

BENNING CM 8 Digital-Stromzangen-Multimeter für die Leistungsmessung in ein- und dreiphasigen Netzen

Für die Leistungsanalyse in ein- und dreiphasigen Netzen bietet BENNING ein Digital-Stromzangen-Multimeter für Gleich- und Wechselstrommessung bis 600 A AC/ DC. Durch die gleichzeitige Erfassung der echten Effektivwerte (TRUE RMS) von Strom und Spannung ermittelt das BENNING CM 8 die Wirkleistung und den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ von einphasigen- und dreiphasigen Verbrauchern.



Originalgröße: max.
L x B: 235 mm x 85 mm

Die Messwertanzeige erfolgt über ein hintergrundbeleuchtetes LC-Display mit 6.000 Punkten Auflösung und 14 mm Ziffernhöhe.

Neben den Grundmessarten von Spannung (10 mV - 600 V AC/ DC), Strom (0,1 A - 600 A AC/DC), Widerstand (0,1 Ω - 20 M Ω), Frequenz (20 Hz - 4 kHz), Durchgangs- und Diodenprüfung verfügt das BENNING CM 8 über Zusatzfunktionen für Temperatur- (-50 $^{\circ}\text{C}$ - +1.000 $^{\circ}\text{C}$), Wirkleistungs- (1 W - 360 kW) und Leistungsfaktormessung $\cos \varphi$ (0,00 - 1,00).

Zur Messung von Einschaltströmen besitzt das BENNING CM 8 eine INRUSH-Funktion, die den Einschaltstrom von Motoren und

Beleuchtungsanlagen über eine Dauer von 100 ms erfasst und nach dem Einschaltvorgang gemittelt zur Anzeige bringt. Der Messvorgang wird durch das Einschalten des Verbrauchers automatisch gestartet. Einschaltströme von Motoren können das 6- bis 8-fache des üblichen Nennstroms betragen und sind oftmals der Grund für das Auslösen von vorgeschalteten Sicherungen oder der Überlastung von Schaltkontakten.

Das BENNING CM 8 verfügt über eine Einrichtung zur Prüfung der Drehfeldrichtung (Phasenfolge) eines Drehstromnetzes. Die zweipolige Prüfung erfolgt durch das Abtasten der Außenleiter über die am BENNING CM 8 angeschlossenen Messleitungen. Die Rechtsdrehfolge wird über die Symbolik „1.2.3“ und Pfeilrichtung „rechts“, die Linksdrehfolge über die Symbolik „3.2.1“ und Pfeilrichtung „links“ im LC-Display angezeigt.



BENNING CM 8
Leistungsmessung am Leistungsteil
eines DC/ AC-Umrichters

Leistungsmerkmale BENNING CM 8

Messfunktion

Spannung (TRUE-RMS)	10 mV - 600 V AC/DC
Strom (TRUE RMS)	0,1 A - 600 A AC/DC
Widerstand	0,1 Ω - 20 M Ω
Durchgang/ Diode	•/•
Wirkleistung	1 W - 360 kW
Leistungsfaktor $\cos \varphi$ (induktiv, kapazitiv)	0,00 - 1,00
Drehfeldprüfung	•
Temperatur	- 50 $^{\circ}\text{C}$ - + 1000 $^{\circ}\text{C}$
Max. Zangenöffnung	40 mm
INRUSH-Funktion (Einschaltstrom)	•
HOLD-Funktion (Messwert)	•
PEAK-Funktion (Spitzenwert)	•
MAX/ MIN-Funktion (Maximal/ Minimalwert)	•

Die Messbereichswahl erfolgt in allen Funktionsbereichen automatisch. Die deaktivierbare Auto-Power-Off-Funktion schaltet das Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 8 bei Nichtbenutzung nach ca. 10 Minuten selbstständig aus. Der Zustand einer entladenen Batterie wird über ein Batteriesymbol im LC-Display angezeigt. Ein erfasster Messwert kann über die HOLD-Taste gespeichert werden. Die PEAK- und die MAX/ MIN-Tastenfunktion ermöglicht die Speicherung von Spitzen-, Maximal- und Minimalwerte über die komplette Batterielebensdauer von über 50 Stunden.

