

HM8115-2

8 kW Power-Meter

Benutzerhandbuch

User Manual



5800444002



KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt:

Bezeichnung: Leistungsmessgerät
Typ: HM8115-2
mit: HO820
Option: HO880

mit den Bestimmungen des Rates der Europäischen Union zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten

- betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (2006/95/EG) [LVD]
- über die elektromagnetische Verträglichkeit (2004/108/EG) [EMCD]
- über die Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (2011/65/EG) [RoHS] übereinstimmt.

Die Übereinstimmung mit LVD und EMCD wird nachgewiesen durch die Einhaltung folgender Normen:

EN 61010-1: 04/2015
EN 61326-1: 07/2013
EN 55011: 11/2014
EN 61000-4-2: 12/2009
EN 61000-4-3: 04/2011
EN 61000-4-4: 04/2013
EN 61000-4-5: 03/2015
EN 61000-4-6: 08/2014
EN 61000-4-11: 02/2005

Bei der Beurteilung der elektromagnetischen Verträglichkeit wurden die Störaussendungsgrenzwerte für Geräte der Klasse B sowie die Störfestigkeit für Betrieb in industriellen Bereichen zugrunde gelegt.

Datum 8.6.2015

Unterschrift

Holger Asmussen
General 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 angeschlossen sein.

Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel ist das von HAMEG beziehbare doppelt geschirmte Kabel HZ72 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

English

23

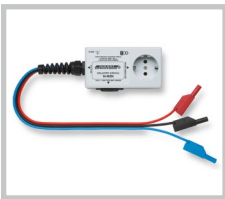
Deutsch

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung	2
8 kW Leistungs-Messgerät HM8115-2	4
Technische Daten	5
1 Wichtige Hinweise	6
1.1 Symbole	6
1.2 Auspacken	6
1.3 Aufstellen des Gerätes	6
1.4 Transport	6
1.5 Lagerung	6
1.6 Sicherheitshinweise	6
1.7 Gewährleistung und Reparatur	7
1.8 Bestimmungsgemäßer Betrieb	7
1.9 Wartung	7
1.10 Netzspannungsumschaltung	7
1.11 Sicherungswechsel der Gerätesicherung	7
2 Bezeichnung der Bedienelemente	8
3 Messgrundlagen	9
3.1 Arithmetischer Mittelwert	9
3.2 Gleichrichtwert	9
3.3 Effektivwert	9
3.4 Formfaktor	9
3.5 Crestfaktor	9
3.6 Leistung	10
3.7 Leistungsfaktor	11
4 Gerätekonzept des HM8115-2	12
5 Einführung in die Bedienung des HM8115-2	12
6 Bedienelemente und Anzeigen	12
7 Schnittstellen	18
8 Befehlsliste der Gerätesoftware	19
9 Software	20
9.1 Installation	20
9.2 Das Programm	20
9.3 Deinstallation	20
10 Stichwortverzeichnis	21

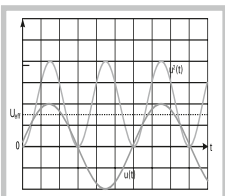
8kW Leistungs-Messgerät HM8115-2



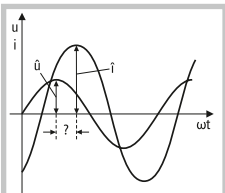
Adapter HZ815



Effektivwert



Wirkleistung



- ✓ Großer Leistungsmessbereich 1mW...8kW
- ✓ Spannungsmessung 100mV...500V, Strommessung 1mA...16A
- ✓ Frequenzbereich DC...1kHz
- ✓ Simultane Anzeige von Spannung, Strom und Leistung
- ✓ Messung von Schein-, Wirk- und Blindleistung
- ✓ Anzeige des Leistungsfaktors
- ✓ Automatische Messbereichswahl, einfachste Bedienung
- ✓ Monitorausgang (BNC) zur Ausgabe der Momentanleistung
- ✓ Für Messungen an Frequenzumrichtern geeignet
- ✓ Software zur Steuerung und Messdatenerfassung inklusive
- ✓ Galvanisch getrennte USB/RS-232 Dual-Schnittstelle, optional IEEE-488 (GPIB)

8 kW Leistungs-Messgerät HM8115-2

Alle Angaben bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten.

Spannung	Echtheffektivwert (AC + DC)		
Messbereiche:	50 V	150 V	500 V
Auflösung:	0,1 V	1 V	1 V
Genauigkeit:	20 Hz...1 kHz: $\pm(0,4\% + 5 \text{ Digit})$ DC: $\pm(0,6\% + 5 \text{ Digit})$		
Eingangsimpedanz:	1 M Ω 100 pF		
Crestfaktor:	max. 3,5 am Messbereichsende		
Eingangsschutz:	max. 500 V _S		

Strom	Echtheffektivwert (AC + DC)		
Messbereiche:	160 mA	1,6 A	16 A
Auflösung:	1 mA	1 mA	10 mA
Genauigkeit:	20 Hz...1 kHz: $\pm(0,4\% + 5 \text{ Digit})$ DC: $\pm(0,6\% + 5 \text{ Digit})$		
Crestfaktor:	max. 4 am Messbereichende		
Eingangsschutz Input:	Sicherung 16 A Superflink (FF), 6,3 x 32 mm		

Wirkleistung

Der Messbereich ergibt sich aus dem Produkt des eingestellten Strom- bzw. Spannungsmessbereichs.

Messbereiche:	8 W	24 W	80 W	240 W	800 W	2400 W	8000 W
Auflösung:	1 mW	10 mW	10 mW	100 mW	100 mW	1 W	1 W
Genauigkeit:	20 Hz...1 kHz: $\pm(0,8\% + 10 \text{ Digit})$ DC: $\pm(0,8\% + 10 \text{ Digit})$						
Anzeige:	4stellig, 7-Segment LED						

Blindleistung

Messbereiche:	8 var	24 var	80 var	240/800 var	2400/8000 var
Auflösung:	10 mvar	100 mvar	100 mvar	1 var	1 var
Genauigkeit:	20...400 Hz: $\pm(2,5\% + 10 \text{ Digit} + 0,02 \times P)$ P = Wirkleistung				
Anzeige:	4-stellig, 7-Segment LED				

Scheinleistung

Messbereiche:	8 VA	24 VA	80 VA	240/800 VA	2400/8000 VA
Auflösung:	1 mVA	10 mVA	10 mVA	100 mVA	1 VA
Genauigkeit:	20 Hz...1 kHz: $\pm(0,8\% + 5 \text{ Digit})$				
Anzeige:	4-stellig, 7-Segment LED				

Leistungsfaktor

Anzeige:	0,00...+1,00
Genauigkeit:	50...60 Hz: $\pm(2\% + 3 \text{ Digit})$ (Sinuskurve) Spannung und Strom $>1/10$ v. Messbereich

Monitorausgang (analog)

Anschluss:	BNC-Buchse (galvanische Trennung v. Messkreis und RS-232 Schnittstelle)
Bezugspotenzial:	Schutzleiteranschluss
Pegel:	1 V _{AC} bei Bereichende (2.400/8.000 Digit)
Genauigkeit:	typ. 5%
Ausgangsimpedanz:	ca. 10 k Ω
Bandbreite:	DC...1 kHz
Fremdspannungsschutz:	± 30 V

Bedienung/Anzeigen

Messfunktionen:	Spannung, Strom, Leistung, Leistungsfaktor
Messbereichswahl:	automatisch/manuell
Überlaufanzeige:	optisch, akustisch
Anzeigeauflösung:	
Spannung	3-stellig, 7-Segment LED
Strom	4-stellig, 7-Segment LED
Leistung	4-stellig, 7-Segment LED
Leistungsfaktor	3-stellig, 7-Segment LED

Schnittstelle

Schnittstelle:	Dual-Schnittstelle USB/RS-232 H0820, IEEE-488 (GPIB) (optional)
Anschluss RS-232:	D-Sub-Buchse (galvanische Trennung v. Messkreis und Monitorausgang)
Protokoll:	Xon/Xoff
Übertragungsraten:	9600 Baud
Funktionen:	Steuerung/Datenabfrage

Verschiedenes

Schutzart:	Schutzklasse I (EN 61010-1)
Netzanschluss:	115/230 V $\pm 10\%$, 50...60 Hz, CAT II
Leistungsaufnahme:	ca. 15 W bei 50 Hz
Arbeitstemperatur:	+5...+40 °C
Lagertemperatur:	-20...+70 °C
Rel. Luftfeuchtigkeit:	5...80 % (ohne Kondensation)
Abmessungen (B x H x T):	285 x 75 x 365 mm
Gewicht:	ca. 4 kg

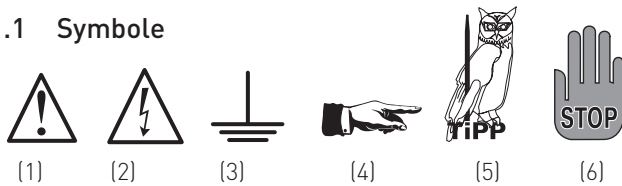
Im Lieferumfang enthalten: Netzkabel, Bedienungsanleitung, CD, Software

Empfohlenes Zubehör:

H0880	IEEE-488 (GPIB) Schnittstelle, galvanisch getrennt
HZ10S	5 x Silikon-Messleitung (Schwarz)
HZ10R	5 x Silikon-Messleitung (Rot)
HZ10B	5 x Silikon-Messleitung (Blau)
HZ13	Schnittstellenkabel (USB) 1,8 m
HZ14	Schnittstellenkabel (seriell) 1:1
HZ33	Messkabel 50 Ω , (BNC/BNC), 0,5 m
HZ34	Messkabel 50 Ω , (BNC/BNC), 1,0 m
HZ42	19" Einbausatz 2HE
HZ72	IEEE-488 (GPIB) Schnittstellenkabel 2 m
HZ815	Netzadapter

1 Wichtige Hinweise

1.1 Symbole



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

1.2 Auspacken

Prüfen Sie beim Auspacken den Packungsinhalt auf Vollständigkeit. Ist der Netzspannungsumschalter entsprechend der vorhandenen Netzversorgung eingestellt? 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 genommen werden.

1.3 Aufstellen des Gerätes

Das Gerät kann in zwei verschiedenen Positionen aufgestellt werden: Die vorderen Gerätefüße werden wie in Bild 1 aufgeklappt. Die Gerätefront zeigt dann leicht nach oben. (Neigung etwa 10°).

Bild 1

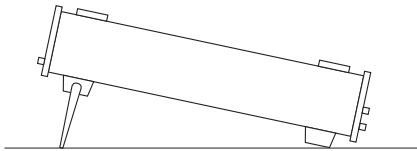


Bild 2

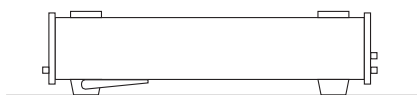
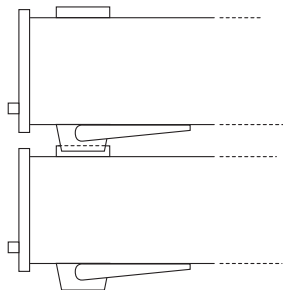


Bild 3



Blieben die vorderen Gerätefüße eingeklappt, wie in Bild 2, lässt sich das Gerät mit vielen weiteren Geräten von HAMEG sicher stapeln. Werden mehrere Geräte aufeinander gestellt sitzen die eingeklappten Gerätefüße in den Arretierungen des darunter liegenden Gerätes und sind gegen unbeabsichtigtes Verrutschen gesichert. (Bild 3).

Es sollte darauf geachtet werden, dass nicht mehr als drei bis vier Geräte übereinander gestapelt werden. Ein zu hoher Geräteturm kann instabil werden und auch die Wärmeentwicklung kann bei gleichzeitigem Betrieb aller Geräte, zu groß werden.

1.4 Transport

Bewahren Sie bitte den Originalkarton für einen eventuell späteren Transport auf. Transportschäden aufgrund einer mangelhaften Verpackung sind von der Gewährleistung ausgeschlossen.

1.5 Lagerung

Die Lagerung des Gerätes muss in trockenen, geschlossenen Räumen erfolgen. Wurde das Gerät bei extremen Temperaturen transportiert, sollte vor dem Einschalten eine Zeit von mindestens 2 Stunden für die Akklimatisierung des Gerätes eingehalten werden.

1.6 Sicherheitshinweise

Diese Gerät ist gemäß VDE0411 Teil1, 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. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke, in dieser Bedienungsanleitung, beachten. Das Gerät entspricht der Schutzklasse 1, somit sind alle Gehäuse- und Chassisteile mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen oder an Schutz-Trenntransformatoren der Schutzklasse 2 betrieben werden.

Sind Zweifel an der Funktion oder Sicherheit der Netzsteckdosen aufgetreten, so sind die Steckdosen nach DIN VDE0100, Teil 610, zu prüfen.



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



Beim Anlegen von berührungsgefährlichen Spannungen an die Eingangsbuchsen INPUT (12) müssen alle diesbezüglichen Sicherheitsvorschriften beachtet werden! Gleichspannung ist erdfrei zu machen! Wechselspannung ist mit einem Schutztrenntrafo erdfrei zu machen!



Vor dem Abziehen der Sicherheitsstecker am INPUT (12) ist sicherzustellen dass diese spannungsfrei sind. Ansonsten besteht Unfallgefahr, im schlimmsten Fall Lebensgefahr!



Werden Geräte der Schutzklasse I an OUTPUT (14) angeschlossen, ist der Schutzleiter PE am Prüfling separat anzuschließen. Wird dies nicht beachtet, besteht Lebensgefahr!



Bei Strömen > 10 A ist nur eine maximale Betriebsdauer von 15 Minuten zulässig!



Die Sicherheitsstecker können durch hohe Ströme heiß werden!

- Der Netzspannungsumschalter muss entsprechend der vorhandenen Netzversorgung eingestellt sein.
- Das Öffnen des Gerätes darf nur von einer entsprechend ausgebildeten Fachkraft erfolgen.
- Vor dem Öffnen muss das Gerät ausgeschaltet und von allen Stromkreisen getrennt sein.

In folgenden Fällen ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern:

- Sichtbare Beschädigungen am Gerät
- Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Beschädigungen am Sicherungshalter
- Lose Teile im Gerät
- Das Gerät arbeitet nicht mehr
- Nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen)
- Schwere Transportbeanspruchung

1.7 Gewährleistung und Reparatur

Unsere Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test“. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind. Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das Produkt erworben haben.

Abgleich, Auswechseln von Teilen, Wartung und Reparatur darf nur von autorisierten Fachkräften ausgeführt werden. Werden sicherheitsrelevante Teile (z.B. Netzschalter, Netztrafos oder Sicherungen) ausgewechselt, so dürfen diese nur durch Originalteile ersetzt werden. Nach jedem Austausch von sicherheitsrelevanten Teilen ist eine Sicherheitsprüfung durchzuführen (Sichtprüfung, Schutzleitertest, Isolationswiderstands-, Ableitstrommessung, Funktionstest). Damit wird sichergestellt, dass die Sicherheit des Produkts erhalten bleibt.



Das Produkt darf nur von dafür autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden. Vor Arbeiten am Produkt oder Öffnen des Produkts ist dieses von der Versorgungsspannung zu trennen, sonst besteht das Risiko eines elektrischen Schlages.

1.8 Bestimmungsgemäßer Betrieb

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 zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebes reicht von +5°C...+40°C. Während der Lagerung oder des Transportes darf die Temperatur zwischen -20°C und +70°C betragen. Hat sich während des Transportes oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muss das Gerät ca. zwei Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird.

Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen oder an Schutz-Trenntransformatoren der Schutzklasse 2 betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (vordere Gerätefüße aufgeklappt) zu bevorzugen.



Die Lüftungslöcher und die Kühlkörper des Gerätes dürfen nicht abgedeckt werden !

Nennwerten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmszeit von min. 30 Minuten, im Umgebungstemperaturbereich von 23°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

1.9 Wartung



Die Außenseite des Gerätes sollte regelmäßig mit einem weichen, nicht fasernden Staubtuch gereinigt werden.



Bevor Sie das Gerät reinigen stellen Sie bitte sicher, dass es ausgeschaltet und von allen Spannungsversorgungen getrennt ist.



Keine Teile des Gerätes dürfen mit Alkohol oder anderen Lösungsmitteln gereinigt werden!

Die Anzeige darf nur mit Wasser oder geeignetem Glasreiniger (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gesäubert werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Beschriftung oder Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

1.10 Netzspannungsumschaltung

Das Gerät arbeitet mit einer Netzwechselspannung von 115 V oder 230 V 50/60 Hz. Die vorhandene Netzversorgungsspannung wird mit dem Netzspannungsumschalter ⑩ eingestellt. Mit der Netzspannungsumschaltung ist ein Wechsel der Netzeingangssicherungen notwendig. Die Nennströme der benötigten Sicherungen sind an der Gehäuserückwand abzulesen.

