

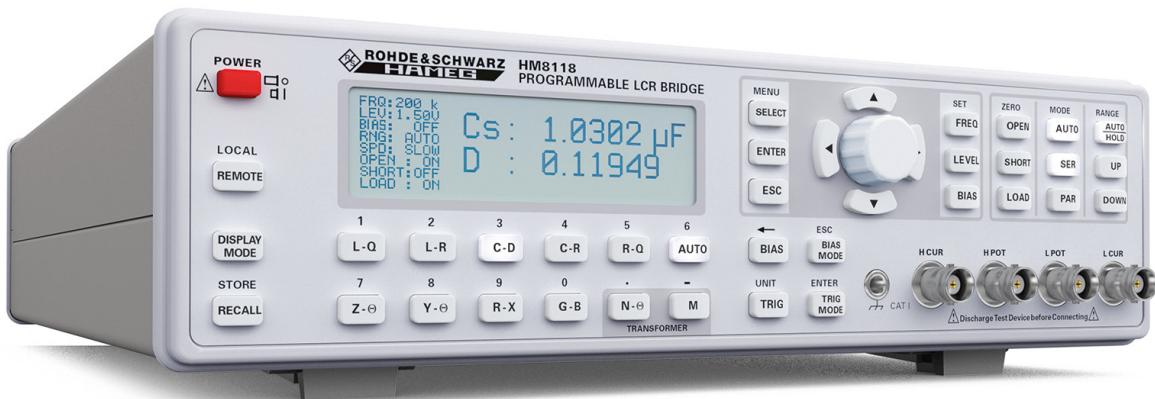
# R&S®HM8118

## Programmable

## LCR-Bridge

# Benutzerhandbuch

# User Manual



5800441102



## KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

HAMEG Instruments GmbH  
Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt:

**Bezeichnung:** Programmierbare LCR-Messbrücke  
**Typ:** HM8118  
**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  
EN 61000-6-3: 11/2012

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 3m 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 Verbindungsleitungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel ist das 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 1m 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 Signallgeneratoren 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.

# Inhalt

|   |           |   |           |
|---|-----------|---|-----------|
| <b>Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung . . . . .</b>         | <b>2</b>  | 7.1.6 Triggerung TRIG . . . . .   | 19        |
| <b>1 Wichtige Hinweise . . . . .</b>                              | <b>4</b>  | 7.1.7 Verzögerung DELAY . . . . .   | 19        |
| 1.1 Symbole . . . . .   | 4         | 7.1.8 Mittelwertbildung AVG . . . . .                                     | 19        |
| 1.2 Auspacken . . . . .   | 4         | 7.1.9 Testsignalpegelanzeige Vm (Messspannung) / Im (Messtrom) . . . . .  | 19        |
| 1.3 Aufstellen des Gerätes . . . . .                              | 4         | 7.1.10 Guarding GUARD . . . . .   | 19        |
| 1.4 Sicherheit . . . . .  | 4         | 7.1.11 Abweichung DEV_M . . . . .   | 20        |
| 1.5 Bestimmungsgemäßer Betrieb . . . . .                          | 4         | 7.1.12 Referenz REF_M . . . . .   | 20        |
| 1.6 Umgebungsbedingungen . . . . .                                | 5         | 7.1.13 Abweichung DEV_S . . . . .   | 20        |
| 1.7 Gewährleistung und Reparatur . . . . .                        | 5         | 7.1.14 Referenz REF_S . . . . .   | 20        |
| 1.8 Wartung . . . . .   | 5         | 7.1.15 Konstantspannung CST V . . . . .                                   | 20        |
| 1.9 Netzeingangssicherungen . . . . .                             | 5         | 7.2 CORR Menü . . . . .   | 21        |
| 1.10 Netzspannung . . . . .                                       | 5         | 7.2.1 Abgleich . . . . .  | 21        |
| 1.11 Batterien und Akkumulatoren/Zellen . . . . .                 | 6         | 7.2.2 NUM . . . . .   | 22        |
| 1.12 Produktentsorgung . . . . .                                  | 6         | 7.2.3 Messfrequenz FRQ . . . . .  | 22        |
| <b>2 Bezeichnung der Bedienelemente . . . . .</b>                 | <b>7</b>  | 7.2.4 Funktion FUNC . . . . .   | 22        |
| <b>3 Schnelleinstieg . . . . .</b>                                | <b>9</b>  | 7.2.5 Korrekturfaktoren LOADM / LOADS . . . . .                           | 22        |
| 3.1 Voraussetzungen . . . . .                                     | 9         | 7.3 Menüfunktion SYST . . . . .   | 23        |
| 3.2 Vermessen eines Kondensators . . . . .                        | 9         | 7.3.1 Kontrast CONTRAST . . . . .   | 23        |
| <b>4 Inbetriebnahme . . . . .</b>                                 | <b>10</b> | 7.3.2 Tastenton KEY BEEP . . . . .  | 23        |
| 4.1 Anschließen . . . . .   | 10        | 7.3.3 TALK ONLY . . . . .   | 23        |
| 4.2 Einschalten des Gerätes . . . . .                             | 10        | 7.3.4 Datenübertragungsgeschwindigkeit BAUDS . . . . .                    | 23        |
| 3.3 Vermessen einer Spule . . . . .                               | 10        | 7.3.5 Netzfrequenz MAINS FRQ . . . . .                                    | 23        |
| 3.4 Vermessen eines Widerstands . . . . .                         | 10        | 7.3.6 Geräteinformationen INFO . . . . .                                  | 23        |
| 4.3 Netzfrequenz . . . . .  | 11        | 7.4 Speichern / Laden von Einstellungen . . . . .                         | 23        |
| 4.4 Messprinzip . . . . .   | 11        | 7.5 Werkseinstellungen . . . . .  | 23        |
| 4.5 Messgenauigkeit . . . . .                                     | 12        | <b>8 Messzubehör . . . . .</b>  | <b>24</b> |
| 4.5.1 Beispiel zur Bestimmung der Messgenauigkeit . . . . .       | 12        | 8.1 4-Draht Testadapter R&S®HZ181 . . . . .                               | 25        |
| <b>5 Einstellen von Parametern . . . . .</b>                      | <b>13</b> | 8.1.1 Abgleich R&S®HZ181 . . . . .  | 25        |
| 5.1 Werte-/Parametereingabe . . . . .                             | 13        | 8.2 Kelvin-Messkabel R&S®HZ184 . . . . .                                  | 25        |
| 5.1.1 Drehgeber mit Pfeiltasten . . . . .                         | 13        | 8.2.1 Abgleich R&S®HZ184 . . . . .  | 26        |
| 5.1.2 Numerische Tastatur . . . . .                               | 13        | 8.3 4-Draht Transformator-Messkabel R&S®HZ186 . . . . .                   | 26        |
| <b>6 Messwertanzeige . . . . .</b>                                | <b>14</b> | 8.3.1 Abgleich R&S®HZ186 . . . . .  | 26        |
| 6.1 Relative Messwertabweichung $\Delta \%$ (#, %) . . . . .      | 14        | 8.3.2 Tranformatormessung . . . . .                                       | 27        |
| 6.2 Absolute Messwertabweichung $\Delta \text{ABS}$ (#) . . . . . | 14        | 8.3.3 Gegeninduktivität . . . . .   | 27        |
| 5.2 Auswahl der Messfunktion . . . . .                            | 14        | 8.3.4 Bestimmung der Streuinduktivität . . . . .                          | 27        |
| 6.3 Referenzwert (REF_M, REF_S) . . . . .                         | 15        | 8.4 4-Draht-SMD-Testadapter R&S®HZ188 . . . . .                           | 28        |
| 6.4 Messbereichswahl . . . . .                                    | 15        | 8.4.1 Abgleich R&S®HZ188 . . . . .  | 28        |
| 6.4.1 Automatische Messbereichswahl (AUTO) . . . . .              | 15        | 8.5 Option R&S®HO118 Binning Interface zur Bauelementsortierung . . . . . | 29        |
| 6.4.2 Manuelle Messbereichswahl . . . . .                         | 15        | 8.5.1 R&S®HO118 Schaltung . . . . .                                       | 29        |
| 6.5 Schaltungsart . . . . .                                       | 16        | 8.5.2 R&S®HO118 Beschreibung . . . . .                                    | 30        |
| <b>7 Gerätefunktionen . . . . .</b>                               | <b>16</b> | 8.5.3 Einstellmöglichkeiten der Sortierbehälter (BINs) . . . . .          | 30        |
| 7.1 SETUP Menü . . . . .  | 16        | 8.5.4 Binning Beispiel . . . . .  | 30        |
| 7.1.1 Messfrequenz FRQ . . . . .                                  | 16        | <b>9 Fernsteuerung . . . . .</b>  | <b>31</b> |
| 7.1.2 Spannung LEV . . . . .                                      | 16        | 9.1 RS-232 . . . . .  | 31        |
| 7.1.3 Vorspannung / Vorstrom BIAS . . . . .                       | 17        | 9.2 USB / VCP . . . . .   | 32        |
| 7.1.4 Messbereich RNG . . . . .                                   | 18        | 9.3 IEEE-488 (GPIB) . . . . .   | 32        |
| 7.1.5 Messgeschwindigkeit SPD . . . . .                           | 18        | <b>10 Befehlsreferenz . . . . .</b>                                       | <b>33</b> |
| <b>11 Technische Daten . . . . .</b>                              | <b>37</b> | 10.1 Aufbau der Befehlsstruktur . . . . .                                 | 33        |

# 1 Wichtige Hinweise

## 1.1 Symbole



(1) (2) (3)

Symbol 1: Achtung, allgemeine Gefahrenstelle – Produktdokumentation beachten

Symbol 2: Vorsicht Hochspannung

Symbol 3: Masseanschluss

## 1.2 Auspacken

Prüfen Sie beim Auspacken den Packungsinhalt auf Vollständigkeit (Messgerät, Netzkabel, Produkt-CD, evtl. optionales Zubehör). Nach dem Auspacken sollte das Gerät auf transportbedingte, mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, bitten wir Sie sofort den Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht betrieben werden.

## 1.3 Aufstellen des Gerätes

Das Gerät kann in zwei verschiedenen Positionen aufgestellt werden:

Abb. 1

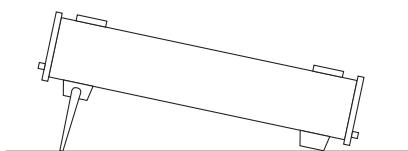


Abb. 2

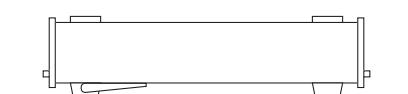
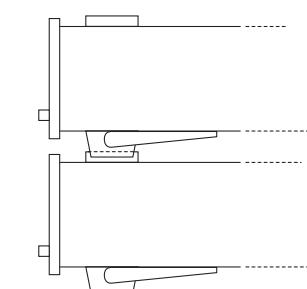


Abb. 3



Die vorderen Gerätetüpfel können ausgeklappt werden (Abb. 1). Die Gerätefront zeigt dann leicht nach oben (Neigung etwa 10°). Bleiben die vorderen Gerätetüpfel eingeklappt (Abb. 2), lässt sich das Gerät mit weiteren HAMEG-Geräten sicher stapeln. Werden mehrere Geräte aufeinander gestellt, sitzen die eingeklappten Gerätetüpfel in den Arretierungen des darunter liegenden Gerätes und sind gegen unbeabsichtigtes Verrutschen gesichert (Abb. 3).

Es sollte darauf geachtet werden, dass nicht mehr als drei Messgeräte übereinander gestapelt werden, da ein zu hoher Geräteturm instabil werden kann. Ebenso kann die Wärmeentwicklung bei gleichzeitigem Betrieb aller Geräte dadurch zu groß werden.

## 1.4 Sicherheit

Dieses Gerät wurde gemäß VDE0411 Teil1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel, und Laborgeräte, gebaut, 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 beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschatzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse 0.



**Das Auf trennen der Schutzkontaktverbindung innerhalb oder außerhalb des Gerätes ist unzulässig!**

Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Benutzen Sie das Produkt niemals, wenn das Netzkabel beschädigt ist. Überprüfen Sie regelmäßig den einwandfreien Zustand der Netzkabel. Stellen Sie durch geeignete Schutzmaßnahmen und Verlegearten sicher, dass das Netzkabel nicht beschädigt werden kann und niemand z.B. durch Stolperfallen oder elektrischen Schlag zu Schaden kommen kann. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern.

### Diese Annahme ist berechtigt:

- wenn das Messgerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Messgerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

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

- 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.

## 1.5 Bestimmungsgemäßer Betrieb

Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind. Das Messgerät darf nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrie-

ben werden, die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss kontaktiert sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Das Produkt darf nur in den vom Hersteller angegebenen Betriebszuständen und Betriebslagen ohne Behinderung der Belüftung betrieben werden. Werden die Herstellerangaben nicht eingehalten, kann dies elektrischen Schlag, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Bei allen Arbeiten sind die örtlichen bzw. landesspezifischen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

**Das Messgerät ist nur mit dem HAMEG Original-Messzubehör, -Messleitungen bzw. -Netzkabel zu verwenden. Verwenden Sie niemals unzulänglich bemessene Netzkabel. Vor Beginn jeder Messung sind die Messleitungen auf Beschädigung zu überprüfen und ggf. zu ersetzen. Beschädigte oder verschlissene Zubehörteile können das Gerät beschädigen oder zu Verletzungen führen.**

Das Messgerät ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbe-bereich sowie Kleinbetriebe. Das Messgerät darf jeweils nur im Innenbereich eingesetzt werden. Vor jeder Messung ist das Messgerät auf korrekte Funktion zu überprüfen.

**Zum Trennen vom Netz muss der rückseitige Kaltgerätestecker gezogen werden.**

## 1.6 Umgebungsbedingungen

Der zulässige Arbeitstemperaturbereich während des Betriebes reicht von +5°C bis +40°C (Verschmutzungsgrad 2). Die maximale relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend) liegt bei 80%. Während der Lagerung oder des Transportes darf die Temperatur zwischen –20°C und +70°C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, sollte das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Messgerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr, sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig, eine ausreichende Luftzirkulation ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellfüße) zu bevorzugen. Das Gerät darf bis zu einer Höhenlage von 2000m betrieben werden. Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Aufwärmzeit von mindestens 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23°C (Toleranz  $\pm 2^\circ\text{C}$ ). Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

## 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 Prüfmit-

teln, 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, Schutzleiter-test, 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 Wartung

**Die Außenseite des Messgerätes sollte regelmäßig mit einem weichen, nicht fasernden Staubtuch 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 nach zureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Beschriftung oder Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

**Bevor Sie das Messgerät reinigen stellen Sie bitte sicher, dass es ausgeschaltet und von allen Spannungsversorgungen getrennt ist (z.B. speisendes Netz).**

**Keine Teile des Gerätes dürfen mit chemischen Reinigungsmitteln, wie z.B. Alkohol, Aceton oder Nitroverdünnung, gereinigt werden!**

## 1.9 Netzeingangssicherungen

Das Gerät besitzt zwei interne Sicherungen: T 0,8 A. Sollte eine dieser Sicherungen ausfallen, liegt ein Reparaturfall vor. Ein Auswechseln durch den Kunden ist nicht vorgesehen.

## 1.10 Netzspannung

Das HM8118 verfügt über ein sogenanntes Weitbereichsnetzteil und arbeitet mit 50Hz oder 60Hz Netzfrequenz. Spannungen von 105V bis 253V sind zulässig. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht notwendig.

### Sicherungstyp:

Größe 5 x 20 mm; 250V~, C; IEC 127, Bl. III; DIN 41 662 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3). Abschaltung: träge (T) 0,8A.

## 1.11 Batterien und Akkumulatoren/Zellen

**Werden die Hinweise zu Batterien und Akkumulatoren/Zellen nicht oder unzureichend beachtet, kann dies Explosion, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Die Handhabung von Batterien und Akkumulatoren mit alkalischen Elektrolyten muss der EN 62133 entsprechen.**

1. Zellen dürfen nicht zerlegt, geöffnet oder zerkleinert werden.
2. Zellen oder Batterien dürfen weder Hitze noch Feuer ausgesetzt werden. Die Lagerung im direkten Sonnenlicht ist zu vermeiden. Zellen und Batterien sauber und trocken halten. Verschmutzte Anschlüsse mit einem trockenen, sauberen Tuch reinigen.
3. Zellen oder Batterien dürfen nicht kurzgeschlossen werden. Zellen oder Batterien dürfen nicht gefahrbringend in einer Schachtel oder in einem Schubfach gelagert werden, wo sie sich gegenseitig kurzschließen oder durch andere leitende Werkstoffe kurzgeschlossen werden können. Eine Zelle oder Batterie darf erst aus ihrer Originalverpackung entnommen werden, wenn sie verwendet werden soll.
4. Zellen und Batterien von Kindern fernhalten. Falls eine Zelle oder eine Batterie verschluckt wurde, ist sofort ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen.
5. Zellen oder Batterien dürfen keinen unzulässig starken, mechanischen Stößen ausgesetzt werden.
6. Bei Undichtheit einer Zelle darf die Flüssigkeit nicht mit der Haut in Berührung kommen oder in die Augen gelangen. Falls es zu einer Berührung gekommen ist, den betroffenen Bereich mit reichlich Wasser waschen und ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen.
7. Werden Zellen oder Batterien unsachgemäß ausgetauscht oder geladen, besteht Explosionsgefahr. Zellen oder Batterien nur durch den entsprechenden Typ ersetzen, um die Sicherheit des Produkts zu erhalten.
8. Zellen oder Batterien müssen wieder verwertet werden und dürfen nicht in den Restmüll gelangen. Akkumulatoren oder Batterien, die Blei, Quecksilber oder Cadmium enthalten, sind Sonderabfall. Beachten Sie hierzu die landesspezifischen Entsorgungs- und Recycling-Bestimmungen.

## 1.12 Produktentsorgung



Abb. 1.1: Produktkennzeichnung nach EN 50419

Das ElektroG setzt die folgenden EG-Richtlinien um:

- 2002/96/EG (WEEE) für Elektro- und Elektronikaltgeräte und
- 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektronikgeräten (RoHS-Richtlinie).

Am Ende der Lebensdauer des Produktes darf dieses Produkt nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden. Auch die Entsorgung über die kommunalen Sammelstellen für Elektroaltgeräte ist nicht zulässig. Zur umweltschonenden Entsorgung oder Rückführung in den Stoffkreislauf übernimmt die ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG die Pflichten der Rücknahme- und Entsorgung des ElektroG für Hersteller in vollem Umfang.

Wenden Sie sich bitte an Ihren Servicepartner vor Ort, um das Produkt zu entsorgen.

# 2 Bezeichnung der Bedienelemente

## Gerätefrontseite R&S®HM8118

- [1] POWER – Netzschalter zum Ein- und Ausschalten des Gerätes
- [2] Display (LCD) – Anzeige für Messwerte und Einheiten, Messbereiche, Messfrequenzen, Signalpegel, Schaltungsart, Funktionen und Parameter

## MENU

- [3] SELECT – Aufruf der Menüfunktionen SETUP, CORR, SYST und BIN (bei eingebautem Binning-Interface HO118)
- [4] ENTER - Bestätigung der Parametereingabe
- [5] ESC – Verlassen von Menüfunktionen
- [6] Drehgeber (Drehknopf/Taste) – Einstellen von Funktionen und Parametern
- [7] Pfeiltasten  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  – Tasten zur Änderung von Parametern

## SET

- [8] FREQ – Auswahl der Messfrequenz mit Drehgeber [6] oder Pfeiltasten  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7]
- [9] LEVEL – Einstellen des AC Messsignalpegels mit Drehgeber [6] und Cursorposition mit den Pfeiltasten  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7]
- [10] BIAS – Einstellen der Biasspannung / des Biasstroms mit Drehgeber [6] und Cursorposition mit Pfeiltasten  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7]

## ZERO

- [11] OPEN – Aktivierung des Leerlaufabgleichs
- [12] SHORT – Aktivierung des Kurzschlussabgleichs
- [13] LOAD – Aktivierung des Abgleichs mit Anpassung

## MODE

- [14] AUTO – Automatische Schaltungsart-Auswahl
- [15] SER – Auswahl der Schaltungsart Seriell
- [16] PAR – Auswahl der Schaltungsart Parallel

## RANGE

- [17] AUTO/HOLD – Automatische Messbereichswahl bei leuchtender Taste, bei erneuter Betätigung: Range Hold
- [18] UP – Schaltet in den nächst höheren Messbereich
- [19] DOWN – Schaltet in den nächst niedrigeren Messbereich

## Anschlüsse

- [20] L CUR (BNC-Buchse) – Signalausgang für serielle Messungen („Low CURrent“, Signalgenerator)
- [21] L POT (BNC-Buchse) – Signaleingang für parallele Messungen („Low POTential“, Spannungsmessung)
- [22] H POT (BNC-Buchse) – Signaleingang / Signalausgang für parallele Messungen („High POTential“, Messbrücke)
- [23] H CUR (BNC-Buchse) – Signaleingang für serielle Messungen („High CURrent“, Strommessung)

## Gerätefunktionen

- [24] BIAS MODE/ESC – Umschaltung zwischen interner und externer Biasspannung (nur bei aktiverter Bias-Funktion) bzw. Beenden der Parametereingabe
- [25] TRIG MODE/ENTER – Änderung der Triggerbetriebsart / -verzögerung bzw. Bestätigung der Parametereingabe
- [26] BIAS /  $\leftarrow$  – Aktivierung der Vorspannung bzw. Löschen der letzten Ziffer bei Menüeingabe eines Parameters
- [27] TRIG / UNIT – Auslösen einer einzelnen Messung (bei eingeschalteter manueller Triggerung) bzw. Auswahl der Einheit bei Parametereingabe
- [28] AUTO / 6 – Aktivierung der automatischen Messfunktion bzw. Parametereingabe Ziffer 6
- [29] M / – – Aktivierung der Messfunktion Transformatorgegeninduktivität M bzw. Parametereingabe „–“

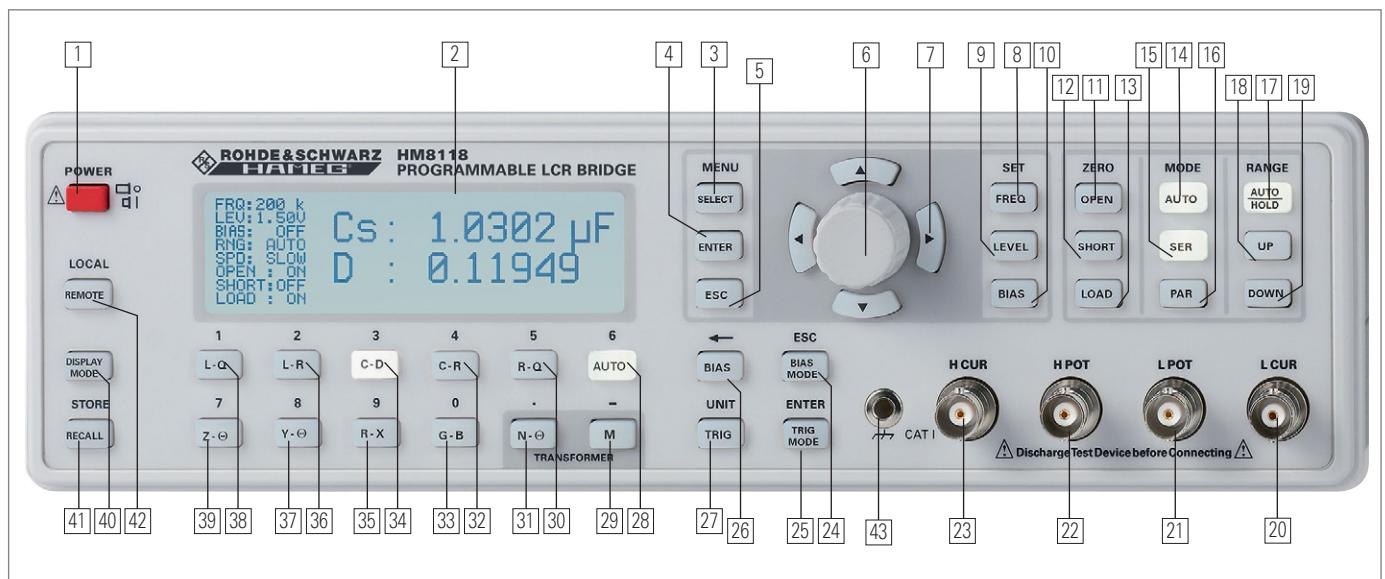


Abb. 2.1: Frontansicht des R&S®HM8118

## Bezeichnung der Bedienelemente

- [30] R-Q / 5 – Aktivierung der Messfunktion Widerstand R und Qualitätsfaktor (Güte) Q bzw. Parametereingabe Ziffer 5
- [31] N-Θ / . – Aktivierung der Messfunktion Transformator-Übersetzungsverhältnis N und Phasenverschiebungswinkel Θ bzw. Parametereingabe „ . “
- [32] C-R / 4 – Aktivierung der Messfunktion Kapazität C und Widerstand R bzw. Parametereingabe Ziffer 4
- [33] G-B / 0 – Aktivierung der Messfunktion Wirkleitwert G und Blindleitwert B bzw. Parametereingabe Ziffer 0
- [34] C-D / 3 – Aktivierung der Messfunktion Kapazität C und Verlustwinkel (Güte) D bzw. Parametereingabe Ziffer 3
- [35] R-X / 9 – Aktivierung der Messfunktion Widerstand R und Blindwiderstand X bzw. Parametereingabe Ziffer 9
- [36] L-R / 2 – Aktivierung der Messfunktion Induktivität L und Widerstand R bzw. Parametereingabe Ziffer 2
- [37] Y-Θ / 8 – Aktivierung der Messfunktion Scheinleitwert Y und Phasenwinkel Θ bzw. Parametereingabe Ziffer 8
- [38] L-Q / 1 – Aktivierung der Messfunktion Induktivität L und Qualitätsfaktor (Güte) Q bzw. Parametereingabe Ziffer 1
- [39] Z-Θ / 7 – Aktivierung der Messfunktion Scheinwiderstand (Impedanz) Z und Phasenwinkel Θ bzw. Parametereingabe Ziffer 7
- [40] DISPLAY / MODE – Umschaltung der Displayanzeige für Messwerte mit/ohne Parameter
- [41] RECALL / STORE – Laden / Speichern von Geräteeinstellungen
- [42] REMOTE / LOCAL – Umschaltung zwischen Betriebsart REMOTE (LED leuchtet) und lokaler Betriebsart LOCAL (LED leuchtet nicht); ist die lokale Betriebsart gesperrt (Local lockout), so kann das Gerät nicht über die Tasten auf der Gerätereiterseite bedient werden
- [43] Massebuchse (4mm Sicherheitsbuchse) – Bezugspotentialanschluss (Massepotential ⊥); die Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden!

## Geräterückseite R&S®HM8118

- [44] TRIG. INPUT (BNC-Buchse) – Triggereingang für externe Triggerung
- [45] BIAS FUSE (Sicherungshalter) – Sicherung für externen Vorspannungseingang EXT. BIAS
- [46] EXT. BIAS (4 mm Sicherheitsbuchsen) – Externer Vorspannungseingang (+, -)
- [47] INTERFACE – R&S®HO820 Dual-Schnittstelle USB/RS-232 galvanisch getrennt (im Lieferumfang enthalten)
- [48] BINNING INTERFACE (25 pol. D-Sub Buchse) – Ausgang zur Steuerung von Sortiergeräten für Bauelemente; Option HO118 (Binning Interface) Einbau nur ab Werk
- [49] Kaltgeräteeinbaustecker – Anschluss für das Netzkabel zur Stromversorgung

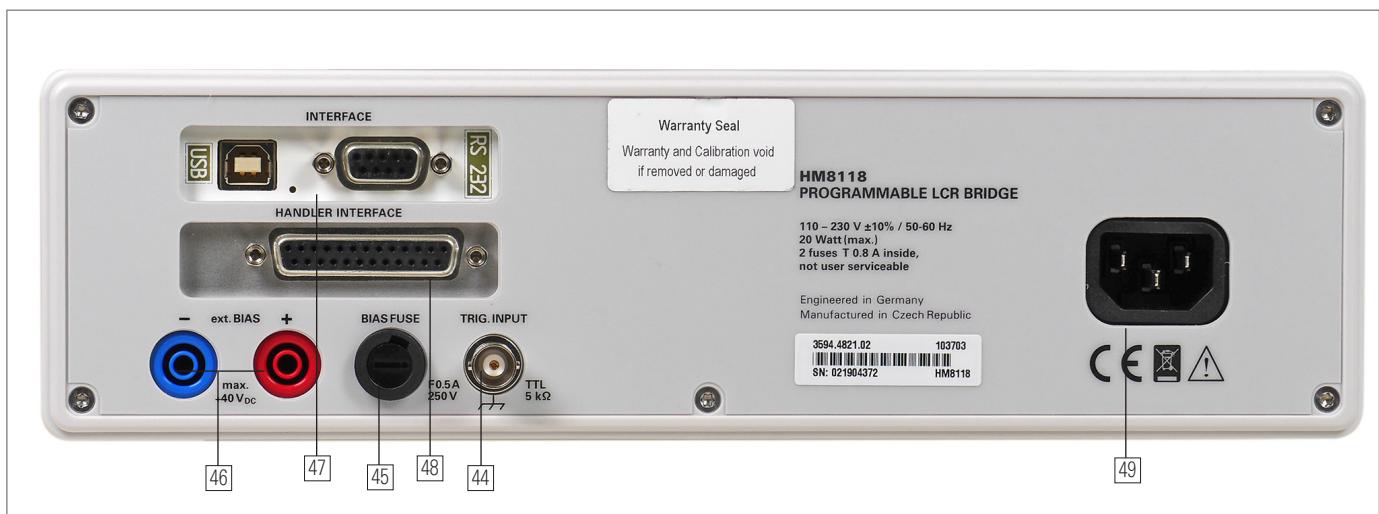


Abb. 2.2: Rückansicht des R&S®HM8118

# 3 Schnelleinstieg

## 3.1 Voraussetzungen

**Die Bauteile, die als Voraussetzung für den Schnelleinstieg aufgelistet sind, sollen ausschließlich als Beispiel dienen.**

- R&S<sup>®</sup>HM8118 LCR Messbrücke mit Firmware 1.37 oder neuer
- R&S<sup>®</sup>HZ184 Kelvin Messleitungen
- 1x 1000 $\mu$ F Kapazität (nicht im Lieferumfang enthalten)
- 1x 280 $\mu$ H Induktivität (nicht im Lieferumfang enthalten)
- 1x 100k $\Omega$  Widerstand (nicht im Lieferumfang enthalten)

Schließen Sie als erstes die mitgelieferten R&S<sup>®</sup>HZ184 Messkabel an das R&S<sup>®</sup>HM8118 an. Die beiden Stecker des schwarzen Messkabels werden mit den Anschlüssen LCUR und LPOT, die Stecker des roten Messkabels mit den Anschlüssen HCUR und HPOT verbunden.

Nachdem das Gerät angeschaltet wurde, muss zuerst der Leerlauf-, bzw. Kurzschluss-Abgleich für die voreingestellte Messfrequenz von 1.0kHz durchgeführt werden, da das Messkabel R&S<sup>®</sup>HZ184 zusammen mit den Anschlussklemmen konstruktionsbedingt eine Streukapazität, Restinduktivität und einen Restwiderstand aufweist, wodurch die Genauigkeit der gemessenen Werte beeinflusst wird. Um diese Einflüsse zu minimieren, ist die Kompensation von Adapter- und leitungsbedingten Impedanzmessfehlern erforderlich.

Für den „Leerlaufabgleich“ sind die beiden Anschlussklemmen getrennt anzustecken. Für den „Kurzschlussabgleich“ sind die beiden Anschlussklemmen miteinander zu verbinden (siehe Abb. 3.1).

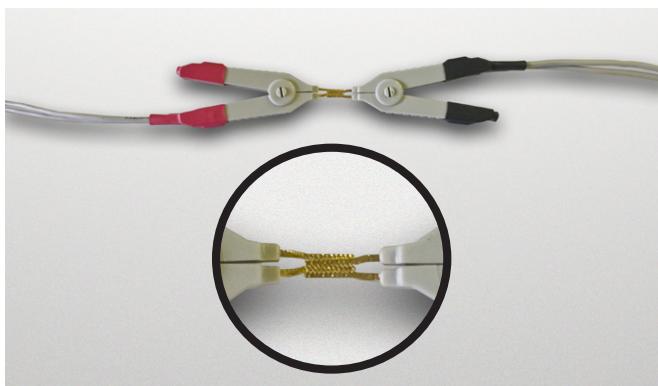


Abb. 3.1: Kurzschlussabgleich R&S<sup>®</sup>HZ184

Wechseln Sie hierzu mit Hilfe der Taste MENÜ/SELECT [3], gefolgt von der Taste C-D [34] in das CORR-Menü. Wählen Sie dort den Menüpunkt MODE aus und betätigen Sie den Drehgeber [6]. Ändern Sie nun den Menüeintrag von SGL in ALL, um den Abgleich für alle 69 Frequenzstufen automatisiert durchführen zu können. Verlassen Sie das Menü mit Hilfe der Taste MENÜ/ESC [5].

Starten Sie nun den Leerlauf- und danach den Kurzschlussabgleich mit Hilfe der Taste ZERO/OPEN [11], bzw. ZERO/SHORT [12]. Das Gerät gleicht nun alle 69 Frequenzstufen für die aktuell an das HM8118 angeschlossenen Messleitungen ab und speichert die Korrekturwerte bis zum Ausschalten des Gerätes. Dieser Vorgang dauert ca. zwei Minuten.

### Tipp:

**Im Modus SGL wird nur die derzeit eingestellte Frequenz abgeglichen. Dieser Vorgang dauert nur wenige Sekunden und ist für Messungen in einem oder wenigen Frequenzbereichen vorgesehen.**

## 3.2 Vermessen eines Kondensators

Schließen Sie nun den Kondensator an die Anschlussklemmen des R&S<sup>®</sup>HZ184 an. Achten Sie bitte auf die Polarität des Kondensators und schließen Sie die schwarze Klemme an den mit – (Minus) gekennzeichneten Pol des Kondensators an. Da sich das Gerät im Automatikmodus befindet, wird die Messfunktion automatisch auf Messfunktion 3 (C-D) eingestellt. Aufgrund der voreingestellten Messfrequenz von 1 kHz, wird der Kondensator nicht im Arbeitspunkt betrieben und die Anzeige von ungefähr 900 $\mu$ F entspricht nicht den spezifizierten 1000 $\mu$ F.

Ändern Sie die Messfrequenz jetzt auf 50Hz, indem Sie die Taste SET/FREQ [8] betätigen und danach den Drehknopf so lange nach links drehen, bis 50Hz im Display angezeigt werden. Nun liegt der angezeigte Wert für die Kapazität, basierend auf der Bauteiltoleranz, um 1000 $\mu$ F. Der zugehörige Verlustwinkel D ist in dieser Einstellung sehr gering.

Je kleiner der Verlustwinkel, desto näher kommen die realen Bauteile einem idealen Verhalten. Eine ideale Induktivität hat einen Verlustwinkel von 0°. Ein idealer Kondensator hat ebenfalls einen Verlustwinkel von 0°.

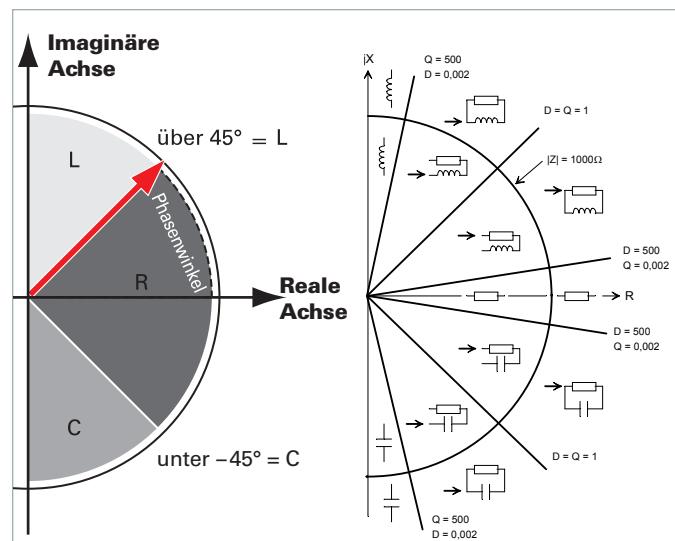


Abb.3.2: R&S<sup>®</sup>HM8118 Messprinzip schematisch links / detailliert rechts

Ein idealer elektrischer Widerstand hat dagegen einen Verlustwinkel von 90°; er besitzt keine kapazitiven oder induktiven Blindanteile.

### 3.3 Vermessen einer Spule

Bevor Sie die Drossel an das HM8118 anschließen, erhöhen Sie bitte die Messfrequenz um eine Dekade (auf 500Hz), indem Sie die ▲-Taste [7] über dem Drehgeber betätigen. Entfernen Sie nun den Kondensator und schließen die Drossel an die Klemmen des R&S®HZ184 an. Die Messautomatik schaltet nun auf Messfunktion 1 (L-Q) und die Induktivität der Spule wird im Display angezeigt. Der angezeigte Wert muss ca. 280µH betragen.

Wie auf Abbildung 3.2 zu erkennen ist, muss der Phasenwinkel einer Induktivität zwischen +45° und +90° liegen. Um dies nachzuvollziehen, verlassen Sie bitte den automatischen Messmodus, indem Sie die Taste Z-Θ [39] betätigen. Der angezeigte Phasenwinkel beträgt ca. +70° und ist abhängig von der eingestellten Messfrequenz. Zum Vergleich: Der Phasenwinkel des zuvor angeschlossenen Kondensators beträgt bei 50Hz ca. -87°

### 3.4 Vermessen eines Widerstands

Entfernen Sie nun die Spule und ersetzen Sie diese durch den 100kΩ Widerstand. Da das Gerät zuvor bereits manuell auf die Messfunktion Z-Θ eingestellt wurde, können Sie direkt den Wert für die Impedanz ablesen (ca. 100kΩ). Wie bereits zuvor beschrieben, hat ein idealer Widerstand keinerlei kapazitive oder induktive Blindanteile. Daher beträgt der Phasen-, bzw. Verlustwinkel des angeschlossenen Bauteils fast Null Grad.

Des Weiteren hat das R&S®HM8118 beim Anschließen des Widerstands automatisch die geräteinterne Ersatzschaltung von SER (seriell) auf PAR (parallel) umgeschaltet (LED-Taste [15] und [16]). Bei eingeschalteter automatischer Auswahl der Schaltungsart (Taste AUTO [14]) wählt die LCR-Messbrücke entsprechend dem angeschlossenen Baulement automatisch die Schaltungsart (seriell bzw. parallel) aus, die für eine genaue Messung am besten geeignet ist. Die Schaltungsart stellt das Ersatzschaltbild des Mess-Stromkreises dar. Üblicherweise werden Bauteile mit einer geringen Impedanz (Kondensatoren/Spulen) mittels serieller, Bauteile mit hoher Impedanz (z.B. Widerstand) mittels paralleler Ersatzschaltung vermessen.

## 4 Inbetriebnahme

### 4.1 Anschließen

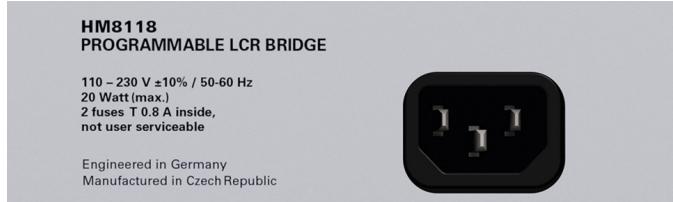


Abb. 4.1: Ansicht Kaltgeräteeinbaustecker

Vor Anschluss des Messgeräts an die Energieversorgung ist darauf zu achten, dass der im Datenblatt angegebene Spannungsbereich der Netzwechselspannung mit dem Anschlusswert des Energieversorgungsnetzes übereinstimmt. Das Messgerät ist mit einem Weitbereichsnetzteil ausgestattet. Daher muss die Netzwechselspannung nicht manuell eingestellt werden.

Die Sicherung BIAS FUSE für den externen Vorspannungseingang ist von außen auf der Rückseite des Messgerätes zugänglich. Ein Auswechseln der Sicherung darf (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Netzsteckdose entfernt wurde. Dazu muss der Sicherungshalter mit einem geeigneten Schraubendreher herausgedreht werden. Die Sicherung kann dann aus der Halterung gezogen und ersetzt werden. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben und eingedreht. Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen der Kontakte des Sicherungshalters ist unzulässig! Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Gewährleistung. Die Sicherung darf nur gegen den folgenden Sicherungstyp ersetzt werden:

#### Feinsicherung mit Keramik-Isolierkörper und Löschmittelfüllung:

Größe 6,3 x 32 mm; 400V~, C; IEC 127, Bl. III; DIN 41 662 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3). Abschaltung: flink (F) 0,5 A.



Abb. 4.2: Ausschnitt Geräterückseite mit Sicherung

### 4.2 Einschalten des Gerätes

Beachten Sie bitte besonders bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes die oben genannten Sicherheitshinweise!

Die LCR-Messbrücke wird über den Netzschatzer [1] eingeschaltet. Nach einem kurzen Aufleuchten aller Tasten kann die Messbrücke über die Tasten und den Drehgeber auf der Frontplatte bedient werden. Sollten die Tasten und das Display nicht aufleuchten, ist entweder keine Netzspannung vorhanden oder es sind die internen Netzeingangssi-

cherungen defekt. Die aktuellen Messwerte sind im rechten Bereich und die wichtigsten Parameter im linken Bereich des Displays dargestellt. An die vier frontseitigen BNC-Buchsen können mit entsprechendem Messzubehör die zu messenden Bauelemente angeschlossen werden. Ebenso kann das Messgerät über die frontseitige Massebuchse [43] zusätzlich mit Massepotential verbunden werden. Die Buchse ist für Bananenstecker mit einem Durchmesser von 4 mm geeignet.

**Der Masseanschluss des Triggereingangs und die Massebuchse auf der Geräte-Vorderseite sind über den Netzstecker (mit Schutzkontakt) des Messgerätes und den Netz-Schutzeleiter galvanisch mit Erdpotential verbunden! Die Außenkontakte der BNC-Buchsen [20] – [23] auf der Geräte-Vorderseite (Abschirmung von angeschlossenen Koaxialkabeln) liegen auf Guard-Potential, das keinen Bezug zum Erdpotential hat! An diese BNC-Buchsen dürfen keine externen Spannungen angelegt werden! Die Schnittstellen [47] und [48] auf der Geräte-Rückseite sind galvanisch getrennt (ohne Bezug zum Massepotential)!**

Sollten durch einen Defekt des Gerätes undefinierbare Meldungen auf dem Display dargestellt werden und/oder das Messgerät auf die Bedienung nicht mehr reagieren, ist das Messgerät auszuschalten und nach einem kurzen Moment wieder einzuschalten (Reset). Bleibt die Anzeige unverändert und/oder die Bedienung nicht möglich, ist das Messgerät außer Betrieb zu setzen und zu einem qualifizierten Service zu senden (siehe Sicherheitshinweise).

