

3 kW Powermeter HM 8015

Handbuch / Manual / Manuel / Manual

Deutsch / English / Français / Español





English	18
Français	32
Español	46
Deutsch	
Konformitätserklärung	4
Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	5
3 kWLeistungsmessgerät HM8015	6
Technische Daten	7
Wichtige Hinweise	8
Sicherheit	8
Verwendete Symbole	8
Garantie und Reparatur	8
Servicehinweise und Wartung	9
Betriebsbedingungen	9
Inbetriebnahme des Moduls	9
Messgrundlagen	10
– Arithmetischer Mittelwert	10
– Gleichrichtwert	10
– Effektivwert	10
– Formfaktor	11
– Crestfaktor	11
– Formfaktoren	11
– Leistung	11
– Wirkleistung	11
– Blindleistung	12
– Scheinleistung	12
– Leistungsfaktor	13
Rechenbeispiel Leistungsfaktor	13
Gerätekonzept und Inbetriebnahme	14
Bedienungselemente HM8015	15
Messungen	16
Sicherheitshinweise	17



**KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD**

HAMEG®
Instruments

Hersteller / Manufacturer / Fabricant / Fabricante:
HAMEG Instruments GmbH · Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit
HAMEG Instruments GmbH certifica la conformidad para el producto

Bezeichnung / Product name / Leistungsmessgerät / Power-Meter
Designation / Descripción: Wattmètre / Medidor de Potencia

Typ / Type / Type / Tipo: HM8015

mit / with / avec / con: HM8001-2

Optionen / Options / Options / Opciones: –

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations /
avec les directives suivantes / con las siguientes directivas:

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE
Directiva EMC 89/336/CEE enmendada por 91/263/CEE, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE
Directiva de equipos de baja tensión 73/23/CEE enmendada por 93/68/EWG

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied /
Normes harmonisées utilisées / Normas armonizadas utilizadas:

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad:

EN 61010-1:2001 / IEC (CEI) 61010-1:2001
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension / Categoría de
sobretensión: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution / Nivel de polución: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /
Compatibilité électromagnétique / Compatibilidad electromagnética:

EN 61326-1/A1: Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class /
Classe / classe B. Störfestigkeit / Immunity / Imunitee / inmunidad: Tabelle / table / tableau / tabla A1.

EN 61000-3-2/A14: Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant
harmonique / emisión de corrientes armónicas: Klasse / Class / Classe / clase D.

EN 61000-3-3: Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker /
Fluctuations de tension et du flicker / fluctuaciones de tensión y flicker.

Datum /Date /Date / Date
27.01.2005

Unterschrift / Signature / Signatur / Signatura


G. Hübenett
Product Manager

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Messgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen wo unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.

Die am Messgerät notwendigerweise angeschlossenen Mess- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Messbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Messgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluss mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines geschlossen sein.

Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel sind die von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L geeignet.

2. Signalleitungen

Messleitungen zur Signalübertragung zwischen Messstelle und Messgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.

Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel - RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muss Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Geräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaues über die angeschlossenen Kabel und Leitungen zu Einspeisung unerwünschter Signalanteile in das Gerät kommen. Dies führt bei HAMEG Geräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung. Geringfügige Abweichungen der Anzeige – und Messwerte über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

HAMEG Instruments GmbH

3 kW Leistungsmessgerät HM8015



Grundgerät
HM8001-2



Grundgerät
HM8003



Adapter HZ815



Leistungsmessung bis 3 kW

Automatische Messbereichswahl, einfachste Bedienung

6 Messfunktionen

Anzeige des Leistungsfaktors

Frequenzbereich bis 1 kHz

Leistungsmessung auch bei DC

Grundgerät HM8001-2 oder HM8003 erforderlich



HM8015 LEISTUNGSMESSGERÄT**Technische Daten**

bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 min.

Spannung (TRMS AC + DC)

Bereiche:	50 V	150 V	300 V
Auflösung:	0,1 V	1 V	1 V
Genauigkeit:	±(0,6% + 5 dig.) von DC bis 1 kHz		
Eingangsimpedanz:	1 MΩ 100 pF		
Crestfaktor:	max. 3,5 am Bereichsende		

Strom (TRMS AC + DC)

Bereiche:	0,16 A	1,6 A	10 A
Auflösung:	1 mA	1 mA	10 mA
Genauigkeit:	±(0,6% + 5 dig.) von DC bis 1 kHz		
Eingangsimpedanz:	1 MΩ 100 pF		
Crestfaktor:	max. 4 am Bereichsende		
Eingangsschutz:	2 x 15 A Feinsicherung (FF) 6,3 x 32 mm		

Wirkleistung

Bereiche:	8 W	24 W	48 W
Auflösung:	1 mW	10 mW	10 mW
Bereiche:	80 W	240 W	480 W
Auflösung:	10 mW	0,1 W	0,1 W
Bereiche:	500 W	1500 W	3000 W
Auflösung:	0,1 W	1 W	1 W
Genauigkeit:	±(0,7% + 5 dig.) DC bis 1 kHz		

Blindleistung

Bereiche:	8 var	24 var	48 var
Auflösung:	10 mvar	100mvar	100 mvar
Bereiche:	80 var	240 var	480 var
Auflösung:	100 mvar	1 var	1 var
Bereiche:	500 var	1500 var	3000var
Auflösung:	1 var	10 var	10 var
Genauigkeit:	±(2,5% + 10dig. + 0.02 x Q) 20 Hz – 400 Hz (Q = Blindleistung)		

Scheinleistung

Bereiche:	8 VA	24 VA	48 VA
Auflösung:	1 mVA	10 mVA	10 mVA
Bereiche:	80 VA	240 VA	480 VA
Auflösung:	10 mVA	100 mVA	100 mVA
Bereiche:	500 VA	1500 VA	3000 VA
Auflösung:	100 mVA	1 VA	1 VA
Genauigkeit:	±(0,9% + 5 dig.) 20 Hz bis 1 kHz		

Leistungsfaktor

Anzeige:	0,00 bis 1,00
Genauigkeit:	±(2% + 3 dig.) 50 bis 60 Hz (Strom u. Spannung min. 1/10 des Bereiches)

Bedienung

Mess-Funktionen:	Spannung, Strom, Wirk-, Blind-, Schein-Leistung und Leistungsfaktor
Bereichswahl:	automatisch

Allgemeines:

Anzeige:	5stellige 7-Segment LED-Anzeige
Spannungsversorgung:	über HM8001-2
Leistungsaufnahme:	ca. 10 Watt
Umgebungstemperatur:	+10 °C bis +40 °C
zul. rel. Feuchte:	10% – 90% (ohne Kondensation) 5% – 95% RH
Abmessungen (BxHxT):	135 x 68 x 228 mm
Gewicht:	ca. 0,6 kg

Im Lieferumfang enthalten:

HM8015 Leistungsmessgerät, Betriebsanleitung

Optionales Zubehör:

HZ815 Schukodosenadapter

Wichtige Hinweise

HAMEG Module sind normalerweise nur in Verbindung mit dem Grundgerät HM8001-2 verwendbar. Für den Einbau in andere Systeme ist darauf zu achten, dass die Module nur mit den in den technischen Daten spezifizierten Versorgungsspannungen betrieben werden. Nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Den Bestimmungen der Schutzklasse I entsprechend sind alle Gehäuse- und Chassisteile mit dem Netzschutzleiter verbunden (für Module gilt dies nur in Verbindung mit dem Grundgerät). Modul und Grundgerät dürfen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontakt-Steckdosen betrieben werden. Das Auftrennen der Schutzkontaktverbindung innerhalb oder außerhalb der Einheit ist unzulässig. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern.

Diese Annahme ist berechtigt,

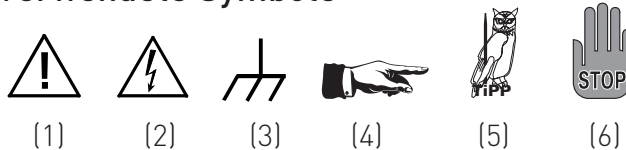
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen).

Beim Öffnen oder Schließen des Gehäuses muss das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein.

Wenn danach eine Messung oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf dies nur durch eine Fachkraft gesche-

hen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Verwendete Symbole



- (1) = Achtung - Bedienungsanleitung beachten
- (2) = Vorsicht Hochspannung
- (3) = Masseanschluss
- (4) = Hinweis - unbedingt beachten
- (5) = Tipp! - Interessante Info zur Anwendung
- (6) = Stop! - Gefahr für das Gerät

Garantie und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Bei Beanstandungen innerhalb der 2-jährigen Gewährleistungsfrist wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie Ihr HAMEG Produkt erworben haben. Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der Bundesrepublik Deutschland die Garantiereparatur auch direkt mit HAMEG abwickeln.

Für die Abwicklung von Reparaturen innerhalb der Gewährleistungsfrist gelten unsere Garantiebedingungen, die im Internet unter

<http://www.hameg.de>

eingesehen werden können.

Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen und Ersatzteile zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):

Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: <http://www.hameg.de> oder Fax eine RMA-Nummer an.

Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Vertrieb (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: vertrieb@hameg.de) bestellen.

Servicehinweise und Wartung

Verschiedene wichtige Eigenschaften der Messgeräte sollten in gewissen Zeitabständen genau überprüft werden. Dazu dienen die im Funktionstest des Manuals gegebenen Hinweise.

Löst man die beiden Schrauben am Gehäuse-Rückdeckel des Grundgerätes HM8001-2, kann der Gehäusemantel nach hinten abgezogen werden.

Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, dass sich der Gehäusemantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Front- und Rückdeckels schiebt. Durch Lösen der beiden Schrauben an der Modul-Rückseite, lassen sich beide Chassisdeckel entfernen. Beim späteren Schließen müssen die Führungsnuten richtig in das Frontchassis einrasten.

Betriebsbedingungen

Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebes reicht von +10 °C...+40 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -40 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Die Geräte sind zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Sie dürfen nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen. Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt sein.

Inbetriebnahme des Moduls

Vor Anschluss des Grundgerätes ist darauf zu achten, dass die auf der Rückseite eingestellte Netzspannung mit dem Anschlusswert des Netzes übereinstimmt. Die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluss HM8001-2 und dem Netzschutzleiter ist vor jeglichen anderen Verbindungen herzustellen (Netzstecker HM8001-2 also zuerst anschließen). Die Inbetriebnahme beschränkt sich dann im Wesentlichen auf das Einschleiben der Module. Diese können nach Belie-

ben in der rechten oder linken Einschuböffnung betrieben werden. Vor dem Einschleiben oder bei einem Modulwechsel ist das Grundgerät auszuschalten. Der rote Tastenkopf POWER (Mitte Frontrahmen HM8001-2) steht dann heraus, wobei ein kleiner Kreis (o) auf der oberen Tastenschmalseite sichtbar wird. Falls die auf der Rückseite befindlichen BNC-Buchsen nicht benutzt werden, sollte man evtl. angeschlossene BNC-Kabel aus Sicherheitsgründen entfernen. Zur sicheren Verbindung mit den Betriebsspannungen müssen die Module bis zum Anschlag eingeschoben werden. Solange dies nicht der Fall ist, besteht keine Schutzleiterverbindung zum Gehäuse des Moduls (Büschelstecker oberhalb der Steckerleiste im Grundgerät). In diesem Fall darf kein Mess-Signal an die Buchsen des Moduls gelegt werden.

Allgemein gilt: Vor dem Anlegen des Mess-Signales muss das Modul eingeschaltet und funktionsstüchtig sein. Ist ein Fehler am Messgerät erkennbar, dürfen keine weiteren Messungen durchgeführt werden. Vor dem Ausschalten des Moduls oder bei einem Modulwechsel ist vorher das Gerät vom Messkreis zu trennen.



Das Auftrennen der Schutzkontaktverbindung innerhalb oder außerhalb des Gerätes ist unzulässig!

Beim Anlegen von berührungsgefährlichen Spannungen an die Eingangsbuchsen INPUT müssen alle diesbezüglichen Sicherheitsvorschriften beachtet werden!

Gleichspannung ist erdfrei zu machen!

Wechselspannung ist mit einem Schutztrentrafo erdfrei zu machen!

Vor dem Abziehen der Sicherheitsstecker an INPUT ist sicherzustellen, dass diese spannungsfrei sind. Ansonsten besteht Unfallgefahr, im schlimmsten Fall Lebensgefahr!

Werden Geräte der Schutzklasse I an OUTPUT angeschlossen, ist der Schutzleiter PE am Prüfling separat anzuschließen. Wird dies nicht beachtet, besteht Lebensgefahr!

Das Gerät darf nur von Fachpersonal geöffnet werden. Zuvor ist es spannungsfrei zu schalten!

Messgrundlagen

Verwendete Abkürzungen und Zeichen

W	Wirkleistung	P
VA	Scheinleistung	S
var	Blindleistung	Q
u(t)	Spannung Momentanwert	
u ² (t)	Spannung quadratischer Mittelwert	
\bar{u}	Spannung Gleichrichtwert	
U _{eff}	Spannung Effektivwert	
\hat{u}	Spannung Spitzenwert	
I _{eff}	Strom Effektivwert	
\hat{i}	Strom Spitzenwert	
φ	Phasenverschiebung (Phi) zwischen U und I	
cos φ	Leistungsfaktor bei sinusförmigen Größen	
PF	Leistungsfaktor (power factor) bei nichtsinusförmigen Größen	

Arithmetischer Mittelwert

$$\bar{x}_{(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)} \cdot dt$$

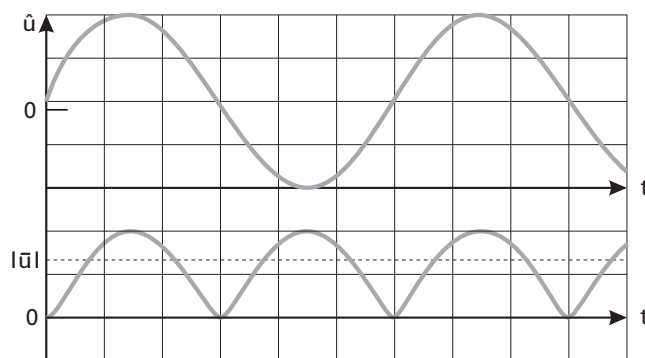
Der arithmetische Mittelwert eines periodischen Signals ist der gemittelte Wert aller Funktionswerte, die innerhalb einer Periode T vorkommen. Der Mittelwert eines Signals entspricht dem Gleichanteil.

- Ist der Mittelwert = 0, liegt ein reines Wechselsignal vor.
- Für Gleichgrößen ist der Mittelwert = Augenblickswert.
- Für Mischsignale entspricht der Mittelwert dem Gleichanteil

Gleichrichtwert

$$|\bar{x}| = \frac{1}{T} \int_0^T |x_{(t)}| dt$$

Der Gleichrichtwert ist das arithmetische Mittel der Beträge der Augenblickswerte. Die Beträge der Augenblickswerte ergeben sich durch Gleichrichtung des Signals. Der Gleichrichtwert wird berechnet durch das Integral über eine Periode von Beträgen der Spannungs- oder Stromwerte.



Bei einer sinusförmigen Wechselspannung $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ ist der Gleichrichtwert das $2/\pi$ -fache (0,637fache) des Scheitelwertes.

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \int_0^T \hat{u} \sin \omega t dt = \frac{2}{\pi} \hat{u} = 0,637 \hat{u}$$

Effektivwert

Der quadratische Mittelwert $x^2(t)$ eines Signals entspricht dem Mittelwert des quadrierten Signals.

$$\bar{x}_{(t)}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt$$

Wird aus dem quadratischen Mittelwert die Wurzel gezogen, ergibt sich der Effektivwert des Signals x_{eff}

$$x_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt}$$

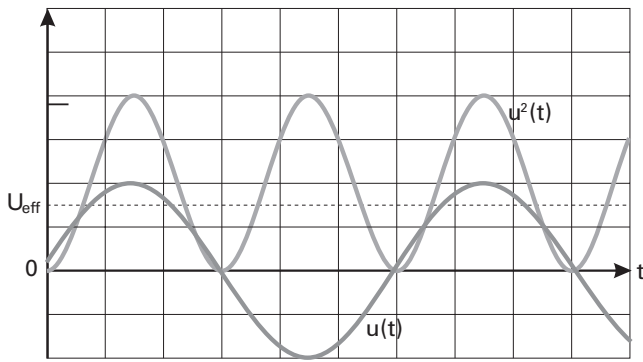
Bei Wechselspannungssignalen möchte man wie bei Gleichspannungssignalen die selben Formeln zur Berechnung von Widerstand, Leistung, etc verwenden. Wegen der wechselnden Momentangrößen wird der Effektivwert (engl. „RMS“ – Root Mean Square) definiert. Der Effektivwert eines Wechselsignals erzeugt den selben Effekt wie ein entsprechend großes Gleichsignal.

Beispiel:

Eine Glühlampe, versorgt mit einer Wechselspannung von 230 V_{eff}, nimmt die gleiche Leistung auf und leuchtet genauso hell, wie eine Glühlampe versorgt mit einer Gleichspannung von 230V-.

Bei einer sinusförmigen Wechselspannung $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ ist der Effektivwert das $1/\sqrt{2}$ -fache (0,707-fache) des Scheitelwertes.

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (\hat{u} \sin \omega t)^2 dt} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0,707 \hat{u}$$



Formfaktor

Wird der vom Messgerät ermittelte Gleichrichtwert mit dem Formfaktor des Mess-Signals multipliziert, ergibt sich der Effektivwert des Signals. Der Formfaktor eines Signals ermittelt sich nach folgender Formel:

$$F = \frac{U_{\text{eff}}}{|\bar{u}|} = \frac{\text{Effektivwert}}{\text{Gleichrichtwert}}$$



Bei reinen sinusförmigen Wechselgrößen beträgt der Formfaktor:

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$$

Crestfaktor

Der Crestfaktor (auch Scheitelfaktor genannt) beschreibt, um welchen Faktor die Amplitude (Spitzenwert) eines Signals größer ist als der Effektivwert. Er ist wichtig bei der Messung von impulsförmigen Größen.

$$C = \frac{\hat{u}}{U_{\text{eff}}} = \frac{\text{Spitzenwert}}{\text{Effektivwert}}$$



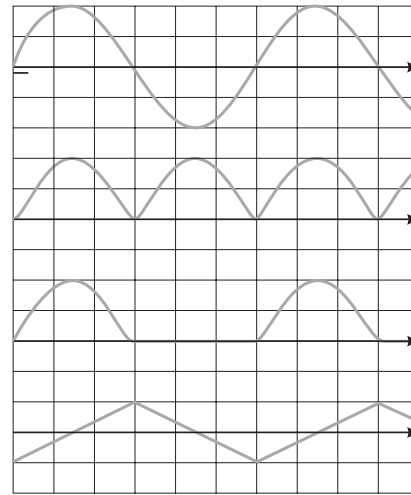
Bei reinen sinusförmigen Wechselgrößen beträgt das Verhältnis:

$$\sqrt{2} = 1,414$$

Wird bei einem Messgerät der maximal zulässige Crestfaktor überschritten, sind die ermittelten Messwerte ungenau, da das Messgerät übersteuert wird.

Die Genauigkeit des berechneten Effektivwertes ist abhängig vom Crestfaktor und verschlechtert sich mit höherem Crestfaktor des Messsignals. Die Angabe des maximal zulässigen Crestfaktors (techn. Daten) bezieht sich auf das Messbereichende. Wird nur ein Teil des Messbereiches genutzt (z.B. 230 V im 500 V Bereich), darf der Crestfaktor größer sein.

