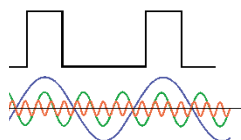


XCTB - Stromwandler für Netz-Qualität

Hochgenaue Oberschwingungsmessungen bis 20 kHz



9 kHz



Neue Messanforderungen an induktive Stromwandler in der Niederspannung

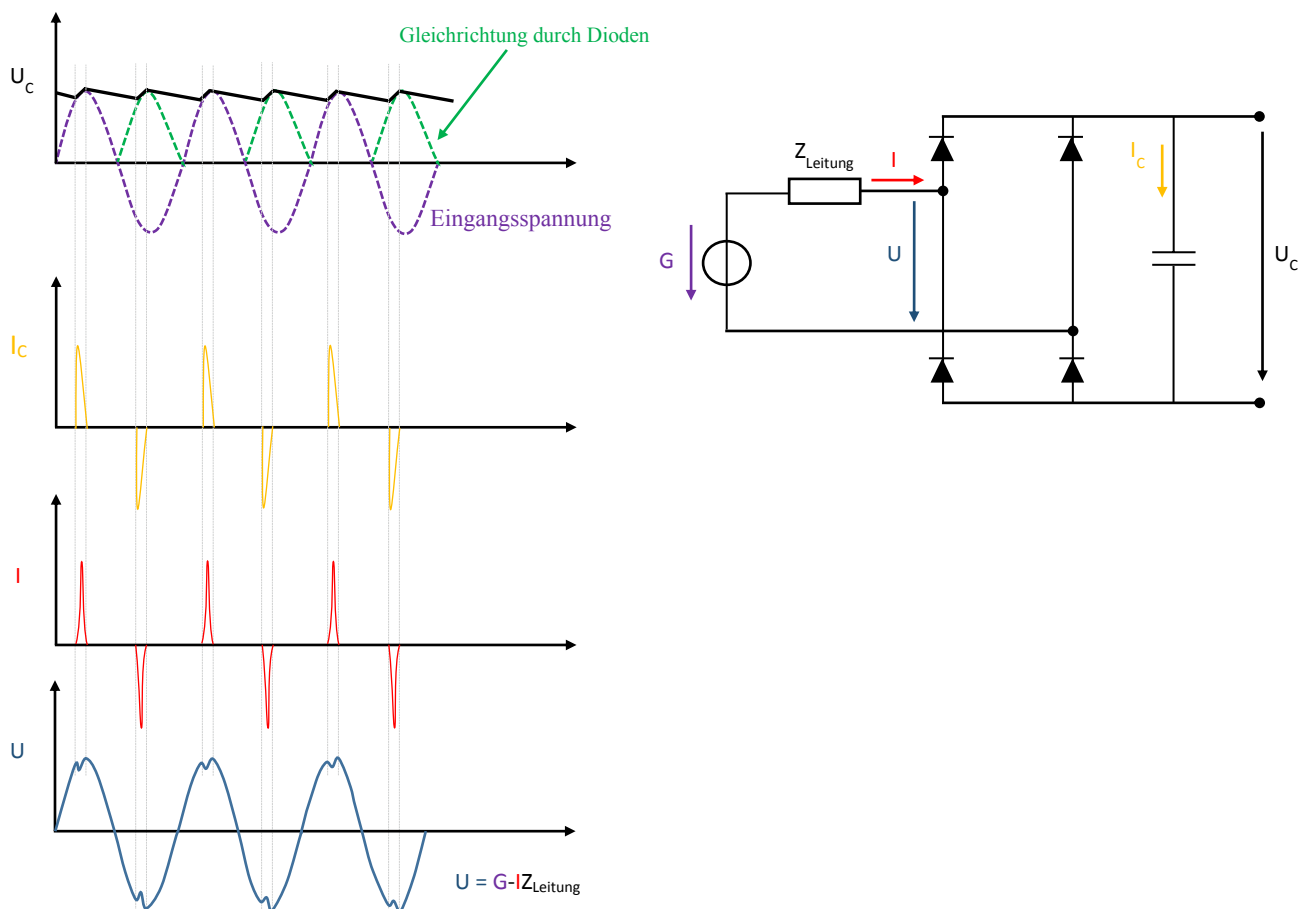
Änderungen in der Erzeugungs- und Verbraucherstruktur

In den letzten Jahren wurde der Anteil der erneuerbaren Energien in Deutschland massiv gesteigert. Mittlerweile sind Windkraftanlagen, Biomassekraftwerke, Photovoltaikanlagen und Wasserkraftwerke mit ca. 30 Prozent am Strommix in Deutschland beteiligt.