#### 4.3 Netzfrequenz

Bevor mit ersten Messungen begonnen wird, sollte die vorhandene Netzfrequenz richtig eingestellt werden, um Störungen zu vermeiden. Die Netzfrequenz kann für verschiedene Wechselstromnetze zwischen 50Hz und 60Hz umgeschaltet werden. Je nach ausgewähltem Messbereich und Messfrequenz können bei falsch eingestellter Netzfrequenz Störungen, wie z.B. instabile Messwertanzeigen, auftreten. Durch Drücken der SELECT Taste [3] kann mit der Menüfunktion SYST und der Einstellung MAINS FREQ mit dem Drehgeber [6] die Netzfrequenz eingestellt werden.

#### 4.4 Messprinzip

Das LCR Meter HM8118 ist keine klassische keine klassische Wien-, Maxwell- oder Thomsonmessbrücke. Vielmehr werden beim Anschließen eines Messobjektes grundsätzlich die Impedanz  $|Z|$  und der zugehörige Phasenwinkel  $\Theta$  (Phase zwischen Strom und Spannung) ermittelt (siehe Abb. 4.3). Diese Messwerte sind frequenzabhängig und werden mittels einem AC Testsignals ermittelt (manuell einstellbar zwischen 50mV und 1.5V), welcher in den Prüfling induziert wird. Dies unterscheidet eine LCR Messbrücke von einem Multimeter (DC Messung). Aufgrund des Messprinzips ist immer die gemessene Impedanz ausschlaggebend. Anhand der Impedanz (X-Achse) und des Phasenwinkels (Winkel) kann das Gerät den fehlenden Wert der Y-Achse bestimmen. Somit wird nicht der

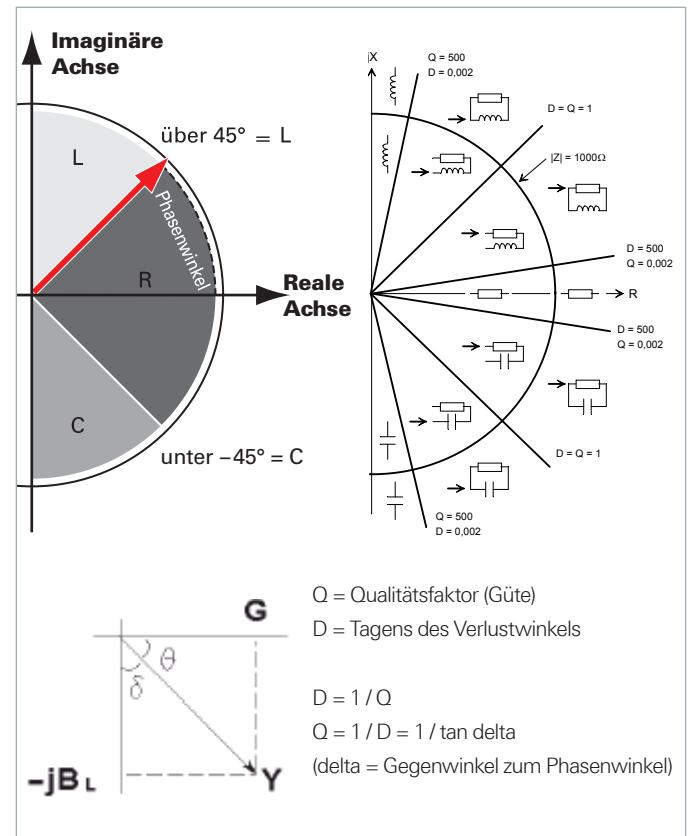


Abb. 4.3: Messprinzip

Gleichspannungsanteil gemessen, sondern die Wechselgröße. Die ausgegebenen Werte werden digital errechnet. Diese Messung von Impedanz und Phasenwinkel unterliegt einer gewissen Messungenauigkeit, welche auf den folgenden Seiten beschrieben wird.

Die Messbrücke R&S®HM8118 kann prinzipiell nur den ESR, ESC oder ESL (= Equivalent Series Resistance / Capacity / Inductivity) gemäß Ersatzschaltbild des Bauteils ermitteln und wird primär zum Messen einzelner Bauteile verwendet. Wird eine Schaltung mit mehreren Bauteilen an die Messbrücke angeschlossen, so wird immer der ESR, ESC oder ESL der gesamten Schaltung / Bauteilgruppe ermittelt. Dies kann zu einer Verfälschung des Messergebnisses führen. Das angeschlossene Bauteil / die angeschlossene Schaltung wird immer als „Black-Box“ verstanden. Diese Werte sind natürlich für jedes Bauteil verfügbar, es ist nur zu beachten, dass diese immer das Resultat mehrerer, evtl. überlagerter Einzel-Kapazitäten, Induktivitäten und Widerstände darstellen. Gerade bei Spulen (Magnetfeld, Wirbelströme, Hysterese, etc.) kann es leicht zu Mißverständnissen kommen

**Die LCR Messbrücke R&S®HM8118 ist in erster Linie zur Bestimmung von passiven Bauelementen vorgesehen. Daher ist es nicht möglich, extern mit Spannung versorgte Messobjekte zu bestimmen.**

Abb. 4.4 zeigt den Zusammenhang zwischen Kapazität  $C_s$  (bzw. Widerstand  $R_s$ ) und verschiedenen, an der Messbrücke einstellbaren Test-Spannungen ( $0,2V_{eff}$  bis  $1,5V_{eff}$ ). Wie in der Abbildung zu sehen ist, sind die Messwerte von  $C_s$

bzw.  $R_s$  stark von der eingestellten Test-Spannung abhängig. Punkt A zeigt den Messpunkt des Gerätes bei Messung eines einzelnen Bauteils, Punkt B zeigt den Messpunkt bei Messung einer Bauteilgruppe (in diesem Fall zwei parallel geschaltete Kapazitäten). Im Gegensatz zu Messpunkt A wechselt die Messbrücke bei Messpunkt B den Messbereich aufgrund der Impedanz der gesamten Bauteilgruppe. Dadurch unterscheiden sich die Messwerte von Punkt A und Punkt B.

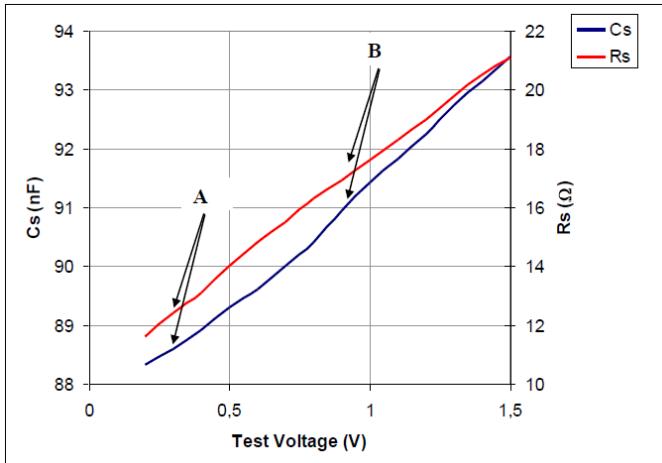


Abb. 4.4: Beispiel Zusammenhang  $C_s$  (bzw.  $R_s$ ) und Test Spannung

Der tatsächlich gemessene Reihenwiderstand beinhaltet sämtliche Verluste, also alle Reihenwiderstände (Anschlußleitungen, Folienwiderstände bei Kondensatoren mit in Reihe geschalteten Folien), und wird durch den Verlustfaktor (dissipation factor) repräsentiert. Der effektive Reihenwiderstand (= Equivalent Series Resistance) ist frequenzabhängig nach der Formel:

$$ESR = R_s = D/\omega C_s$$

wobei  $\omega$  „Omega“ =  $2\pi f$  (Kreisfrequenz) darstellt. Obgleich es üblich ist, die Induktivität von Spulen in Reihenschaltung zu messen, gibt es Situationen, in denen das parallele Ersatzschaltbild den physikalischen Bestandteil besser darstellt. Für kleine „Luft“ Spulen sind die bedeutendsten Verluste normalerweise ohmsche- oder Verluste im Spulendraht. Folglich ist die Reihenschaltung als Messstromkreis angebracht. Dennoch können für Spulen mit „Eisenkern“ die bedeutendsten Verluste die „Kernverluste“ sein. Daher eignet sich bei diesen Komponenten das parallele Ersatzschaltbild besser.

**Die Widerstandsmessung findet immer nach der Methode Spannung anlegen (AC) und Messung des resultierenden Stroms statt. Einziger Unterschied zu L oder C ist, dass der Phasenwinkel nahe 0° ist (reeller Widerstand). Eine Widerstandsmessung mit DC ist nicht vorgesehen.**

| Impedanz: 100 MΩ | 0,2% + $ Z /1,5 \text{ GΩ}$  | 0,5% + $ Z /100 \text{ MΩ}$ |
|------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 4 MΩ             |                              |                             |
| 1 MΩ             |                              |                             |
| 25 kΩ            | 0,05% + $ Z /2,6 \text{ kΩ}$ | 0,1% + $ Z /1,5 \text{ GΩ}$ |
| 100 Ω            |                              |                             |
| 2,5 Ω            |                              |                             |
| 0,01 mΩ          | 0,1% + $1 \text{ mΩ}/ Z $    | 0,2% + $2 \text{ mΩ}/ Z $   |
| 20 Hz            |                              |                             |
| 1 kHz            |                              |                             |
| 10 kHz           | 0,3% + $1 \text{ mΩ}/ Z $    | 0,5% + $2 \text{ mΩ}/ Z $   |
| 100 kHz          |                              |                             |

Abb. 4.5: Tabelle zur Bestimmung der Genauigkeit

genauigkeit im jeweiligen Messpunkt errechnet werden. Hierzu muss die Impedanz des jeweiligen Bauteils am jeweiligen Messpunkt bekannt sein. Weitere Informationen sind für die Genauigkeitsberechnung nicht notwendig. Die im Datenblatt angegebene Grundgenauigkeit von 0,05% bezieht sich ausschließlich auf die Grundgenauigkeit der HM8118 Messbrücke. Die Grundgenauigkeit gibt nur die allgemeine Messunsicherheit des Gerätes an. Die Genauigkeitstabelle beschreibt die Messgenauigkeit, die zusätzlich berücksichtigt werden muss.

Die höchste Messgenauigkeit wird erzielt, wenn der Wert des DUT (= Device Under Test) etwa in der Mitte des Messbereichs liegt. Wird der nächst höhere Messbereich für dieses DUT gewählt, erscheint dieser in der Mitte des dann gewählten Bereiches. Da der Messfehler in Prozent des Messbereichsendwertes definiert ist, erhöht sich der Messfehler in dem höheren Bereich nahezu um Faktor 2. Üblicherweise erhöht sich der Messfehler im nächsthöheren Messbereich entsprechend. Wenn ein Bauelement vom Messkabel oder Messadapter während eines Messvorgangs im kontinuierlichen Messbetrieb entfernt wird, kann der automatisch ausgewählte Messbereich und die automatisch ausgewählte Messfunktion durch Umschalten auf die manuelle Messbereichswahl übernommen werden (RANGE HOLD). Dadurch kann die Messzeit bei der Messung von vielen gleichartigen Bauelementen reduziert werden.

**Die Genauigkeit nimmt mit der Messspannung (Test Spannung) ab, weil das Signal-/Rausch-Verhältnis abnimmt. Dies hat mehr Instabilitäten zur Folge. Die Genauigkeit sinkt im gleichen Verhältnis. Wird z.B. 0,5V als Messspannung verwendet, so ist die Grundgenauigkeit die Hälfte.**

#### 4.5.1 Beispiel zur Bestimmung der Messgenauigkeit

Grundlage der Genauigkeitsberechnung ist immer die Tabelle des Datenblatts (siehe Abb. 4.5). Um die entsprechende Messgenauigkeit ausrechnen zu können, werden folgende Parameter des Bauteils benötigt (Arbeitspunkt

des Bauteils):

- Impedanz des Bauteils bei entsprechender Messfrequenz
- die Messfrequenz selbst.

**Die Messgenauigkeit wird reduziert, wenn ein Bauelement außerhalb des optimalen Messbereichs gemessen wird.**

Als Beispiel wird ein 10pF Kondensator mit einer Impedanz von 15MΩ bei 1kHz vermessen. Gültig ist in diesem Fall die oberste Zeile der Genauigkeitstabelle:

|           |       |      |                  |       |        |
|-----------|-------|------|------------------|-------|--------|
| Impedanz: | 100MΩ | 4MΩ  | 0,2% +  Z /1,5GΩ |       |        |
|           |       | 20Hz | 1kHz             | 10kHz | 100kHz |
|           |       |      |                  |       |        |

Die Werte des Bauteils in o.g. Formel eingesetzt ergibt:

$$\begin{aligned} \text{Genauigkeit@1kHz} &= 0,2\% + \frac{15 \text{ M}\Omega}{1,5 \text{ G}\Omega} \\ \text{Genauigkeit@1kHz} &= 0,2\% + \frac{15 \times 10^6 \Omega}{1,5 \times 10^9 \Omega} \\ &= 0,2\% + \frac{15 \Omega}{1,5 \times 10^3 \Omega} \\ &= 0,2\% + \frac{15 \Omega}{1500 \Omega} \\ &= 0,2\% + 0,01 \end{aligned}$$

Nach dem Einsetzen der Bauteilwerte und dem Ausrechnen der Formel, werden die Einheiten angepasst, da der zweite Summand einheitenslos ist:

$$\text{Genauigkeit@1kHz} = 0,2\% + 0,01 = 0,2 + (0,01 \times 100\%) = 0,2\% + 1\% = 1,2\%$$

Daraus folgt konkret für das Bauteil von 10pF:  
1,2% von 10pF sind 0,12pF.

Somit liegt der angezeigte Messwert zwischen  
10pF - 0,12pF = 9,88pF und 10pF + 0,12pF = 10,12pF.

# 5 Einstellen von Parametern

## 5.1 Werte-/Parametereingabe

Über die Tasten auf der Gerätевorderseite können die einzelnen Funktionen und Betriebsarten des Messgerätes ausgewählt werden. Zum Auswählen der Messfunktion wird die entsprechende Funktionstaste betätigt. Ist eine Messfunktion aktiv, wird dies durch das Leuchten der weißen LED gekennzeichnet. Nachfolgende Einstellungen werden auf die ausgewählte Messfunktion bezogen.

Zur Einstellung von Parametern stehen drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- numerische Tastatur
- Drehgeber
- Pfeiltasten

Die Einstellung von Messgeräteparametern kann durch Drücken der SELECT Taste [3] mit dem Aufruf der Menüfunktionen SETUP, CORR, SYST und BIN (wird nur bei eingebauten Binning-Interface HO118 angezeigt) erfolgen. Die dazugehörigen Untermenüs zu den Menüfunktionen können mit den Tasten L-R/2 [36], C-D/3 [34], C-R/4 [32], R-Q/5 [30] ausgewählt werden. Die entsprechenden Messgeräteparameter können dann je nach Funktion mit den Pfeiltasten  $\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] und dem Drehgeber [6] eingestellt werden. Durch Drücken des Drehgebers kann der entsprechende Messgeräteparameter geändert (editiert) werden. Dies wird im Display durch ein blinkendes „E“ (Edit) angezeigt.

### 5.1.1 Drehgeber mit Pfeiltasten

Ist die jeweilige Menü-Funktion mit den Pfeiltasten ausgewählt, so kann durch Druck auf den Drehgeber der Editiermodus aktiviert werden. Ist der Editiermodus aktiv (blinkendes „E“ auf dem Display), so kann mittels Drehgeber der Parameter bzw. der Eingabewert gewählt werden. Die Werteeingabe wird dabei schrittweise verändert und der entsprechende Eingabeparameter wird unmittelbar eingestellt. Durch Rechtsdrehen des Drehgebers wird der Sollwert erhöht, durch Linksdrehen verringert. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird der Editiermodus deaktiviert und die Funktionsauswahl bestätigt. Mit den Pfeiltasten wird die jeweilige Menü-Funktion ausgewählt.

### 5.1.2 Numerische Tastatur

Die einfachste Weise einen Wert exakt und schnell einzugeben ist die Eingabe über die numerische Tastatur mit den Zifferntasten (0...9) und Punkt trennzeichen. Ist der Editiermodus durch Druck auf den Drehgeber aktiv, so kann durch die SELECT-Taste [3], der ENTER-Taste [25] oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber die manuelle Werteeingabe über die numerische Tastatur aktiviert werden. Ein Werteeingabefenster öffnet sich, in dem über

die Zifferntasten der jeweilige Wert eingegeben werden kann (je nach Messgeräteparameter mit der zugehörigen Einheit). Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt. Vor Bestätigung des Parameters kann bei Falscheingabe der Wert durch die Pfeiltaste  $\leftarrow$  [7] gelöscht werden. Mit der Taste ESC kann die Eingabe von Parametern abgebrochen werden. Das Bearbeitungsfenster wird dadurch geschlossen.



Abb. 5.1: Numerische Tastatur mit Funktionstasten

## 5.2 Auswahl der Messfunktion

Bei der LCR Messbrücke R&S<sup>®</sup>HM8118 können aus neun Messfunktionen zwei Parameter gleichzeitig gemessen und als Messwerte angezeigt werden. Der erste Parameter bezieht sich auf die „Hauptmesswertanzeige“ und der zweite Parameter auf die „Nebenmesswertanzeige“. In Abhängigkeit vom angeschlossenen Bauelement können folgende Haupt- und Nebenmesswertanzeigen eingeblendet werden:

- [L-Q] Induktivität L und Qualitätsfaktor (Güte) Q
- [L-R] Induktivität L und Widerstand R
- [C-D] Kapazität C und Verlustfaktor D
- [C-R] Kapazität C und Widerstand R
- [R-Q] Widerstand R und Qualitätsfaktor (Güte) Q
- [Z-Θ] Scheinwiderstand (Impedanz) Z und Phasenwinkel Θ
- [Y-Θ] Scheinleitwert Y und Phasenwinkel Θ
- [R-X] Widerstand R und Blindwiderstand X
- [G-B] Wirkleitwert G und Blindleitwert B
- [N-Θ] Transformator-Übersetzungsverhältnis N und Phasenverschiebungswinkel Θ
- [M] Transformator-Gegeninduktivität M

Die gewünschte Messfunktion kann durch Betätigen der Tasten [29] bis [39] ausgewählt werden.

Im Automatik-Modus (Taste AUTO) schaltet die Messbrücke sowohl die Messfunktion (Taste [28] - [39]), als auch das interne Ersatzschaltbild des Messkreises entsprechend der gemessenen Werte auf seriell (für induktive Last) bzw. parallel (für kapazitive Last) um.

# 6 Messwertanzeige

Die mit der LCR Messbrücke R&S<sup>®</sup>HM8118 gemessenen Werte können auf dem LCD-Display in drei verschiedenen Darstellungen angezeigt werden:

- Messwert
- absolute Messwertabweichung  $\Delta$  ABS oder
- relative Messwertabweichung  $\Delta$  % (in Prozent).

Durch Drücken der SELECT Taste [3] kann mit der Menüfunktion SETUP und der Einstellung DEV\_M (für die „Hauptmesswertanzeige“) und DEV\_S (für die „Nebenmesswertanzeige“) die Anzeige der Messwerte umgeschaltet werden. Ist die Funktion DEV\_M bzw. DEV\_S mit den Pfeiltasten ausgewählt, so kann durch Druck auf den Drehgeber der Editiermodus aktiviert werden. Ist der Editiermodus aktiv (blinkendes „E“ auf dem Display), so kann mittels Drehgeber die jeweilige Messwertanzeige gewählt werden. Durch erneutem Druck auf den Drehgeber wird der Editiermodus deaktiviert und die Funktionsauswahl bestätigt.

Auf dem Display wird der Hauptmesswert und Nebenmesswert mit Dezimalpunkt und den zugehörigen Einheiten angezeigt. Die Auflösung der Hauptmesswertanzeige (L, C, R, G, Z oder Y) beträgt eine bzw. zwei oder drei Stellen vor dem Dezimalkomma und vier bzw. drei oder fünf Stellen nach dem Dezimalkomma. Die Auflösung der Nebenmesswertanzeige (D, Q, R, B, X oder Θ) ist eine bzw. zwei oder drei Stellen vor dem Dezimalkomma und drei, vier oder fünf Stellen nach dem Dezimalkomma. Die Darstellung OVERRANGE wird auf dem Display angezeigt, wenn der Messwert außerhalb des eingestellten Messbereichs ist.

**Zeigt die Messbrücke einen negativen Wert auf dem Display an, so sollte die Messfrequenz, die Messspannung und ggf. der Phasenwinkel des Bauteils überprüft werden. Liegt z.B. der Phasenwinkel eines Kondensators bei annähernd 90°, so kann aufgrund der Messgenauigkeit ein negativer Anzeigewert resultieren. Negative Werte können z.B. bei Spulen mit Kern auftreten (Fehlmessung durch Magnetisierung).**

## 6.1 Relative Messwertabweichung $\Delta$ % (#, %)

Das „#“ Zeichen vor einem Messwert und das „%“ Zeichen hinter einem Messwert zeigen an, dass die relative Messwertabweichung  $\Delta$  % (in Prozent) des gemessenen L, C, R, G, Z oder Y Messwertes bzw. des D, Q, R, B, X oder Θ Messwertes von einem gespeicherten Messwert (Referenzwert) angezeigt wird.

## 6.2 Absolute Messwertabweichung $\Delta$ ABS (#)

Das „#“ Zeichen vor einem Messwert zeigt an, dass die absolute Messwertabweichung  $\Delta$  ABS des gemessenen Messwertes, ähnlich wie bei  $\Delta$  %, von einem gespeicherten Messwert (Referenzwert) angezeigt wird. Die Messwertabweichung wird in verwendbaren Einheiten (Ohm, Henry, usw.) angezeigt.

### 6.3 Referenzwert (REF\_M, REF\_S)

Die Menü-Funktion REF\_M bzw. REF\_S erlaubt die Eingabe eines Referenzwertes, der als Grundlage für das Messergebnis „ $\Delta\%$ “ oder „ $\Delta\text{ ABS}$ “ verwendet wird. Durch Drücken der SELECT Taste [3] kann mit der Menü-Funktion SETUP und der Einstellung REF\_M (für die „Hauptmesswertanzeige“) und REF\_S (für die „Nebenmesswertanzeige“) je ein Referenzwert eingegeben werden. Die zugehörigen Einheiten werden entsprechend der Auswahl der Messfunktion für die Hauptmesswertanzeige (H, F,  $\Omega$  oder S) bzw. für die Nebenmesswertanzeige ( $\Omega$ , S oder  $^{\circ}$ ) automatisch ausgewählt. Ein Referenzwert kann numerisch mit bis zu fünf Stellen nach dem Dezimalkomma eingegeben werden. Alternativ wird durch Drücken der TRIG Taste [27] eine Messung durchgeführt und der daraus resultierende Messwert als Referenzwert übernommen.

### 6.4 Messbereichswahl

Der Messbereich kann automatisch oder manuell gewählt werden. In manchen Anwendungsfällen ist es sinnvoll, die Messbereichsautomatik zu sperren, da es einen kompletten Messzyklus dauern kann, bis der richtige Messbereich gefunden wurde. Dies kann auch beim Wechsel von gleichartigen Bauelementen hilfreich sein. Die Messbrücke R&S®HM8118 schaltet dann automatisch in den Messbereich 6 und anschließend durch die Messbereichsautomatik wieder in den passenden Messbereich zurück, wenn ein Bauelement an das Gerät angeschlossen wird. Wenn die Messbereichsautomatik gesperrt ist und die Impedanz eines Bauelements mehr als 100mal dem Nennwert des Messbereichs entspricht, zeigt die Messbrücke einen OVERRANGE Messfehler an. Wenn dies geschieht, muss ein geeigneter Messbereich für die Messung ausgewählt werden. Durch Drücken der AUTO/HOLD Taste [17] kann zwischen automatischer- und manueller Messbereichswahl umgeschaltet werden

#### 6.4.1 Automatische Messbereichswahl (AUTO)

Bei eingeschalteter Messbereichsautomatik wählt die Messbrücke entsprechend dem angeschlossenen Bauelement automatisch den Messbereich aus, der für eine genaue Messung am besten geeignet ist. Ein Wechsel in den nächst niedrigeren Messbereich erfolgt, wenn der Messwert kleiner als 22,5% des gewählten Messbereichs ist oder 90% des Messbereichsendwerts übersteigt. Eine eingebaute Schalthysterese von ca. 10% verhindert ein ständiges Umschalten des Messbereichs, wenn sich der Messwert in der Nähe der Umschaltgrenze eines Messbereichs befindet. Die folgende Tabelle zeigt die Umschaltgrenzen für den Wechsel des Messbereichs (wenn die Konstantspannung CST V ausgeschaltet ist):

**Bei der Messung einer Induktivität im AUTO Modus kann es vorkommen, dass das R&S®HM8118 ständig den Messbereich wechselt. Dies beruht darauf, dass die Quellimpedanz vom gewählten Messbereich abhängt, so dass nach Messbereichswechsel der neu gemessene Wert außerhalb der 10%igen Hysterese liegt. In diesem Falle ist die manuelle Messbereichswahl zu empfehlen.**

| Messbereich    | Impedanz des Bauelements   |
|----------------|----------------------------|
| <b>1 bis 2</b> | $Z > 3,00\Omega$           |
| <b>2 bis 3</b> | $Z > 100,00\Omega$         |
| <b>3 bis 4</b> | $Z > 1,60\text{k}\Omega$   |
| <b>4 bis 5</b> | $Z > 25,00\text{k}\Omega$  |
| <b>5 bis 6</b> | $Z > 1,00\text{M}\Omega$   |
| <b>2 bis 1</b> | $Z < 2,70\Omega$           |
| <b>3 bis 2</b> | $Z < 90,00\Omega$          |
| <b>4 bis 3</b> | $Z < 1,44\text{k}\Omega$   |
| <b>5 bis 4</b> | $Z < 22,50\text{k}\Omega$  |
| <b>6 bis 5</b> | $Z < 900,00\text{k}\Omega$ |

#### 6.4.2 Manuelle Messbereichswahl

Die Messbrücke R&S®HM8118 besitzt 6 Messbereiche (1–6). Die Messbereiche können manuell oder automatisch vgewählt werden. Die folgende Tabelle spezifiziert den Quellwiderstand und die Impedanz des angeschlossenen Bauelements für jeden Messbereich. Die angegebenen Bereiche sind Impedanz- und keine Widerstandsbereiche. Kondensatoren bzw. Induktivitäten sind frequenzabhängige Komponenten.

| Messbereich | Quellwiderstand       | Impedanz des Bauelements                      |
|-------------|-----------------------|---|
| 1           | $25,0\Omega$          | $10,0\mu\Omega$ bis $3,0\Omega$               |
| 2           | $25,0\Omega$          | $3,0\Omega$ bis $100,0\Omega$                 |
| 3           | $400,0\Omega$         | $100,0\Omega$ bis $1,6\text{k}\Omega$         |
| 4           | $6,4\text{k}\Omega$   | $1,6\text{k}\Omega$ bis $25,0\text{k}\Omega$  |
| 5           | $100,0\text{k}\Omega$ | $25,0\text{k}\Omega$ bis $2,0\text{M}\Omega$  |
| 6           | $100,0\text{k}\Omega$ | $2,0\text{M}\Omega$ bis $100,0\text{M}\Omega$ |

**Die LCR Messbrücke R&S®HM8118 bildet kein  $50\Omega$  System, sondern verändert seinen Innenwiderstand in Abhängigkeit von Messfunktion und Messbereich. Jedes Kabel zeigt individuelle Verluste und verfälscht das eigentliche Messergebnis durch induktive und kapazitive Eigenschaften (vor allem durch die Länge). Die Eingangsimpedanz ändert sich in Abhängigkeit des gewählten Messbereichs und der angeschlossenen Lastimpedanz zwischen  $25\Omega$  und  $100\text{k}\Omega$ .**

Weiterhin ist die Impedanz von Kondensatoren umgekehrt proportional zur Frequenz. Daher werden größere Kondensatoren in den untereren Impedanz-Messbereichen gemessen. Der Messbereich kann sich daher für ein gegebenes Bauelement ändern, wenn sich die Messfrequenz ändert. Wenn mehrere ähnliche Bauelemente zu messen sind, kann die Messzeit verkürzt werden, in dem man bei angeschlossenem DUT (= Device Under Test) von der automatischen in die manuelle Messbereichswahl mit der Taste AUTO/HOLD [17] wechselt. Die Taste AUTO/HOLD erlischt. Die manuelle Messbereichswahl sollte hauptsächlich bei hochgenauen Messungen benutzt werden, um eventuelle Messfehler durch Fehlbedienung und andere Unsicherheiten zu vermeiden. Wenn möglich sollte mit eingeschalteter Messbereichsautomatik gemessen werden.

Die manuelle Messbereichswahl wird über das SETUP Menü über die Funktion RNG aktiviert. Durch Druck auf den Drehgeber wird der Editiermodus aktiviert. Danach kann mittels Drehgeber der manuelle Messbereich festgelegt werden. Ist die manuelle Messbereichswahl aktiviert, so kann um manuellen Wechsel in einen höheren Messbereich die Taste UP [18] betätigt werden. Zum manuellen Wechsel in einen niedrigeren Messbereich ist die Taste DOWN [19] zu betätigen.

## 6.5 Schaltungsart

Bei eingeschalteter automatischer Auswahl der Schaltungsart (durch Drücken der Taste AUTO [14]) wählt die LCR-Messbrücke R&S®HM8118 entsprechend des angegeschlossenen Bauelements automatisch die Schaltungsart (seriell bzw. parallel) aus, die für eine genaue Messung am besten geeignet ist. Die Schaltungsart kann auch manuell (durch Drücken der Taste SER [15] für seriell oder durch Drücken der Taste PAR [16] für parallel) ausgewählt werden.

Die Schaltungsart stellt das Ersatzschaltbild des Mess-Stromkreises dar. Üblicherweise wird die Induktivität von Spulen in einer Reihenschaltung (seriell) gemessen. Doch es gibt Situationen, bei denen das parallele Ersatzschaltbild zur Messung der physikalischen Bestandteile besser geeignet ist. Dies ist z.B. bei Spulen mit „Eisenkern“ der Fall, bei denen die bedeutendsten Verluste „Kernverluste“ sind. Sind die bedeutendsten Verluste ohmsche Verluste oder Verluste in den Anschlussdrähten von bedrahteten Baulementen, so ist eine Reihenschaltung als Ersatzschaltbild des Mess-Stromkreises besser geeignet. Im automatischen Modus wählt die Messbrücke das serielle Ersatzschaltbild für Impedanzen unter  $1\text{k}\Omega$  und das parallele Ersatzschaltbild für Impedanzen über  $1\text{k}\Omega$ .

# 7 Gerätelfunktionen

Durch Druck auf die Taste SELECT wird das Hauptmenü geöffnet. Über das Hauptmenü kann über die numerische Tastatur auf die Untermenüs SETUP, CORR und SYST zugriffen werden.

## 7.1 SETUP Menü



Abb. 7.1: Displayanzeige der Menüfunktion SETUP

### 7.1.1 Messfrequenz FRQ

Die LCR-Messbrücke R&S®HM8118 verfügt über einen Messfrequenzbereich von 20Hz bis 200kHz (in 69 Stufen) mit einer Grundgenauigkeit von 100 ppm. Die 69-Stufen des Messfrequenzbereiches sind wie folgt:

#### Messfrequenzen

| 20Hz | 90Hz  | 500Hz  | 2,5kHz | 12kHz | 72kHz  |
|------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 24Hz | 100Hz | 600Hz  | 3,0kHz | 15kHz | 75kHz  |
| 25Hz | 120Hz | 720Hz  | 3,6kHz | 18kHz | 80kHz  |
| 30Hz | 150Hz | 750Hz  | 4,0kHz | 20kHz | 90kHz  |
| 36Hz | 180Hz | 800Hz  | 4,5kHz | 24kHz | 100kHz |
| 40Hz | 200Hz | 900Hz  | 5,0kHz | 25kHz | 120kHz |
| 45Hz | 240Hz | 1,0kHz | 6,0kHz | 30kHz | 150kHz |
| 50Hz | 250Hz | 1,2kHz | 7,2kHz | 36kHz | 180kHz |
| 60Hz | 300Hz | 1,5kHz | 7,5kHz | 40kHz | 200kHz |
| 72Hz | 360Hz | 1,8kHz | 8,0kHz | 45kHz |        |
| 75Hz | 400Hz | 2,0kHz | 9,0kHz | 50kHz |        |
| 80Hz | 450Hz | 2,4kHz | 10kHz  | 60kHz |        |

Die Messfrequenz kann entweder im SETUP-Menü über FRQ oder über die Taste FREQ [8] mit dem Drehgeber [6] oder den  $\Delta\blacktriangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  Tasten [7] eingestellt werden. Ist die automatische Messbereichswahl aktiviert (AUTO [17]) und die Impedanz überschreitet einen Wert von  $1000\Omega$ , so kann es durch einen Wechsel der Messfrequenz auch zu einem Wechsel der Schaltungsart kommen (seriell bzw. parallel). Bei hohen Impedanzen und einer Netzfrequenz von 50 Hz/60 Hz kann es bei einer Messfrequenz von 100 Hz/120 Hz zu einer instabilen Messwertanzeige aufgrund von Überlagerungen mit der Netzfrequenz kommen. Daher ist in Abhängigkeit von der Netzfrequenz eine andere Messfrequenz zu wählen.

### 7.1.2 Spannung LEV

Die LCR Messbrücke HM8118 erzeugt eine sinusförmige Messwechselspannung im Bereich von  $50\text{mV}_{\text{eff}}$  bis  $1,5\text{V}_{\text{eff}}$

mit einer Auflösung von 10 mV<sub>eff</sub>. Die Messwechselspannung kann entweder im SETUP-Menü über LEV oder über die Taste LEVEL [9] mit dem Drehgeber [6] oder den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] eingestellt werden. Mit den Pfeiltasten kann die zu verändernde Dezimalstelle gewählt werden. Über das SETUP-Menü kann die Messwechselspannung zusätzlich über die numerische Tastatur eingestellt werden. Die Genauigkeit der Amplitude beträgt  $\pm 5\%$ . Diese Spannung wird an das Bauelement über einen Quellwiderstand angelegt. Je nach Impedanz des angeschlossenen Bauelements wird der Quellwiderstand automatisch nach der folgenden Tabelle ausgewählt. Der Quellwiderstand ist abhängig vom ausgewählten Messbereich.

| Impedanz des Bauelements | Quellwiderstand |
|--------------------------|-----------------|
| 10,0 $\mu$ Ω bis 3,0Ω    | 25,0Ω           |
| 3,0Ω bis 100,0Ω          | 25,0Ω           |
| 100,0Ω bis 1,6kΩ         | 400,0Ω          |
| 1,6kΩ bis 25,0kΩ         | 6,4kΩ           |
| 25,0kΩ bis 2,0MΩ         | 100,0kΩ         |
| 2,0MΩ bis 100,0MΩ        | 100,0kΩ         |

### 7.1.3 Vorspannung / Vorstrom BIAS

Für Messungen mit Vorstrom oder externer Vorspannung muss die Konstantspannung (Funktion CST V) eingeschaltet sein.

Um eine Aussage darüber treffen zu können, wie sich ein Bauteil in der späteren Schaltung verhalten wird, kann zur Messung einen DC-BIAS vorgegeben werden, welcher der späteren Versorgungsspannung (-strom) entspricht.



Abb. 7.2: Konstantspannung CST\_V aktiviert

Die BIAS Funktion bietet die Möglichkeit, der AC Messwechselspannung eine Gleichspannung (DC) zu überlagern. Bauelemente, wie z.B. Elektrolyt- oder Tantalkondensatoren, benötigen für eine korrekte Messung eine positive Vorspannung. Die interne Vorspannung von 0 bis +5V<sub>DC</sub>, mit einer Auflösung von 10mV oder eine externe Vorspannung von 0 bis zu +40V<sub>DC</sub> / 0,5A durch ein externes Netzteil (Geräterückseite), ermöglichen realitätsbezogene Messungen durchzuführen (Funktion C-R / C-D). Die interne Vorspannung dient außerdem auch für Messungen an Halbleiterbauelementen. Für Induktivitätsmessungen (Funktion L-R /

**Spulen müssen vor dem Entfernen entladen werden, d.h. nach Abschalten des Vorstroms muss eine Entladzeit abgewartet werden, bevor das Bauelement vom Messgerät getrennt wird. Während des Entladevorgangs wird im LCD Display „Please wait...“ angezeigt. Der Vorstrom (BIAS) ist nur bei der Induktivitätsmessung verfügbar.**

L-Q) ist nur ein interner Vorstrom verfügbar, welcher von 0 bis +200mA (DC) mit einer Auflösung von 1mA eingestellt werden kann. Ein externer Vorstrom ist in diesem Fall nicht möglich. Über die Taste BIAS [10] wird der Wert für die Vorspannung bzw. den Vorstrom eingestellt. Durch erneuten Druck auf die BIAS Taste wird die Werteeingabe abgeschlossen. Die Höhe der Vorspannung / des Vorstroms kann mit dem Drehgeber [6] und den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] (Dezimalstelle) eingestellt werden. Um die interne Vorspannung bzw. den Vorstrom (BIAS) einzuschalten, ist die Taste BIAS / **←** [26] zu betätigen. Bei eingeschalteter Vorspannung bzw. eingeschaltetem Vorstrom leuchtet die Taste BIAS / **←**. Wird die Taste BIAS / **←** ein weiteres Mal betätigt, wird die Vorspannung / der Vorstrom abgeschaltet und die Taste erlischt.

**Die Fehlermeldung „DCR too high“ bedeutet, dass der angeschlossene Prüfling einen zu hohen Widerstand für den eingesetzten Vorstrom aufweist. In diesem Fall kann der Vorstrom nicht aktiviert werden.**

### Beispiel für interne BIAS Vorspannung:

Unipolare Kondensatoren müssen mit der richtigen Polarität angeschlossen werden, d.h. der positive Pol des Kondensators muss an den linken Kontakt und der negative Pol an den rechten Kontakt angeschlossen werden. Die Vorspannung (BIAS) ist nur bei der Kapazitätsmessung verfügbar.

In diesem Beispiel wurde ein 1000 $\mu$ F (20V) Elektrolytkondensator mit einer Messspannung von 5kHz vermessen. Als Funktion wird der C-R Modus aktiviert und der Wert für die interne Vorspannung über die Taste BIAS [10] mittels Drehgeber [6] bzw. den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] (Dezimalstelle) eingestellt. Mit der Taste BIAS / **←** [26] wird die interne BIAS Vorspannung aktiviert. .

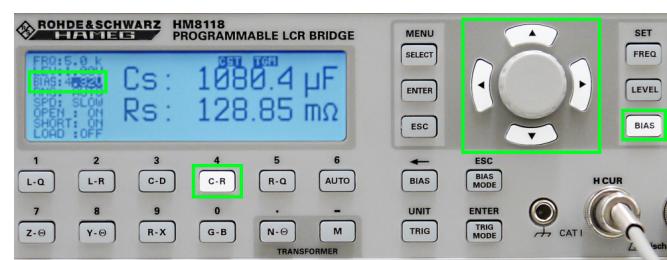


Abb. 7.3: Interne BIAS Vorspannung

### Beispiel für externe BIAS Vorspannung:

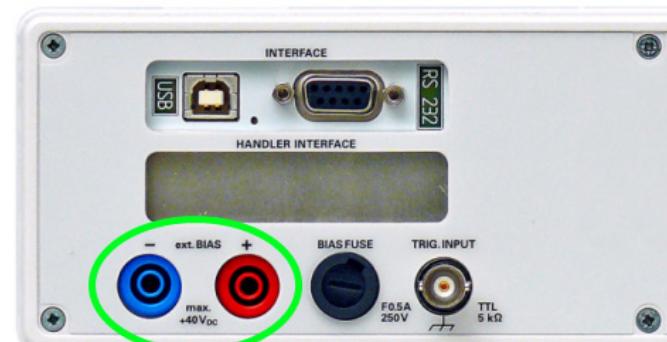


Abb. 7.4: Anschlüsse für externe BIAS Vorspannung

Der Unterschied zur internen Vorspannung ist in diesem Beispiel das Einspeisen einer externen DC Vorspannung auf der R&S®HM8118 Geräterückseite. Bauteil und Messmodus sind identisch zum Beispiel mit interner Vorspannung. Die externe DC Vorspannung wird in diesem Beispiel über ein Netzgerät (hier: R&S®HMP2020) in das HM8118 eingespeist. Die Spannung wird am Netzgerät auf 20V gesetzt und der Strom auf 250mA limitiert.



Abb. 7.5: Externe BIAS Vorspannung einstellen

Als Funktion wird ebenfalls der C-R Modus aktiviert und der Spannungswert über die Taste BIAS [10] mittels Drehgeber [6] bzw. den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\leftarrow\rightarrow\blacktriangleright$  [7] (Dezimalstelle) eingestellt. Durch Druck auf die Taste BIAS MODE [24] wird die Funktion EXT (= extern) mit dem Drehgeber ausgewählt. Mit der Taste BIAS /  $\leftarrow$  [26] wird die externe BIAS Vorspannung aktiviert.



Abb. 7.6: Externe BIAS Vorspannung aktivieren

### Beispiel für internen BIAS Vorstrom:

Die Vorgehensweise bei einem internen Vorstrom ist ähnlich zur internen Vorspannung. In diesem Fall wird die Funktion L-R oder L-Q gewählt und eine beliebige Induktivität an die Messbrücke angeschlossen. Der Wert für den internen Vorstrom wird über die Taste BIAS [10] mittels Drehgeber [6] bzw. den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\leftarrow\rightarrow\blacktriangleright$  [7] (Dezimalstelle) eingestellt. Mit der Taste BIAS /  $\leftarrow$  [26] wird der interne BIAS Vorstrom aktiviert.

Abb. 7.7 zeigt beispielhaft eine typische Kurve eines maximal einstellbaren Vorstroms in Verbindung mit einer angeschlossenen Last.