Formfaktoren



C	F
$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$
$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$
2	$\frac{\pi}{2} = 1,57$
$\sqrt{3}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1,15$

C = Crestfaktor / F = Formfaktor

Leistung

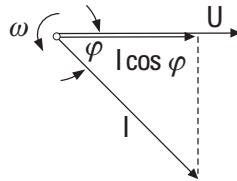
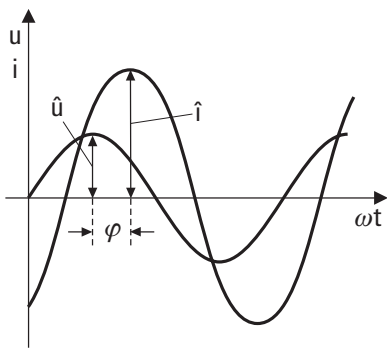
Die Leistung von Gleichgrößen (Gleichstrom, Gleichspannung) ist das Produkt von Strom und Spannung.

Bei der Wechselstromleistung muss zusätzlich zu Strom und Spannung auch die Kurvenform und die Phasenlage berücksichtigt werden. Bei sinusförmigen Wechselgrößen (Strom, Spannung) und bekannter Phasenverschiebung, lässt sich die Leistung leicht berechnen. Schwieriger wird es, wenn es sich um nichtsinusförmige Wechselgrößen handelt.

Mit dem Leistungsmessgerät lässt sich der Mittelwert der augenblicklichen Leistung unabhängig von der Kurvenform messen. Voraussetzung hierfür ist, dass die bezüglich Crestfaktor und Frequenz spezifizierten Grenzen nicht überschritten werden.

Wirkleistung (Einheit Watt, Kurzzeichen P) Induktivitäten oder Kapazitäten der Quelle führen zu Phasenverschiebungen zwischen Strom und Spannung; das gilt auch für Lasten mit induktiven bzw. kapazitiven Anteilen. Betrifft es die Quelle und die Last, erfolgt eine gegenseitige Beeinflussung. Die Wirkleistung errechnet sich aus der effektiven Spannung und dem Wirkstrom. Im Zeigerdiagramm ist der Wirkstrom die Stromkomponente mit der selben Richtung wie die Spannung.

Wenn: P = Wirkleistung
 U_{eff} = Spannung Effektivwert
 I_{eff} = Strom Effektivwert
 φ = Phasenverschiebung zwischen U und I



ergibt sich für die Wirkleistung

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos \varphi$$

Der Ausdruck $\cos \varphi$ wird als Leistungsfaktor bezeichnet.



Die Momentanleistung ist die Leistung zum Zeitpunkt (t) und errechnet sich aus dem Produkt des Stromes und der Spannung zum Zeitpunkt (t).

$$p(t) = i(t) \cdot u(t)$$

bei Sinus gilt:

$$p(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) \cdot \hat{i} \sin \omega t$$

Die effektive Leistung, die sogenannte Wirkleistung, ist der zeitliche arithmetische Mittelwert der Momentanleistung. Wird über eine Periodendauer integriert und durch die Periodendauer dividiert, ergibt sich die Formel für die Wirkleistung.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \hat{i} \sin \omega t \cdot \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) dt$$

$$= \frac{\hat{i} \cdot \hat{u} \cdot \cos \varphi}{2}$$

$$= U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos \varphi$$

Das Maximum des Leistungsfaktors $\cos \varphi = 1$ ergibt sich bei einer Phasenverschiebung von $\varphi = 0^\circ$. Diese wird nur in einem Wechselstromkreis ohne Blindwiderstand erreicht. In einem Wechselstromkreis mit einem idealen Blindwiderstand beträgt die Phasenverschiebung $\varphi = 90^\circ$. Der Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0$. Der Wechselstrom bewirkt dann keine Wirkleistung.

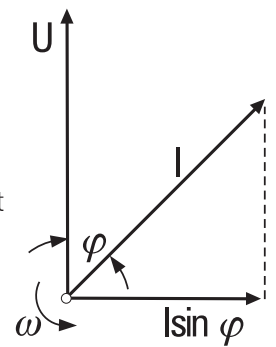


Blindleistung (Einheit var, Kurzzeichen Q)

Die Blindleistung errechnet sich aus der effektiven Spannung und dem Blindstrom. Im Zeigerdiagramm ist der Blindstrom die Strom-

komponente senkrecht zur Spannung.
(var = Volt Ampere réactif)
Wenn:

- Q = Blindleistung
- U_{eff} = Spannung Effektivwert
- I_{eff} = Strom Effektivwert
- φ = Phasenverschiebung zwischen U und I



ergibt sich für die Blindleistung

$$Q = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \sin \varphi$$

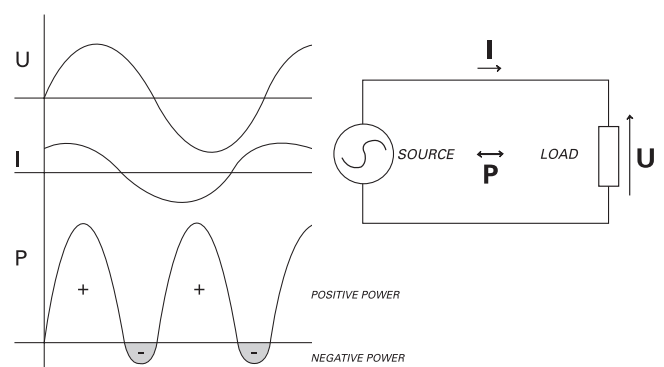
Blindströme belasten das Stromversorgungsnetz. Um die Blindleistung zu senken, muss der Phasenwinkel φ verkleinert werden. Da Transformatoren, Motoren, etc. das Stromversorgungsnetz induktiv belasten, werden zusätzliche kapazitive Widerstände (Kondensatoren) zugeschaltet. Diese kompensieren den induktiven Blindstrom.



Beispiel für Leistung mit Blindanteil

Bei Gleichgrößen sind Augenblickswerte von Strom und Spannung zeitlich konstant. Folglich ist auch die Leistung konstant.

Im Gegensatz dazu folgt der Augenblickswert von Misch- und Wechselgrößen zeitlichen Änderungen nach Betrag (Höhe) und Vorzeichen (Polarität). Ohne Phasenverschiebung liegt immer die gleiche Polarität von Strom und Spannung vor. Das Produkt von Strom x Spannung ist immer positiv und die Leistung wird an der Last vollständig in Energie umgewandelt. Ist im Wechselstromkreis ein Blindanteil vorhanden, ergibt sich eine Phasenverschiebung von Strom und Spannung. Während der Augenblickswerte, in denen das Produkt von Strom und Spannung negativ ist, nimmt die Last (induktiv oder kapazitiv) keine Leistung auf. Dennoch belastet diese sogenannte Blindleistung das Netz.

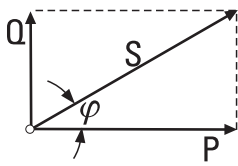


Scheinleistung

(Einheit Voltampere, Kurzzeichen VA)
 Werden die in einem Wechselstromkreis gemessenen Werte von Spannung und Strom multipliziert, ergibt das stets die Scheinleistung. Die Scheinleistung ist die geometrische Summe von Wirkleistung und Blindleistung.

Wenn:

- S = Scheinleistung
- P = Wirkleistung
- Q = Blindleistung
- U_{eff} = Spannung Effektivwert
- I_{eff} = Strom Effektivwert



ergibt sich für die Scheinleistung:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

Leistungsfaktor

Der Leistungsfaktor PF (power factor) errechnet sich nach der Formel:

$$PF = \frac{P}{S}$$

- PF = Leistungsfaktor
- S = Scheinleistung
- P = Wirkleistung
- \hat{u} = Spannung Spitzenwert
- \hat{i} = Strom Spitzenwert



Nur für sinusförmige Ströme und Spannungen gilt:
 $PF = \cos \varphi$

Ist zum Beispiel der Strom rechteckförmig und die Spannung sinusförmig, errechnet sich der Leistungsfaktor aus dem Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung. Auch hier lässt sich eine Blindleistung bestimmen. Aufgrund dessen, dass der Strom eine andere Kurvenform besitzt als die Spannung, nennt man diese Blindleistung auch Verzerrungsblindleistung.

$$\hat{u} = 325,00 \text{ V}; \quad \hat{i} = 12,25 \text{ A}$$

(vgl. nebenstehende Zeichnung)

Rechenbeispiel Leistungsfaktor

Der Effektivwert der Spannung beträgt:

$$U_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{325,00 \text{ V}}{\sqrt{2}} \approx 229,8 \text{ V}$$

Der Effektivwert des Stromes ergibt sich aus:

$$\begin{aligned} I_{\text{eff}} &= \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 \cdot d\varphi} \\ &= \sqrt{\frac{\hat{i}^2}{2\pi} \cdot \left[\left(\pi - \frac{\pi}{3} \right) + \left(2\pi - \frac{4\pi}{3} \right) \right]} \\ &= \sqrt{\hat{i}^2 \cdot \frac{2}{3}} = \hat{i} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \\ I_{\text{eff}} &= 12,25 \text{ A} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = 10,00 \text{ A} \end{aligned}$$

Die Scheinleistung S entspricht:

$$S = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 230 \text{ V} \cdot 10,0 \text{ A} = 2300 \text{ VA}$$

Die Wirkleistung errechnet sich aus:

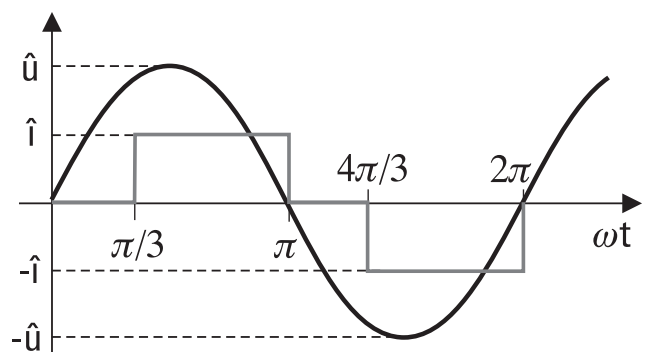
$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \hat{u} \cdot \hat{i} \sin \varphi \cdot d\varphi = \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[-\cos \varphi \right]_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \\ &= \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[(-(-1)) - (-0,5) \right] = \frac{1,5}{\pi} \cdot \hat{u} \cdot \hat{i} \\ &= \frac{1,5}{\pi} \cdot 325 \text{ V} \cdot 12,25 \text{ A} = 1900 \text{ W} \end{aligned}$$

Der Leistungsfaktor PF berechnet sich aus:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{1900 \text{ W}}{2300 \text{ VA}} = 0,826$$

Strom und Spannung sind in unserem Beispiel nicht phasenverschoben. Dennoch muss es eine Blindleistung geben, da die Scheinleistung größer als die Wirkleistung ist. Da der Strom eine andere Kurvenform als die Spannung besitzt, spricht man davon, dass der Strom gegenüber der Spannung „verzerrt“ ist. Deshalb heißt diese Art von Blindleistung auch „Verzerrungsblindleistung“.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(2300 \text{ VA})^2 - (1900 \text{ W})^2} = 1296 \text{ var}$$



Gerätekonzept und Inbetriebnahme

Gerätekonzept

Das HM8015 misst je einmal die Spannung mit einem Echteffektivwertwandler und den Strom mit einem Echteffektivwertwandler. Die Momentanleistung wird mit einem Analogmultiplizierer ermittelt. Die Spannung und der Strom zum Zeitpunkt (t) werden gemessen und multipliziert. Die Wirkleistung wird dann durch Integration der Momentanleistung über eine Periode T gebildet. Alle weiteren Werte werden berechnet.

Die Scheinleistung S ergibt sich durch die Multiplikation der gemessenen Effektivspannung mit dem Effektivstrom.

$$S = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

Die Blindleistung berechnet sich aus der Quadratwurzel von Scheinleistung minus Wirkleistung.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Der Leistungsfaktor PF wird aus dem Quotienten von Wirkleistung und Scheinleistung berechnet. Dies hat den Vorteil, dass der „richtige“ Leistungsfaktor angezeigt wird. Würde über eine Phasenwinkelmessung der $\cos\varphi$ bestimmt, ist der angezeigte Wert des Leistungsfaktors bei verzerrten Signalen falsch. Dies ist der Fall bei Schaltnetzteilen, Phasenanschnittsteuerungen, Gleichrichterschaltungen, etc.

Inbetriebnahme



**Achtung -
Bedienungsanleitung beachten**

Beachten Sie bitte besonders bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes folgende Punkte:

- Der Netzspannungsumschalter am Grundgerät HM8001-2 ist auf die verfügbare Netzspannung eingestellt und die richtigen Sicherungen befinden sich im Sicherungshalter des Kaltgeräteeinbausteckers .
- Vorschriftsmäßiger Anschluss an Schutzkontaktsteckdose oder Schutz-Trenn-

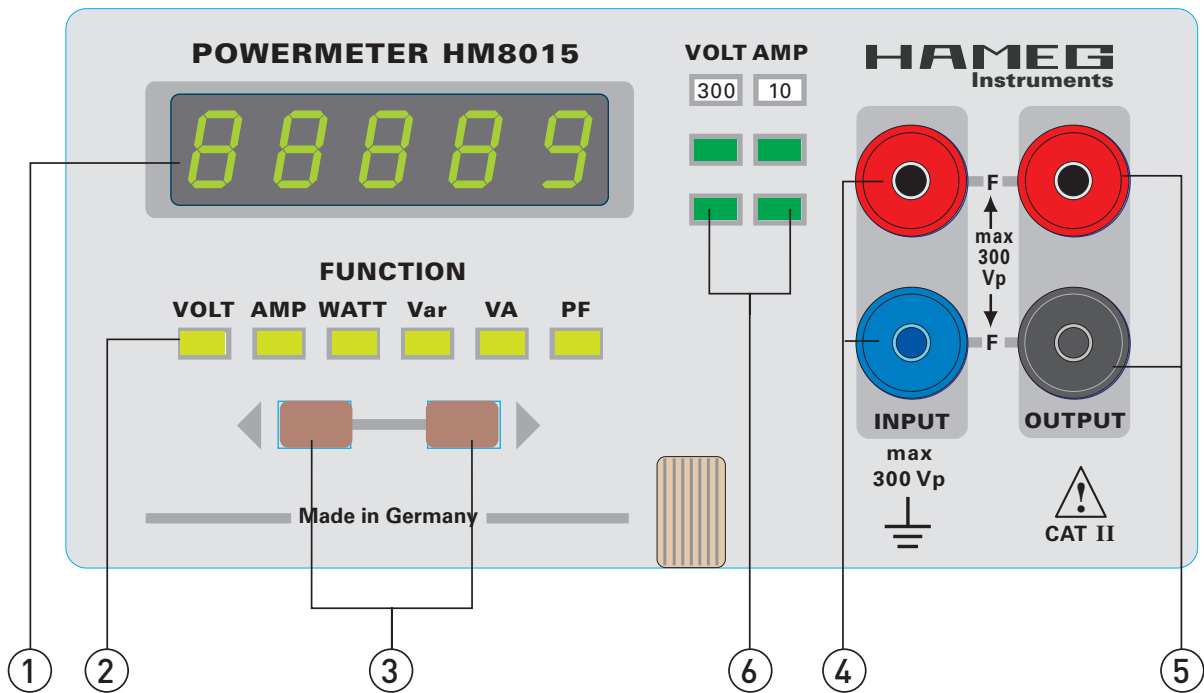
- transformatoren der Schutzklasse 2
- Keine sichtbaren Beschädigungen am Gerät
- Keine Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Keine losen Teile im Gerät

Einschalten des HM8015

Nach dem Einschalten erscheint der Gerätetyp „HM8015“ und dann die Versionsnummer der Firmware (z.B. „1.01) auf dem Display. Das Gerät schaltet in den Modus „Wirkleistung“, die LED „WATT“ ② leuchtet. Anschließend wechselt das Gerät in den kleinstmöglichen Strom- bzw. Spannungsbereich, d.h. wenn kein Signal an den INPUT – Buchsen anliegt, in den kleinsten Messbereich.



Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise auf Seite 17!



Bedienungselemente HM8015

① Anzeige (7-Segment LEDs)

Die digitale Messwertanzeige gibt den Messwert mit einer Auflösung von 5 Stellen wieder. Der Messwert wird komma- und vorzeichenrichtig angezeigt.

② FUNCTION - LEDs

Die LEDs zeigen die aktuelle Messfunktion an. Die Auswahl erfolgt mit den Drucktasen ◀ und ▶ ③

③ ◀ und ▶

Drucktasten zur Auswahl der Messfunktion (VOLT, AMP, WATT, Var, VA, PF). Die aktuelle Messfunktion wird mit den FUNCTION-LEDs ② angezeigt.

④ INPUT

⑤ OUTPUT

Eingangs- und Ausgangsbuchsen (4mm Sicherheitsbuchse)

Der Messkreis des Powermeters ist nicht mit Erde (Schutzleiter, PE) verbunden! Die beiden linken Buchsen sind mit INPUT gekennzeichnet und werden mit der Stromversorgung für den Prüfling verbunden. Der Prüfling selbst wird an die beiden rechten Buchsen OUTPUT angeschlossen.

Der Messwiderstand wird durch zwei nicht von außen zugänglichen Sicherungen geschützt.

⑥ Bereichs-LEDs

Bereichsindikatoren für Spannung VOLT (50 V, 150 V und 300 V) und Strom (0.16 A, 1.6 A und 10 A). Die Bereichswahl erfolgt automatisch.

Messungen

Mit dem HM8015 sind die folgenden Messungen möglich:

Spannung VOLT

Der Effektivwert der am Messkreis anliegenden Spannung wird mit einem Echtwerteffektivwandler gemessen und im Display ① angezeigt. Die Bereichswahl erfolgt automatisch, der Messbereich wird von den Bereichsindikatoren ⑥ angezeigt.

Strom AMP

Der Effektivwert des im Messkreis fließenden Stroms wird mit einem Echtwerteffektivwandler gemessen und im Display ① angezeigt. Die Bereichswahl erfolgt automatisch, der Messbereich wird von den Bereichsindikatoren ⑥ angezeigt.

Wirkleistung WATT

Messung der Wirkleistung P , die sich aus Integration der Momentanleistung (Produkt aus Momentanwert der Spannung und des Stroms) über eine Periode und Division durch die Periodendauer T errechnet. Die Bereichswahl erfolgt automatisch, der jeweilige Messbereich von Strom und Spannung wird von den Bereichsindikatoren ⑥ angezeigt.

Blindleistung Var

Messung der Blindleistung Q , die sich aus der effektiven Spannung und dem Wirkstrom errechnet. Die Blindleistung wird sowohl bei kapazitiven Lasten als auch bei induktiven Lasten als positiver Wert (ohne Vorzeichen) angezeigt. Die Bereichswahl erfolgt automatisch, der jeweilige Messbereich von Strom und Spannung wird von den Bereichsindikatoren ⑥ angezeigt.

Die Blindleistungsanzeige zeigt auch dann korrekte Werte an, wenn Strom und Spannung nicht sinusförmig sind. Da die Scheinleistung ($U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$) und die Wirkleistung (arithmetischer Mittelwert von $u(t) \times i(t)$) unabhängig von der Kurvenform sind, kann die Blindleistung aus diesen Messwerten errechnet werden.



Scheinleistung V_A

Messung der Scheinleistung V_A , die sich aus der Multiplikation der im Wechselstromkreis gemessenen Effektivwerte von Strom und Spannung errechnet. Die Scheinleistung ist die geometrische Summe aus Blind- und Wirkleistung. Die Bereichswahl erfolgt automatisch, der jeweilige Messbereich von Strom und Spannung wird von den Bereichsindikatoren ⑥ angezeigt.

Leistungsfaktor PF

Mit dieser Messfunktion wird der Leistungsfaktor PF (engl.: power factor) gemessen. Mit dem Aufruf dieser Funktion leuchtet die zugeordnete LED PF ② und das Display ① zeigt das Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung an.

Die Bereichswahl erfolgt automatisch, der jeweilige Messbereich von Strom und Spannung wird von den Bereichsindikatoren ⑥ angezeigt.

Mit dem Powermeter lässt sich der Mittelwert der augenblicklichen Leistung unabhängig von der Kurvenform messen. Voraussetzung hierfür ist, dass die bezüglich Crestfaktor und Frequenz spezifizierten Grenzen nicht überschritten werden.