Anders als in herkömmlichen Kern- oder Kohlekraftwerken werden hier für die Bereitstellung der elektrischen Energie keine reinen Synchrongeneratoren sondern Frequenzumrichter bzw. Wechselrichter eingesetzt. Eine saubere Sinuskurve wird hierbei oftmals nicht erreicht. Die Verzerrungen sind auf die schaltenden Halbleiterbauelemente im Wechselrichter zurückzuführen. Bei den so generierten Oberschwingungen handelt es sich um ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung und können weit in den einstelligen Kiloherzbereich reichen. Der Total Harmonic Distortion (THD) Faktor¹ gibt den unerwünschten Verzerrungsgrad der 50 Hz Sinusschwingung an und erreicht nicht selten Werte zwischen 10 und 30 %.

Neben den auf der Erzeugerseite generierten Oberschwingungen durch Wechselrichter fand in den letzten Jahren auf der Verbraucherseite ebenfalls ein Wandel statt. Nicht-lineare Verbraucher wie LED- oder Energiesparlampen verdrängen lineare Verbraucher, wie die herkömmliche Glühlampe, fast gänzlich aus unserem Alltag.

Auch Steckernetzteile von Handys und Laptops bestehen nicht mehr aus kleinen Transformatoren sondern aus Halbleiterschaltungen, so genannten Schaltnetzteilen. Anders wären die kleinen und leichten Netzteile nicht zu realisieren. Neben diesen Vorteilen gibt es aber einen entscheidenden Nachteil. Die Stromentnahme aus dem öffentlichen Stromversorgungsnetz erfolgt nicht wie bei einem herkömmlichen Transformator sinusförmig sondern impulsartig. Dies verdeutlicht die folgende Abbildung.

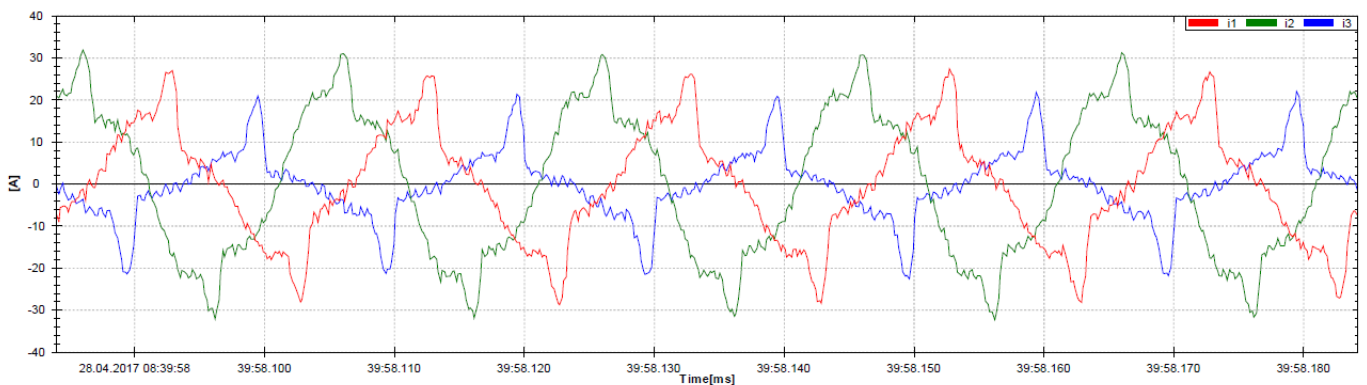


Der im Schaltbild erkennbare Siebkondensator glättet nicht nur die gewünschte Ausgangsspannung sondern wird auch von den Gleichrichterdioden impulsartig nachgeladen. Diese steilen Stromspitzen erzeugen zum einen Blindleistung und zum anderen Oberschwingungen.

