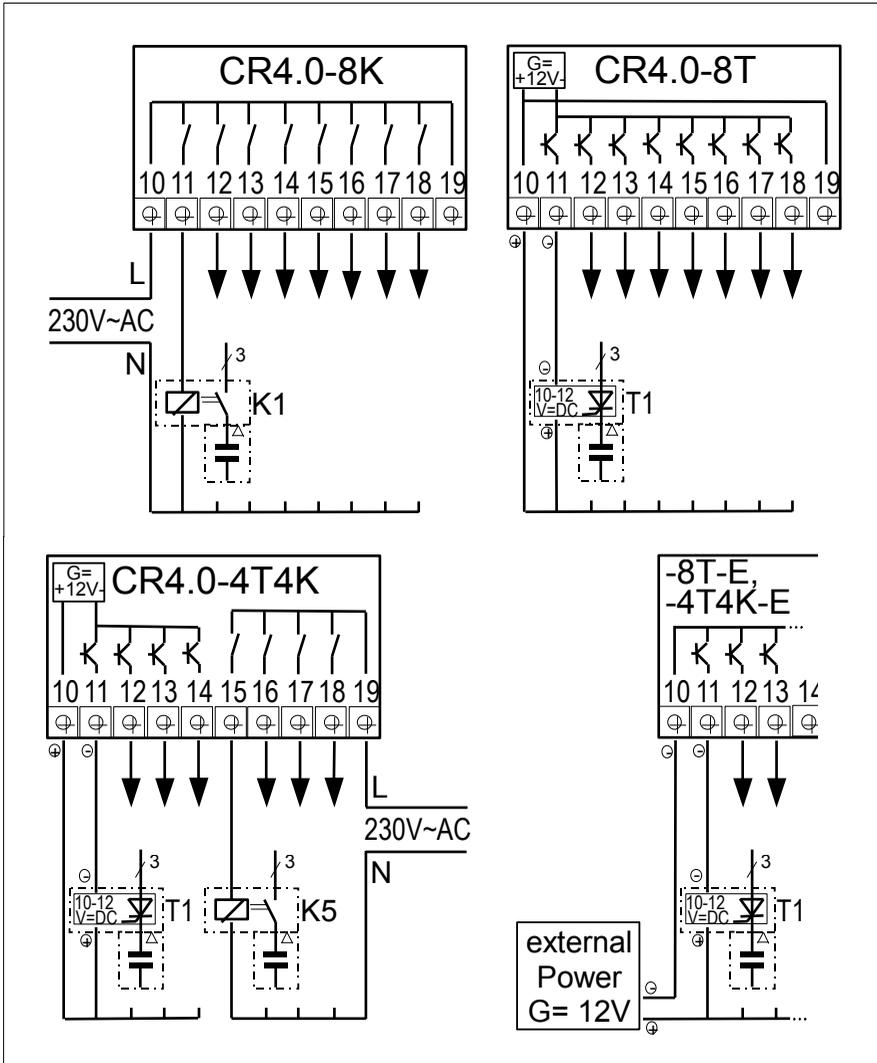


Abbildung 3

Anschluß-Varianten des Blindstromreglers CR4.0

1.5 Anschluß-Varianten (Messsignale)

Neben der Standard-Variante des Blindstromreglers CR4.0 für einen zu-5A-Stromwandler und eine Messspannung im Bereich 58V~..700V~ (Nennwert) gibt es die Sondervarianten "-1A" für zu-1A-Stromwandler und "-100V", geeignet für zu-100V-Mittelspannungswandler, sowie die Mischvariante "-1A-100V". Diese Sondervarianten haben eine um den Faktor 5/2, 5/12, 5 höhere Auflösung. Da es sich jeweils um händisch geänderte Hardware-Varianten handelt, ist bei Bestellung eine Vorlaufzeit von einigen Tagen zu berücksichtigen.