1.11 Sicherungswechsel der Gerätesicherung

Die Netzeingangssicherungen sind von außen zugänglich. Kaltgeräteeinbaustecker und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Das Auswechseln der Sicherung darf nur erfolgen wenn zuvor das Gerät vom Netz getrennt und das Netzkabel abgezogen wurde. Sicherungshalter und Netzkabel müssen unbeschädigt sein. Mit einem geeigneten Schraubenzieher (Klingenbreite ca. 2mm) werden die an der linken und rechten Seite des Sicherungshalters befindlichen Kunststoffarretierungen nach innen gedrückt. Der Ansatzpunkt ist am Gehäuse mit zwei schrägen Führungen markiert. Beim Entriegeln wird der Sicherungshalter durch Druckfedern nach außen gedrückt und kann entnommen werden. Die Sicherungen sind dann zugänglich und können ggf. ersetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die zur Seite herausstehenden Kontaktfedern nicht verbogen werden. Das Einsetzen des Sicherungshalters ist nur möglich, wenn der Führungssteg zur Buchse zeigt. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis beide Kunststoffarretierungen einrasten.

Ein Reparieren der defekten Sicherung oder das Verwenden anderer Hilfsmittel zum Überbrücken der Sicherung ist gefährlich und unzulässig. Dadurch entstandene Schäden am Gerät fallen nicht unter die Garantieleistungen.

Sicherungstyp:

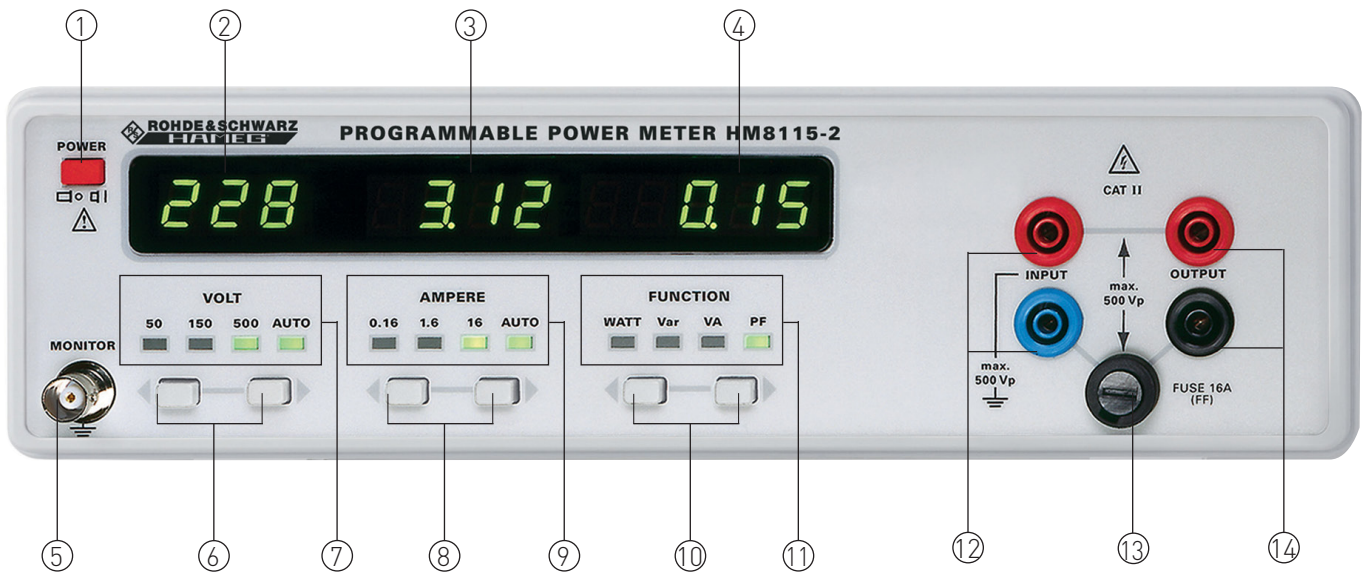
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).



Netzspannung
230 V
115 V

Sicherungs-Nennstrom
100 mA träge (T)
200 mA träge (T)

2 Bezeichnung der Bedienelemente



Gerätefrontseite

- ① **POWER** – Netzschalter
- ② **VOLT Display** – Spannungsanzeige
- ③ **AMPERE Display** – Stromanzeige
- ④ **FUNCTION Display** – Anzeige für Leistung u. PF (power factor)
- ⑤ **MONITOR** – Monitorausgang
- ⑥ **VOLT Tasten** – Bereichsumschalter für Spannung
- ⑦ **VOLT LED** – Anzeige Spannungsbereich
- ⑧ **AMPERE Tasten** – Bereichsumschalter für Strom
- ⑨ **AMPERE LED** – Anzeige Strombereich

- ⑩ **FUNCTION Tasten** – Bereichsumschalter Messfunktion
- ⑪ **FUNCTION LED** – Anzeige Messfunktion
- ⑫ **INPUT** – Eingang Stromversorgung für Prüfling
- ⑬ **FUSE** – Sicherung für den Messkreis
- ⑭ **OUTPUT** – Ausgang zum Prüfling

Geräterückseite

- ⑮ **USB/RS-232 Schnittstelle**
(beim HM8115-2G: IEEE-488 GPIB)
- ⑯ **Netzspannungsumschalter**
- ⑰ **Kaltgeräteeinbaustecker mit Netzsicherung**



3 Messgrundlagen

Verwendete Abkürzungen und Zeichen

W	Wirkleistung	P
VA	Scheinleistung	S
var	Blindleistung	Q
$u(t)$	Spannung Momentanwert	
$u^2(t)$	Spannung quadratischer Mittelwert	
$I\hat{U}$	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	
$\cos \varphi$	Leistungsfaktor bei sinusförmigen Größen	
PF	Leistungsfaktor (power factor) bei nichtsinusförmigen Größen	

3.1 Arithmetischer Mittelwert

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

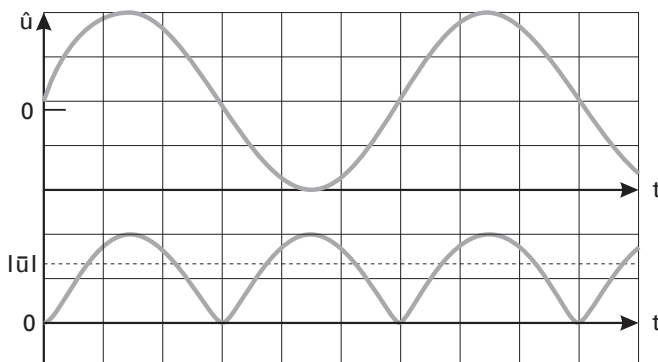
Der arithmetische Mittelwert eines periodischen Signals ist der gemittelte Wert aller Funktionswerte, die innerhalb einer Periode T vorkommen. Der Mittelwert eines Signals entspricht dem Gleichanteil.

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

3.2 Gleichrichtwert

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

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. Daraus ergibt sich die Formel für den sinusförmigen Gleichrichtwert:

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

3.3 Effektivwert

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

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

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

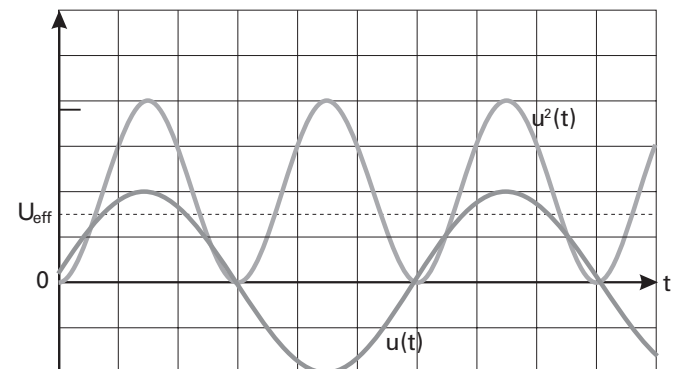
$$X_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x(t)^2 \cdot dt}$$

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 Wechsellsignals erzeugt den selben Effekt wie ein entsprechend großes Gleichsignal.

Beispiel: Eine Glühlampe, versorgt mit einer Wechselspannung von $230 V_{\text{eff}}$, nimmt die gleiche Leistung auf und leuchtet genauso hell, wie eine Glühlampe versorgt mit einer Gleichspannung von $230 V_{\text{DC}}$.

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

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



3.4 Formfaktor

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

$$F = \frac{U_{\text{eff}}}{I\hat{U}} = \frac{\text{Effektivwert}}{\text{Gleichrichtwert}}$$



Bei reinen sinusförmigen Wechselgrößen beträgt der Formfaktor:

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

3.5 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 Messbereichs-ende. Wird nur ein Teil des Messbereiches genutzt (z.B. 230 V im 500 V-Bereich), darf der Crestfaktor größer sein.

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

3.6 Leistung

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

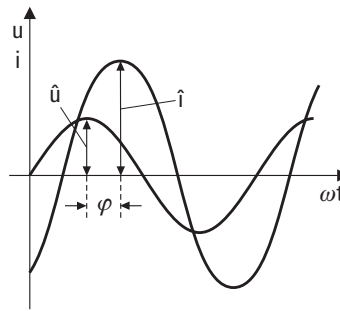
Bei der Wechselstromleistung muss zusätzlich zu Strom und Spannung auch die Kurvenform und die Phasenlage berücksichtigt werden. Bei sinusförmigen Wechselgrößen (Strom, Spannung) und bekannter Phasenverschiebung, lässt sich die Leistung leicht berechnen. Schwieriger wird es, wenn es sich um nichtsinusförmige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

Mit dem Power Meter 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.

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

Das Maximum des Leistungsfaktors $\cos \varphi = 1$ ergibt sich bei einer Phasenverschiebung von $\varphi = 0^\circ$. Die 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.

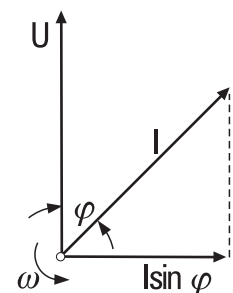
Blindleistung (Einheit var, Kurzzeichen Q)

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

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

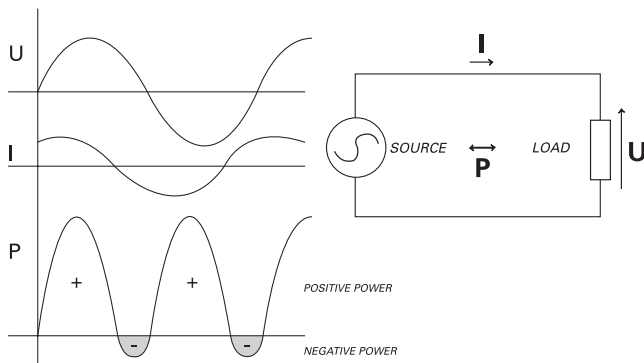


Blindströme belasten das Stromversorgungsnetz. Um die Blindleistung zu senken muss der Phasenwinkel φ verkleinert werden. Da Transformatoren, Motoren, etc. das Stromversorgungsnetz induktiv belasten, werden zusätzliche kapazitive Widerstände (Kondensatoren) zugeschaltet. Diese kompensieren den induktiven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



Beispiel für Leistung mit Blindanteil

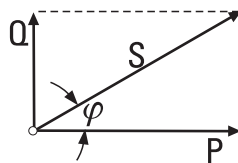
Bei Gleichgrößen sind Augenblickswerte von Strom und Spannung zeitlich konstant. Folglich ist auch die Leistung konstant. Im Gegensatz dazu folgt der Augenblickswert von Misch- und Wechselgrößen zeitlichen Änderungen nach Betrag (Höhe) und Vorzeichen (Polarität). Ohne Phasenverschiebung liegt immer die 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

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

3.7 Leistungsfaktor

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

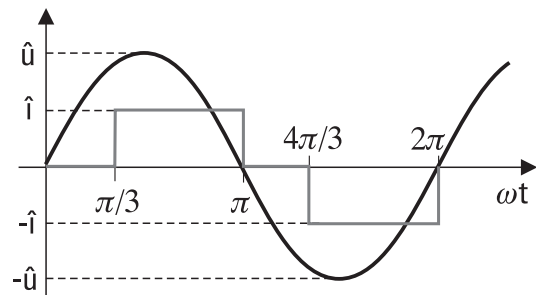
$$PF = \frac{P}{S}$$

PF = Leistungsfaktor
S = Scheinleistung
P = Wirkleistung
û = Spannung Spitzenwert
î = Strom Spitzenwert



Nur für sinusförmige Ströme und Spannungen
gilt: PF = cos φ

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.



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

Rechenbeispiel Leistungsfaktor

Der Effektivwert der Spannung beträgt:

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

Der Effektivwert des Stromes ergibt sich aus:

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

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:

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

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“.

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

4 Gerätekonzzept des HM8115-2

Das Power-Meter HM8115-2 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 $\cos\phi$ bestimmt, ist der angezeigte Wert des Leistungsfaktors bei verzerrten Signalen falsch. Dies ist der Fall bei Schaltnetzteilen, Phasenanschnittsteuerungen, Gleichrichterschaltungen, etc.

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

Die Momentanleistung kann am Monitorausgang mit einem Oszilloskop betrachtet werden. Das Gerät selbst ist mit der seriellen Schnittstelle steuerbar. Die gemessenen und errechneten Werte lassen über die Schnittstelle auslesen und in der dazugehörigen Software bearbeiten. Messkreis, Monitor und Schnittstelle sind galvanisch getrennt.

5 Einführung in die Bedienung des HM8115-2



Achtung - Bedienungsanleitung beachten

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

- Der Netzspannungsumschalter (16) ist auf die verfügbare Netzspannung eingestellt und die richtigen Sicherungen befinden sich im Sicherungshalter des Kaltgeräteeinbausteckers (17).
- Vorschriftsmäßiger Anschluss an Schutzkontaktsteckdose oder Schutz-Trenntransformatoren der Schutzklasse 2
- Keine sichtbaren Beschädigungen am Gerät
- Keine Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Keine losen Teile im Gerät

Selbsttest

Einschalten des HM8115-2 mit dem Netzschalter Power (1) LED-Anzeige für FUNCTION (4) zeigt die Versionsnummer der Firmware (z.B. „2.01“).



LED-Anzeige für FUNCTION (4) zeigt die eingestellte Übertragungsrate der seriellen Schnittstelle (z.B. „9600“)



Das Gerät schaltet in den Modus Wirkleistung messen. Die bei FUNCTION (11) mit WATT beschriftete LED leuchtet. Die AUTO-Funktion wird eingeschaltet und für die Spannungs- und Stromanzeige der beste Messbereich automatisch eingestellt.

6 Bedienelemente und Anzeigen

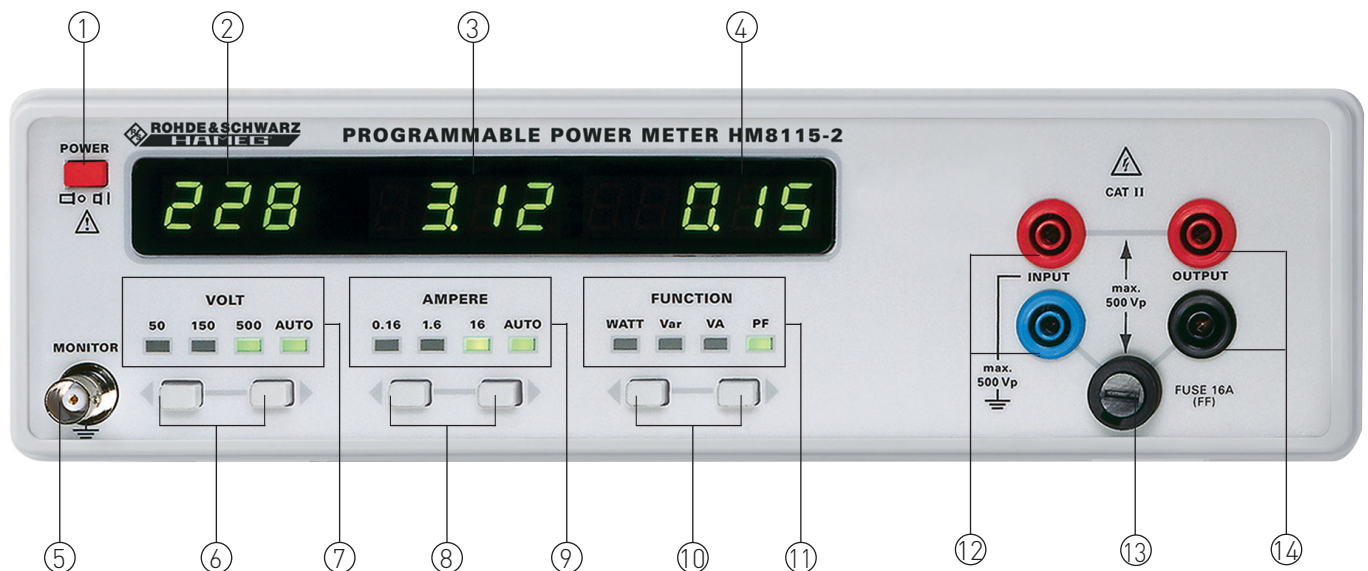
1 POWER

Netzschalter mit Symbolen für Ein (I) und Aus (O).