Nur bei Wechselgrößen mit ausreichend großem Effektivwert von Strom und Spannung wird ein Wert für PF angezeigt. Liegt Gleichstrom/Gleichspannung vor oder sind die Effektivwerte von Strom und Spannung $< 1/10$ des Messbereichs werden 4 waagrechte Striche angezeigt.



Für echte sinusförmige Verläufe der Messgrößen Strom und Spannung kann man mit dem Leistungsfaktor PF auch die Phasenverschiebung φ bestimmen.

Für sinusförmige Ströme und Spannungen gilt: $PF = \cos \varphi$

Sind Strom und/oder Spannung verzerrt, gilt diese Beziehung nicht, da die Verzerrungsblindleistung zu berücksichtigen ist.

Sicherheitshinweise

Bitte beachten Sie nachfolgend aufgeführte Sicherheitshinweise!



Beim Anlegen von berührungsfährlichen Spannungen an die Eingangsbuchsen INPUT ④ müssen alle diesbezüglichen Sicherheitsvorschriften beachtet werden!

Gleichspannung ist erdfrei zu machen!
Wechselspannung ist mit einem Schutztrenntrafo erdfrei zu machen!



Achtung!
Spannungen, die einen der folgenden Werte überschreiten, werden als berührungsfährlich angesehen:

1. 30 Volt Effektivwert
2. 42,4 Volt Spitzenwert
3. 60 Volt Gleichspannung

Das Anlegen höherer Spannungen darf nur durch Fachkräfte erfolgen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut sind!

Die diesbezüglichen Sicherheitsvorschriften sind unbedingt zu beachten!



Vor dem Abziehen der Sicherheitsstecker an INPUT ④ ist sicherzustellen dass diese spannungsfrei sind. Ansonsten besteht Unfallgefahr, im schlimmsten Fall Lebensgefahr!

Werden Geräte der Schutzklasse I an OUTPUT ⑤ angeschlossen und ohne Trenntrafo versorgt, ist der Schutzleiter PE am Prüfling separat anzuschließen. Wird dies nicht beachtet, besteht Lebensgefahr!



Die Sicherheitsstecker können durch hohe Ströme heiß werden!



Die zwischen den beiden INPUT-Buchsen maximal zulässige Spannung beträgt 300 Volt. Bezogen auf das Bezugspotential des Gerätes (Masseanschluss = Schutzleiteranschluss PE), darf an keiner der beiden INPUT-Buchsen der Spitzenwert der Spannung größer als 500 V sein.



Die beiden oberen Buchsen (rot) sind galvanisch miteinander verbunden (0 Ω). Zwischen den beiden oberen Buchsen darf deshalb keine Spannung angelegt werden (Kurzschlussgefahr)!

Der Messwiderstand befindet sich im Gerät zwischen den unteren Buchsen (blau, schwarz). Auch zwischen diesen Buchsen darf keine Spannung angelegt werden (Kurzschlussgefahr)!

Messkreissicherung

Der Messkreis des HM8015 ist durch 2 Sicherungen geschützt. Diese Messkreissicherungen sind nicht von außen zugänglich. Ein Auswechseln durch den Kunden ist nicht vorgesehen. Sollte eine dieser Sicherungen ausfallen, liegt ein Reparaturfall vor.

General information regarding the CE marking

HAMEG instruments fulfill the regulations of the EMC directive. The conformity test made by HAMEG is based on the actual generic and product standards. In cases where different limit values are applicable, HAMEG applies the strictest standard. For emission the limits for residential, commercial and light industry are applied. Regarding the immunity (susceptibility) the limits for industrial environment have been used.

The measuring and data lines of the instrument have much influence on emission and immunity and therefore on meeting the acceptance limits. For different applications the lines and/or cables used may be different. For measurement operation the following hints and conditions regarding emission and immunity should be observed:

1. Data cables

For the connection between instruments resp. their interfaces and external devices, (computer, printer etc.) sufficiently screened cables must be used.

Maximum cable length of data lines must not exceed 3 m. The manual may specify shorter lengths. If several interface connectors are provided only one of them may be used at any time.

Basically interconnections must have a double screening. For IEEE-bus purposes the double screened cables HZ72S and HZ72L from HAMEG are suitable.

2. Signal cables

Basically test leads for signal interconnection between test point and instrument should be as short as possible. Without instruction in the manual for a shorter length, signal lines must be less than 3 meters long.

Signal lines must be screened (coaxial cable - RG58/U). A proper ground connection is required. In combination with signal generators double screened cables (RG223/U, RG214/U) must be used.

3. Influence on measuring instruments.

In the presence of strong high frequency electric or magnetic fields, even with careful setup of the measuring equipment an influence can not be excluded.

This will not cause damage or put the instrument out of operation. Small deviations of the measuring value (reading) exceeding the instrument's specifications may result from such conditions in some cases.

HAMEG GmbH

Deutsch	3
Français	32
Español	46
English	
General information regarding CE-marking	18
3 kW Powermeter HM8015	20
Specifications	21
Important hints	22
Safety	22
Used symbols	22
Operating conditions	22
Warranty and repair	22
Maintenance	23
Operation of the module	23
Basic of Power Measurement	24
Arithmetic mean value	24
Rectified mean value	24
Root-Mean-Square value	24
Form factor	25
Crest factor	25
Power	25
– Active true power	25
– Reactive power	26
– Apparent power	26
– Power factor	27
Concept and Introduction	28
Control elements	29
Measurements	30
Safety instructions	30
Français	32

3 kW Powermeter HM8015



Mainframe
HM8001-2



Mainframe
HM8003



Adapter HZ815



Power measurement up to 3 kW

Automatic range selection, easy operation

6 measurement functions

Display of power factor

Frequency range up to 1 kHz

AC and DC power measurement

Mainframe HM8001-2 or HM8003 required for operation



HM8015 Powermeter SPECIFICATIONS

Valid at 23 degrees C° after a 30 minute warm-up

Voltage (TRMS AC + DC)

Ranges:	50 V	150 V	300 V
Resolution:	0,1 V	1 V	1 V
Accuracy:	±(0.6% + 5 dig.) from DC to 1 kHz		
Input impedance:	1 MΩ 100 pF		
Crest factor:	max. 3.5 at full scale		

Current (TRMS AC + DC)

Ranges:	0.16 A	1.6 A	10 A
Resolution:	1 mA	1 mA	10 mA
Accuracy:	±(0.6% + 5 dig.) from DC to 1 kHz		
Input impedance:	1 MΩ 100 pF		
Crest factor:	max. 4 at full scale		
Input safety:	2 x 15 A Fuse (FF) 6.3 x 32 mm		

Active power

Ranges:	8 W	24 W	48 W
Resolution:	1 mW	10 mW	10 mW
Ranges:	80 W	240 W	480 W
Resolution:	10 mW	0.1 W	0,1 W
Ranges:	500 W	1500 W	3000 W
Resolution:	0,1 W	1 W	1 W
Accuracy:	±(0.7% + 5 dig.) DC to 1 kHz		

Reactive power

Ranges:	8 var	24 var	48 var
Resolution:	10 mvar	100 mvar	100 mvar
Ranges:	80 var	240 var	480 var
Resolution:	100 mvar	1 var	1 var
Ranges:	500 var	1500 var	3000 var
Accuracy:	±(2.5% + 10dig. + 0.02 x Q 20 Hz – 400 Hz (Q = reactive power)		

Apparent Power

Ranges:	8 VA	24 VA	48 VA
Resolution:	1 mVA	10 mVA	10 mVA
Ranges:	80 VA	240 VA	480 VA
Resolution:	10 mVA	100 mVA	100 mVA
Ranges:	500 VA	1500 VA	3000 VA
Resolution:	100 mVA	1 VA	1VA
Accuracy:	±(0.9% + 5 dig.) 20 Hz to 1 kHz		

Power factor

Display:	0.00 to 1.00
Accuracy:	±(2% + 3 dig.) 50 to 60 Hz (current and voltage min. 1/10 of the range)

Functions

Functions:	Voltage, current, active power, reactive power, apparent power, power factor
Range selection:	automatic

Miscellaneous:

Display:	5digit 7-Segment LED-Display
Voltage supply:	via HM8001-2
Power consumption:	approx. 10 Watt
Operating temperature:	+10 °C to +40 °C
Max. rel. humidity:	10% - 90% (without condensation) 5% - 95% RH
Dimensions (WxHxD):	135 x 68 x 228 mm
Weight:	ca. 0.6 kg

Included in delivery:

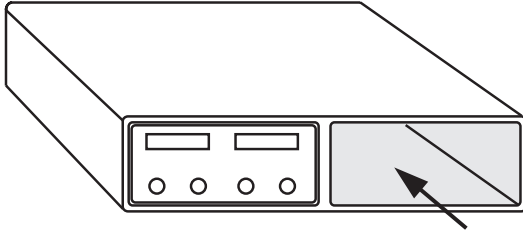
HM8015 Powermeter, Manual

Accessories recommended:

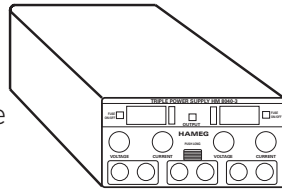
HZ815 Power adapter

Important hints

The operator is requested to carefully read the following instructions and those of the mainframe



HM8001-2, to avoid any operating errors and mistakes and in order to become acquainted with the module.



After unpacking the module, check for any mechanical damage or loose parts inside. Should there be any transportation damage, inform the supplier immediately and do not put the module into operation. This plug-in module is primarily intended for use in conjunction with the Mainframe HM8001-2. When incorporating it into other systems, the module should only be operated with the specified supply voltages.

Safety

This instrument has been designed and tested in accordance with IEC Publication 1010-1, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use. It corresponds as well to the the CENELEC regulations EN 61010-1. All case and chassis parts are connected to the safety earth conductor. Corresponding to Safety Class 1 regulations (three-conductor AC power cable). Without an isolating transformer, the instrument's power cable must be plugged into an approved three-contact electrical outlet, which meets International Electrotechnical Commission (IEC) safety standards.

Warning!

Any interruption of the protective conductor inside or outside the instrument or disconnection of the protective earth terminal is likely to render the instrument dangerous. Intentional interruption is prohibited.

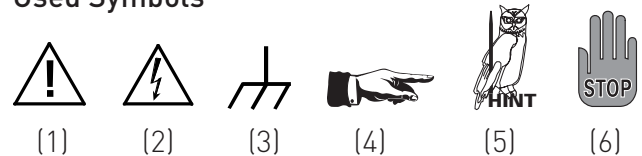
The instrument must be disconnected and secured against unintentional operation if there is any suggestion that safe operation is not possible.

This may occur:

- if the instrument shows visible damage,
- if the instrument has loose parts.
- if the instrument does not function,
- after long storage under unfavourable circumstances (e.g. outdoors or in moist environments),
- after excessive transportation stress (e.g. in poor packaging).

When removing or replacing the metal case, the instrument must be completely disconnected from the mains supply. If any measurement or calibration procedures are necessary on the opened-up instrument, these must only be carried out by qualified personnel acquainted with the danger involved.

Used Symbols



- Symbol 1: Attention, please consult manual
 Symbol 2: Danger! High voltage!
 Symbol 3: Ground connection
 Symbol 4: Important note
 Symbol 5: Hints for application
 Symbol 6: Stop! Possible instrument damage!

Operating conditions

The ambient temperature range during operation should be between +10 °C and +40 °C and should not exceed -40 °C or +70 °C during transport or storage. The operational position is optional, however, the ventilation holes on the HM8001-2 and on the plug-in modules must not be obstructed.

Warranty and Repair

HAMEG instruments are subject to a strict quality control. All instruments are burned in for 10 hrs prior to shipment. By intermittent operation almost all early failures are detected. After burn-in a thorough test of all functions and of quality is run, all specifications and operating modes are checked.

In case of reclamations during the two years warranty period please contact the dealer from whom you purchased your HAMEG instrument. Customers from the Federal Republic of Germany may directly contact HAMEG for warranty processing in order to speed up the procedure.

The proceeding of repairs during the warranty period is subject to our terms of warranty which are available on our web-site

<http://www.hameg.com>

Even after expiry of the warranty period please do not hesitate to contact our HAMEG customer service for repairs and spare parts.

Return Material Authorization (RMA):

Before sending back your instrument to HAMEG do apply for a RMA number either by fax or on the Internet: <http://www.hameg.de>. If you do not have suitable packaging for the instrument on hand please contact the HAMAG sales department (Tel.: +49 (0) 6182/800 300, E-mail: vertrieb@hameg.de) to order an empty original cardboard box.

Maintenance

The most important characteristics of the instruments should be periodically checked according to the instructions provided in the sections "Operational check" and "Alignment procedure". To obtain the normal operating temperature, the mainframe with inserted module should be turned on at least 60 minutes before starting the test. The specified alignment procedure should be strictly observed. When removing the case detach mains/line cord and any other connected cables from case of the mainframe HM8001-2. Remove both screws on rear panel and, holding case firmly in place, pull chassis forward out of case. When later replacing the case, care should be taken to ensure that it properly fits under the edges of the front and rear frames. After removal of the two screws at the rear of the module, both chassis covers can be lifted. When reclosing the module, care should be taken that the guides engage correctly with the front chassis.

Operation of the module

Provided that all hints given in the operating instructions of the HM8001-2 Mainframe were followed especially for the selection of the correct mains voltage start of operation consists practically of inserting the module into the right or left opening of the mainframe. The following pre-cautions should be observed:

Before exchanging the module, the mainframe must be switched off. A small circle (o) is now revealed on the red power button in the front centre of the mainframe.

If the BNC sockets at the rear panel of the HM8001-2 unit were in use before, the BNC cables should be disconnected from the basic unit for safety reasons. Slide in the new module until the end position is reached.

Before being locked in place, the cabinet of the instrument is not connected to the protective earth terminal (banana plug above the mainframe multipoint connector). In this case, no test signal must be applied to the input terminals of the module.

Generally, the HM8001-2 set must be turned on and in full operating condition, before applying any test signal. If a failure of the measuring equipment is detected, no further measurements should be performed. Before switching off the unit or exchanging a module, the instrument must be disconnected from the test circuit.

Basics of Power Measurement

Abbreviations and symbols used:

W	active, true power	P
VA	apparent power	S
var	reactiv power	Q
u(t)	voltage as a variable of time	
u ² (t)	voltage squared as a variable of time	
I ^U	rectified voltage	
V _{rms}	rms value of voltage	
û	peak value of voltage	
I _{rms}	rms value of current	
î	peak value of current	
φ	phase angle between voltage and current	
cos φ	power factor, valid only for sine waveform	
PF	power factor in general for arbitrary waveforms	

Arithmetic mean value (average)

$$\bar{x}_{(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)} \cdot dt$$

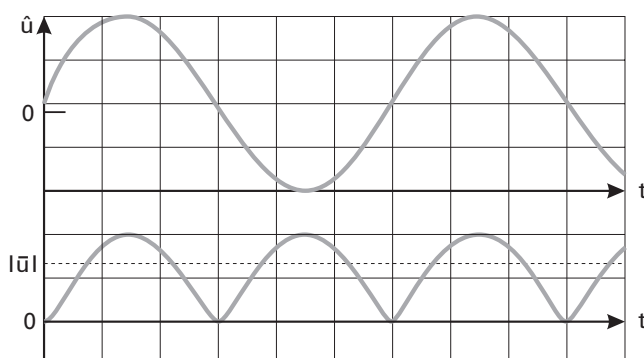
The arithmetic mean value of a periodic signal is the average calculated for a full period T, it is identical to its DC content.

- If the average = 0 it is a pure AC signal
- If all instantaneous values are equal to the average it is pure DC
- Otherwise the average will constitute the DC content of the signal

Rectified mean value

$$|\bar{x}| = \frac{1}{T} \int_0^T |x_{(t)}| dt$$

The rectified mean is the average of the absolute values. The absolute values are derived by



rectifying the signal. In general the rectified mean is calculated by integrating the absolute values for a period T.

In case of a sine wave $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ the rectified mean will amount to $2/\pi = 0.637$ of the peak value according to:

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \int_0^T |\hat{u} \sin \omega t| dt = \frac{2}{\pi} \hat{u} = 0,637 \hat{u}$$

Root-Mean-Square value (RMS)

The quadratic mean value of a signal is equal to the mean of the signal squared integrated for a full period

$$\bar{x}_{(t)}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt$$

The rms value is derived by calculating the square root

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt}$$

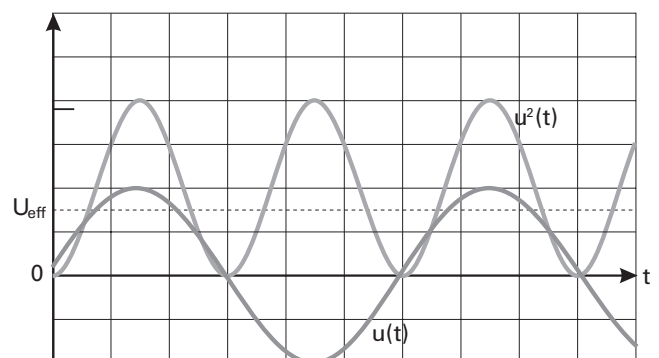
The purpose of the rms value was to create a value which allows the use of the same formulas as with DC for resistance, power etc. The rms value of an AC signal generates the same effect as a DC signal of the same numerical value.

Example:

If an AC rms signal of 230 V is applied to an incandescent lamp (purely resistive at 50/60 Hz) the lamp will be as bright as powered by 230 V DC.

For a sine wave $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ the rms value will be $1/\sqrt{2} = 0.707$ of the peak value:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (\hat{u} \sin \omega t)^2 dt} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0,707 \hat{u}$$



Form factor

The form factor multiplied by the rectified value equals the rms value. The form factor is derived by:

$$F = \frac{V_{rms}}{|u|} = \frac{\text{rms-value}}{\text{rectified value}}$$



For a sine wave the form factor is

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$$

Crest factor

The crest factor is derived by dividing the peak value by the rms value of a signal. It is very important for the correct measurement of pulse signals and a vital specification of a measuring instrument.



$$C = \frac{\hat{u}}{V_{rms}} = \frac{\text{peak value}}{\text{rms-value}}$$

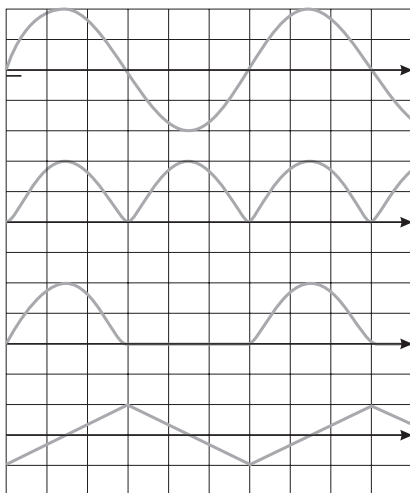
For sinusoidal signals the crest factor is $\sqrt{2} = 1,414$



Please note that erroneous results will show if the crest factor of a signal is higher than that of the measuring instrument because it will be overdriven.

Hence the accuracy of the rms value measurement will depend on the crest factor of the signal, the higher the crest factor the less the accuracy. Please note also that the crest factor specification relates to the full scale value, if the signal is below full scale its crest factor may be proportionally higher.

Form factors



C	F
$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$
$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$
2	$\frac{\pi}{2} = 1,57$
$\sqrt{3}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1,15$

C = Crest factor / F = Form factor

Power

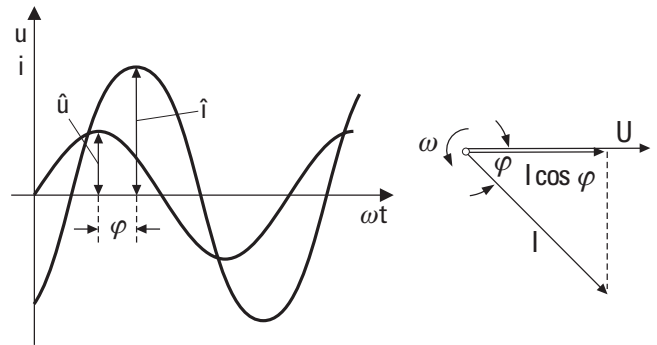
With DC power is simply derived by multiplying voltage and current.

