

Technische Daten

(Bezugstemperatur: 23°C ±1°C)

Betriebsarten:**C-Messung****L-Messung****Serieninduktivität L, Parallelkapazität C****Serienwiderstand R, Parallelleitwert G****Meßbereiche:****L** : 200 µH-200 H in 7 Bereichen**Rs**: 20Ω-200 kΩ in 5 Bereichen**C** : 200 pF-200 µF in 7 Bereichen**G** : 20 µS-200 mS in 5 Bereichen**Max. Auflösung:** 0,1 pF

0,1 µH

0,01 Ω

0,01 µS

Meßfrequenzen: (Meßspannung sinusförmig)

~160Hz, 1,6kHz, 16kHz

(ω = 10³, 10⁴, 10⁵ s⁻¹)

Meßspannung: max. 1Vss**Meßstrom:** max. 36mA (eff.)**Leistungsabgabe:** max. 3,2mW**Meßgenauigkeit:** 0,5% v.M.¹⁾

±(3 Digit+1 pF/1 µH/20mΩ/0,02 µS)

Meßfehler bei der Trennung von Realteil und Imaginärteil ≤1% bei tanφ ≥45°

Anzeige:

3½ stellige 7-Segment LED-Anzeige

Meßrate: 2 Messungen pro Sekunde**Meßart:** 2- oder 4-Punkt Messung**Verschiedenes:**

Eingänge kurzschluß-

Polarisationsspannung für C-Messung: 2V

Nullpunkt Korrektur für Display

Kompensation für Meßkabelkapazität

Versorgung (von HM8001):

+ 5V/200mA

- 13V/130mA

+ 13V/130mA

(Σ = 4,5W)

Betriebsbedingungen: +10°C bis +40°C

max. relative Luftfeuchtigkeit: 80%

Gehäusemaße (ohne 22pol. Flachstecker):**B**135, **H**68, **T**228mm**Gewicht:** ca. 650g¹⁾ v.M. Δ vom Meßwert

Werte ohne Toleranzangaben dienen der Orientierung und entsprechen den Eigenschaften eines Durchschnittgerätes.

Änderungen vorbehalten.

Printed in West Germany



L-C Meter HM 8018

- 7 Meßbereiche**
- 3 Meßfrequenzen**
- 4-Punkt Meßtechnik**
- Grundgenauigkeit 0,5%**
- Interne Vorspannung für Elkos**
- Messung d. Serien- u. Parallelkomponenten**

Das HM8018 ist ein umfangreich ausgestattetes L-C Meter mit einigen für seine Preisklasse außergewöhnlichen Features. Die Meßwerte werden auf der 3½stelligen Digitalanzeige mit einer Grundgenauigkeit von 0,5% angezeigt. Durch die 3 verwendeten Oszillatorfrequenzen, die bei der Bereichswahl automatisch umgeschaltet werden, arbeitet das Meßgerät immer mit praxisgerechten Meßfrequenzen.

Neben der Messung von L und C lassen sich mit dem HM8018 auch die Serien- und Parallelkomponenten von Induktivitäten und Kapazitäten ermitteln und somit auf einfache Art Güte- oder Verlustfaktoren der zu messenden Bauteile bestimmen. Ein besonderes Meßprinzip erlaubt die hohe Auflösung von 10mΩ bzw. 0,01 µS zur praxisgerechten Auswertung der Meßergebnisse.

Die gute Genauigkeit und die einfache Bedienung prädestinieren das HM8018 zum Einsatz in praktisch allen Bereichen der Elektronik und Elektrotechnik, von der Qualitäts- und Eingangskontrolle bis zu Laboranwendungen. Die wenigen Bedienungselemente gewährleisten, daß auch nichttechnisches Personal nach kurzer Einweisung genaue Messungen durchführen kann.

Lieferbares Zubehör

HZ 18 Kelvin-Meßleitung m. vergoldeten Klemmen und 5-poligem DIN-Stecker. Länge 65 cm.