Mit dem Einschalten des Gerätes zeigt die LED-Anzeige für FUNCTION (4) kurz die Versionsnummer der Firmware (z.B. „2.01“), danach die Übertragungsrate der seriellen Schnittstelle (z.B. 9600). Anschließend schaltet das Gerät in den Modus Wirkleistung. Die bei FUNCTION (11) mit WATT beschriftete LED leuchtet. Die AUTO-Funktion wird eingeschaltet und für die Spannungs- und Stromanzeige der beste Messbereich automatisch eingestellt.

2 VOLT Display

Die Spannungsanzeige zeigt die Spannung am Ausgang des Messkreises. Die Spannung ist, bedingt durch den Spannungsabfall am Shunt, geringfügig kleiner als die Eingangsspannung. Ist die Spannung für den Messbereich zu hoch (Overrange), zeigt die Anzeige drei blinkende horizontale Striche „- - -“. Um eine Spannungsanzeige zu erhalten, muss mit der rechten VOLT-Taste (6) ein größerer Spannungsbereich oder die AUTO-Funktion gewählt werden.



3 AMPERE Display

Die Stromanzeige zeigt den Strom an, der im Messkreis fließt. Ist der Strom für den Messbereich zu hoch (Overrange), zeigt die Anzeige vier blinkende horizontale Striche „- - - -“. Um eine Stromanzeige zu erhalten, muss mit der rechten AMPERE-Taste [8] ein größerer Strombereich oder die AUTO-Funktion gewählt werden.

4 FUNCTION Display

Das FUNCTION Display zeigt den Messwert der aktuellen Funktion an.

Wählbar sind:

- Wirkleistung in Watt
- Blindleistung in var
- Scheinleistung in VA
- Leistungsfaktor PF (power factor)

Die Funktionswahl wird mit den FUNCTION Tasten [10] vorgenommen. Die Einstellung wird mit der zugehörigen LED angezeigt.

Im Falle fehlerhafter Messungen im falschen Messbereich bei VOLT oder AMPERE zeigt die Funktionsanzeige drei/vier horizontale Striche „- - - -“, unabhängig von der eingestellten Funktion.

Bei PF-Messung zeigt das Display 4 horizontale Striche „- - - -“, wenn kein Phasenwinkel bestimmbar ist. Das kann folgende Ursachen haben:

1. Es fließt kein Strom
2. Im Messkreis fließt nur Gleichstrom.
3. Wechselspannung und/oder Wechselstrom im Messkreis sind zu klein.
4. Manuell gewählte Messbereiche für VOLT und/oder AMPERE sind zu klein oder zu groß.

Warnsignal bei Messbereichsüberschreitung

Messbereichsüberschreitungen werden vom POWER METER durch Blinken der jeweiligen Anzeige und einem akustischen Warnsignal angezeigt.

Warnsignal EIN/AUS

HM8115-2 mit POWER [1] ausschalten
HM8115-2 einschalten und die rechte Taste der FUNCTION Tasten [10] drücken
Die rechte FUNCTION Taste [10] erst loslassen, wenn die FUNCTION LED WATT leuchtet.

Die neue Einstellung wird permanent gespeichert bis wieder eine Änderung erfolgt.

6 VOLT

Drucktasten und Messbereichs LED für die manuelle oder automatische Wahl des Spannungsbereiches.

Nach dem Einschalten des HM8115-2 leuchtet sofort die AUTO-LED. Das Gerät wählt automatisch entsprechend der am Messkreis anliegenden Spannung den geeigneten Spannungsbereich. Dieser wird zusätzlich zur AUTO-LED mit einer weiteren LED angezeigt. Ändert sich die Spannung am Messkreis und ein anderer Messbereich ist geeigneter, schaltet die Messbereich-Automatik selbständig um.

Mit dem Betätigen einer der Tasten zum Umschalten des Messbereichs wird die Messbereich-Automatik abgeschaltet und die AUTO-LED erlischt. Danach kann der Messbereich manuell mit einer der VOLT-Tasten gewählt werden.

Die Messbereich-Automatik kann mit Betätigen der rechten VOLT-Taste wieder eingeschaltet werden. Die AUTO-LED leuchtet wieder.

Die VOLT- Anzeige [2] zeigt die am Messkreis anliegende Spannung an. Wird manuell ein zu niedriger Messbereich gewählt, signalisiert das HM8115-2 durch Blinken von 3 waagrechten Strichen „- - -“ und einem Warnsignal „Overrange“.

8 AMPERE

Drucktasten und Messbereichs LED für die manuelle oder automatische Wahl des Strombereiches.

Nach dem Einschalten des HM8115-2 leuchtet sofort die AUTO-LED. Das Gerät wählt automatisch entsprechend des im Messkreis fließenden Stromes den geeigneten Strombereich. Dieser wird zusätzlich zur AUTO-LED mit einer weiteren LED angezeigt. Ändert sich der Strom im Messkreis und ein anderer Messbereich ist geeigneter, schaltet die Messbereich-Automatik selbständig um.

Mit dem Betätigen einer der Tasten zum Umschalten des Messbereichs wird die Messbereich-Automatik abgeschaltet. Die AUTO-LED erlischt. Danach kann der Messbereich mit einer der AMPERE- Tasten gewählt werden.

Die Messbereich-Automatik kann mit Betätigen der rechten AMPERE- Taste wieder eingeschaltet werden. Die AUTO-LED leuchtet wieder.

Die AMPERE- Anzeige [3] zeigt den im Messkreis fließenden Strom an. Wird manuell ein zu niedriger Messbereich gewählt, signalisiert das HM8115-2 durch Blinken von 4 waagrechten Strichen „- - - -“ und einem Warnsignal „Overrange“.

10 FUNCTION

Drucktasten und Anzeige LED für die Auswahl der Messfunktion.

Wählbar sind:

Wirkleistung in Watt
Blindleistung in Var
Scheinleistung in VA
Leistungsfaktor PF
(power factor)

WATT (Wirkleistung)

Nach dem Einschalten des HM8115-2 befindet sich das Gerät immer im Modus Wirkleistungsmessung. Die WATT-LED leuchtet und das FUNCTION Display (4) zeigt die Wirkleistung an. Mit Betätigen der FUNCTION-Tasten (10) werden die anderen Messfunktionen ausgewählt.

Var (Blindleistung)

Mit dieser Messfunktion wird die Blindleistung gemessen. Es leuchtet die Var-LED und das FUNCTION Display (4) zeigt die Blindleistung an. Die Blindleistung wird sowohl bei kapazitiven Lasten und als bei induktiven Lasten als positiver Wert (ohne Vorzeichen) angezeigt.



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

PF (Leistungsfaktor)

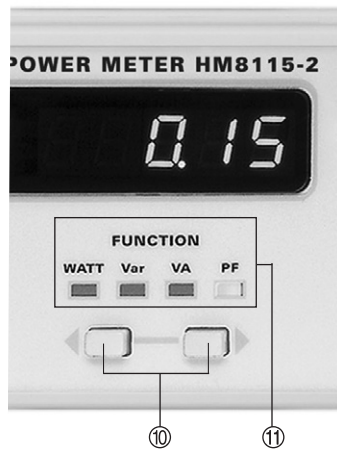
Mit dieser Messfunktion wird der Leistungsfaktor PF (power factor) gemessen. Mit dem Aufruf dieser Funktion leuchtet die zugeordnete LED und die FUNCTION-Anzeige (4) zeigt das Verhältnis von Wirkleistung / Scheinleistung an. Mit dem Power Meter lässt sich der Mittelwert der augenblicklichen Leistung unabhängig von der Kurvenform messen. Voraussetzung hierfür ist, dass die bezüglich Crestfaktor und Frequenz spezifizierten Grenzen nicht überschritten werden. Der Leistungsfaktor PF ist unabhängig von der Kurvenform der gemessenen Größen, solange der Crestfaktor und die Frequenz die spezifizierten Grenzen des Power Meter nicht überschreiten.

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



Die FUNCTION-Anzeige (4) zeigt nur bei Wechselgrößen einen Wert für PF an. Beide Wechselgrößen (Strom und Spannung) müssen in ausreichender Höhe vorliegen (s. technische Daten). Bei nicht ausreichender Höhe und bei Gleichgrößen (Gleichstrom, Gleichspannung) werden 4 waagrechte Striche angezeigt.

Würde statt dem Leistungsfaktor PF die Phasenverschiebung φ von Strom und Spannung gemessen, lässt sich daraus auch der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ bestimmen. Dieser ist aber nur für echte sinusförmige Verläufe der Messgrößen direkt anwendbar. Sind die Spannung und/oder Strom im Versorgungsnetz verzerrt entspricht die Größe $\cos\varphi$ nicht dem „wirklichen“ Leistungsfaktor. Bei verzerrten Messgrößen ist die Verzerrungsblindleistung zu berücksichtigen. Strom und die Spannung haben sinusförmigen Verlauf. Nur dann entspricht der Leistungsfaktor PF dem $\cos\varphi$ des Winkels der Phasenverschiebung zwischen der Spannung an der Last und dem, durch die Last fließenden, Strom.

**Geräteanschlüsse****5 MONITOR (BNC-Buchse)**

Der Monitorausgang ermöglicht die Anzeige der Augenblickswerte der Leistung (Momentanleistung) mit einem Oszilloskop.



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.

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

Positive Leistung wird als positives Strom-Spannungs-Produkt auf dem Oszilloskop angezeigt, negative Leistung als negatives Strom-Spannungs-Produkt. Unabhängig davon ob die Funktion WATT, Var, VA oder PF am Gerät ausgewählt wurde zeigt der Monitorausgang die Momentanleistung an. Werden Gleichspannung und Gleichstrom gemessen zeigt der Monitorausgang ein Gleichspannungssignal.

Der Schirmanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem Chassis verbunden. Das Ausgangssignal an der Buchse ist durch einen Transformator galvanisch vom Messkreis und der RS-232 Schnittstelle getrennt.

Es erfolgt eine automatische Korrektur der temperaturabhängigen Drift. Die Häufigkeit der Korrektur hängt von der Temperatur ab. Während der Korrektur (ca. 100 ms) liegt kein Signal am Monitorausgang an und die Ausgangsspannung beträgt 0 Volt. Die automatische Korrektur erfolgt zu Beginn ca. alle 3 Sekunden innerhalb der ersten Minute. Danach erfolgt die Korrektur in einem Abstand von etwa 2 Minuten.



Die Ausgangsspannung an der MONITOR-Buchse beträgt im arithmetischen Mittel 1 V_{av} am Bereichsende der WATT-Anzeige. Der Bereich der Leistungsanzeige wird nicht angezeigt, kann aber leicht errechnet werden. Er ist das Produkt des Spannungs-(VOLT) und des Strom- (AMPERE) Bereiches.

Leistungsbereich berechnen:

50V x 0,16A	= 8W	→	1 V (Mittelwert)
150V x 16,0A	= 2400W	→	1 V (Mittelwert)
500V x 1,6A	= 800W	→	1 V (Mittelwert)



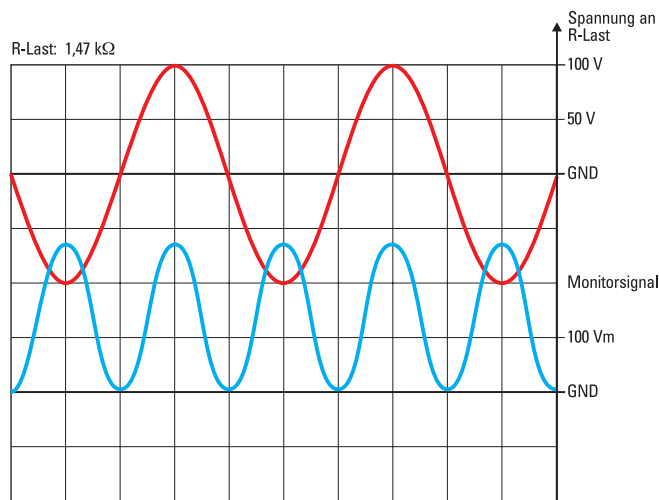
Bei maximal sinusförmiger Spannung und Strom im Messbereich zeigt der Monitorausgang ein sinusförmiges Signal mit 2V_{pp}. Bei reinem Wirkanteil ist die Nulllinie bei 0V und das Monitorsignal schwingt zwi-

schen 0V und 2V. Im arithmetischen Mittel entsprechend 1V_{av} (average). Bei maximaler Gleichspannung und Gleichstrom im Messbereich zeigt der Monitorausgang ein Gleichsignal mit 1V.

Beispiel 1:

Ein Draht-Widerstand mit 1,47kΩ wird als Last an eine Spannung von 70V_{eff}/50Hz angeschlossen. Die Abbildung zeigt den Spannungsverlauf an der R-Last und das Signal am Monitorausgang.

Die Messung mit dem HM8115-2 erfolgt im 150 VOLT- und 0,16 AMPERE-Bereich. Das Produkt der beiden Bereiche beträgt 24W. Entsprechend der Spezifikation beträgt die Spannung am MONITOR-Ausgang 1V_{av}, wenn dem Messkreis eine Leistung von 24 Watt entnommen wird.



Da es sich um eine rein ohmschen Last handelt kommt es zu keiner Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung.

Das Oszilloskop zeigt die Leistungsaufnahme in Form einer unverzerrten sinusförmigen Wechselspannung an. Der negative Scheitelwert entspricht der Null-Volt-Position des Kathodenstrahles, während der positive Scheitelwert ca. 0,27 V beträgt. Die mittlere Spannung während einer Periode beträgt somit 0,135 V.

Mit den zuvor genannten Werten: 24 Watt Messbereich, 1V (Mittelwert) bei 24 Watt und einer tatsächlichen mittleren Spannung von 0,135 Volt am MONITOR-Ausgang ergibt sich die Gleichung

$$X = 24 \cdot 0,135$$

Die mittlere Leistung beträgt somit ca. 3,24 Watt. (Ablesegenauigkeit Oszilloskop!)

Das HM8115-2 zeigt folgende Messwerte:

U _{eff}	= 70 V	Q	= 0,2 var
I _{eff}	= 0,048 A	S	= 3,32 VA
P	= 3,34 W	PF	= 1,00

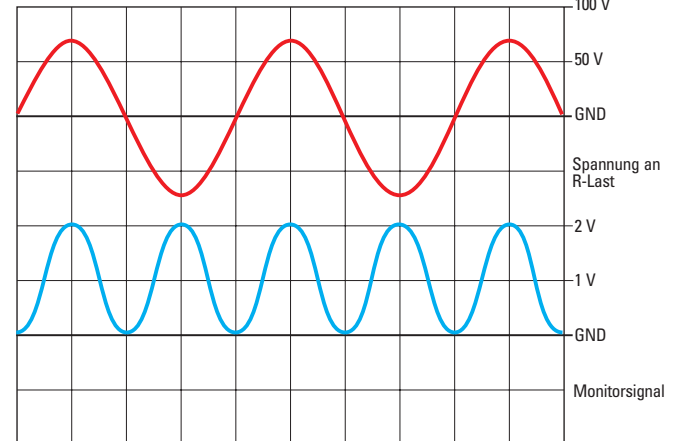
Beispiel 2:

Ein Draht-Widerstand mit 311 Ω wird als Last an eine Spannung von 50V_{eff}/50Hz angeschlossen. Die Abbildung zeigt den Spannungsverlauf an der R-Last und das Signal am Monitorausgang.

Die Messung mit dem HM8115-2 erfolgt im 50 VOLT- und 0,16 AMPERE-Bereich erfolgen. Das Produkt der Bereiche beträgt

8 W. Entsprechend der Spezifikation beträgt die Spannung am MONITOR- Ausgang 1V (Mittelwert), wenn dem Messkreis eine Leistung von 8 Watt entnommen wird.

R-Last: U = 50 V_{eff}; I = 161 mA_{eff}; R = 311Ω



Da es sich um eine rein ohmsche Last handelt kommt es zu keiner Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung. Das Oszilloskop zeigt die Leistungsaufnahme in Form einer unverzerrten sinusförmigen Wechselspannung an. Der negative Scheitelwert entspricht der Null-Volt-Position des Kathodenstrahles, während der positive Scheitelwert ca. 2V beträgt. Die mittlere Spannung während einer Periode beträgt somit 1V.