With AC the waveform and the phase angle resp. time relationship between voltage and current have also to be taken into account. For sine waves the calculation is fairly simple, as the sine is the only waveform without harmonics. For all other waveforms the calculation will be more complex. As long as the instrument specifications for frequency and crest factor are observed the power meter will accurately measure the average of the instantaneous power.

Active, true power (unit W, designation P)

As soon as either the source or the load or both contain inductive or capacitive components there will be a phase angle or time difference between voltage and current. The active power is calculated from the rms voltage and the real component of the current as shown in the vector diagram above.

Defining: P = active power
 V_{rms} = rms value of voltage
 I_{rms} = rms value of current
 φ = phase angle



the active power is derived as follows:

$$P = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos\varphi$$

$\cos\varphi$ is the so-called power factor (valid for sine waves only).



The instantaneous power is the power at time t equal to the product of voltage and current both at time t.

$$p(t) = i(t) \cdot u(t)$$

For sine waves the instantaneous power is given by:

$$p(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) \cdot \hat{i} \sin \omega t$$

The active power or true power is equal to the arithmetic mean of the instantaneous power. The active power is derived by integrating for a period T and dividing by the period T as follows:

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{T} \int_0^T \hat{i} \sin \omega t \cdot \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) dt \\ &= \frac{\hat{i} \cdot \hat{u} \cdot \cos \varphi}{2} \\ &= U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos \varphi \end{aligned}$$

The power factor will be maximum $\cos \varphi = 1$ at zero phase shift. This is only the case with a purely resistive circuit.



In an ac circuit which contains only reactances the phase shift will be $\varphi = 90^\circ$ and the power factor hence $\cos \varphi = 0$. The active power will be also zero.

Reactive Power (unit var, designation Q)

Reactive power equals rms voltage times reactive current.

With the designations:

Q = reactive Power

V_{rms} = rms voltage

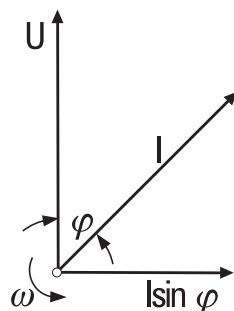
I_{rms} = rms current

φ = phase angle between voltage and current

a vector diagram can be drawn as follows:

The reactive power is derived by:

$$Q = V_{\text{rms}} \cdot I_{\text{rms}} \cdot \sin \varphi$$



Reactive currents constitute a load on the public mains. In order to reduce the reactive power the phase angle φ must be made smaller. For most of the reactive power transformers, motors etc. are responsible, therefore capacitors in parallel to these loads must be added to compensate for their inductive currents.

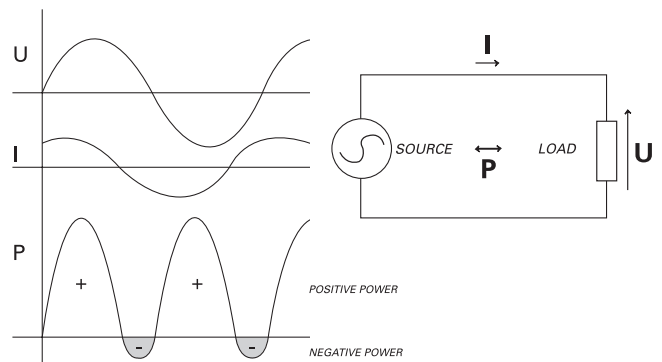


Example of power including reactive power

With DC the instantaneous values of voltage and current are constant with respect to time, hence the power is constant.

In contrast to this the instantaneous value of power of AC or AC + DC signals will fluctuate, its amplitude and polarity will periodically change. If the phase angle is zero this is the special case of pure active power which remains positive (exclusively directed from source to load) at all times.

If there is a reactive component in the circuit there will be a phase difference between voltage and current. The inductive or capacitive element will store and release energy periodically which creates an additional current component, the reactive part. The product of voltage and current will therefore become negative for portions of a period which means that energy will flow back to the source.



Apparent power (unit VA)

The apparent power is equal to the product of voltage and current. The apparent power is further equal to the geometric sum of active and reactive power as shown in this diagram:

With the designations:

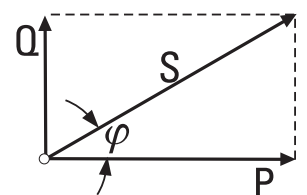
S = apparent power

P = active power

Q = reactive power

V_{rms} = rms voltage

I_{rms} = rms current



the apparent power is derived:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$$

Power factor

In general the power factor PF is derived:

$$PF = \frac{P}{S}$$

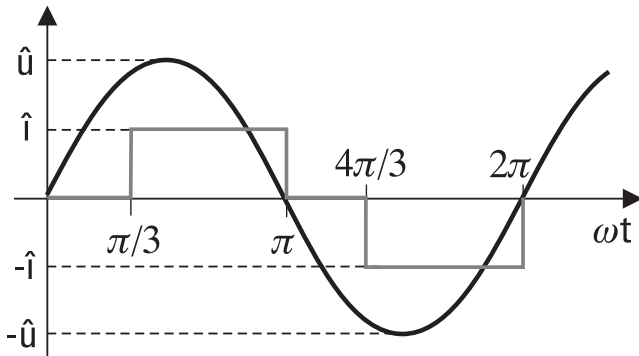
PF = power factor
 S = apparent power
 P = active power



In the very special case of sinusoidal voltage and current the power factor equals

HINT $PF = \cos\varphi$

If e.g. the current is rectangular while the voltage is sinusoidal the power factor will be P/S . Also in such case the reactive power can be determined as demonstrated in the following example:



$$\hat{u} = 325,00 \text{ V}$$

$$\hat{i} = 12,25 \text{ A}$$

How to calculate the power factor (example):

rms voltage is:

$$V_{\text{rms}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 229,8 \text{ V} \approx 230 \text{ V}$$

The rms current is given by:

$$\begin{aligned} I_{\text{rms}} &= \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \hat{i}^2 \cdot d\varphi} \\ &= \sqrt{\frac{\hat{i}^2}{2\pi} \cdot \left[\left(\pi - \frac{\pi}{3} \right) + \left(2\pi - \frac{4\pi}{3} \right) \right]} \\ &= \sqrt{\hat{i}^2 \cdot \frac{2}{3}} = \hat{i} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \end{aligned}$$

$$I_{\text{rms}} = 12,25 \text{ A} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = 10,00 \text{ A}$$

The apparent power S:

$$\begin{aligned} S &= V_{\text{rms}} \cdot I_{\text{rms}} = 230 \text{ V} \cdot 10,0 \text{ A} \\ &= 2300 \text{ VA} \end{aligned}$$

The active power is derived from:

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \hat{u} \cdot \hat{i} \sin \varphi \cdot d\varphi \\ &= \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[-\cos \varphi \right]_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \\ &= \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[\left(-(-1) \right) - (-0,5) \right] = \frac{1,5}{\pi} \cdot \hat{u} \cdot \hat{i} \\ &= \frac{1,5}{\pi} \cdot 325 \text{ V} \cdot 12,25 \text{ A} = 1900 \text{ W} \end{aligned}$$

The power factor thus becomes:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{1900 \text{ W}}{2300 \text{ VA}} = 0,826$$

Obviously there is a reactive power component as the apparent power exceeds the active power:

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{(2300 \text{ VA})^2 - (1900 \text{ W})^2} = 1296 \text{ var} \end{aligned}$$

Concept and Introduction

Concept of the HM8015

The HM8015 uses true rms converters for measuring voltage and current. The instantaneous power is measured using an analog multiplier. The active power is derived by integrating the instantaneous power for a period T. All other values are calculated.

The apparent power:

$$S = V_{\text{rms}} \times I_{\text{rms}}$$

The reactive power

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

The power factor $PF = P/S$. This will always yield the correct power factor because the $\cos\phi$ is only defined for purely sinusoidal signals. However, in SMPS, motor controls etc. nonsinusoidal signals are prevalent.

Introduction to the Operation of the HM8115-2



Please read the instruction manual carefully.

At first time operation please observe the following recommendations:

- The mains voltage selector at the mainframe HM8001-2 has been set to the correct voltage, and the correct fuse has been installed inside the mains connector.
- Proper connection to an outlet with safety ground contact or an isolation transformer has been made.
- There are no visible damages to the instrument
- There are no loose parts floating around inside the instrument.

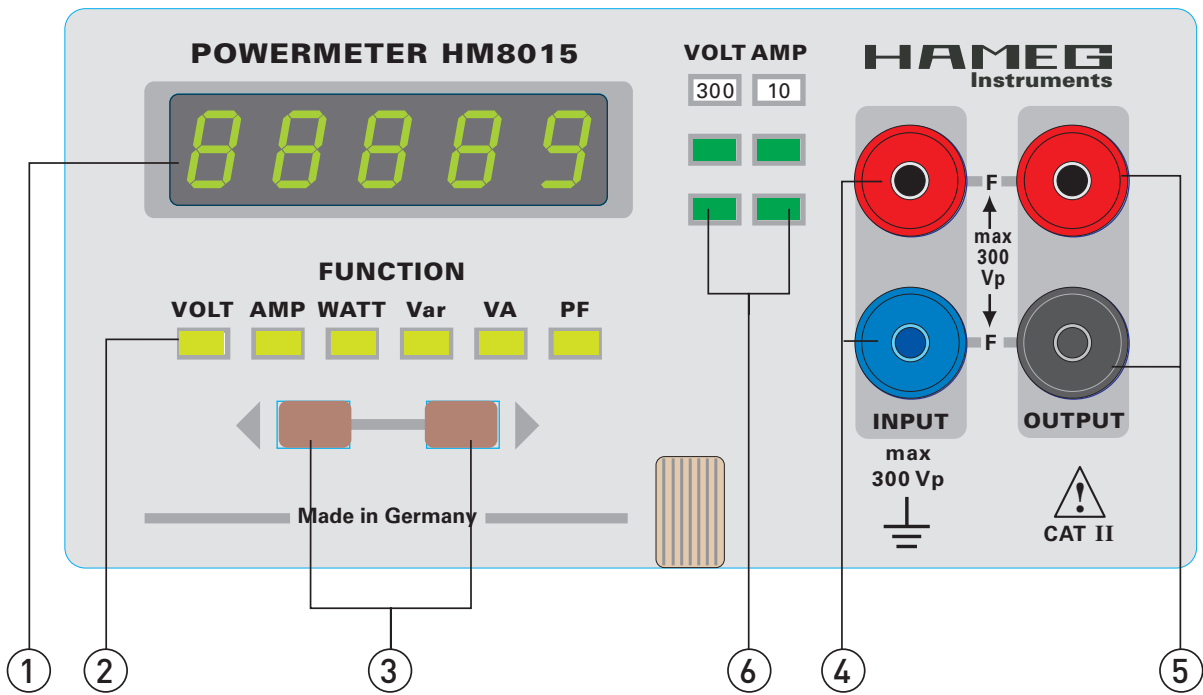
Turn-on of HM8015

After turn-on the display will show the instrument type „HM8015“ and then the number of the

firmware (e.g. „1.01). The instrument will automatically go into the active power measurement mode, the LED „WATT“ ② will light up. Afterwards the instrument will select the smallest possible range for voltage and current.



Please pay attention to the safety instructions on page 30



Control elements

① Display (7-Segment LEDs)

The digital display shows the measured value with 5 digit resolution. The measured value will be displayed with a decimal point and polarity sign.

② FUNCTION - LEDs

The LEDs show the selected measurement function. The function is selected by pressing ◀ and ▶ ③

③ ◀ und ▶

Pushbuttons for the selection of the measurement function (VOLT, AMP, WATT, Var, VA, PF). The selected function is indicated by the FUNCTION - LEDs ②.

④ INPUT

⑤ OUTPUT

Input and output terminals (safety terminals for 4 mm banana plugs)

The measuring circuit of the power meter is not connected to safety ground (earth) The 2 left terminals are marked as INPUT and have to be connected with the power supply of the test item. The test item itself has to be connected to the 2 right terminals OUTPUT. The shunt is protected by 2 fuses which are not accessible from the outside.

⑥ Range - LEDs

The LEDs indicate the actual voltage (50 V, 150 V and 300 V) and current (0.16 A, 1.6 A and 10 A) range. The range selection is automatic.

Measurements

The following measurements can be done with the HM8015:

Voltage Volt

The rms value of the voltage applied to the measurement circuit is measured by a and is shown in the display ①. The range selection is automatic, the measurement range is indicated by the range-LEDs ⑥.

Current AMP

The rms value of the current in the measurement circuit is measured by a and is shown in the display ①. The range selection is automatic, the measurement range is indicated by the range-LEDs ⑥.

Active Power WATT

Measurement of the active power P, which is calculated from the integration of the instantaneous power (product of instantaneous voltage and current) for a period and division by the cycle duration T.

The range selection is automatic, the respective measurement range of voltage and current is indicated by the range-LEDs ⑥.

Reactive Power Var

Measurement of the reactive power Q, which is calculated from the rms voltage and the reactive current. The reactive power is displayed as a positive value (without sign) irrespective of any capacitive or inductive loads.

The range selection is automatic, the respective measurement range of voltage and current is indicated by the range-LEDs ⑥.

The reactive power display will also show correct values if voltage or current are non-sinusoidal. The apparent power ($U_{\text{rms}} \times I_{\text{rms}}$) and the active power (arithmetic mean of $u(t) \times i(t)$) are independent of the waveform, the reactive power is calculated from both.



Apparent Power VA

Measurement of the apparent power V_A which is calculated from the multiplication of the rms values of voltage and current measured. The

apparent power is further equal to the geometric sum of active and reactive power.

The range selection is automatic, the respective measurement range of voltage and current is indicated by the range-LEDs ⑥.

Power Factor PF

Measurement of the power factor PF. After selection of this measurement function the corresponding LED ② will light up and the ratio of active power and apparent power will be displayed ①.

The range selection is automatic, the respective measurement range of voltage and current is indicated by the range-LEDs ⑥.

The HM8015 allows the measurement of the average of the instantaneous power irrespective of the waveform as long as the specifications for crest factor and frequency are observed.



Please note that a power factor can only be shown for AC or AC + DC signals of sufficient minimum amplitudes. If the signal amplitude of either voltage or current or both is insufficient horizontal bars will be displayed, this will also be the case if DC is being measured.



$\cos \varphi$ is only defined for truly sinusoidal signals. As soon as at least one of the signals is distorted a $\cos \varphi$ derived from the phase shift between voltage and current will not be identical to the true power.

Safety instructions



Please observe all relevant safety instructions if voltages higher than the ones listed below are applied to the INPUT terminals.

Keep DC voltages disconnected from ground.

Isolate AC voltages by inserting an isolation transformer.



Please note: Voltages which exceed any of the following values are considered to be dangerous:

1 st	30 V _{rms}
2 nd	42.4 V _p
3 rd	60 V _{DC}

Voltages higher than those values may only be applied by qualified personnel who know the applicable safety rules.



Disconnect the input voltage before unplugging the safety connectors at the input terminals. Disregarding this can lead to accidents, in the worst case there may be danger of life!



If objects specified for safety class I are connected to the OUTPUT ⑤ terminals without an isolation transformer the safety earth must be separately connected to the object under test, otherwise there is danger of life.



The safety plugs may become quite hot at high currents.



The upper two terminals (red) are internally connected. Do not apply any voltage, this would be short-circuited
The shunt is connected internally between the two lower (black) terminals. Do not apply any voltage either because this would practically short-circuit it.

Measuring circuit fuse

The measuring circuit of the HM8015 is protected by 2 fuses. These fuses are not accessible from the outside. In case of a blown fuse the instrument has to be sent in for repair. A change of the fuses by the customer is not permitted.

Informations générales concernant le marquage CE

Les instruments HAMEG répondent aux normes de la directive CEM. Le test de conformité fait par HAMEG répond aux normes génériques actuelles et aux normes des produits. Lorsque différentes valeurs limites sont applicables, HAMEG applique la norme la plus sévère. Pour l'émission, les limites concernant les environnements domestique, commercial et industriel léger sont respectées. Pour l'immunité, les limites concernant l'environnement industriel sont respectées.

Les liaisons de mesures et de données de l'appareil ont une grande influence sur l'émission et l'immunité, et donc sur les limites acceptables. Pour différentes applications, les câbles de mesures et les câbles de données peuvent être différents. Lors des mesures, les précautions suivantes concernant l'émission et l'immunité doivent être observées.

1. Câbles de données

La connexion entre les instruments, leurs interfaces et les appareils externes (PC, imprimantes, etc...) doit être réalisée avec des câbles suffisamment blindés. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de données est de 3m. Lorsqu'une interface dispose de plusieurs connecteurs, un seul connecteur doit être branché. Les interconnexions doivent avoir au moins un double blindage. En IEE-488, les câbles HAMEG HZ72 sont dotés d'un double blindage et répondent donc à ce besoin.

2. Câbles de signaux

Les cordons de mesure entre point de test et appareil doivent être aussi courts que possible. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de mesure est de 3m.

Les câbles de signaux doivent être blindés (câble coaxial - RG58/U). Une bonne liaison de masse est nécessaire. En liaison avec des générateurs de signaux, il faut utiliser des câbles à double blindage (RG223/U, RG214/U)

3. Influence sur les instruments de mesure

Même en prenant les plus grandes précautions, un champ électrique ou magnétique haute fréquence de niveau élevé a une influence sur les

appareils, sans toutefois endommager l'appareil ou arrêter son fonctionnement. Dans ces conditions extrêmes, seuls de légers écarts par rapport aux caractéristiques de l'appareil peuvent être observés.