Allgemeine Hinweise

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

Sicherheit

Jedes HAMEG Meßgerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1 und 1a (Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte) hergestellt und geprüft. Den Bestimmungen der Schutzklasse I entsprechend sind alle Gehäuse- und Chassissteile mit dem Netzschatzleiter verbunden. (Für Module gilt dies nur in Verbindung mit dem Grundgerät). Modul und Grundgerät dürfen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. **Das Auf trennen der Schutzkontaktverbindung innerhalb oder außerhalb der Einheit ist unzulässig.**

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

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

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

Wenn danach eine Messung oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf dies nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitätstest mit etwa 24ständigem „Burn In“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühaustritt erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerem Betrieb ausfällt. Daher wird auf alle HAMEG-Produkte eine Funktionsgarantie von 2 Jahren gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung aufzubewahren. Transportschäden sind vom Garantieanspruch ausgeschlossen.

Bei Beanstandungen sollte man am Gehäuse des Gerätes einen Zettel mit dem stichwortartig beschriebenen Fehler anbringen. Wenn auf diesem auch der Name bzw. die Telefonnummer des Absenders steht, dient dies der beschleunigten Abwicklung.

Servicehinweise und Wartung

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

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

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

Betriebsbedingungen

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

Inbetriebnahme des Moduls

Vor Anschluß des Grundgerätes ist darauf zu achten, daß die auf der Rückseite eingestellte Netzspannung mit dem Anschlußwert des Netzes übereinstimmt.

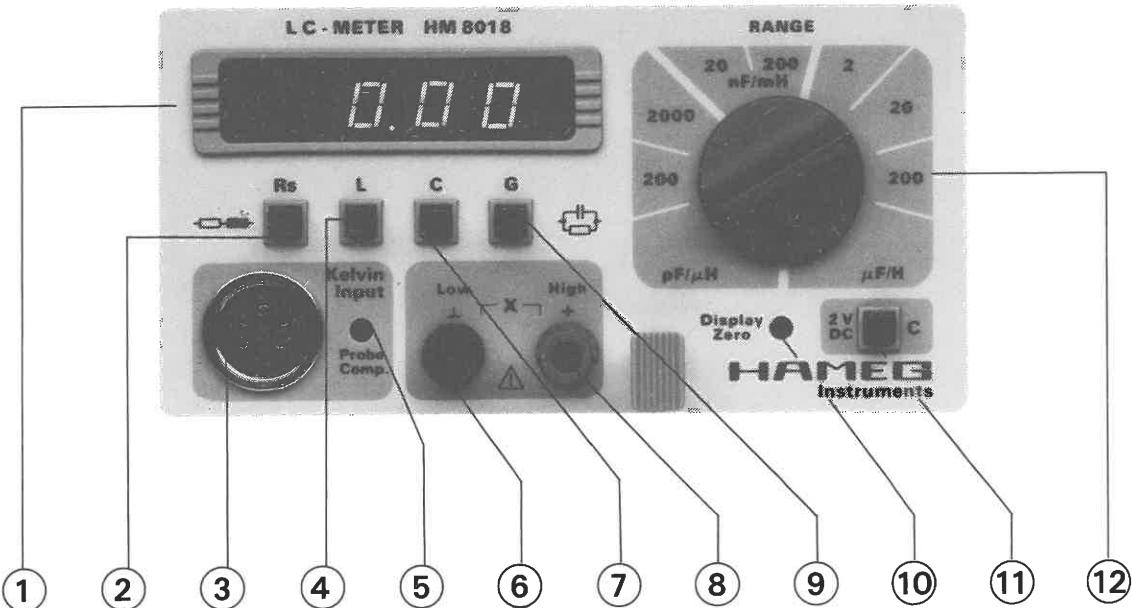
Die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluß HM8001 und dem Netz-Schutzleiter ist vor jeglichen anderen Verbindungen herzustellen (Netzstecker HM8001 also zuerst anschließen).

Die Inbetriebnahme beschränkt sich dann im wesentlichen auf das Einschieben der Module. Diese können nach Belieben in der rechten oder linken Einschuböffnung betrieben werden.