Kleinste Stufenleistung (Daumenwerte für die Standard-Variante -8K ohne U-Wandler):
 Messspannung **L-L** **12var**, 2,5var (-1A), 5var (-100V), 1var (-1A-100V)
 Messspannung **L-N** **21var**, 5var (-1A), 9var (-100V), 2var (-1A-100V)
 jeweils x ki (Stromwandlerverhältnis)

Diese Angaben gelten für die meisten Netze, auch mit **erhöhter Netzunruhe**, störungsbedingt können bis zu 3x höhere kleinste Stufenleistungen erforderlich sein! In sehr ruhigen Netzen kann der halbe Wert ausreichen. Die kleinste Abzwegleistung ist bei Regelung für **Thyristorschalter** (CR4.0-Varianten -8T, -4T4K) prinzipbedingt wegen der schnellen, schwächeren Mittelung mindestens 4x höher anzusetzen.

1.6 Einbau

Der Blindstromregler CR4.0 befindet sich in einem Schalttafel-Einbaugeschäuse nach DIN IEC 61554 mit Nenngröße 144mm x 144mm.

Der Einbau des Blindstromreglers CR4.0 erfolgt in einer Schalttafel oder in einem **Ausschnitt 138mm x 138mm** meist in der Tür des Schaltschranks oder des Kompakt-Gehäuses. Die Einbautiefe beträgt 60mm bei den mitgelieferten 90° seitlich abführendem Terminal-Block Kabelsteckern. Zur Arretierung werden links und rechts Schraubklammern eingesetzt und festgezogen.

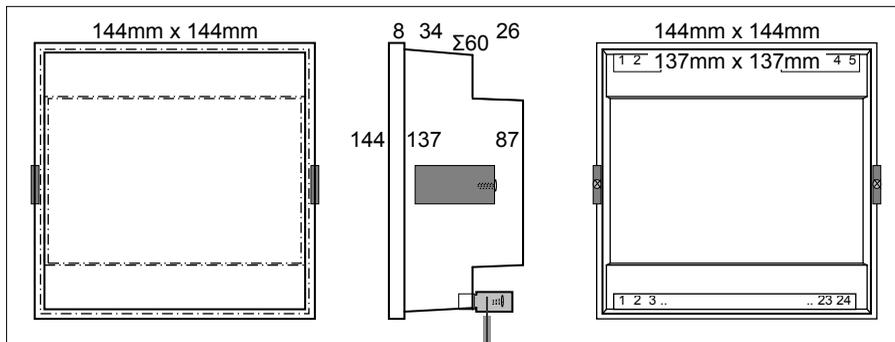


Abbildung 4 Ansicht des Gehäuses von vorne, der Seite und von hinten

Dichtungsringe und transparente Überwurfdeckel mit und ohne Schloss sind auf Anfrage lieferbar.

Die "-H"-Sondervariante des Reglers ist für das Aufschnappen auf einer DIN-Hutschiene ausgerüstet und wird im geschlossenen Gehäuse bzw. hinter dem Ausschnitt im Gehäuse montiert.

1.7 Tipps

- Es sind **Messwandler der Klasse 1** oder besser mit ausreichender Ausgangsleistung zu verwenden.
- Der **Stromwandler** muß zwischen allen einspeisenden (links) und allen verbrauchenden Geräten einschließlich der Kompensationsanlage selbst (rechts) eingebaut sein, siehe [Anschlussschema Abbildung 1](#). Verbraucher mit eigener Kompensation (z.B. Frequenzumrichter, USV) sollen nicht in die Kompensation einbezogen sein.
- Zum Schutz des Wandlers und des Monteurs ist ein sekundärseitig **nicht angeschlossener Stromwandler kurzzuschliessen**, wenn die Primärseite weiterhin vom Strom durchflossen wird. Die Kurzschlussbrücke ist vor der Inbetriebnahme der Kompensationsanlage zu entfernen. Im Allgemeinen wird empfohlen, Stromwandler im Niederspannungsnetz einseitig zu erden.
- Auf **ausreichende Ausgangsleistung des Stromwandlers und ausreichenden Leitungsquerschnitt** achten !