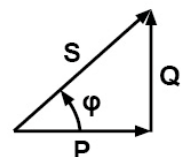
Zum Schutz vor Fehlbedienungen sind alle Messeingänge elektronisch gegen Überlast bis 600 V geschützt. Das Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 8 ist gemäß der Überspannungskategorie CAT III 600 V der Norm DIN VDE 0411-1 (IEC/EN 61010-1) spezifiziert. Die Lieferung erfolgt inklusive Kompakt-Schutztasche, 4 mm Sicherheitsmessleitungen, Drahttemperaturfühler und Batteriesatz.

Leistungsmessung im Wechselstromnetz

Bei der Betrachtung der Leistungsmessung im Wechselstromkreis müssen neben den rein ohmschen Widerständen (Wirkanteil) auch die kapazitiven und induktiven Komponenten (Blindanteil) der Verbraucher berücksichtigt werden. In der Praxis überwiegt in einem Stromversorgungsnetz oftmals der ohmsch-induktive Belastungsfall, da neben den Wirkwiderständen von z. B. Glühlampen und Heizkörpern auch induktive Widerstände von Motoren und Generatoren das Netz belasten.

Die als Scheinleistung S bezeichnete Gesamtleistung eines Wechselstromkreises setzt sich aus einer rein ohmschen Komponente (Wirkleistung P) und einer induktiven oder kapazitiven Komponente (Blindleistung Q) zusammen.

Der Blindanteil Q kommt durch die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung der Induktivität bzw. der Kapazität zustande. Zur besseren Unterscheidbarkeit der drei Leistungsarten werden die unterschiedlichen Einheiten VA, W und var verwendet.



S : Scheinleistung, $[S] = 1 \text{ VA}$, $S = U \cdot I$

P : Wirkleistung, $[P] = 1 \text{ W}$, $P = S \cdot \cos \varphi$

Q : Blindleistung, $[Q] = 1 \text{ var}$, $Q = S \cdot \sin \varphi$

Die Messung der Wirkleistung und des Leistungsfaktors $\cos \varphi$ erfolgt bei dem BENNING CM 8 über die gleichzeitige Erfassung von Strom und Spannung. Hierzu wird der einadrige, stromführende Leiter mit der Messzange umschlossen und die Spannung über die angeschlossenen Messleitungen den Eingangsbuchsen zugeführt. Das auf dem Stromzangenkopf befindliche „+“-Zeichen muss in

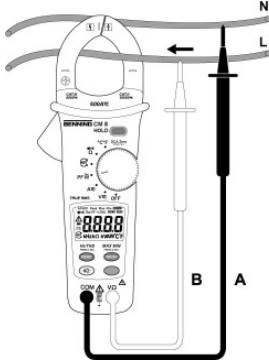


Bild: Verbraucher einphasig

Richtung zur Energiequelle zeigen.

Das BENNING CM 8 bestimmt die Wirkleistung eines Verbrauchers bis zu einer Nennleistung von 360 kW und einer Auflösung von 1 W. Falls der Energiefluss die Richtung (von der Last zur Energiequelle) wechselt, wird die Leistungsabgabe des Verbrauchers über ein Minus-Zeichen im LC-Display angezeigt.

Messung des Leistungsfaktors:

Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist als Verhältnis zwischen Wirkleistung P und Scheinleistung S definiert.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Je mehr der Leistungsfaktor gegen 1 geht, je größer ist der Teil der Scheinleistung der in die gewünschte Wirkleistung umgesetzt wird. Der Winkel φ versteht sich als Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung.