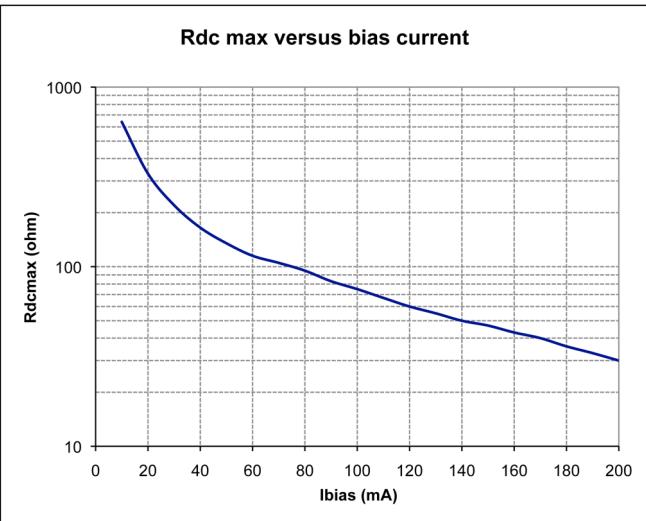


Abb. 7.7: Maximal einstellbarer Vorstrom in Verbindung mit der angeschlossenen Last (typische Kurve)

### 7.1.4 Messbereich RNG

Der Messbereich kann automatisch oder manuell gewählt werden. Bei einem Messbereichswechsel wird die interne Messschaltung (Ersatzschaltung) geändert und interne Relais werden geschaltet. Der Messbereichswechsel hängt somit von mehreren Faktoren, wie z.B. Phasenwinkel, Impedanz, gemessener Wert etc., ab.

Der Messbereich kann manuell im Bereich von  $3\Omega$  bis  $500\text{ k}\Omega$  mit dem Drehgeber [6] eingestellt werden. Dazu wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\leftarrow\rightarrow\blacktriangleright$  [7] die Funktion RNG gewählt, der Drehgeber gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber der gewünschte Messbereich gewählt. Durch einen erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Werteauswahl bestätigt. Über die Taste AUTO/HOLD kann danach zwischen automatischer (Taste AUTO/HOLD leuchtet) und manueller Messbereichswahl umgeschaltet werden.

**Pendelt das Messgerät permanent zwischen zwei Messbereichen (Grenzbereich der Messbereichsautomatik) bzw. ist das zu messende Bauteil bekannt, so ist die manuelle Messbereichswahl zu wählen (siehe Kap. 6).**

### 7.1.5 Messgeschwindigkeit SPD

Die Messgeschwindigkeit lässt sich in drei Stufen einstellen:

- **SLOW** (langsam),
- **MED** (mittel)
- **FAST** (schnell).

Zur Einstellung der Messgeschwindigkeit wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\leftarrow\rightarrow\blacktriangleright$  [7] die Funktion SPD gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Messgeschwindigkeit gewählt. Durch einen erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

Die Anzahl der Messungen bei kontinuierlicher Triggerung (CONT) betragen etwa 1,5 pro Sekunde bei SLOW, 8 pro Sekunde bei MED oder 14 pro Sekunde bei FAST. Die Einstellung ist ein Kompromiss zwischen Messgenauigkeit und Messgeschwindigkeit. Eine niedrige Messgeschwindigkeit (SLOW) bedeutet eine höhere Messgenauigkeit, eine hohe Messgeschwindigkeit (FAST) entsprechend eine niedrige Messgenauigkeit. Bei sehr niedrigen Messfrequenzen wird die Messgeschwindigkeit automatisch reduziert.

### 7.1.6 Triggerung TRIG

Hier können die Triggerquelle und Triggerbetriebsart ausgewählt werden. Folgende Triggerbetriebsarten und Triggerquellen sind auswählbar:

**I CONT** (kontinuierlicher Trigger):

Eine neue Messung wird automatisch am Ende einer vorhergehenden Messung durchgeführt.

**I MAN** (manueller Trigger):

Eine Messung wird zu dem Zeitpunkt durchgeführt, an dem die TRIG / UNIT Taste [27] gedrückt wird. Auf dem Bildschirm wird die aktivierte manuelle Triggerfunktion mit TGM gekennzeichnet.

**I EXT** (externer Trigger):

Eine Messung wird zu dem Zeitpunkt durchgeführt, an dem eine steigende Flanke am externen Triggereingang anliegt (TTL Pegel +5V). Während einer Messung werden alle möglichen Signale am Triggereingang so lange ignoriert, bis die aktuelle Messung vollständig beendet ist. Wenn eine Messung ausgelöst wurde, leuchtet die TRIG Taste [27] auf. Auf dem Bildschirm wird die aktivierte externe Triggerfunktion mit TGE gekennzeichnet. Für jede ausgelöste Triggerung wird eine einzelne Messung durchgeführt.

**Zeigt das Messgerät einen leeren Bildschirm (bzw. Striche „---“) ohne Messwerte, so wurde noch kein Triggerereignis / keine Messung ausgelöst oder die gewählte Messfunktion ist falsch gewählt**

### 7.1.7 Verzögerung DELAY

Die Funktion DELAY beschreibt die Triggerverzögerungszeit. Diese kann im Bereich von 0ms bis 40000ms (40s) eingestellt werden. Zur Einstellung der Triggerverzögerungszeit wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten **▲▼◀▶ [7]** die Funktion DELAY gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Triggerverzögerungszeit gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die manuelle Werteingabe über die numersische Tastatur aktiviert. Ein Werteingabefenster öffnet sich, in dem über die Zifferntasten der Wert eingegeben werden kann. Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt.

### 7.1.8 Mittelwertbildung AVG

Wenn die Funktion Mittelwert AVG aktiviert ist, wird aus mehreren Einzelmessungen entsprechend der eingestellten Periode ein Mittelwert gebildet. Zur Anzahl der Messperioden für die Mittelwertbildung wird im SETUP Menü mit

den Pfeiltasten **▲▼◀▶ [7]** die Funktion AVG gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Mittelwertbildung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die manuelle Werteingabe über die numersische Tastatur aktiviert. Ein Werteingabefenster öffnet sich, in dem über die Zifferntasten der Wert eingegeben werden kann. Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt. Die Anzahl der Messperioden für die Mittelwertbildung kann im Bereich von 2 bis 99 oder auf MED (mittel) eingestellt werden. Die Einstellung MED (mittel) ist ein mittlerer Berechnungsmodus. Die Messbrücke HM8118 führt hierbei 6 Messungen nacheinander durch, verwirft die niedrigsten und höchsten Messwerte und bildet einen Mittelwert auf Basis der vier verbleibenden Messungen. Diese Art der Mittelwertbildung blendet einzelne falsche Messungen aus. Ist die Mittelwertbildung eingeschaltet, so wird dies im Display durch das Symbol „AVG“ angezeigt. Die Mittelwertbildung kann auch bei manueller oder externer Triggerung verwendet werden. Die Anzahl der Messungen pro ausgelöster Triggerung wird dann jedoch von der eingestellten Anzahl der Mittelwerte (Perioden) vorgegeben.

Wird z.B. ein Bauelement in einen Messadapter eingesetzt, so ist im Allgemeinen die erste Messung falsch und unterscheidet sich von den weiteren Messungen deutlich. Dadurch wird z.B. diese erste falsche Messung verworfen, um eine fehlerhafte Anzeige von Messwerten durch die Messung von Einschwingvorgängen zu vermeiden.

### 7.1.9 Testsignalpegalanzeige

#### **V<sub>m</sub> (Messspannung) / I<sub>m</sub> (Messstrom)**

Mit der Funktion V<sub>m</sub>/I<sub>m</sub> kann die Anzeige der am angeschlossenen Bauelement gemessenen Spannung sowie die Anzeige des gemessenen Stromes, der durch das angeschlossene Bauelement fließt, ein- (ON) und ausgeschaltet werden (OFF). Dazu wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten **▲▼◀▶ [7]** die Funktion V<sub>m</sub>/I<sub>m</sub> gewählt, der Drehgeber gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die Funktion aktiviert bzw. deaktiviert. Durch einen erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

### 7.1.10 Guarding GUARD

Bei aktiverter GUARD Funktion werden die Schirmmantel der BNC-Anschlüsse [20] ... [23] mit einem internen Generator verbunden und mit einer Nachbildung der Messspannung gespeist, wodurch in bestimmten Grenzen die Kapazität der Kabel eliminiert wird, die sonst zu fehlerhaften Kapazitätsmessungen führen würden. Die GUARD Funktion wird bei niedrigen Spannungen verwendet. Folgende Einstellungsmöglichkeiten stehen zur Verfügung:

**I OFF** (aus):

Guarding wird nicht verwendet; der Schirmmantel der BNC-Anschlüsse wird mit Massepotential verbunden.

**I DRIVE** (gesteuert):

Der Schirmmantel der BNC-Anschlüsse werden mit dem internen Generator mit LOW DRIVE Potential verbunden.

### I AUTO (automatisch):

Die Außenkontakte der BNC-Anschlüsse sind bei Frequenzen unterhalb 100 kHz und bei den Messbereichen 1 bis 4 mit Erdpotential verbunden; bei Frequenzen über 100 kHz und den Messbereichen 5 oder 6 werden die Außenkontakte der BNC-Anschlüsse mit einer aktiven Schutzspannungsquelle (zur Potentialsteuerung) verbunden.

**Die GUARD Funktion sollte aktiviert werden, wenn Messadapter mit hoher Kapazität (z.B. R&S®HZ184) verwendet werden. Sollte der Prüfling Impedanzen über 25kΩ bei Frequenzen über 100kHz aufweisen, so ist die GUARD Funktion ebenfalls zu empfehlen.**

Zur Einstellung der GUARD Funktion wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\triangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] die Funktion GUARD gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte GUARD Einstellung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

Die GUARD Funktion des R&S®HM8118 ist nicht mit der 4TP Funktion (= Four Terminal Pair) von anderen Messgeräte-Herstellern zu vergleichen. Bei der 4TP Funktion wird vereinfacht der Messstrom durch den Schirm der Messleitung zurückgeführt, wodurch sich die elektromagnetischen Abstrahlungen des Hin- und Rückleiters fast aufheben und dadurch das Problem der elektromagnetischen Kopplungen zu einem großen Teil gelöst wird. Dies funktioniert bei der zum R&S®HM8118 mitgelieferten Kelvin-Messleitung nicht, da diese nicht passend konfektioniert ist (die Schirme müssten dazu möglichst nah an der Messstelle kurzgeschlossen werden). Das HM8118 benutzt eine 5 Leiter Konfiguration (5 terminal configuration / 5T) und unterstützt die 4TP Funktion nicht.

### 7.1.11 Abweichung DEV\_M

Mit der Funktion DEV\_M kann die Anzeige der Messwertabweichung der Hauptanzeige (Main) in  $\Delta$  % (Prozent) oder  $\Delta$  ABS (Absolut) bezogen auf den Referenzwert REF\_M ein- bzw. ausgeschaltet (OFF) werden. Zur Anzeigeeinstellung der Messwertabweichung wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\triangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] die Funktion DEV\_M gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Einstellung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt. Weitere Informationen zur Messwertabweichung siehe Kap. 6.

### 7.1.12 Referenz REF\_M

Mit der Funktion REF\_M kann ein Messwert als Referenzwert in den Referenzspeicher M (Main) gespeichert werden. Als Einheiten für den Messwert können H, mH,  $\mu$ H, nH, F, mF,  $\mu$ F, nF, pF,  $\Omega$ , m $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ , oder S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS gewählt werden. Zur Einstellung des Referenzwertes wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\triangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] die Funktion REF\_M gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Referenzwert gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die manuelle Werteingabe über die numerische Tastatur aktiviert.

Ein Werteingabefenster öffnet sich, in dem über die Zifferntasten der Wert eingegeben werden kann. Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt. Solange dieses Feld aktiviert ist, kann auch durch Betätigen der TRIG Taste [27] der Wert des DUT (= Device Under Test) als Referenz übernommen werden. Weitere Informationen zum Referenzwert siehe Kap. 6.

### 7.1.13 Abweichung DEV\_S

Mit der Funktion DEV\_S kann die Anzeige der Messwertabweichung der Nebenwertanzeige (Sub) in  $\Delta$  % (Prozent) oder  $\Delta$  ABS (Absolut) bezogen auf den Referenzwert REF\_S ein- bzw. ausgeschaltet (OFF) werden. Zur Anzeigeeinstellung der Messwertabweichung wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\triangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] die Funktion DEV\_S gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Einstellung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt. Weitere Informationen zur Messwertabweichung siehe Kap. 6.

### 7.1.14 Referenz REF\_S

Hier kann ein Messwert des Verlustfaktors bzw. Qualitätsfaktors (Güte) als Referenzwert in den Referenzspeicher S gespeichert werden. Als Einheiten für den Messwert können  $\Omega$ , m $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ , S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS oder ° gewählt werden. Zur Einstellung des Referenzwertes wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\triangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] die Funktion REF\_M gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber der gewünschte Referenzwert gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die manuelle Werteingabe über die numerische Tastatur aktiviert. Ein Werteingabefenster öffnet sich, in dem über die Zifferntasten der Wert eingegeben werden kann. Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt. Solange dieses Feld aktiviert ist, kann auch durch Betätigen der TRIG Taste [27] der Wert des DUT (= Device Under Test) als Referenz übernommen werden. Weitere Informationen zum Referenzwert siehe Kap. 6.

### 7.1.15 Konstantspannung CST V

Mit der Funktion CST V kann die Konstantspannung (AC) ein- (ON) bzw. ausgeschaltet (OFF) werden. Aufgrund des Quellwiderstands erfordern manche Tests das Verwenden einer spezifischen Messspannung, die mit dem normalen Quellwiderstand des jeweiligen Messbereichs nicht möglich ist. Zur Aktivierung der Konstantspannung wird im SETUP Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\triangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] die Funktion CST V gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Einstellung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

**Für Messungen mit BIAS Vorstrom oder externer BIAS Vorspannung muss die Konstantspannung (CST V) eingeschaltet sein.**

Ist die Konstantspannung aktiviert (ON), so wird der Quellwiderstand auf  $25\Omega$  voreingestellt. Die am Bauelement anliegende Spannung ist dann für alle Bauelemente, deren Impedanz wesentlich größer ist als  $25\Omega$ , fast konstant. Wenn bei der Messbrücke der Konstantspannungsbetrieb eingeschaltet ist, ändert sich (je nach Impedanz des angeschlossenen Bauelements) der Messbereich, um eine Überlastung der Messbrücke zu vermeiden. Jedoch verringert sich im Konstantspannungsbetrieb die Genauigkeit um den Faktor 2. Die folgende Tabelle zeigt die Impedanzmessbereiche bei eingeschaltetem Konstantspannungsbetrieb (CST V ON):

| Messbereich | Quell-Widerstand | Impedanz des Bauelements        |
|-------------|------------------|---------------------------------|
| 1           | $25\Omega$       | $10.0\mu\Omega$ bis $3.0\Omega$ |
| 2           | $25\Omega$       | $3.0\Omega$ bis $100.0\Omega$   |
| 3           | $25\Omega$       | $100.0\Omega$ bis $1.6k\Omega$  |
| 4           | $25\Omega$       | $1.6k\Omega$ bis $25.0k\Omega$  |
| 5           | $25\Omega$       | $25.0k\Omega$ bis $2.0M\Omega$  |
| 6           | $25\Omega$       | $2.0M\Omega$ bis $100.0M\Omega$ |

Die folgende Tabelle zeigt die Änderung der Impedanzbereiche bei ausgeschaltetem Konstantspannungsbetrieb (CST V OFF):

| Messbereich | Impedanz des Bauelements |
|-------------|--------------------------|
| 1 bis 2     | $Z > 3.33\Omega$         |
| 2 bis 3     | $Z > 400.00\Omega$       |
| 3 bis 4     | $Z > 6,67k\Omega$        |
| 4 bis 5     | $Z > 100.00k\Omega$      |
| 5 bis 6     | $Z > 2.22M\Omega$        |
| 2 bis 1     | $Z < 2.7\Omega$          |
| 3 bis 2     | $Z < 324.0\Omega$        |
| 4 bis 3     | $Z < 5.4k\Omega$         |
| 5 bis 4     | $Z < 81.0k\Omega$        |
| 6 bis 5     | $Z < 1,8M\Omega$         |

Unter bestimmten Bedingungen wird im Display „OVER-RANGE“ angezeigt. Dies kann vorkommen, wenn bei der Messbrücke der Konstantspannungsbetrieb eingeschaltet und die manuelle Messbereichswahl ausgewählt ist. Um dies zu umgehen, wird in einen höheren Messbereich gewechselt oder die automatische Messbereichswahl gewählt.

## 7.2 CORR Menü

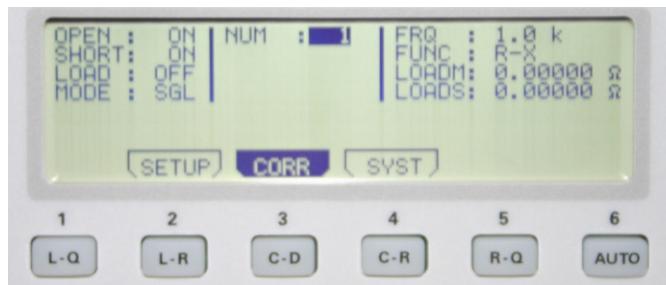


Abb. 7.8: Displayanzeige der Menüfunktion CORR

### 7.2.1 Abgleich

Vor Messbeginn mit Messzubehör sollte ein Abgleich durchgeführt werden, um systembedingte Messfehler zu vermeiden. Mit einem Abgleich können auch Messleitungen und andere parasitäre Effekte (kapazitive Impedanzen) kompensiert werden. Um eine möglichst hohe Messgenauigkeit zu erreichen, sollte der Abgleich unter den gleichen Bedingungen wie die spätere Messung des Bauelements erfolgen (z.B. sollte die Anordnung der Messleitungen nach dem Abgleich nicht verändert werden). Außerdem sollten die Messleitungen frei liegen, d.h. es sollten sich weder Hände noch metallische Gegenstände in der Nähe befinden, die die Messung beeinflussen könnten. Folgende Abgleich-Auswahlmöglichkeiten stehen im CORR Menü zur Verfügung:

#### I OPEN:

Ein Leerlaufabgleich wird durchgeführt, um parasitäre Effekte (Impedanzen) aufgrund der Messzubehör-Verbindungen zum Bauelement zu kompensieren. Um den Leerlaufabgleich durchzuführen, dürfen nur die am Ende offenen Messleitungen ohne Bauelemente angeschlossen sein. Der Leerlaufabgleich ist für Impedanzen größer  $10k\Omega$  möglich.

#### I SHORT:

Ein Kurzschlussabgleich wird durchgeführt, um parasitäre Effekte (Impedanzen) aufgrund der Messzubehör-Verbindungen zum Bauelement zu kompensieren. Um den Kurzschlussabgleich durchzuführen, dürfen nur die am Ende kurzgeschlossenen Messleitungen ohne Bauelemente angeschlossen sein. Der Kurzschlussabgleich ist für Impedanzen bis zu  $15\Omega$  und Widerstände bis  $10\Omega$  möglich.

#### I LOAD:

Ein Abgleich mit Anpassung (Abgleich einer bekannten Last-Impedanz) ist geeignet, um gemessene Impedanzen vor der eigentlichen Messung einzukalibrieren. Der Abgleich bei bekannter Last wird nach Wahl der Messfunktion [28] ... [39] (z.B. [L-0]) getrennt für die Hauptanzeige LOADM (Main) und Nebenanzeige LOADS (Sub) eingegeben und sollte möglichst nahe an dem erwarteten Messwert des DUT (= Device Under Test) liegen. Der Abgleich bekannter Last ist für Impedanzen und Widerstände innerhalb des Messbereichs möglich.

Um einen Abgleich durchführen zu können, wird im CORR Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta$   $\nabla$   $\blacktriangleleft$   $\blacktriangleright$  [7] die jeweilige Abgleichfunktion gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Einstellung (ON/OFF) gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt. Über die Funktion MODE kann ausgewählt werden, ob der OPEN bzw. SHORT Abgleich nur für die aktuell eingestellte Messfrequenz (SGL) oder über alle 69 Frequenzstufen (ALL) durchgeführt werden soll (ab Firmware Version 1.35 möglich).

Ist im CORR Menü die jeweilige Abgleichfunktion aktiviert (ON) und die Frequenzstufe(n) ausgewählt, so kann der Abgleich über die Tasten OPEN [11], SHORT [12] oder LOAD [13] gestartet werden. Ein Abgleich über alle 69 Frequenzstu-

fen dauert etwa 90 Sekunden. Nach erfolgreichem Abgleich ertönt ein kurzer Signalton. Bei nicht erfolgreichem Abgleich wird eine Fehlermeldung im Display dargestellt.

**Bei einem Abgleich mit bekannter Last wird in beide Referenzspeicher (LOADM und LOADS) ein Wert eingegeben (z.B. der Wert für die erwartete Induktivität in LOADM und der erwartete Gütwert in LOADS). Dieser ist jeweils nur für die eingestellte Messfrequenz gültig.**

## 7.2.2 NUM

Mit der Funktion NUM kann eine von 5 möglichen Lastimpedanzen (LOAD) ausgewählt werden. Zur Auswahl der Lastimpedanz wird im CORR Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\Delta\uparrow$  [7] die Funktion NUM gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Lastimpedanz gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

## 7.2.3 Messfrequenz FRQ

Mit der Funktion FRQ kann die Messfrequenz der Lastimpedanz (LOAD) im Bereich von 20Hz bis 200kHz eingestellt werden. Zur Auswahl der Messfrequenz wird im CORR Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\Delta\uparrow$  [7] die Funktion FRQ gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Messfrequenz gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

## 7.2.4 Funktion FUNC

Mit der Funktion FUNC können die Messfunktion für die Lastimpedanz LOADM und LOADS ausgewählt werden. Folgende Funktionen können gewählt werden:

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| Ls-Q,  | Lp-Q,  | Ls-Rs, |
| Lp-Rp, | Cs-D,  | Cp-D,  |
| Cs-Rs, | Cp-Rp, | Rs-Q,  |
| Rp-Q,  | Z-Θ,   | Y-Θ,   |
| R-X    | G-B    |        |

Zur Auswahl der Messfunktion wird im CORR Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\Delta\uparrow$  [7] die Funktion FUNC gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Funktion gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

## 7.2.5 Korrekturfaktoren LOADM / LOADS

Mit der Funktion LOADM (Hauptmesswertanzeige) kann ein Referenzwert für die Lastimpedanz LOAD in den Referenzspeicher LOADM gespeichert werden. Als Einheiten für den Messwert können in Abhängigkeit des Parameters FUNC H, mH,  $\mu$ H, nH, F, mF,  $\mu$ F, nF, pF,  $\Omega$ , mΩ, kΩ, MΩ, oder S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS gewählt werden. Zur Einstellung des Referenzwertes wird im CORR Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\Delta\uparrow$  [7] die Funktion LOADM gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber der gewünschte Referenzwert gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die manuelle Wer-

teeingabe über die numerische Tastatur aktiviert. Ein Werteingabefenster öffnet sich, in dem über die Zifferntasten der Wert eingegeben werden kann. Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt.

**Für Hameg Zubehör ist die Funktion LOADM bzw. LOADS nicht notwendig. Hier ist der normale OPEN-/SHORT-Abgleich ausreichend**

Mit der Funktion LOADS (Nebenmesswertanzeige) kann ein Referenzwert für die Lastimpedanz LOAD in den Referenzspeicher LOADS gespeichert werden. Als Einheiten für den Messwert können in Abhängigkeit von dem Parameter FUNC  $\Omega$ , mΩ, kΩ, MΩ, S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS oder ° gewählt werden. Zur Einstellung des Referenzwertes wird im CORR Menü mit den Pfeiltasten  $\Delta\downarrow\Delta\uparrow$  [7] die Funktion LOADS gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber der gewünschte Referenzwert gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die manuelle Werteingabe über die numerische Tastatur aktiviert. Ein Werteingabefenster öffnet sich, in dem über die Zifferntasten der Wert eingegeben werden kann. Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt.

**Bei einem Abgleich mit Anpassung wird in beide Referenzspeicher (LOADM und LOADS) ein Wert eingegeben (z.B. bei einem reellen Widerstand für LOADM der Wert des Widerandes und für LOADS der Wert „0“).**

Die Parameter LOADM und LOADS können verwendet werden, wenn ein angeschlossener Messadapter schwierig abzugleichen ist oder über lange Messleitungen an die Messbrücke angeschlossen ist. In diesem Fall ist ein Leerlauf-/Kurzschlussabgleich nicht vollständig möglich, weil das tatsächliche Ersatzschaltbild des Messadapters nicht mit einer einfachen Ersatzschaltung von der Messbrücke kompensiert werden kann, wodurch sich die Messbrücke in einem unabgeglichenen Zustand befinden kann. Der Benutzer kann hierbei den Messfehler mit einer bekannten Impedanz bei einer gegebenen Frequenz ausgleichen. Wird der Abgleich mit bekannter Last (LOAD) aktiviert, so korrigiert die Messbrücke den Messwert der angeschlossenen Impedanz in Bezug auf drei Impedanzen:

- Kurzschlussimpedanz,
- Leerlaufimpedanz
- Lastimpedanz

Es können bis zu 5 unterschiedliche Referenzwerte für die Lastimpedanz verwendet werden, die mit dem Parameter NUM ausgewählt werden können. Eine Impedanz entspricht immer einer Gruppe von Parametern: einer Zahl, einer Frequenz, einer Funktion und selbstverständlich die bekannten Parameter der Impedanz.

Die Impedanz wird nach dem Abgleich mit Anpassung (LOAD) zur gemessenen Impedanz kurzgeschlossen, um

mit der Lastimpedanz-Korrektur zu messen. Die Korrektur mit einer Lastimpedanz ist am wirkungsvollsten, wenn die Lastimpedanz nahe an der gemessenen Impedanz liegt. Wenn der Abgleich mit Anpassung (LOAD) eingeschaltet ist (Parameter LOAD auf „ON“), wird die Lastimpedanz-Korrektur automatisch aktiviert, wenn die eingestellte Messfrequenz mit der Messfrequenz der Lastimpedanz LOAD, die unter den 5 Gruppen von Parametern für die Lastimpedanz-Korrektur gespeichert ist, gleich ist. Daher sollten die 5 Gruppen von Parametern für die Lastimpedanz-Korrektur unterschiedliche Frequenzen aufweisen.

### 7.3 Menüfunktion SYST



Abb. 7.9: Displayanzeige der Menüfunktion SYST

#### 7.3.1 Kontrast CONTRAST

Mit der Funktion CONTRAST kann der Kontrast des Displays im Bereich von 35 bis 55 eingestellt werden. Zur Auswahl des Bildschirmkontrastes wird im SYST Menü mit den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] die Funktion CONTRAST gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Kontrasteinstellung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die manuelle Werteingabe über die numerische Tastatur aktiviert. Ein Werteingabefenster öffnet sich, in dem über die Zifferntasten der Wert eingegeben werden kann. Ist der Wert über die Tastatur eingegeben, so wird dieser mit der ENTER-Taste oder durch erneuten Druck auf den Drehgeber bestätigt.

#### 7.3.2 Tastenton KEY BEEP

Mit der Funktion KEY BEEP kann der Tastenton ein- (ON) bzw. ausgeschaltet werden (OFF). Zur Aktivierung bzw. Deaktivierung des Tastentons wird im SYST Menü mit den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] die Funktion KEY BEEP gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Einstellung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

#### 7.3.3 TALK ONLY

Mit der Funktion TALK ONLY kann die „Talk Only“ Betriebsart der Schnittstelle ein- (ON) bzw. ausgeschaltet werden (OFF). Zur Aktivierung bzw. Deaktivierung der „talk Only“ Betriebsart wird im SYST Menü mit den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] die Funktion TALK ONLY gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Einstellung gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt. Die

Schnittstelle kann bei aktiviertem TALK ONLY Funktion nur Senden, nicht antworten.

#### 7.3.4 Datenübertragungsgeschwindigkeit BAUDS

Die Funktion BAUDS zeigt die Datenübertragungsgeschwindigkeit der seriellen RS-232 Schnittstelle. Die Baudrate ist nicht variabel und beträgt 9600 Bit/s.

#### 7.3.5 Netzfrequenz MAINS FRQ

Mit der Funktion MAINS FRQ wird die vorhandene Netzfrequenz 50 Hz oder 60 Hz für die interne Frequenzunterdrückung eingestellt. Zur Auswahl der Netzfrequenz wird im SYST Menü mit den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] die Funktion MAINS FRQ gewählt, der Drehgeber [6] gedrückt (Editiermodus) und mit dem Drehgeber die gewünschte Netzfrequenz (50Hz / 60Hz) gewählt. Durch erneuten Druck auf den Drehgeber wird die Auswahl bestätigt.

#### 7.3.6 Geräteinformationen INFO

Die Funktion INFO zeigt Informationen über die Firmware-Version, die Hardwareversion des FPGAs sowie das Abgleichdatum und die Seriennummer der Messbrücke. Zur Auswahl des Menüpunktes wird im SYST Menü mit den Pfeiltasten **▲▼◀▶** [7] die Funktion INFO gewählt.

### 7.4 Speichern / Laden von Einstellungen

Die aktuellen Messgeräteparameter (Einstellungen) können durch Drücken der RECALL/STORE Taste [41] von den Speicherplätzen 0 bis 8 geladen bzw. in einem nichtflüchtigen Speicher auf den Speicherplätzen 0 bis 8 gespeichert werden. Wird der Speicherplatz 9 ausgewählt, werden die Werkseinstellungen geladen (Reset). Dies beeinflusst jedoch nicht die gespeicherten Parameter in den Speicherplätzen 0 bis 8. Nach dem Einschalten werden die Messgeräteparameter vom Speicherplatz 0 geladen. Durch wiederholtes Drücken der RECALL/STORE Taste [41] kann zwischen Speichern und Laden von Messgeräteparametern umgeschaltet werden. Mit ESC oder erneutem Druck auf die RECALL/STORE Taste [41] kann das Menü wieder geschlossen werden.

### 7.5 Werkseinstellungen

|                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Frequenz FRQ            | 1,0 kHz                           |
| Level LEV               | 1,00 V                            |
| Vorspannung BIAS        | OFF                               |
| Messbereich RNG         | AUTO                              |
| Messgeschwindigkeit SPD | SLOW                              |
| NUM                     | 1                                 |
| FUNC                    | AUTO                              |
| Abgleich OPEN           | ON                                |
| Abgleich SHORT          | ON                                |
| Abgleich LOAD           | OFF                               |
| Triggerung TRIG         | CONT                              |
| Verzögerung DELAY       | 0ms                               |
| Mittelwert AVG          | 1                                 |
| Spannung / Strom Vm/Im  | OFF                               |
| Guarding GUARD          | OFF                               |
| Abweichung DEV_M        | OFF                               |
| Referenz REF_M          | 0,00000 H / mH / $\mu$ H / nH / F |

|                        |  |
|------------------------|--|
| Abweichung DEV_S       | mF / $\mu$ F / nF / pF / $\Omega$ / m $\Omega$ k $\Omega$ / M $\Omega$ / S / kS / mS / $\mu$ S / nS / pS |
| Referenz REF_S         | OFF<br>0,00000 $\Omega$ / m $\Omega$ / k $\Omega$ / M $\Omega$ / S<br>kS / mS / $\mu$ S / nS / pS / °    |
| Konstantspannung CST V | OFF  |
| NUM                    | 1  |
| Funktion FUNC          | AUTO   |
| Referenz LOADM         | 0,00000 $\Omega$   |
| Referenz LOADS         | 0,00000 $\Omega$   |
| Kontrast CONTRAST      | 49 (abhängig vom LCD)  |
| Tastenton KEY BEEP     | ON   |
| TALK ONLY              | OFF  |
| Baudrate BAUDS         | 9600   |
| MAINS FREQ             | 50 Hz  |

## 8 Messzubehör

Zur Messung von Bauelementen ist die Verwendung eines geeigneten Messadapters erforderlich. Dieser wird über die vier frontseitigen BNC-Buchsen mit der LCR-Messbrücke HM8118 fest verbunden:

- **H<sub>Pot</sub>** (High Potential)
- **H<sub>Cur</sub>** (High Current)
- **L<sub>Pot</sub>** (Low Potential)
- **L<sub>Cur</sub>** (Low Current)



Abb. 8.1: Frontseitige BNC-Anschlüsse

**Alle Bauelemente müssen vor dem Anschließen unbedingt entladen werden. An die Messeingänge (BNC-Buchsen auf der Geräte-Vorderseite) dürfen keine externen Spannungen angelegt werden. Während einer Messung sollte das Bauelement nicht mit den Händen oder anderen Gegenständen in Berührung kommen, da dadurch das Messergebnis verfälscht werden kann. Messzubehör, wie z.B. Testadapter für Bauteilmessung, immer gerade nach vorne abziehen.**

Zur Messung von bedrahteten Bauelementen wird der Testadapter R&S®HZ181, für SMD-Bauelemente der im Lieferumfang enthaltene Testadapter R&S®HZ188 empfohlen. Für hochgenaue Messungen sollten Messadapter für 4-Draht-Messungen verwendet werden. Eine 2-Draht-Messung ist nicht so genau wie eine 4-Draht-Messung. Durch die Verwendung von geeigneten Messadapters werden parasitäre Impedanzen minimiert. Zur Erzielung der maximalen Genauigkeit sollte nach jeder Veränderung der Messanordnung ein OPEN/SHORT/LOAD Abgleich durchgeführt werden. Dies ist ebenfalls bei einer Änderung der Messfrequenz zu empfehlen. Alternativ können statt eines Messadapters auch Messleitungen verwendet werden. Das zu messende Bauelement kann dann über ein geeignetes Messkabel an die LCR Messbrücke HM8118 angeschlossen werden. Das Messkabel wird über die vier frontseitigen BNC-Buchsen mit der Messbrücke verbunden. Auch hier ist zu beachten, dass eine 2-Draht-Messung nicht so genau wie eine 4-Draht-Messung ist. Da jedes Kabel individuelle Verluste zeigt und dadurch das eigentliche Messergebnis durch induktive und kapazitive Eigenschaften (vor allem durch die Länge) verfälscht, wird das Vermessen eines Bauteils mit dem Hameg HM8118 Zubehör empfohlen.

**Von dem Anschluss eines „normalen“ Koaxkabels wird abgeraten, da sich durch andere Kabeltypen, geänderte Kabellänge, etc. das Messergebnis verändern wird bzw. die Messbrücke durch die OPEN- bzw. SHORT-Kalibrierung nur bedingt in der Lage ist, solche Einflüsse zu kompensieren.**

## 8.1 4-Draht Testadapter R&S®HZ181 (inkl. Kurzschlussplatte)



Abb. 8.2: 4-Draht Testadapter R&S®HZ181

Der 4-Draht Testadapter (inkl. Kurzschlussplatte) wird zur Qualifizierung von bedrahteten Bauelementen eingesetzt. Der Messadapter wandelt hierzu die Konfiguration einer 4-Draht-Messung in eine 2-Draht-Messung um. Der Messadapter wird direkt über die vier BNC-Stecker an die frontseitigen BNC-Buchsen der LCR Messbrücke R&S®HM8118 angeschlossen. Dazu wird das zu messende Bauelement mit seinen Anschlussdrähten in die zwei vorgesehenen Kontaktschlitzte (Messkontakte) gesteckt. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Anschluss dieses Testadapters. Dieses Zubehör ist optional und nicht im Lieferumfang enthalten.

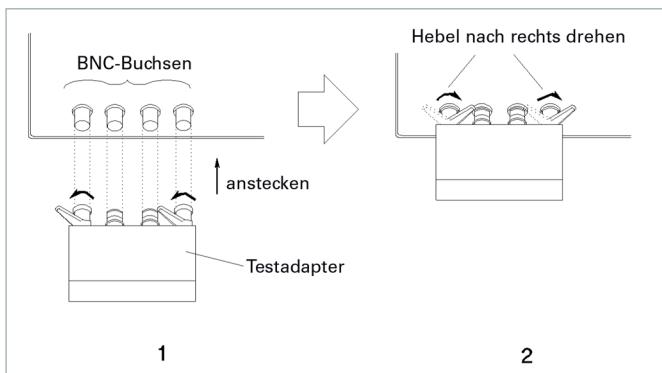


Abb. 8.3: Anschließen eines Testadapters

### Technische Daten R&S®HZ181

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Funktion:                 | Messadapter zum Betrieb (über 4-Draht Anschluss) an LCR Messbrücke HM8118         |
| Messbare Bauelemente:     | Widerstände, Spulen oder Kondensatoren mit axialen oder radialen Anschlussdrähten |
| Frequenzbereich:          | 20 Hz bis 200 kHz   |
| Maximale Spannung:        | ± 40 V Maximalwert (AC+DC)  |
| Anschlüsse:               | BNC-Stecker (4), Messkontakte (2)   |
| Sicherheitsstandards:     | EN61010-1; IEC61010-1; EN61010-031; IEC61010-031                                  |
| Umgebungsbedingungen:     | Verschmutzungsgrad 2, Innengebrauch   |
| Arbeitstemperaturbereich: | +5 °C bis +40 °C  |
| Lagertemperaturbereich:   | -20 °C bis +70 °C   |
| Gewicht:                  | ca. 200 g   |

### 8.1.1 Abgleich R&S®HZ181

Der Messadapter R&S®HZ181 hat konstruktionsbedingt eine Streukapazität, Restinduktivität und einen Restwiderstand, wodurch die Genauigkeit der gemessenen Werte beeinflusst wird. Um diese Einflüsse zu minimieren, ist die

Kompensation von adapter- und leitungsbedingten Impedanzmessfehlern erforderlich.

**Bei frequenzabhängigen Bauelementen ist darauf zu achten, dass für jede der 69 Testfrequenzen ein OPEN und SHORT Abgleich durchgeführt wird.**

Um diese Messfehler zu kompensieren bzw. zu eliminieren, sollte ein Leerlauf- und Kurzschlussabgleich (OPEN/ SHORT Abgleich) an der LCR Messbrücke HM8118 durchgeführt werden. Für den Leerlaufabgleich wird der Messadapter ohne Bauelement angeschlossen. Für den Kurzschlussabgleich wird die beiliegende Kurschlussplatte in die beiden Kontaktschlitzte (Messkontakte) des Adapters gesteckt. Die Abgleichswerte, die während des Abgleichsvorgangs gemessen werden, werden im Speicher der LCR-Messbrücke HM8118 gespeichert und sind bis zum erneuten Abgleich gültig. Wird an dem Messaufbau etwas verändert, so muss ein erneuter Abgleich durchgeführt werden. Weitere Informationen zum OPEN/ SHORT Abgleich siehe Kap. 7.2.

## 8.2 Kelvin-Messkabel R&S®HZ184



Abb. 8.4: Kelvin Messkabel R&S®HZ184

Das Kelvin-Messkabel mit Kelvin-Klemmen ermöglicht die 4-Draht-Messung an Bauelementen, die, z.B. aufgrund ihrer Größe, nicht mit konventionellen Testadapters geprüft werden können. Das Messkabel wird direkt über vier BNC-Stecker an die frontseitigen BNC-Buchsen der LCR Messbrücke R&S®HM8118 angeschlossen. Die Kabel der roten Klemme werden an HCUR und HPOT, die Kabel der schwarzen Klemme an LPOT und LCUR angeschlossen. Dieses Zubehör ist im Lieferumfang enthalten.

### Technische Daten R&S®HZ184

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Funktion:                 | Kelvin-Messleitung zum Betrieb (über 4-Draht Anschluss) an LCR Messbrücke HM8118 |
| Messbare Bauelemente:     | Widerstände, Spulen oder Kondensatoren   |
| Frequenzbereich:          | 20 Hz bis 200 kHz  |
| Länge der Messleitungen   | ca. 35 cm  |
| Anschlüsse                | BNC-Stecker (4), Anschluss-klemmen (2)   |
| Sicherheitsstandards:     | EN61010-1; IEC61010-1; EN61010-031; IEC61010-031                                 |
| Umgebungsbedingungen:     | Verschmutzungsgrad 2, Innengebrauch  |
| Arbeitstemperaturbereich: | +5 °C bis +40 °C   |
| Lagertemperaturbereich:   | -20 °C bis +70 °C  |
| Gewicht:                  | ca. 170 g  |

### 8.2.1 Abgleich R&S®HZ184

Das Messkabel R&S®HZ184 hat zusammen mit den Anschlussklemmen konstruktionsbedingt eine Streukapazität, Restinduktivität und einen Restwiderstand, wodurch die Genauigkeit der gemessenen Werte beeinflusst wird. Um diese Einflüsse zu minimieren, ist die Kompensation von adapter- und leitungsbedingten Impedanzmessfehlern erforderlich.

**Bei frequenzabhängigen Bauelementen ist darauf zu achten, dass für jede der 69 Testfrequenzen ein OPEN und SHORT Abgleich durchgeführt wird.**

Um diese Messfehler zu kompensieren bzw. zu eliminieren, sollte ein Leerlauf- und Kurzschlussabgleich (OPEN/ SHORT Abgleich) an der LCR Messbrücke R&S®HM8118 durchgeführt werden. Für den Leerlaufabgleich werden die Messkabel ohne Bauelement und ohne Verbindung der Messklemmen zueinander (getrennte Anordnung) angeschlossen.

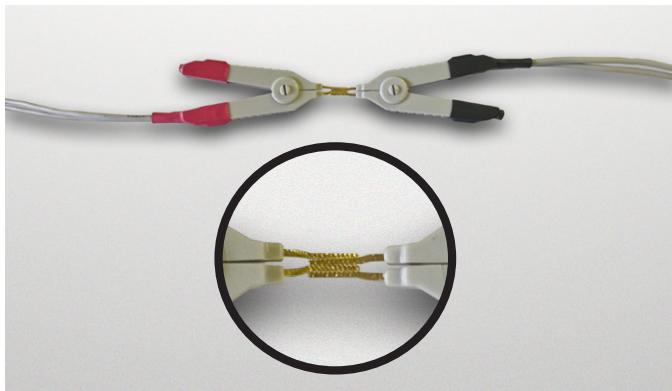


Abb. 8.5: Kurzschlussabgleich HZ184

Für den Kurzschlussabgleich werden die beiden Anschlussklemmen miteinander verbunden. Die Abgleichswerte, die während des Abgleichvorgangs gemessen werden, werden im Speicher der LCR-Messbrücke HM8118 gespeichert und sind bis zum erneuten Abgleich gültig. Wird an dem Messaufbau etwas verändert, so muss ein erneuter Abgleich durchgeführt werden. Weitere Informationen zum OPEN/SHORT Abgleich siehe Kap. 7.2.