Vor dem Einschieben oder bei einem Modulwechsel ist das Grundgerät auszuschalten. Der rote Tastenknopf „Power“ (Mitte Frontrahmen HM8001) steht dann heraus, wobei ein kleiner Kreis (o) auf der oberen Tastschmalseite sichtbar wird. Falls die auf der Rückseite befindlichen BNC-Buchsen nicht benutzt werden, sollte man evtl. angeschlossene BNC-Kabel aus Sicherheitsgründen entfernen.

Zur sicheren Verbindung mit den Betriebsspannungen müssen die Module bis zum Anschlag eingeschoben werden. Solange dies nicht der Fall ist, besteht keine Schutzleiterverbindung zum Gehäuse des Moduls (Büchsestecker oberhalb der Steckerleiste im Grundgerät). In diesem Fall darf kein Meßsignal an die Buchsen des Moduls gelegt werden. Allgemein gilt: Vor dem Anlegen des Meßsignals muß das Modul eingeschaltet und funktionstüchtig sein. Ist ein Fehler am Meßgerät erkennbar, dürfen keine weiteren Messungen durchgeführt werden. Vor dem Ausschalten des Moduls oder bei einem Modulwechsel ist vorher das Gerät vom Meßkreis zu trennen.

Bedienungselemente HM8018



① ZIFFERNANZEIGE (7-Segment LEDs)

3½stellige digitale Anzeige des Meßwertes. Die Darstellung erfolgt stellenrichtig entsprechend dem gewählten Meßbereich. Overflow-Anzeige durch "1" in der ersten Stelle (die anderen Stellen sind dunkel). Im Displaybereich sind ebenfalls noch 4 LED für die Angabe der Dimensionen $\Omega/k\Omega/\mu S/mS$ in den einzelnen Betriebsarten, sowie 1 LED für Anzeige der Polarisationsspannung (2V DC) bei Kapazitätsmessungen vorhanden.

② Rs (Drucktaste)

Anwahl für Betriebsart "Serienwiderstand"

In dieser Betriebsart ist der Serienwiderstand von Induktivitäten bestimmbar. Die Anzeige erfolgt in Ω oder $k\Omega$ je nach gewähltem Meßbereich. Messungen zwischen $10m\Omega$ und $200k\Omega$ sind möglich.

③ Kelvin Input (5polige Diodenbuchse)

Eingang für Anschluß des Vierdraht-Meßkabels HZ18.

④ L (Drucktaste)

Anwahl für Betriebsart "Induktivitätsmessung"

In dieser Betriebsart werden Induktivitäten zwischen $0,1\mu H$ und $200H$ gemessen. Die Anzeige erfolgt in $\mu H/mH/H$ je nach mit ⑫ eingestelltem Bereich.

⑤ Probe Compensation (R-Trimmer)

Mit Schraubendreher einzustellender Trimmer für Kompensation der Kabelkapazität bei Verwendung des HZ18.

⑥ / ⑧ Low / High (4 mm Bananenbuchsen)

Anschlußklemmen für das Meßobjekt. Dieser Eingang wird nicht von der Einstellung von ⑤ beeinflußt.

⑦ C (Drucktaste)

Anwahl der Betriebsart "Kapazitätsmessung"

In dieser Betriebsart werden Kapazitäten zwischen $0,1pF$ und $200\mu F$ gemessen. Die Anzeige erfolgt in pF , nF oder μF , je nach mit ⑫ eingestelltem Bereich.

⑨ G (Drucktaste)

Anwahl für Betriebsart "Parallelleitwert"

In dieser Betriebsart wird der Parallelleitwert von Kapazitäten gemessen. Die Anzeige erfolgt in μS oder mS je nach mit ⑫ eingestelltem Bereich. Messungen zwischen $0,01\mu S$ und $200mS$ sind möglich.

⑩ Display Zero (R-Trimmer)

Mit Schraubendreher einzustellender Trimmer zur Nullpunkt Korrektur des Displays.

⑪ 2V DC (Drucktaste)

Zuschaltung einer Gleichspannung von 2V an die Anschlußklemmen ⑥/⑧. Dies wird bei der Messung von gepolten Kondensatoren empfohlen, um eine Umpolung des Kondensators durch die Meßwechselspannung zu verhindern. Einschaltung dieser Betriebsart wird durch LED "DC" im Display angezeigt.