HAMEG GmbH

Deutsch	3
English	20
Español	46
Français	
Information générale concernant le marquage CE	32
3 kW Wattmètre HM8015	34
Caractéristiques techniques	35
Remarques importantes	36
Sécurité	36
Symboles	36
Garantie et Réparation	36
Conditions de fonctionnement	37
Entretien	37
Mise en service du module	37
Principes des mesure	38
Valeur moyenne arithmétique	38
Valeur redressée	38
Valeur efficace	38
Facteur de forme	39
Facteur de crête	39
Puissance	39
– Puissance active	39
– Puissance reactive	40
– Puissance apparente	41
– Facteur de puissance	41
Concept et manipulation	42
Affichage	43
Measure	44
Sécurité	45

Wattmètre 3 kW
HM8015



Appareil de base
HM8001-2



Appareil de base
HM8003



Adaptateur HZ815



Mesure de puissance jusqu'à 3 kW

Mode de mesure automatique, facilité d'utilisation

6 fonctions de mesures

Affichage du facteur de puissance

Gamme de fréquence jusqu'à 1 kHz

Mesure de puissance en mode DC

Appareil de base HM8001-2 ou HM8003 nécessaire



Wattmètre HM8015

Caractéristiques techniques

A 23°C, après une période de chauffe de 30 minutes

TENSION EFFICACE REELLE (AC + DC)

Etendues de mesure:	50 V	150 V	300 V
Résolution:	0,1 V	1 V	1 V
Précision:	±(0.6% + 5 digit) du continu jusqu'à 1 kHz		
Impédance d'entrée:	1 MΩ 100 pF		
Facteur de crête:	max. 3.5 à pleine échelle		

INTENSITE EFFICACE REELLE (AC + DC)

Etendues de mesure:	0,16 A	1,6 A	10 A
Résolution:	1 mA	1 mA	10 mA
Précision:	±(0.6% + 5 digit) du continu jusqu'à 1 kHz		
Impédance d'entrée:	1 MΩ 100 pF		
Facteur de crête:	max. 4 à pleine échelle		
Protection d'entrée:	Fusible 2 x 15A (FF) 6,3 x 32 mm		

PUISSANCE ACTIVE

Etendues de mesure:	8 W	24 W	48 W
Résolution:	1 mW	10 mW	10 mW
Etendues de mesure:	80 W	240 W	480 W
Résolution:	10 mW	0.1 W	0,1 W
Etendues de mesure:	500 W	1500 W	3000 W
Résolution:	0,1 W	1 W	1 W
Précision:	±(0.7% + 5 digit) du continu jusqu'à 1 kHz		

PUISSANCE REACTIVE

Etendues de mesure:	8 var	24 var	48 var
Résolution:	10 mvar	100 mvar	100 mvar
Etendues de mesure:	80 var	240 var	480 var
Résolution:	100 mvar	1 var	1 var
Etendues de mesure:	500 var	1500 var	3000 var
Résolution:	1 var	10 var	10 var
Précision:	±(2,5% + 10dig. + 0.02 x Q) 20 Hz – 400 Hz (Q = Puissance réactive)		

PUISSANCE APPARENTE

Etendues de mesure:	8 VA	24 VA	48 VA
Résolution:	1 mVA	10 mVA	10 mVA
Etendues de mesure:	80 VA	240 VA	480 VA
Résolution:	10 mVA	100 mVA	100 mVA
Etendues de mesure:	500 VA	1500 VA	3000 VA
Résolution:	100 mVA	1 VA	1 VA
Précision:	±(0,9% + 5 dig.) de 20 Hz à 1 kHz		

FACTEUR DE PUISSANCE

Affichage:	0,00 bis 1,00
Précision:	±(2% + 3 dig.) 50 – 60 Hz (U et I (sinus) et >1/10 voir étendue de mesure

MANIPULATION

Fonctions de mesure: tension, intensité, puissance, facteur de puissance

Sélection de l'étendue de mesure: automatique

DIVERS

Affichage: 5 chiffres, DEL à 7-Segment

Alimentation: via HM8001-2

Consommation: env. 10 Watt

Température de fonctionnement: +10 °C à +40 °C

Humidité relative admissible: 10% - 90% (sans condensation)
5% - 95% Humidité relative

Dimensions (LxHxP): 135 x 68 x 228 mm

Poids: ca. 0,6kg

Livré avec:

HM8015 Wattmètre, manuel d'utilisation

Accessoires en option:

Adaptateur secteur HZ815

Remarques importantes

En principe les modules ne sont normalement utilisables qu'en liaison avec l'appareil de base HM8001-2. Si cet appareil est utilisé avec d'autres systèmes, il doit être alimenté avec les tensions d'alimentation spécifiées dans les caractéristiques techniques

Sécurité

Cet appareil est construit et testé suivant les dispositions de la norme de sécurité VDE 0411 Partie 1 concernant les appareils électriques de mesure, de commande, de régulation et de laboratoire. Cet appareil a quitté l'usine dans un état entièrement conforme à cette norme. De ce fait, il est également conforme aux dispositions de la norme européenne EN 61010-1 et de la norme internationale CEI 1010-1.

Afin de conserver cet état et de garantir une utilisation sans danger l'utilisateur doit se référer aux indications et remarques de précaution contenues dans ces instructions d'emploi.

Le coffret, le châssis et la masse des bornes de signaux à l'arrière sont reliés au fil de garde du secteur. L'appareil ne doit être branché qu'à des prises réglementaires avec terre. La suppression du fil de garde n'est pas admise.

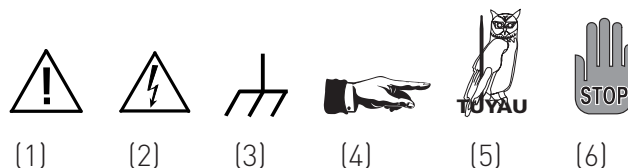
Si un fonctionnement sans danger n'est plus possible, l'appareil, l'appareil devra être débranché et protégé contre une mise en service non intentionnelle. Cette supposition est justifiée:

- lorsque l'appareil a des dommages visibles,
- lorsque l'appareil contient des éléments non fixés,
- lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
- après un stockage prolongé dans des conditions défavorables (par ex. à l'extérieur ou dans des locaux humides).

À l'ouverture ou à la fermeture du coffret l'appareil doit être séparé de toute source de tension. Si, après cela, une mesure ou un calibrage est inévitable sur l'appareil ouvert sous

tension, ceci ne doit être effectué que par un spécialiste familiarisé avec les dangers qui y sont liés.

Symboles portés sur l'équipement



Symbole 1: Attention – Respecter les instructions de la notice d'utilisation

Symbole 2: Prudence haute tension

Symbole 3: Mise à la masse

Symbole 4: Remarque – A respecter impérativement

Symbole 5: Conseil ! – Information intéressante pour l'utilisation

Symbole 6: Stop ! – Risque pour l'appareil

Garantie et Réparation

Les appareils HAMEG subissent un contrôle qualité très sévère. Avant de quitter la production, chaque appareil est soumis au «Burn-In-test» durant une période de 10 heures en fonctionnement intermittent qui permet de détecter quasiment toute panne prématurée. Il subit ensuite un test de qualité.

Pour toute réclamation durant le délai de garantie (2 ans), veuillez vous adresser au revendeur chez lequel vous avez acquis votre produit HAMEG. Afin d'accélérer la procédure, des clients peuvent faire réparer leurs appareils sous garantie directement en Allemagne.

Nos conditions de garantie, que vous pouvez consulter sur notre site Internet, valent pour les réparations durant le délai de garantie. Après expiration de la garantie, le service clientèle HAMEG se tient à votre disposition pour toute réparation et changement de pièce.

Return Material Authorization (RMA):
Avant de nous expédier un appareil, veuillez demander par Internet ou fax un numéro RMA. Si vous ne disposez pas du carton d'emballage original ou approprié, vous pouvez en commander un en contactant le service de vente HAMEG (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E Mail: vertrieb@hameg.de)

Conditions de fonctionnement

La gamme de température ambiante admissible durant le fonctionnement s'étend de +10°C à +40°C. Pendant le stockage ou le transport la température peut se situer entre -40°C et +70°C. Si durant le transport ou le stockage de la condensation apparaît, l'appareil doit subir un temps d'acclimatation d'env. 2 heures avant mise en route. L'appareil est destiné à une utilisation dans des locaux propres et secs. Il ne doit pas être utilisé dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et humidité, en danger d'explosion ainsi qu'en influence chimique agressive. La position de fonctionnement peut être quelconque. Une circulation d'air suffisante (refroidissement par convection) est cependant à garantir. En fonctionnement continu il y a donc lieu de préférer une position horizontale ou inclinée (pattes rabattues). Les trous d'aération ne doivent pas être recouverts!

Entretien

Diverses propriétés importantes du module doivent à certains intervalles être vérifiées avec précision. En enlevant les deux vis du capot arrière de l'appareil de base HM8001-2 le coffret peut être retiré vers l'arrière. Au préalable le cordon secteur et toutes les liaisons par câbles BNC sont à retirer de l'appareil. Lors de la fermeture ultérieure de l'appareil il est à veiller que sur tous les côtés le coffret est glissé correctement sous le bord de la face avant et arrière. En retirant les deux vis à l'arrière du module les deux couvercles de châssis peuvent être enlevés. Lors de la fermeture ultérieure il est à veiller que les languettes soient positionnées correctement dans les encoches du châssis avant.

Mise en service du module

En supposant que les instructions du mode d'emploi de l'appareil de base HM8001-2 aient été suivies - notamment en ce qui concerne le respect de la tension secteur appropriée - la mise en service du module se limite pratiquement à son introduction, laquelle peut se faire aussi bien dans l'ouverture droite que gauche de l'appareil de base. L'appareil de base doit être débranché avant de procéder à l'introduction ou à un changement de module. La touche rouge POWER placée au centre du cadre avant du HM8001-2

est alors sortie et un petit cercle (o) devient visible sur le bord supérieur étroit de la touche. Si les bornes BNC placées à l'arrière du HM8001-2 ne sont pas utilisées, il est recommandé, pour des raisons de sécurité de débrancher les câbles BNC éventuellement raccordés à celles-ci. Afin d'obtenir un raccordement fiable avec les tensions d'utilisation les modules doivent être introduits jusqu'en butée. Si tel n'est pas le cas il n'y a aucune liaison entre fil de garde et boîtier du module (fiche au-dessus du connecteur dans l'appareil de base) et aucun signal de mesure ne doit alors être appliqué aux bornes d'entrée du module. D'une façon générale le module doit être en marche et en état de fonctionner avant application d'un signal de mesure. Si un défaut était décelé sur l'appareil, aucune autre mesure ne doit être effectuée. Avant coupure du module ou lors d'un changement le module doit tout d'abord être séparé du circuit de mesure. Lorsque la touche d'alimentation secteur est enfoncée, le module et l'appareil de base sont prêts à fonctionner. Le raccordement entre le branchement de prise de terre du HM8001-2 et le fil de garde secteur doit être établi en priorité avant toute autre connexion.

Principe de mesure

Abréviations et symboles utilisés

W	Puissance active P
VA	Puissance apparente S
var	Puissance réactive Q
u(t)	Tension instantanée
u ² (t)	Tension moyenne quadratique
IŪI	Tension redressée
U _{eff}	Tension efficace
û	Tension crête
I _{eff}	Intensité efficace
î	Intensité crête
φ	Déphasage (Phi) entre U et I
cos φ	Facteur de puissance pour les grandeurs sinusoïdales
PF	Facteur de puissance (Power Factor) pour les grandeurs non sinusoïdales

Valeur moyenne arithmétique

$$\bar{x}_{(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)} \cdot dt$$

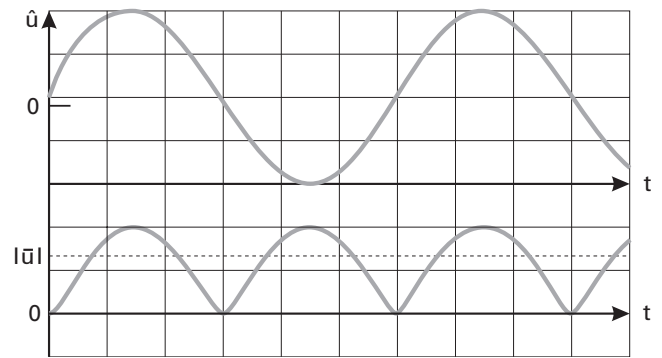
La valeur moyenne arithmétique d'un signal périodique est la valeur obtenue en faisant la moyenne de toutes les valeurs de la fonction pendant une période T. La valeur moyenne d'un signal correspond à la composante continue.

- Si la valeur moyenne est = 0, le signal est un signal alternatif pur.
- Pour les grandeurs continues, la valeur moyenne = valeur instantanée.
- Dans le cas des signaux mixtes, la valeur moyenne correspond à la composante continue

Valeur redressée

$$|\bar{x}| = \frac{1}{T} \int_0^T |x_{(t)}| dt$$

La valeur redressée est la moyenne arithmétique des sommes des valeurs instantanées. Les sommes des valeurs instantanées proviennent du redressement du signal. La valeur redressée est obtenue en calculant l'intégrale sur une période des sommes des valeurs de tension et d'intensité.



Dans le cas d'une tension alternative sinusoïdale $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$, la valeur redressée correspond à la valeur de crête multipliée par le facteur $2/\pi$ (0,637). Formule du calcul de la valeur redressée sinusoïdale:

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \int_0^T |\hat{u} \sin \omega t| dt = \frac{2}{\pi} \hat{u} = 0,637 \hat{u}$$

Valeur efficace

La valeur moyenne quadratique $x^2(t)$ d'un signal correspond à la valeur moyenne du signal quadratique.

$$\bar{x}_{(t)}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt$$

La valeur efficace du signal X_{eff} est obtenue par l'extraction de la racine de la valeur moyenne quadratique.

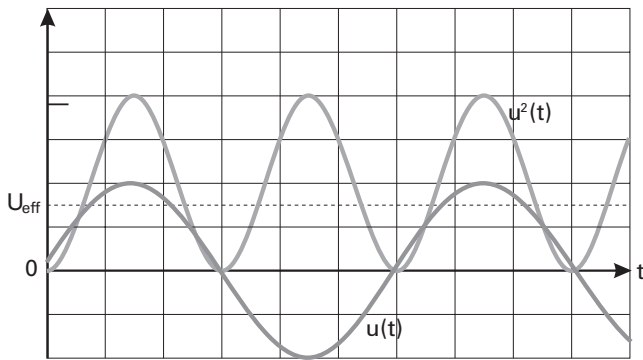
$$X_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt}$$

Dans les cas des signaux de tension alternative, on utilise les mêmes formules que pour les signaux de tension continue pour le calcul de la résistance, de la puissance, etc. La valeur efficace (en anglais « RMS » – Root Mean Square) est définie en raison des grandeurs instantanées variables. La valeur efficace d'un signal alternatif produit le même effet qu'un signal continu de même ampleur.

Exemple:

Une ampoule alimentée par une tension alternative de 230 V_{eff} absorbe une puissance équivalente et brille avec la même intensité qu'une ampoule alimentée par une tension continue de 230 V_{DC}. Dans le cas d'une tension alternative sinusoïdale $u(t) = \hat{u} \sin .t$, la valeur efficace correspond à la valeur de crête multipliée par la constante $1/\sqrt{2}$ (0,707).

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (\hat{u} \sin \omega t)^2 dt} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0,707 \hat{u}$$



Facteur de forme

La valeur efficace du signal est obtenue en multipliant la valeur redressée déterminée par l'appareil de mesure et le facteur de forme du signal de mesure. Le facteur de forme d'un signal se calcule grâce à la formule suivante:

$$F = \frac{U_{\text{eff}}}{|u|} = \frac{\text{Valeur efficace}}{\text{Valeur redressée}}$$



Dans le cas de grandeurs alternatives sinusoïdales, le facteur de forme est le suivant:

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$$

Facteur de crête

Le facteur de crête (également appelé facteur d'amplitude) est un facteur représentant l'amplitude (valeur de crête) d'un signal par rapport à la valeur efficace. Ce facteur est important pour la mesure des grandeurs pulsées.

$$C = \frac{\hat{u}}{U_{\text{eff}}} = \frac{\text{Valeur de crête}}{\text{Valeur efficace}}$$



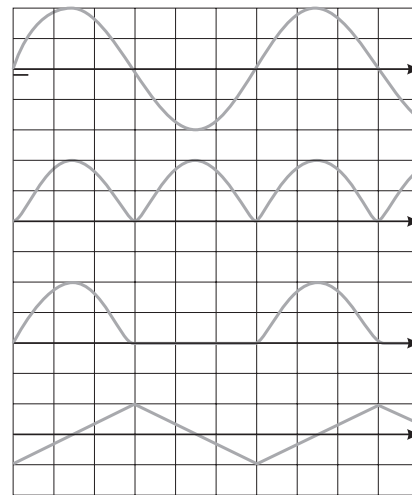
Dans le cas de grandeurs alternatives sinusoïdales, le rapport est le suivant:

$$\sqrt{2} = 1,414$$

Lorsque le facteur de crête maximal autorisé est dépassé avec un appareil de mesure, les valeurs de mesure déterminées manquent de précision car l'appareil de mesure est saturé.

La précision de la valeur efficace calculée dépend du facteur de crête d'un signal de mesure et est inversement proportionnelle à ce dernier. L'indication du facteur de crête maximal autorisé (caractéristiques techniques) se rapporte à l'extrémité de l'étendue de mesure. Si seule une

Facteur de forme



C = Facteur de crête

F = Facteur de forme

partie de l'étendue de mesure est utilisée (230 V pour une étendue de 500 V par exemple), le facteur de crête ne doit pas être supérieur.

Puissance

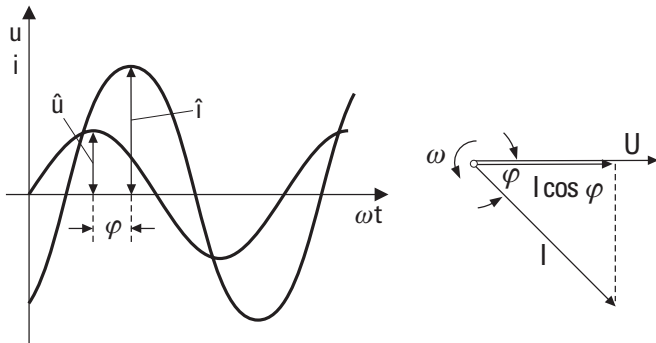
La puissance de grandeurs continues (courant continu, tension continue) est le produit de l'intensité par la tension.

Dans le cas de la puissance de courant alternatif, il est nécessaire de considérer, en plus de l'intensité et de la tension, l'allure de la courbe et la position des phases. La puissance peut être facilement calculée dans le cas de grandeurs alternatives sinusoïdales (intensité, tension) lorsque le déphasage est connu. Ce calcul est un peu plus difficile lorsqu'il s'agit de grandeurs alternatives non sinusoïdales.

Le Wattmètre permet de mesurer la valeur moyenne de la puissance instantanée, indépendamment de l'allure de la courbe. Cependant, cela n'est possible que si les limites spécifiées concernant le facteur de crête et la fréquence ne sont pas dépassées.

Puissance active (unité Wattmètre, abréviation P) Les inductances et les capacités de la source produisent des déphasages entre l'intensité et la tension; cela concerne également les charges avec des parties inductives et/ou capacitatives. Lorsque cela concerne la source et la charge, il se produit une influence réciproque. La puissance active se calcule à partir de la tension efficace et du courant actif. La composante du courant actif est représentée dans le même sens que la tension sur le diagramme vectoriel.

Si: P = puissance active
 U_{eff} = tension efficace
 I_{eff} = intensité efficace
 φ = déphasage entre U et I



on a, pour la puissance active

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos \varphi$$

L'expression $\cos \varphi$ représente le facteur de puissance.



La puissance instantanée est la puissance à un instant (t) et elle correspond au produit de l'intensité et de la tension à cet instant (t).

$$p(t) = i(t) \cdot u(t)$$

avec le sinus on a:

$$p(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) \cdot \hat{i} \sin \omega t$$

La puissance efficace, appelée puissance active, correspond à la moyenne arithmétique temporelle de la puissance instantanée. L'intégration sur une période et la division par cette période permettent d'obtenir la formule de la puissance active.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \hat{i} \sin \omega t \cdot \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) dt$$

$$= \frac{\hat{i} \cdot \hat{u} \cdot \cos \varphi}{2}$$

$$= U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos \varphi$$

On obtient le facteur de puissance maximal $\cos \varphi = 1$ pour un déphasage de $\varphi = 0^\circ$. Cette valeur n'est atteinte que dans un circuit de courant alternatif sans réactance.

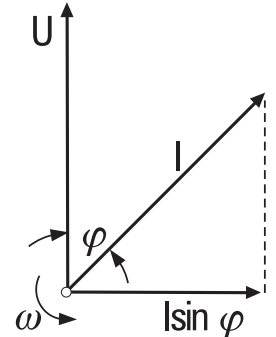
Dans un circuit de courant alternatif avec une réactance idéale, le déphasage est $\varphi = 90^\circ$. Le facteur de puissance est égal à $\cos \varphi = 0$. Le courant alternatif ne génère donc pas de puissance active.