Mit den zuvor genannten Werten: 8Watt Messbereich, 1V (Mittelwert) bei 8 Watt und einer tatsächlichen mittleren Spannung von 1 Volt am MONITOR- Ausgang ergibt sich die Gleichung:

$$X = 8 \cdot 1$$

Die mittlere Leistung beträgt somit 8 Watt.

Das HM8115-2 zeigt folgende Messwerte:

U _{eff}	= 50 V	Q	= 0,73 var
I _{eff}	= 0,161 A	S	= 8,038 VA
P	= 8,010 W	PF	= 1,00

Beispiel 3:

Ein Widerstand mit 92 Ω und ein Kondensator mit 10,6μF wird als Last an eine Spannung von 50V_{eff}/50Hz angeschlossen.

$$Z = \sqrt{R^2 - X_c^2} \quad \text{mit } X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot c} = \frac{1}{\omega \cdot c}$$

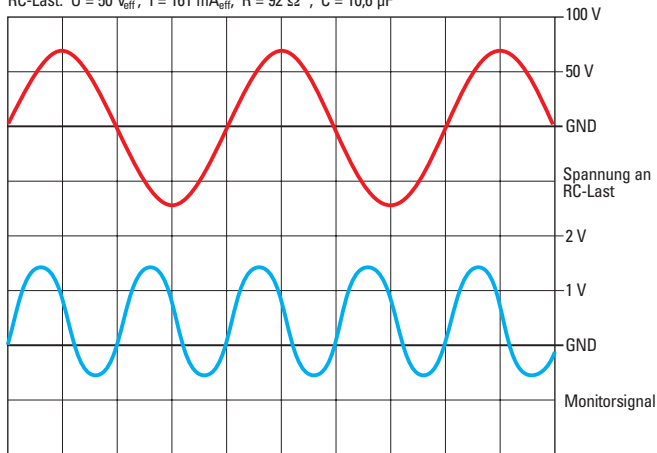
Der Scheinwiderstand Z der Reihenschaltung errechnet sich zu 314 Ω, so dass die Größenverhältnisse der Messwerte ähnlich Beispiel 2 sind. Die Abbildung zeigt den Spannungsverlauf an der RC-Last und das Signal am Monitorausgang.

Die Messung mit dem HM8115-2 erfolgt ebenfalls im 50 VOLT- und 0,16 AMPERE- Bereich. Das Produkt der Bereiche beträgt 8 W. Entsprechend der Spezifikation beträgt die Spannung am MONITOR- Ausgang 1 V, wenn dem Messkreis eine Scheinleistung von 8 Watt entnommen wird.

Das HM8115-2 zeigt folgende Messwerte:

$U_{\text{eff}} = 50 \text{ V}$	$Q = 7,67 \text{ var}$
$I_{\text{eff}} = 0,161 \text{ A}$	$S = 8,042 \text{ VA}$
$P = 2,416 \text{ W}$	$PF = 0,30$

RC-Last: $U = 50 \text{ V}_{\text{eff}}$; $I = 161 \text{ mA}_{\text{eff}}$; $R = 92 \Omega$; $C = 10,6 \mu\text{F}$



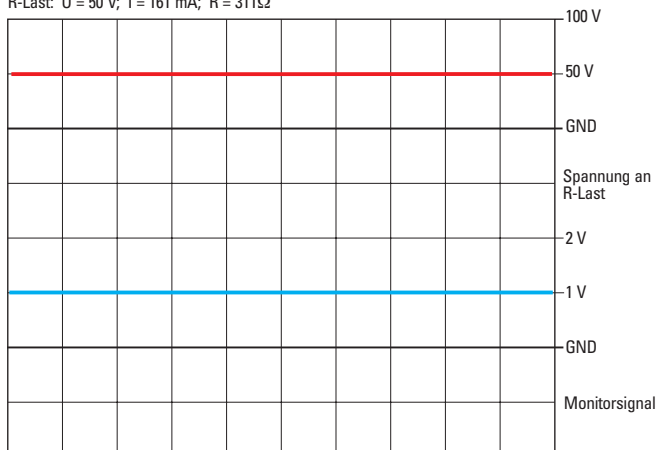
Obwohl die Frequenz, der am Messkreiseingang anliegenden Spannung, 50 Hz beträgt, zeigt das Oszilloskop die Leistung mit einer Frequenz von 100 Hz an. Bezogen auf eine 50 Hz Periode, gibt es zwei Augenblickswerte in denen die maximale Leistung entnommen wird. Das ist zum Zeitpunkt des positiven und des negativen Scheitelwertes der Fall. Zu zwei Augenblickswerten fließt kein Strom und es liegt keine Spannung an (Nulldurchgang). Dann kann keine Leistung entnommen werden und die Spannung am MONITOR-Ausgang beträgt 0 Volt.



Beispiel 4:

Ein Widerstand mit 311Ω wird als Last an eine Gleichspannung von 50V angeschlossen.

R-Last: $U = 50 \text{ V}$; $I = 161 \text{ mA}$; $R = 311 \Omega$



12 INPUT / 14 OUTPUT

(4mm Sicherheitsbuchse)

Der Messkreis des POWER METER 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.



Beim Anlegen von berührungsgefährlichen Spannungen an die Eingangsbuchsen INPUT 12 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 berührungsgefährlich angesehen:

1. 30,0 V Effektivwert
2. 42,4 V Spitzenwert
3. 60,0 V 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 am INPUT 12 ist sicherzustellen dass diese spannungsfrei sind. Ansonsten besteht Unfallgefahr, im schlimmsten Fall Lebensgefahr!



Werden Geräte der Schutzklasse I an OUTPUT 14 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 beiden oberen Buchsen (rot) sind galvanisch miteinander verbunden (0Ω). 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)!

Der Messwiderstand wird durch eine von außen zugängliche Sicherung geschützt, die sich im Sicherungshalter 13 befindet. Ein Reparieren der defekten Sicherung oder das Verwenden anderer Hilfsmittel zum Überbrücken der Sicherung ist gefährlich und unzulässig!

Dieser Messkreis ist für einen maximal zulässigen Messstrom von 16 Ampere ausgelegt (Sicherungsspezifikation: 16A Superflink FF). Das Auswechseln dieser Sicherung darf nur erfolgen, wenn an den Messkreisanschlüssen keine Spannung anliegt!



Die zwischen den beiden INPUT-Buchsen maximal zulässige Spannung beträgt 500 Volt. Bezogen auf das Bezugspotential des Gerätes (Masseanschluss)

= Schutzleiteranschluss PE), darf an keiner der beiden INPUT-Buchsen der Spitzenwert der Spannung größer als 500V sein.

13 Sicherung für Messkreis

Mit der im Sicherungshalter befindlichen Sicherung (Zeit-Strom Charakteristik: Superlink FF) wird der Messwiderstand geschützt. Dieser Messkreis ist für einen maximal zulässigen Messstrom von 16 Ampere ausgelegt (Sicherungsspezifikation: Superlink (FF)).

Sicherungstyp:

Größe 6,3 x 32 mm; 250V_{AC}; US-Norm: UL198G; CSA22-2 Nr.590

 Das Auswechseln dieser Sicherung darf nur erfolgen, wenn an den Messkreisanschlüssen keine Spannung anliegt!

 Das Reparieren einer defekten Sicherung oder das Verwenden anderer Hilfsmittel zum Überbrücken der Sicherung ist gefährlich und unzulässig!

 Dadurch entstandene Schäden am Gerät fallen nicht unter die Gewährleistungen der Fa. Hameg Instruments GmbH.

Sicherungswechsel der Messkreissicherung

Die Messkreissicherung 13 ist von außen zugänglich. Das Auswechseln der Sicherung darf nur erfolgen wenn an den Messkreisanschlüssen keine Spannung anliegt! Dazu werden alle Verbindungen zu INPUT 12 und OUTPUT 14 getrennt. Das HM8115-2 ist vom Netz zu trennen. Mit einem Schraubendreher mit entsprechend passender Klinge wird die Verschlusskappe des Sicherungshalters vorsichtig gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Damit sich die Verschlusskappe drehen lässt, wird diese zuvor mit dem Schraubendreher in den Sicherungshalter gedrückt. Die Verschlusskappe mit der Sicherung lässt sich dann einfach entnehmen. Tauschen Sie die defekte Sicherung gegen eine neue Sicherung, vorgeschriebenen Auslösestromes und Typs, aus.

15 Schnittstellen

Auf der Rückseite des POWER METER befindet sich eine USB/RS-232 Schnittstelle. Über diese Schnittstelle kann das POWER METER Daten (Befehle) von einem externen Gerät (PC) empfangen und Daten (Messwerte und Parameter) senden.

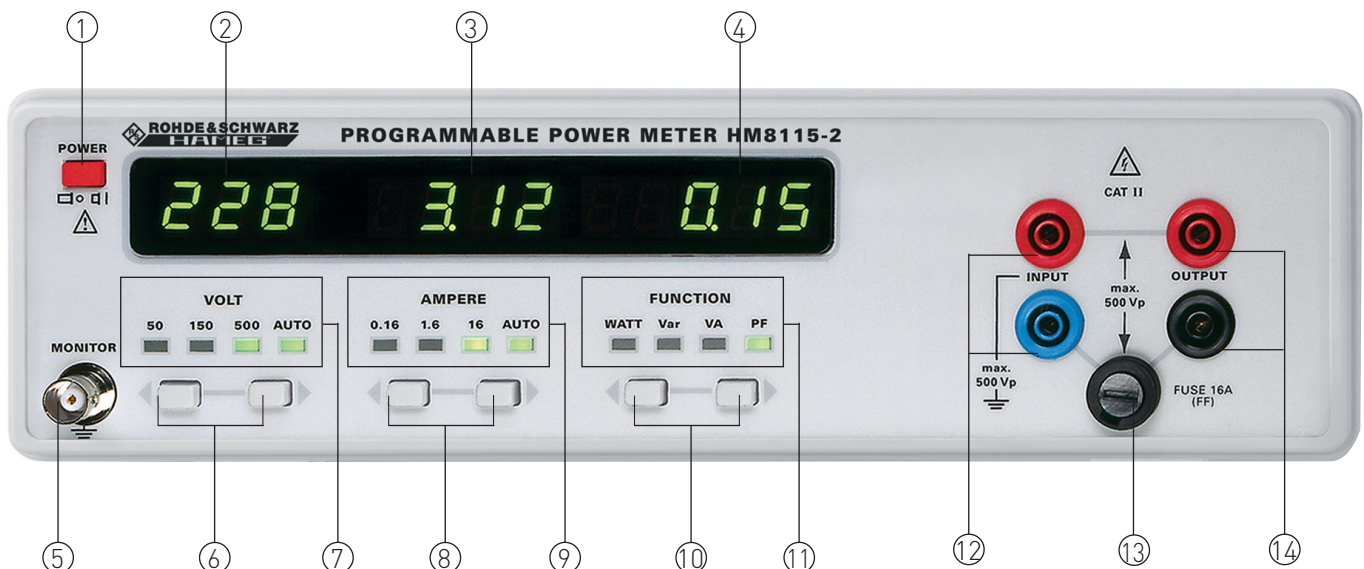
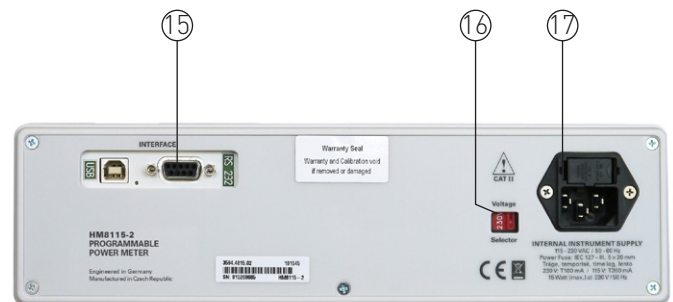
Die Geräteversion **HM8115-2G** verfügt über eine IEEE-488 (GPIB) Schnittstelle.

16 Netzspannungsumschalter

Das Gerät arbeitet mit einer Netzwechselspannung von 115V oder 230V 50/60 Hz. Die vorhandene Netzversorgungsspannung wird mit dem Netzspannungsumschalter eingestellt. Mit der Netzspannungsumschaltung ist ein Wechsel der Netzeingangssicherungen notwendig. Die Nennströme der benötigten Sicherungen sind an der Gehäuserückwand abzulesen.

17 Kaltgeräteeinbaustecker mit Sicherungshalter

Kaltgeräteeinbaustecker zur Aufnahme des Netzkabels mit Kaltgerätekupplung nach DIN 49457 und der Netzeingangssicherung des HM8115-2.



7 Schnittstellen

Der HM8115-2 ist für den Einsatz in automatischen Testsystemen bestens vorbereitet. Standardmäßig ist der HM8115-2 mit einer USB/RS-232 Schnittstelle ausgestattet. Die verwendete RS-232 Schnittstelle ist vom Messkreis durch einen Optokoppler galvanisch getrennt.

Schnittstellenparameter RS-232

N, 8, 1, Xon-Xoff

(kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 1 Stopbit, Xon-Xoff)

Die Datenübertragung kann mit einem Terminalprogramm wie z.B. HyperTerminal durchgeführt werden. Nachdem die Einstellungen im Terminalprogramm vorgenommen wurden, muss vor dem Senden des ersten Befehls an das POWER METER einmal die ENTER-Taste auf der PC-Tastatur betätigt werden.

Baudrate

Die Datenübertragung kann mit 1200 Baud oder 9600 Baud erfolgen.

Änderungen der Schnittstellenparameter

Es kann nur die Übertragungsrate zwischen 1200 und 9600 Baud umgeschaltet werden.

Dies geschieht folgendermaßen:

- HM8115-2 mit POWER **1** ausschalten
- HM8115-2 einschalten und die linke FUNCTION Taste **10** drücken
- Die linke FUNCTION Taste **10** erst loslassen, wenn die FUNCTION LED WATT leuchtet.

Die neue Einstellung wird permanent gespeichert bis wieder eine Änderung erfolgt.

Die Verbindung vom PC (COM Port) zum POWER METER (RS-232) kann mit einem handelsüblichen Verbindungskabel (1:1) mit 9poligem D-Sub Stecker und 9poliger D-Sub Kupplung hergestellt werden. Die Länge darf 3 Meter nicht überschreiten und die Leitungen müssen abgeschirmt sein.

Durch die 1:1 Verbindung des Schnittstellenkabels wird der Datenausgang des einen Gerätes mit dem Dateneingang des anderen Gerätes verbunden. Bei PC's mit 25poligem COM-Port wird empfohlen, einen handelsüblichen Adapter von 9polig D-Sub auf 25polig D-Sub zu verwenden. Von den Leitungen des Verbindungskabels werden nur 3 benutzt.



Anschlussbelegung RS-232 am POWER METER und am COM-Port (9polig) des PC:

POWER METER		PC COM Port (9polig)	
Pin	Name / Funktion	Pin	Name / Funktion
2	Tx Data / Datenausgang	2	Rx Data / Dateneingang
3	Rx Data / Dateneingang	3	Tx Data / Datenausgang
5	Bezugspotential für Pin 2 u. 3	5	Bezugspotential für Pin 2 u. 3

USB-Schnittstelle

Der Funktionsgenerator muss nicht konfiguriert werden. Bei Bedarf kann die Baudrate geändert werden. Verbinden Sie den HM8115-2 mit einem USB-Kabel mit Ihrem PC und installieren Sie die Treiber der USB-Schnittstelle wie im Handbuch der USB-Schnittstelle beschrieben.

IEEE-488 (GPIB)-Schnittstelle (HM8115-2G)

Sie müssen lediglich die GPIB-Adresse des HM8115-2 an der GPIB-Schnittstelle auf der Geräterückseite einstellen und ihn mit einem GPIB-Kabel an Ihren PC anschließen. Einstellungen können nur vor dem Starten des Gerätes erfolgen, während des Betriebs ist dies nicht möglich.

8 Befehlsliste der Gerätesoftware

Die Befehle müssen als Buchstaben- bzw. Ziffern-Zeichenkette im ASCII-Format gesendet werden. Buchstaben können in Groß- und Kleinschreibung gesendet werden. Abgeschlossen wird jeder Befehl mit dem Zeichen 0Dh (= Enter-Taste).

Befehl	Antwort	Beschreibung
PC > HM8115-2	HM8115-2 > PC	

Gerätestatus

*IDN?	HAMEG HM8115-2	Abfrage der Identifikation
VERSION?	version x.xx	Abfrage der Softwareversion. Antwort z.B.: version 1.01
STATUS?	Funktion;	Abfrage der aktuellen Geräteeinstellungen: Messbereich: Funktion: WATT, VAR, VA, PF Voltbereich: U1 = 50 V, U2 = 150 V, U3 = 500 V Amperebereich: I1 = 0,16 A, I2 = 1,6 A, I3 = 16 A

Allgemeine Befehle

VAL?	Messbereiche und Messwerte	Abfrage der aktuellen Geräteeinstellungen und Messwerte. Beispiel für VAR aktiv: U3= 225,6E+0 (225,6 V gemessen im 500 V-Bereich) I2= 0.243E+0 (0,243 A gemessen im 1,6 A-Bereich) VAR= 23,3E+0 (Blindleistung von 23,3 W) Messbereichsüberschreitungen sind mit „OF“ (Overflow) gekennzeichnet. Falls das Kommando innerhalb eines Messzyklus gesendet wird, kommt die Antwort erst am Ende des Messzyklus.
VAS?	Messbereiche;	Einzelabfrage der Parameter und des Messwertes FUNCTION.
	Funktion mit Meswert	Beispiel für PF aktiv: U3, I2, PF= 0.87E+0.