⑫ Range (Drehschalter)

7stelliger Bereichswahlschalter zur Auswahl der verschiedenen Meßbereiche (± 15 Digit).

Auswahl der Meßfunktion

Die Auswahl der gewünschten Meßfunktion erfolgt mittels der Funktionswahltasten ②/④/⑦ und ⑨. Die zur entsprechenden Meßfunktion gehörenden Dimensionen werden im Display angezeigt. Zur Verfügung stehen neben der Möglichkeit der L- und C-Messung, Funktionen zur Ermittlung von Serienwiderständen bei Induktivitäten sowie des Parallelleitwertes bei Kapazitäten. Durch Messung der Werte mit diesen Zusatzfunktionen lassen sich auf rechnerische Art und Weise Güte und Verlustfaktor der zu messenden Bauteile bestimmen. Entsprechende Formeln sind im Kapitel "Güte und Verlustfaktor" angegeben. Nach Anwahl der Meßfunktion wird mit dem Bereichswahlschalter ⑫ der entsprechende Meßbereich eingestellt. Die zugehörige Dimension wird im Display angezeigt.

Anschluß des Meßobjektes

Zum Anschluß der zu messenden Bauteile bietet das HM8018 zwei verschiedene Möglichkeiten. Für schnelle, überschlägige Messungen stehen zwei 4mm Bananenbuchsen zur Verfügung. Hier wird das Meßobjekt entweder kurz eingesteckt oder unter den Schraubklemmen befestigt. Dieses schnelle Verfahren ist unter verschiedenen Bedingungen nicht hinreichend genau (Hinweise hierzu im Kapitel "Güte und Verlustfaktor"). Für genauere Messungen sollte der 4-Draht Meßeingang für die im HAMEG Zubehörprogramm erhältliche Kelvin-Probe HZ18 verwendet werden.

Nullabgleich

Im Normalfall befindet sich das HM8018 im abgeglichenen Zustand. Auf Grund von Alterung oder schwankender Umgebungstemperatur können jedoch auf dem Display ohne Anschluß eines Meßobjektes einige Digit angezeigt sein. Diese Fehlanzeige kann für alle Meßbereiche mittels des Trimmers "Display-Zero" beseitigt werden. Bei Verwendung des Kelvin Eingangs und der Meßleitung HZ 18 lassen sich die unteren Meßbereiche durch den Trimmer "Probe Compensation" an das verwendete Kabel anpassen. Dieses hat keinen Einfluß auf den Abgleich mit dem Trimmer "Display-Zero".

Meßgenauigkeit

Das HM8018 bietet eine Grundgenauigkeit von 0,5% v.M. Um diese Meßgenauigkeit voll auszuschöpfen, ist besondere Sorgfalt beim Anschluß der Meßobjekte notwendig. Grundsätzlich ist auf gute Kontaktgabe und möglichst kurze Anschlußdrähte zwischen den Anschlußklemmen und dem zu messenden Bauteil zu achten. Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit und Zuverlässigkeit der Meßergebnisse besitzt das HM8018 drei unterschiedliche Meßfrequenzen. Diese werden zur praxisgerechten Anwendung automatisch mit dem Bereichswahlschalter umgeschaltet. Die Meßfrequenz beträgt 160Hz in den 3 größten Meßbereichen, 1600Hz in den Meßbereichen 20nF/20mH und 200nF/200mH sowie 16kHz im kleinsten Meßbereich.

In allen Fällen, wo es auf Grund relativ hoher Meßströme zu Verlusten auf den Meßleitungen kommt – dies ist besonders bei kleinen Induktivitäten und großen Kapazitäten der Fall – ist die Verwendung des Kelvin-Kabels HZ18 empfehlenswert. Die Meßgenauigkeit für L- und

C-Messungen wird dadurch nur unwesentlich beeinflußt. Bei Ermittlung der Serien- und Parallelkomponenten können jedoch ohne Verwendung des HZ18 Meßfehler bis über 100% auftreten. Außerdem bietet die Kelvin-Probe die Möglichkeit auch ungünstig erreichbare Bauteile anzuschließen.