### 8.3 4-Draht Transformator-Messkabel R&S®HZ186



Abb. 8.6: Anschluss des Messadapters an der LCR-Messbrücke

Der Messadapter R&S®HZ186 ist zur Messung von Transformatoren bzw. Übertragern in Verbindung mit den Transformator-Messfunktionen der LCR-Messbrücke R&S®HM8118 konstruiert. Der Messadapter wird direkt über die vier BNC-Stecker an die frontseitigen BNC-Buchsen der LCR-Messbrücke angeschlossen.



Abb. 8.7: 4-Draht Transformator-Messkabel

### Bei Falschmessung zeigt die LCR-Messbrücke keinen Wert für N.

Das 4-Draht Transformator-Messkabel ist ein bequemes Hilfsmittel für die Messung der Gegeninduktivität (M), des Übersetzungsverhältnisses (N) und des Phasenverschiebungswinkels  $\Theta$  im Frequenzbereich von 20Hz bis zu 200kHz eines Transformators bzw. Übertragers. Der Messadapter dient hierzu als Schnittstelle zwischen der LCR-Messbrücke und den vier beiliegenden Messleitungen. Zum Messen wird der zu messende Transformator / Übertrager gemäß aufgedruckter Beschaltung auf der Primärseite und der Sekundärseite über die Messleitungen mit dem Messadapter verbunden. Dieses Zubehör ist optional und nicht im Lieferumfang enthalten.

#### Technische Daten R&S®HZ186

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Funktion:                | Messadapter zum Betrieb (über 4-Draht Anschluss) an LCR-Messbrücke HM8118  |
| Messbare Bauelemente:    | Transformatoren, Übertrager  |
| Messbare Parameter:      | Gegeninduktivität M (1µH...100H), Übersetzungsverhältnis N (0,95...500), Phasenverschiebungswinkel $\phi$ zwischen Primär- u. Sekundärwicklung (-180° bis +180°) |
| Frequenzbereich:         | 20Hz bis 200kHz  |
| Länge der Messleitungen: | ca. 35cm   |
| Anschlüsse:              | BNC-Stecker (4), BNC-Buchsen (4)   |
| Sicherheitsstandards:    | EN61010-1; IEC61010-1; EN61010-031; IEC61010-031   |
| Umgebungsbedingungen:    | Verschmutzungsgrad 2, Innengebrauch  |
| Arbeitstemperatur:       | +5 °C bis +40 °C   |
| Lagertemperatur:         | -20 °C bis +70 °C  |
| Gewicht:                 | ca. 240g   |

### 8.3.1 Abgleich R&S®HZ186

Der Messadapter HZ186 hat zusammen mit den angeschlossenen Messleitungen konstruktionsbedingt eine Streukapazität, Eigeninduktivität und einen Eigenwider-

stand, wodurch die Genauigkeit der gemessenen Werte beeinflusst wird. Um diese Einflüsse zu minimieren, ist die Kompensation von adapter- und leitungsbedingten Impedanzmessfehlern erforderlich.

**Bei frequenzabhängigen Bauelementen ist darauf zu achten, dass für jede der 69 Testfrequenzen ein OPEN und SHORT Abgleich durchgeführt wird.**

Um diese Messfehler zu kompensieren bzw. zu eliminieren, sollte ein Leerlauf- und Kurzschlussabgleich (OPEN/ SHORT Abgleich) an der LCR-Messbrücke R&S<sup>®</sup>HZ186 durchgeführt werden. Für den Leerlaufabgleich werden die vier Messleitungen an den Messadapter R&S<sup>®</sup>HZ186 angeschlossen. Vor Beginn des Leerlaufabgleichs werden die beiden schwarzen Messleitungen, die an den „COMMON“-BNC-Buchsen angeschlossen sind, verbunden. Ebenso sind die beiden roten Messleitungen, die an den BNC-Buchsen „N“ und „1“ angeschlossen sind, zu verbinden.

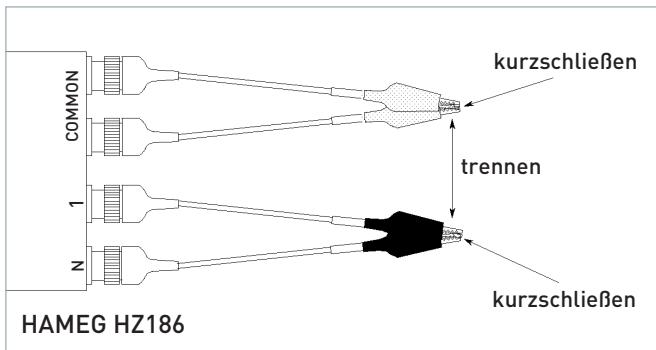


Abb. 8.8: OPEN / SHORT Abgleich mit R&S<sup>®</sup>HZ186

Für den Kurzschlussabgleich werden die beiden roten Messleitungen und die beiden schwarzen Messleitungen gemeinsam miteinander verbunden.

### 8.3.2 Tranformatormessung

Beim Vermessen eines Transformators kann es immer zu unterschiedlichen Messergebnissen kommen. Die unterschiedlichen Messergebnisse hängen sowohl mit den Verlusten des Eisenkerns als auch mit dem unbekannten Zustand des vormagnetisierten Kerns zusammen. Das zu vermessene Bauteil ist zum Einen frequenzabhängig, zum Anderen abhängig von der angelegten Messspannung. Das Messgerät bestimmt die Werte für L, R und C durch Messen der Impedanz und des zugehörigen Phasenwinkels. Anhand des Winkels ergibt sich ein induktiver, kapazitiver oder reeller Wert (L,C,R). Daraus folgt, dass der Betrag der Impedanz mit Erhöhung der Spannung zunimmt und der Phasenwinkel (durch Ummagnetisierung und Eisenkernverluste) stark von der Messfrequenz abhängt (sichtbar im „Z-Theta“ Modus [7]). Wird ein Transfomator „offen“ gemessen, so sind die Messwerte plausibel. Wird jedoch die Sekundärseite kurzgeschlossen, so können wesentlich geringere Messwerte gemessen werden. Die Werte bei kurzgeschlossener Sekundärseite entsprechen ziemlich exakt den Verlusten der Spule.

### 8.3.3 Gegeninduktivität

Das HM8118 verwendet zur Messung der Gegeninduktivität das gleiche Verfahren, wie bereits für die „normale“ Induktivität verwendet wird. Anstelle der Spannungsmessung über die Primärwicklung wird die Spannung an der Sekundärwicklung des Transfomators gemessen.

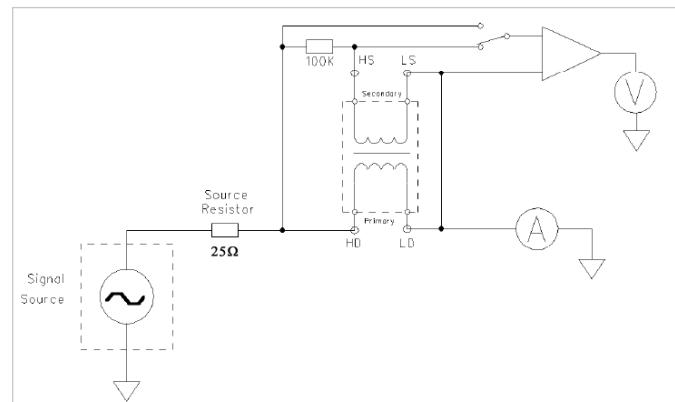


Abb. 8.9: Messung der Gegeninduktivität

Das R&S<sup>®</sup>HM8118 berechnet hierbei eine „virtuelle“ Impedanz  $Z = V_s / I_p$ .  $V_s$  ist hierbei die Sekundärspannung,  $I_p$  der Primärstrom (alles komplexe Werte). Die Gegeninduktivität wird dann unter Verwendung der Definition der Gegeninduktivität berechnet:

$$V_s = R_s * I_s + L_s dI_s/dt + M dI_p/dt$$

Fließt kein Strom in der Sekundärwicklung ( $I_s = 0$ ), dann ist:

$$V_s = M dI_p/dt \text{ oder } M = \text{Im}\{Z\}/w.$$

In diesem Fall kann der Wert für M auch negativ sein. Falls notwendig kann ein BIAS-Strom verwendet werden. BIAS wird jedoch nicht verwendet, um die Genauigkeit zu verbessern. Einige Spulen können eine starke BIAS Vorstrom Abhängigkeit besitzen. In diesem Fall ist die Messung unter den gleichen Bedingungen durchzuführen, wie sie bei der Schaltung verwendet werden soll.

### 8.3.4 Bestimmung der Streuinduktivität

Die Streuinduktivität wird bei der R&S<sup>®</sup>HM8118 Messbrücke nach dem Kurzschlussprinzip ermittelt. Die Verschaltung zur Bestimmung der Streuinduktivität unterscheidet sich nicht von der Verschaltung einer „normalen“ Induktivitätsmessung. Das Bauteil / der Transfomator wird über die BNC-Anschlüsse an der R&S<sup>®</sup>HM8118 Geräteseite mit dem Gerät verbunden. Hierzu ist das HZ186 nicht zwingend notwendig. Hierzu kann auch das beigelegte Standardkabel genutzt werden, welches für Induktivitätsmessungen geeignet ist.

Vor der Bestimmung der Streuinduktivität sollte zuerst eine „normale“ Induktivitätsmessung an der Primärwicklung des Transfomators durchgeführt werden. Die Sekundärseite bleibt hierbei offen (siehe Abb. 8.10).

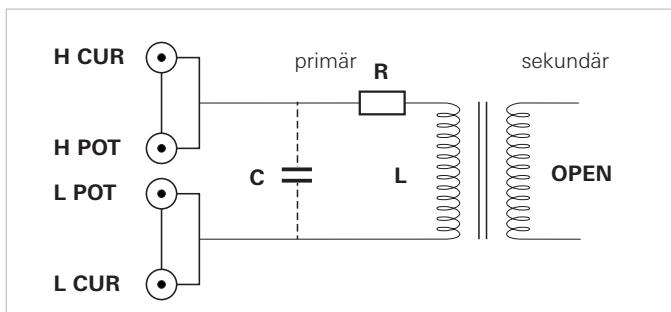


Abb. 8.10: Induktivitätsmessung an Primärwicklung

Zur Bestimmung der Streuinduktivität wird im Gegensatz zur „normalen“ Induktivitätsmessung die Sekundärseite des Transformators kurzgeschlossen (siehe Abb. 8.11). Die gemessenen Werte an der Primärseite bei kurzgeschlossener Sekundärseite entsprechen der Streuinduktivität.

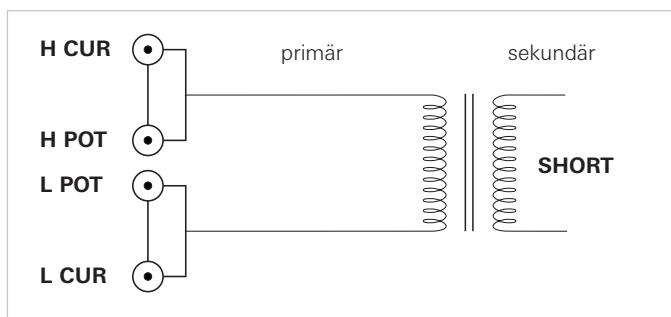


Abb. 8.11: Bestimmung der Streuinduktivität

## 8.4 4-Draht-SMD-Testadapter R&S®HZ188

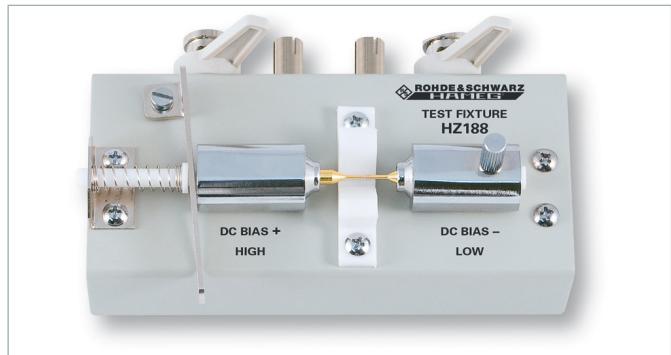


Abb. 8.12: 4-Draht-SMD-Testadapter R&amp;S®HZ188

Der SMD-Testadapter R&S®HZ188 ist zur Qualifizierung von SMD-Bauelementen geeignet. Der Testadapter wandelt hierzu die Konfiguration einer 4-Draht-Messung in eine 2-Draht-Messung um. Aufgrund seines Eigengewichts sollten der Messadapter und die Messbrücke gemeinsam auf einer ebenen Fläche (z.B. einem Tisch) aufliegen. Der Testadapter wird direkt über die vier BNC-Stecker an die frontseitigen BNC-Buchsen der Messbrücke angeschlossen. Zum Messen wird das zu messende SMD-Bauelement mit seinen Anschlusskontaktseiten zwischen die zwei vorgesehenen Kontaktstifte (Messkontakte) einge-klemmt. Dieses Zubehör ist im Lieferumfang enthalten.

## Technische Daten R&S®HZ188

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Funktion:                 | Testadapter zum Betrieb (über 4-Draht Anschluss) an LCR-Messbrücke HM8118 |
| Messbare Bauelemente:     | SMD-Widerstände, -Spulen oder -Kondensatoren                              |
| Frequenzbereich:          | 20Hz bis 200kHz   |
| Maximale Spannung:        | ± 40V Maximalwert (AC+DC)   |
| Anschlüsse:               | BNC-Stecker (4), Messkontakte (2)   |
| Sicherheitsstandards:     | EN61010-1; IEC61010-1; EN61010-031; IEC61010-031                          |
| Umgebungsbedingungen:     | Verschmutzungsgrad 2, Innengebrauch                                       |
| Arbeitstemperaturbereich: | +5 °C bis +40 °C  |
| Lagertemperaturbereich:   | -20 °C bis +70 °C   |
| Gewicht:                  | ca. 300g  |

### 8.4.1 Abgleich R&S®HZ188

Der Messadapter R&S®HZ188 hat konstruktionsbedingt eine Streukapazität, Restinduktivität und einen Restwiderstand, die die Genauigkeit der gemessenen Werte beeinflussen. Um diese Einflüsse zu minimieren ist die Kompensation von adapterbedingten Impedanzmessfehlern erforderlich.

**Bei frequenzabhängigen Bauelementen ist darauf zu achten, dass für jede der 69 Testfrequenzen ein OPEN- und SHORT-Abgleich durchgeführt wird.**

Um diese Messfehler zu kompensieren bzw. zu eliminieren, sollte ein Leerlauf- und Kurzschlussabgleich (OPEN/SHORT-Abgleich) an der LCR-Messbrücke R&S®HM8118 durchgeführt werden. Für den „Leerlaufabgleich“ ist beim Testadapter R&S®HZ188 die Schraube auf der rechten Seite gegen den Uhrzeigersinn zu lösen und anschließend der rechte Kontaktstift nach rechts zu drücken, bis beide Kontaktstifte elektrisch offen sind und zwischen den Kontaktstiften ein Abstand vorhanden ist, der den Abmessungen des zu messenden SMD-Bauelements entspricht. Danach ist der rechte Kontaktstift durch Drehen der Schraube im Uhrzeigersinn zu fixieren.

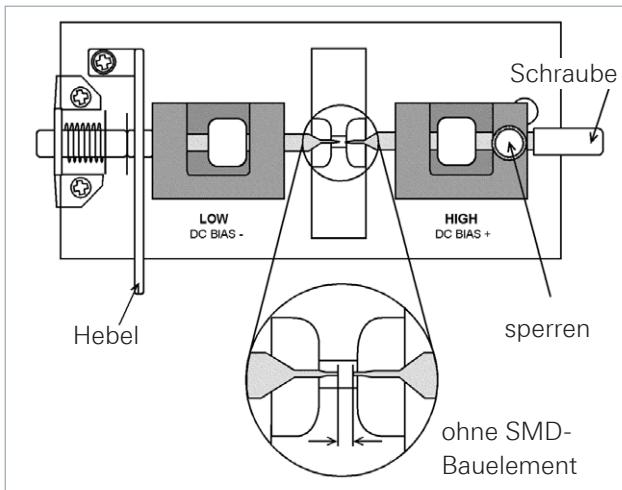


Abb. 8.13: Leerlaufabgleich mit R&amp;S®HZ188

Für den Kurzschlussabgleich ist beim Testadapter R&S®HZ188 die Schraube auf der rechten Seite gegen den Uhrzeigersinn zu lösen und anschließend der rechte Kon-

taktstift mit der Taste nach links zu drücken, bis beide Kontaktstifte elektrisch verbunden sind. Danach ist der rechte Kontaktstift durch Drehen der Schraube im Uhrzeigersinn zu fixieren.

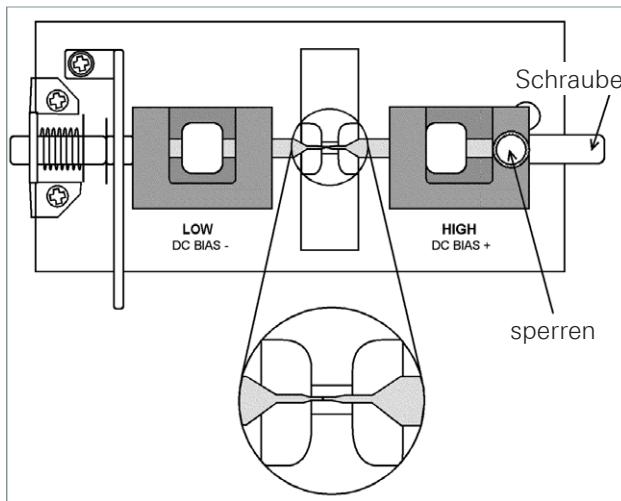


Abb. 8.14: Kurzschlussabgleich mit R&S®HZ188

Die Abgleichwerte, die während des Abgleichvorgangs gemessen werden, werden im Speicher der LCR-Messbrücke HM8118 gespeichert und sind bis zum erneuten Abgleich gültig. Wird an dem Messaufbau etwas verändert, so muss ein erneuter Abgleich durchgeführt werden. Weitere Informationen zum OPEN/SHORT Abgleich siehe Kap. 7.2.

**Mit dem Testadapter R&S®HZ188 können SMD Bauteile bis zu einer Bauteilgröße von 0603 bis 1812 (in Inch) getestet werden. Dies entspricht einer Größe von ca. 1,6mm bis 4,5mm.**

## 8.5 Option R&S®HO118 Binning Interface zur Bauelementsortierung



Abb. 8.15: Optionales Zubehör R&S®HO118 (Binning Interface)

Ein Binning Interface (25 pol. Schnittstelle) ist für eine Produktionsumgebung besonders nützlich:

- um ankommende Bauelemente, z.B. in einer Wareneingangskontrolle, zu prüfen,
- um Bauelemente nach Grenzwerten zu selektieren,
- um mehrfach Bauelemente zu prüfen, die ähnliche Werte besitzen

**Wir empfehlen den Einbau der Option R&S®HO118 ab Werk, da sonst durch das notwendige Öffnen des Gerätes das Garantiesiegel gebrochen wird und somit die Garantie erlischt.**

Das R&S®HO118 Binning Interface erlaubt den Betrieb mit externer Hardware, welche die physischen Arten von Komponenten nach der Messung des R&S®HM8118 sortiert. Datenleitungen für die acht Sortier-Kästen sowie Steuerleitungen sind vorgesehen (ALARM, INDEX, EOM,TRIG).

### 8.5.1 R&S®HO118 Schaltung

Ein R&S®HM8118 mit eingebautem R&S®HO118 Binning Interface wird grundsätzlich so ausgeliefert, dass eine externe Spannungsversorgung angeschlossen werden kann. Das heisst konkret, dass Jumper J1 auf Stellung 2-3, Jumper J3 auf Stellung 1-2 und die DIP Schalter auf „OFF“ gesetzt sind. Dadurch sind die internen Pull-Up's deaktiviert.

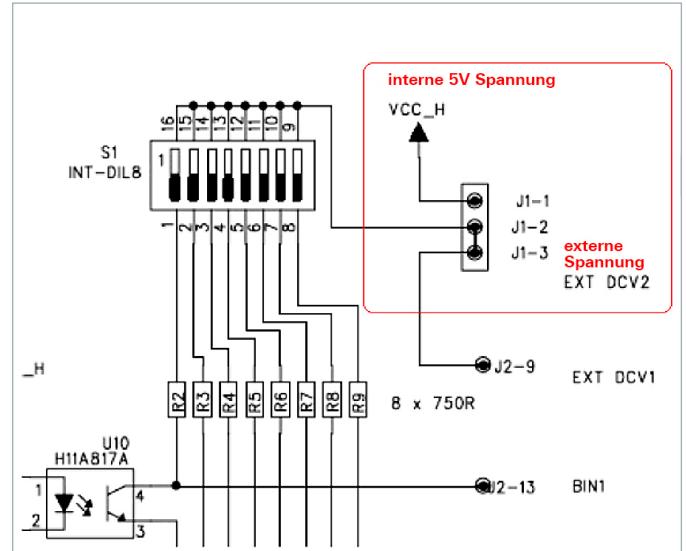


Abb. 8.16: R&S®HO118 interne Verschaltung

Um das Binning Interface in Betrieb zu nehmen, sind daher folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- externe Pull-Up's verwenden.
- externe Spannungsversorgung zwischen 5V und 40V bereitstellen.

Die Schaltung ist „active low“, d.h. die Spannung fällt auf 0V ab, sobald das im Gerät eingestellte Kriterium für das jeweilige BIN erfüllt ist. Das Binning Interface kann auf Funktion getestet werden, indem ein einfaches, passives Bauteil (z.B. 1kOhm Widerstand) und das Gerät angeschlossen wird, im BIN Menü ein grosszügiges Pass/Fail Kriterium eingestellt und die Spannung von PIN 25 (BIN1) des 25-poligen Steckers auf PIN 1 (GND) gemessen wird. Im Falle „Pass“ sollte die Spannung 0V betragen, im Falle „Fail“ sollte dies der externen Spannung entsprechen, welche an PIN 9 angelegt werden muss.

Detailliertere Informationen zum Binning Interface bezüglich PIN- und Jumper-Zuordnung entnehmen Sie bitte dem Handbuch der R&S®HO118.

## 8.5.2 R&S®HO118 Beschreibung

| BIN   | Typ                             | Beschreibung   |
|-------|---------------------------------|--|
| 0...5 | Pass BIN                        | Dieser Sortierbehälter wird verwendet, wenn der gemessene Wert innerhalb der benutzerdefinierten Grenze des Behälters liegt. Liegt der gemessene Wert innerhalb dieses Bereiches, wird er Behälter 0 (BIN 0) zugeordnet. Außerhalb des für Behälter 0 definierten Bereichs erfolgt die Zuordnung in den Bereich für Behälter 1 (BIN 1). Dieser Prozess wiederholt sich so lange, bis der Bereich von Behälter 5 (BIN 5) überschritten wird. Sollte sich der gemessene Wert außerhalb der definierten Bereichsgrenzen für Behälter 1 bis 5 befinden, wird er dem General-failure Behälter zugeordnet. |
| 6     | Secondary Parameter Failure BIN | Dieser Sortierbehälter wird verwendet, wenn der primäre Wert im Bereich des Sortierbehälters 0 ... 5 liegt und nur die sekundären Parameter die Grenze von Sortierbehälter 6 überschreitet.  |
| 7     | General Failure BIN             | Dieser Ausgang des Sortierbehälters wird aktiviert, wenn die Sortierung nicht in eine der ersten 7 Kästen fällt.   |

Es können maximal 9 Binning-Konfigurationen mit der Speicher/Recall-Funktion festgelegt werden. Binning Konfigurationen lassen sich auch mit der Fernbedienungsschnittstelle betreiben. Die Messbrücke R&S®HM8118 kann Komponenten in bis zu 8 separaten Behältern sortieren: sechs Pass Sortierbehälter, ein sekundärer Parameter Sortierbehälter und ein allgemeiner Sortierbehälter für Fehler. Zu einem bestimmten Zeitpunkt ist immer nur ein Sortierfach (BIN) aktiviert.

### Ausgangssignal:

Negativ TRUE, open collector, opto-isoliert, auswählbare pull-ups.

### Messarten:

Da das R&S®HM8118 zur Klasseneinteilung genutzt wird, ist die Anzahl der Messarten auf die Modi beschränkt, welche zur Bauteilcharakterisierung benötigt werden.

- R-Q: Widerstandswert und Güte
- C-D: Kapazitätswert und Verlustwinkel
- L-Q: Induktivität und Güte

### Sortierbehälter (BINs):

- pass Behälter: Behälter 0...5 für primäre Parameter
- fail Behälter: Behälter 6 für sekundäre Parameter, Behälter 7 für generelle Fehler (General Failure BIN).
- Maximaler Strom bei einer Ausgangsspannung von 1 V sind 15 mA.

### Index:

Analoge Messung abgeschlossen.

### Messung beendet:

Vollständige Messung abgeschlossen.

### Alarm:

Benachrichtigung, dass ein Fehler erkannt wurde.

### Externer Trigger:

Opto-isoliert, wählbarer pull-up, Pulsbreite >10µs.

## 8.5.3 Einstellmöglichkeiten der Sortierbehälter (BINs)

Der HM8118 muss sich im manuellen Modus befinden. Wählen Sie die entsprechende Funktion des Parameters, der sortiert werden soll. Alle Funktionen können, wie im Abschnitt „Messarten“ erwähnt, verwendet werden. Um Binning Parameter eingeben zu können, drücken Sie bitte die Taste MENU und wählen dann die BIN-Option. Um Zugang zu dem Binning-Menü zu erlangen, muss ein Binning Interface eingebaut sein.

### Beispiel:

|             |       |
|-------------|-------|
| Binning:    | ON    |
| BIN Nummer: | 0     |
| BIN:        | Open  |
| Nominal:    | 100,0 |
| Low limit:  | -4,0% |
| High limit: | +5,0% |

### Binning ON/OFF:

- ON: Binning Funktion aktiviert
- OFF: Binning Funktion deaktiviert

### BIN Nummer:

- Auswahl der BIN-Nummer
- Behälter 0 bis 5 entsprechen den primären Pass Behältern
- Behälter 6 entspricht dem Secondary Parameter FailureBehälter
- Für den Behälter 7 (General Failure BIN 7) gibt es keinen Menüeintrag.

### BIN OPEN or CLOSED:

- OPEN: der entsprechende BIN ist aktiviert.
- CLOSED: der entsprechende BIN ist deaktiviert.
- Mindestens der erste Behälter muss aktiviert sein.

### Nennwert der Klasseneinteilung:

- Geben Sie den Nennwert über die Nummerntasten ein und bestätigen Sie mit der Enter-Taste.
- Der neue Wert und zugehörige Einheiten werden angezeigt. Ein Nennwert für Behälter 6 entfällt.

### LOW LIMIT (Prozentual vom Low Limit):

- Der Behälter 6 hat keine prozentuale, sondern eine absolute Grenze.

### HIGH LIMIT (Prozentual High Limit):

- Das Low Limit ist automatisch symmetrisch eingestellt.
- Wird ein asymmetrisches Low Limit benötigt, muss das High Limit zu erst definiert werden, gefolgt vom Low Limit.
- Für symmetrische Bereiche (limits) muss nur der High Limit Wert angegeben werden. Das Low Limit bildet den Gegenpart zum Upper Limit.

## 8.5.4 Binning Beispiel

### PASS/FAIL für einen Widerstand ( $1 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ , $\text{Q} < 0.0001$ )

1. Zum Messen des Widerstands im automatischen Bereichswahlmodus, wählen Sie RQ.
2. Drücken Sie AUTO/HOLD, um den Bereich einzufrieren. Drücken Sie MENU und BIN. Schalten Sie jetzt die Be-

- hälterfunktion ein (Binning Feature).
3. Geben Sie den Nennwert (1.000 k) und 1.0 als High Limit Wert für Behälter 0. Der Negative Bereich wird automatisch auf -1% gesetzt. Drücken Sie BIN.
  4. Wählen Sie BIN 6 und geben die Bereichsgrenze an (0.0001). Öffnen Sie den Container (BIN).

Stellen Sie sicher, dass keine anderen Behälter geöffnet sind.

- Teilmessungen, die sich innerhalb des definierten Bereich befinden, landen im Behälter 0 (Pass BIN).
- Teilmessungen, die nicht der primären Parameter entsprechen, landen im Behälter 7 (General-Failure BIN).
- Teilmessungen, die nicht den sekundären Parametern entsprechen, landen im Behälter 6 (Secondary Parameter Failure BIN).

Am Binning Interface sind Steuerleitungen zur Ausgabe vorhanden, um Informationen über die Einordnung der gemessenen Bauelemente zu bekommen und um Statusabfragen der Messbrücke zu ermöglichen. Zum Starten der Messvorgänge ist ein Triggereingang vorhanden. Das Interface beinhaltet 8 Steuerleitungen für Durchlauf-Sortierfächer, Sortierfach für Ausfälle, allgemeines Sortierfach für Ausfälle, aktive Messung und Sortierfach-Daten. Die Steuerleitungen des Interfaces sind offene Kollektoren (Open Collectors)Ausgänge und spannungsfest bis zu 40 Volt. Der Triggereingang reagiert auf TTL-Pegel und löst bei fallenden Flanken aus. Er ist gegen Spannungen bis  $\pm 15$  Volt geschützt.

Weitere Informationen zum Binning Interface bezüglich PIN- und Jumper-Zuordnung ennehmen Sie bitte dem Handbuch der R&S®HO118.

## 9 Fernsteuerung

Die LCR Messbrücke R&S®HM8118 verfügt standardmäßig über eine galvanisch getrennte RS-232 und USB Schnittstelle (R&S®HO820). Optional ist eine GPIB-Schnittstelle (R&S®HO880) ab Werk verfügbar.

**Der Einbau oder das Nachrüsten einer R&S®HO820 / HO880 Schnittstelle wird ab Werk oder über den Service empfohlen, da das Messgerät geöffnet und das Garantiesiegel gebrochen werden muss.**

**Alle Daten- und Signalleitungen der Geräte sind galvanisch von der Masse getrennt.**

### 9.1 RS-232

Die RS-232 Schnittstelle ist als 9-polige D-SUB Buchse ausgeführt. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Messgeräteparameter von einem externen Gerät (DTE, z.B. einem PC mit einer Messsoftware) zur Messbrücke HM8118 (DCE) gesendet bzw. durch das externe Gerät ausgelesen werden. Ebenso können über die Schnittstelle Befehle gesendet und Messdaten ausgelesen werden. Eine Übersicht über die verfügbaren Befehle ist im Kapitel „Befehlsreferenz“ zu finden. Eine direkte Verbindung vom PC (serieller Port) zur RS-232 Schnittstelle der Messbrücke R&S®HM8118 kann über ein 9-poliges abgeschirmtes Kabel (1:1 beschaltet) hergestellt werden. Es dürfen nur abgeschirmte Kabel verwendet werden, die eine maximale Länge von 3m nicht erreichen.

#### RS-232 Pinbelegung (9 pol.)



- |   |  |
|---|--|
| 2 | Tx Data (Daten vom Messgerät zum PC)   |
| 3 | Rx Data (Daten vom PC zum Messgerät)   |
| 7 | CTS Sendebereitschaft  |
| 8 | RTS Empfangsbereitschaft   |
| 5 | Ground (Bezugspotential, über Messgerät (Schutzklasse 1) und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden) |

Abb. 9.1: Pinbelegung RS-232

Die Baudrate ist festgestzt auf 9600 Baud und kann nicht verändert werden. Der maximal zulässige Spannungshub an den TX, RX, RTS und CTS Anschlüssen beträgt  $\pm 12$  Volt. Die RS-232 Standardparameter für die Schnittstelle lauten:

- **8-N-1** (8 Datenbits, kein Paritätsbit, 1 Stopbit)
- RTS/CTS-Hardware-Protokoll: Keine.

## 9.2 USB / VCP

Am Interface befindet sich eine Buchse vom Typ B. Zur direkten Verbindung mit einem Hostcontroller oder indirekten Verbindung über einen USB-Hub wird ein USB-Kabel benötigt, das über einen Typ B Stecker auf der einen und über einen Typ A Stecker auf der anderen Seite verfügt. Das Messgerät muss nicht konfiguriert werden.

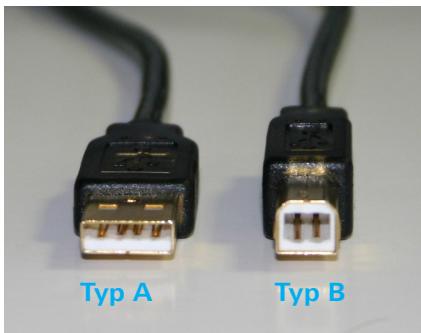


Abb. 9.2:  
Typ A und Typ B der  
USB-Schnittstelle

Die R&S®HO820 Treiber-ZIP-Datei enthält einen nativen USB und einen virtuellen COM Port Treiber. Bei der klassischen Variante des VCP (virtueller COM Port) kann der Anwender nach Installation der entsprechenden Windows-Treiber mit einem beliebigen Terminalprogramm über Remote-Kommandos mit dem Messgerät kommunizieren. Der aktuellste USB-(VCP)-Treiber kann kostenlos von der Rohde & Schwarz Webseite heruntergeladen und in ein entsprechendes Verzeichnis entpackt werden. Ist auf dem PC noch kein Treiber für die R&S®HM8118 Messbrücke vorhanden, meldet sich das Betriebssystem mit dem Hinweis „Neue Hardware gefunden“, nachdem die Verbindung zwischen dem Messgerät und dem PC hergestellt wurde. Außerdem wird der „Assistent für das Suchen neuer Hardware“ angezeigt. Nur dann ist die Installation des USB-Treibers erforderlich. Weitere Informationen zur USB-(VCP)-Treiberinstallation finden Sie in der Installationsanleitung innerhalb der Treiberdatei.

**Der R&S®HO820 USB-Treiber kann nur auf dem PC installiert werden, wenn folgende Grundvoraussetzungen erfüllt sind:**

1. Ein Messgerät mit eingebauter R&S®HO820 Schnittstelle.
2. Ein PC mit dem Betriebssystem Windows XP™, Vista™, Windows 7™, Windows 8™ oder Windows 10™ (32 oder 64 Bit).
3. Administratorrechte sind für die Installation des Treibers unbedingt erforderlich. Sollte eine Fehlermeldung bzgl. Schreibfehler erscheinen, ist im Regelfall das notwendige Recht für die Installation des Treibers nicht gegeben. In diesem Fall setzen Sie sich bitte mit Ihrer IT-Abteilung in Verbindung, um die notwendigen Rechte zu erhalten.

## 9.3 IEEE-488 (GPIB)

Die GPIB-Adresse wird an der GPIB-Schnittstelle auf der Geräterückseite eingestellt und mit einem GPIB-Kabel an den PC angeschlossen. Über das Kabel wird die Verbindung zu einem IEEE-488-Controller (Steuereinheit eines IEEE-488-Bussystems) hergestellt. Als IEEE-488-Controller kann ein PC dienen, der mit einer entsprechenden Steck-

karte ausgerüstet ist. Soll ein IEC-625-Kabel verwendet werden, ist ein passender Steckadapter erforderlich.

**Die optionale IEEE 488 Schnittstelle (GPIB) kann nur ab Werk eingebaut werden, da hierzu das Gerät geöffnet und das Garantiesiegel verletzt werden muss.**

Die R&S®HO880 Schnittstelle arbeitet im Device-Betrieb, d.h. es werden Befehle vom Controller empfangen, an das Messgerät übermittelt und die Signaldaten ggf. zum Controller gesendet. Einstellungen können nur vor dem Starten des Gerätes erfolgen, während des Betriebs ist dies nicht möglich. Technische Details und Adressierung der Schnittstelle ist im Manual der R&S®HO880 Schnittstelle beschrieben.

**Als GPIB-USB Adapter empfehlen wir die Verwendung eines National Instruments Adapters (NI-USB-GPIB HS).**

# 10 Befehlsreferenz

Die REMOTE/LOCAL-Taste leuchtet, wenn das Gerät über die Schnittstelle angesprochen wird (Remote Control). Um in die lokale Betriebsart (Local Control) zurückzukehren, ist die Taste REMOTE/LOCAL zu drücken, vorausgesetzt das Gerät ist nicht für lokale Bedienung über die Schnittstelle gesperrt (Local lockout). Ist die lokale Bedienung gesperrt, kann das Gerät nicht über die Tasten auf der Gerätevorderseite bedient werden.

**Für die R&S®HM8118 Messbrücke ist keine Remote PC Software verfügbar. Die unterstützten Befehle können in jegliche Softwareumgebungen eingebettet werden, die in der Lage sind, ein ASCII Zeichen zu senden.**

## 10.1 Aufbau der Befehlsstruktur

Eine Syntax mit vier Buchstaben in einer Befehlskette spezifiziert je einen Befehl. Der Rest der Befehlskette besteht aus Parametern (Variablen). Mehrfache Parameter in einer Befehlskette werden durch Kommata getrennt. Die Parameter, die in Klammern {} gesetzt dargestellt sind, können optional verwendet oder abgefragt werden, während die nicht in Klammern gesetzten Parameter angefordert bzw. abgefragt werden. Befehle, die abgefragt werden können, haben ein Fragezeichen in Klammern (?) nach der Syntax. Befehle, die nur abgefragt werden können, haben ein Fragezeichen ? nach der Syntax. Senden Sie nicht () oder {} als Teil eines Befehls. Einige Variablen müssen in der ganzen Zahl, andere in Gleitkomma oder exponentieller Form ausgedrückt werden. Die Variablen i und j sind normalerweise ganzzahlige Werte, während die Variable x eine reale Zahl ist.

**Zur Vermeidung von Kommunikationsfehlern wird empfohlen, auf eine Verkettung mehrerer Befehle zu verzichten. Jedes Remote Kommando wird mit CR (Carriage Return) oder CR+LF (Carriage Return + Line Feed) abgeschlossen (kein LF einzeln).**

## 10.2 Unterstützte Befehls- und Datenformate

**Die R&S®HM8118 Messbrücke unterstützt keine parallele Abarbeitung von Befehlen.**

### \*IDN?

Mit dem Abfragebefehl \*IDN? wird der Identifikationsstring der Messbrücke R&S®HM8118 abgefragt. Die abgefragte Zeichenkette besitzt das folgende Format:

HAMEG Instruments,<Gerätetyp>,<Seriennummer>,<Firmware>  
(Beispiel: HAMEG Instruments, HM8118,013206727,1.54).

### \*RST

Der \*RST Befehl stellt alle Messgeräteparameter der Messbrücke auf Werkseinstellung zurück (Reset).

### \*OPC?

Der Abfragebefehl \*OPC? (= Operation Complete) wird verwendet, um den Ablauf einer Messung zu synchronisieren. Die \*OPC? Abfrage liefert den Wert 1 zurück, wenn alle Messwerte eines Messablaufs vollständig vom Messgerät erfasst wurden und das Gerät wieder messbereit ist.

### \*WAI

Der Befehl \*WAI ist ein Synchronisierungsbefehl, der jeden weiteren Befehl vor der Ausführung anhält, bis alle laufenden Messungen beendet sind. Die Befehle STRT gefolgt von \*WAI und XALL? würden eine Messung beginnen, die die Verarbeitung weiterer Befehle jedoch so lange blockieren, bis die Messung beendet ist. Der Befehl XALL? gibt das Messergebnis aus.

### \*SAV i

Der \*SAV Befehl speichert die aktuellen Messgeräteparameter in dem Speicherplatz i ab. Die Speicherplätze von 0 bis 9 können ausgewählt werden. Das Messgerät startet immer mit den Parametern, die in Speicherplatz 0 gespeichert sind.

### \*RCL i

Der \*RCL Befehl ruft die gespeicherten Messgerätekonfiguration i auf und verwendet diese als aktuelle Einstellung. Die Speicherplätze von 0 bis 9 können ausgewählt werden. Sind die gespeicherten Einstellungen (Messgeräteparameter) unvollständig oder noch nicht gespeichert wurden (z.B. bei einem leeren Speicherplatz), wird bei der Ausführung des Befehls eine Fehlermeldung ausgegeben. Der Befehl \*RCL 9 setzt alle Messgeräteparameter auf die Werkseinstellung zurück.

### LOCK 1

Mit dem Befehl LOCK 1 kann die Gerätefrontbedienung gesperrt werden. Die Sperrung kann durch Druck auf die REMOTE Taste oder mit dem Befehl LOCK 0 wieder aufgehoben werden.

### LOCK 0

Mit dem Befehl LOCK 0 kann eine bestehende Gerätesperzung wieder aufgehoben werden.

### \$STL(?) {i}

Der \$STL Befehl setzt die Triggerverzögerungszeit (DELAY) auf i Millisekunden. Die Triggerverzögerungszeit i kann im Bereich von 0ms bis 40000ms eingestellt werden. Der Abfragebefehl \$STL? fragt die gesetzte Triggerverzögerungszeit ab.

### AVGM(?) {i}

Der AVGM Befehl aktiviert bzw. deaktiviert die Mittelwertberechnung (AVG). Ist die Funktion Mittelwert AVG aktiviert ist, so wird aus mehreren Einzelmessungen entsprechend der eingestellten Periode ein Mittelwert gebildet. Mit i=0 wird die Mittelwertberechnung deaktiviert (NONE), mit i=2 wird die Mittelwertberechnung auf MED gesetzt. Die Einstellung MED (mittel) ist ein mittlerer Berechnungsmodus.

dus. Die Messbrücke R&S<sup>®</sup>HM8118 führt hierbei 6 Messungen nacheinander durch, verwirft die niedrigsten und höchsten Messwerte und bildet einen Mittelwert auf Basis der vier verbleibenden Messungen. Diese Art der Mittelwertbildung blendet einzelne falsche Messungen aus. Ist die Mittelwertberechnung auf i=1 gesetzt, so kann mit dem Befehl NAVG die Anzahl der Messwerte gewählt werden, die zur Mittelwertberechnung verwendet werden sollen. Der Abfragebefehl AVGM? fragt den Status der Mittelwertberechnung ab.

#### **NAVG(?) {i}**

Ist die Mittelwertberechnung über den Befehl AVGM auf i=1 gesetzt, so kann mit dem NAVG Befehl die Anzahl der Messwerte, die zur Mittelwertberechnung verwendet werden sollen, im Bereich von 2 bis 99 eingestellt werden. Der Abfragebefehl NAVG? fragt die Anzahl der Messwerte, die zur Mittelwertberechnung verwendet werden sollen, ab.