¹ Der THD setzt den Anteil der Oberschwingungen ins Verhält zur Grundschwingung

Normen regeln Grenzwerte – nicht immer!

Es gibt bereits ein entsprechendes internationales Normgerüst, welches die Oberschwingungsströme bei Endgeräten mit einer Leistungsaufnahme von $> 75 \text{ W}$ begrenzt. Geräte unter 75 W werden normativ derzeit nicht erfasst. Aus Kostengründen verzichten die Hersteller meist auf Filtermaßnahmen oder aufwendige Power Factor Correction. Auch bei Leuchtmitteln greift das Normenwerk EN 61000-3-2 erst ab 25 W . Bei Energiesparlampen sind beispielsweise THDI Werte von 30 bis 70 % und mehr während der Anlaufzeit und im Dauerbetrieb keine Seltenheit. Zusätzlich muss beachtet werden, dass die Normen, wenn sie denn greifen, nur Grenzwerte bis 2 kHz festlegen. Dadurch haben Hersteller in der Vergangenheit bei der Entwicklung von elektronischen Produkten im Frequenzbereich $> 2 \text{ kHz}$ kaum für Entstörung gesorgt. Dazu werden im Industriesektor immer mehr elektrische Motoren mit variabler Frequenz-Antriebstechnologie eingesetzt. Bereits heute liegt der Anteil bei den verkauften E-Motoren mit frequenzgesteuertem Antrieb bei ca. 40 %. Hier wird zum größten Teil die Pulsweitenmodulationstechnik eingesetzt, die THDI-Werte im Bereich von 100 bis 120 % generieren kann. Bei diesen Werten sind saubere Sinuskurven kaum noch zu erkennen.



Stromverlauf bei einem Industriekunden im Niederspannungsnetz

Es kann konstatiert werden, dass aufgrund der vielen Vorteile der Leistungselektronik eine Rückkehr zu linearen Verbrauchern wie beispielsweise der herkömmlichen Glühlampe ausgeschlossen ist. Vielmehr ist damit zu rechnen, dass die Oberschwingungsbelastungen in den europäischen Netzen aufgrund des Ausbaus der alternativen Energieträger und der Zunahme nicht-linearer Verbraucher weiter zunimmt. Auch sollte bedacht werden, dass viele Verbraucher, die normativ nicht reglementiert werden, in der Summe erhebliche Störungen verursachen können. In Bürogebäuden, in denen lediglich Rechner, Telefonanlagen und energieeffiziente Leuchtmittel betrieben werden, mussten bereits Filteranlagen installiert werden, um die Oberschwingungsprobleme unter Kontrolle zu bringen.

Auswirkungen von Oberschwingungen

Für den Netzbetreiber sind vor allem die wirtschaftlichen Auswirkungen von Oberschwingungen interessant. Bei Oberschwingungsströmen sind in erster Linie folgende Phänomene zu nennen²:

- Überlastung von Neutralleitern
- Überhitzung von Transformatoren
- Fehlauslösung von Leistungsschutzschaltern / Leistungsschaltern
- Überbeanspruchung von Kompensations-Kondensatoren
- Skineffekte

Erreicht der Verzerrungspegel in der Versorgungsspannung einen Wert $> 10 \%$, wird die Lebensdauer der Betriebsmittel erheblich verkürzt. Die Verkürzung wird auf folgende Werte geschätzt:

- 32,5 % bei 1-phasigen Maschinen,
- 18 % bei 3-phasigen Maschinen,
- 5 % bei Transformatoren.

Um die Lebensdauer entsprechend der Nennlast zu erhalten, müssen die genannten Betriebsmittel überdimensioniert werden.