DC-Vorspannung

Die Meßspannung des HM8018 ist sinusförmig mit Frequenzen zwischen 160Hz und 16kHz. Die Amplitude beträgt ca. 1V_{ss}. Beim Anschluß von Kondensatoren ohne Vorspannung werden diese bei jeder zweiten Halbwelle negativ gepolt. Dies kann insbesondere bei Tantal Kondensatoren zu irreversiblen Schäden führen. Aus diesem Grunde ist eine Gleichspannung von 2V DC dem Meßobjekt zuschaltbar. Dadurch wird eine negative Polarisierung verhindert. Auf richtige Polung beim Anschluß des Kondensators ist jedoch zu achten. Der positive Pol der Gleichspannung liegt an der roten Bananenbuchse.

Verlustfaktor und Güte

Jedes passive elektronische Bauelement weist im Betriebsfall Verluste auf. Bei Kondensatoren sind die Verluste von der Art des Dielektrikums, der Kapazität, der Temperatur und der Arbeitsfrequenz abhängig. Die Verluste werden im Ersatzschaltbild in erster Näherung durch einen parallel zum Kondensator liegenden Verlustwiderstand dargestellt. Dieser ist mit dem HM8018 als Parallelleitwert mit der Meßfunktion "G" ermittelbar. Die Güte einer Spule ist außer von den Verlusten des benutzten Kernmaterials wesentlich vom ohmschen Widerstand der Wicklung abhängig. Diese Verluste werden im Ersatzschaltbild durch einen in Reihe zur Induktivität liegenden Widerstand charakterisiert. Dieser läßt sich mit dem HM8018 in der Meßart "Rs" ermitteln. Die Messung der Realkomponenten (Rs, G) kann auch in einem kleineren Meßbereich vorgenommen werden. Jedoch ist darauf zu achten, daß der Meßwert des Imaginärteils nur bis zum Faktor 2,5 überschritten werden darf. So können z.B. die Verluste eines Kondensators bis 5nF auch im Bereich 2000pF gemessen werden. Die zur Errechnung von Güte und Verlustfaktor notwendigen Formeln lauten wie folgt:

$$\tan \delta = G/\omega \cdot Cx \quad Q = 1/\tan \delta$$

$$\tan \delta = Rs/\omega \cdot L \quad Q = 1/\tan \delta$$

Dabei gelten folgende Bezeichnungen:

D = tan δ = Verlustfaktor; dimensionslos

Q = Gütfaktor; dimensionslos

G = Parallelleitwert; in S (1S = 1/Ω)

Rs = Serienwiderstand; in Ω

C, L = ermittelter Meßwert; in F, H

ω = $2\pi f$; in rad/sec (f = Meßfrequenz in Hz)

Das Meßprinzip des HM8018 erlaubt die Bestimmung der Ersatzkomponenten Phasenwinkeln 45° ($\tan \delta \geq 1$) mit einem Meßfehler von <1%. Dieses außergewöhnlich gute Ergebnis wird durch ein spezielles Meßverfahren erreicht, welches in Geräten dieser Preisklasse bisher nicht eingesetzt wurde. Trotzdem kann man bei Messungen an Spulen mit ferromagnetischem Kern abweichende Ergebnisse erhalten, da u.U. die Meßfrequenz von der normalen Betriebsfrequenz der Induktivität stark abweicht (Remanenzkurve), so z.B. bei Netzttransformatoren.

Specification

(Reference Temperature: 23°C ± 1°C)

Operating Modes:**C-Measurement****L-Measurement****Series Inductance L, Shunt Capacitance C****Series Resistance R, Shunt Conductance G****Ranges:****L:** 200 µH-200 H in 7 decade steps**R:** 20Ω-200 kΩ in 5 decade steps**C:** 200 pF-200 µF in 7 decade steps**G:** 20 µS-200 mS in 5 decade steps**Resolution:**

0,1 pF

0,1 µH

0,01 Ω

0,01 µS

Measuring Frequencies: (Sinewave)

~160Hz, 1,6kHz, 16kHz

($\omega = 10^3, 10^4, 10^5 \text{ s}^{-1}$)**Measuring Voltage:** max. 1Vpp**Measuring Current:** max. 36mA (rms)**Power dissipation during measurement:**

max. 3,2mW

Accuracy: ± [0.5% o.v.¹⁾ +

(3 digit + 0.5pF/0.5µH/10mΩ/0.01µS)]