Puissance réactive (unité var, abréviation Q)

La puissance réactive se calcule à partir de la tension efficace et du courant réactif. La composante du courant réactif est représentée perpendiculairement à la tension sur le diagramme vectoriel. (var = voltampère réactif)

Si: Q = puissance réactive
 U_{eff} = tension efficace
 I_{eff} = intensité efficace
 φ = déphasage entre U et I



on a, pour la puissance réactive

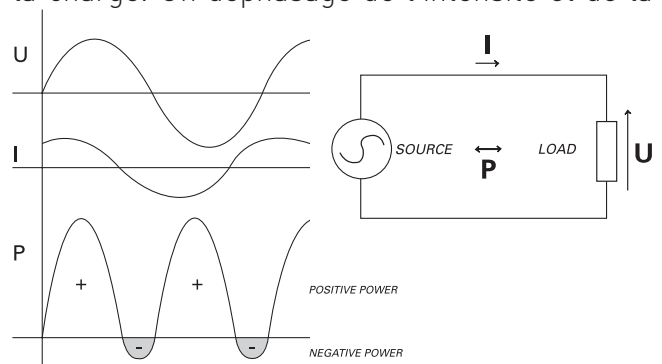
$$Q = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \sin \varphi$$

Les courants réactifs chargent le réseau d'alimentation. Le déphasage φ doit être réduit pour diminuer la puissance réactive. Le circuit d'alimentation étant chargé inductivement par des transformateurs, des moteurs, etc., des réactances capacitatives supplémentaires (condensateurs) sont mises en circuit. Ces réactances compensent le courant réactif inductif.



Exemple de puissance avec une composante réactive

Pour les grandeurs continues, les valeurs instantanées de l'intensité et de la tension sont constantes dans le temps. Par conséquent, la puissance est également constante. Par contre, la valeur instantanée des grandeurs mixtes et alternatives subit des modifications dans le temps au niveau de la somme (hauteur) et du signe (polarité). En l'absence de déphasage, la polarité du courant et de la tension est toujours la même. Le produit de l'intensité par la tension est toujours positif et la puissance est entièrement convertie en énergie au niveau de la charge. Un déphasage de l'intensité et de la



tension intervient en présence d'une composante réactive dans le circuit de courant alternatif. Dans le cas de valeurs instan-tanées pour lesquelles le produit de la tension et de l'intensité est négatif, aucune puissance n'est absorbée par la charge (inductive ou capacitive). Cette puissance réactive charge tout de même le réseau.

Puissance apparente

(unité volt-ampère, abréviation VA)

La puissance apparente est obtenue par la multiplication des valeurs de la tension et de l'intensité mesurées dans un circuit de courant alternatif. La puissance apparente est la somme géométrique de la puissance active et de la puissance réactive. Si:

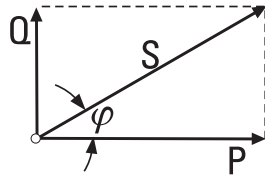
S = puissance apparente

P = puissance active

Q = puissance réactive

U_{eff} = tension efficace

I_{eff} = intensité efficace



on a, pour la puissance apparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$$

Facteur de puissance

Le facteur de puissance PF (power factor) se calcule à partir de la formule:

$$\text{PF} = \frac{P}{S}$$

PF = facteur de puissance

S = puissance apparente

P = puissance active

\hat{u} = tension crête

\hat{i} = Intensité crête



Dans le cas des intensités et des tensions sinusoïdales, on a $\text{PF} = \cos \varphi$

Si, par exemple, la courbe de l'intensité est de forme rectangulaire et la tension sinusoïdale, le facteur de puissance se calcule en faisant le rapport de la puissance active par la puissance apparente.

Dans ce cas également, il est possible de déterminer une puissance réactive. L'allure de la courbe de l'intensité étant différente de celle de la tension, cette puissance réactive est également appelée puissance réactive de distorsion.

Exemple de calcul du facteur de puissance

Tension efficace:

$$U_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{329,8 \text{ V}}{\sqrt{2}} \approx 230 \text{ V}$$

Intensité efficace:

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \hat{i}^2 \cdot d\varphi}$$

$$= \sqrt{\frac{\hat{i}^2}{2\pi} \left[\left(\pi - \frac{\pi}{3} \right) + \left(2\pi - \frac{4\pi}{3} \right) \right]}$$

$$= \sqrt{\hat{i}^2 \cdot \frac{2}{3}} = \hat{i} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$I_{\text{eff}} = 12,25 \text{ A} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = 10,00 \text{ A}$$

Puissance apparente S :

$$S = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 230 \text{ V} \cdot 10,0 \text{ A} = 2300 \text{ VA}$$

Puissance active:

$$P = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \hat{u} \cdot \hat{i} \sin \varphi \cdot d\varphi = \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[-\cos \varphi \right]_{\frac{\pi}{3}}^{\pi}$$

$$= \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[(-1) - (-0,5) \right] = \frac{1,5}{\pi} \cdot \hat{u} \cdot \hat{i}$$

$$= \frac{1,5}{\pi} \cdot 325 \text{ V} \cdot 12,25 \text{ A} = 1900 \text{ W}$$

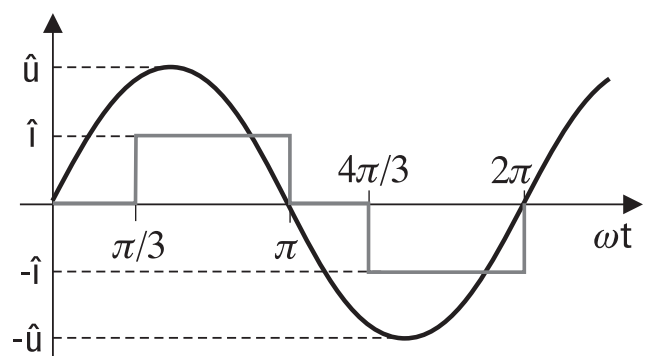
Facteur de puissance PF:

$$\text{PF} = \frac{P}{S} = \frac{1900 \text{ W}}{2300 \text{ VA}} = 0,826$$

Il n'y a pas de décalage de phases entre l'intensité et la tension dans cet exemple. Cependant, une puissance réactive doit exister car la puissance apparente est supérieure à la puissance active. L'allure de la courbe de l'intensité étant différente de celle de la tension, on dit que le courant est « distordu » par rapport à la tension. C'est pourquoi ce type de puissance réactive est également appelé « puissance réactive de distorsion ».

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(2300 \text{ VA})^2 - (1900 \text{ W})^2} = 1296 \text{ var}$$

$$\hat{u} = 325,00 \text{ V}; \hat{i} = 12,25 \text{ A}$$



Concept et manipulation

L'appareil HM8015 effectue une mesure de la tension et de l'intensité avec un convertisseur de valeur efficace. La puissance instantanée est déterminée avec un multiplicateur analogique. La tension et l'intensité sont mesurées et multipliées à l'instant (t). La puissance active est ensuite obtenue par l'intégration de la puissance instantanée sur une période T. Toutes les autres valeurs sont calculées.

La puissance apparente S est obtenue en multipliant la tension efficace mesurée par l'intensité efficace.

$$S = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

La puissance réactive peut être calculée à partir de la racine carrée de la puissance apparente à laquelle est soustraite la puissance active.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Le facteur de puissance PF est le quotient de la puissance active par la puissance apparente. Cela présente l'avantage suivant : le facteur de puissance « correct » est affiché. Si le cos. a été déterminé grâce à une mesure du déphasage, la valeur du facteur de puissance affichée pour les signaux distordus est incorrecte. Cela est le cas avec les parties de réseau de distribution, les réglages de phases, les montages redresseurs, etc.

Manipulation



Attention – Respecter les instructions de la notice d'utilisation

Tenir compte des points suivants lors de la première mise en service de l'appareil:

- Le commutateur de tension de secteur est réglé sur la tension de secteur disponible et les fusibles corrects se trouvent dans le porte fusible situé au niveau de la fiche d'alimentation.
- Le raccordement au niveau de la prise de courant de sécurité ou des transformateurs de séparation de sécurité de la classe de

protection 2 doit être conforme aux instructions.

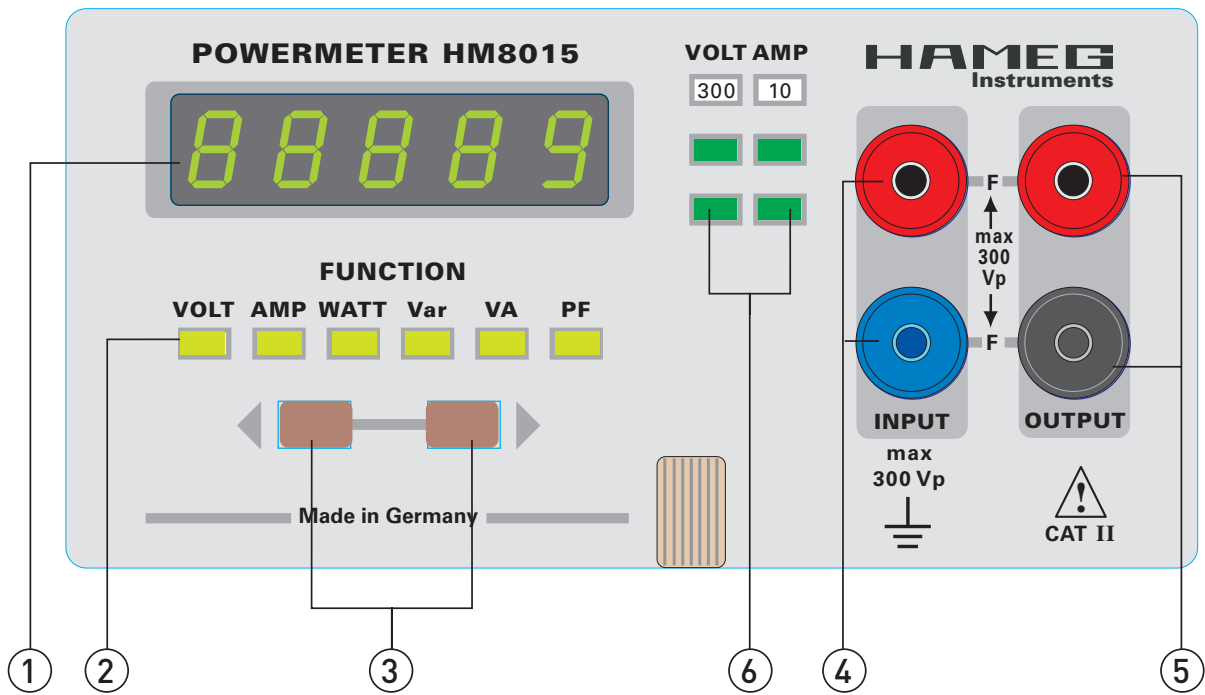
- Absence d'endommagements visibles de l'appareil
- Absence d'endommagements au niveau du branchement
- Pas de pièces mobiles dans l'appareil

Mise en service du HM8015

Après la mise en service de l'appareil, doivent apparaître à l'écran et chacun leur tour, le type de l'appareil « HM8015 » et le numéro de version du Firmware (par exemple «1.01»). L'appareil est alors en mode «Puissance active», la LED «WATT» s'allume. Ensuite, l'appareil commute automatiquement dans les gammes de courant et de tension les plus petites si aucun signal n'est présent à l'entrée INPUT



Veillez respecter les conditions de sécurité situées en page 45 de ce manuel.



Éléments de commande

L'appareil est protégé par un fusible non accessible de l'extérieur.

- ① **Afficheur à LED 7 segments**
La valeur mesurée est affichée numériquement avec une précision de 5 chiffres.
- ② **Fonction – LED**
Les LED indiquent la fonction de mesure actuelle. Le choix se fait en appuyant sur la touche ◀ et ▶ ③
- ③ ◀ et ▶
Touches permettant de sélectionner la fonction de mesure (VOLT, AMPERE, WATT, Var, VA, PF). La fonction de mesure actuelle est indiquée par des LED
- ④ **INPUT**
- ⑤ **OUTPUT**
Prises d'entrée et de sortie (connecteurs de sécurité 4mm)

- ⑥ **LED**
Indicateurs de gamme pour la tension en VOLT (50 V, 150 V et 300 V) et en AMPERE pour le courant (0.16 A, 1.6 A et 10 A). Le choix de gamme se fait automatiquement.

Le circuit de mesure du Wattmètre n'est pas relié à la terre. Les deux connecteurs de gauche sont signalés par l'affichage INPUT et sont reliés à l'alimentation en courant pour le circuit à alimenter. Ce dernier est lui-même connecté aux deux connecteurs de droite OUTPUT

Mesures

Le HM8015 permet d'effectuer les mesures suivantes:

Tension VOLT

La valeur efficace de la tension située aux bornes du circuit de mesure est calculée avec un convertisseur à valeur efficace vraie et est affichée à l'écran ①. Le choix de gamme commute automatiquement et la gamme de mesure est indiquée par des LED ⑥.

Courant AMP

La valeur efficace du courant circulant dans le circuit de mesure est mesuré avec un convertisseur à valeur efficace vraie et elle est affichée à l'écran ①. Le choix de gamme commute automatiquement et la gamme de mesure est indiquée par des LED ⑥.

Puissance active WATT

Mesure de la puissance active P , qui se calcule à partir de l'intégrale de la puissance instantanée (produit de la tension instantanée par le courant au même instant) prise sur une période et la division par la période T . Le choix de gamme se fait automatiquement et chacune des gammes de tension et de courant est indiquée ⑥.

Puissance réactive Var

Mesure de la puissance réactive, qui se calcule à partir de la tension efficace et du courant réactif. La puissance réactive peut être aussi bien capacitive qu'inductive. Le choix de gamme se fait automatiquement et chacune des gammes de tension et de courant est indiquée ⑥.

L'affichage de la puissance réactive indique une valeur correcte même si le courant et la tension ne sont pas sinusoïdaux. Comme la puissance apparente ($U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$) et la puissance réactive (valeur moyenne arithmétique de $u(t) \times i(t)$) ne dépendent pas de l'allure de la courbe, la puissance réactive peut donc être calculée à partir de ces valeurs.



mesurées du courant et de la tension. La puissance apparente est la somme géométrique des puissance active et réactive.

Le choix de gamme se fait automatiquement et chacune des gammes de tension et de courant est indiquée ⑥.

Facteur de puissance (PF)

Avec cette fonction il est possible de mesurer le facteur de puissance PF (Power Factor). La sélection de cette fonction est indiquée par une LED et l'écran affiche alors le rapport de la puissance active sur la puissance apparente.

Le choix de gamme se fait automatiquement et chacune des gammes de tension et de courant est indiquée ⑥.

Avec le Wattmètre il est possible de mesurer la valeur moyenne de la puissance instantanée indépendamment de l'allure de la courbe. On suppose ici que les valeurs limites concernant la fréquence et le facteur de crête ne sont pas dépassées.



Il n'est possible d'afficher une valeur du facteur de puissance seulement pour des grandeurs alternatives atteignant des valeurs efficaces de tension et de courant assez grandes. Si une tension/courant continu(e) est présente ou si les valeurs efficaces du courant et de la tension sont inférieures à 1/10 de la gamme de mesure, 4 traits apparaissent à l'écran.

Pour des tracés parfaitement sinusoïdaux de la tension et du courant, il est possible d'estimer avec le facteur de puissance le déphasage φ .

Pour des courants et des tensions de forme sinusoïdale, on a: $PF = \cos\varphi$.

Si le courant et/ou la tension sont déformés cette relation n'est plus vraie car il faudrait prendre en compte la puissance réactive de distorsion.



Sécurité

Veillez respecter les consignes suivantes



Lors de l'établissement de tension de contact aux connecteurs INPUT ④, toutes les consignes de sécurité doivent être respectées concernant ce sujet.

La tension continue doit être isolée de la terre et la tension alternative, isolée de la terre à l'aide d'un transformateur d'isolement.



Attention ! Les tensions qui dépassent une des valeurs suivantes sont considérées comme potentiellement dangereuses.

30 V Valeur efficace

42,4 V Valeur crête

60 V Tension continue

L'établissement de plus grandes tensions est possible seulement par du personnel qualifié et autorisé. Les consignes de sécurité concernant ce sujet doivent absolument être respectées.



Avant tout démontage, assurez-vous qu'aucune tension n'est présente au niveau des prises de sécurité INPUT ④. Sinon il existe un risque de danger pouvant entraîner la mort.

Si des appareils de protection de classe I sont connectés à la sortie OUTPUT ⑤ sans transformateur d'isolement, le circuit de protection doit être connecté séparément à la charge. Si ceci n'est pas respecté, il existe un risque de danger de mort.



Les prises de sécurité peuvent être très chaudes lors de présence de forts courants.



La tension maximale admissible entre deux prises INPUT ④ est de 300 V. Relatif au potentiel de référence de l'appareil, aucune tension crête de plus de 500 V ne doit être appliquée à aucune des deux entrées INPUT.



Les deux autres prises (rouge) sont reliées entre elles de manière galvanique (0 Ohm). Aucune tension ne doit être appliquée entre ces deux prises (risque de court-circuit).

L'impédance de mesure se situe dans l'appareil entre les prises bleue et noire. Aucune tension ne doit être appliquée entre ces deux prises (risque de court-circuit).

Fusible du circuit de mesure

Le circuit de mesure du HM 8015 est protégé par deux fusibles. Ces fusibles ne sont pas accessibles depuis l'extérieur. Le changement par un client n'est pas prévu. Si vous deviez changer ces fusibles, veuillez vous référer à la partie Réparation.

Indicaciones generales en relación a la marca CE

Los instrumentos de medida HAMEG cumplen las prescripciones técnicas de la compatibilidad electromagnética (CE). La prueba de conformidad se efectúa bajo las normas de producto y especialidad vigentes. En casos en los que hay diversidad en los valores de límites, HAMEG elige los de mayor rigor. En relación a los valores de emisión se han elegido los valores para el campo de los negocios e industrias, así como el de las pequeñas empresas (clase 1B). En relación a los márgenes de protección a la perturbación externa se han elegido los valores límite válidos para la industria.

Los cables o conexiones (conductores) acoplados necesariamente a un aparato de medida para la transmisión de señales o datos influyen en un grado elevado en el cumplimiento de los valores límite predeterminados. Los conductores utilizados son diferentes según su uso. Por esta razón se debe tener en cuenta en la práctica las siguientes indicaciones y condiciones adicionales respecto a la emisión y/o a la impermeabilidad de ruidos:

1. Conductores de datos

La conexión de aparatos de medida con aparatos externos (impresoras, ordenadores, etc.) sólo se deben realizar con conectores suficientemente blindados. Si las instrucciones de manejo no prescriben una longitud máxima inferior, esta deberá ser de máximo 3 metros para las conexiones entre aparato y ordenador. Si es posible la conexión múltiple en el interfaz del aparato de varios cables de interfaces, sólo se deberá conectar uno.

Los conductores que transmitan datos deberán utilizar como norma general un aislamiento doble. Como cables de bus IEEE se prestan los cables de **HAMEG** con doble aislamiento HZ72S y HZ72L.

2. Conductores de señal

Los cables de medida para la transmisión de señales deberán ser generalmente lo más cortos posible entre el objeto de medida y el instrumento de medida. Si no queda prescrita una longitud diferente, esta no deberá sobrepasar los 3 metros como máximo.

Todos los cables de medida deberán ser blindados (tipo coaxial RG58/U). Se deberá prestar especial

atención en la conexión correcta de la masa. Los generadores de señal deberán utilizarse con cables coaxiales doblemente blindados (RG223/U, RG214/U).

3. Repercusión sobre los instrumentos de medida

Si se está expuesto a fuertes campos magnéticos o eléctricos de alta frecuencia puede suceder que a pesar de tener una medición minuciosamente elaborada se cuelen porciones de señales indeseadas en el aparato de medida. Esto no conlleva a un defecto o paro de funcionamiento en los aparatos HAMEG. Pero pueden aparecer, en algunos casos por los factores externos y en casos individuales, pequeñas variaciones del valor de medida más allá de las especificaciones predeterminadas.