Der Blindstromregler CR4.0 hat im Messstromkreis eine Leistungsaufnahme von 0,3VA bei 5A entsprechend einem Innenwiderstand (Bürde) von 12mOhm (in der -1A-Variante 90mVA bei 1A = 90mOhm). Falls innerhalb des 1. Kompensations-Schaltschranks max. 2,1m 1mm²-Leitung zum Regler verbaut ist, dann darf die äußere Anschlussleitung nicht länger sein als (Klammerwerte für die -1A-Variante):

Leitungs- Querschnitt	2,5VA- Wandler	5VA- Wandler	7,5VA- Wandler	10VA- Wandler
1,5 mm ²	- (100 m)	4 m (210 m)	9 m (320m)	13 m (420 m)
2,5 mm ²	- (170 m)	7.5 m (350 m)	15 m	21 m
4 mm ²	-	12 m	24 m	35 m
6 mm ²	-	19 m	36 m	53 m

Tabelle 1 Maximale Länge der Stromwandler-Anschlussleitung
einschl. 2,1m 1mm² (Werte in Klammern für die -1A-Regler-Variante)

Der Blindstromregler CR4.0 selbst kann **sekundärseitige Wandlerüberlast** abfedern, wenn die Anlage eine Zeitlang unter korrekten Bedingungen gelaufen ist und sich die Wandlerüberlast schleichend einfindet, also durch Nutzung hinzugefügter kleiner Maschinen.

- Bei Verwendung eines **Summenstromwandlers** wird das Stromwandler-Verhältnis aus der Summe aller primären Stromwandler-Nennwerte geteilt durch den sekundären Stromwert des Summenwandlers berechnet. Z.B. bei zwei Stromwandlern 1200A:5A und einem Summenwandler 5A+5A:5A muß im Regler 1200A+1200A:5A, also 2400A:5A bzw. 480 eingegeben werden.
- Zur Messung wird im Regler der zeitliche Verlauf der Spannungs- und Stromkurven analysiert. Die Messung wird gestört, wenn die Messspannung durch Brückenbildung direkt am Regler mit der gemeinsamen Steuerspannung (Phase) für die Schütze in der Kondensatorbank erzeugt wird. Eine **separate Messspannungsleitung bis zur Sammelschiene** verbessert die Messgenauigkeit und verhindert Einstreuungen beim Schalten der Schütze, die zu höheren Messwerten der Oberwellen führen.
- Messsignale und Betriebsspannung verkräften leichte Überspannungen / -ströme. Die **Robustheit** gegen heftig und steilflankig schwankende Netze kann durch vorgeschaltete Filter erhöht werden, jedoch sind die dämpfenden und phasenschiebenden Eigenschaften der Filter zu berücksichtigen (Phasenkorrektur, Wandlerverhältnis). Bei nachträglichem Filtereinbau ist neues Einmessen erforderlich.
- Bei Einsatz **phasenschiebender Elemente** im Messkreis (z.B. Reihenschaltung mit einem mechanischen Amperemeter, ein Summenstromwandler, ein normaler Trafo als Messspannungswandler) kann die hieraus resultierende, fehlerhafte Messung teilweise mithilfe des Parameters "Phasenkorrektur" ("P0.28") korrigiert werden. Dieser Parameter ist voreingestellt für 1 Stromwandler Klasse 1 und keinen Spannungswandler.

Achtung! Ein Trafo zur Erzeugung der 230V~ für Betriebsspannung oder Schütze darf niemals zugleich als Messspannungswandler benutzt werden; die Messspannung ist möglichst direkt von den Sammelschienen abzugreifen.

- Der Blindstromregler CR4.0 kann die Blindströme klassischer, passiver Verbraucher kompensieren.

Verbraucher mit eigener Blindstrom-Kompensation / PFC Power Factor Correction (z.B. USV, Frequenzumrichter) können zu Fehlmessungen bei der Überwachung der Leistungsstufen und zu deren Außerbetriebnahme führen; die Defekterkennung / Überwachung der Stufenleistungen ist abschaltbar.

Befinden sich rechts vom Stromwandler im [Anschlussschema Abbildung 1 auf der Verbraucherseite einspeisende Geräte](#), z.B. eine Photovoltaik-Anlage kann der Blindstromregler nicht die Ströme zwischen verbraucherseitiger Einspeisung und Kompensations-Stufen sehen, regelt ineffektiv und mißt falsche Werte bei der Überwachung der Leistungsstufen, was zu deren Außerbetriebnahme führen kann; die Defekterkennung / Überwachung der Stufenleistungen ist abschaltbar. **Bitte korrigieren Sie Ihre Installation**, diese darf (zumindest bei Anlagen >30kVA / kW_{peak}) ohnehin nicht vom EVU abgenommen werden und ist nicht förderfähig.