**Für Messungen mit Vorstrom oder externer Vorspannung muss die Konstantspannung (Funktion CST V) eingeschaltet sein.**

#### **VBIA(?) {x}**

Der VBIA Befehl setzt die eine interne DC Vorspannung im Bereich von 0V bis 5V. Dieser Befehl gibt eine Fehlermeldung (ERROR) zurück, wenn sich das HM8118 nicht in einem für Vorspannung geeigneten Messmodus C-D, C-R, R-X oder Z-Θ befindet. Mit dem Befehl BIAS 1 (= intern) wird die zuvor mit VBIA gesetzte Vorspannung aktiviert und auf dem Display angezeigt. Der Abfragebefehl VBIA? fragt den aktuellen Wert der anliegenden DC Vorspannung ab.

#### **IBIA(?) {x}**

Der IBIA Befehl definiert den DC Vorstrom im Bereich von 0.001A bis 0.200A. Dieser Befehl gibt eine Fehlermeldung (ERROR) zurück, wenn das R&S<sup>®</sup>HM8118 nicht auf Induktivitätsmessung oder Transformatormessung eingestellt ist (L-Q, L-R, N-Θ oder M). Mit dem Befehl BIAS 1 (= intern) wird die zuvor mit IBIA gesetzte Vorstrom aktiviert und auf dem Display angezeigt. Der Abfragebefehl IBIA? fragt den aktuellen DC Vorstrom ab.

**Die Fehlermeldung „DCR too high“ bedeutet, dass der geschlossene Prüfling einen zu hohen Widerstand für den eingesetzten Vorstrom aufweist. In diesem Fall kann der Vorstrom nicht aktiviert werden.**

#### **BIAS(?) {i}**

Der BIAS Befehl aktiviert bzw. deaktiviert die im R&S<sup>®</sup>HM8118 definierte DC Vorspannung bzw. den DC Vorstrom. Mit i=0 wird die mit VBIA gewählte DC Vorspannung bzw. der mit IBIA gewählte DC Vorstrom deaktiviert, mit i=1 wird der interne BIAS aktiviert und der zuvor mit VBIA bzw. IBIA gewählte Wert auf dem Display angezeigt. Mit i=2 wird der externe BIAS gewählt, welcher nur bei DC Vorspannung möglich ist. Die interne BIAS Vorspannung kann nur ausgewählt werden, wenn sich das Gerät in einer dafür vorgesehenen Messfunktion befindet (siehe VBIA

Befehl). Der interne BIAS Vorstrom kann nur ausgewählt werden, wenn sich das Gerät in einer dafür vorgesehenen Messfunktion befindet (siehe IBIA Befehl). Analog dazu verhält sich die externe BIAS Funktion. Der Abfragebefehl BIAS? fragt den aktuellen BIAS Status ab.

#### **CIRC(?) {i}**

Mit dem CIRC Befehl wird die Schaltungsart des Ersatzschaltbildes (Messstromkreis) gewählt. Standardmäßig ist die automatische Schaltungsart (i=2) gewählt. Mit i=0 wird dagegen die Reihenschaltung, mit i=1 die Parallelschaltung des Ersatzschaltbildes gesetzt. Der Abfragebefehl CIRC? fragt den aktuellen Status der Ersatzschaltbildeinstellung ab.

#### **CONV(?) {i}**

Der CONV Befehl aktiviert (i=1) oder deaktiviert (i=0) die Konstantspannung (Funktion CST V). Der Abfragebefehl CONV? fragt den aktuelle Status der Konstantspannung ab.

#### **FREQ(?) {x}**

Mit dem FREQ Befehl kann die Messfrequenz in Hz gewählt werden. Die 69 möglichen Messfrequenzstufen sind wie folgt:

| Messfrequenzen |       |        |        |       |        |  |
|----------------|-------|--------|--------|-------|--------|--|
| 20Hz           | 90Hz  | 500Hz  | 2,5kHz | 12kHz | 72kHz  |  |
| 24Hz           | 100Hz | 600Hz  | 3,0kHz | 15kHz | 75kHz  |  |
| 25Hz           | 120Hz | 720Hz  | 3,6kHz | 18kHz | 80kHz  |  |
| 30Hz           | 150Hz | 750Hz  | 4,0kHz | 20kHz | 90kHz  |  |
| 36Hz           | 180Hz | 800Hz  | 4,5kHz | 24kHz | 100kHz |  |
| 40Hz           | 200Hz | 900Hz  | 5,0kHz | 25kHz | 120kHz |  |
| 45Hz           | 240Hz | 1,0kHz | 6,0kHz | 30kHz | 150kHz |  |
| 50Hz           | 250Hz | 1,2kHz | 7,2kHz | 36kHz | 180kHz |  |
| 60Hz           | 300Hz | 1,5kHz | 7,5kHz | 40kHz | 200kHz |  |
| 72Hz           | 360Hz | 1,8kHz | 8,0kHz | 45kHz |        |  |
| 75Hz           | 400Hz | 2,0kHz | 9,0kHz | 50kHz |        |  |
| 80Hz           | 450Hz | 2,4kHz | 10kHz  | 60kHz |        |  |

Der Abfragebefehl FREQ? fragt die eingestellte Messfrequenz in Hz ab.

#### **MMOD(?) {i}**

Mit dem MMOD Befehl wird die Triggerart gewählt. Mit i=0 wird der kontinuierliche Trigger gewählt, d.h. eine neue Messung wird automatisch am Ende einer vorhergehenden Messung durchgeführt. Mit i=1 wird der manuelle Trigger (TGM) gewählt. Hierbei wird erste eine Messung durchgeführt, nachdem der Befehl \*TRG gesendet wurde. Mit i=2 wird der externe Trigger (TGE) gewählt. Eine Messung wird zu dem Zeitpunkt durchgeführt, an dem eine steigende Flanke am externen Triggereingang anliegt (TTL Pegel +5V). Der Abfragebefehl MMOD? fragt den aktuellen Status der Triggerung ab.

**Zeigt das Messgerät einen leeren Bildschirm (bzw. Striche „---“) ohne Messwerte, so wurde noch kein Triggerereignis / keine Messung ausgelöst oder die gewählte Messfunktion ist falsch gewählt.**

**\*TRG / STRT**

Der \*TRG oder STRT Befehl startet eine Messung, wenn zuvor die manuelle Triggerbetriebsart gewählt wurde (siehe MMOD).

**RATE(?) {i}**

Der RATE Befehl stellt die Messgeschwindigkeit (Funktion SPD) in den Stufen FAST (i=0), MED (i=1) oder SLOW (i=2) ein. Die Anzahl der Messungen bei kontinuierlicher Triggierung (CONT) betragen etwa 1,5 pro Sekunde bei SLOW, 8 pro Sekunde bei MED oder 14 pro Sekunde bei FAST. Der Abfragebefehl RATE? fragt die eingestellte Messgeschwindigkeit ab.

**RNGE(?) {i}**

Der RNGE Befehl setzt den Messbereich und den zugehörigen Quellwiderstand:

- i = 1: Bereich 1 und 25Ω;
- i = 2: Bereich 2 und 25Ω;
- i = 3: Bereich 3 und 400Ω;
- i = 4: Bereich 4 und 6,4kΩ;
- i = 5: Bereich 5 und 100kΩ;
- i = 6: Bereich 6 und 100kΩ.

Der Abfragebefehl RNGE? fragt den gewählten Messbereich ab.

**RNGH(?) {i}**

Der RNGH Befehl deaktiviert (i=0) oder aktiviert (i=1) die manuelle Messbereichswahl. Wenn die manuelle Messbereichswahl deaktiviert ist, ist die automatische Messbereichswahl im R&S®HM8118 aktiviert (AUTO). Der Abfragebefehl RNGH? fragt den Status der manuellen Messbereichswahl ab.

**PMOD(?) {i}**

Mit dem PMOD Befehl und dem Parameter i wird die Messfunktion ausgewählt:

- i=0 : AUTO
- i=1 : L-Q
- i=2 : L-R
- i=3 : C-D
- i=4 : C-R
- i=5 : R-Q
- i=6 : Z-Θ
- i=7 : Y+Θ
- i=8 : R+X
- i=9 : G+B
- i=10 : N+Θ
- i=11 : M

Der Abfragebefehl PMOD? fragt die ausgewählte Messfunktion ab.

**Relativmessungen und Messungen mit eingebautem Binning Interface sind nicht bei automatischer Messbereichswahl möglich.**

**VOLT(?) {x}**

Der VOLT Befehl setzt die Messspannung auf x Volt. Für x können Werte von 0.05V bis 1.5V angegeben werden.

Zwischenwerte werden zum nächsten Wert um 0.01 V gerundet. Der Abfragebefehl VOLT? fragt die eingestellte Messspannung ab.

**OUTP(?) {i}**

Der OUTP Befehl setzt die Hauptmesswertanzeige der Messwerte auf

- Normal** (i=0),
- relative Messwertabweichung %** (i=1) oder
- absolute Messwertabweichung** (i=2).

Der Abfragebefehl OUTP? fragt den Status der Hauptmesswertanzeige ab.

**PREL(?) {x}**

Der PREL Befehl setzt mit dem Parameter x die relative Messwertabweichung (REF\_M) der Hauptmesswertanzeige, wenn zuvor die Messwertabweichung der Hauptmesswertanzeige mit dem Befehl OUTP 1 oder OUTP 2 aktiviert wurde (DEV\_M). Der PREL Befehl erzeugt eine Fehlermeldung (ERROR), wenn beim HM8118 die automatische Messbereichswahl (AUTO) eingeschaltet ist. Die Einheit von x ist:

- |                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| <b>Ohm:</b>     | Bei R+Q, Z+Θ und R+X Messungen, |
| <b>Henry:</b>   | Bei L+Q, L+R und M Messungen,   |
| <b>Farad:</b>   | Bei C+D und C+R Messungen und   |
| <b>Siemens:</b> | Bei Y+Θ und G+B Messungen.      |

Der Abfragebefehl PREL? fragt den eingestellten Wert der relativen Messwertabweichung (REF\_M) der Hauptmesswertanzeige ab.

**OUTS(?) {i}**

Der OUTS Befehl setzt die Nebenmesswertanzeige der Messwerte auf

- Normal** (i=0),
- relative Messwertabweichung %** (i=1) oder
- absolute Messwertabweichung** (i=2).

Der Abfragebefehl OUTS? fragt den Status der Nebenmesswertanzeige ab.

**SREL(?) {x}**

Der SREL Befehl setzt mit dem Parameter x relative Messwertabweichung der Nebenmesswertanzeige (REF\_S), wenn zuvor die Messwertabweichung der Nebenmesswertanzeige mit dem Befehl OUTS 1 oder OUTS 2 aktiviert wurde (DEV\_S). Dieser Befehl erzeugt eine Fehlermeldung (ERROR), wenn bei dem R&S®HM8118 die automatische Messbereichswahl (AUTO) oder die M Messung (durch gegenseitige induktive Beeinflussung) eingeschaltet ist. Die Einheit von x ist:

- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <b>Ohm:</b>          | Bei L+R, C+R und R+X Messungen,    |
| <b>Grad:</b>         | Bei Z+Θ, Y+Θ und N+Θ Messungen und |
| <b>ohne Einheit:</b> | Bei allen anderen Messungen.       |

Der Abfragebefehl SREL? fragt den eingestellten Wert der relativen Messwertabweichung (REF\_S) der Nebenmesswertanzeige ab.

**CALL 0**

Der CALL 0 Befehl stellt die Messbrücke so ein, dass mit dem nachfolgenden Befehl (CROP oder CRSH) ein Leerlauf- bzw. Kurzschlussabgleich für die derzeit am Gerät eingestellte Frequenz durchgeführt wird. Erst nach dem Senden von CROP oder CRSH wird ein Abgleich durchgeführt.

**CALL 1**

Der CALL 1 Befehl stellt die Messbrücke so ein, dass mit dem nachfolgenden Befehl (CROP oder CRSH) ein Leerlauf- bzw. Kurzschlussabgleich über alle 69 Testfrequenzen durchgeführt wird. Erst nach dem Senden von CROP oder CRSH wird ein Abgleich durchgeführt.

**CROP**

Der CROP Befehl führt einen Leerlaufabgleich durch. Das HM8118 meldet nach dem Abgleich automatisch einen Erfolg mit 0 oder ein Scheitern mit -1.

**CRSH**

Der CRSH Befehl führt einen Kurzschlussabgleich durch. Das HM8118 meldet nach dem Abgleich automatisch einen Erfolg mit 0 oder ein Scheitern mit -1.

**XALL?**

Der Abfragebefehl XALL? fragt die Messwerte der Hauptmesswertanzeige, der Nebenmesswertanzeige und die Anzahl der Sortierfächer ab. Die Messwerte werden durch Kommata getrennt ausgegeben. Ist das Binning Interface nicht aktiviert / nicht eingebaut oder ist die aktuelle Messung ungültig, so wird der Sortierfächerwert 99 ausgegeben.

**XMAJ?**

Der Abfragebefehl XMAJ? fragt den Messwert der Hauptmesswertanzeige ab. Ist die Messwertanzeige auf Prozentabweichung eingestellt und der nominale Messwert „0“, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

**XMIN?**

Der Abfragebefehl XMIN? fragt den Messwert der Nebenmesswertanzeige ab. Ist die Messwertanzeige auf Prozentabweichung eingestellt und der nominale Messwert „0“, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

**XDLT?**

Der Abfragebefehl XDLT? fragt die absolute Abweichung zwischen dem Messwert und dem nominalen Messwert ab (siehe auch PREL Befehl). Ist die automatische Messbetriebsart (AUTO) eingestellt, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

**XDMT?**

Der Abfragebefehl XDMT? fragt die relative Abweichung zwischen dem Messwert und dem nominalen Messwert ab (siehe auch PREL Befehl). Ist der nominale Messwert „0“ oder die automatische Messbetriebsart (AUTO) gewählt, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

**10.3 Befehlsliste Binning Interface**

**(nur bei eingebauten Binning Interface R&S®HO118)**

**XBIN?**

Der Abfragebefehl XBIN? fragt die Anzahl der Sortierfächer der aktuellen Messung ab. Ist das Binning Interface nicht eingeschaltet / nicht aktiviert oder die aktuelle Messung ungültig, so wird der Sortierfächerwert 99 ausgegeben.

**BBUZ(?) i**

Der BBUZ Befehl aktiviert (i=1) oder deaktiviert (i=0) die Alarmfunktion des Binning Interfaces. Der Abfragebefehl BBUZ? fragt den aktuellen Status der Alarmfunktion ab.

**BCLR**

Der BCLR Befehl löscht die Nennwerte und Grenzwerte für alle Sortierfächer. Ebenso wird durch den BCLR Befehl das Binning Interface deaktiviert.

**BING(?) {i}**

Der BING-Befehl sperrt (i=0) und ermöglicht (i=1) das Binning. Wenn kein Sortierfach geöffnet oder wenn am HM8118 die Messbetriebsart „AUTO“ eingestellt ist, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

**BLIH j,(?) {x}**

Der BLIH Befehl setzt den oberen Grenzwert (i = 0) eines Sortierfachs j auf x % im Bereich zwischen 0 und 7. Der Abfragebefehl BLIH? fragt den oberen Grenzwert (i = 0) des Sortierfachs j ab.

**BLIL j,(?) {x}**

Der BLIL Befehl setzt den unteren Grenzwert (i = 1) eines Sortierfachs j x % im Bereich zwischen 0 und 7. Der untere Grenzwert muss kleiner oder gleich dem oberen Grenzwert sein. Wenn kein unterer Grenzwert eingestellt ist, verwendet das HM8118 den negativen Wert des oberen Grenzwerts als unteren Grenzwert. Der Abfragebefehl BLIL? fragt den unteren Grenzwert (i = 1) des Sortierfachs j ab.

**BNOM i,(?) {x}**

Der BNOM Befehlssatz setzt den Nennwert des Sortierfachs i auf den Wert x. Der Wert i kann im Bereich zwischen 0 und 8 liegen (Sortierfach 8 ist das QDR Sortierfach für Ausfälle). Wenn kein Nennwert für ein Sortierfach eingestellt wird, verwendet das HM8118 den Nennwert des folgenden am niedrigsten nummerierten Sortierfachs mit einem Nennwert von ungleich 0 (mehrere Sortierfächer können den gleichen Nennwert haben, ohne dass ein Wert für jedes Sortierfach eingetragen ist). Das am niedrigsten nummerierte, aktive Sortierfach muss einen eingesetzten Nennwert haben. Das Sortierfach 0 muss immer eingestellt sein, damit das Binning funktioniert. Der Abfragebefehl BNOM? fragt den Nennwert für das Sortierfach i ab.

# 11 Technische Daten

## 200kHz LCR-Messbrücke R&S®HM8118

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

### Bedingungen

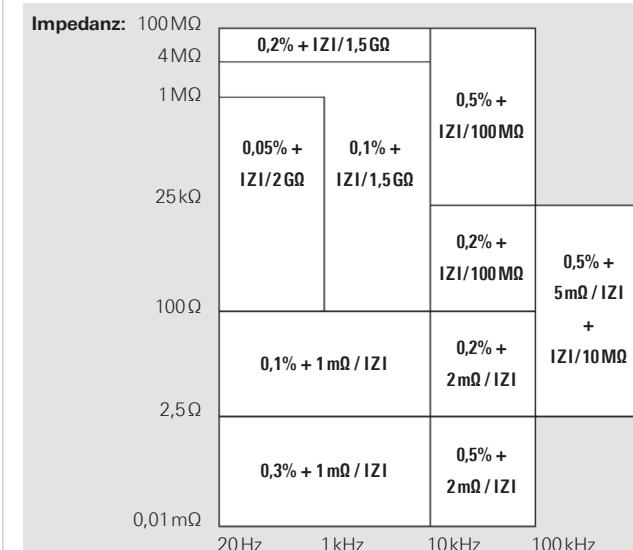
|  |      |
|--|------|
| Testsignalspannung                             | 1V   |
| Leerlauf- und Kurzschlussabgleich durchgeführt |      |
| Messzeit                                       | SLOW |

### Anzeige

|                      |   |
|----------------------|---|
| Messbare Kenngrößen  | Auto, L-Q, L-R, C-D, C-R, R-Q, Z-Θ, Y-Θ, R-X, G-B, N-Θ, M |
| Schaltungsart        | Auto, Seriell oder Parallel                               |
| Angezeigte Parameter | Wert, absolute Abweichung oder prozentuale Abweichung %   |
| Mittelwertbildung    | 2...99 Messungen  |

### Genauigkeit

|                 |   |
|-----------------|---|
| Primärparameter | Grundgenauigkeit (Testspannung: 1,0V, Messmodus SLOW/MEDIUM, Messbereichsautomatik AUTO, Konstantspannung OFF, Vorspannung AUS). Für hohe Messgeschwindigkeit FAST gelten die doppelten Werte der Grundgenauigkeit. |
|-----------------|---|



### Sekundärparameter

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| Grundgenauigkeit D, Q | ±0,0001 bei f = 1 kHz |
| Phasenwinkel          | ±0,005° bei f = 1 kHz |

### Messbereiche

|          |                     |
|----------|---------------------|
| Z , R, X | 0,01 mΩ bis 100 MΩ  |
| Y , G, B | 10nS bis 1.000S     |
| C        | 0,01 pF bis 100 mF  |
| L        | 10nH bis 100 kH     |
| D        | 0,0001 bis 9,9999   |
| Q        | 0,1 bis 9.999,9     |
| θ        | -180° bis +180°     |
| Δ        | -999,99 bis 999,99% |
| M        | 1 μH bis 100 H      |
| N        | 0,95 bis 500        |

### Messparameter und -funktionen

|                     |   |
|---------------------|---|
| Messfrequenzbereich | 20Hz bis 200kHz (69 Stufen)                 |
| Frequenzgenauigkeit | ±100 ppm                                    |
| AC Testsignalpegel  | 50mV <sub>eff</sub> bis 1,5V <sub>eff</sub> |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Auflösung                | 10mV <sub>eff</sub>   |
| Pegelgenauigkeit         | ±(5% + 5mV)   |
| Interne Bias-Spannung    | 0V <sub>DC</sub> bis +5,00V <sub>DC</sub>   |
| Auflösung                | 10mV  |
| Externe Biasspannung     | 0V <sub>DC</sub> bis +40V <sub>DC</sub> (Sicherung 0,5A)                                      |
| Interner Biasstrom       | 0mA bis +200mA  |
| Auflösung                | 1mA   |
| Bereichswahl             | Auto und Hold   |
| Trigger                  | Kontinuierlich, manuell oder extern über Schnittstelle, Handler Interface oder Triggereingang |
| Trigger Verzögerungszeit | 0ms bis 999ms in 1 ms Stufen  |
| Messzeit (f ≥ 1 kHz)     |   |
| FAST                     | 70ms  |
| MEDIUM                   | 125ms   |
| SLOW                     | 0,7s  |

|   |   |
|---|---|
| Verschiedenes                               |   |
| Testsignalpegelanzeige                      | Spannung, Strom   |
| Abgleich                                    | Leerlauf, Kurzschluss, Anpassung  |
| Save/Recall                                 | 9 Geräteeinstellungen   |
| Eingangsschutz                              | $V_{max} < \sqrt{2/C}$ @ $V_{max} < 200V$ , C in Farad (1 Joule gespeicherte Energie) |
| Guarding für niedrige Spannungen und Ströme | Erde, Driven Guard oder Auto (abgesichert)  |
| Konstantspannungsbetrieb (25Ω Quelle)       |   |
| Temperaturdrift R, L oder C                 | ±5ppm/°C  |
| Schnittstelle                               | Dual-Schnittstelle USB/RS-232 (R&S®HO820), optional R&S®HO880 IEEE-488 (GPIB)         |
| Schutzart                                   | Schutzklasse I (EN61010-1)  |
| Netzanschluss                               | 110V bis 230V ±10%, 50...60Hz, CAT II   |
| Leistungsaufnahme                           | ca. 20W   |
| Arbeitstemperatur                           | +5°C bis +40°C  |
| Lagertemperatur                             | -20°C bis +70°C   |
| Rel. Luftfeuchtigkeit                       | 5% bis 80% (ohne Kondensation)  |
| Abmessungen (B x H x T)                     | 285 x 75 x 365 mm   |
| Gewicht                                     | ca. 4kg   |

**Im Lieferumfang enthalten:** Netzkabel, Bedienungsanleitung, R&S®HZ184 4-Draht-Kelvin-Messkabel, R&S®HZ188 4-Draht-SMD-Testadapter

### Empfohlenes Zubehör:

|           |  |
|-----------|--|
| R&S®HO118 | Binning Interface                                  |
| R&S®HO880 | IEEE-488 (GPIB) Schnittstelle, galvanisch getrennt |
| R&S®HZ42  | 19" Einbausatz 2HE                                 |
| R&S®HZ72  | IEEE-488 (GPIB) Schnittstellenkabel 2 m            |
| R&S®HZ181 | 4-Draht-Testadapter inkl. Kurzschlussplatte        |
| R&S®HZ186 | 4-Draht-Transformator-Messkabel                    |



## DECLARATION OF CONFORMITY

HAMEG Instruments GmbH  
Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product:

**Product name:** Programmable LCR-Bridge  
**Type:** HM8118  
**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  
EN 61000-6-3: 11/2012

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:

#### 1. 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 3m 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 is suitable.

#### 2. 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 1m 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.

#### 3. 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.

# Content

|  |           |  |           |
|--|-----------|--|-----------|
| <b>General remarks regarding the CE marking . . . . .</b>          | <b>38</b> |  |           |
| <b>1 Important Notes . . . . .</b>                                 | <b>40</b> |  |           |
| 1.1 Symbols . . . . .  | 40        | 7.1.5 Measurement Speed SPD . . . . .  | 54        |
| 1.2 Unpacking . . . . .  | 40        | 7.1.6 Triggering TRIG . . . . .  | 55        |
| 1.3 Setting Up the Instrument . . . . .                            | 40        | 7.1.7 DELAY Function . . . . .   | 55        |
| 1.4 Safety . . . . .   | 40        | 7.1.8 Average Value AVG . . . . .  | 55        |
| 1.5 Intended Operation . . . . .                                   | 40        | 7.1.9 Display of Test Signal Level Vm (Measurement<br>Voltage) / Im (Measurement Current): . . . . . | 55        |
| 1.6 Ambient Conditions . . . . .                                   | 41        | 7.1.10 Guarding GUARD . . . . .  | 55        |
| 1.7 Warranty and Repair . . . . .                                  | 41        | 7.1.11 Deviation DEV_M . . . . .   | 56        |
| 1.8 Maintenance . . . . .  | 41        | 7.1.12 Reference REF_M . . . . .   | 56        |
| 1.9 Line fuse . . . . .  | 41        | 7.1.13 Deviation DEV_S . . . . .   | 56        |
| 1.10 Power switch . . . . .  | 41        | 7.1.14 Reference REF_S . . . . .   | 56        |
| 1.11 Batteries and Rechargeable Batteries/Cells . . . . .          | 41        | 7.1.15 CONSTANT VOLTAGE CST V . . . . .  | 56        |
| 1.12 Product Disposal . . . . .                                    | 42        | 7.2 CORR Menu . . . . .  | 57        |
| <b>2 Description of the Operating Elements . . . . .</b>           | <b>43</b> | 7.2.1 Compensation . . . . .   | 57        |
| <b>3 Introduction . . . . .</b>                                    | <b>45</b> | 7.2.2 NUM . . . . .  | 57        |
| 3.1 Requirements . . . . .   | 45        | 7.2.3 Measurement Frequency FRQ . . . . .  | 57        |
| 3.2 Measurement of a capacitor . . . . .                           | 45        | 7.2.4 FUNC Function . . . . .  | 58        |
| 3.3 Measurement of an inductor . . . . .                           | 45        | 7.2.5 Correction Factors LOADM / LOADS . . . . .   | 58        |
| <b>4 First-Time Operation . . . . .</b>                            | <b>46</b> | 7.3 Menu Function SYST . . . . .   | 58        |
| 4.1 Connecting the instrument . . . . .                            | 46        | 7.3.1 CONTRAST Function . . . . .  | 58        |
| 4.2 Turning on the instrument . . . . .                            | 46        | 7.3.2 Acoustic key signal KEY BEEP . . . . .   | 59        |
| 3.4 Measurement of a resistor . . . . .                            | 46        | 7.3.3 TALK ONLY . . . . .  | 59        |
| 4.3 Line frequency . . . . .                                       | 47        | 7.3.4 Data Transfer Speed BAUDS . . . . .  | 59        |
| 4.4 Measurement Principle . . . . .                                | 47        | 7.3.5 Line Frequency MAINS FRQ . . . . .   | 59        |
| 4.5 Measurement Accuracy . . . . .                                 | 48        | 7.3.6 Instrument Information INFO . . . . .  | 59        |
| 4.5.1 Example of determining the measurement<br>accuracy . . . . . | 48        | 7.4 Saving / Loading of Settings . . . . .   | 59        |
| <b>5 Setting of Parameters . . . . .</b>                           | <b>49</b> | 7.5 Factory Settings . . . . .   | 59        |
| 5.1 Selecting Values /Parameters . . . . .                         | 49        | <b>8 Measuring Equipment . . . . .</b>   | <b>60</b> |
| 5.1.1 Knob with Arrow Keys . . . . .                               | 49        | 8.1 4-Wire Test Adapter R&S®HZ181 . . . . .  | 60        |
| 5.1.2 Numeric Keypad . . . . .                                     | 49        | 8.1.1 Compensation R&S®HZ181 . . . . .   | 60        |
| <b>6 Measurement Value Display . . . . .</b>                       | <b>50</b> | 8.2 Kelvin-Test Lead R&S®HZ184 . . . . .   | 61        |
| 6.1 Relative Measurement Value Deviation $\Delta$ % (#, %) .       | 50        | 8.2.1 Compensation R&S®HZ184 . . . . .   | 61        |
| 6.2 Absolute Measurement Value Deviation $\Delta$ ABS (#) .        | 50        | 8.3 4-wire Transformer Test Lead R&S®HZ186 . . . . .   | 61        |
| 5.2 Selecting the Measurement Function . . . . .                   | 50        | 8.3.1 Compensation R&S®HZ186 . . . . .   | 62        |
| 6.3 Reference Value (REF_M, REF_S) . . . . .                       | 51        | 8.3.2 Transformer Measurement . . . . .  | 62        |
| 6.4 Selecting the Measurement Range . . . . .                      | 51        | 8.3.3 Mutual Inductance . . . . .  | 62        |
| 6.4.1 Automatic range selection (AUTO) . . . . .                   | 51        | 8.3.4 Determining the Leakage Inductance . . . . .   | 63        |
| 6.4.2 Manual Measurement Range Selection . . . . .                 | 51        | 8.4 4-Wire SMD Test Adapter R&S®HZ188 . . . . .  | 63        |
| 6.5 Circuit Type . . . . .   | 52        | 8.4.1 Compensation R&S®HZ188 . . . . .   | 64        |
| <b>7 Instrument Functions . . . . .</b>                            | <b>52</b> | 8.5 Sorting Components with Option R&S®HO118<br>Binning Interface . . . . .                          | 64        |
| 7.1 SETUP Menu . . . . .   | 52        | 8.5.1 R&S®HO118 Circuit . . . . .  | 64        |
| 7.1.1 Measurement Frequency FRQ . . . . .                          | 52        | 8.5.2 R&S®HO118 Description . . . . .  | 65        |
| 7.1.2 Voltage LEV . . . . .  | 53        | 8.5.3 Sorting Bin Preferences (BINs) . . . . .   | 65        |
| 7.1.3 Preload/ Bias Current BIAS . . . . .                         | 53        | 8.5.4 Binning Example . . . . .  | 66        |
| 7.1.4 Measurement Range RNG . . . . .                              | 54        | <b>9 Remote Control . . . . .</b>  | <b>66</b> |
|  |           | 9.1 RS-232 . . . . .   | 66        |
|  |           | 9.2 USB / VCP . . . . .  | 67        |
|  |           | 9.3 IEEE-488 (GPIB) . . . . .  | 67        |
|  |           | <b>10 Command Reference . . . . .</b>  | <b>68</b> |
|  |           | 10.1 Setting Up the Command Structure . . . . .  | 68        |
|  |           | 10.2 Supported Command and Data Formats . . . . .  | 68        |
|  |           | 10.3 Command List Binning Interface . . . . .  | 71        |
|  |           | <b>11 Technical Data . . . . .</b>   | <b>72</b> |

# 1 Important Notes

## 1.1 Symbols



Symbol 1: Caution, general danger zone –  
Refer to product documentation

Symbol 2: Risk of electric shock

Symbol 3: Ground terminal

## 1.2 Unpacking

While unpacking, check the package contents for completeness (measuring instrument, power cable, product CD, possibly optional accessories). After unpacking, check the instrument for mechanical damage occurred during transport and for loose parts inside. In case of transport damage, please inform the supplier immediately. The instrument must not be operated in this case.

## 1.3 Setting Up the Instrument

Two positions are possible: .

Fig. 1

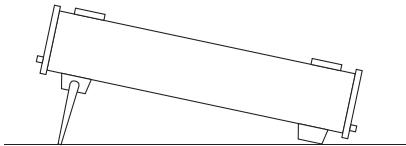
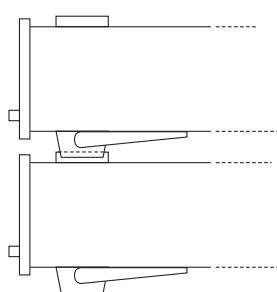


Fig. 2



Fig. 3



According to Fig. 1 the front feet are folded down and are used to lift the instrument so its front points slightly upward (approx. 10 degrees). If the feet are not used (Fig. 2) the instrument can be stacked safely with many other HAMEG instruments. In case several instruments are stacked (Fig. 3) 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 Safety

This instrument was built in compliance with VDE 0411 part 1, safety regulations for electrical measuring instruments, control units and laboratory equipment. It has been tested and shipped from the plant in safe condition. It is in compliance with the regulations of the European standard EN 61010-1 and the international standard IEC 61010-1. To maintain this condition and to ensure safe operation, the user must observe all instructions and warnings given in this operating manual. Casing, chassis and all measuring ports are connected to a protective earth conductor. The instrument is designed in compliance with the regulations of protection class 0.



**It is prohibited to disconnect the earthed protective connection inside or outside the instrument!**

For safety reasons, the instrument may only be operated with authorized safety sockets. The power cord must be plugged in before signal circuits may be connected. Never use the product if the power cable is damaged. Check regularly if the power cables are in perfect condition. Choose suitable protective measures and installation types to ensure that the power cord cannot be damaged and that no harm is caused by tripping hazards or from electric shock, for instance.

If it is assumed that a safe operation is no longer possible, the instrument must be shut down and secured against any unintended operation.

### **Safe operation can no longer be assumed:**

- If the measuring instrument shows visible damage
- If the measuring instrument no longer functions properly
- After an extended period of storage under unfavorable conditions (e.g. outdoors or in damp rooms)
- After rough handling during transport (e.g. packaging that does not meet the minimum requirements by post office, railway or forwarding agency).

In case of doubt the power connector should be checked according to DIN VDE 0100/610:

- Only qualified personnel may open the instrument
- Prior to opening the instrument must be disconnected from the line and all other inputs/outputs.

## 1.5 Intended Operation

The measuring instrument is intended only for use by personnel familiar with the potential risks of measuring electrical quantities. For safety reasons, the measuring instrument may only be connected to properly installed safety socket outlets. Separating the grounds is prohibited. The power plug must be inserted before signal circuits may be connected. The product may be operated only under the operating conditions and in the positions specified by the manufacturer, without the product's ventilation being obstructed. If the manufacturer's specifications are not observed, this can result in electric shock, fire and/or serious personal injury, and in some cases, death. Applicable local

or national safety regulations and rules for the prevention of accidents must be observed in all work performed.

**Use the measuring instrument only with original HAMEG measuring equipment, measuring cables and power cord. Never use inadequately measured power cords. Before each measurement, measuring cables must be inspected for damage and replaced if necessary. Damaged or worn components can damage the instrument or cause injury.**

The measuring instrument is designed for use in the following sectors: Industry, residential, business and commercial areas and small businesses.

The measuring instrument is designed for indoor use only. Before each measurement, you need to verify at a known source if the measuring instrument functions properly.

**To disconnect from the mains, the low-heat device socket on the back panel has to be unplugged.**

## 1.6 Ambient Conditions

The allowed operating temperature ranges from +5°C to +40°C (pollution category 2). The maximum relative humidity (without condensation) is at 80%. During storage and transport, the temperature must be between -20°C and +70°C. In case of condensation during transportation or storage, the instrument will require approximately two hours to dry and reach the appropriate temperature prior to operation. The measuring instrument is designed for use in a clean and dry indoor environment. Do not operate with high dust and humidity levels, if danger of explosion exists or with aggressive chemical agents. Any operating position may be used; however adequate air circulation must be maintained. For continuous operation, a horizontal or inclined position (integrated stand) is preferable. The maximum operating altitude for the instrument is 2000 m. Specifications with tolerance data apply after a warm up period of at least 30 minutes at a temperature of 23°C (tolerance  $\pm 2^\circ\text{C}$ ). Specifications without tolerance data are average values.

## 1.7 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.

## 1.8 Maintenance

**Clean the outer case of the measuring instrument at regular intervals, using a soft, lint-free dust cloth.**

The display may only be cleaned with water or an appropriate glass cleaner (not with alcohol or other cleaning agents). Follow this step by rubbing the display down with a dry, clean and lint-free cloth. Do not allow cleaning fluid to enter the instrument. The use of other cleaning agents may damage the labeling or plastic and lacquered surfaces.

**Before cleaning the measuring instrument, please make sure that it has been switched off and disconnected from all power supplies (e.g. AC supply network).**

**No parts of the instruments may be cleaned with chemical cleaning agents (such as alcohol, acetone or cellulose thinner)!**

## 1.9 Line fuse

The instrument has 2 internal line fuses: T 0.8 A. In case of a blown fuse the instrument has to be sent in for repair. A change of the line fuse by the customer is not permitted.

## 1.10 Power switch

The instrument has a wide range power supply from 105 V to 253 V, 50 Hz or 60 Hz  $\pm 10\%$ . There is hence no line voltage selector.

### Fuse type:

Size 5 x 20 mm; 250V~, C; IEC 127, BI. III; DIN 41 662 (possibly DIN 41 571, BI. 3). Slow-blow (T) 0,8A.

## 1.11 Batteries and Rechargeable Batteries/Cells

**If the information regarding batteries and rechargeable batteries/cells is not observed either at all or to the extent necessary, product users may be exposed to the risk of explosions, fire and/or serious personal injury, and, in some cases, death. Batteries and rechargeable batteries with alkaline electrolytes (e.g. lithium cells) must be handled in accordance with the EN 62133 standard.**

1. Cells must not be disassembled, opened or crushed.
2. Cells and batteries may not be exposed to heat or fire. Storage in direct sunlight must be avoided. Keep cells and batteries clean and dry. Clean soiled connectors using a dry, clean cloth.
3. Cells or batteries must not be short-circuited. Cells or batteries must not be stored in a box or in a drawer.

## Important Notes

- where they can short-circuit each other, or where they can be short-circuited by other conductive materials.
- Cells and batteries must not be removed from their original packaging until they are ready to be used.
4. Keep cells and batteries out of reach of children. Seek medical assistance immediately if a cell or battery was swallowed.
  5. Cells and batteries must not be exposed to any mechanical shocks that are stronger than permitted.
  6. If a cell develops a leak, the fluid must not be allowed to come into contact with the skin or eyes. If contact occurs, wash the affected area with plenty of water and seek medical assistance.
  7. Improperly replacing or charging cells or batteries can cause explosions. Replace cells or batteries only with the matching type in order to ensure the safety of the product.
  8. Cells and batteries must be recycled and kept separate from residual waste. Cells and batteries must be recycled and kept separate from residual waste. Rechargeable batteries and normal batteries that contain lead, mercury or cadmium are hazardous waste. Observe the national regulations regarding waste disposal and recycling.

## 1.12 Product Disposal



Fig. 1.4: Product labeling in accordance with EN 50419

The Electrical and Electronic Equipment Act implements the following EG directives:

- | 2002/96/EG (WEEE) for electrical and electronic equipment waste and
- | 2002/95/EG to restrict the use of certain hazardous substances in electronic equipment (RoHS directive).
- | Once its lifetime has ended, this product should be disposed of separately from your household waste. The disposal at municipal collection sites for electronic equipment is also not permitted. As mandated for all manufacturers by the Electrical and Electronic Equipment Act (ElektroG), ROHDE & SCHWARZ assumes full responsibility for the ecological disposal or the recycling at the end-of-life of their products.

Please contact your local service partner to dispose of the product.

# 2 Description of the Operating Elements

## Front panel of R&S®HM8118

- [1] POWER – Turning on/off the instrument
- [2] DISPLAY (LCD) – Display of measurement results and units, ranges, frequencies, level, equivalent circuit, functions and parameters

## MENU

- [3] SELECT – Opening the submenus SETUP, CORR, SYST and BIN (only with installed Binning Interface HO118)
- [4] ENTER – Confirmation of input values
- [5] ESC – Cancel the menu function
- [6] Rotary knob (Knob/Pushbutton) – Selection of functions and parameters
- [7] Arrow buttons **▲▼◀▶** – Pushbuttons for parameter selection

## SET

- [8] FREQ – Setting of the test signal frequency with rotary knob [6] or arrow buttons **▲▼◀▶** [7]
- [9] LEVEL – Setting of the test signal level with rotary knob [6] and cursor position with arrow buttons **▲▼◀▶** [7]
- [10] BIAS – Setting of the bias voltage or current with rotary knob [6] and cursor position with arrow buttons **▲▼◀▶** [7]

## ZERO

- [11] OPEN – Activating the OPEN calibration
- [12] SHORT – Activating the SHORT calibration
- [13] LOAD – Activating the LOAD calibration

## MODE

- [14] AUTO – Activating the automatic selection of equivalent circuit
- [15] SER – Activating the series equivalent circuit
- [16] PAR – Activating the parallel equivalent circuit

## RANGE

- [17] AUTO/HOLD – Activating the automatic measurement range (LED lights up) or the range HOLD function
- [18] UP – Range up
- [19] DOWN – Range down

## Connectors

- [20] L CUR (BNC socket) – Low Current; signal output for series measurements (signal generator)
- [21] L POT (BNC socket) – Low Potential; signal input for parallel measurement (voltage measurements)
- [22] H POT (BNC socket) – High Potential; signal input / output for parallel measurements (measurement bridge)
- [23] H CUR (BNC socket) – High Current; signal input for series measurements (current measurements)

## Instrument functions

- [24] BIAS MODE/ESC – Activating of internal / external bias voltage resp. cancelling the editing mode (ESC)
- [25] TRIG MODE/ENTER – Changing the trigger mode resp. confirming an input value
- [26] BIAS / **←** – Activating the bias voltage resp. erasing the last character of an numeric input
- [27] TRIG / UNIT – Single trigger in manual trigger mode resp. selection of a parameter unit
- [28] AUTO / 6 – Activating the automatic measurement function resp. entering numeric value 6
- [29] M / – Selection of the measurement function „Mutual Inductance“ resp. parameter input of the character „-“.
- [30] R-Q / 5 – Selection of the measurement function ‘Resistance’ R und ‘Quality factor’ Q resp. entering numeric value 5

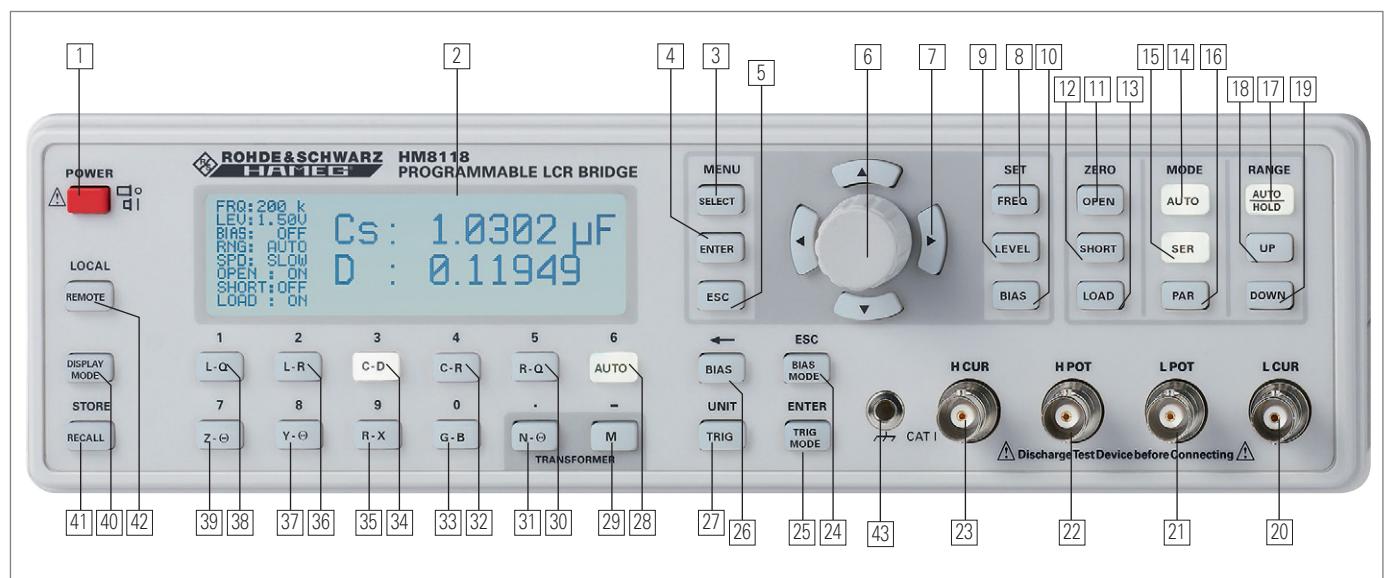


Fig. 2.1: Front panel of R&S®HM8118

## Description of the Operating Elements

- [31] N-Θ / . – Selection of the measurement function 'Turns ratio' N and 'Phase angle' Θ resp. parameter input of the character ".
- [32] C-R / 4 – Selection of the measurement function 'Capacitance' C and 'Resistance' R resp. entering numeric value 4
- [33] G-B / 0 (Pushbutton)  
Selection of the measurement function 'Conductance' G and 'Susceptance' B resp. entering numeric value 0
- [34] C-D / 3 – Selection of the measurement function 'Capacitance' C and 'Dissipation factor' D resp. entering numeric value 3
- [35] R-X / 9 – Selection of the measurement function 'Resistance' R and 'Reactance' X resp. entering numeric value 9
- [36] L-R / 2 – Selection of the measurement function 'Inductance' L and 'Resistance' R resp. entering numeric value 2
- [37] Y-Θ / 8 – Selection of the measurement function 'Admittance' Y and 'Phase angle' Θ resp. entering numeric value 8
- [38] L-Q / 1 – Selection of the measurement function 'Inductance' and 'Quality factor' Q resp. entering numeric value 1
- [39] Z-Θ / 7 – Selection of the measurement function 'Impedance' Z and 'Phase angle' Θ resp. entering numeric value 7
- [40] DISPLAY MODE – Toggling the display of measurement values with / without parameters
- [41] RECALL / STORE – Loading/storing of instrument settings
- [42] REMOTE / LOCAL – Toggling between front panel (LOCAL) or remote operation (LED lights up); if local lock-out was activated, the instrument can not be operated from the front panel.
- [43] Ground (4 mm socket) – Ground connector (⊥). The socket is directly connected to the mains safety ground!