HAMEG Instruments GmbH

Deutsch	3
English	20
Français	32
Español	
Indicaciones generales en relación a la marca CE	46
Medidor de pontecia HM8015	48
Datos técnicos	49
Información general	50
Seguridad	50
Símbolos utilizados	50
Garantía y reparaciones	50
Mantenimiento	50
Condiciones de funcionamiento	51
Puesta en funcionamiento de los módulos	51
Principios básicos de medida	52
Valor medio aritmético	52
Valor de rectificación	52
Valor efectivo (RMS)	52
Factor de forma	53
Factor de cresta	53
Potencia	53
Potencia eficaz	53
Potencia reactiva	54
Potencia aparente	55
Factor de potencia	55
Funcionalidad del HM8015	56
Mandos de control HM8015	57
Medidas	58
Seguridad	59

3 kW Medidor de Potencia HM8015



Aparato base
HM8001-2



Aparato base
HM8003



Adaptador de red
HZ815



Medidas de potencia hasta 3 kW

Selección de margen de medida automático, manejo muy sencillo

6 funciones de medida

Indicación del factor de potencia

Margen de frecuencia de hasta 1 kHz

Medidas de potencia incluso en DC

Precisa del aparato base HM8001-2 o HM8003



**3000
Watt**

**300
Volt**

**10
Ampere**



HM8015 MEDIDOR DE POTENCIA DATOS TÉCNICOS

con 23 °C, después de un tiempo de calentamiento de 30 min.

Tensión TRMS (AC + DC)

Margen de medida:	50 V	150 V	300 V
Resolución:	0,1 V	1 V	1 V
Precisión:	±(0,6% + 5 dig.) desde DC hasta 1 kHz		
Impedancia de entrada:	1 MΩ 100 pF		
Factor de cresta:	max. 3,5 al final de la gama de medida		

Corriente TRMS (AC + DC)

Margen de medida:	0,16 A	1,6 A	10 A
Resolución:	1 mA	1 mA	10 mA
Precisión:	±(0,6% + 5 dig.) desde DC hasta 1 kHz		
Impedancia de entrada:	1 MΩ 100 pF		
Factor de cresta:	max. 4 al final de la gama de medida		
Protección de entrada:	2 x 15 A super rapido (FF) 6,3 x 32 mm		

Potencia eficaz

Margen de medida:	8 W	24 W	48 W
Resolución:	1 mW	10 mW	10 mW
Margen de medida:	80 W	240 W	480 W
Resolución:	10 mW	0.1 W	0,1 W
Margen de medida:	500 W	1500 W	3000 W
Resolución:	0,1 W	1 W	1 W
Precisión:	±(0,7% + 5 dig.) DC hasta 1 kHz		

Potencia reactiva

Margen de medida:	8 var	24 var	48 var
Resolución:	10 mvar	100mvar	100 mvar
Margen de medida:	80 var	240 var	480 var
Resolución:	100 mvar	1 var	1 var
Margen de medida:	500 var	1500 var	3000var
Resolución:	1 var	10 var	10 var
Precisión:	±(2,5% + 10dig. + 0.02 x Q) 20 Hz – 400 Hz (Q = potencia reactiva)		

Potencia aparente

Margen de medida:	8 VA	24 VA	48 VA
Resolución:	1 mVA	10 mVA	10 mVA
Margen de medida:	80 VA	240 VA	480 VA
Resolución:	10 mVA	100 mVA	100 mVA
Margen de medida:	500 VA	1500 VA	3000 VA
Resolución:	100 mVA	1 VA	1 VA
Precisión:	±(0,9% + 5 dig.) 20 Hz hasta 1 kHz		

Factor de potencia

Indicación:	0,00 bis 1,00
Precisión:	±(2% + 3 dig.) 50 bis 60 Hz (tensión y corriente, min. 1/10 del margen de medida)

Manejo

Fuciones de medida:	tensión, corriente, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia
----------------------------	---

Selección del margen de medida: automatico

Varios:

Indicación:	5 posiciones, LED de 7 segundos
--------------------	---------------------------------

Alimentación (solo HM8001-2)

Consumo: ca. 10 Watt

Margen de temperatura: +10 °C hasta +40 °C

Humedad rel. perm.: 10% – 90% (sin condensación)
5% – 95% RH

Dimensiones (AnxAlxP): 135 x 68 x 228 mm

Peso: ca. 0,6 kg

Contenido des suministro:

HM8015 Medidor de potencia, manual

Accesorios opcionales:

HZ815 Adaptador de red

Información general

Los módulos **HAMEG** normalmente sólo deben utilizarse en combinación con el aparato base **HM8001-2**. Para su incorporación a otros sistemas hay que tener en cuenta que los módulos sólo pueden ser alimentados con las tensiones que se especifican en los datos técnicos.

Después de desembalar un aparato, compruebe ante todo que no existan desperfectos mecánicos, ni piezas sueltas en su interior. En el caso de que se observen daños de transporte, estos se deberán comunicar inmediatamente al proveedor. En tal caso no ponga el aparato en funcionamiento.

Seguridad

Este aparato se ha fabricado y se ha controlado según las **normativas de seguridad para instrumentos de medida, control, regulación y laboratorio VDE 0411 parte 1a** y ha salido de fábrica en estado de seguridad técnica impecable. También cumple las normas europeas EN 61010-1 ó la norma internacional IEC 1010-1. Como corresponde a las normas de la clase de protección I, todas las piezas de la caja y del chasis están conectadas al contacto de tierra (protector) de la red. (Para los módulos esto sólo es válido si se utilizan en combinación con el aparato base.) Tanto los módulos como el aparato base deben utilizarse sólo con enchufes de seguridad correspondientes a las normas en vigor. No está permitido inutilizar la conexión de tierra dentro o fuera de la unidad.

Cuando haya razones para suponer que ya no es posible trabajar con seguridad, hay que apagar el aparato y asegurar que no pueda ser puesto en funcionamiento involuntariamente.

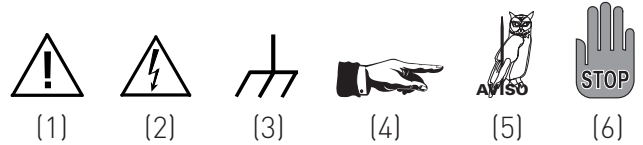
Tales razones pueden darse si el aparato:

- muestra daños visibles,
- contiene piezas sueltas,
- ya no funciona,
- ha pasado un largo tiempo de almacenamiento en condiciones adversas (p.ej. al aire libre o en lugar húmedo).

Antes de abrir o cerrar la caja del aparato, este debe desconectarse de toda fuente de tensión.

Si fuese imprescindible proceder a una medición o calibración con el aparato abierto y bajo tensión, estas tareas solo deberán ser realizadas por un técnico experto en la materia y habituado a los posibles peligros que implican tales operaciones.

Símbolos utilizados



- 1 Atención – Véanse las instrucciones del manual
- 2 Atención: Alta Tensión
- 3 Conexión a masa (tierra)
- 4 Indicación – Téngala en cuenta
- 5 Aviso – Información interesante
- 6 Stop! – El equipo puede sufrir daños

Garantía y reparaciones

Su equipo de medida HAMEG ha sido fabricado con la máxima diligencia y ha sido comprobado antes de su entrega por nuestro departamento de control de calidad, pasando por una comprobación de fatiga intermitente de 10 horas. A continuación se han controlado en un test intensivo de calidad todas las funciones y los datos técnicos.

Por favor contacte su proveedor en caso de una reclamación durante el período de 2 años de garantía. Los clientes en Alemania pueden realizar sus reparaciones de garantía directamente con HAMEG.

En caso de reparaciones durante el período de garantía valen nuestras condiciones de garantía, expuestas en nuestra página de internet

<http://www.hameg.com>.

El servicio técnico de HAMEG está a su disposición en caso de que precise una reparación o piezas de recambio.

Return Material Authorization (RMA)

Por favor solicite un número RMA por internet o fax antes de reenviar un equipo. Si no dispone de un embalaje adecuado puede pedir un cartón original vacío de nuestro servicio de ventas (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: vertrieb@hameg.de).

Mantenimiento

Es aconsejable controlar periódicamente algunas de las características más importantes de los instrumentos de medida. Las comprobaciones

necesarias son fáciles de realizar con ayuda del plan de chequeo contenido en el presente manual.

Desenroscando los dos tornillos situados en el panel posterior del aparato base HM8001-2, la caja puede deslizarse hacia atrás. Antes es necesario desconectar el cable de conexión a la red y todos los cables BNC que puedan estar conectados al aparato.

Al cerrar de nuevo la caja del aparato hay que procurar que la envoltura de ésta encaje correctamente entre el panel frontal y posterior. Desenroscando los dos tornillos situados en el panel posterior del módulo, se pueden desmontar ambas tapas del chasis. Al cerrarlo de nuevo hay que procurar que las ranuras de guía encajen perfectamente en el chasis frontal.

Condiciones de funcionamiento

El aparato debe funcionar a una temperatura ambiental entre +10°C y +40°C. Durante el transporte o almacenaje la temperatura debe mantenerse entre -40°C y +70°C. Si durante el transporte o almacenaje se hubiese producido condensación, habrá que aclimatar el aparato durante 2 horas antes de ponerlo en funcionamiento. Estos instrumentos están destinados para ser utilizados en espacios limpios y secos. Por eso, no es conveniente trabajar con ellos en lugares con mucho polvo o humedad y nunca cuando exista peligro de explosión. También se debe evitar que actúen sobre ellos sustancias químicas agresivas. Funciona en cualquier posición. Sin embargo, es necesario asegurar suficiente circulación de aire para la refrigeración. Por eso, en caso de uso prolongado, es preferible situarlos en posición horizontal o inclinada (estribos de apoyo). Los orificios de ventilación siempre deben permanecer despejados.

Puesta en funcionamiento de los módulos

Antes de conectar el aparato base a la red es necesario comprobar que la tensión de red ajustada en el panel posterior del mismo coincide con la tensión de red disponible. La conexión entre el conducto de protección del HM8001-2 y el contacto de tierra de la red debe establecerse antes que cualquier otra conexión (por eso, hay que conectar primero el enchufe de red del HM8001-2). Entonces la puesta en funciona-

miento de los módulos se reduce a la acción de introducirlos en el aparato base. Pueden funcionar indistintamente en el hueco derecho o izquierdo. Al introducir un módulo o efectuar un cambio de módulos, el aparato base debe estar apagado. La tecla roja POWER (en el centro del marco frontal del HM8001-2) resalta y en su plano superior se aprecia un pequeño círculo (o). Si no se utilizan los bornes BNC situados en la parte posterior del aparato, conviene por razones de seguridad, desconectar los cables BNC que puedan haber conectados. Para que los módulos funcionen correctamente con todas las tensiones de alimentación, hay que introducirlos hasta el fondo del hueco. Hasta que no se halle en tal posición, no existe conexión de seguridad con la caja del módulo (clavija situada encima de la regleta de contactos en el aparato base). En ese caso no debe conectarse ninguna señal a los enchufes de entrada del módulo.

Regla general de procedimiento: Antes de acoplar la señal de medida el módulo debe estar conectado y dispuesto para el funcionamiento. Si se reconoce un tipo de avería en el aparato de medición no se debe proseguir midiendo. Antes de apagar el módulo o de proceder a un cambio de módulo, el módulo en primer lugar debe desconectarse del circuito de medida.



La apertura de la conexión del contacto de protección dentro o fuera de la unidad no está permitida.

Al conectar tensiones, que albergen un riesgo elevado, a los bornes de entrada INPUT, se deberán tener en cuenta todas las normas de seguridad correspondientes!

La tensión continua deberá estar libre de masa! Tensión alterna deberá liberarse de masa mediante un transformador separador!

Antes de desconectar los conectores protegidos de los bornes INPUT, se deberá asegurar que los conectores ya no están bajo tensión. En caso contrario, persiste el peligro de accidente, en el peor de los casos peligro de muerte!

Si se conectan equipos de la clase de protección I en OUTPUT y se alimentan sin transformador separador, se deberá conectar el conducto de protección PE en el objeto bajo medida, de forma separada. Si no se sigue esta indicación, se corre peligro de muerte!

Principios básicos de medida

Abreviaciones y signos utilizados

W	Potencia eficaz	P
VA	Potencia aparente	S
var	Potencia reactiva	Q
$u(t)$	Valor momentáneo de tensión	
$u^2(t)$	Valor cuadrado promediado de tensión	
$I\bar{U}$	Valor de rectificación	
U_{ef}	Valor efectivo de tensión	
\hat{u}	Valor pico de tensión	
I_{ef}	Valor efectivo de corriente	
\hat{i}	Valor pico de corriente	
φ	Desplazamiento de fase (Phi) entre U e I	
$\cos \varphi$	Factor de potencia en magnitudes senoidales	
PF	Factor de potencia (power factor) en magnitudes no-senoidales	

Valor medio aritmético

$$\bar{x}_{(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)} \cdot dt$$

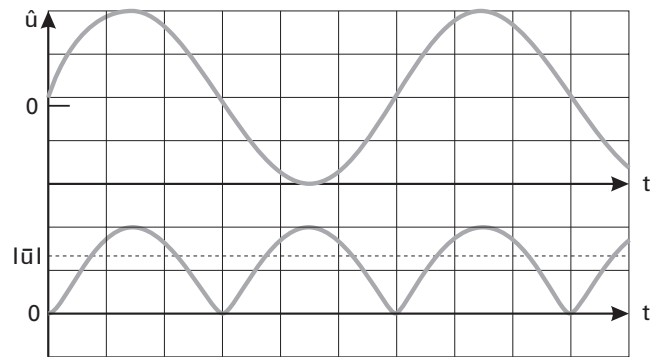
El valor medio aritmético de una señal periódica es el valor medio de todos los valores de función, que aparecen durante un periodo T. El valor medio de una señal se corresponde a la parte de continua.

- Si el valor medio es = 0 , se tiene una señal alterna pura.
- Para magnitudes continuas, el valor medio = valor actual.
- Para señales mezcladas el valor medio se corresponde con la parte de continua

Valor de rectificación

$$|\bar{x}| = \frac{1}{T} \int_0^T |x_{(t)}| dt$$

El valor de rectificación es el valor medio de las cantidades de los valores actuales. Las cantidades de los valores actuales resultan de la rectificación de la señal. El valor de rectificación se calcula mediante integración de las cantidades de los valores de tensión y corriente durante un periodo.



El valor de rectificación tiene el factor $2/\pi$ (0,637) del valor de cresta, con una tensión alterna senoidal $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$.

A continuación la ecuación para el valor de rectificación senoidal:

$$|\bar{u}| = \frac{1}{T} \int_0^T |\hat{u} \sin \omega t| dt = \frac{2}{\pi} \hat{u} = 0,637 \hat{u}$$

Valor efectivo (RMS)

El valor medio cuadrado $x^2(t)$ de una señal, se corresponde con el valor medio de la señal cuadrada.

$$\bar{x}_{(t)}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt$$

Si se toma la raíz cuadrada del valor medio cuadrado, se obtiene el valor efectivo de la señal X_{ef} .

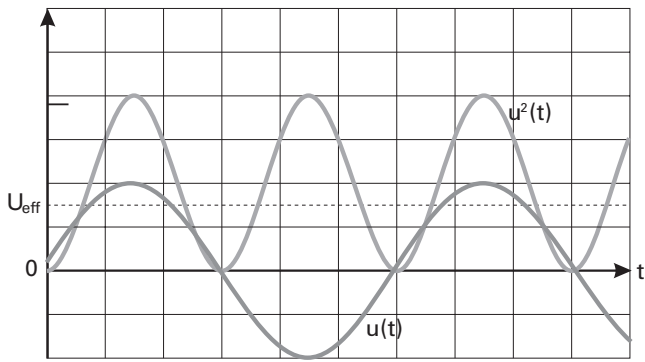
$$X_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x_{(t)}^2 dt}$$

Con señales de tensión alterna, se desean utilizar las mismas ecuaciones para calcular la resistencia, potencia, etc que con señales de tensión continua. A causa de la magnitudes momentáneas variantes se define el valor efectivo (inglés „RMS“ = Root Mean Square). El valor efectivo de una señal alterna provoca el mismo efecto como una señal continua de más magnitud.

Ejemplo:

Una bombilla, alimentada por una tensión alterna de 230 V_{ef} , tiene la misma potencia y se ilumina de la misma manera que una bombilla alimentada con una tensión continua de 230 V_{DC} . Con una tensión alterna senoidal $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$, el valor efectivo tendrá el factor $1/\sqrt{2}$ (0,707) del valor de cresta.

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (\hat{u} \sin \omega t)^2 dt} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0,707 \hat{u}$$



Factor de forma

Si se multiplica el valor rectificado, obtenido por el equipo de medida, con el factor de forma de la señal medida, se obtiene el valor efectivo (rms) de la señal. El factor de forma de una señal se calcula según la ecuación siguiente:

$$F = \frac{U_{ef}}{|u|} = \frac{\text{Valor efectivo (rms)}}{\text{Valor de rectificación}}$$

Con magnitudes alternas senoidales y puras, se obtiene un factor de forma:

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$$



Factor de cresta

El factor de cresta describe cuanto de más mayor es la amplitud (valor de pico) de una señal al valor efectivo (rms). Este factor es importante al efectuar mediciones de magnitudes con forma de pulso.

$$C = \frac{\hat{u}}{U_{ef}} = \frac{\text{Valor de pico}}{\text{Valor de efectivo (rms)}}$$

Con magnitudes alternas senoidales puras, la relación es de:

$$\sqrt{2} = 1,414$$



Si se sobrepasa en el equipo de medida el factor de cresta máximo permitido, se obtendrán valores de medida inciertos, ya que el equipo ha sido sobrecargado.

La precisión del valor efectivo calculado depende del factor de cresta y empeora con un factor de cresta superior, de la señal medida. El dato suministrado en el manual, correspondiente al factor de cresta, se refiere al final del margen de medida. Si solo se utilizara una parte del margen de medida (p.ej. 230 V en el margen de 500 V), se podrá tener un factor de cresta superior.

Factor de forma	C	F
	$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$
	$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$
	2	$\frac{\pi}{2} = 1,57$
	$\sqrt{3}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1,15$

C = Factor de cresta / F = Factor de forma

Potencia

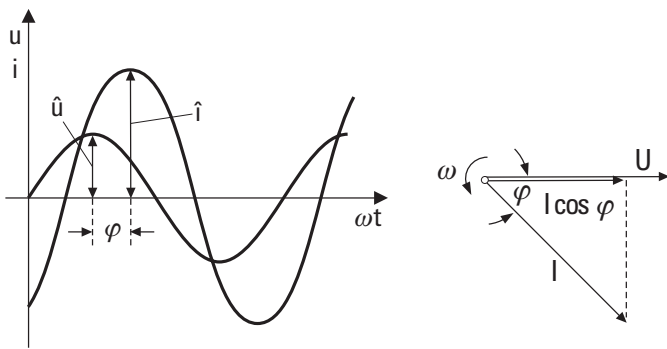
La potencia de magnitudes de continua (corriente continua, tensión de continua) es el producto de corriente y tensión. Con la potencia de corriente alterna, se deberá tener en cuenta adicionalmente la forma de la curva y la posición de la fase. Con magnitudes de alterna (corriente y tensión) y el conocimiento de la posición de la fase, se puede calcular de forma sencilla la potencia. Es más difícil, cuando se trata de magnitudes alternas no-senoidales. El medidor de potencia puede medir el valor medio de la potencia actual, independientemente de la forma de onda. Pero ello es a condición, que el factor de cresta y la frecuencia no sean sobrepasados en los valores especificados.

Potencia eficaz (unidad Watio, abreviación P)

Las inductancias o las capacidades de la fuente conllevan un desplazamiento de la fase entre corriente y tensión; esto es válido también para cargas con porciones inductivas o capacitivas. Si afecta la fuente y la carga, se genera una influencia interdependiente. La potencia eficaz se calcula de la tensión eficaz (rms) y de la corriente eficaz. En el diagrama vectorial, la corriente efectiva tiene la componente de corriente con la misma dirección como la tensión.

Con:

- P = Potencia eficaz
- U_{ef} = Tensión valor efectivo (rms)
- I_{ef} = Corriente efectiva (rms)
- φ = Desplazamiento de fase entre U e I



resulta la potencia eficaz

$$P = U_{ef} \cdot I_{ef} \cos \varphi$$

El $\cos \varphi$ se denomina factor de potencia.