Busbefehle

FAV0	keine	Sperrern aller Bedienelemente VOLT, AMPERE und FUNCTION.
FAV1	keine	Freigabe aller Bedienelemente VOLT, AMPERE und FUNCTION.

Geräteeinstellung

BEEP	keine	Erzeugt einmal ein akustisches Signal.
BEEP0	keine	Akustisches Signal abgeschaltet
BEEP1	keine	Akustisches Signal möglich

Betriebsarten

WATT	keine	Wirkleistung
VAR	keine	Blindleistung
VAMP	keine	Scheinleistung
PFAC	keine	Leistungsfaktor PF
AUTO:U	keine	AUTORANGE- Funktion für Spannungsmessung (VOLT) ein.
AUTO:I	keine	AUTORANGE- Funktion für Strommessung (AMPERE) ein.
MA1	Wert / Funktion	Ständige Übertragung der Parameter und Messwerte zum PC. Beispiel für PF aktiv: U3, I2, cos=0.87E+0. Bereichsüberschreitungen sind mit „OF“ (Overflow) gekennzeichnet. Jedes Messergebnis wird an den PC gesendet, bis die Funktion mit dem Befehl „MA0“ beendet wird.
MA0	keine	Beendet den kontinuierlichen Messwerttransfer, der mit „MA1“ gestartet wird.
SET:Ux	keine	Wählt einen Spannungsmessbereich x (VOLT) und schaltet die AUTORANGE- Funktion für Spannungsmessung (VOLT) ab:
SET:U1		50 V Bereich
SET:U2		150 V-Bereich
SET:U3		500 V-Bereich
SET:Ix	keine	Wählt einen Strommessbereich x (AMPERE) und schaltet die AUTORANGE- Funktion für Strommessung (AMPERE) ab:
SET:I1		0,16 A-Bereich
SET:I2		1,6 A-Bereich
SET:I3		16 A-Bereich

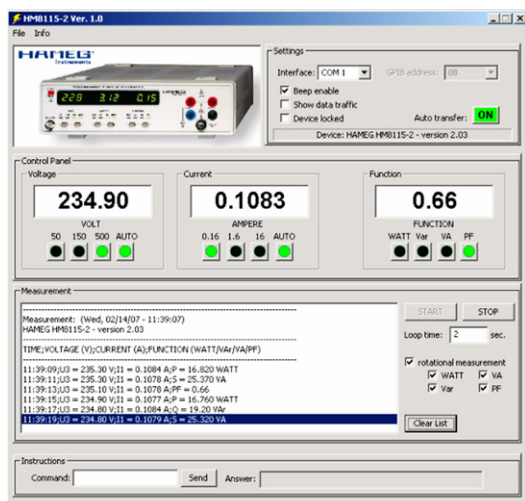
9 Software

9.1 Installation

Zur Installation der Software HM8115-2 starten Sie bitte die Datei setup.exe und folgen Sie den Anweisungen des Installationsassistenten.

9.2 Das Programm

Die Software HM8115-2 ist für das gleichnamige programmierbare HAMEG Leistungsmessgerät HM8115-2 entwickelt worden. Das Leistungsmessgerät kann über 3 verschiedene Schnittstellen mit dem PC verbunden werden: Serielle / USB-Schnittstelle (HO820) und GPIB (HO880). Bei Verwendung der USB-Schnittstelle muss ein virtueller COM-Port verwendet werden. Dieser wird durch den im Lieferumfang der USB-Schnittstelle enthaltenen Treiber erzeugt.



Programmoberfläche

WICHTIG BEI GPIB! ES WERDEN NUR GPIB-SCHNITTSTELLEN VON NATIONAL INSTRUMENTS (ODER KOMPATIBLE) UNTERSTÜTZT!

Das Programm ist in 4 Bereiche (Settings, Control Panel, Measurement, Instruction) unterteilt, die im Folgenden erläutert werden:

9.2.1 Einstellungen (Settings)

In der aktuellen Version (1.0) können sechs verschiedene Parameter eingestellt werden:

Interface: Mit diesem Kombinationsfeld kann die Schnittstelle ausgewählt werden, an dem das Gerät an den PC angeschlossen ist.

Mögliche Einstellungen: Com1-9, GPIB

GPIB address: Dieses Kombinationsfeld dient zur Einstellung der primären GPIB-Adresse (nur bei GPIB).

Beep enable: Akustisches Signal aktivieren / deaktivieren.

Show data traffic: Diese Option bietet die Möglichkeit, den Datenverkehr in den Editierfeldern "Command" und "Answer" anzeigen zu lassen.

Device locked: Bei Aktivierung kann das Gerät nur noch per Software gesteuert werden. Die Bedienelemente am Gerät sind dann gesperrt!

Autotransfer: Durch Betätigung dieses Knopfes können sie den automatischen Transfer von Gerät zu PC abschalten. Dies hat allerdings zur Folge, dass keine aktuellen Werte

in den Feldern angezeigt werden. Die Anwendung steht dann still. Diese Option sollte nur benutzt werden, wenn einzelne, manuelle Befehle über das „Command“-Feld geschickt werden!

Sollte das Gerät korrekt erkannt werden, erscheint in der darunter liegenden Statusleiste die ID des Gerätes. Bei fehlerhafter Erkennung wird „NO DEVICE DETECTED“ angezeigt. Bitte beachten Sie, dass die Erkennung 4-5 Sekunden dauern kann! Die vorgenommenen Einstellungen werden nach der Beendigung des Programms abgespeichert (außer die Einstellung „Autotransfer“).

9.2.2 Bedienfeld (Control Panel)

Im Bedienfeld werden die aktuellen Werte des Gerätes angezeigt und jede Sekunde neu aktualisiert. Durch Betätigung einer der Knöpfe unterhalb der Anzeigen wird das Gerät in den jeweiligen Modus umgeschaltet! Bei Auswahl der „Auto“-Funktion stellt das Gerät automatisch den passenden Spannungs-/Strombereich ein.

9.2.3 Messung (Measurement)

In diesem Teil des Fensters können automatische Messungen generiert und die Messergebnisse in einer csv-Datei (csv = Comma Separated Values) gespeichert werden. Bei Betätigung des Knopfes „Start“ werden im Abstand des eingestellten Messintervalls („Loop time“) Messwerte in das nebenstehende Fenster aufgenommen. Diese Messwerte können dann über das Menü: „File – Save (to...)“ abgespeichert werden.

Die Option „rotational measurement“ bietet außerdem die Möglichkeit, die Messgröße automatisch zu wechseln. Ist diese Option und z.B. alle vier Messgrößen aktiviert, werden Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung und der Leistungsfaktor abwechselnd gemessen. Mit dem Stop-Knopf wird die laufende Messung abgebrochen und die Taste „Clear List“ löscht den Inhalt des Text-Fensters.

9.2.4 Befehle (Instructions)

Mit diesen beiden Feldern und dem „Send“-Knopf ist es möglich, einzelne Befehle an das Gerät zu schicken. Die Befehle hierzu finden Sie im Benutzerhandbuch. Die hier abgesendeten Befehle gehen ohne Filterung direkt an das Gerät! Die zu erwartende Antwort wird kurz darauf im „Answer“-Feld angezeigt. Sollten diese einzelnen Befehle benutzt werden, ist es empfehlenswert, durch Betätigen des Autotransfer-Schalters, den ständigen Datentransfer zwischen Gerät und PC zu deaktivieren. Außerdem wird in diesen beiden Feldern auch der Datentransfer angezeigt, wenn die Option in den Einstellungen aktiviert wurde!

9.3 Deinstallation

So deinstallieren Sie die HM8115-2 Software:

1. Klicken Sie auf Ihrem Windows-Desktop auf die Schaltfläche „Start“.
2. Wechseln Sie zum Deinstallieren zu „Programme“ > „HAMEG Instruments“ > „HM8115-2“ > „Uninstall“.
3. Klicken Sie auf „OK“, um zu bestätigen, dass das Programm entfernt werden soll.

oder

1. Klicken Sie im Startmenü auf Einstellungen und anschließend auf Systemsteuerung.
2. Doppelklicken Sie auf Software.
3. Wählen Sie in der Liste der zurzeit installierten Programme „HM8115-2 Ver.: X.XX“ aus, und klicken Sie dann auf Entfernen bzw. Ändern/Entfernen. Wenn ein Dialogfeld angezeigt wird, folgen Sie den Anweisungen, um das Programm zu entfernen.
4. Klicken Sie auf OK, um zu bestätigen, dass das Programm entfernt werden soll.

10 Stichwortverzeichnis

A

AMPERE: 8, 13, 14, 15, 19

Ampere: 10, 16, 17

Analogmultiplizierer: 12

Arithmetischer Mittelwert: 9

arithmetischer Mittelwert: 14

Augenblickswert: 9

B

Baudrate: 18

Befehlsliste: 19

Betriebsarten: 19

Blindleistung: 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19

Blindstrom: 10, 11

C

COM-Port: 18

Crestfaktor: 5, 9, 10, 14

D

Drift: 14

E

Echteffektivwertwandler: 12

Effektivwert: 9, 10, 11, 16

F

Formfaktor: 9

Frequenz: 10, 14, 16

FUSE: 8

G

Gerätestatus: 19

Gleichrichtwert: 9

I

induktiv: 11

INPUT: 6, 8, 16, 17

K

kapazitiv: 11

Kurzschlussgefahr: 16

L

Leistungsfaktor: 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20

M

Messbereich: 10, 12, 13, 14, 15, 19

Messbereichsüberschreitung: 13

Messkreis: 5, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Messwiderstand: 16, 17

Mittelwert: 9, 10, 14, 15

Momentanleistung: 10, 12, 14

Momentanwert: 9

Monitorausgang: 5, 8, 12, 14, 15

N

Netzspannungsumschalter: 6, 7, 8, 12, 17

O

ohmsche Last: 15

OUTPUT: 6, 8, 16, 17

P

Phasenverschiebung: 9, 10, 11, 14, 15

Phasenwinkel: 11, 13

Polarität: 11

power factor: 8

Q

quadratischer Mittelwert: 9

R

Root Mean Square: 9

RS-232 Schnittstelle: 5, 8, 14, 17, 18

S

Scheinleistung: 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20

Scheitelwert: 15

Schnittstellenparameter: 18

Schutzleiter: 6, 16

Selbsttest: 12

Spitzenwert: 9, 11, 16, 17, 9

V

Verzerrungsblindleistung: 11, 14

W

Wechselstromkreis: 10, 11

Wirkleistung: 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19



HAMEG
Instruments
A Rohde & Schwarz Company

DECLARATION OF CONFORMITY

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

The HAMEG Instruments GmbH herewith declares
conformity of the product:

Product name: Power Meter
Type: HM8115-2
with: HO820
Option: HO880

complies with the provisions of the Directive of the
Council of the European Union on the approximation of
the laws of the Member States

- relating to electrical equipment for use within defined voltage limits (2006/95/EC) [LVD]
- relating to electromagnetic compatibility (2004/108/EC) [EMCD]
- relating to restriction of the use of hazardous substances in electrical and electronic equipment (2011/65/EC) [RoHS].

Conformity with LVD and EMCD is proven by compliance
with the following standards:

EN 61010-1: 04/2015
EN 61326-1: 07/2013
EN 55011: 11/2014
EN 61000-4-2: 12/2009
EN 61000-4-3: 04/2011
EN 61000-4-4: 04/2013
EN 61000-4-5: 03/2015
EN 61000-4-6: 08/2014
EN 61000-4-11: 02/2005

For the assessment of electromagnetic compatibility, the
limits of radio interference for Class B equipment as well
as the immunity to interference for operation in industry
have been used as a basis.

Date: 8.6.2015

Signature:

Holger Asmussen
General Manager

General remarks regarding the CE marking

HAMEG measuring instruments comply with the EMI norms. Our tests for conformity are based upon the relevant norms. Whenever different maximum limits are optional HAMEG will select the most stringent ones. As regards emissions class 1B limits for small business will be applied. As regards susceptibility the limits for industrial environments will be applied.

All connecting cables will influence emissions as well as susceptibility considerably. The cables used will differ substantially depending on the application. During practical operation the following guidelines should be absolutely observed in order to minimize EMI:

Data connections

Measuring instruments may only be connected to external associated equipment (printers, computers etc.) by using well shielded cables. Unless shorter lengths are prescribed a maximum length of 3 m must not be exceeded for all data interconnections (input, output, signals, control). In case an instrument interface would allow connecting several cables only one may be connected.

In general, data connections should be made using double-shielded cables. For IEEE-bus purposes the double screened cable HZ72 from HAMEG is suitable.

Signal connections

In general, all connections between a measuring instrument and the device under test should be made as short as possible. Unless a shorter length is prescribed a maximum length of 3 m must not be exceeded, also, such connections must not leave the premises.

All signal connections must be shielded (e.g. coax such as RG58/U). With signal generators double-shielded cables are mandatory. It is especially important to establish good ground connections.

External influences

In the vicinity of strong magnetic or/and electric fields even a careful measuring set-up may not be sufficient to guard against the intrusion of undesired signals. This will not cause destruction or malfunction of HAMEG instruments, however, small deviations from the guaranteed specifications may occur under such conditions.

HAMEG Instruments GmbH

Deutsch

3

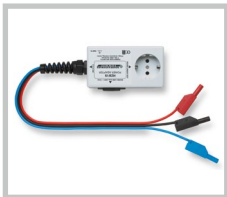
English

General remarks regarding the CE marking	22
8 kW Power Consumption Meter HM8115-2	24
Specifications	25
1 Important hints	26
1.1 Symbols	26
1.2 Unpacking	26
1.3 Positioning	26
1.4 Transport	26
1.5 Storage	26
1.6 Safety instructions	26
1.7 Operating conditions	27
1.8 Warranty and Repair	27
1.9 Maintenance	27
1.10 Line voltage selector	27
1.11 Change of fuse	27
2 Designation of operating controls	28
3 Basics of Power Measurement	29
3.1 Arithmetic mean value (average)	29
3.2 Rectified mean value	29
3.3 Root-Mean-Square Value (RMS)	29
3.4 Form factor	29
3.5 Crest factor	29
3.6 Power	30
3.7 Power factor	31
4 Concept of the HM8115-2	32
5 Introduction to the Operation	32
6 Operating controls and Displays	32
7 Listing of software commands	37
8 Interface	38
9 Software	38
9.1 Installation	38
9.2 The program	38
9.3 Deinstallation	39
10 Glossary	39

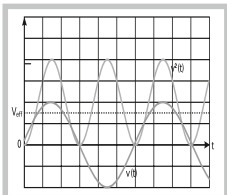
Power Consumption Meter (8kW) HM8115-2



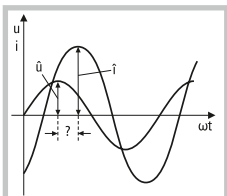
HZ815 Power Adapter



RMS Value



Active Power



- ✓ Wide measurement range: 1 mW to 8 kW
- ✓ Voltage range from 100 mV to 500 V, current range from 1 mA to 16 A
- ✓ Frequency range: DC to 1 kHz
- ✓ Simultaneous display of voltage, current and power (W, var, VA or power factor) values
- ✓ Auto-ranging for easy measurement
- ✓ Suitable for measurements on frequency converters
- ✓ Monitor output (BNC) shows active power level
- ✓ RS-232/USB dual interface for remote control, GPIB (IEEE488) optional
- ✓ Free PC software for automated long-term data acquisition included

8 kW Power Meter HM8115-2

All data valid at 23 °C after 30 minutes warm-up.

Voltage	True RMS voltage measurement (AC+DC)		
Ranges:	50V	150V	500V
Resolution:	0.1V	1V	1V
Accuracy:	20 Hz...1 kHz:	±(0.4% + 5 digit)	
	DC:	±(0.6% + 5 digit)	
Input impedance:	1 MΩ 100 pF		
Crest factor:	max. 3.5 at full scale		
Input protection:	max. 500V _p		

Current	True RMS current measurement (AC+DC)		
Ranges:	160 mA	1.6 A	16 A
Resolution:	1 mA	1 mA	10 mA
Accuracy:	20 Hz...1 kHz:	±(0.4 % + 5 digit)	
	DC:	±(0.6 % + 5 digit)	
Crest factor:	max. 4 at full scale		
Input protection:	fuse, FF 16A 6.3 x 32mm (superfast)		

Active power measurement

The measurement range is the product of the selected voltage respective current ranges.