## Back panel of R&S®HM8118

- [44] TRIG. INPUT (BNC socket) – Trigger input for external trigger
- [45] BIAS FUSE (Fuse holder) – Fuse for external voltage input ext. BIAS
- [46] EXT. BIAS (4 mm safety sockets) – External bias input (+, -)
- [47] INTERFACE – HO820 Dual Interface USB/RS-232 (galvanically isolated) is provided as standard
- [48] BINNING INTERFACE (25 pin D-Sub socket) – Output to control external binning sorters for components (option HO118)
- [49] POWER INPUT (Power Cord Receptacle)



Fig. 2.2: Back panel of HM8118

# 3 Introduction

## 3.1 Requirements

The following components are only intended to be used as an example for a quick introduction to the instrument.

- R&S<sup>®</sup>HM8118 LCR measuring bridge with firmware from 1.37 upwards.
- R&S<sup>®</sup>HZ184 Kelvin measurement cables
- 1 x 1,000  $\mu\text{F}$  capacitor (not contained in shipment)
- 1 x 280  $\mu\text{H}$  inductor (not contained in shipment)
- 1 x 100  $\text{k}\Omega$  resistor (not contained in shipment).

First connect the R&S<sup>®</sup>HZ184 cables supplied to the R&S<sup>®</sup>HM8118. The two plugs of the black cable are connected to the terminals LCUR and LPOT, the plugs of the red cable to the terminals HCUR and HPOT.

After turning the instrument on, the first steps are the open circuit and the short circuit calibration procedures at the preselected frequency of 1.0 kHz because the measurement cables R&S<sup>®</sup>HZ184, in conjunction with the terminals, due to their design, show a stray capacity, a residual inductance and a residual resistance which impair the accuracy of the measurement results. In order to minimize these influences, the compensation of impedance measurement errors caused by adapters and cables is necessary.

For the open circuit calibration, position the two clips apart from each other. For the short circuit calibration connect both clips as shown in Fig. 3.1.

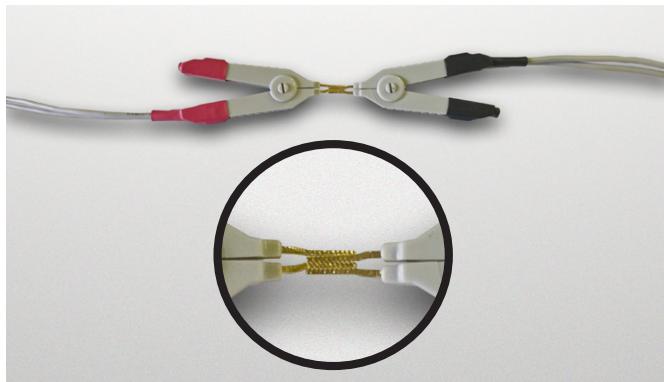


Fig. 3.1: Short circuit calibration with R&S<sup>®</sup>HZ184.

Push the button MENU/SELECT [3] and then the button C-D [34] in order to enter the CORR menu. Select the menu item MODE and use the knob [6] to change the menu entry from SGL to ALL in order to automatically perform the calibration at all 69 frequency steps provided. Leave the menu by pushing the button MENU/ESC [5].

**The mode SGL is used to only calibrate at the presently selected frequency; this procedure takes just a few seconds and is destined for measurements in one or a few frequency ranges only.**

Now start the open and short circuit calibrations by pushing the buttons ZERO/OPEN [11] resp. ZERO/SHORT [12]. The instrument will now determine correction factors at all 69 frequency steps valid for the presently connected measurement cables and store them until the instrument is switched off. This procedure will last appr. 2 minutes.

## 3.2 Measurement of a capacitor

Now connect the capacitor to the terminals of the R&S<sup>®</sup>HZ184. Please observe the polarity of the capacitor and connect the black terminal to the negative terminal of the capacitor, marked with a – (minus).

As the instrument is set to automatic mode, the measurement function will be automatically switched to function no. 3 (C-D). Because the measuring frequency of 1.0 kHz was preselected, the capacitor will not be measured in its regular operating mode, so the value displayed of appr. 900  $\mu\text{F}$  will not equal the specified value of 1,000  $\mu\text{F}$ .

Change the measuring frequency to 50 Hz by pushing the button SET/FREQ [8] and turning the knob until 50 Hz are shown on the display. Now the value displayed will change to appr. 1,000  $\mu\text{F}$  depending on its tolerance. The dissipation factor „D“ will be very low at this setting.

The smaller the loss angle, the more the real world components will come close to the ideal. An ideal inductor has a loss angle of zero degrees. An ideal capacitor also has a loss angle of zero degrees. An ideal electrical resistor, however, has a loss angle of 90 degrees, it has no capacitive or inductive components.

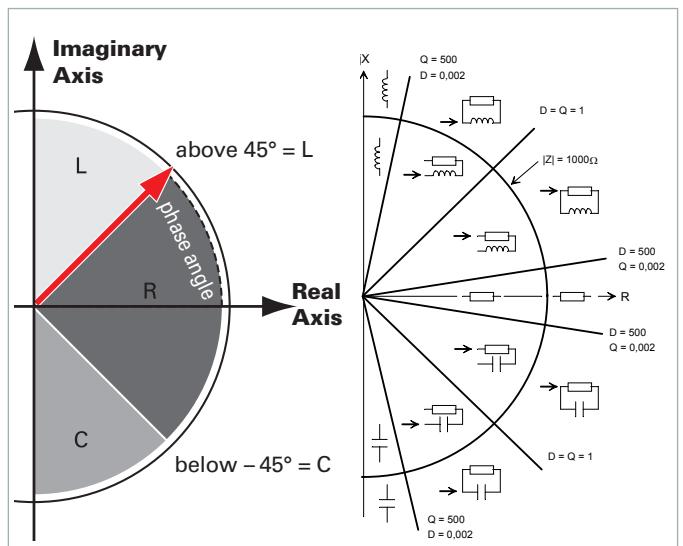


Fig. 3.2: R&S<sup>®</sup>HM8118 measurement principle, left: schematic, right: detailed presentation.

## 3.3 Measurement of an inductor

Before you connect the choke, increase the measuring frequency by one decade to 500 Hz by pushing the arrow button ▲ [7] above the knob. Disconnect the capacitor and connect the choke to the terminals of the HZ184.

The instrument will now automatically switch to the function no. 1 (L-Q) and the inductance of the choke will be dis-

played. The value should be appr.  $280\mu\text{H}$ . As shown in Fig. 3.2, the phase angle of an inductor must be in the range of + 45 to 90°. In order to prove this, leave the automatic mode by pushing the button „Z-Θ [39]. The phase angle displayed will be appr. +70° and depends on the measuring frequency set.

For comparison: the phase angle of the capacitor measured before is appr. -87° at 50 Hz.

### 3.4 Measurement of a resistor

Disconnect the choke and connect the  $100\text{k}\Omega$  resistor supplied. As the instrument was previously set manually to the function Z-Θ, the value of its impedance can be directly read (appr.  $100\text{k}\Omega$ ). As described on the page before, an ideal resistor has no capacitive or inductive components. Hence the phase resp. loss angle of the component connected is close to zero degrees.

The R&S®HM8118, upon connection of the resistor, automatically changed the internal equivalent circuit from series connection SER to parallel connection PAR (LED push-buttons [15] and [16]). If the automatic selection of the equivalent circuit was chosen (pushbutton AUTO [14]), the LCR measuring bridge will automatically select the equivalent circuit which, depending on the component connected, is best suited to yield a precise measurement result. The equivalent circuit represents the measurement circuit. Usually, components with a low impedance (capacitors, chokes) will be measured using the series connection equivalent circuit while components with a high impedance (e.g. resistors) will be measured using the parallel equivalent circuit.

## 4 First-Time Operation

### 4.1 Connecting the instrument

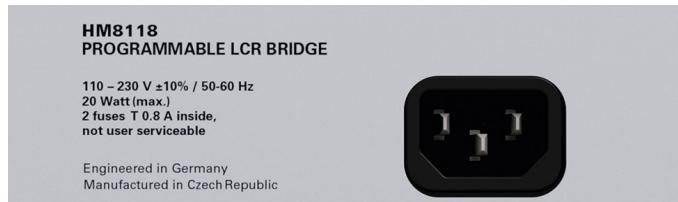


Fig. 4.1: Power Input

Prior to connecting the instrument to the mains, check whether the mains voltage conforms to the mains voltage range specified on the rear panel. This instrument has a wide-range power supply and hence requires no manual setting of the mains voltage.

The fuse holder of the BIAS FUSE [45], i.e. the external BIAS input, is accessible on the rear panel. Prior to exchanging a fuse the instrument must be disconnected from the mains. Then the fuse holder may be removed with a suitable screw driver, using the slot provided. Afterwards the fuse can be removed from the holder and exchanged. The holder is spring-loaded and has to be pushed in and turned. It is prohibited to use „repaired“ fuses or to short-circuit the fuse. Any damages incurred by such manipulations will void the warranty. The fuse may only be exchanged by this type:

#### Fuse with ceramic body, filled with fire extinguishing material:

Size 6.3 x 32 mm; 400 V<sub>AC</sub>, C; IEC 127, BI. III; DIN 41 662 (alternatively DIN 41 571, p. 3), (F) 0,5 A



Fig. 4.2: Rear panel with fuse

### 4.2 Turning on the instrument

Prior to operating the instrument for the first time, please be sure to observe the safety instructions mentioned previously!

The LCR bridge is switched on by using the power switch [1]. Once all keys have briefly been illuminated, the bridge can be operated via keys and the knob on the front panel. If the keys and the display do not light up, either the mains voltage is switched off or the internal input line fuses are defective. The current measurement results are

shown in the right panel and the essential parameters in the left panel of the display. The four BNC sockets located on the front panel can be connected to the component to be measured with the appropriate measuring accessories. Additionally, it is also possible to connect the measuring instrument via ground socket on the front panel [43] with ground potential. The socket is suitable for a banana plug with a 4 mm diameter.

**The front panel ground connector and the ground contact of the trigger input are directly connected to the mains safety ground potential through the line cord. The outer contacts of the front panel BNC connectors [20 – 23] (as well as the shields of any coaxial cables attached) are connected to the GUARD potential which has no connection to the safety ground! No external voltages may be applied to the BNC connectors! The rear panel interfaces [47] and [48] are galvanically isolated (no connection to ground)!**

If there are undefined messages on the display or if the instrument fails to react to operation of its controls turn it off, wait a minute and turn it on again in order to trigger a reset operation. If the display remains unchanged or operation impossible, turn it off and take it to a qualified service point (see Safety Instructions).

### 4.3 Line frequency

Prior to first measurements, the line frequency setting must be set to the applied line frequency, 50 or 60 Hz. If the line frequency is not set properly, depending on the measurement range and the line frequency value, instabilities may occur e.g. on the display. In order to set the line frequency press the SELECT button [3], use the SYST menu for accessing MAINS FRQ, use the knob [6] for selecting the correct value.

### 4.4 Measurement Principle

The LCR meter R&S<sup>®</sup>HM8118 is not a traditional Wien, Maxwell or Thomson measurement bridge. Rather, when connecting a test object, the impedance  $|Z|$  and the corresponding phase angle  $\Theta$  (phase between current and voltage) are always determined (see fig. 4.3). These measurement values are frequency dependent and will be determined by means of an AC test signal (which can be set manually between 50mV and 1.5V). The test signal is induced in the test item. This distinguishes a LCR bridge from a multimeter (DC measurement). Based on the measurement principle, the measured impedance is always essential. Based on the impedance (X axis) and the phase angle (angle), the instrument is able to determine the missing value of the Y axis. This means that it is not the DC component that is being measured but rather the AC value. The issued values are calculated digitally. This measurement of impedance and phase angle is subject to a certain measurement inaccuracy which will be described on the following pages.

In general, the R&S<sup>®</sup>HM8118 bridge can only determine the ESR, ESC or ESL (= Equivalent Series Resistance / Ca-

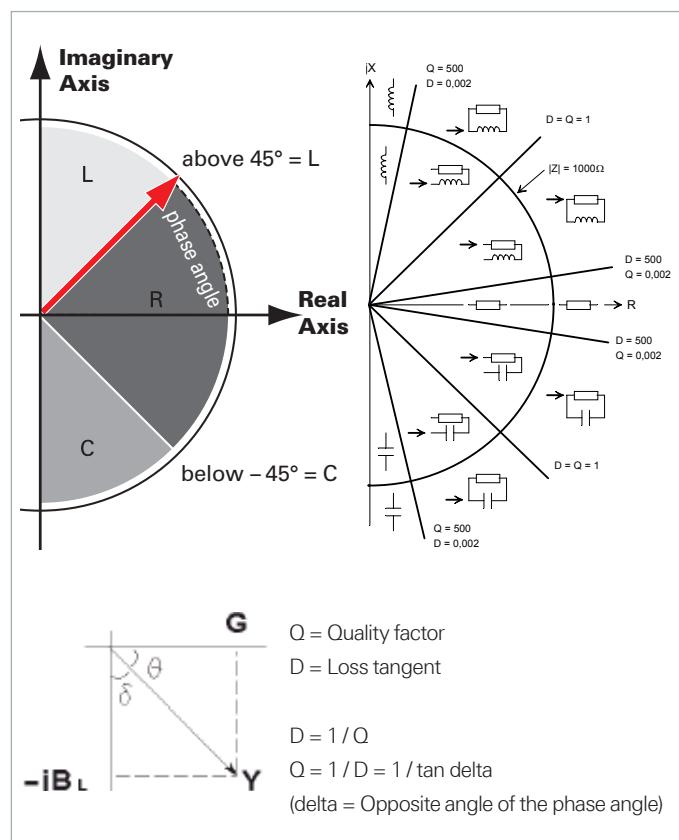
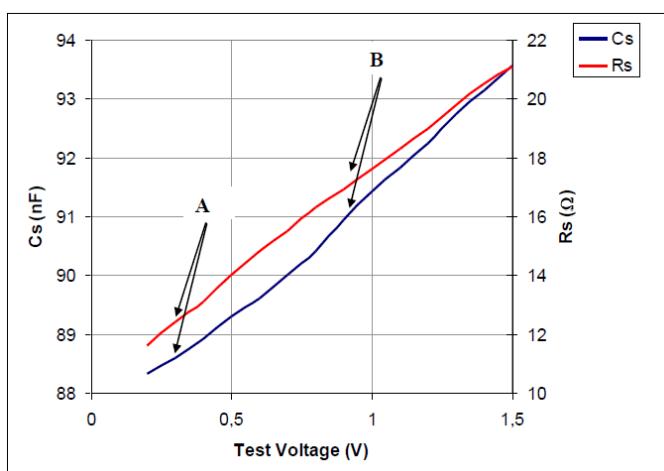


Fig. 4.3: Measurement principle

pacity / Inductivity) according to the equivalent circuit diagram of the component and is primarily used to measure individual components. If a circuit with multiple components is connected to the bridge, the instrument will always determine the ESR, ESC or ESL of the entire circuit / component group. This can potentially skew the measurement result. The connected component / circuit is assumed to be the „Black Box“. These values are available for each component; however, please keep in mind that these always describe the result of multiple, possibly overlapping individual capacities, inductances and impedances. This can easily cause some misunderstandings especially with coils (magnetic field, eddy currents, hysteresis, etc.)

**The LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 is primarily intended to determine passive components. Therefore, it is not possible to determine test objects which are externally supplied with power.**

Fig. 4.4 shows the link between capacity  $C_s$  (or resistance  $R_s$ ) and various test voltages that can be selected with the bridge (0.2V<sub>eff</sub> to 1.5V<sub>eff</sub>). As can be seen in the figure, the measurement values of  $C_s$  or  $R_s$  are highly dependent on the selected test voltage. Point A shows the test point of the instrument during the measurement of a single component, point B shows the test point during the measurement of a component group (in this case two capacities connected in parallel). In contrast to test point A, with point B the bridge switches the measurement range due to the impedance of the entire component group. As a result, the measurement results for point A and point B are different.

Fig. 4.4: Example correlation  $C_s$  (or  $R_s$ ) and test voltage

The actual measured series resistance includes all series resistances such as the component leads and the resistance of series-connected foils in capacitors as well as dielectric losses; it is expressed by the dissipation factor DF. The equivalent series resistance (ESR) is frequency-dependent according to the formula:

$$ESR = R_s = D/\omega C_s$$

where  $\omega$  „Omega“ =  $2 \pi f$  (circular frequency) represents. Traditionally, the inductance of coils is measured in a series circuit; however there are cases where a parallel circuit will yield a better representation of the component. In small „air“ coils mostly the ohmic or copper losses are predominant, hence the series circuit is the proper representation. The core of coils with an iron or ferrite core may contribute most of the losses, the parallel circuit is to prefer here.

**The resistance measurement always occurs in compliance with the method to apply voltage (AC) and measure the resulting current. The only difference to L or C is that the phase angle is nearly 0° (real resistance). A resistance measurement with DC is not intended.**

## 4.5 Measurement Accuracy

The measurement of impedance and phase angle is prone to a certain amount of inaccuracy. The measurement accuracy of a specific test point can be calculated based on the accuracy table in the data sheet (see fig. 4.5). Make sure you know the impedance of the corresponding component at the respective test point. No further information is required to calculate the accuracy. The base accuracy of 0.05% as indicated in the data sheet pertains only to the base accuracy of the R&S®HM8118 bridge. The base accuracy only indicates the general measurement uncertainty of the instrument. The accuracy table describes the measurement accuracy that additionally has been taken into account.

The highest accuracy is ensured when the DUT value (= Device Under Test) is approximately centered in the mea-

| Impedance: 100 MΩ | 0.2% + $ Z /1.5 G\Omega$ | 0.5% + $ Z /100 M\Omega$                    |
|-------------------|--------------------------|---|
| 4 MΩ              |                          |   |
| 1 MΩ              | 0.05% + $ Z /2 G\Omega$  | 0.1% + $ Z /1.5 G\Omega$                    |
| 25 kΩ             |                          |   |
| 100 Ω             | 0.2% + $ Z /100 M\Omega$ | 0.5% + $5 m\Omega /  Z $ + $ Z /10 M\Omega$ |
| 2.5 Ω             | 0.1% + $1 m\Omega /  Z $ | 0.2% + $2 m\Omega /  Z $                    |
| 0.01 mΩ           | 0.3% + $1 m\Omega /  Z $ | 0.5% + $2 m\Omega /  Z $                    |
| 20 Hz             |                          |   |
| 1 kHz             |                          |   |
| 10 kHz            |                          |   |
| 100 kHz           |                          |   |

Fig. 4.5: Table to determine the accuracy

surement range. If the next highest measurement range is selected for this DUT, it will display in the center of the selected range. Since the measurement error is defined as a percentage of the measurement range final value, the measurement error in the higher range goes up nearly by a factor of 2. Typically, the measurement error is increased accordingly in the nearest higher measurement range. If a component is removed from the test lead or measurement adapter during a measuring process in the continuous measurement mode, the automatically selected measurement range and the automatically selected measurement function can be adopted by switching to the manual measurement range selection (RANGE HOLD). This allows the measurement time during the measurement of many similar components to be reduced.

**The accuracy decreases with the measurement voltage (test voltage) because the signal / noise ratio decreases. Consequently, this leads to additional instabilities. The accuracy decreases at the same rate. If 0.5V is used as measurement voltage, for instance, the base accuracy is one half.**

### 4.5.1 Example of determining the measurement accuracy

The accuracy calculation is always based on the data sheet table (see fig. 4.5). To calculate the corresponding measurement accuracy, the following component parameters are required (component operating point):

- Component impedance at corresponding measurement frequency
- The measurement frequency.

As an example, a 10pF capacitor with an impedance of 15 MΩ at 1 kHz will be measured. In this case, the top row of the accuracy table is valid:

| Impedance: 100 MΩ | 0.2% + $ Z /1.5 G\Omega$ |        |
|-------------------|--------------------------|--------|
| 4 MΩ              | 0.2% + $ Z /1.5 G\Omega$ |        |
| 20 Hz             | 1 kHz                    | 10 kHz |
| 100 kHz           |                          |        |

The values of the component set in into the formula:

$$\begin{aligned}\text{Accuracy@1kHz} &= 0,2\% + \frac{15 \text{ M}\Omega}{1,5 \text{ G}\Omega} \\ \text{Accuracy@1kHz} &= 0,2\% + \frac{15 \times 10^6 \Omega}{1,5 \times 10^9 \Omega} \\ &= 0,2\% + \frac{15 \Omega}{1,5 \times 10^3 \Omega} \\ &= 0,2\% + \frac{15 \Omega}{1500 \Omega} \\ &= 0,2\% + 0,01\end{aligned}$$

The units will be adjusted once the component values have been entered and the formula has been calculated because the second addend is without unit:

$$\text{Accuracy@1kHz} = 0,2\% + 0,01 = 0,2 + (0,01 \times 100\%) = 0,2\% + 1\% = 1,2\%$$

For the 10pF component this leads to:

1.2% of 10pF is 0.12pF.

Based on the calculation the displayed value will be between 10pF - 0.12pF = 9.88pF and 10pF + 0.12pF = 10.12pF.

# 5 Setting of Parameters

## 5.1 Selecting Values /Parameters

Each function and operating mode of the measuring instrument can be selected with the keys on the front panel of the instrument. Use the respective function key to select the measurement function. An active measurement function is highlighted by an illuminated white LED. Subsequent settings refer to the selected measurement function. To set parameters, three options are available:

- Numeric keypad
- Knob
- Arrow keys

You can set the measuring instrument parameters by pressing the SELECT key [3] and by using the menu functions SETUP, CORR, SYST and BIN (will only be displayed with an integrated binning interface R&S®HO118). Use the keys L-R/2 [36], C-D/3 [34], C-R/4 [32], R-Q/5 [30] to select the sub menus associated with the menu functions. Depending on the function, you can set the respective measuring instrument parameters by using the arrow keys  $\blacktriangleleft\blacktriangleright\blacktriangledown\blacktriangleright$  [7] and the knob [6]. Pressing the knob allows the user to modify the corresponding measuring instrument parameters. This will be indicated in the display by a blinking „E“ (Edit).

### 5.1.1 Knob with Arrow Keys

If you select the respective menu via arrow keys, you can press the knob to activate the editing mode. If the editing mode is active (blinking „E“ on the display), you can use the knob to select the parameter or the input value. The value input will be modified gradually, and the respective input parameter will be set instantly. The nominal value is increased by turning the knob to the right, and it is decreased by turning it to the left. Press the knob again to deactivate the editing mode and to confirm the function selection. Use the arrow keys to select the respective menu function.

### 5.1.2 Numeric Keypad



Fig. 5.1: Numeric keypad with function keys

The easiest way to enter a value precisely and promptly is to use the numeric keypad with numeric keys (0...9) and the decimal point key. Once you have pressed the knob to activate the editing mode, you can use the SELECT key [3], the ENTER key [25] or press the knob again to reactivate the

manual value input via numeric keypad. This opens a value entry window where you can enter the respective value by means of number pads (in addition to the corresponding unit, depending on the measuring instrument parameter). After entering the value via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again. Before confirming the parameter, you can delete the value that has been entered incorrectly by pressing the  $\leftarrow$  key. The ESC key allows you to cancel the operation to enter parameters. This will close the editing window.

## 5.2 Selecting the Measurement Function

Out of nine measurement functions, the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 allows you to measure two parameters simultaneously and display them as measurement values. The first parameter refers to the „main measurement value display“ and the second parameter to the „secondary measurement value display“. Depending on the connected component, the following main and secondary measurement value displays can be shown:

|             |   |
|-------------|---|
| L-Q         | Inductance L and quality factor (quality) Q               |
| L-R         | Inductance L and resistance R                             |
| C-D         | Capacity C and dissipation factor D                       |
| C-R         | Capacity C and resistance R                               |
| R-Q         | Resistance R and quality factor (quality) Q               |
| Z- $\Theta$ | Apparent impedance (impedance) Z and phase angle $\Theta$ |
| Y- $\Theta$ | Admittance Y and phase angle $\Theta$                     |
| R-X         | Resistance R and reactance X                              |
| G-B         | Conductance G and susceptance B                           |
| N- $\Theta$ | Transformer ratio N and Phase difference $\Theta$         |
| M           | Transformer mutual inductance M                           |

You can select the desired measurement function by pressing the keys [29] to [39].

In the automatic mode (key AUTO), the bridge switches both the measurement function (key [28] - [39]) as well as the internal equivalent circuit diagram of the measurement circuit appropriately to the measured values to serial (for inductive loads) or to parallel (for capacitive loads).

# 6 Measurement Value Display

The values measured with the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 can be shown on the LCD display in three different versions:

- Measurement value
- absolute measurement value deviation  $\Delta$  ABS or
- relative measurement value deviation  $\Delta$  % (in percent).

Press the SELECT key [3] to use the SETUP and the setting DEV\_M (for the main measurement value display) and DEV\_S (for the secondary measurement value display) to switch the measurement value display. If you select the function DEV\_M or DEV\_S via arrow keys, you can press the knob to activate the editing mode. If the editing mode is active (blinking „E“ on the display), you can use the knob to select the respective measurement value display. Press the knob again to deactivate the editing mode and to confirm the function selection. The main measurement value and the secondary measurement value will be shown on the display including the decimal point and the associated units. The resolution of the main measurement value display (L, C, R, G, Z or Y) consists of one, or two or three digits before the decimal point and four, or three or five digits after the decimal point. The resolution of the secondary measurement value display (D, Q, R, B, X or  $\Theta$ ) consists of one, or two or three digits before the decimal point and four, or three or five digits after the decimal point. The depiction OVERRANGE will be shown on the display if the measurement value is located outside the set measurement range.

If the bridge shows a negative value on the display, make sure to check the measurement frequency, the measurement voltage and possibly the phase angle of the component. For instance, if the phase angle of a capacitor is close to 90°, it could result in a negative display value due to the measurement accuracy. For instance, negative values may occur for coils with cores (erroneous measurement due to magnetization).

## 6.1 Relative Measurement Value Deviation $\Delta$ % (#, %)

The # symbol in front of a measurement value and the % symbol following a measurement value indicate that the relative measurement value deviation  $\Delta$  % (in percent) of the measured L, C, R, G, Z or Y measurement value, or of the D, Q, R, B, X or  $\Theta$  measurement value of a stored measurement value (reference value) is displayed.

## 6.2 Absolute Measurement Value Deviation $\Delta$ ABS (#)

The # symbol in front of a measurement value indicates that the absolute measurement value deviation  $\Delta$  ABS of the measured value, similarly to  $\Delta$  %, of the stored mea-

surement value (reference value) is displayed. The measurement value deviation is shown in the appropriate units (Ohm, Henry, etc.).

### 6.3 Reference Value (REF\_M, REF\_S)

The menu function REF\_M or REF\_S enables the user to enter a reference value which will be used as a basis for the measurement result  $\Delta \%$  or  $\Delta \text{ ABS}$ . Press the SELECT key [3] to use the SETUP menu function and the setting REF\_M (for the main measurement value display) and REF\_S (for the secondary measurement value display) to enter a reference value each. The applicable units will be selected automatically depending on the selected measurement function for the main measurement value display (H, F,  $\Omega$  or S) or for the secondary measurement value display ( $\Omega$ , S or  $^{\circ}$ ). You can enter a reference value numerically with up to five digits after the decimal point. Alternatively, you can press the TRIG key [27] to perform a measurement, and the resulting measurement value will be adopted as reference value.

### 6.4 Selecting the Measurement Range

The measurement range can be selected automatically or manually. In some cases, it is useful to lock the automatic measurement range function as it can take a complete measurement cycle to determine the appropriate measurement range. This can also be useful when switching similar components. The bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 automatically switches to the measurement range 6 and subsequently back to the adequate measurement range if a component has been connected to the instrument. If the automatic measurement range function has been locked and the impedance of a component equals more than 100 times the nominal value of the measurement range, the bridge will display an OVERRANGE measurement error. In this case, it is necessary to select a suitable measurement range for the measurement. Press the AUTO/HOLD key [17] to switch between the automatic and the manual measurement range selection.

#### 6.4.1 Automatic range selection (AUTO)

If the automatic measurement range function is activated, the bridge automatically selects the most suitable measurement range for an exact measurement in accordance with the connected component. The instrument will switch to the next measurement range level below if the measurement value is smaller than 22.5% of the selected measurement range or 90% higher than the end value of the measurement range. An integrated switching hysteresis of approximately 10% prevents the instrument from constantly switching the measurement range if the measurement va-

**During the measurement of an inductance in the AUTO mode, it may occur that the R&S<sup>®</sup>HM8118 is constantly changing the measurement range. This is based on the fact that the source impedance is dependent on the selected measurement range so that after switching the measurement range, the newly measured value is outside the range of the 10% hysteresis. In this case, it is recommended to use the manual measurement range selection.**

lue is close to the switching threshold of a measurement range. The following table shows the switching thresholds for switching the measurement range (if the constant voltage CST V is switched off):

| Measurement Range | Component Impedance        |
|-------------------|----------------------------|
| <b>1 to 2</b>     | $Z > 3.00\Omega$           |
| <b>2 to 3</b>     | $Z > 100.00\Omega$         |
| <b>3 to 4</b>     | $Z > 1.60\text{k}\Omega$   |
| <b>4 to 5</b>     | $Z > 25.00\text{k}\Omega$  |
| <b>5 to 6</b>     | $Z > 1.00\text{M}\Omega$   |
| <b>2 to 1</b>     | $Z < 2.70\Omega$           |
| <b>3 to 2</b>     | $Z < 90.00\Omega$          |
| <b>4 to 3</b>     | $Z < 1.44\text{k}\Omega$   |
| <b>5 to 4</b>     | $Z < 22.50\text{k}\Omega$  |
| <b>6 to 5</b>     | $Z < 900.00\text{k}\Omega$ |

#### 6.4.2 Manual Measurement Range Selection

The bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 includes 6 measurement ranges (1–6). The measurement ranges can be preselected manually or automatically. The following table indicates the source resistance and the impedance of the connected component for each measurement range. The specified ranges are impedance ranges, not resistance ranges. Capacitors or inductances are frequency-dependent components.

| Measure-<br>ment range | Source<br>Impedance   | Component<br>Impedance                        |
|------------------------|-----------------------|---|
| 1                      | $25.0\Omega$          | $10.0\mu\Omega$ bis $3.0\Omega$               |
| 2                      | $25.0\Omega$          | $3.0\Omega$ bis $100.0\Omega$                 |
| 3                      | $400.0\Omega$         | $100.0\Omega$ bis $1.6\text{k}\Omega$         |
| 4                      | $6.4\text{k}\Omega$   | $1.6\text{k}\Omega$ bis $25.0\text{k}\Omega$  |
| 5                      | $100.0\text{k}\Omega$ | $25.0\text{k}\Omega$ bis $2.0\text{M}\Omega$  |
| 6                      | $100.0\text{k}\Omega$ | $2.0\text{M}\Omega$ bis $100.0\text{M}\Omega$ |

Additionally, the impedance of capacitors is inversely proportionate to the frequency. Therefore, larger capacitors will be measured in the lower impedance measurement ranges. Consequently, the measurement range for any given component may change as the measurement frequency changes. If you wish to measure multiple similar components, it is possible to shorten the measurement time by using the AUTO/HOLD [17] key to switch from the automatic measurement range selection to the manual measurement range selection with the DUT (= Device Under Test) connected. The AUTO/HOLD key will no longer be illuminated. It is recommended to primarily use the ma-

**The LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 does not create a  $50\Omega$  system. Instead, it changes its internal resistance dependent on measurement function and measurement range. Every cable shows losses and distorts the original measurement result because of inductive and capacitive properties (particularly because of its length). The input impedance changes dependent on the selected measurement range and the connect load impedance between  $25\Omega$  and  $100\text{k}\Omega$ .**

nual measurement range selection for high-precision measurements to prevent potential measurement errors due to incorrect use and other uncertainties. Whenever possible, make sure to perform measurements with the automatic measurement range selection activated.

Use the function RNG in the SETUP menu to activate the manual measurement range selection. Press the knob to activate the editing mode. You can then press the knob to select the manual measurement range. If the manual measurement range selection is activated, you can use the UP [18] key to manually switch to a higher measurement range. Press the DOWN [19] key to manually switch to a lower measurement range.

## 6.5 Circuit Type

If the automatic circuit type selection is activated (by pressing the AUTO [14] key), the LCR bridge R&S®HM8118 will automatically select the circuit type (serial or parallel) that is best suited for the precise measurement, according to the connected component. It is also possible to select the circuit type manually (by pressing the SER [15] key for serial, or by pressing the PAR [16] key for parallel).

The circuit type displays the equivalent circuit diagram of the measurement circuit. Typically, the inductance of coils is measured in serial mode. However, for certain situations the parallel equivalent circuit diagram may be better suited to measure physical components. For instance, this is the case for coils with iron core which most significantly experience core losses. If the most significant losses are ohmic losses or losses in the connecting wires of wired components, a serial circuit would be better suited as equivalent circuit diagram for the measurement circuit. In the automatic mode, the bridge selects the serial equivalent circuit diagram for impedances below  $1\text{k}\Omega$  and the parallel equivalent circuit diagram for impedance above  $1\text{k}\Omega$ .

# 7 Instrument Functions

Press the SELECT key to open the main menu. The main menu enables you to access the submenus SETUP, CORR and SYST via numeric keypad.

## 7.1 SETUP Menu



Fig. 7.1: Menu function SETUP display

### 7.1.1 Measurement Frequency FRQ

The LCR bridge HM8118 includes a measurement frequency range from 20 Hz to 200 kHz (in 69 increments) with a base accuracy of 100 ppm. The 69 increments of the measurement frequency range are as follows:

| Measurement Frequencies |       |        |        |       |        |
|-------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 20Hz                    | 90Hz  | 500Hz  | 2.5kHz | 12kHz | 72kHz  |
| 24Hz                    | 100Hz | 600Hz  | 3.0kHz | 15kHz | 75kHz  |
| 25Hz                    | 120Hz | 720Hz  | 3.6kHz | 18kHz | 80kHz  |
| 30Hz                    | 150Hz | 750Hz  | 4.0kHz | 20kHz | 90kHz  |
| 36Hz                    | 180Hz | 800Hz  | 4.5kHz | 24kHz | 100kHz |
| 40Hz                    | 200Hz | 900Hz  | 5.0kHz | 25kHz | 120kHz |
| 45Hz                    | 240Hz | 1.0kHz | 6.0kHz | 30kHz | 150kHz |
| 50Hz                    | 250Hz | 1.2kHz | 7.2kHz | 36kHz | 180kHz |
| 60Hz                    | 300Hz | 1.5kHz | 7.5kHz | 40kHz | 200kHz |
| 72Hz                    | 360Hz | 1.8kHz | 8.0kHz | 45kHz |        |
| 75Hz                    | 400Hz | 2.0kHz | 9.0kHz | 50kHz |        |
| 80Hz                    | 450Hz | 2.4kHz | 10kHz  | 60kHz |        |

You can set the measurement frequency either in the SETUP menu via FRQ or via FREQ [8] key by means of the knob [6] or the  $\Delta\triangledown\blacktriangleleft\blacktriangleright$  keys [7]. If the automatic measurement range selection is activated (AUTO [17]) and the impedance exceeds a value of  $1000\Omega$ , a change in the measurement frequency may result in a change in circuit type (serial or parallel). In case of high impedances and a power frequency of 50 Hz/60 Hz, a measurement frequency of 100 Hz/120 Hz may result in an unstable measurement value display due to interferences with the power frequency. Therefore, depending on the power frequency, it will be necessary to select a different measurement frequency.

### 7.1.2 Voltage LEV

The LCR bridge R&S®HM8118 generates a sinusoidal measurement AC voltage between  $50\text{ mV}_{\text{eff}}$  and  $1.5\text{ V}_{\text{eff}}$  with a resolution of  $10\text{ mV}_{\text{eff}}$ . You can set the measurement AC voltage either in the SETUP menu via LEV or via LEVEL [9] key by means of the knob [6] or the arrow keys  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7]. You can select the decimal point to be changed via arrow keys. Using the SETUP menu additionally provides you with the option to select the measurement AC voltage by means of the numeric keypad. The amplitude accuracy is  $\pm 5\%$ . This voltage is applied to the component through a source resistance. Depending on the impedance of the connected component, the source resistance may automatically be selected in accordance with the following table. The source resistance is dependent on the selected measurement range.

| Component Impedance                          | Source Resistance     |
|--|-----------------------|
| $10.0\mu\Omega$ to $3.0\Omega$               | $25.0\Omega$          |
| $3.0\Omega$ to $100.0\Omega$                 | $25.0\Omega$          |
| $100.0\Omega$ to $1.6\text{k}\Omega$         | $400.0\Omega$         |
| $1.6\text{k}\Omega$ to $25.0\text{k}\Omega$  | $6.4\text{k}\Omega$   |
| $25.0\text{k}\Omega$ to $2.0\text{M}\Omega$  | $100.0\text{k}\Omega$ |
| $2.0\text{M}\Omega$ to $100.0\text{M}\Omega$ | $100.0\text{k}\Omega$ |

### 7.1.3 Preload/ Bias Current BIAS

**The constant voltage (CST V function) must be switched on for measurements with bias current or external preload.**

To permit a forecast on how a component will behave in the circuit at a later point, you can preset a DC BIAS which corresponds to the subsequent supply voltage (current).

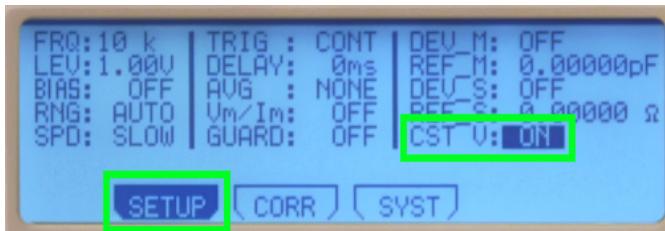


Fig. 7.2: Constant voltage CST\_V activated

The BIAS function offers the option to overlap a DC with the AC measurement range voltage. Components such as electrolytic or tantalum capacitors require a positive preload for an accurate measurement. An internal preload of 0 to  $+5\text{ V}_{\text{DC}}$  with a resolution of  $10\text{ mV}$  or an external preload of 0 up to  $+40\text{ V}_{\text{DC}}$  /  $0.5\text{ A}$  through an external power supply (instrument back panel) allow reality-oriented measurements (function C-R / C-D). Additionally, the

**It is necessary to unload coils before removing them, i.e. after switching off the bias current, it is required to wait for the coils to discharge before the component is disconnected from the measuring instrument. During the discharge, "Please wait..." is shown in the LCD display. The bias current (BIAS) is only available for the inductance measurement.**

internal preload helps measurements on semiconductor components.

For measurements of inductances, (function L-R / L-Q), only an internal bias current is available which can be set from 0 to  $+200\text{ mA}$  (DC) with a resolution of  $1\text{ mA}$ . An external bias current is not possible in this case.

Use the BIAS [10] key to select the value for the preload or the bias current. Press the BIAS key again after entering the value to complete the process. You can use the knob [6] and the arrow keys  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7] (decimal point) to select the amount of the preload / bias current. You can activate the internal preload or bias current (BIAS) by pressing the BIAS /  $\leftarrow$  [26] key. If the preload or bias current is activated, the BIAS /  $\leftarrow$  key will be illuminated. By pressing the BIAS /  $\leftarrow$  key again, the preload / bias current will be deactivated and the key will no longer be illuminated.

**The error message "DCR too high" indicates that the resistance of the connected DUT is too high for the selected bias current. In this case, the bias current cannot be activated.**

**Example for internal BIAS preload:**

**Unipolar capacitors must be connected with the correct polarity, i.e. the positive capacitor pole must be connected to the left contact and the negative pole to the right contact. The preload (BIAS) is only available for the capacity measurement.**

In this example, a  $1000\mu\text{F}$  (20V) electrolytic capacitor was measured with a measurement voltage of  $5\text{ kHz}$ . The C-R mode is activated as function and the BIAS [10] key is used via knob [6] or arrow keys  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7] (decimal point) to select the value for the internal preload. The BIAS /  $\leftarrow$  [26] is used to activate the internal BIAS preload.