² Schneider Electric Wiki (Abruf am 9.01.2018) http://de.electricalinstallation.org/dewiki/Wirtschaftliche_Auswirkungen#St.C3.B6rungsausl.C3.B6sung_und_Anlagenausfall

XCTB - Stromwandler für Netz-Qualität



- Innovative, zeitsparende Anschlussmöglichkeit (Front oder Top) für massive und flexible Leiter,
- max. 4 mm² - Aderendhülsen können entfallen
- Schockfest und rüttelsicher
- Wartungsfreie, gasdichte Verbindung
- Hohe Stromfestigkeit und hohe mechanische Haltekräfte
- Niederspannungs-Stromwandler für max. Betriebsspannungen U_m bis 1,2 kV, Einsatz in 690 V Netzen möglich
- Isolationsprüfspannung: 6 kV, U_{eff.}, 50 Hz, 1 Min.
- Höherer Isolierpegel 1,2/6/12 kV – Geprüfte Blitzstoßspannung für 690 V Anlagen nach IEC 61439-1 und -2!
- Lieferbar in den Nennstrombereichen 50...2000 A
- Genauigkeitsklassen @ 50 Hz: 1; 0,5; 0,5S, 0,2 und 0,2S
- **Anschlusskabel für Oberschwingungsmessungen: HELUKABEL Typ: OZ-500 HMH-C mit 2x2,5 oder 2x4 mm² (0-10 m)**
- Oberschwingungsmessungen mit Bürde 0,2 VA – S_r pf1 (Leistungsfaktor¹)
- Messgenauigkeit bis 20 kHz: $\varepsilon \leq 2\%$ | $\Delta\phi \leq 2^\circ$ @ 0,05-10 kHz | $\varepsilon \leq 3\%$ | $\Delta\phi \leq 3^\circ$ @ 10-20 kHz
- Ständig mit 120 % des primären Nennstromes überlastbar
- Geeignet für überschwingungsbelastete Netze mit den-Grundfrequenzen von 50 Hz oder 60 Hz
- Isolierstoffklasse: E
- Arbeitstemperaturbereich: -5°C < T < +50°C
- Lagertemperaturbereich: -25°C < T < +70°C
- Unzerbrechliches Kunststoffgehäuse aus Polycarbonat, selbstverlöschend, schwer entflammbar
- Verpackungseinheit: 1 Stk.
- Zolltarifnummer: 85043129

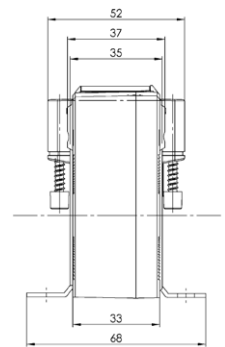
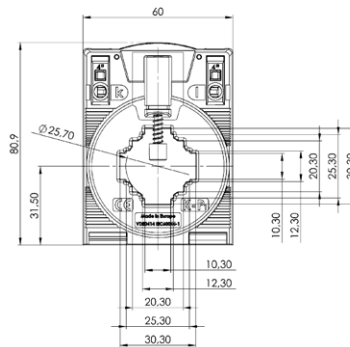
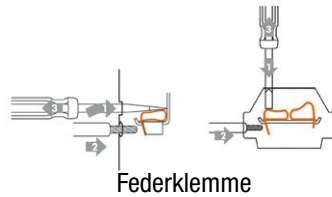
Quick-Fix (Best.-Nr.: 55021)

Plombierabdeckung (Best.-Nr.: 59057)

Schnappbefestigung zur Montage des Wandlers auf einer 35mm-DIN-Hutschiene (Best.-Nr.: 55015)



XCTB 31.35



Aufsteck-Stromwandler für Primär-Nennströme von 60 A bis 750 A mit einem Sekundär-Nennstrom von 5 A oder 1 A, in den Genauigkeitsklassen 1 bis 0,2S.

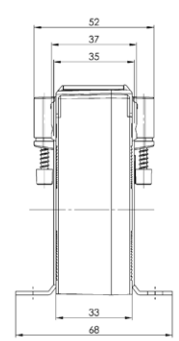
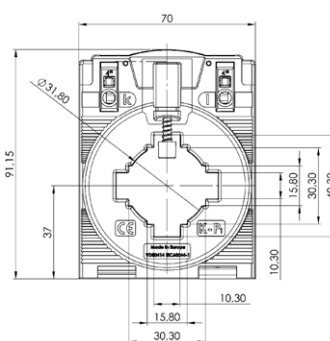
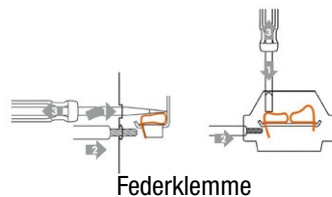
Abmessungen:

- Schiene 1: 30 x 10 mm
- Schiene 2: 25 x 12 mm
- Schiene 3: 20 x 20 mm
- Rundleiter: 25,7 mm
- Baubreite: 60 mm
- Bauhöhe: 80,9 mm
- Bautiefe gesamt: 52 mm

Technische Daten:

- Therm. Nenndauerstrom I_{cth} : $1,2 \times I_N$
- Therm. Nennkurzzeitstrom I_{th} : $60 \times I_N$, 1 Sek.
- Max. Betriebsspannung U_m : 1,20 kV
- Isolationsprüfspannung: 6 kV, U_{eff} , 50 Hz, 1 Min.
- **Blitzstoßspannung: 12kV, 1,2/50 μ s**
- Nenn-Frequenz: 50 /60 Hz
- Angewandte technische Normen: DIN EN 61869, Teil 1 + 2
- Oberschwingungsmessungen mit Bürde 0,2 VA – Sr pf1
- Messgenauigkeit bis 20 kHz: $\epsilon \leq 2\% \mid \Delta\phi \leq 2^\circ @ 0,05-10 \text{ kHz}$
 $\epsilon \leq 3\% \mid \Delta\phi \leq 3^\circ @ 10-20 \text{ kHz}$

XCTB 41.35



Aufsteck-Stromwandler für Primär-Nennströme von 125 A bis 1000 A mit einem Sekundär-Nennstrom von 5 A oder 1 A, in den Genauigkeitsklassen 1 bis 0,2S.

Abmessungen:

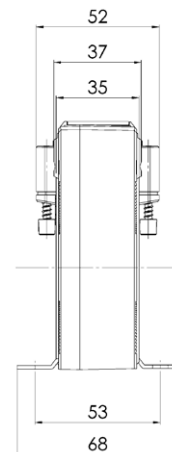
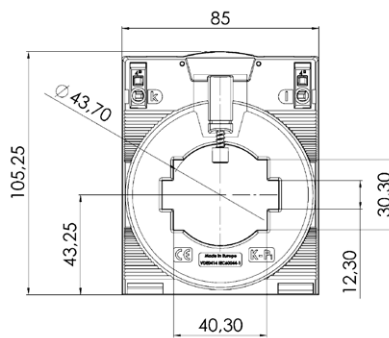
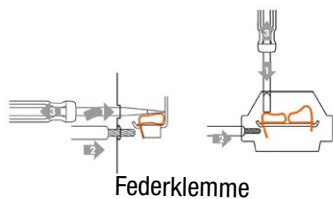
- Schiene 1: 40 x 10 mm
- Schiene 2: 30 x 15 mm
- Rundleiter: 31,8 mm
- Baubreite: 70 mm
- Bauhöhe: 91,15 mm
- Bautiefe gesamt: 52 mm

Technische Daten:

- Therm. Nenndauerstrom I_{cth} : $1,2 \times I_N$
- Therm. Nennkurzzeitstrom I_{th} : $60 \times I_N$, 1 Sek.
- Max. Betriebsspannung U_m : 1,20 kV
- Isolationsprüfspannung: 6 kV, U_{eff} , 50 Hz, 1 Min.
- **Blitzstoßspannung: 12kV, 1,2/50 μ s**
- Nenn-Frequenz: 50 /60 Hz
- Angewandte technische Normen: DIN EN 61869, Teil 1 + 2
- Oberschwingungsmessungen mit Bürde 0,2 VA – Sr pf1
- Messgenauigkeit bis 20 kHz: $\epsilon \leq 2\% \mid \Delta\phi \leq 2^\circ @ 0,05-10 \text{ kHz}$
 $\epsilon \leq 3\% \mid \Delta\phi \leq 3^\circ @ 10-20 \text{ kHz}$

XCTB - Stromwandler für Netz-Qualität

XCTB 51.35



Aufsteck-Stromwandler für Primär-Nennströme von 100 A bis 1250 A mit einem Sekundär-Nennstrom von 5 A oder 1 A, in den Genauigkeitsklassen 1 bis 0,2S.