Error ≤ 1% for separation of real component and imaginary part at tanφ ≥ 1

Display:

3½digit 7 segment LED-display

Measuring Rate: 2 measurements/second**Measuring Mode:** 2- or 4-point**General Information:**

Input short-circuit-proof and overvoltage protected up to 100V

Polarisation voltage for C-measurement: 2V

Zero calibration for display

Compensation of probe capacitance

An AC voltage, proportional to display, is available at rear BNC connector (Mainframe).

Supply (from HM8001):

+ 5V/200mA

- 13V/130mA

+ 13V/130mA

(Σ = 4,5W)

Operating conditions: +10°C to +40°C

max. relative humidity: 80%

Dimensions (without multipoint connector):**W135, H68, D228mm****Weight:** approx. 650g¹⁾ o.v. ≈ of value

Values without tolerances are intended as guide lines and represent characteristics of the average instrument.

Subject to change without notice



L-C Meter HM 8018

- **7 Measurement Ranges**
- **3 Test Frequencies**
- **4-Point Measurement Technique**
- **Basic Accuracy 0,5%**
- **Internal Bias for Electrolyte Capacitors**
- **Meas. of Series and Parallel Components**

The LC meter HM8018 is provided with many features seldom found in an instrument of this price range. The measured values are indicated on a 3 1/2 digit display with a basic accuracy of 0.5%. Owing to the three oscillator frequencies, which automatically come into operation during range selection, the instrument always operates at the optimum practical test frequency.

Apart from L and C measurements, series and parallel components of inductances and capacitances can also be determined with the HM8018, thereby providing easy evaluation of the quality or dissipation factors of the measured components. A special measurement principle is provided for high resolution of 10mΩ or 0.01µS and consequently optimum evaluation of test results.

Due to its accuracy and ease-of-operation, the HM8018 is predestined for use in virtually all fields of electronics and electrotechnics – included quality and input control and laboratory applications. The low number of operating controls ensures that even non-technical personnel can perform precise measurements after brief instruction.

Optional Accessories

**HZ 18 Kelvin Probes with gold plated contacts
and 5 contact DIN-connector (approx. 25 inch).**

General information

The operator should not neglect to carefully read the following instructions and those of the mainframe HM8001, to avoid any operating errors and to be fully acquainted with the module when later in use.

After unpacking the module, check for any mechanical damage or loose parts inside. Should there be any transportation damage, inform the supplier immediately and do not put the module into operation.

This plug-in module is primarily intended for use in conjunction with the Mainframe HM8001. When incorporating it into other systems, the module should only be operated with the specified supply voltages.

Safety

Every module is manufactured and tested for use only with the mainframe HM8001 according to IEC 348 Part 1 and 1a (Safety requirements for electronic test and measurement equipment). All case and chassis parts are connected to the safety earth conductor. Corresponding to Safety Class 1 regulations (three-conductor AC power cable). Without an isolating transformer, the instrument's power cable must be plugged into an approved three-contact electrical outlet, which meets International Electrotechnical Commission (IEC) safety standards.

Warning!

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

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

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

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

Symbols As Marked on Equipment



DANGER – High voltage



Protective ground (earth) terminal.



ATTENTION – refer to manual.

Operating conditions

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

Warranty

Before being shipped, each plug-in module must pass a 24 hour quality control test.

Provided the instrument has not undergone any modifications Hameg warrants that all products of its own manufacture conform to Hameg specifications and are free from defects in material and workmanship when used under normal operating conditions and with the service conditions for which they were furnished.

The obligation of HAMEG hereunder shall expire two (2) years after delivery and is limited to repairing, or at its option, replacing without charge, any such product which in Hameg's sole opinion proves to be defective with the scope of this warranty.