Fig. 7.3: Internal BIAS preload

**Example for external BIAS preload:**

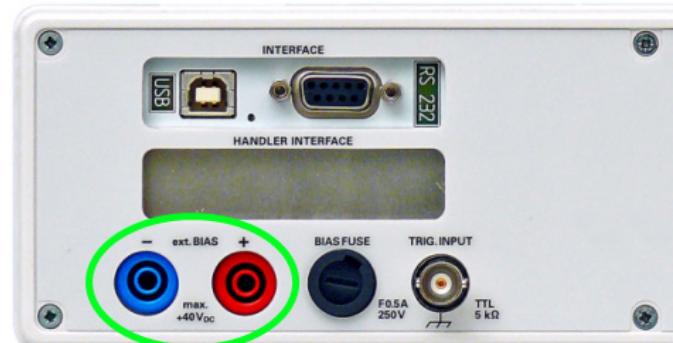


Fig. 7.4: Connectors for external BIAS preload

Contrary to the internal preload, in this example an external DC preload is generated on the R&S®HM8118 back panel. Component and measurement mode are identical to the example with the internal preload. The external DC preload is generated for the R&S®HM8118 by a power supply unit (here: R&S®HMP2020) in this example. The voltage is applied to the power supply unit at 20V and the current is limited to 250mA.



Fig. 7.5: Activate external BIAS preload

The C-R mode is also activated as function and the BIAS [10] key is used via knob [6] or arrow keys  $\Delta\downarrow\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] (decimal point) to select the voltage value. Press the BIAS MODE [24] key to select the EXT (= external) function via knob. Use the BIAS /  $\blacktriangleleft$  [26] key to activate the external BIAS preload.



Fig. 7.6: Activate external BIAS preload

### Example for internal bias current BIAS:

The process for an internal bias current is similar to that for an internal preload. In this case, the L-R or L-Q function is selected and any given inductance is connected to the bridge. Use the BIAS [10] key via knob [6] or the arrow keys  $\Delta\downarrow\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] (decimal point) to select the value for the internal bias current. The BIAS /  $\blacktriangleleft$  [26] key is used to activate the internal BIAS bias current.

Fig. 7.7 shows an example for a typical waveform of a bias current that is adjustable to a maximum value in connection with a connected load.

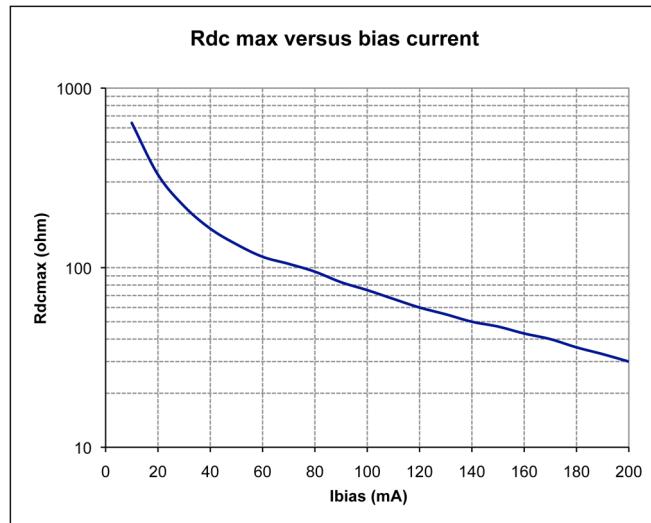


Fig. 7.7: Maximum setting for bias current in connection with the connected load (typical waveform)

### 7.1.4 Measurement Range RNG

The measurement range can be selected automatically or manually. If the measurement range is changed, the internal measurement circuit (replacement circuit) will be modified and internal relays will be switched. Therefore, a change in the measurement range depends on multiple factors, such as phase angle, impedance, measured value, etc.

The measurement range can be set manually via knob [6] in the range of  $3\Omega$  to  $500\text{ k}\Omega$ . In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] to select the RNG function, press the knob (editing mode) and select the desired measurement range via knob. Press the knob again to confirm the selected value. Use the AUTO/HOLD key to then switch between automatic (AUTO/HOLD key is illuminated) and manual measurement range selection.

**If the measuring instrument permanently toggles between two measurement ranges (limit of the automatic measurement range) or if the component to be measured is known, select the manual measurement range selection (see chapter 6).**

### 7.1.5 Measurement Speed SPD

The measurement speed can be set in three increments:

- **SLOW** (slow),
- **MED** (medium)
- **FAST** (fast).

In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\blacktriangleleft\blacktriangleright$  [7] to select the SPD function to set the measurement speed, press the knob [6] (editing mode) and select the measurement speed via knob. Press the knob again to confirm the selection.

The number of measurements for a continuous triggering (CONT) is approximately 1.5 per second at the SLOW setting, 8 per second at MED or 14 per second at FAST. The

setting is a compromise between measurement accuracy and measurement speed. A low measurement speed (SLOW) implies a higher measurement accuracy, correspondingly a high measurement speed (FAST) implies a low measurement accuracy. For very low measurement frequencies, the measurement speed is automatically reduced.

### 7.1.6 Triggering TRIG

The trigger source and trigger operating mode can be selected here. The following trigger operating modes and trigger sources are available:

**I CONT** (continuous trigger):

A new measurement is automatically performed at the end of a previous measurement.

**I MAN** (manual trigger):

A measurement is performed when the TRIG / UNIT key **[27]** is pressed. The activated manual trigger function will be marked as TGM on the screen.

**I EXT** (external trigger):

A measurement is performed when a rising slope is applied to the external trigger input (TTL level +5V).

During a measurement, all potential signals at the trigger input will be ignored until the current measurement has been fully completed. If a measurement is triggered, the TRIG key **[27]** will be illuminated. The activated external trigger function will be marked as TGE on the screen. A single measurement will be performed for each triggered triggering.

**If the measuring instrument shows a blank screen (i.e. lines " - - ") without measurement values, no trigger event / measurement has been triggered or the selected measurement function has been selected incorrectly.**

### 7.1.7 DELAY Function

The DELAY function defines the trigger delay time. It can be set anywhere between 0ms and 40000ms (40s). In the SETUP menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the DELAY function to set the trigger delay time, press the knob **[6]** (editing mode) and select the desired trigger delay time via knob. By pressing the knob again, you can activate the manual value input via numeric keypad. A value input window will be opened. You can use the numeric keys to enter a value. After entering the value via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again.

### 7.1.8 Average Value AVG

When the function AVG Average Value is activated, several individual measurements will be used to form a mean value according to the set period. To determine the number of measurement periods to form the mean value, in the SETUP menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the AVG function, press the knob **[6]** (editing mode) and select the desired average by mean. By pressing the knob again, you can activate the manual value input via numeric keypad. A value input window will be opened. You can use the numeric keys to enter a value. After entering the va-

lue via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again. The number of measurement periods for the averaging measurement can be set between 2 and 99 or to MED (medium). The MED (medium) setting is the medium averaging mode. The bridge R&S®HM8118 performs 6 consecutive measurements, rejects the lowest and highest measurement values and generates an average based on the four remaining measurements. This type of averaging hides individual erroneous measurements. If the averaging function is activated, the symbol „AVG“ will be shown in the display. The averaging function can also be used for a manual or external triggering. However, the number of measurements per triggered triggering will be determined by the set number of averages (periods).

For instance, if a component is integrated in a measurement adapter, the first measurement generally is erroneous and differs greatly from all subsequent measurements. Therefore, the first erroneous measurement is rejected to prevent an erroneous display of measurement values by measuring transient processes.

### 7.1.9 Display of Test Signal Level

#### **V<sub>m</sub> (Measurement Voltage) / I<sub>m</sub> (Measurement Current)**

Use the function V<sub>m</sub>/I<sub>m</sub> to turn the display for the voltage that is measured at the connected component as well as the display of the measured current that flows through the connected component on (ON) and off (OFF). In the SETUP menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the V<sub>m</sub>/I<sub>m</sub> function, press the knob (editing mode) and activate or deactivate the function via knob. Press the knob again to confirm the selection.

### 7.1.10 Guarding GUARD

If the GUARD function is activated, the shield covers for the BNC connectors **[20] ... [23]** will be connected to an internal generator and supplied with a reproduction of the measurement voltage. Within certain limits, this eliminates the cable capacity which would otherwise result in erroneous capacity measurements. The GUARD function is applied for low voltages.

The following settings options are available:

**I OFF** (off):

Guarding is not used; the shield cover for the BNC connectors will be connected with ground potential.

**I DRIVE** (controlled):

The shield cover for the BNC connectors will be connected to the LOW DRIVE potential via internal generator.

**I AUTO** (automatic):

For frequencies below 100kHz and for measurement ranges 1 to 4, the external contacts of the BNC connectors are connected with ground potential; for frequencies above 100kHz and measurement ranges 5 or 6, the external contacts of the BNC connectors are connected with an active protective voltage source (for the potential control).

**It is recommended to use the GUARD function if measurement adapters with high capacity (e.g. R&S®HZ184) are used. If the DUT exhibits impedances of more than 25kΩ at frequencies of more than 100kHz, it is also recommended to use the GUARD function.**

In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\Delta\leftarrow\Delta\rightarrow$  [7] to select the GUARD function, press the knob [6] (editing mode) and select the desired setting via knob. Press the knob again to confirm the selection.

The HM8118 GUARD function is not comparable to the 4TP function (= Four Terminal Pair) of other measuring instrument manufacturers. For the 4TP function, the measurement current is returned through the test lead shield. The electromagnetic radiation of the supply and return conductor nearly override each other which for the most part resolves the issue of electromagnetic coupling. This does not work for the Kelvin test lead provided with the R&S®HM8118, as this is not properly converted (the shields would have to be short-circuited preferably close to the test point). The HM8118 uses a 5 terminal configuration / 5T and does not support the 4TP function.

### 7.1.11 Deviation DEV\_M

You can use the DEV\_M function to turn on or off (OFF) the display of the measurement deviation of the main display (Main) in  $\Delta$  % (percent) or  $\Delta$  ABS (absolute) as applied to the reference value REF\_M. In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\Delta\leftarrow\Delta\rightarrow$  [7] to select the DEV\_M function to set the display for the measurement deviation, press the knob [6] (editing mode) and select the desired setting via knob. Press the knob again to confirm the selection. For more information about the measurement value deviation, see chapter 6.

### 7.1.12 Reference REF\_M

You can use the REF\_M function to save the measurement value as a reference value in the reference memory M (Main). You can choose one of the following as unit for the measurement value: H, mH,  $\mu$ H, nH, F, mF,  $\mu$ F, nF, pF,  $\Omega$ , m $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ , or S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS. In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\Delta\leftarrow\Delta\rightarrow$  [7] to select the REF\_M function to set the reference value, press the knob [6] (editing mode) and select the desired reference value via knob. By pressing the knob again, you can activate the manual value input via numeric keypad. A value input window will be opened. You can use the numeric keys to enter a value. After entering the value via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again. As long as this field is activated, you can also use the TRIG key [27] to accept the value of the DUT (= Device Under Test). For more information about the reference value, see chapter 6.

### 7.1.13 Deviation DEV\_S

You can use the DEV\_S function to turn on or off (OFF) the display of the secondary value display (Sub) in  $\Delta$  % (percent) or  $\Delta$  ABS (absolute) as applied to the reference value

REF\_S. In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\Delta\leftarrow\Delta\rightarrow$  [7] to select the DEV\_S function to set the display for the measurement deviation, press the knob [6] (editing mode) and select the desired setting via knob. Press the knob again to confirm the selection. For more information about the measurement value deviation, see chapter 6.

### 7.1.14 Reference REF\_S

You can save a measurement value of the dissipation factor or the quality factor (quality) as reference value in the reference memory S. You can choose one of the following as unit for the measurement value:  $\Omega$ , m $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ , S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS or °. In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\Delta\leftarrow\Delta\rightarrow$  [7] to select the REF\_M function to set the reference value, press the knob [6] (editing mode) and select the desired reference value via knob. By pressing the knob again, you can activate the manual value input via numeric keypad. A value input window will be opened. You can use the numeric keys to enter a value. After entering the value via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again. As long as this field is activated, you can also use the TRIG key [27] to accept the value of the DUT (= Device Under Test). For more information about the reference value, see chapter 6.

### 7.1.15 CONSTANT VOLTAGE CST\_V

The CST\_V function allows you to turn the constant voltage (AC) on (ON) or off (OFF). Due to the source resistance, some test require the use of a specific measurement voltage which is not possible with the regular source resistance of the respective measurement range. In the SETUP menu, use the arrow keys  $\Delta\downarrow\Delta\leftarrow\Delta\rightarrow$  [7] to select the CST\_V function to activate the constant voltage, press the knob [6] (editing mode) and select the desired setting via knob. Press the knob again to confirm the selection.

**The constant voltage (CST\_V function) must be switched on for measurements with BIAS bias current or external BIAS preload.**

If the constant voltage is activated (ON), the source resistance is preset to 25  $\Omega$ . The voltage applied to the component will be nearly constant for all components whose impedance is substantially greater than 25  $\Omega$ . If the constant voltage mode is activated for the bridge, the measurement range changes (depending on the impedance of the connected component) to prevent overloading the bridge. However, the accuracy is reduced by the factor of 2 in the constant voltage mode. The following table shows the impedance measurement ranges when the constant voltage mode is activated (CST\_V ON):

| Measurement Range | Source Resistance | Component Impedance                 |
|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 1                 | 25 $\Omega$       | 10.0 $\mu$ $\Omega$ to 3.0 $\Omega$ |
| 2                 | 25 $\Omega$       | 3.0 $\Omega$ to 100.0 $\Omega$      |
| 3                 | 25 $\Omega$       | 100.0 $\Omega$ to 1.6 k $\Omega$    |
| 4                 | 25 $\Omega$       | 1.6 k $\Omega$ to 25.0 k $\Omega$   |
| 5                 | 25 $\Omega$       | 25.0 k $\Omega$ to 2.0 M $\Omega$   |
| 6                 | 25 $\Omega$       | 2.0 M $\Omega$ to 100.0 M $\Omega$  |

The following table shows the change in the impedance ranges when the constant voltage mode is deactivated (CST V OFF):

| Measurement Range | Component Impedance          |
|-------------------|------------------------------|
| <b>1 to 2</b>     | $Z > 3.33 \Omega$            |
| <b>2 to 3</b>     | $Z > 400.00 \Omega$          |
| <b>3 to 4</b>     | $Z > 6.67 \text{ k}\Omega$   |
| <b>4 to 5</b>     | $Z > 100.00 \text{ k}\Omega$ |
| <b>5 to 6</b>     | $Z > 2.22 \text{ M}\Omega$   |
| <b>2 to 1</b>     | $Z < 2.7 \Omega$             |
| <b>3 to 2</b>     | $Z < 324.0 \Omega$           |
| <b>4 to 3</b>     | $Z < 5.4 \text{ k}\Omega$    |
| <b>5 to 4</b>     | $Z < 81.0 \text{ k}\Omega$   |
| <b>6 to 5</b>     | $Z < 1.8 \text{ M}\Omega$    |

Under certain circumstances, the display shows the label „OVERRANGE“. This may occur when the constant voltage mode is activated for the bridge and the manual measurement range selection is activated. To bypass this, change into a higher measurement range or select the automatic measurement range selection.

## 7.2 CORR Menu

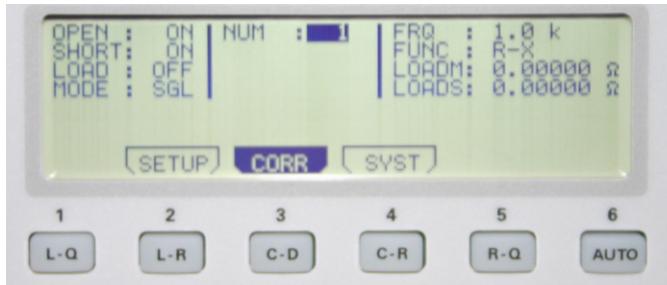


Fig. 7.8: Menu function CORR display

### 7.2.1 Compensation

It is recommended to perform a compensation prior to the measurement beginning with measurement equipment to prevent measurement errors caused by the system. You can also compensate test leads and other parasitic effects (capacitative impedances) with a compensation. To attain the highest possible measurement accuracy, it is recommended to perform the compensation under the same conditions as the later measurement of the component (for instance, the sequence of the test leads should not be changed after the compensation). Also, the test leads should not be restricted, i.e. no hands or metallic items should be nearby as these could impact the measurement.

The following compensation options can be selected in the CORR menu:

#### I OPEN:

An open compensation is performed to compensate for parasitic effects (impedances) caused by connections between measurement accessories and component. To perform the open compensation, it is essential to only have the open-end test leads without components connected. The open compensation is possible for impedances greater than  $10\text{k}\Omega$ .

#### I SHORT:

A short compensation is performed to compensate for parasitic effects (impedances) caused by connections between measurement accessories and component. To perform the short compensation, it is essential to only have the open-end, short-circuited test leads without components connected. The short compensation is possible for impedances of up to  $15\Omega$  and resistances of up to  $10\Omega$ .

#### I LOAD:

A compensation with adjustment (compensation of a known load impedance) is suitable to calibrate measured impedances before the actual measurement. If the load is known, the compensation is entered after selecting the measurement function [28] ... [39] (e.g. L-Q) separate for the main display LOADM (Main) and secondary display LOADS (Sub), and it should be as close as possible to the expected measurement value of the DUT (= Device Under Test). It is possible to compensate known loads for impedances and resistances within the measurement range.

In the CORR menu, use the arrow keys  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7] to select the respective compensation function to perform a compensation, press the knob [6] (editing mode) and select the desired setting (ON/OFF) via knob. Press the knob again to confirm the selection. The MODE function allows you to determine if the OPEN or SHORT compensation should be performed only for the currently selected measurement frequency (SGL) or for all 69 frequency increments (ALL) (available with firmware version 1.35 and higher).

If the corresponding compensation function is activated in the CORR menu (ON) and the frequency levels are selected, the compensation can be started via OPEN [11], SHORT [12] or LOAD [13] key. A compensation of all 69 frequency increments takes approximately 90 seconds. If the compensation was successful, a short signal will sound. If the compensation was unsuccessful, an error message will be shown in the display.

**For a compensation with a known load, a value is entered in both reference memories (LOADM and LOADS) (e.g. the value for the expected inductance in LOADM and the expected quality value in LOADS). This only applies to each selected measurement frequency.**

### 7.2.2 NUM

You can use the NUM function to select one of 5 possible load impedances (LOAD). In the CORR menu, use the arrow keys  $\blacktriangle\blacktriangledown\blackleftarrow\blackrightarrow$  [7] to select the NUM function to choose the load impedance, press the knob [6] (editing mode) and select the desired load impedance via knob. Press the knob again to confirm the selection.

### 7.2.3 Measurement Frequency FRQ

You can use the FRQ function to select the measurement frequency of the load impedance (LOAD) between

20Hz and 200kHz. In the CORR menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the FRQ function to choose the measurement frequency, press the knob **[6]** (editing mode) and select the desired measurement frequency via knob. Press the knob again to confirm the selection.

#### 7.2.4 FUNC Function

You can use the FUNC function to select the measurement function for the load impedance LOADM and LOADS. You can choose from the following functions:

|               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| <b>Ls-Q,</b>  | <b>Lp-Q,</b>  | <b>Ls-Rs,</b> |
| <b>Lp-Rp,</b> | <b>Cs-D,</b>  | <b>Cp-D,</b>  |
| <b>Cs-Rs,</b> | <b>Cp-Rp,</b> | <b>Rs-Q,</b>  |
| <b>Rp-Q,</b>  | <b>Z-Θ,</b>   | <b>Y-Θ,</b>   |
| <b>R-X</b>    | <b>G-B</b>    |               |

In the CORR menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the FUNC function to choose the measurement function, press the knob **[6]** (editing mode) and select the desired function via knob. Press the knob again to confirm the selection.

#### 7.2.5 Correction Factors LOADM / LOADS

You can use the LOADM function (main measurement value display) to save a reference value for the load impedance LOAD in the reference memory LOADM. Depending on the parameter FUNC H, you can choose one of the following as unit for the measurement value: mH,  $\mu$ H, nH, F, mF,  $\mu$ F, nF, pF,  $\Omega$ , m $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ , or S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS.

In the CORR menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the LOADM function to set the reference value, press the knob **[6]** (editing mode) and select the desired reference value via knob. By pressing the knob again, you can activate the manual value input via numeric keypad. A value input window will be opened. You can use the numeric keys to enter a value. After entering the value via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again.

**The LOADM or LOADS function is not necessary for Hameg accessories. In this case, the regular OPEN /SHORT compensation is sufficient.**

You can use the LOADS function (secondary measurement value display) to save a reference value for the load impedance LOAD in the reference memory LOADS. Depending on the parameter FUNC, you can choose one of the following as unit for the measurement value:  $\Omega$ , m $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ , S, kS, mS,  $\mu$ S, nS, pS or  $^{\circ}$ . In the CORR menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the LOADS function to set the reference value, press the knob **[6]** (editing mode) and select the desired reference value via knob. By pressing the knob again, you can activate the manual value input via numeric keypad. A value input window will be opened. You can use the numeric keys to enter a value. After entering the value via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again.

**For a compensation with adjustment, a value is entered in both reference memories (LOADM and LOADS) (e.g. for a real resistance for LOADM the resistance value and the value "0" for LOADS).**

You can use the parameters LOADM and LOADS if it is difficult to align a connect measurement adapter or if it is connected to the bridge via long test leads. In this case, a complete open or short circuit compensation is not possible because the bridge cannot compensate the actual equivalent circuit diagram of the measurement adapter with a simple equivalent circuit. This places the bridge in a state that cannot be compensated. The user can compensate the measurement error by means of a known impedance with a given frequency. If the compensation with a known load (LOAD) is activated, the bridge corrects the measurement value of the connected impedance in relation to three impedances:

- Short circuit impedance,
- Idle time impedance
- Load impedance

It is possible to use up to 5 different reference values for the load impedance which can be selected by means of NUM parameter. An impedance always corresponds to a group of parameters: a number, a frequency, a function and naturally the known parameters of the impedance. After the compensation with adjustment (LOAD), the impedance is connected to the measured impedance to measure with the load impedance correction. Correcting with a load impedance is most effective if the load impedance is near the measured impedance. If the compensation with adjustment (LOAD) is switched on (parameter LOAD set to „ON“), the load impedance correction is automatically activated when the set measurement frequency is equal to the measurement frequency of the load impedance LOAD which is saved for the load impedance corrections within the 5 parameter groups. Therefore, it is important that the 5 parameter groups have different frequencies for the load impedance correction.

### 7.3 Menu Function SYST



Fig. 7.9: Menu function SYST display

#### 7.3.1 CONTRAST Function

You can use the CONTRAST function to set the display contrast from 35 to 55. In the SYST menu, use the arrow keys **▲▼◀▶ [7]** to select the CONTRAST function to choose the screen contrast, press the knob **[6]** (editing

mode) and select the desired contrast setting via knob. By pressing the knob again, you can activate the manual value input via numeric keypad. A value input window will be opened. You can use the numeric keys to enter a value. After entering the value via keypad, confirm the entry by pressing the ENTER key or by pressing the knob again.

### 7.3.2 Acoustic key signal KEY BEEP

The KEY BEEP function allows you to turn the key beep on (ON) or off (OFF). In the SYST menu, use the arrow keys ▲▼◀▶ [7] to select the KEY BEEP function to activate or deactivate the key beep, press the knob [6] (editing mode) and select the desired setting via knob. Press the knob again to confirm the selection.

### 7.3.3 TALK ONLY

The TALK ONLY function allows you to activate (ON) or deactivate (OFF) the „Talk Only“ interface mode. In the SYST menu, use the arrow keys ▲▼◀▶ [7] to select the TALK ONLY function to activate or deactivate the „Talk only“ mode, press the knob [6] (editing mode) and select the desired setting via knob. Press the knob again to confirm the selection. The interface can only send, not respond, when TALK ONLY is activated.

### 7.3.4 Data Transfer Speed BAUDS

The BAUDS function shows the data transfer speed of the serial RS-232 interface. The baud rate is not variable and is 9600 bit/s.

### 7.3.5 Line Frequency MAINS FRQ

The MAINS FRQ function allows you to select the existing line frequency of 50 Hz or 60 Hz for the internal frequency suppression. In the SYST menu, use the arrow keys ▲▼◀▶ [7] to select the MAINS FRQ function to choose the line frequency, press the knob [6] (editing mode) and select the desired line frequency (50Hz / 60Hz) via knob. Press the knob again to confirm the selection.

### 7.3.6 Instrument Information INFO

The INFO function shows information about the firmware version, the FPGA hardware version and the compensation date as well as the bridge serial number. To select the menu item, use the arrow keys in the SYST menu ▲▼◀▶ [7] to select the INFO function.

## 7.4 Saving / Loading of Settings

By pressing the RECALL/STORE key [41], you can load the current measuring instrument parameters (settings) from memory spaces 0 to 8, or alternatively, store them to memory spaces 0 to 8. If the memory space 9 is selected, the factory settings will be loaded (reset). However, this will not impact the stored parameters in the memory spaces 0 to 8. After the measuring instrument has been switched on, the parameters will be loaded from memory space 0. Repetitively press the RECALL/STORE key [41] to toggle between storing and loading measuring instrument parameters. Use ESC or press the RECALL/STORE key [41] again to close the menu.

## 7.5 Factory Settings

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Frequency FRQ           | 1.0 kHz  |
| Level LEV               | 1.00 V   |
| Preload BIAS            | OFF  |
| Measurement range RNG   | AUTO   |
| Measurement speed SPD   | SLOW   |
| NUM                     | 1  |
| FUNC                    | AUTO   |
| Compensation OPEN       | ON   |
| Compensation SHORT      | ON   |
| Compensation LOAD       | OFF  |
| Triggering TRIG         | CONT   |
| Delay DELAY             | 0ms  |
| Average AVG             | 1  |
| Voltage / current Vm/lm | OFF  |
| Guarding GUARD          | OFF  |
| Deviation DEV_M         | OFF  |
| Reference REF_M         | 0.00000 H / mH / $\mu$ H / nH / F<br>mF / $\mu$ F / nF / pF / $\Omega$ / m $\Omega$ k $\Omega$ /<br>M $\Omega$ / S / kS / mS / $\mu$ S / nS / pS |
| Deviation DEV_S         | OFF  |
| Reference REF_S         | 0.00000 $\Omega$ / m $\Omega$ / k $\Omega$ / M $\Omega$ / S<br>kS / mS / $\mu$ S / nS / pS / °   |
| Constant voltage CST V  | OFF  |
| NUM                     | 1  |
| Function FUNC           | AUTO   |
| Reference LOADM         | 0.00000 $\Omega$   |
| Reference LOADS         | 0.00000 $\Omega$   |
| Contrast CONTRAST       | 49 (dependent on the LCD)  |
| Key beep KEY BEEP       | ON   |
| TALK ONLY               | OFF  |
| Baud rate BAUDS         | 9600   |
| MAINS FRQ               | 50 Hz  |

# 8 Measuring Equipment

Measuring components requires the use of suitable measurement adapters. This will be connected firmly with the LCR R&S<sup>®</sup>HM8118 via the four front panel BNC connectors:

- **H<sub>Pot</sub>** (High Potential)
- **H<sub>Cur</sub>** (High Current)
- **L<sub>Pot</sub>** (Low Potential)
- **L<sub>Cur</sub>** (Low Current)



Fig. 8.1: Front panel BNC connectors

For measurements of wired components, it is recommended to use the test adapter R&S<sup>®</sup>HZ181 whereas for SMD components, it is recommended to use the test adapter HZ188 that is included in delivery.

**It is essential to discharge all components before connecting them. Do not apply external voltages to the measurement inputs (BNC sockets on the instrument front panel). During a measurement, do not touch the component directly with hands or indirectly with objects as this may distort the measurement results. Always remove measurement accessories, such as test adapter for component measurements, by pulling it forward.**

For precision measurements, it is recommended to use measurement adapters for 4-wire measurements. A 2-wire measurement is not as accurate as a 4-wire measurement. It is possible to minimize parasitic impedances by using the appropriate measurement adapter. To maximize the accuracy, it is recommended to perform an OPEN/SHORT/LOAD compensation following each change to the measurement configuration. This is also recommended for any change to the measurement frequency. Alternatively, you can use test leads instead of a measurement adapter. The component to be measured can be connected to the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 by means of a suitable test lead. The test lead will be connected via the four front panel BNC connectors. Please also note that a 2-wire measurement is not as accurate as a 4-wire measurement. Since any cable is likely to see individual losses which ultimately distorts the original measurement result due to inductive and capacitive properties (especially due to the length), it is recommended to measure a component with R&S<sup>®</sup>HM8118 accessories.

**Connecting a conventional coaxial cable is not recommended since the measurement result may be modified by other cable types, changed cable length etc. Additionally, due to the OPEN or SHORT calibration, the bridge cannot fully compensate such impacts.**

## 8.1 4-Wire Test Adapter R&S<sup>®</sup>HZ181 (Including Short Circuit Board)



Fig. 8.2: 4-wire test adapter R&S<sup>®</sup>HZ181

The 4-wire test adapter (including the short circuit board) is used to qualify wired components. The measurement adapter converts the configuration of a 4-wire measurement to a 2-wire measurement. The measurement adapter is directly connected to the front panel BNC connectors via the four front panel BNC sockets of the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118. Insert the component to be measured with its connection wires in the two provided contact slots (measurement contacts). The following figure shows the connection of this test adapter. This equipment is optional and not included in delivery.

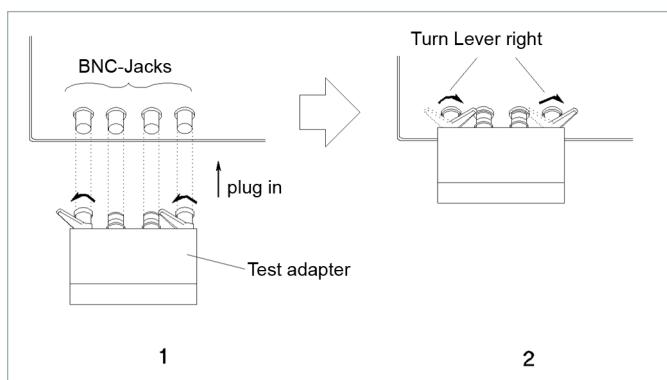


Fig. 8.3: Connecting a measurement adapter

### Technical Data R&S<sup>®</sup>HZ181

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Function:                 | Measurement adapter to operate (via 4-wire connection) with LCR bridge HM8118 |
| Measurable components:    | Resistances, coils or capacitors with axial or radial connecting wires        |
| Frequency range:          | 20 Hz to 200 kHz  |
| Maximum voltage:          | ± 40 V maximum value (AC+DC)  |
| Connectors:               | BNC sockets (4), measurement contacts (2)                                     |
| Safety standards:         | EN61010-1; IEC61010-1; EN61010-031; IEC61010-031                              |
| Environmental conditions: | Contamination Class 2, internal use   |
| Operating temperature:    | +5 °C to +40 °C   |
| Temperature limits:       | -20 °C to +70 °C  |
| Weight:                   | approximately 200 g   |

### 8.1.1 Compensation R&S<sup>®</sup>HZ181

Due to its design, the measurement adapter R&S<sup>®</sup>HZ181 has a fringing capacitance, a residual inductance and a residual resistance which impacts the accuracy of the measured values. To minimize these impacts, the compensa-

tion of impedance errors caused by adapters and leads becomes necessary.

**For frequency dependent components, make sure to perform an OPEN and SHORT compensation for each of the 69 test frequencies.**

To compensate or eliminate this measurement error, it is recommended to perform an open and short compensation (OPEN/SHORT compensation) with the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118. For the open compensation, the measurement adapter is connected without component. For the short compensation, insert the enclosed short circuit board into the two adapter contact slots (measurement contacts). The compensation values that are measured during the compensation process will be stored in the memory of the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 and are valid until another compensation is performed. If any changes to the measurement setup are implemented, it becomes necessary to perform a new compensation. For more information about the OPEN/SHORT compensation, see chapter 7.2.

## 8.2 Kelvin-Test Lead R&S<sup>®</sup>HZ184



Fig. 8.4: Kelvin test lead R&S<sup>®</sup>HZ184

The Kelvin test lead with Kelvin clamps allows for the 4-wire measurement of components that could otherwise not be tested by means of conventional test adapters (for instance, due to their size). The test lead is directly connected to the front panel BNC connectors via the four front panel BNC sockets of the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118. The leads of the red clamp are connected to HCUR and HPOT, the leads of the black clamp to LPOT and LCUR. This equipment is included in delivery.

### Technical Data R&S<sup>®</sup>HZ184

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Function:                 | Kelvin test lead to operate (via 4-wire connection) with LCR bridge HM8118 |
| Measurable components:    | Resistances, coils or capacitors   |
| Frequency range:          | 20 Hz to 200 kHz   |
| Test lead length          | approximately 35 cm  |
| Connectors                | BNC sockets (4), clamps (2)  |
| Safety standards:         | EN61010-1; IEC61010-1;<br>EN61010-031; IEC61010-031                        |
| Environmental conditions: | Contamination Class 2, internal use  |
| Operating temperature:    | +5 °C to +40 °C  |
| Temperature limits:       | -20 °C to +70 °C   |
| Weight:                   | approximately 170 g  |

### 8.2.1 Compensation R&S<sup>®</sup>HZ184

Due to their design, the test lead HZ184 and the terminal clamps have a fringing capacitance, a residual inductance and a residual resistance which impacts the accuracy of the measured values. To minimize these impacts, the compensation of impedance errors caused by adapters and leads becomes necessary.

**For frequency dependent components, make sure to perform an OPEN and SHORT compensation for each of the 69 test frequencies.**

To compensate or eliminate this measurement error, it is recommended to perform an open and short compensation (OPEN/SHORT compensation) with the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118. For the open compensation, the test lead without component and without the measurement clamps are attached without being connected to each other (separate arrangement).

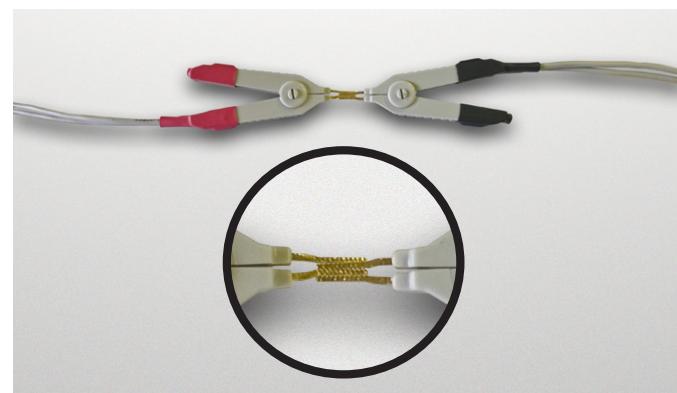


Fig. 8.5: Short compensation R&S<sup>®</sup>HZ184

For the short compensation, the two connecting clamps are connected to each other. The compensation values that are measured during the compensation process will be stored in the memory of the LCR bridge R&S<sup>®</sup>HM8118 and are valid until another compensation is performed. If any changes to the measurement setup are implemented, it becomes necessary to perform a new compensation. For more information about the OPEN/SHORT compensation, see chapter 7.2.

## 8.3 4-wire Transformer Test Lead R&S<sup>®</sup>HZ186



Fig. 8.6: Connecting the measurement adapter to the LCR bridge

The measurement adapter R&S®HZ186 is designed for measurements of transformers or transmitters in combination with transformer measurement functions of the LCR bridge R&S®HM8118. The measurement adapter is directly connected to the front panel BNC connectors of the LCR bridge via the four BNC sockets.

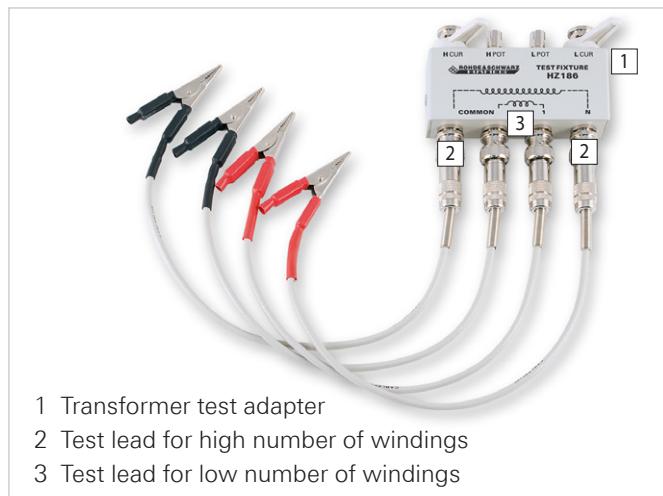


Fig. 8.7: 4-wire transformer test lead

### In case of a faulty measurement, the LCR bridge does not display any value for N.

The 4-wire transformer test lead is a convenient tool to measure the mutual inductance ( $M$ ), the transformer ratio ( $N$ ) and the phase difference  $\Theta$  in a frequency range between 20Hz and 200kHz of a transformer or transmitter. The measurement adapter serves as interface between the LCR bridge and the four included test leads. For the measurement, the transformer / transmitter to be measured is connected to the measurement adapter via test lead, according to the imprinted wiring on the primary and the secondary side. This equipment is optional and is not included in delivery.

### Technical Data R&S®HZ186

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Function:                 | Measurement adapter to operate (via 4-wire connection) with LCR bridge HM8118   |
| Measurable components:    | Transformers, transmitters  |
| Measurable parameters:    | Mutual inductance $M$ (1 $\mu$ H...100H), Transformer ratio $N$ (0,95...500), phase difference $\varphi$ between primary and secondary winding (-180° to +180°) |
| Frequency range:          | 20Hz to 200kHz  |
| Test lead length:         | approximately 35cm  |
| Connectors:               | BNC sockets (4), BNC connectors (4)   |
| Safety standards:         | EN61010-1; IEC61010-1; EN61010-031; IEC61010-031  |
| Environmental conditions: | Contamination Class 2, internal use   |
| Operating temperature:    | +5° C to +40 °C   |
| Storage temperature:      | -20 °C to +70 °C  |
| Weight:                   | approximately 240g  |

### 8.3.1 Compensation R&S®HZ186

Due to their design, the test lead HZ186 and the connected test leads have a fringing capacitance, self inductance and self-resistance which impacts the accuracy of the measu-

red values. To minimize these impacts, the compensation of impedance errors caused by adapters and leads becomes necessary.

**For frequency dependent components, make sure to perform an OPEN and SHORT compensation for each of the 69 test frequencies.**

To compensate or eliminate this measurement error, it is recommended to perform an open and short compensation (OPEN/SHORT compensation) with the LCR bridge R&S®HM8118. For the open compensation, the four test leads are connected to the measurement adapter R&S®HZ186. Before starting the open compensation, the two black test leads (which are connected to the „COMMON“ BNC connectors) are connected. It is also necessary to connect the two red test leads that are connected to the BNC connectors „N“ and „1“.

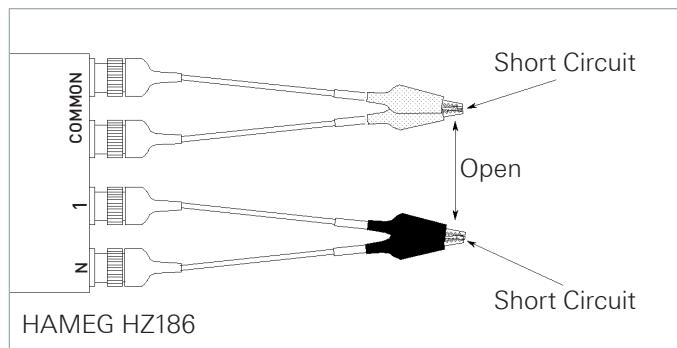


Fig. 8.8: OPEN / SHORT calibration with R&S®HZ186

For the short compensation, the two red test leads and the two black test leads are connected to each other.

### 8.3.2 Transformer Measurement

The measurement of a transformer can always result in varying measurement results. This is related both to the iron core losses as well as to the unknown state of the pre-magnetized core. The component to be measured is dependent on the frequency as well as on the applied measurement voltage. The measuring instrument determines the values for  $L$ ,  $R$  and  $C$  by measuring the impedance and the related phase angle. The angle determines an inductive, capacitive or real value ( $L,C,R$ ). Consequently, the amount of the impedance increases as the voltage increases, and the phase angle is heavily dependent on the measurement frequency (due to change in magnetization and iron core loss and visible in the „Z-Theta“ mode [7]). If a transformer is measured as „open“, the measurement values are plausible. However, if the secondary side is short-circuited, it is only possible to measure considerably fewer measurement values. The values in case of a short-circuited secondary page correspond nearly precisely to the core losses.

### 8.3.3 Mutual Inductance

To measure the mutual inductance, the R&S®HM8118 applies the same procedure as for the regular inductance. Instead of measuring the voltage via primary winding, the voltage will be measured at the secondary transformer winding.

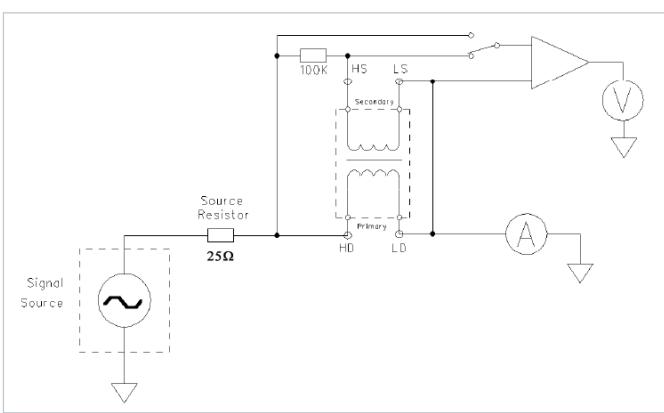


Fig. 8.9: Measuring the mutual inductance

The R&S<sup>®</sup>HM8118 calculates a „virtual“ impedance  $Z = V_s / I_p$ .  $V_s$  is the secondary voltage,  $I_p$  is the primary current (all complex values). The mutual inductance is calculated using the mutual inductance definition:

$$V_s = R_s * I_s + L_s dI_s/dt + M dI_p/dt$$

If no current is applied to the secondary winding ( $I_s = 0$ ), the following is true:

$$V_s = M dI_p/dt \text{ or } M = \text{Im}\{Z\}/w.$$

In this case, the value for  $M$  can also be negative. It is possible to use a BIAS current if necessary. However, BIAS is not used to improve the accuracy. Some coils may be subjected to a strong bias current BIAS. In this case, the measurement must be performed under the same conditions as they are to be used for the circuit.