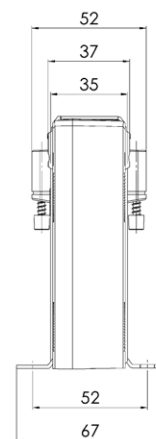
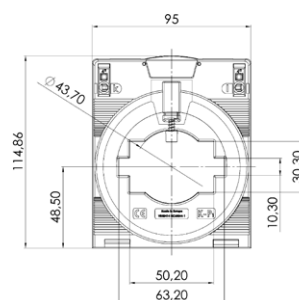
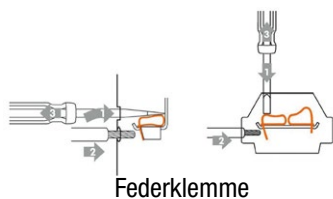
Abmessungen:

- Schiene 1: 50 x 12 mm
- Schiene 2: 40 x 30 mm
- Rundleiter: 43,7 mm
- Baubreite: 85 mm
- Bauhöhe: 105,25 mm
- Bautiefe gesamt: 52 mm

Technische Daten:

- Therm. Nenndauerstrom I_{cth} : $1,2 \times I_N$
- Therm. Nennkurzzeitstrom I_{th} : $60 \times I_N$, 1 Sek.
- Max. Betriebsspannung U_m : 1,20 kV
- Isolationsprüfspannung: 6 kV, U_{eff} , 50 Hz, 1 Min.
- **Blitzstoßspannung: 12kV, 1,2/50 μ s**
- Nenn-Frequenz: 50 /60 Hz
- Angewandte technische Normen: DIN EN 61869, Teil 1 + 2
- Oberschwingungsmessungen mit Bürde 0,2 VA – Sr pf1
- Messgenauigkeit bis 20 kHz: $\varepsilon \leq 2\% \mid \Delta\phi \leq 2^\circ @ 0,05-10 \text{ kHz}$
 $\varepsilon \leq 3\% \mid \Delta\phi \leq 3^\circ @ 10-20 \text{ kHz}$

XCTB 61.35



Aufsteck-Stromwandler für Primär-Nennströme von 200 A bis 1650 A mit einem Sekundär-Nennstrom von 5 A oder 1 A, in den Genauigkeitsklassen 1 bis 0,2S.

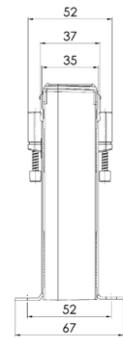
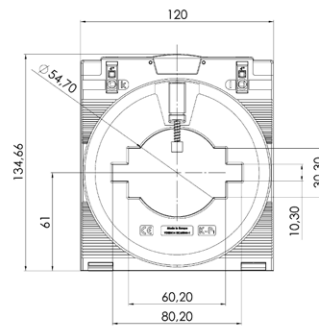
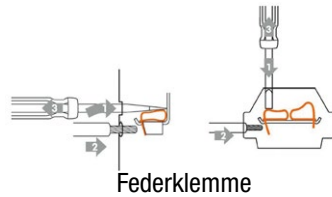
Abmessungen:

- Schiene 1: 63 x 10 mm
- Schiene 2: 50 x 30 mm
- Rundleiter: 43,7 mm
- Baubreite: 95 mm
- Bauhöhe: 114,86 mm
- Bautiefe gesamt: 52 mm

Technische Daten:

- Therm. Nenndauerstrom I_{cth} : $1,2 \times I_N$
- Therm. Nennkurzzeitstrom I_{th} : $60 \times I_N$, 1 Sek.
- Max. Betriebsspannung U_m : 1,20 kV
- Isolationsprüfspannung: 6 kV, U_{eff} , 50 Hz, 1 Min.
- **Blitzstoßspannung: 12kV, 1,2/50 μ s**
- Nenn-Frequenz: 50 /60 Hz
- Angewandte technische Normen: DIN EN 61869, Teil 1 + 2
- Oberschwingungsmessungen mit Bürde 0,2 VA – Sr pf1
- Messgenauigkeit bis 20 kHz: $\varepsilon \leq 2\% \mid \Delta\phi \leq 2^\circ @ 0,05-10 \text{ kHz}$
 $\varepsilon \leq 3\% \mid \Delta\phi \leq 3^\circ @ 10-20 \text{ kHz}$

XCTB 81.35



Aufsteck-Stromwandler für Primär-Nennströme von 400 A bis 2000 A mit einem Sekundär-Nennstrom von 5 A oder 1 A, in den Genauigkeitsklassen 1 bis 0,2S.