This is Hameg's sole warranty with respect to the products delivered hereunder. No statement, representation, agreement or understanding, oral or written, made by an agent, distributor, representative or employee of, which is not contained in this warranty will be binding upon Hameg, unless made in writing and executed by an authorized Hameg employee. Hameg makes no other warranty of any kind whatsoever, expressed or implied, and all implied warranties of merchantability and fitness for a particular use which exceed the aforementioned obligation are hereby disclaimed by Hameg. Hameg will be liable to buyer, in contract or in tort, for any special, indirect, incidental or consequential damages, expenses, losses or delays however caused.

In case of any complaint, attach a tag to the instrument with a description of the fault observed. Please supply name and department, address and telephone number to ensure rapid service.

The instrument should be returned in its original packaging for maximum protection. We regret that transportation damage due to poor packaging is not covered by this warranty.

Maintenance

The most important characteristics of the instruments should be periodically checked according to the instructions provided in the sections "Operational check" and "Alignment procedure". To obtain the normal operating temperature, the mainframe with inserted module should be turned on at least 60 minutes before starting the test. The specified alignment procedure should be strictly observed.

When removing the case detach mains/line cord and any other connected cables from case of the mainframe HM8001. Remove both screws on rear panel and, holding case firmly in place, pull chassis forward out of case. When later replacing the case, care should be taken to ensure that it properly fits under the edges of the front and rear frames.

After removal of the two screws at the rear of the module, both chassis covers can be lifted. When reclosing the module, care should be taken that the guides engage correctly with the front chassis.

Operation of the module

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

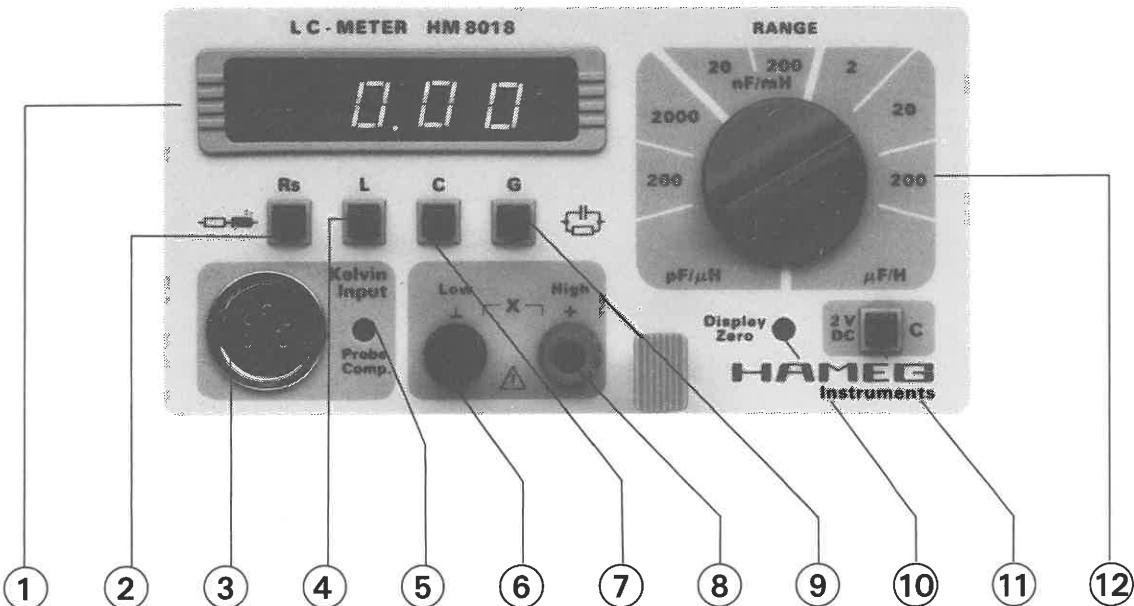
Before exchanging the module, the mainframe must be switched off. A small circle (o) is now revealed on the red power button in the front centre of the mainframe.

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

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

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

HM8018 control elements



① Digital display (7-segment LEDs)

3½-digit display of the measurement value. The indication is made with the correct point position according to the selected measuring range. Overflow indication by "1" in the first position. The display field contains 4 LEDs for indication of the $\Omega/k\Omega/\mu S/mS$ dimensions in the individual modes as well as 1 LED for indication of a polarization voltage (2V DC) during capacitance measurement.