### 8.3.4 Determining the Leakage Inductance

The short circuit principle is applied to determine the leakage inductance for the R&S<sup>®</sup>HM8118 bridge. The wiring to determine the leakage inductance does not differ from a conventional inductance measurement. The component / transformer is connected to the instrument via BNC connectors on the R&S<sup>®</sup>HM8118 instrument front panel. The R&S<sup>®</sup>HZ186 is not mandatory for this purpose. You can also use the included standard cable which is suitable for inductance measurements. Before determining the leakage inductance, it is recommended to first perform a conventional inductance measurement of the primary transformer winding. In this case, the secondary side remains open (see fig. 8.10).

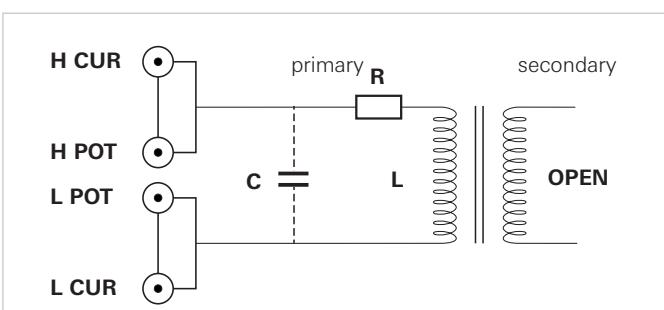


Fig. 8.10: Primary inductance measurement

Contrary to a conventional inductance measurement, determining the leakage inductance requires the secondary transformer side to be short-circuited (see fig. 8.11). If the secondary side is short-circuited, the measured values of the primary side correspond to the leakage inductance.

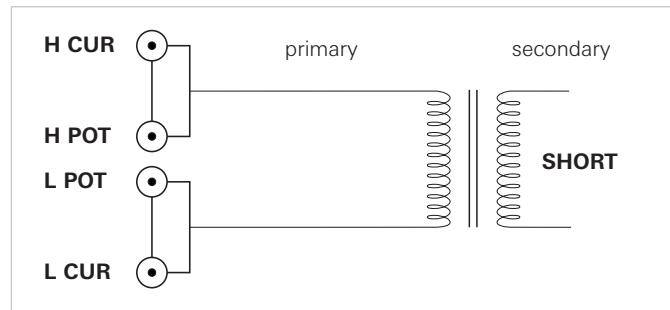
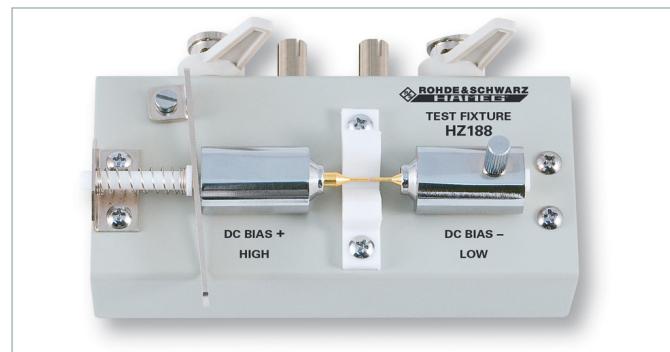


Abb. 8.11: Leakage inductance measurement

## 8.4 4-Wire SMD Test Adapter R&S<sup>®</sup>HZ188

Fig. 8.12: 4-wire-SMD test adapter R&S<sup>®</sup>HZ188

The SMD test adapter R&S<sup>®</sup>HZ188 is suitable to qualify SMD components. The test adapter converts the configuration of a 4-wire measurement to a 2-wire measurement. Due to its net weight, it is recommended to mount the measurement adapter and bridge to a flat surface (e.g. a table). The test adapter is directly connected to the front panel BNC connectors of the bridge via the four BNC sockets. For the measurement, insert the SMD component to be measured with its connectors between the two provided contact pins (measurement contacts). This equipment is included in delivery.

### Technical Data R&S<sup>®</sup>HZ188

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Function:                 | Test adapter to operate (via 4-wire connection) with LCR bridge HM8118 |
| Measurable components:    | SMD resistances, coils or capacitors                                   |
| Frequency range:          | 20 Hz to 200 kHz   |
| Maximum voltage:          | ± 40 V maximum value (AC+DC)   |
| Connectors:               | BNC sockets (4), measurement contacts (2)                              |
| Safety standards:         | EN61010-1; IEC61010-1; EN61010-031; IEC61010-031                       |
| Environmental conditions: | Contamination Class 2, internal use                                    |
| Operating temperature:    | +5 °C to +40 °C  |
| Temperature limits:       | -20 °C to +70 °C   |
| Weight:                   | approximately 300g   |

### 8.4.1 Compensation R&S®HZ188

Due to its design, the measurement adapter R&S®HZ188 has a fringing capacitance, a residual inductance and a residual resistance which impact the accuracy of the measured values. To minimize these impacts, the compensation of impedance errors caused by adapters becomes necessary.

**For frequency dependent components, make sure to perform an OPEN and SHORT compensation for each of the 69 test frequencies.**

To compensate or eliminate this measurement error, it is recommended to perform an open and short compensation (OPEN/SHORT compensation) with the LCR bridge R&S®HM8118. For the open compensation, for the test adapter R&S®HZ188 you must loosen the screw on the right side counterclockwise and then push the right contact pin to the right until both contact pins are electrically open. The resulting gap between the contact pins must correspond to the dimensions of the SMD component to be measured. Fixate the right contact pin by turning the screw clockwise.

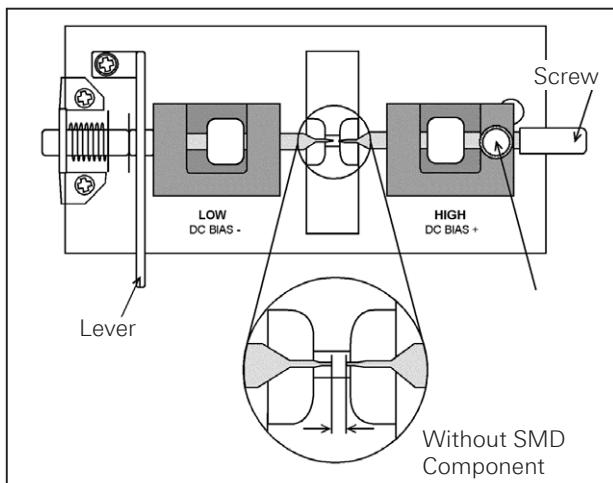


Fig. 8.13: Open compensation with R&S®HZ188

For the short compensation, for the test adapter R&S®HZ188 you must loosen the screw on the right side counterclockwise and then push the right contact pin to

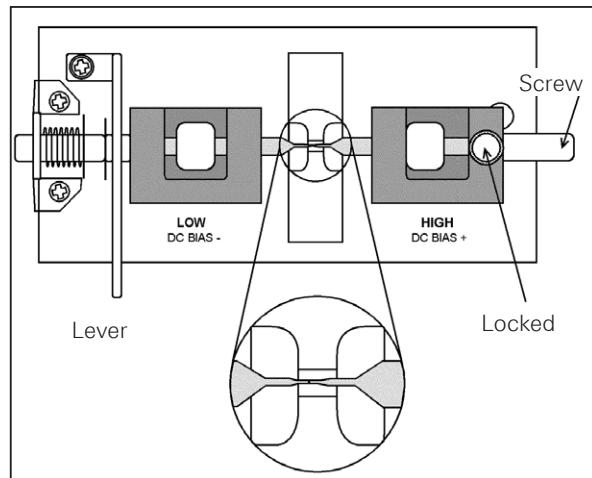


Fig. 8.14: Short compensation with R&S®HZ188

the left until both contact pins are electrically connected. Fixate the right contact pin by turning the screw counterclockwise. The compensation values that are measured during the compensation process will be stored in the memory of the LCR bridge R&S®HM8118 and are valid until another compensation is performed. If any changes to the measurement setup are implemented, it becomes necessary to perform a new compensation. For more information about the OPEN/SHORT compensation, see chapter 7.2.

**The test adapter R&S®HZ188 allows SMD components of up to a size of 0603 to 1812 (in inches) to be tested. This corresponds to a size of approximately 1.6mm to 4.5mm.**

### 8.5 Sorting Components with Option R&S®HO118 Binning Interface



Fig. 8.15: Optional equipment R&S®HO118 (binning interface)

A binning interface (25 pol. interface) is particularly useful for a production environment:

- To test incoming components, e.g. for incoming goods,
- To select components by limit,
- To test multiple components with similar values

**We recommend the factory-installed option R&S®HO118. Otherwise, it becomes necessary to open the instrument which would break the warranty seal which in turn would void the warranty.**

The R&S®HO118 binning interface enables the use with external hardware which sorts components by physical type after the R&S®HM8118 measurement. Data lines for eight sorting containers and control lines are intended (ALARM, INDEX, EOM,TRIG).

#### 8.5.1 R&S®HO118 Circuit

The R&S®HM8118 with integrated R&S®HO118 binning interface is always delivered in a condition that allows for an external power supply to be connected. Specifically, this means that jumper J1 is on position 2-3, jumper J3 on position 1-2 and the DIP switch set to „OFF“. These settings deactivate the internal pull-ups.

The following conditions must be met to operate the binning interface:

- Use external pull-ups.
- Provide external power supply between 5V and 40V.

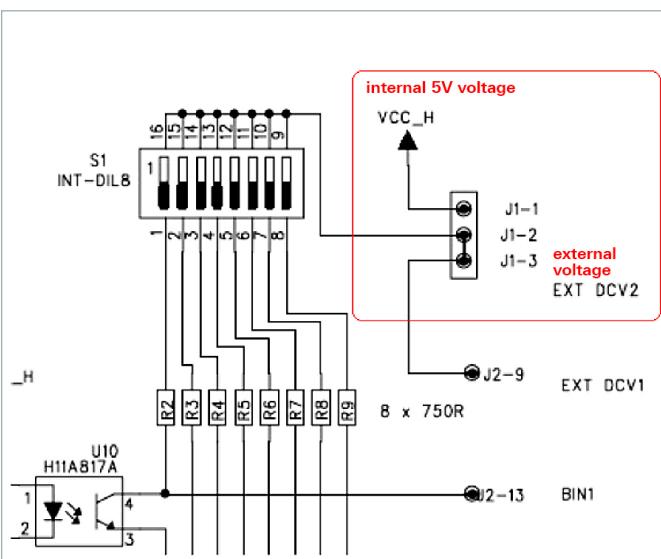


Fig. 8.16: R&amp;S®HO118 internal circuitry

The circuit is „active low”, i.e. the voltage drops to 0V as soon as the criterion for the respective BIN (set in the instrument) is met. The function of the binning interface can be tested by connecting a simple, passive component (e.g. 1kOhm resistance) to the instrument. In the BIN menu, set a generous pass/fail criterion and measure the voltage of PIN 25 (BIN2 on the circuit, BIN1 in the instrument) for the 25-pole plug to PIN 1 (GND). In case of „Pass”, the voltage should be 0V, in the case of „Fail”, it should correspond to the external voltage which must be applied to PIN 9.

For detailed information on the binning interface in the context of the PIN and jumper assignment, refer to the R&S®HO118 manual.

### 8.5.2 R&S®HO118 Description

| BIN   | Type                            | Description   |
|-------|---------------------------------|---|
| 0...5 | Pass BIN                        | This sorting bin is used if the measured value is within the user-defined bin limit. If the measured value is within this limit, it will be assigned to bin 0 (BIN 0). Outside the limit that is defined for bin 0, the assignment within the limit for bin 1 (BIN 1) is performed. This process is repeated until the limit for bin 5 (BIN 5) is exceeded. If the measured value exceeds the defined range limits for bins 1 to 5, it will be assigned to the General-Failure bin. |
| 6     | Secondary Parameter Failure BIN | This sorting bin is used if the primary value is within the range for the sorting bins 0 ... 5 and only the secondary parameters exceed the limit for sorting bin 6.  |
| 7     | General Failure BIN             | This sorting bin output is activated if the sorting does not apply to one of the first 7 bins.  |

The Store/Recall feature enables you to determine a maximum of 9 binning configurations. Binning configurations can also be operated via remote control interface. The bridge R&S®HM8118 can sort components in up to 8 separate bins: six pass sorting bins, one secondary parameter sorting bin and one general sorting bin for errors. At any given time, only one sorting bin (BIN) is activated.

### Output signal:

Negative TRUE, open collector, opto-isolated, selectable pull-ups.

### Measurement types:

Since the R&S®HM8118 is used for classification, the number of measurement types is limited to the modes needed for the characterization of components.

- R-Q: Resistance value and quality
- C-D: Capacitance value and loss angle
- L-Q: Inductance and quality

### Sorting bins (BINs):

- Pass bin: Bin 0...5 for primary parameters
- Fail bin: Bin 6 for secondary parameters, bin 7 for general errors (General Failure BIN).
- Maximum current for an output voltage of 1V is 15mA.

### Index:

Analog measurement completed.

### Measurement completed:

Complete measurement completed.

### Alarm:

Notification about a known bug.

### External trigger:

Opto-isolated, selectable pull-up, pulse width >10µs.

### 8.5.3 Sorting Bin Preferences (BINs)

The R&S®HM8118 must be in manual mode. Select the respective function of the parameter to be sorted. As mentioned in the section „Measurement Types“, all functions can be used. To be able to enter binning parameters, press the MENU key and select the option BIN. A binning interface must be integrated to be able to access the binning menu.

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| <b>Example:</b> | Binning: ON       |
|                 | BIN Number: 0     |
|                 | BIN: Open         |
|                 | Nominal: 100.0    |
|                 | Low limit: -4.0%  |
|                 | High limit: +5.0% |

### Binning ON/OFF:

- ON: Binning function activated
- OFF: Binning function deactivated

### BIN Number:

- Selecting the BIN number
- Bins 0 to 5 correspond to the primary pass bins
- Bin 6 corresponds to the secondary parameter failure bin
- Bin 7 (General Failure BIN 7) does not have a menu entry.

### BIN OPEN or CLOSED:

- OPEN: The respective BIN is activated.
- CLOSED: The respective BIN is deactivated.
- At least the first bin must be activated.

**Nominal value of the classification:**

- Enter the nominal value with the number keys and confirm with the Enter key.
- The new value and the associated units will be displayed. A nominal value for bin 6 is not applicable.

**LOW LIMIT (as a percentage of Low Limit):**

- The bin 6 does not have a relative limit but an absolute limit instead.

**HIGH LIMIT (as a percentage of High Limit):**

- Automatically, the low limit is set symmetrically.
- If an asymmetrical low limit is required, you must first define the high limit, followed by the low limit.
- For the symmetrical limits, only the high limit value must be selected. The low limit acts as the counterpart to the upper limit.

**8.5.4 Binning Example****PASS/FAIL for a resistance ( $1 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ ,  $Q < 0.0001$ )**

- Select RQ to measure the resistance in the automatic range selection mode.
- Press AUTO/HOLD to freeze the range. Press MENU and BIN. Activate the binning function now (Binning Feature).
- Enter the nominal value (1.000 k) and 1.0 as high limit value for bin 0. The negative limit will automatically be set to -1%. Press BIN.
- Select BIN 6 and enter the range limit (0.0001). Open the bin (BIN).

Make sure that no other bins are open.

- Partial measurements within the defined range will be moved to bin 0 (Pass BIN).
- Partial measurements that do not correspond to the primary parameters will be moved to bin 7 (General-Failure BIN).
- Partial measurements that do not correspond to the secondary parameters will be moved to bin 6 (Secondary Parameter Failure BIN).

Control lines for the output are included in the binning interface to receive information about the classification of the measured components and to allow status requests for the bridge. A trigger input exists to start the measurement process. The interface includes 8 control lines for process sorting bins, sorting bin for failures, general sorting bin for failures, active measurement and sorting bin data. The interface control lines are open collector outputs and are voltage proof for up to 40 volts. The trigger input responds to TTL level and triggers with falling slopes. It is protected against voltages of up to  $\pm 15$  volts.

For more information on the binning interface in the context of the PIN and jumper assignment, refer to the R&S®HO118 manual.

# 9 Remote Control

By default, the LCR bridge HM8118 includes a galvanically isolated RS-232 and USB interface (R&S®HO820). The instrument can optionally be fitted with a GPIB interface (R&S®HO880) at the factory.

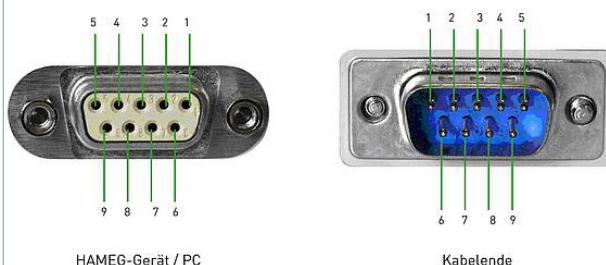
**We recommend the installation of or an upgrade to a R&S®HO820/HO880 installation via factory installation or service since the measuring instrument has to be opened and the warranty seal must be broken.**

**All data and signal cables of the instruments galvanically isolated by mass.**

## 9.1 RS-232

The RS-232 interface is built with a 9-pin D-SUB connector. This bidirectional interface allows measuring instrument parameters to be sent from an external instrument (DTE, e.g. a PC with measurement software) to the HM8118 bridge (DCE), or to be read by the external instrument. It is also possible to send commands and read measurement data via this interface. Please find an overview of available commands in chapter "Command Reference". It is possible to establish a direct connection from the PC (serial port) to the RS-232 interface of the HM8118 bridge via 9-pin shielded cable (1:1 wired). Only shielded cables that do not exceed a maximum length of 3m may be used.

### RS-232 Pin Assignment (9 Pin)



- |   |   |
|---|---|
| 2 | Tx Data (data from instrument to PC)  |
| 3 | Rx Data (data from PC to instrument)  |
| 7 | CTS Clear to Send   |
| 8 | RTS Request to Send   |
| 5 | Ground (reference potential connected to the conductor via instrument (safety class 1) and power cord |

Fig. 9.1: Pin assignment RS-232

The baud rate is set to 9600 baud and cannot be modified. The maximum voltage variation at the TX, RX, RTS and CTS connections is  $\pm 12$  volts.

The RS-232 standard parameters for the interface are as follows:

- 1 8-N-1** (8 data bits, no parity bit, 1 stop bit)
- RTS/CTS hardware protocol: None.

## 9.2 USB / VCP

The interface includes a type B connector. To establish a direct connection with a host controller or an indirect connection via USB hub requires a USB cable with a type B socket on the one end and a type A socket on the other end. It is not necessary to configure the measuring instrument.

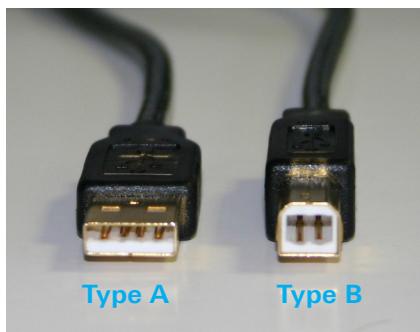


Fig. 9.2:  
Type A and type B of  
the USB interface

The R&S®HO820 driver ZIP file contains a native USB and a virtual COM port driver. The traditional version of the VCP (virtual COM port) allows the user to communicate with the measuring instrument using any terminal program via remote commands once the corresponding Windows drivers have been installed. The latest USB (VCP) driver can be downloaded from the Rohde & Schwarz website and unpacked into an appropriate directory. If you do not have a driver for the R&S®HM8118 bridge installed on the PC, the operation system issues the message "New hardware found" once the connection between the bridge and the PC has been established. Additionally, the Found New Hardware Wizard will be displayed. Installing the USB driver is only necessary if this occurs. For more information on the USB (VCP) driver installation, please read the installation guide within the driver file.

**The R&S®HO820 USB driver can only be installed on the PC if the following minimum requirements are met:**

- 1 A measuring instrument with integrated HO820 interface.
- 2 A PC with operating system Windows XP™, Vista™, Windows 7™, Windows 8™ or Windows 10™ (32 or 64Bit).
- 3 Administrator rights are imperative for the driver installation.  
**If an error message or a write error are displayed it typically means the required rights have not been assigned for the driver installation. If this is the case, please contact your IT department to obtain the necessary rights.**

**The optional IEEE 488 interface (GPIB) can only be factory-fitted as it is necessary for this purpose to open the instrument and break the guarantee seal.**

cable. It is only possible to select settings prior to starting the instrument. Once operation has started, it is no longer possible to do so. Technical data as well as how to address the interface is described in the manual of the R&S®HO880 interface.

**We recommend using a National Instruments Adapter (NI-USB-GPIB HS) as GPIB-USB adapter.**

## 9.3 IEEE-488 (GPIB)

The GPIB address is set at the GPIB interface on the instrument back panel and is connected to the PC with a GPIB cable. The cable establishes a connection to a IEEE-488 controller (control unit of a IEEE-488 bus system). Any PC equipped with the corresponding plug-in card can function as IEEE-488 controller. If a IEC-625 cable must be used, an appropriate plug-in adapter is required. The R&S®HO880 interface works in the Device mode, i.e. commands are received by the controller and transmitted to the measuring instrument, and signal data is sent to the controller if appli-

# 10 Command Reference

The REMOTE/LOCAL key is illuminated if communication to the instrument has been established via interface (Remote Control). To return to the local operating mode (Local Control), press the REMOTE/LOCAL key, provided that the instrument has not been locked out from local operation via interface (Local lockout). If local operation is locked, the instrument cannot be operated via front panel keys.

**No remote PC software is available for the R&S®HM8118 bridge.  
The supported commands can be embedded in any software environment that is able to send ASCII characters.**

## 10.1 Setting Up the Command Structure

A syntax with four letters in a command string specifies a command. The remaining command string consists of parameters (variables). Multiple parameters in a command string are separated by a comma. Parameters in brackets {} can optionally be used or queried whereas parameters that are not in brackets are requested or queried. Commands that can be queried include a question mark in parentheses (?) following the syntax. Commands that can only be queried include a question mark ? following the syntax. Do not send () or {} as part of a command. Certain variables must be expressed as integers and others as floating point or exponentially. Normally, the variables i and j are integers whereas the variable x is a real number.

**To prevent communication errors, it is recommended to avoid command strings. Each remote command ends with CR (carriage return) or CR+LF (carriage return + line feed) (no individual LF).**

## 10.2 Supported Command and Data Formats

**The R&S®HM8118 bridge does not support parallel processing of commands.**

### \*IDN?

The query \*IDN? queries the bridge HM8118 identification string. The queried string has the following format:  
HAMEG Instruments,<instrument type>,<serial number>,<firmware>  
(Example: HAMEG Instruments, HM8118,013206727,1.54).

### \*RST

The \*RST command resets all measuring instrument parameters to the bridge factory settings (Reset).

### \*OPC?

The query \*OPC? (= Operation Complete) is used to synchronize the sequence of a measurement. The \*OPC? query returns the value 1 if all measurement values of a

measurement sequence were completely captured by the measuring instrument and if the instrument is ready to perform another measurement.

### \*WAI

The \*WAI command is a synchronization command that stops every subsequent command before its execution until all running measurements are completed. The commands STRT followed by \*WAI and XALL? would start a measurement . However it would block the processing of further commands until the measurement has been completed. The XALL? command issues the measurement result.

### \*SAV i

The \*SAV command saves the current measuring instrument parameters in the memory location. You can select a memory location between 0 and 9. The measuring instrument always starts with the parameters that are stored in memory location 0.

### \*RCL i

The \*RCL command activates the stored measuring instrument configuration i and uses it as the current setting. You can select a memory location between 0 and 9. If the saved settings (measuring instrument parameters) are incomplete or have not been saved (e.g. due to an empty memory location), an error message is displayed when the command is executed. The \*RCL 9 command resets all measuring instrument parameters to the factory settings.

### LOCK 1

The LOCK 1 command allows you to lock the instrument front panel operation. You can unlock this by pressing the REMOTE key or by using the LOCK 0 command.

### LOCK 0

The LOCK 0 command allows you to unlock an existing instrument lock.

### \$STL(?) {i}

The \$STL command sets the trigger delay time (DELAY) to i milliseconds. The trigger delay time i can be set anywhere between 0ms and 40000ms. The query \$STL? queries the set trigger delay time.

### AVGM(?) {i}

The AVGM command activates or deactivates the calculation of the average (AVG). The function AVG Average Value is activated, several individual measurements will be used to form a mean value according to the set period. i=0 deactivates the calculation of the average (NONE), i=2 sets the calculation of the average to MED. The MED (medium) setting is the medium averaging mode. The bridge HM8118 performs 6 consecutive measurements, rejects the lowest and highest measurement values and generates an average based on the four remaining measurements. This type of averaging hides individual erroneous measurements. If the calculation of the average is set to i=1,

you can use the NAVG command to select the number of measurement values to be used for the calculation of the average. The AVGM? query queries the status of the calculation of the average.

#### **NAVГ(?) {i}**

If you use the AVGM command to set the calculation of the average to i=1, you can use the NAVG command to set the number of measurement values to be used for the calculation of the average anywhere between 2 and 99. The NAVG? query queries the number of measurement values to be used for the calculation of the average.

**The constant voltage (CST V function) must be switched on for measurements with bias current or external preload.**

#### **VBIA(?) {x}**

The VBIA command sets one internal DC preload anywhere between 0V and 5V. This command returns an error message (ERROR) if the HM8118 is not set to a measurement mode C-D, C-R, R-X or Z-Θ which would be suitable for a preload. Use the BIAS 1 (= internal) command to activate the preload which was previously activated via VBIA and to show it on the display. The VBIA? query queries the current value of the applied DC preload.

#### **IBIA(?) {x}**

The IBIA command defines the DC bias current between 0.001A and 0.200A. This command returns an error message (ERROR) if the HM8118 is not set to perform an inductance measurement or a transformer measurement (L-Q, L-R, N-Θ or M). Use the BIAS 1 (= internal) command to activate the bias current which was previously activated via IBIA and to show it on the display. The IBIA? query queries the current DC bias current.

**The error message "DCR too high" indicates that the resistance of the connected DUT is too high for the selected bias current. In this case, the bias current cannot be activated.**

#### **BIAS(?) {i}**

The BIAS command activates or deactivates the DC preload or DC bias current defined in the HM8118. Use i=0 to deactivate the DC preload that is selected via VBIA, or deactivate the DC bias current that is selected via IBIA. Use i=1 to activate the internal BIAS and to show the value that was previously selected via VBIA or IBIA on the display. Use i=2 to select the external BIAS which is only possible with a DC preload. The internal BIAS preload can only be selected if the instrument is set to the appropriate measurement function (see VBIA command). The internal BIAS bias current can only be selected if the instrument is set to the appropriate measurement function (see IBIA command). The external BIAS function behaves correspondingly. The BIAS? query queries the current BIAS status.

#### **CIRC(?) {i}**

Use the CIRC command to select the circuit type of the equivalent circuit diagram (measurement circuit). By de-

fault, the automatic circuit type (i=2) is selected. Use i=0 to set the series circuit, use i=1 to set the parallel circuit of the equivalent circuit diagram. The CIRC? query queries the current status of the equivalent circuit diagram setting.

#### **CONV(?) {i}**

The CONV command activates (i=1) or deactivates (i=0) the constant voltage (function CST V). The CONV? query queries the current status of the constant voltage.

#### **FREQ(?) {x}**

Use the FREQ command to select the measurement frequency in Hz. The 69 available measurement frequency intervals are as follows:

| Measurement Frequencies |       |        |        |       |        |
|-------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 20Hz                    | 90Hz  | 500Hz  | 2.5kHz | 12kHz | 72kHz  |
| 24Hz                    | 100Hz | 600Hz  | 3.0kHz | 15kHz | 75kHz  |
| 25Hz                    | 120Hz | 720Hz  | 3.6kHz | 18kHz | 80kHz  |
| 30Hz                    | 150Hz | 750Hz  | 4.0kHz | 20kHz | 90kHz  |
| 36Hz                    | 180Hz | 800Hz  | 4.5kHz | 24kHz | 100kHz |
| 40Hz                    | 200Hz | 900Hz  | 5.0kHz | 25kHz | 120kHz |
| 45Hz                    | 240Hz | 1.0kHz | 6.0kHz | 30kHz | 150kHz |
| 50Hz                    | 250Hz | 1.2kHz | 7.2kHz | 36kHz | 180kHz |
| 60Hz                    | 300Hz | 1.5kHz | 7.5kHz | 40kHz | 200kHz |
| 72Hz                    | 360Hz | 1.8kHz | 8.0kHz | 45kHz |        |
| 75Hz                    | 400Hz | 2.0kHz | 9.0kHz | 50kHz |        |
| 80Hz                    | 450Hz | 2.4kHz | 10kHz  | 60kHz |        |

The FREQ? query queries the set measurement frequency in Hz.

#### **MMOD(?) {i}**

Use the MMOD command to select the trigger type. Use i=0 to select the continuous trigger, i.e. a new measurement will automatically be performed upon completion of the previous measurement. Use i=1 to select the manual trigger (TGM). In this case, a measurement will be performed only after the \*TRG command was sent. Use i=2 to select the external trigger (TGE). A measurement is performed when a rising slope is applied to the external trigger input (TTL level +5V). The MMOD? query queries the current status of the triggering.

**If the measuring instrument shows a blank screen (i.e. lines " - - ") without measurement values, no trigger event / measurement has been triggered or the selected measurement function has been selected incorrectly.**

#### **\*TRG / STRT**

Use the \*TRG or STRT command to start a measurement if the manual trigger mode was previously selected (see MMOD).

#### **RATE(?) {i}**

Use the RATE command to set the measurement speed (SPD function) in the increments FAST (i=0), MED (i=1) or SLOW (i=2). The number of measurements for a con-

tinuous triggering (CONT) is approximately 1.5 per second at the SLOW setting, 8 per second at MED or 14 per second at FAST. The RATE? query queries the selected measurement speed.

### RNGE(?) {i}

The RNGE command sets the measurement range and the related source resistance:

- i = 1: between 1 and 25Ω;
- i = 2: between 2 and 25Ω;
- i = 3: between 3 and 400Ω;
- i = 4: between 4 and 6.4kΩ;
- i = 5: between 5 and 100kΩ;
- i = 6: between 6 and 100kΩ.

The RNGE? query queries the selected measurement range.

### RNGH(?) {i}

The RNGH command deactivates (i=0) or activates (i=1) the manual measurement range selection. If the manual measurement range selection is deactivated, the automatic HM8118 measurement range selection is activated (AUTO). The RNGH? query queries the status of the manual measurement range selection.

### PMOD(?) {i}

Use the PMOD command and the parameter to select the measurement function:

- i=0 : AUTO
- i=1 : L-Q
- i=2 : L-R
- i=3 : C-D
- i=4 : C-R
- i=5 : R-Q
- i=6 : Z-Θ
- i=7 : Y+Θ
- i=8 : R+X
- i=9 : G+B
- i=10 : N+Θ
- i=11 : M

The PMOD? query queries the selected measurement function.

**If the automatic measurement range selection is activated, it is not possible to perform relative measurements and measurements with integrated binning interface.**

### VOLT(?) {x}

The VOLT command sets the measurement voltage to x volts. You can select any value between 0.05V and 1.5V for x. Interim values will be rounded by 0.01 V to the nearest figure. The VOLT? query queries the selected measurement voltage.

### OUTP(?) {i}

The OUTP command sets the main measurement value display for the measurement values to

**Normal** (i=0),

**relative measurement value deviation % (i=1) or absolute measurement value deviation (i=2).**

The OUTP? query queries the status of the main measurement value display.

### PREL(?) {x}

The PREL command sets the parameter x to determine the relative measurement value deviation (REF\_M) for the main measurement value display, if the measurement value deviation of the main measurement value display was previously activated via OUTP 1 or OUTP 2 command (DEV\_M). The PREL command generates an error message (ERROR), if the automatic R&S®HM8118 measurement range selection (AUTO) is activated. The unit for x is:

- |                 |                                    |
|-----------------|------------------------------------|
| <b>Ohm:</b>     | For R+Q, Z+Θ and R+X measurements, |
| <b>Henry:</b>   | For L+Q, L+R and M measurements,   |
| <b>Farad:</b>   | For C+D and C+R measurements and   |
| <b>Siemens:</b> | For Y+Θ and G+B measurements.      |

The PREL? query queries the set value of the relative measurement deviation (REF\_M) of the main measurement value display.

### OUTS(?) {i}

The OUTS command sets the secondary measurement value display for the measurement values to

**Normal** (i=0),  
**relative measurement value deviation % (i=1) or absolute measurement value deviation (i=2).**

The OUTS? query queries the status of the secondary measurement value display.

### SREL(?) {x}

The SREL command sets the parameter x to determine the relative measurement value display for the secondary measurement value display (REF\_S), if the secondary measurement value display was previously activated via OUTS 1 or OUTS 2 command (DEV\_S). This command generates an error message (ERROR), if the automatic HM8118 measurement range selection (AUTO) or the M measurement is activated (by means of the interference of mutual inductance). The unit for x is:

- |                |                                       |
|----------------|---------------------------------------|
| <b>Ohm:</b>    | For L+R, C+R and R+X measurements,    |
| <b>Degree:</b> | For Z+Θ, Y+Θ and N+Θ measurements and |

**Without unit:** For all other measurements.

The SREL? query queries the set value of the measurement deviation (REF\_S) of the secondary measurement value display.

### CALL 0

The CALL 0 command determines the bridge settings and ensures that the subsequent command (CROP or CRSH) performs an open or short compensation for the frequency that is currently set for the instrument. It is necessary to first send CROP or CRSH before the compensation is performed.

**CALL 1**

The CALL 1 command determines the bridge settings and ensures that the subsequent command (CROP or CRSH) performs an open or short compensation for all 69 test frequencies. It is necessary to first send CROP or CRSH before the compensation is performed.

**CROP**

The CROP command performs an open compensation. The R&S<sup>®</sup>HM8118 automatically reports immediately if a compensation was successful (0) or if it failed (-1).

**CRSH**

The CRSH command performs a short compensation. The HM8118 automatically reports immediately if a compensation was successful (0) or if it failed (-1).

**XALL?**

The XALL? query queries the measurement values of the main measurement value display, the secondary measurement value display and the number of sorting bins. The measurement values are issued separated by a comma. If the binning interface is not activated / not integrated or if the current measurement is invalid, the sorting bin value 99 is issued.

**XMAJ?**

The XMAJ? query queries the measurement value of the main measurement value display. If the measurement value display is set to percentage deviation and if the nominal measurement value is „0“, an error message will be issued.

**XMIN?**

The XMIN? query queries the measurement value of the secondary measurement value display. If the measurement value display is set to percentage deviation and if the nominal measurement value is „0“, an error message will be issued.

**XDLT?**

The XDLT? query queries the absolute deviation between the measurement value and the nominal measurement value (see also PREL command). If the automatic measurement mode (AUTO) is selected, an error message is issued.

**XDWT?**

The XDWT? query queries the relative deviation between the measurement value and the nominal measurement value (see also PREL command). If the nominal measurement value is set to „0“ or if the automatic measurement mode (AUTO) is selected, an error message is issued.

**10.3 Command List Binning Interface**

**(only with integrated binning interface R&S<sup>®</sup>HO118)**

**XBIN?**

The XBIN? query queries the number of sorting bins for the current measurement. If the binning interface is not switched on / not activated or if the current measurement is invalid, the sorting bin value 99 is issued.

**BBUZ(?) i**

The BBUZ command activates (i=1) or deactivates (i=0) the alarm function of the binning interface. The BBUZ? query queries the current status of the alarm function.

**BCLR**

The BCLR command deletes the nominal values and limits for all sorting bins. It also deactivates the binning interface.

**BING(?) {i}**

The BING command locks (i=0) and enables (i=1) the binning. If no sorting bin is opened or if the measurement mode „AUTO“ is selected for the R&S<sup>®</sup>HM8118, an error message is issued.

**BLIH j,(?) {x}**

The BLIH command sets the maximum limit (i = 0) of a sorting bin j to x % between 0 and 7. The BLIH? query queries the maximum limit (i = 0) of the sorting bin.

**BLIL j,(?) {x}**

The BLIL command sets the lower limit (i = 1) for a sorting bin j to x % between 0 and 7. The lower limit must be less than or equal to the upper limit. If no lower limit has been set, the R&S<sup>®</sup>HM8118 applies the negative value of the upper limit as lower limit. The query BLIL? queries the lower limit (i = 1) of the sorting bin.

**BNOM i,(?) {x}**

The BNOM command sets the nominal value of the sorting bin i to the value x. The value i can be anywhere between 0 and 8 (sorting bin 8 is the QDR sorting bin for failures). If no nominal value has been set for the sorting bin, the R&S<sup>®</sup>HM8118 applies the nominal value of the subsequent lowest numbered sorting bin with a nominal value of unequal 0 (multiple sorting bins can have the identical nominal value without having a value entered for each sorting bin). The lowest numbered active sorting bin must have a selected nominal value. The sorting bin 0 must always be set for the binning to work. The query BNOM? queries the nominal value of the sorting bin.

# 11 Technical Data

## 200kHz LCR-Bridge R&S®HM8118

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

### Conditions

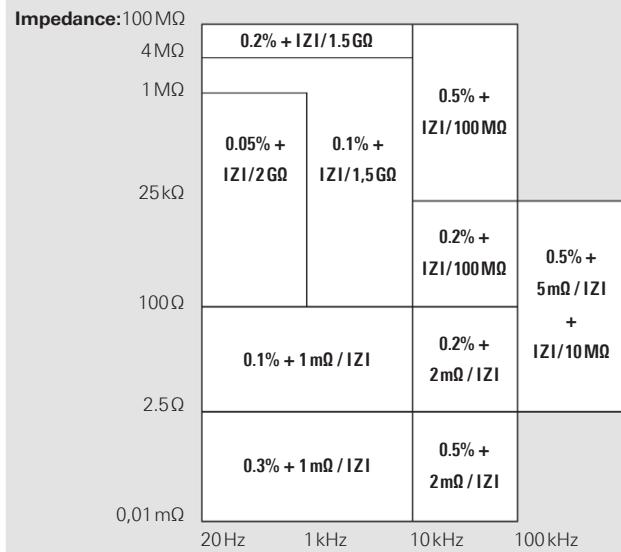
|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Test signal voltage                  | 1V   |
| Open and short corrections performed |      |
| Measurement time                     | SLOW |

### Display

|                      |   |
|----------------------|---|
| Measurement modes    | Auto, L-Q, L-R, C-D, C-R, R-Q, Z-Θ, Y-Θ, R-X, G-B, N-Θ, M |
| Equivalent circuits  | auto, series or parallel                                  |
| Parameters displayed | Value, deviation or % deviation                           |
| Averaging            | 2 to 99 measurements                                      |

### Accuracy

|                    |   |
|--------------------|---|
| Primary parameters | Basic accuracy<br>(Test voltage: 1.0V, measurement SLOW/MEDIUM, autoranging mode, constant voltage OFF, bias off). For FAST mode double the basic accuracy values |
|--------------------|---|



### Secondary parameters

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| Basic accuracy D, Q | ±0,0001 if f = 1 kHz |
| Phase angle         | ±0,005° if f = 1 kHz |

### Ranges

|          |                    |
|----------|--------------------|
| Z , R, X | 0,01 mΩ to 100 MΩ  |
| Y , G, B | 10nS to 1.000S     |
| C        | 0,01 pF to 100mF   |
| L        | 10nH to 100 kH     |
| D        | 0,0001 to 9,9999   |
| Q        | 0,1 to 9.999,9     |
| Θ        | -180° to +180°     |
| Δ        | -999,99 to 999,99% |
| M        | 1 μH to 100H       |
| N        | 0,95 to 500        |

### Measurement conditions and functions

|                      |  |
|----------------------|--|
| Test frequency       | 20Hz to 200kHz (69 steps)                  |
| Frequency accuracy   | ±100 ppm                                   |
| AC test signal level | 50mV <sub>rms</sub> to 1.5V <sub>rms</sub> |
| Resolution           | 10mV <sub>rms</sub>                        |

|  |  |
|--|--|
| Drive level accuracy                   | ±(5% + 5mV)  |
| Internal bias voltage                  | 0V <sub>DC</sub> to +5,00V <sub>DC</sub>   |
| Resolution                             | 10mV   |
| External bias voltage                  | 0V <sub>DC</sub> to +40V <sub>DC</sub> (fused 0.5 A)                               |
| Internal bias current                  | 0mA to +200mA  |
| Resolution                             | 1 mA   |
| Range selection                        | Auto and Hold  |
| Trigger                                | Continuous, manual or external via interface, binning interface or trigger input   |
| Trigger delay time                     | 0ms to 999ms in 1 ms steps   |
| Measurement time (f ≥1 kHz)            |  |
| FAST                                   | 70ms   |
| MEDIUM                                 | 125ms  |
| SLOW                                   | 0.7s   |
| <b>Miscellaneous</b>                   |  |
| Test signal level monitor              | Voltage, current   |
| Error correction                       | Open, short, load  |
| Save/Recall                            | 9 instrument settings  |
| Front-end protection                   | $V_{max} < \sqrt{2/C}$ @ $V_{max} < 200V$ , C in Farads (1 Joule of stored energy) |
| Low potential and low current guarding | Ground, driven guard or auto (fused)   |
| Constant voltage mode (25Ω source)     |  |
| Temperature effects R, L or C          | ±5ppm/°C   |
| Interface                              | Dual interface USB/RS-232 (R&S®HO820), optional R&S®HO880 IEEE-488 (GPIB)          |
| Safety                                 | Safety class I (EN61010-1)   |
| Power supply                           | 110V to 230V ±10%, 50 to 60Hz, CAT II  |
| Power consumption                      | approx. 20W  |
| Operating temperature                  | +5°C to +40°C  |
| Storage temperature                    | -20°C to +70°C   |
| Rel. humidity                          | 5% to 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, R&S®HZ184 4-terminal kelvin test cable, R&S®HZ188 4-terminal SMD component test fixture

### Recommended accessories:

|           |  |
|-----------|--|
| R&S®HO118 | Binning interface                                |
| R&S®HO880 | Interface IEEE-488 (GPIB), galvanically isolated |
| R&S®HZ42  | 19" rackmount kit 2RU                            |
| R&S®HZ72  | GPIB-cable 2 m                                   |
| R&S®HZ181 | 4-terminal test fixture including shorting plate |
| R&S®HZ186 | 4-terminal transformer test cable                |







© 2016 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](mailto:info@rohde-schwarz.com)  
Internet: [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)  
Customer Support: [www.customersupport.rohde-schwarz.com](http://www.customersupport.rohde-schwarz.com)  
Service: [www.service.rohde-schwarz.com](http://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.