Ranges:	8 W	24 W	80 W	240 W	800 W	2,400 W	8,000 W
Resolution:	1 mW	10 mW	10 mW	100 mW	100 mW	1 W	1 W
Accuracy:	20 Hz...1 kHz:					±[0.8% + 10 digit]	
	DC:					±[0.8% + 10 digit]	
Display:	4-digit, 7-segment LED						

Reactive power measurement

Ranges:	8 var	24 var	80 var	240/800 var	2,400/8,000 var
Resolution:	10 mvar	100 mvar	100 mvar	1 var	1 var
Accuracy:	20...400 Hz: $\pm(2.5\% + 10 \text{ digit} + 0.02 \times P)$				
	P = active power				
Display:	4-digit, 7-segment LED				

Apparent power measurement

Ranges:	8 VA	24 VA	80 VA	240/800 VA	2,400/8,000 VA
Resolution:	1 mVA	10 mVA	10 mVA	100 mVA	1 VA
Accuracy:	20 Hz...1 kHz:			±(0.8% + 5 digit)	
Display:	4-digit, 7-segment LED				

Power factor measurement

Display:	0.00...+1.00
Accuracy:	50...60 Hz: $\pm(2\% + 3 \text{ digit})$ (sine wave) voltage and current $>1/10$ of full scale

Monitor output (analog)

Connection:	BNC connector (galvanic isolation to test circuit and RS-232 interface)
Reference potential:	protective earth
Level:	1V _{ac} at full scale (2,400/8,000 digit)
Accuracy:	typ. 5%
Output impedance:	approx. 10 k Ω
Bandwidth:	DC...1 kHz
Protected up to:	± 30 V

Functions and displays

Measurement functions:	voltage, current, power, power factor
Range selection:	automatic/manual
Overrange alarm:	visual and acoustic
Display resolution:	
Voltage	3-digit, 7-segment LED
Current	4-digit, 7-segment LED
Power	4-digit, 7-segment LED
Power factor	3-digit, 7-segment LED

Interface

Interface:	Dual interface USB/RS-232 (H0820), IEEE-488 (GPIB) (optional)
Connection RS-232:	D-sub connector (galvanic isolation to test circuit and monitor output)
Protocol:	Xon/Xoff
Data rate:	9,600 Baud
Functions:	control/data fetch

Miscellaneous

Safety Class:	Safety Class I (EN 61010-1)
Power supply:	115/230V $\pm 10\%$, 50...60 Hz, CAT II
Power consumption:	approx. 15 W at 50 Hz
Operating temperature:	+5...+40 °C
Storage temperature:	-20...+70 °C
Rel. humidity:	5...80% (non condensing)
Dimensions (W x H x D):	285 x 75 x 365 mm
Weight:	approx. 4 kg

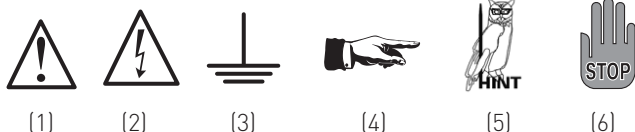
Accessories supplied: Line cord, Operating manual, CD, Software

Recommended accessories:

H0880	Interface IEEE-488 (GPIB), galvanically isolated
HZ10S	5 x silicone test lead (measurement connection in black)
HZ10R	5 x silicone test lead (measurement connection in red)
HZ10B	5 x silicone test lead (measurement connection in blue)
HZ13	Interface cable (USB) 1.8 m
HZ14	Interface cable (serial) 1:1
HZ33	Test cable 50 Ω , BNC/BNC, 0.5 m
HZ34	Test cable 50 Ω , BNC/BNC, 1.0 m
HZ42	19" Rackmount kit 2RU
HZ72	GPIB-Cable 2 m
HZ815	Socket adapter

1 Important hints

1.1 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!

1.2 Unpacking

Please check for completeness of parts while unpacking. Also check for any mechanical damage or loose parts. In case of transport damage inform the supplier immediately and do not operate the instrument.

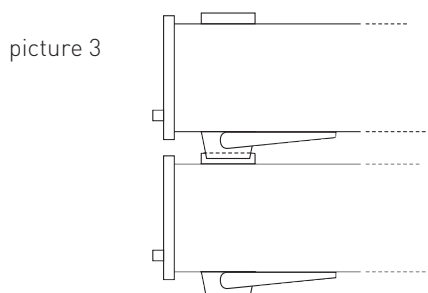
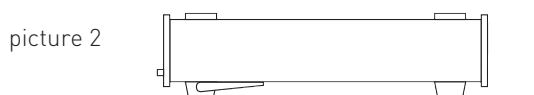
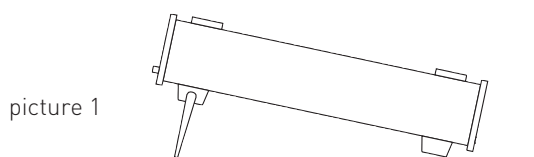
Check setting of line voltage selector whether it corresponds to the actual line voltage.

1.3 Positioning

Two positions are possible: According to picture 1 the front feet are used to lift the instrument so its front points slightly upward. (Appr. 10 degrees)

If the feet are not used the instrument can be combined with many other Hameg instruments.

In case several instruments are stacked the feet rest in the recesses of the instrument below so the instruments can not be inadvertently moved. Please do not stack more than 3 instruments. A higher stack will become unstable, also heat dissipation may be impaired.



1.4 Transport

Please keep the carton in case the instrument may require later shipment for repair. Improper packaging may void the warranty!

1.5 Storage

Dry indoors storage is required. After exposure to extreme temperatures 2 h should be allowed before the instrument is turned on.

1.6 Safety instructions

The instrument conforms to VDE 0411/1 safety standards applicable to measuring instruments and left the factory in proper condition according to this standard. Hence it conforms also to the European standard EN 61010-1 resp. to the international standard IEC 61010-1. Please observe all warnings in this manual in order to preserve safety and guarantee operation without any danger to the operator. According to safety class 1 requirements all parts of the housing and the chassis are connected to the safety ground terminal of the power connector. For safety reasons the instrument must only be operated from 3 terminal power connectors or via isolation transformers. In case of doubt the power connector should be checked according to DIN VDE 0100/610.



Disconnecting the protective earth internally or externally is absolutely prohibited!



As soon as the voltages applied to the INPUT terminals ⑫ exceed levels accepted as safe to the touch all applicable safety rules are to be observed!
DC voltages must be disconnected from earth.
AC voltages shall be derived from a safety isolation transformer and must also be disconnected from earth.



Before the safety connectors on the INPUT terminals ⑫ are pulled off it must be assured that the voltage has been switched off, otherwise there may be danger of accident, even danger of life!



If instruments of protective class I are connected to the OUTPUT terminals ⑭ the protective earth PE must be connected separately to the test object. If this is not observed there is danger of life!



This instrument may only be opened by qualified personnel. Before opening all voltages have to be removed!



For currents of >10A the maximum operating time is limited to 15 minutes!



The safety connectors may become quite hot at high current levels!

- The line voltage selector must be properly set for the line voltage used.
- Opening of the instrument is allowed only to qualified personnel
- Prior to opening the instrument must be disconnected from the line and all other inputs/outputs.

In any of the following cases the instrument must be taken out of service and locked away from unauthorized use:

- Visible damages
- Damage to the power cord
- Damage to the fuse holder
- Loose parts
- No operation
- After longterm storage in an inappropriate environment, e.g. open air or high humidity.
- Excessive transport stress

1.7 Operating conditions

The instruments are destined for use in dry clean rooms. Operation in an environment with high dust content, high humidity, danger of explosion or chemical vapors is prohibited. Operating temperature is +5°C ... +40°C. Storage or transport limits are -20°C ... +70°C. In case of condensation two hours are to be allowed for drying prior to operation.

For safety reasons operation is only allowed from 3 terminal connectors with a safety ground connection or via isolation transformers of class 2. The instrument may be used in any position, however, sufficient ventilation must be assured as convection cooling is used. For continuous operation prefer a horizontal or slightly upward position using the feet.



Do not cover either the holes of the case nor the cooling fins.

Nominal specs are valid after a warm-up period of min. 30 min. in the interval of +23°C. Values without a tolerance are typical of an average production instrument.

1.8 Warranty and Repair

Our instruments are subject to strict quality controls. Prior to leaving the manufacturing site, each instrument undergoes a 10-hour burn-in test. This is followed by extensive functional quality testing to examine all operating modes and to guarantee compliance with the specified technical data. The testing is performed with testing equipment that is calibrated to national standards. The statutory warranty provisions shall be governed by the laws of the country in which the product was purchased. In case of any complaints, please contact your supplier.



The product may only be opened by authorized and qualified personnel. Prior to working on the product or before the product is opened, it must be disconnected from the AC supply network. Otherwise, personnel will be exposed to the risk of an electric shock.

Any adjustments, replacements of parts, maintenance and repair may be carried out only by authorized technical personnel. Only original parts may be used for replacing parts relevant to safety (e.g. power switches, power transformers, fuses). A safety test must always be performed after parts relevant to safety have been replaced (visual inspection, PE conductor test, insulation resistance measurement, leakage current measurement, functional test). This helps ensure the continued safety of the product.

1.9 Maintenance



Before cleaning please make sure the instrument is switched off and disconnected from all power supplies.

Clean the outer case using a dust brush or a soft, lint-free dust cloth at regular intervals.



No part of the instrument should be cleaned by the use of cleaning agents (as f.e. alcohol) as they may adversely affect the labeling, the plastic or lacquered surfaces.

The display can be cleaned using water or a glass cleaner (but not with alcohol or other cleaning agents). Thereafter wipe the surfaces with a dry cloth. No fluid may enter the instrument. Do not use other cleaning agents as they may adversely affect the labels, plastic or lacquered surfaces.

1.10 Line voltage selector

The instrument is destined for operation on 115 or 230 V mains, 50/60 Hz. The proper line voltage is selected with the ¹⁶ line voltage selector. It is necessary to change the fuse observing the proper values printed on the back panel.



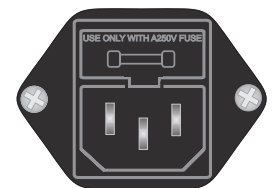
1.11 Change of fuse

The mains fuse ¹⁷ is accessible on the back panel. A change of the fuse is only allowed after the instrument was disconnected from the line and the power cord removed. Fuse holder and power cord must not show any sign of damage. Use a screw driver to loosen the fuse holder screw counterclockwise while pressing the top of the fuse holder down. The top holding the fuse will then come off. Exchange the defective fuse against a correct new one. Any „repair“ of a defective fuse or bridging is dangerous and hence prohibited. Any damages to the instrument incurred by such manipulations are not covered by the warranty.

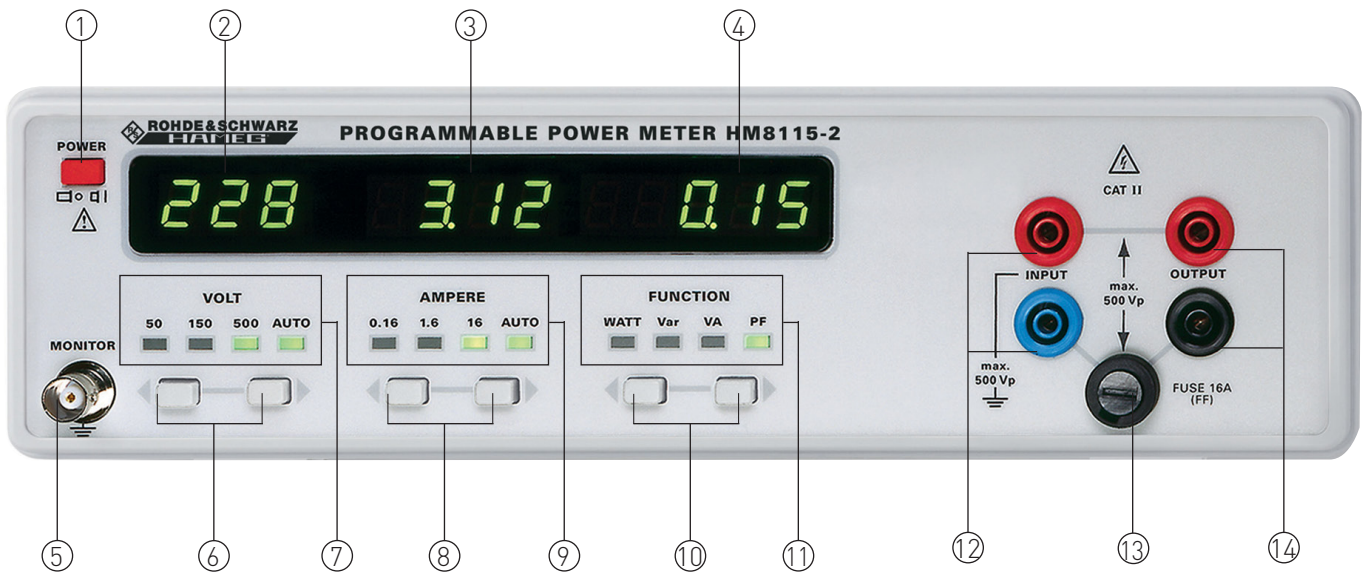
Type of fuse:

5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127/III; DIN 41662
(DIN 41571/3).

Value
115 V: 200 mA slow blow
230 V: 100 mA slow blow



2 Designation of operating controls



Front panel

- ① **POWER** – Mains switch
- ② **VOLT Display** – Voltage display
- ③ **AMPERE Display** – Current display
- ④ **FUNCTION** – Display
- ⑤ **MONITOR** – Monitoring output
- ⑥ **VOLT** pushbuttons – Selection of voltage ranges
- ⑦ **VOLT** LED – Show range selected
- ⑧ **AMPERE** pushbuttons – Selection of current ranges
- ⑨ **AMPERE** LED – Show range selected
- ⑩ **FUNCTION** pushbuttons – Select function desired

- ⑪ **FUNCTION** LED – Show function selected

- ⑫ **INPUT** – Input for test object
- ⑬ **FUSE** – Fuse for measurement circuit
- ⑭ **OUTPUT** – Output to test object

Rear panel

- ⑮ **Interface**
USB/RS-232
- ⑯ **Mains voltage selector**
- ⑰ Mains input connector combined with fuse holder



3 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	
IŨI	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	

3.1 Arithmetic mean value (average)

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

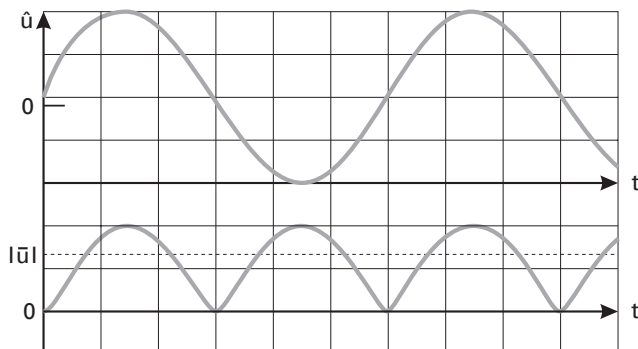
The arithmetic mean value of a periodic signal is the average calculated for a full period T, it is identical to its DC content.

- 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

3.2 Rectified mean value

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

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:

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

3.3 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

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

The rms value is derived by calculating the square root

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

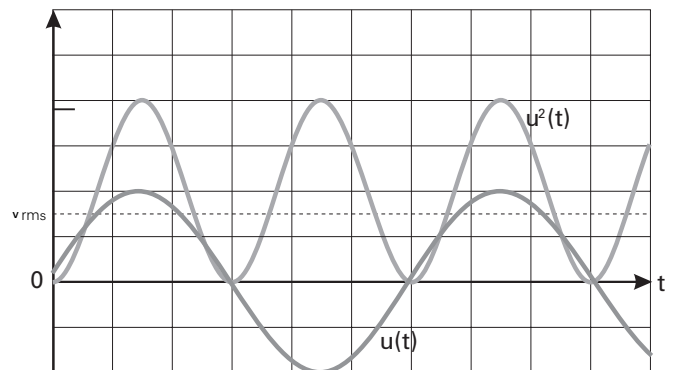
The purpose of the rms value was to create a value which allows the use of the same formulas as with DC for resistance, power etc. The rms value of an AC signal generates the same effect as a DC signal of the same numerical value.

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:

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



3.4 Form factor

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

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

For a sine wave the form factor is

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

3.5 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.