Um die Verluste an den Versorgungsleitungen der Energieversorger möglichst gering zu halten, wird versucht, den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ von Großverbraucher wie Motoren oder Generatoren auf annähernd $\cos \varphi \approx 1$ zu kompensieren. Da Kapazitäten im Wechselstromkreis ein genau entgegengesetztes Verhalten gegenüber Induktivitäten aufweisen, kann ein induktiver Verbraucher durch die Parallelschaltung von Kapazitäten kompensiert werden.

Eine häufige Forderung der Praxis ist neben der Leistungsfaktorbestimmung die jeweilige Belastungsart (induktiv oder kapazitiv) des Verbrauchers festzustellen. Bei dem Digital-Stromzangen-Multimeter BENNING CM 8 erfolgt die Umschaltung von der Wirkleistungsmessung zur Leistungsfaktormessung $\cos \varphi$ durch Betätigung der blauen Umschalttaste. Angezeigt wird der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ in einem Bereich von 0,00 bis 1,00, wobei das Vorzeichen eine Aussage über die Belastungsart des Verbrauchers liefert. Bei richtiger Polung und keinem Vorzeichen im LC-Display besteht eine induktive Last, bei einem Minus-Zeichen handelt es sich um eine kapazitive Last.

Leistungsmessung im Dreiphasennetz

An das Dreileiter- oder Vierleiternetz (mit Nullleiter) können dreiphasige Verbraucher sowohl im Stern als auch im Dreieck geschaltet werden. Belasten drei gleiche Widerstände, Spulen oder Kondensatoren das Netz, werden die Außenleiter gleichmäßig belastet und man spricht von einer symmetrischen oder auch gleichen Belastungsart. Werden die Außenleiter ungleich belastet, spricht man von einer unsymmetrischen (asymmetrischen) Belastung oder von einer Schiefast.

Mit den nachfolgenden Schaltungen kann die Wirkleistung P eines Verbrauchers im Drei- oder Vierleiternetz unabhängig von der Belastungsart gemessen werden.

Verbraucher dreiphasig ohne Nullleiter (gleiche oder ungleiche Belastung)

Die Aronschaltung ermittelt die Gesamtleistung P eines Verbrauchers ohne Nullleiter aus der Summe der Wirkleistung $P_1 + P_2$. $P_{ges} = P_1 + P_2$

Der Verbraucher kann sowohl im Stern als auch im Dreieck geschaltet sein. Mit der Aronschaltung wird immer die wahre Wirkleistung des Systems gemessen, unabhängig ob eine gleiche oder ungleiche Belastung vorliegt.

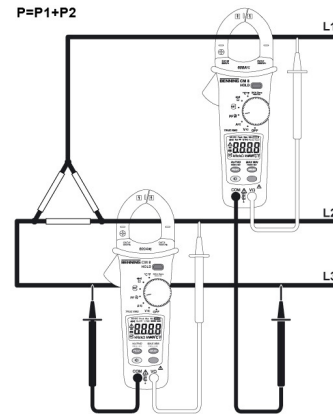


Bild: Aronschaltung, Verbraucher in Dreieckschaltung

Verbraucher dreiphasig mit Nullleiter (gleiche oder ungleiche Belastung)

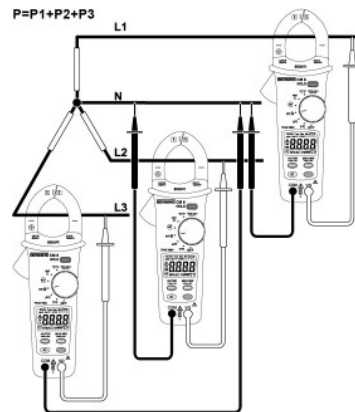


Bild: Verbraucher in Sternschaltung mit Nullleiter

Im Vierleiternetz ergibt sich die Gesamtleistung P aus der Summe der Wirkleistung pro Strang.

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Im Falle einer gleichen (symmetrischen) Belastung ist es ausreichend, die Wirkleistung eines Strangs zu messen und mit 3 zu multiplizieren um die gesamte Wirkleistung P zu erhalten.

$$P = P_1 \cdot 3$$