Wenn die korrekte Installation nicht möglich oder nicht gewollt ist, nutzen Sie einen weiteren Stromwandler am verbraucherseitigen Einspeisepunkt und führen Sie dem Blindstromregler mittels Summenwandler das Differenzstromsignal (verdrehter Anschluß am Einspeisewandler) zu. Dies erlaubt eine korrekte Regelung; prüfen Sie experimentell, ob Sie weiterhin die Defekterkennung / Überwachung der Stufenleistungen abschalten müssen. Falls nur Wirkleistung ohne Blindleistungsanteile eingespeist werden, kann alternativ der EEA-Mode, einzustellen am Control Interface (CI) erfolgreich sein; probieren Sie es aus!

- Blindstrom-Kompensation und **Notstrom-Versorgung**: i.A. wird empfohlen, eine ortsfeste Notstromanlage nicht mit der Blindstrom-Kompensationsanlage zu belasten, da der Dieselgenerator selbst Blindleistung in fast beliebiger Größe bereitstellen kann. Hierfür ist im [Anschlussschema Abbildung 1](#) das Notstromaggregat rechts vom Stromwandler anzuschließen; eine Abschaltung der Blindstrom-Kompensation ist dann nicht notwendig.

Notstrom-Versorgung im öffentlichen Netz wird angezeigt, indem mit erhöhter Netzfrequenz (51Hz / 61Hz) eingespeist wird. Es ist nicht vorgesehen, daß hier die Blindstromkompensation abgeschaltet wird. Falls anders gefordert, kann das SYSTEM ELECTRIC Service Personal den internen Parameter FREQUENZALARM entsprechend programmieren; dies ist SW-Versionen-abhängig!

- Wird das lokale Stromversorgungsnetz aus **zwei oder mehr Einspeisungen** versorgt, kann der Blindstromregler nur dann fehlerfrei arbeiten, wenn alle Einspeisungen und Kuppelschalter links und alle Verbraucher einschließlich der Kompensationsanlage selbst rechts vom Stromwandler angeschlossen sind, siehe [Anschlussschema Abbildung 1](#).

Getrennte Anlagen mit einer Kompensationsanlage je Trafo aber mit Kuppelschalter funktionieren mit entsprechend vielen Wandlern, 6 bei 2 Trafos. Je Kompensationsanlage ist ein Stromwandler am zugordneten Trafo und an jedem am Teilnetz angeschlossenen Kuppelschalter zu verwenden, die per Summenwandler den Gesamtstrom je Teilnetz zusammenführen. Zur Vermeidung von Schwingungen sollen die Kompensationsanlagen unterschiedlich schnell ansprechen.

Überdies kann der Blindstromregler CR4.0 bei zwei gleichen Netztrafos und dem Stand des Kuppelschalters als Eingangssignal am Tarif-Eingang / Control Input (CI) mittels Programmierung der CI-Schnittstelle auch mit nur einem Wandler je Zweig betrieben werden, da sich die Ströme beider Trafos gleich aufteilen.

Bitte fragen Sie in solchen und anderen Fällen nach einer Lösung.

- Der Blindstromregler CR4.0 ist **nicht** für den Einsatz in **Inselnetzen** mit einer vom öffentlichen Netz abweichenden Regelungsstrategie vorgesehen. Die Anwendung dort erfolgt auf eigene Gefahr oder in Absprache mit SYSTEM ELECTRIC (z.B. Fischereischiffe, Ölbohrplattformen).