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

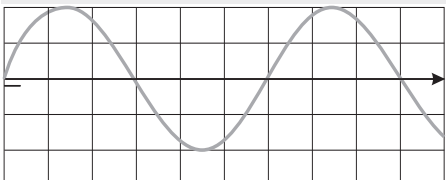
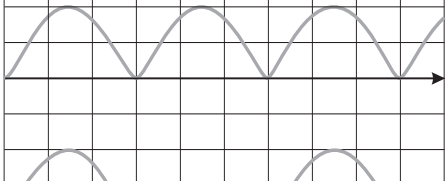
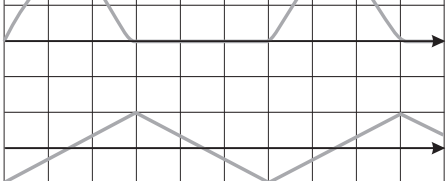
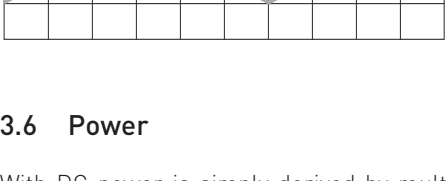


For sinusoidal signals the crest factor is $\sqrt{2} = 1.414$



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

3.6 Power

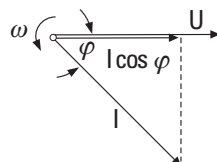
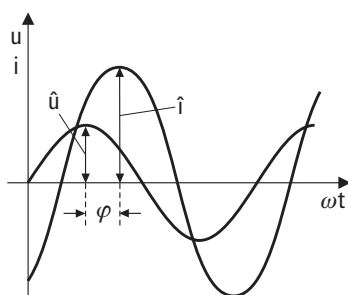
With DC power is simply derived by multiplying voltage and current.

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.

3.6.1 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:

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

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



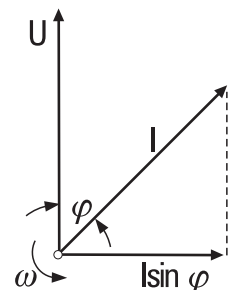
In an ac circuit which contains only reactances the phase shift will be $\varphi = 90^\circ$ and the power factor hence $\cos \varphi = 0$. The active power will be also zero.

3.6.2 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:

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

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.

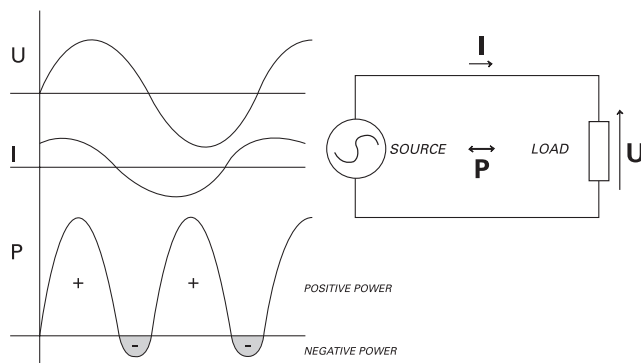


Example of power including reactive power

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.

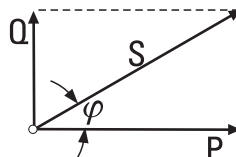


3.6.3 Apparent power (unit VA)

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:

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

3.7 Power factor

In general the power factor PF is derived:

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

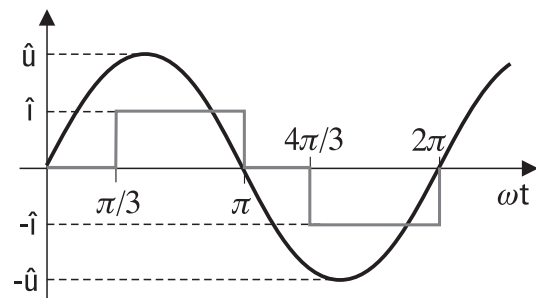
- PF = power factor
- S = apparent power
- P = active power



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

$$PF = \cos \varphi$$

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:



$$\begin{aligned} \hat{U} &= 325,00 \text{ V} \\ \hat{I} &= 12,25 \text{ A} \end{aligned}$$

How to calculate the power factor (example):

rms voltage is:

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

The rms current is given by:

$$\begin{aligned} I_{eff} &= \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \hat{I}^2 \cdot d\varphi} \\ &= \sqrt{\frac{\hat{I}^2}{2\pi} \cdot \left[\left(\pi - \frac{\pi}{3} \right) + \left(2\pi - \frac{4\pi}{3} \right) \right]} \\ &= \sqrt{\hat{I}^2 \cdot \frac{2}{3}} = \hat{I} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \\ I_{eff} &= 12,25 \text{ A} \cdot \frac{2}{3} = 10,0 \text{ A} \end{aligned}$$

The apparent power S:

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

The active power is derived from:

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

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:

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

4 Concept of the HM8115-2

The HM8115-2 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:

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

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.

The instantaneous power can be taken off the rear panel terminal and shown on a scope. The HM8115-2 can be remotely controlled via the serial interface, also all values can be read via the interface. Measuring circuit, monitor output and serial interface are isolated from each other.

5 Introduction to the Operation



Please read the instruction manual carefully.

At first time operation please observe the following recommendations:

- The mains voltage selector [16] has been set to the correct voltage, and the correct fuse has been installed inside the mains connector [17]
- 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.

Self Test

After turn-on with power switch [1] the 3rd display [4] for the FUNCTION will show the number of the firmware implemented, e.g. „2.01“.



The LED display [4] FUNCTION shows the baud rate of the serial interface, e.g. „9600“.



The instrument will automatically go into the active power measurement mode, the LED located near FUNCTION [11] and labelled WATT will light up. The AUTO range function will select the optimum ranges for voltage and current.

6 Operating controls and Displays

[1] Power

This is the mains switch labelled "I" = On and "0" = Off.

After turn-on the LED display for FUNCTION [4] will show for a moment the number of the version of firmware installed, e.g. "2.01", then the baud rate of the serial interface, e.g. "9600", then it will go into the active power measurement mode. The LED near FUNCTION [11] labelled WATT will light up. Autoranging will be active and select the optimum ranges for voltage and current.

[2] VOLT display

This display will indicate the voltage on the output. Due to the drop across the shunt this voltage will be slightly reduced with respect to the input voltage. In case of overrange the display will show blinking horizontal bars. In order to go to the appropriate range the righthand VOLT pushbutton [6] must be used or the autorange function selected.

[3] AMPERE display

This displays shows the current. In case of overrange the display will show blinking horizontal bars. In order to go to the appropriate range the righthand AMPERE [8] pushbutton must be activated or the autorange function selected.

[4] FUNCTION display

The FUNCTION display will indicate the measurement result of the selected function.

These function can be chosen:

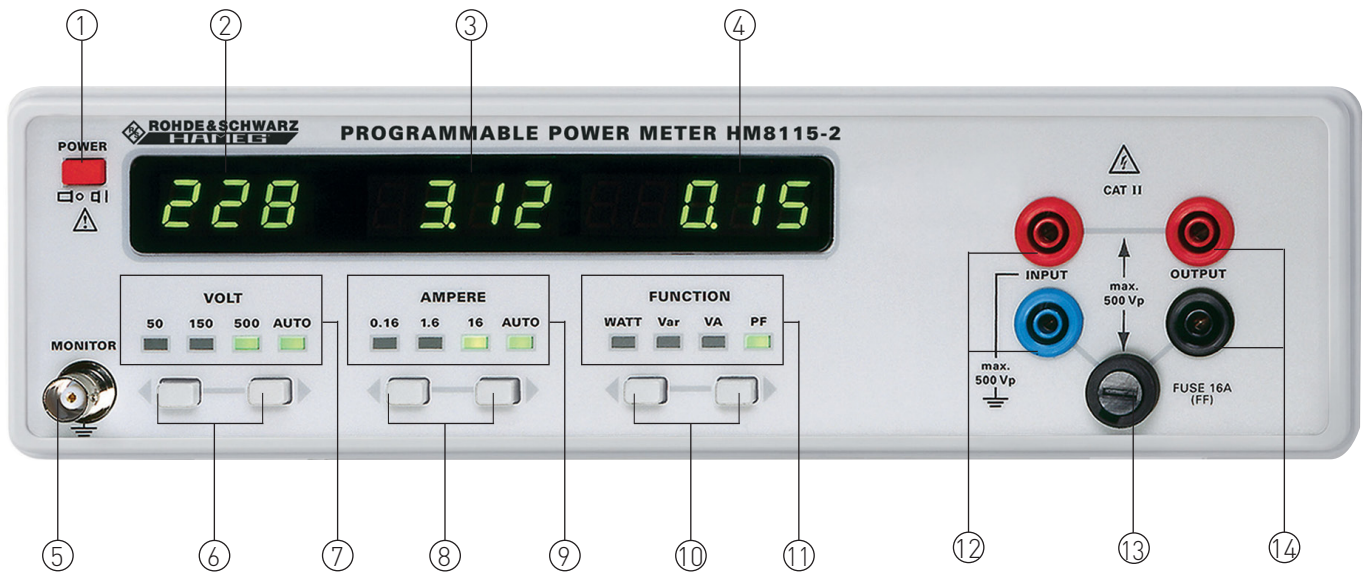
- Active power in watts
- Reactive power in voltamperes reactive
- Apparent power in voltamperes
- Power factor PF

The function desired can be selected using the FUNCTION [10] pushbuttons, the selected function will be indicated by the proper LED.

If either the voltage or the current range or both too low or high in order to achieve a meaningful result the FUNCTION display will show 3 to 4 horizontal bars irrespective of the function selected.

In PF mode such bars indicate that no meaningful power factor can be calculated. There are several possible reasons:

1. No current or pure DC current.
2. No voltage or pure DC voltage.
3. Either the voltage or the current or both are too low.
4. Manually selected voltage or/and current ranges are too low or too high.



Warning signal in case of overrange

Overrange will be indicated by blinking horizontal bars in the respective display(s) and an acoustical signal.

Warning signal setting

Switch off HM 8115-2 with switch **1**.
Switch HM8115-2 back on and push the righthand pushbutton of the FUNCTION **10** pushbutton set.
Keep this button depressed until the LED WATT will light up. This function will remain stored unless changed.

4 VOLT

Pushbuttons and a LED are provided for the manual or automatic selection of the voltage ranges. After turn-on the AUTO LED will light up, the instrument will automatically select the appropriate range. The selected range will be indicated by the associated LED. If the voltage changes the range will automatically follow.

If any of the manual select pushbuttons is depressed the auto-range mode will be left, the AUTO LED will extinguish. Then any of the ranges can be manually selected. Pressing the AUTO button will return the instrument to the autoranging function, the AUTO LED will light.

The VOLT display **2** will show the voltage at the terminals. If an inappropriate range was selected manually this will be shown by blinking horizontal bars in the display(s) and an acoustical warning.

8 AMPERE

Pushbuttons and LEDs are provided for the manual or automatic range selection.

After turn-on of the HM8115-2 the AUTO LED will light up, the instrument will automatically select the optimum range. The range selected will be indicated by the associated LED.

If the current changes the range will automatically follow. If any of the manual select pushbuttons is depressed the AUTO function will be left, the AUTO LED will extinguish. Then the desired range can be selected manually. Pressing the AUTO button will return the instrument to the autoranging function.

The AMPERE display **3** will show the current through the terminals. If an inappropriate range was selected manually blinking horizontal bars will be displayed, and an acoustical warning signal will sound off.

10 FUNCTION

The following functions can be selected by the FUNCTION pushbuttons and shown on the associated display:

Active power (Watt)
Reactive power (Var)
Apparent power (VA)
Power factor PF

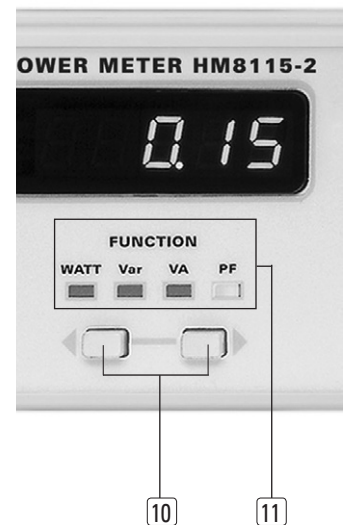
WATT (Active power)

After turn-on the instrument will automatically select the active power mode, the LED will light up, the display **4** will show the active power. By using the FUNCTION pushbuttons other functions may be chosen.

Var (Reactive power)

In this mode the reactive power will be measured, the LED will light up, the display **4** will show the reactive power. The reactive power will be displayed as a positive value irrespective of any capacitive or inductive loads.

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



Power factor (PF)

In this mode the power factor will be measured, the LED will light up, the display [4] will show the power factor = active/ by apparent power. The HM8115-2 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 amplitude. 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 factor.

Connectors

[5] MONITOR (BNC)

This is an analog output representing the instantaneous active power e.g. for display on a scope.

 The instantaneous power is the product of voltage and current at time (t)

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

in case of sine wave:

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

The active power is the average of the instantaneous power integrated over the interval T = period divided by the period T:

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

The monitor output will always deliver the instantaneous power no matter which function was selected. For positive instantaneous power the output will be positive, for negative instantaneous power it will be negative. If DC is being measured the monitor output will hence deliver a DC signal.

The BNC terminal outer conductor is connected to the instrument housing, however, the signal is isolated by a transformer.

The temperature dependent drift is automatically corrected for by disconnecting the input/output terminals, during this interval (100 ms) there will thus be no monitor signal. After instrument turn-on the autozero will be activated every 3 seconds for the first minute, after warm-up the breaks will occur every 2 minutes.

 The average of the monitor output voltage will be 1 V if the input signals are such that the WATT display shows full scale. There is no indication of the power range, the range has to be calculated and is the product of the VOLT and AMPERE ranges.

Examples:

50 V x 0,16 A	= 8 W	→	1 V (average)
150 V x 16,0 A	= 2400 W	→	1 V (average)
500 V x 1,6 A	= 800 W	→	1 V (average)

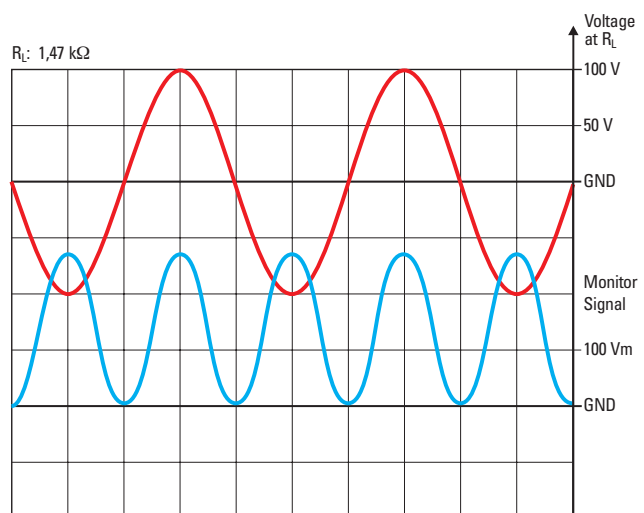
If both voltage and current are equal to their full scale values in the ranges selected and if both are sinusoidal the monitor output signal will be $2 V_{pp}$. If the power is purely active the signal will oscillate between 0 and $2 V_p$, the average of this is 1 V.



For DC full scale values the monitor output will be $1 V_{DC}$.

Example 1:

A wirewound resistor of 1.47 kΩ is connected to 70 V_{rms}. The picture shows the voltage across the resistor and the monitor output. The ranges selected are 150 V and 0.16 A which yields a 24 W full scale 1 V average signal at this output. There is no phase shift.



The scope shows an undistorted instantaneous power signal. The negative peak is equal to 0 V, the positive peak equals 0.27 V, thus the average equals 0.135 V.

This average value multiplied by the full scale value 24 W equals 3.24 W which is the average power.

The HM8115-2 displays the following results:

V_{rms}	= 70 V	Q	= 0,2 var
I_{rms}	= 0,048 A	S	= 3,32 VA
P	= 3,34 W	PF	= 1,00

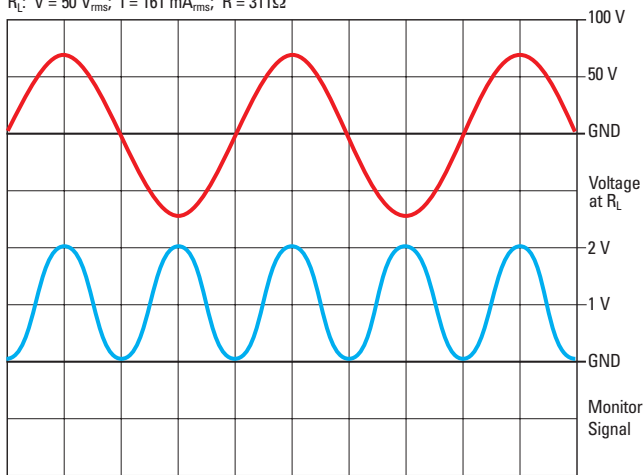
Example 2:

A wirewound resistor of 311 ohms is connected to 50 V_{rms}/50 Hz. The picture shows the voltage across the resistor and the monitor output.