La potencia momentánea es la potencia en el momento (t) y se calcula del producto de la corriente y de la tensión en el momento (t).

$$p(t) = i(t) \cdot u(t)$$

con onda senoidal se obtiene:

$$p(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) \cdot \hat{i} \sin \omega t$$

La potencia eficaz es el valor medio aritmético actual de la potencia actual. Si se realiza un integrado por un periodo y se divide por este mismo periodo resulta la ecuación para la potencia eficaz.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \hat{i} \sin \omega t \cdot \hat{u} \sin(\omega t + \varphi) dt$$

$$= \frac{\hat{i} \cdot \hat{u} \cdot \cos \varphi}{2}$$

$$= U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos \varphi$$

El máximo del factor de potencia $\cos \varphi = 1$ resulta al tener un desplazamiento de fase de $\varphi = 0^\circ$. Este se obtiene sólo en un circuito de corriente alterna sin resistencia reactiva. En un circuito de corriente alterna con una resistencia reactiva ideal se tiene un desplazamiento de fase de $\varphi = 90^\circ$. El factor de potencia es $\cos \varphi = 0$. La corriente alterna no genera entonces potencia eficaz.



Potencia reactiva (unidad var, abreviación Q)

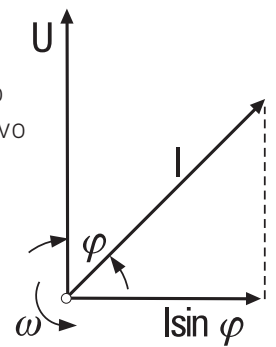
La potencia reactiva se calcula de la tensión efectiva y de la corriente reactiva. En el diagrama vectorial, la corriente reactiva es la corriente perpendicular sobre la tensión. (var = voltios amperios reactivos)

Con:

- Q = Potencia reactiva
- U_{ef} = Tensión valor efectivo
- I_{ef} = Corriente valor efectivo
- φ = Desplazamiento de fase entre U e I

resulta para la potencia reactiva:

$$Q = U_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \sin \varphi$$

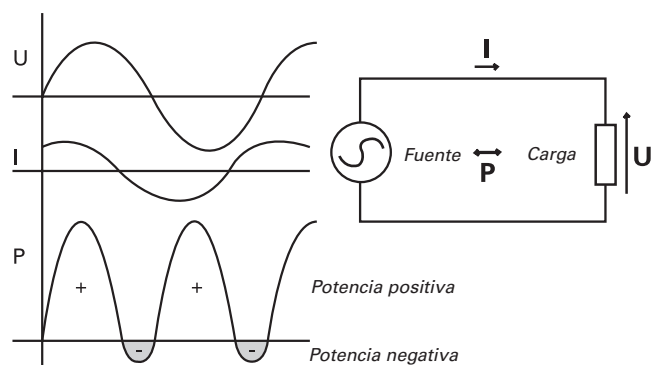


Las corrientes reactivas cargan la red general. Para reducir la potencia reactiva se deberá reducir el ángulo de fase. Como los transformadores, motores, etc cargan la red general de forma inductiva, se conectan adicionalmente resistencias capacitivas (condensadores). Estos compensan la corriente reactiva inductiva.



Ejemplo de una potencia, con una componente reactiva

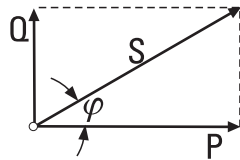
En las magnitudes de continúa, los valores actuales de corriente y tensión son constantes en tiempo. Por lo tanto, la potencia es constante. En contrapartida, el valor actual de magnitudes de mezcla y de alterna siguen las variaciones temporales por la cantidad (altura) y signo (polaridad). Sin el desplazamiento de la fase se tiene siempre la misma polaridad de corriente y de tensión. El producto de - corriente x tensión - siempre es positivo y la potencia se convierte, en la carga, completamente en energía. Si hay una componente reactiva en el circuito de corriente alterna, se obtiene un desplazamiento de corriente y tensión. Durante los valores momentáneos en los que se tiene el producto negativo de corriente y tensión, la carga (inductiva o capacitiva) no consume potencia. Sin embargo, esta potencia llamada reactiva, carga la red general.



Potencia aparente (unidad voltioamperio, abreviación VA)

Si se multiplican los valores medidos de tensión y corriente en un circuito de corriente alterna, resulta la potencia eficaz. La potencia aparente es la suma geométrica de la potencia eficaz y de la potencia reactiva. Con:

- S = Potencia aparente
- P = Potencia eficaz
- Q = Potencia reactiva
- U_{ef} = Tensión efectiva
- I_{ef} = Corriente efectiva



Resulta para la potencia aparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$$

Factor de potencia

El factor de potencia PF (power factor) se calcula según la ecuación:

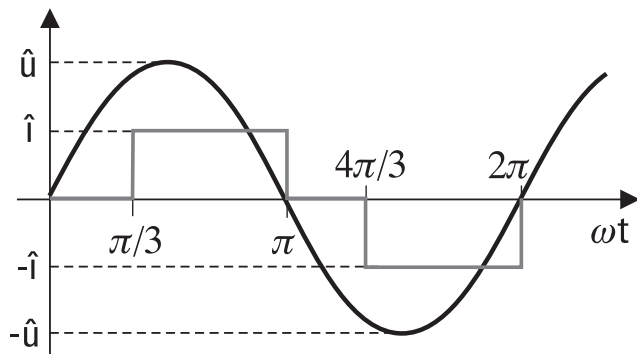
$$PF = \frac{P}{S}$$

- PF = Factor de potencia
- S = Potencia aparente
- P = Potencia eficaz
- û = Tensión valor pico
- î = Corriente valor pico



Sólo para corrientes y tensiones senoidales es válido: PF = cos φ

Si por ejemplo la corriente fuera de forma cuadrada y la tensión fuera senoidal, se calcula el factor de potencia, de la relación de potencia eficaz y potencia aparente. También aquí se puede determinar una potencia reactiva. En base a que la corriente tiene otra forma de onda que la tensión, esta potencia reactiva se denomina también „potencia reactiva de distorsión“.



û = 325,00 V; î = 12,25 A

Ejemplo de cálculo del factor de potencia

El valor efectivo de la tensión es:

$$U_{\text{ef}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 229,8 \text{ V} \approx 230 \text{ V}$$

El valor efectivo de la corriente resulta de:

$$I_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \hat{i}^2 \cdot d\varphi}$$

$$= \sqrt{\frac{\hat{i}^2}{2\pi} \left[\left(\pi - \frac{\pi}{3} \right) + \left(2\pi - \frac{4\pi}{3} \right) \right]}$$

$$= \sqrt{\hat{i}^2 \cdot \frac{2}{3}} = \hat{i} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$I_{\text{ef}} = 12,25 \text{ A} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = 10,00 \text{ A}$$

La potencia aparente S se corresponde a:

$$S = U_{\text{ef}} \cdot I_{\text{ef}} = 230 \text{ V} \cdot 10,0 \text{ A} = 2300 \text{ VA}$$

La potencia eficaz se calcula de:

$$P = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} \hat{u} \cdot \hat{i} \sin \varphi \cdot d\varphi = \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[-\cos \varphi \right]_{\pi/3}^{\pi}$$

$$= \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{\pi} \left[-(-1) - (-0,5) \right] = \frac{1,5}{\pi} \cdot \hat{u} \cdot \hat{i}$$

$$= \frac{1,5}{\pi} \cdot 325 \text{ V} \cdot 12,25 \text{ A} = 1900 \text{ W}$$

El factor de potencia PF se calcula de:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{1900 \text{ W}}{2300 \text{ VA}} = 0,826$$

La corriente y la tensión no quedan desplazadas en fase entre sí en este ejemplo. Aún así debe resultar una potencia reactiva, ya que la potencia aparente es mayor que la potencia eficaz. Como la corriente tiene otra forma de onda que la tensión, se dice que la corriente queda „distorsionada“ en relación a la tensión. Por esta razón, esta forma de potencia reactiva se denomina „potencia reactiva distorsionada“.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(2300 \text{ VA})^2 - (1900 \text{ W})^2} = 1296 \text{ var}$$

Funcionalidad del HM 8015

El medidor de potencia HM8015 mide cada vez con un convertidor de valores rms la tensión y también la corriente con un convertidor rms. La potencia momentánea se obtiene con un multiplicador analógico. Se mide la tensión y la corriente en el momento (t) y se multiplican. La potencia eficaz se obtiene integrando la potencia momentánea por un periodo T. Todos los valores restantes se calculan.

La potencia aparente S resulta al multiplicar la tensión efectiva con la corriente efectiva (rms).

$$S = U_{ef} \cdot I_{ef}$$

La potencia reactiva se calcula de la raíz cuadrada de la resta de la potencia aparente con la potencia efectiva.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

El factor de potencia PF se calcula del cociente de la potencia efectiva y de la potencia aparente. La ventaja es que entonces se presenta el factor de potencia „correcto“. Si se determina el $\cos \tilde{\varphi}$ mediante una medición de ángulo de fase, se presenta, con señales distorsionadas, un factor de potencia erróneo. Esto sucede con fuentes de alimentación conmutadas, controles de fase, circuiterías de rectificación, etc.

Puesta en funcionamiento



**Atención –
Vea las indicaciones del manual**

Al poner en funcionamiento, especialmente por primera vez, el equipo, tenga en cuenta los siguientes puntos:

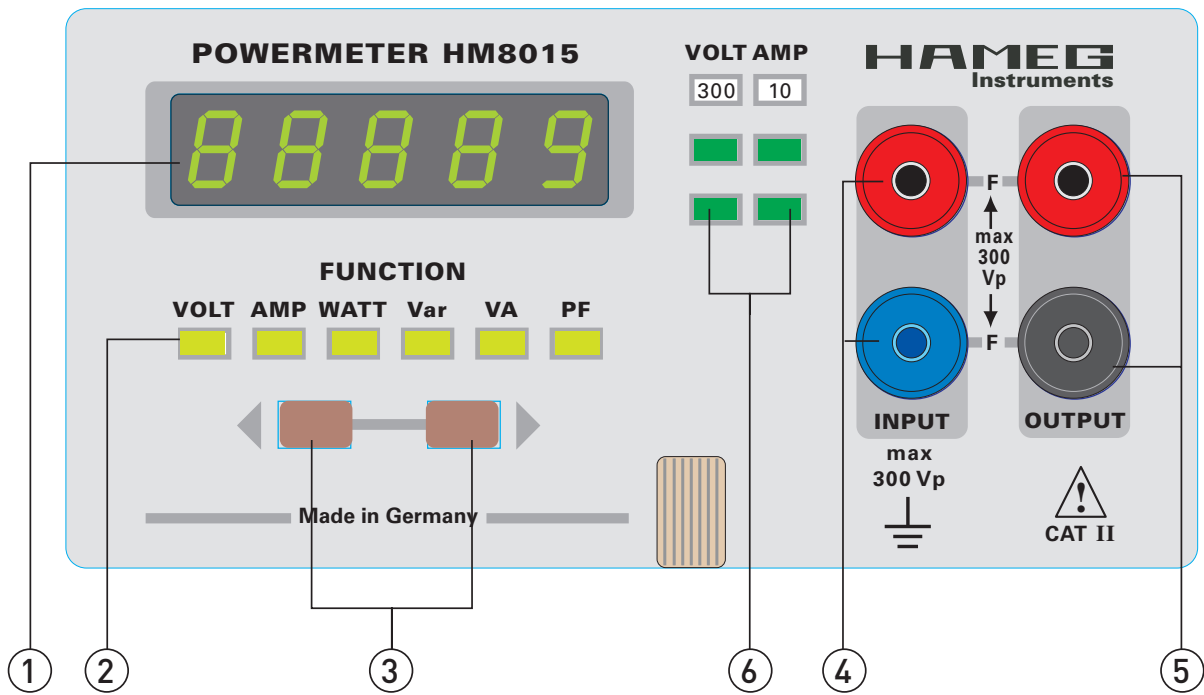
- El conmutador de la tensión de red ⑩ queda ajustado a la corriente local disponible y se tienen instalados los fusibles adecuados en el equipo.
- Se establece una conexión a un borne de conexión de protección o a un transformador separador protegido y de clase de protección 2.
- No hay daños perceptibles en el equipo
- No hay daños en el cable de red o en las conexiones
- No hay piezas sueltas en el equipo

Conectar el HM 8015

Después de poner en marcha el HM 8015, aparece en pantalla el tipo del instrumento y a continuación el número de la versión del firmware (p.ej.: 1.01). El equipo conmuta al modo de potencia activa, se ilumina el LED WATT ②. A continuación el equipo cambia al margen más pequeño seleccionable de corriente o de tensión, mientras no haya conectada ninguna señal en los bornes de entrada INPUT.



Por favor, tenga en cuenta las indicaciones de seguridad descritas en página 59 !



Mandos de control HM8015

① Indicación (Leds de 7 segmentos)

La indicación digital de las medidas, presenta el valor de medida con una resolución de 5 posiciones. El valor medido se presenta con los signos correctos.

② FUNCTION - LEDs

Los LEDs presentan el valor de la función de medida actual. La selección se realiza con las teclas ◀ y ▶ ③

③ ◀ y ▶

Teclas para seleccionar la función de medida (VOLT, l_pAMP, WATT, Var, VA, PF). La función de medida actual, se presenta con los LED de funciones ②.

④ INPUT

⑤ OUTPUT

Bornes de entrada (borne de protección de 4 mm)

El circuito de medida del powermeter, no queda conectado a masa (conductor de protección, PE)! Ambos bornes izquierdos, quedan marcados con INPUT y se conectan con la alimentación para el circuito bajo prueba. El propio circuito bajo prueba, se conecta con las dos salidas derechas OUT-

PUT.

La resistencia de medida se protege, con dos fusibles que no son accesibles desde el interior,

⑥ LEDs de margen de escala

Indicadores para tensión VOLT (50V, 150V y 300V) y corriente (0,16A, 1,6A y 10A). La selección del margen se realiza de forma automatizada

Medidas

Con el HM8015 se pueden realizar las siguientes mediciones:

Tensión VOLT

El valor rms de la tensión conectada en el circuito de medida, se mide con un convertidor rms y se presenta en la pantalla ①. La selección de la gama de medida se realiza de forma automática, el margen de medida se indica por los indicadores de gama de medida ⑥.

Corriente AMP

El valor rms de la corriente que fluye por el circuito de medida se mide con un convertidor rms y se presenta en la pantalla ①. La selección de la gama de medida se realiza de forma automática, el margen de medida se indica por los indicadores de gama de medida ⑥.

Potencia activa WATT

Medición de la potencia activa P que se obtiene del cálculo de la integración de la potencia momentánea (producto del valor momentáneo de tensión y corriente) sobre un periodo y una división por la duración de periodo T . La selección del margen se realiza de forma automática, la gama de medida correspondiente de tensión y corriente se presentan por los indicadores de gama ⑥.

Potencia reactiva VAR

Medición de la potencia reactiva Q , que se calcula de la tensión rms y la corriente activa. La potencia reactiva se presenta tanto en cargas capacitivas como en cargas inductivas (sin antesigno). EL margen de selección se realiza de forma automática, el margen de medida de tensión y corriente se presenta con los indicadores de gama ⑥.

La indicación de la potencia reactiva presenta también los valores correctos, cuando la corriente y la tensión no son de forma senoidal. Como la potencia aparente ($U_{ef} \cdot I_{ef}$) y la potencia efectiva (valor mediado aritmético de $u_{(t)} \cdot i_{(t)}$) son independientes de la forma de onda, se puede calcular la potencia reactiva de estos valores de medida.



Potencia aparente Va

Medición de la potencia aparente V_a , que se calcula de la multiplicación de los valores rms de tensión y corriente, medidos en el circuito de corriente alterna. La potencia aparente es la suma geométrica de la potencia reactiva y la potencia activa.

La selección de márgenes se realiza de forma automática, la gama de medida de corriente y tensión se indica mediante los indicadores de gama ⑥.

PF (Factor de potencia)

Esta función de medida mide el valor del factor de potencia PF (power factor). Al utilizar esta función, se ilumina el LED correspondiente y la presentación de FUNCTION ① indica la relación entre potencia efectiva / potencia aparente.

La selección de márgenes se realiza de forma automática, la gama de medida de corriente y tensión se indica mediante los indicadores de gama ⑥.

El factor de potencia PF es independiente de la forma de onda de las magnitudes medidas, mientras que no se hayan sobrepasado los límites especificados, referentes al factor de cresta y de la frecuencia.



Sólo al trabajar con magnitudes de alterna con un valor rms de corriente y tensión suficientemente grande, se presentará un valor para el PF. Con tensión/corriente continua o si los valores rms de tensión y corriente son $<1/10$ del margen de medida, se presentarán sólo 4 barritas horizontales en pantalla.

Para procesos senoidales reales de las magnitudes de corriente y tensión, se puede determinar con el factor de potencia PF las variaciones de fase φ .

Para corrientes y tensiones senoidales es válido: $PF = \cos \varphi$



Si la corriente y/o la tensión están distorsionadas, no es válida esta relación, ya que debería de tenerse en cuenta la distorsión de la potencia reactiva.

Seguridad

Por favor, tenga en cuenta las siguientes indicaciones de seguridad!



Al conectar tensiones, que albergen un riesgo elevado, a los bornes de entrada INPUT ⑫, se deberán tener en cuenta todas las normas de seguridad correspondientes!

La tensión continua deberá estar libre de masa!

Tensión alterna deberá liberarse de masa mediante un transformador separador!



Atención!

Tensiones que sobrepasen uno de los siguientes valores, deberán ser tratadas como de alto riesgo:

1. 30,0 V valor efectivo (rms)
2. 42,4 V valor pico
3. 60,0 V tensión continua

La conexión de tensiones superiores sólo deberá ser realizada por personal, instruido e informado con los peligros que albergan estas tareas! Las normas de seguridad correspondientes, deberán ser respetadas indispensablemente!



Antes de desconectar los conectores protegidos de los bornes INPUT ⑫, se deberá asegurar que los conectores ya no están bajo tensión. En caso contrario, persiste el peligro de accidente, en el peor de los casos peligro de muerte!



Si se conectan equipos de la clase de protección I en OUTPUT ⑭ y se alimentan sin transformador separador, se deberá conectar el conducto de protección PE en el objeto bajo medida, de forma separada. Si no se sigue esta indicación, se corre peligro de muerte!



Los conectores protegidos pueden calentarse sensiblemente, a causa de las corrientes que fluyen por ellos!



Los dos bornes rojos superiores quedan conectados galvánicamente entre si mismos (0 Ohm). Por esta razón, no se deberá conectar ninguna tensión entre los dos bornes superiores (riesgo de corto circuito)!

La resistencia de medida se encuentra en el equipo, entre los bornes inferiores (azul, negro). Tampoco se deberá conectar ninguna tensión entre estos dos bornes (riesgo de corto circuito)!



La tensión máxima admisible entre los dos bornes INPUT es de 500 V. Referido al potencial de referencia del equipo (conexión de masa = conexión de protección PE), no deberá ser, en ninguno de los dos bornes INPUT, el valor pico superior, a un a tensión de 500 V.

Protección del circuito de medida

El circuito de medida del HM8015 queda protegido por 2 fusibles. Estos fusibles de protección, no quedan accesibles desde el exterior del equipo. No está previsto, que estos fusibles puedan ser cambiados por el proio usuario, por lo que si se deteriora un fusible se daría el caso de avería.

Oscilloscopes



Spectrum Analyzers



Power Supplies



Modularsystem
8000 Series

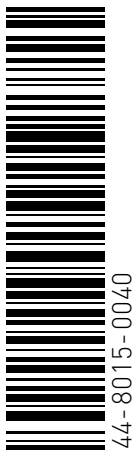


Programmable Instruments
8100 Series



authorized dealer

www.hameg.de



Subject to change without notice
44-8015-0040 / 30062005gw
© HAMEG Instruments GmbH
A Rohde & Schwarz Company
® registered Trademark



DQS-Certification: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: DE-071040 QM

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Tel +49 (0) 61 82 800-0
Fax +49 (0) 61 82 800-100
sales@hameg.de