1.8 Technische Daten

Messsystem

Art des Messsystems	einphasig, elektronisch
<u>Messspannung</u>	58V~..700V~ (-100V-Variante 50V~..250V~), max.780V~
Auflösung	Einzelwerte 1,0V (0,4V); Anzeigewerte 0,2V (0,1V)
Genauigkeit	Wiederholgenauigkeit ca. 0,6%; absolut ca. 1,5%
Eingangsimpedanz	hochohmig, <50 μ A
Absicherung	max. 4A
Oberwellen	Fourieranalyse, gefiltert 1. .. 31. Oberwelle
<u>Messstrom</u>	0 .. 5A~, max. 7,7A (-1A-Variante 0 .. 1A~, max. 2A)
Auflösung	Einzelwerte 10mA (2mA); Anzeigew. ca. 3mA (1mA)
Genauigkeit	Wiederholgenauigkeit ca. 0,6%; absolut ca. 1,5%
Eingangsimpedanz	0,3VA bei 5A =12m Ω (90mVA bei 1A =90m Ω)
Oberwellen	Fourieranalyse, gefiltert 1. .. 31. Oberwelle
	Die Regelung erfolgt mit den gemittelten Anzeigewerten (-8K) bzw. mit den Einzelwerten (-8T, -4T4K)
Frequenzbereich	45Hz .. 65Hz (Fangbereich); 41Hz .. 69Hz (Ziehb.)
Temperaturmessbereich	ca. -20°C .. > 70°C

Stromversorgung

Betriebsspannung	230V~, 50/60Hz
Leistungsaufnahme	<15VA
Absicherung	max. 4A
Umgebungstemperatur	-10°C .. +60°C

Ausgangsstufen

Anzahl der Ausgänge / Ausgangsarten	8, Relais für Schütze (-8K) oder Transistoren für Thyristor-Schalter (-8T), bei Variante -4T4K gemischt
Kleinste Stufenleistung	-8K: 12var (L-L), 21var (L-N) x Wandlerverhältnis ki
<u>Relaisausgänge</u>	für Schütze 250V~, max. 4A; insgesamt max. 4A
Absicherung	max. 4A
<u>Transistorausgänge</u>	für Thyristorschalter 10V=, max. 150mA (einzeln / Σ);
externes Netzteil	(-E-Varianten) 8 .. 16V= (abs. max. 20V=), Σ max. 1,2A
<u>Alarm-, Lüfterrelais</u>	250V~, max.4A
Absicherung	max.4A

Schalttafeleinbau

Gehäuse / Schalttafel-Ausschnitt	Schalttafeleinbaugeschäuse 144mm x 144mm nach DIN-IEC 61554 / 138mm x 138mm
Einbautiefe	60mm

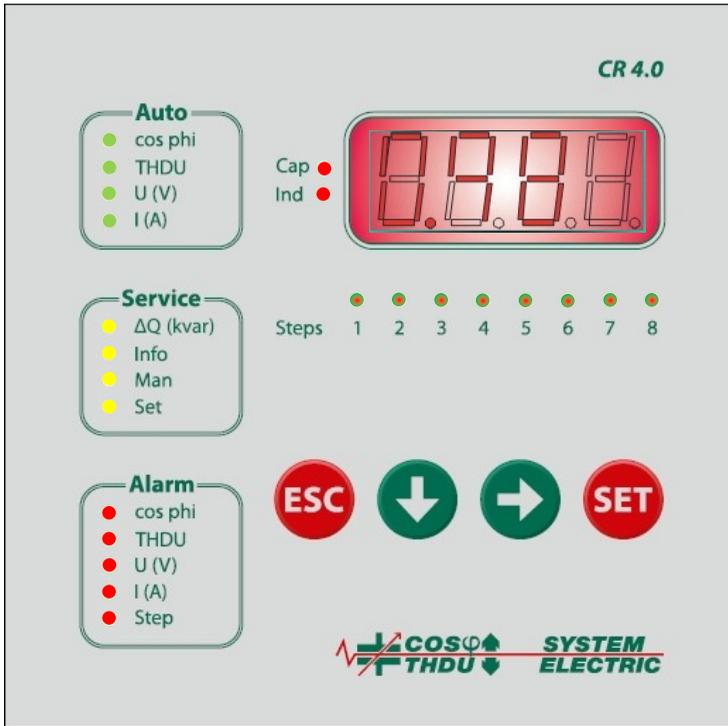


Abbildung 5 Frontansicht des Blindstromreglers CR4.0

SYSTEM ELECTRIC
Power Quality GmbH

Gewerbegebiet Hailer-Ost
Zum Sonnenberg 5
63571 Gelnhausen
Deutschland

Tel.: 06051 / 74158
Fax: 06051 / 71093
www.system-electric.de
info@system-electric.de