The ranges are 50 V and 0.16 A, the full scale power is hence 8 W corresponding to 1 V average at the monitor output.

There is no phase shift with this purely resistive load. The scope shows an undistorted signal. The negative peak equals 0 V, the positive peak 2 V, the average is thus 1 V.

$R_L: V = 50 \text{ V}_{\text{rms}}, I = 161 \text{ mA}_{\text{rms}}, R = 311 \Omega$



As the monitor output is 1 V and the full scale value is 8 W The power equals 8 W. The HM8115-2 displays:

V_{rms}	= 50 V	Q	=0,73 var
I_{rms}	=0,161 A	S	=8,038 VA
P	=8,010 W	PF	=1,00

Example 3:

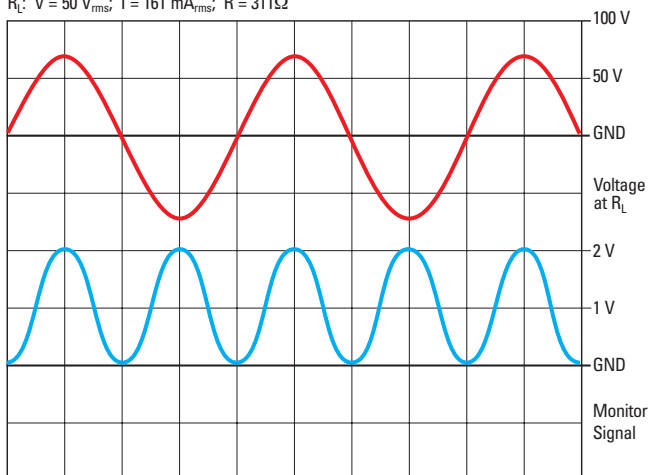
A resistor of 92 ohms and a capacitor of 10.6 uF are connected in series to 50 V_{rms}/50 Hz.

$$Z = \sqrt{R^2 - X_C^2} \quad \text{with } X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot c} = \frac{1}{\omega \cdot c}$$

The impedance of the series circuit $Z = 314$ ohms so that the levels are similar to those of the foregoing examples. The picture shows the voltage across the load and the monitor output.

The ranges selected are 50 V and 0.16 A, the full scale power range is again 8 W which is equivalent to 1 V average at the monitor output.

$R_L: V = 50 \text{ V}_{\text{rms}}, I = 161 \text{ mA}_{\text{rms}}, R = 311 \Omega$



The HM8115-2 displays:

V_{rms}	= 50 V	Q	=7,67 var
I_{rms}	=0,161 A	S	=8,042 VA
P	=2,416 W	PF	=0,30



The frequency of the instantaneous power output is twice the mains frequency of 50 Hz hence 100 Hz. During one period of 50 Hz the maximum power reaches twice its maximum, twice it will be zero.

Example 4:

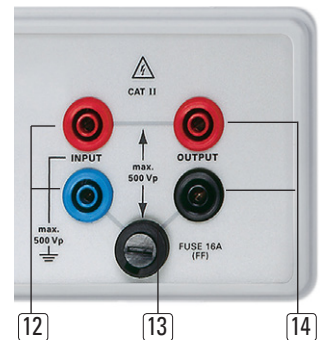
A 311 ohm resistor is connected to a DC voltage of 50 V.

$R_L: V = 50 \text{ V}; I = 161 \text{ mA}; R = 311 \Omega$



12 INPUT / 14 OUTPUT

(4 mm safety connectors)
The measuring circuit of the HM8115-2 is separated from safety earth PE! The two lefthand connectors are labelled INPUT and are connected to the power supply. The object under test will be connected to the right-hand connectors OUTPUT.



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 dangerous:

- 1st 30 V_{rms};
- 2nd 42.4 V_p;
- 3rd 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 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.

The shunt is protected by a fuse which is accessible from the front. Do not attempt to "repair" a blown fuse or bridge it. Disconnect the input voltage before changing a fuse.

The current path is designed for a maximum of 16 A_{rms}, hence a FF 16 A is specified.



The maximum input voltage is 500 V. The maximum peak voltage between any of the 4 terminals and the instrument housing = protective earth is 500 V.



Please note: Any voltage higher than those listed is considered dangerous:

- 1st 30 V_{rms};
- 2nd 42.4 V_p;
- 3rd 60 V_{DC}.

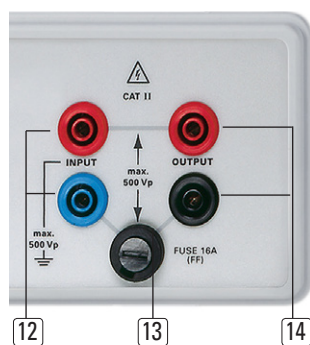


Only qualified personnel well aware of the potential dangers is authorized to apply voltages higher than those listed. The relevant safety rules must be observed.

13 Fuses in the measuring circuit

The Front panel fuse (FF 16 A) protects the shunt. The circuit is designed for 16 A_{rms}.

Type of fuse: FF 16 A 250 V, size 6.3 x 32 mm, US standard: UL198G, CSA22-2 No. 590



Before exchanging a blown fuse the input voltage must be disconnected. Do not attempt to „repair“ a blown fuse or to bridge it.

Changing the measuring circuit fuse

The measuring circuit fuse 13 is accessible on the front panel. Before exchanging the fuse remove all connections to the INPUT 12 and OUTPUT 14 terminals. Disconnect the HM8115-2 from the mains. Use a suitable screwdriver to turn the top of the fuseholder counterclockwise while depressing it. The top and the fuse can then be easily removed. Use only the specified type of fuse and do not attempt to „repair“ a blown fuse or to bridge it. Any damage caused by using false fuses or by bridging it will void the warranty.



15 Interfaces

The USB/RS-232 interface is located on the rear panel. This interface allows to transfer data between the instrument and an external PC.

The Power meter **HM8115-2G** is equipped with the interface IEEE-488 (GPIB).

16 Mains voltage selector

The instrument can be powered by 115 V or 230 V, 50 Hz or 60 Hz. The voltage selector switch is used to set the correct voltage. Any change requires that the mains fuse be changed to the appropriate value as indicated on the rear panel.

17 Mains voltage connector with integrated fuse holder

The mains connector is a standard type accepting cables with plugs according to DIN 49457.

7 Listing of software commands

These commands have to be transmitted as ASCII characters, they may be lower or upper key. Each command must use oDh (Enter) at its end.

Command	Response	Text
PC>HM8115-2	HM8115-2>PC	
Instrument status		
*IDN?	HAMEG HM8115-2	Instrument identification request
VERSION?	version x.xx	Request for the software version installed Response e.g.: version 1.01
STATUS?	function, range	Request for outputting all present instrument settings functions: WATT, VAR, VA, PF voltage ranges: U1 = 50 V, U2 = 150 V, U3 = 500 V Current ranges: I1 = 0,16 A, I2 = 1,6 A, I3 = 16 A
General commands		
VAL?	ranges and results	Request for outputting instrument settings and measurement results. Example of VAR: U3=225.6E+0 (225.6V in the 500 V range) I2=0.243E+0 (0.243 A in the 1.6 A range) VAR=23.3E+0 (Reactive power of 23.3 VAR) "OF" indicates range overflow. In case the command was sent during a measurement cycle the response will come after its completion.
VAS?	ranges	Selective request for the parameters and the result of FUNCTION.
	function and result	Example if PF was selected: U3, I2, PF= 0.87E+0.
Bus commands		
FAV0	none	Disabling of all front panel controls VOLT, AMPERE, FUNCTION
FAV1	none	Enabling of all front panel controls VOLT, AMPERE, FUNCTION
Instrument settings		
BEEP	none	Generates a single acoustic signal
BEEP0	none	Acoustic signal disabled
BEEP1	none	Acoustic signal enabled
Operating modes		
WATT	none	Active power
VAR	none	Reactive power
VAMP	none	Apparent power
PFAC	none	Power factor PF
AUTO:U	none	AUTORANGE- function voltage enabled
AUTO:I	none	AUTORANGE- function current enabled
MA1	value / function	Continuous transmission of parameters and results to the PC Example of PF selected: U3,I2,cos=0.87E+0 "OF" designates overflow. Transmission will be continued until ended by MA0.
MA0	none	Ends transmission started with MA1.
SET:Ux	none	Disables autoranging resp. changes the voltage range to „x(Volt)“
SET:U1		Sets 50 V range
SET:U2		Sets 150 V range
SET:U3		Sets 500 V range
SET:Ix	none	Disables autoranging resp. changes the current range to „x(Ampere)“
SET:I1		Sets 0.16 A range
SET:I2		Sets 1.6 A range
SET:I3		Sets 16 A range

8 Interface

The HM8115-2 is well equipped for use in automated test systems. An optocoupler-isolated USB/RS-232 interface is standard. The respective drivers are available on the enclosed Product CD or can be downloaded at <http://www.hameg.com>. For using the USB interface you don't have to change the configuration.

To establish a basic communication a serial cable (1:1) as well as a terminal program like Windows HyperTerminal is required. The Windows HyperTerminal program is part of any Windows operating system. A detailed instruction how to setup a basic communication using HyperTerminal is available at the HAMEG Knowledge Base at <http://www.hameg.com/hyperterminal>.

For the serial connection between the HM8115-2 and a PC (COM port) any standard cable with 9 pin submin D on both sides may be used, provided it is shielded and < 3 m.



If a PC has a 25pin connector an adapter 25 to 9pin has to be inserted, only 3 wires are used.

Connections

	POWER METER		PC COM Port (9poles)
Pin	name / function	Pin	name / function
2	Tx Data / output	2	Rx Data / input
3	Rx Data / input	3	Tx Data / output
5	Ground	5	Ground

RS-232 Interface parameters

N, 8, 1, Xon-Xoff:

(No parity bit, 8 data bits, 1 stop bit, Xon-Xoff.

1200 or 9600 Baud

Changing interface parameters

Only the baud rate can be selected as either 1200 or 9600 baud. In order to do this proceed as follows:

- Turn off the HM8115-2.
- Turn the instrument back on.
- Press the lefthand FUNCTION pushbutton (10)
- Press the lefthand pushbutton (10) and keep it depressed until the LED WATT lights up.

This new baud rate will be stored permanently unless changed.

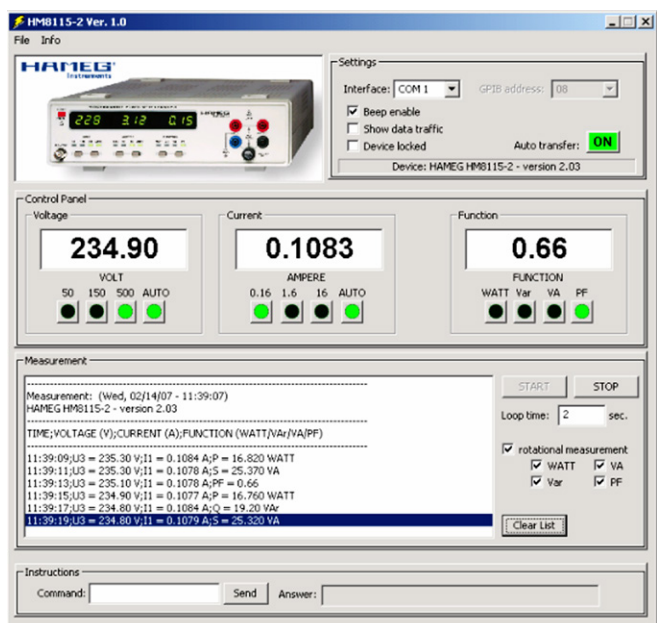
9 Software

9.1 Installation

For the installation of the software HM8115-2 please start the file setup.exe and follow the instructions of the installation assistant.

9.2 The program

The software HM8115-2 was developed for the programmable Hameg Instruments Power Meter HM8115-2. The power meter can be connected with the PC by 3 different interfaces: Serial / USB interface (standard) HO820 and GPIB interface (HO880). If the USB interface is used, a virtual COM port has to be installed. The COM port driver can be downloaded from our website www.hameg.com



Picture 2.1: User interface



IMPORTANT WITH GPIB!

This software only supports National Instruments GPIB cards and such cards, that are fully compatible with them.

The program is divided into 4 parts (Settings, Control panel, Measurement, Instruction), which are described in the following:

9.2.1 Settings

Six different parameters can be set:

- Interface:** In this field the interface can be selected, which is used for the connection to the PC. Available settings: Com1-4, GPIB
- GPIB address:** Setting of the GPIB address the HM8115-2 (only with GPIB)
- Beep enable:** Activation/Deactivation of acoustic signals
- Show data traffic:** This option offers the possibility of letting the data traffic in the editing fields 'Command' and 'Answer' indicate.
- Device locked:** With this option activated the instrument only can be operated by software. The control elements are locked!
- Autotransfer:** With this button the automatic data transfer between PC and HM8115-2 can be turned on

or off. If the autotransfer is off, the values in the fields of the 'Control Panel' are not being refreshed. This option should be only used, if individual, manual instructions are sent with the 'Command' field.

If the instrument is identified by the software, the ID of the instrument is shown in the status field below. If the instrument could not be identified the status field displays NO DEVICE DETECTED. After program exit the software settings are stored (except the setting of "autotransfer").

Please note that the identification can take 4-5 seconds!

9.2.2 Control Panel

In the field 'Control Panel' the current measurement values are displayed and are being refreshed every second. With the buttons below the data read-outs the measurement ranges can be selected. The actual range is indicated by a green button. With selection of the "Auto" function the HM8115-2 automatically switches to the suitable voltage/current range.

9.2.3 Measurement

In the 'Measurement' field you can do automated measurements and store the values in a csv file (csv = Comma Separated Values).

With the 'Start' button the test series is started. The measurement value can be set in the field 'Loop time'. After expiration of the measurement interval the software queries the values from the power meter and displays the answer in the text field on the left hand side. These values can be stored by opening the menu 'File – Save measurement'.

With the option 'rotational measurement' activated the measurement function are automatically alternated. For example you can activate all options WATT, VAR, VA, PF. The functions will be successively polled from the power meter and displayed in the text field. With the 'Stop' button the current test series is stopped. With the button 'Clear List' the content of the text window is deleted and a new test series can be started.

9.2.4 Instructions

With these two fields and the 'Send' button you can send individual commands to the equipment. See the Operating Manual of HM8115-2 for the command reference.

Please note, that the commands are sent to the instrument without being checked by the software. If the HM8115-2 sends an answer, it will be displayed in the 'Answer' field.

If you send the commands manually to the instrument, we recommend to turn off the 'autotransfer' option. If the 'Show data traffic' option is selected, all commands and answers are shown in the fields 'Command' and 'Answer'.

9.3 Deinstallation

For correct deinstallation of the software HM8115-2, please open the option 'Software' of your 'Windows Control Panel'. In the 'Software' window select the entry HM8115-2 and press 'remove'. The deinstallation assistant will automatically deinstall the software HM8115-2.

10 Glossary

A

Active power: 25, 30, 31, 32, 33, 34
 AMPERE: 28, 32, 33, 34
 Analog multiplier: 25, 30, 31, 32, 33, 34
 Apparent power: 25, 30, 31, 32, 33, 34
 Arithmetic mean value: 25, 30, 31, 32, 33, 34
 Autoranging: 25, 30, 31, 32, 33, 34
 Average power: 25, 30, 31, 32, 33, 34

B

Baud rate: 32, 38

C

Change of fuse: 25, 30, 31, 32, 33, 34
 COM port: 25, 30, 31, 32, 33, 34
 Crest factor: 25, 29, 25

F

Form factor: 29
 Frequency: 24, 30, 34, 35
 Front panel: 28, 36
 Fuse: 29, 34

I

Input: 25, 28, 29, 32, 34, 35, 36, 38
 Instrument status: 37
 Interface parameters: 38
 Interface parameters: 38

M

Measuring circuit: 32, 35, 36

O

Overrange: 25, 32, 33

P

Peak value: 29
 Phase angle: 29, 30, 31
 Phase shift: 30, 34
 Power factor: 24, 25, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37
 Protective earth: 26

R

Range overflow: 37
 Range selection: 33
 Reactive current: 30
 Reactive Power: 30
 Rectified mean value: 29
 Resistive load: 34

S

Self Test: 32
 Shunt: 32, 36

© 2015 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Mühldorfstr. 15, 81671 München, Germany

Phone: +49 89 41 29 - 0

Fax: +49 89 41 29 12 164

E-mail: info@rohde-schwarz.com

Internet: www.rohde-schwarz.com

Customer Support: www.customersupport.rohde-schwarz.com

Service: www.service.rohde-schwarz.com

Subject to change – Data without tolerance limits is not binding.

R&S® is a registered trademark of Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.

Trade names are trademarks of the owners.