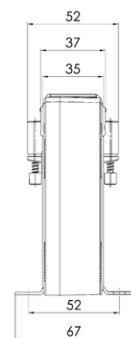
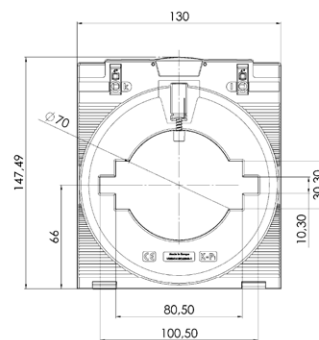
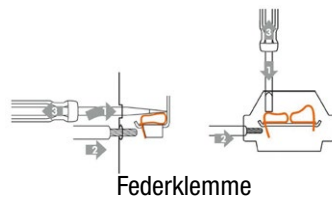
Abmessungen:

- Schiene 1: 80 x 10 mm
- Schiene 2: 60 x 30 mm
- Rundleiter: 54,7 mm
- Baubreite: 120 mm
- Bauhöhe: 134,66 mm
- Bautiefe gesamt: 52 mm

Technische Daten:

- Therm. Nenndauerstrom I_{cth} : $1,2 \times I_N$
- Therm. Nennkurzzeitstrom I_{th} : $60 \times I_N$, 1 Sek.
- Max. Betriebsspannung U_m : 1,20 kV
- Isolationsprüfspannung: 6 kV, U_{eff} , 50 Hz, 1 Min.
- **Blitzstoßspannung: 12kV, 1,2/50 μ s**
- Nenn-Frequenz: 50 /60 Hz
- Angewandte technische Normen: DIN EN 61869, Teil 1 + 2
- Oberschwingungsmessungen mit Bürde 0,2 VA – Sr pf1
- Messgenauigkeit bis 20 kHz: $\epsilon \leq 2\% \mid \Delta\phi \leq 2^\circ @ 0,05-10 \text{ kHz}$
 $\epsilon \leq 3\% \mid \Delta\phi \leq 3^\circ @ 10-20 \text{ kHz}$

XCTB 101.35



Aufsteck-Stromwandler für Primär-Nennströme von 125 A bis 1000 A mit einem Sekundär-Nennstrom von 5 A oder 1 A, in den Genauigkeitsklassen 1 bis 0,2S.

Abmessungen:

- Schiene 1: 100 x 10 mm
- Schiene 2: 80 x 30 mm
- Rundleiter: 70 mm
- Baubreite: 130 mm
- Bauhöhe: 147,49 mm
- Bautiefe gesamt: 52 mm

Technische Daten:

- Therm. Nenndauerstrom I_{cth} : $1,2 \times I_N$
- Therm. Nennkurzzeitstrom I_{th} : $60 \times I_N$, 1 Sek.
- Max. Betriebsspannung U_m : 1,20 kV
- Isolationsprüfspannung: 6 kV, U_{eff} , 50 Hz, 1 Min.
- **Blitzstoßspannung: 12kV, 1,2/50 μ s**
- Nenn-Frequenz: 50 /60 Hz
- Angewandte technische Normen: DIN EN 61869, Teil 1 + 2
- Oberschwingungsmessungen mit Bürde 0,2 VA – Sr pf1
- Messgenauigkeit bis 20 kHz: $\epsilon \leq 2\% \mid \Delta\phi \leq 2^\circ @ 0,05-10 \text{ kHz}$
 $\epsilon \leq 3\% \mid \Delta\phi \leq 3^\circ @ 10-20 \text{ kHz}$

klaus pötter

INGENIEURGESELLSCHAFT mbH

D-58093 Hagen • Rohrstr. 11 • Tel. +49 (0)2331/9557-50 • Fax -92

www.klauspoetter.com



info@klauspoetter.com