② Rs (pushbutton)

Selection of the "series resistance" measurement. This mode permits to determine the series resistance of inductor coils. The reading is in Ω or $k\Omega$ according to the selected measurement range. It is possible to perform measurements between $10m\Omega$ and $200k\Omega$.

③ Kelvin Input (5-pin diode jack)

Input for connection of the HZ18 four-wire test cable.

④ L (pushbutton)

Selection of the "Inductance measurement" mode. This mode permits to measure inductance values between $0.1\mu H$ and $200H$. The reading is in $\mu H/mH/H$ according to the range selected with ⑫.

⑤ Probe Compensation (R trimmer)

Trimmer to be adjusted with a screwdriver for compensation of the cable capacitance when using the HZ18 cable.

⑥/⑧ Low/High (4 mm banana jacks)

Terminals for connection of the test object. This input is not influenced by the setting of ⑤.

⑦ C (pushbutton)

Selection of the "Capacitance measurement" mode. This mode permits to measure capacitance values between $0.1pF$ and $200\mu F$. The reading is in pF , nF or μF according to the range selected with ⑫.

⑨ G (pushbutton)

Selection of the "Parallel conductance" mode. This mode permits to measure the parallel conductance of capacitors. The reading is in μS or mS according to the range selected with ⑫. It is possible to perform measurements between $0.1\mu S$ and $200mS$.

⑩ Display Zero (R trimmer)

Trimmer to be adjusted with a screwdriver for zero correction of the display.

⑪ 2V DC (pushbutton)

Connection of a 2V DC voltage to the connecting terminals ⑥/⑧. This procedure is recommended for measurement of poled capacitors to avoid pole reversal of the capacitor by the AC test voltage. The activation of this mode is displayed by the "DC" LED.

⑫ Range (knob)

7-position range selection knob for selection of the different measurement ranges (± 15 digit).

Selection of the test function

The desired test function is selected via the function selection buttons ②/④/⑦ and ⑨. The dimensions allocated to the corresponding test functions are indicated in the display. Beside L and C measurement, functions for determination of the series resistance values of inductor coils and parallel conductance values of capacitors are available. Measurement of these values with these additional functions permits to calculate quality and loss factor of the tested component. The corresponding formulas are specified in the chapter entitled "Dissipation Factor and Q-factor". After selecting the measurement function, the range selection knob ⑫ is used to adjust the corresponding measurement range. The appropriate dimension is indicated in the display.

Connection of the test object

The components under test can be connected in two different ways to the HM8018 unit. Two 4 mm banana jacks are available for quick and rough measurements. The test object is either plugged in or fixed below the screw-type terminals. Under different conditions, this fast procedure is not sufficiently precise (please refer to the chapter entitled "Dissipation Factor and Q-factor" for further information). In case of measurements requiring higher accuracy, the HZ18 Kelvin probe offered in the HAMEG accessory line should be used.

Zero adjustment

Normally the HM8018 unit is zero-adjusted. However, the display may indicate some digits due to aging or varying environment temperatures, even when no test object is connected. This display error can be eliminated with the "Display Zero" trimmer in all measurement ranges. When using the Kelvin input and the HZ18 test lead, the lower measurement ranges can be adapted to the used cable with the "Probe Compensation" trimmer. This has no influence upon the adjustment performed with the "Display Zero" trimmer.

Measuring accuracy

The HM8018 unit offers a basic of 0.5% of reading. To make full use of this measuring accuracy, the components under test should be very carefully connected. Basically, care has to be taken of good contact making, and the connecting wires between the terminals and the component to be measured should be as short as possible. To increase measuring accuracy and reliability of the test results, the HM8018 unit has three different test frequencies. These are automatically switched over via the range selector for better practical handling. The test frequencies are 160Hz in the highest measuring ranges, 1600Hz in the 20nF/20mH and 200nF/200mH ranges and 16kHz in the lowest range.

In case of losses in the test leads due to comparably high test currents – which occur especially in case of low inductance and high capacitance – the HZ18 Kelvin cable is recommendable. Its influence upon the accuracy of L and C measurements is not very important.

However, when series and parallel components are determined, test errors of more than 100% may occur without the HZ18 cable. Furthermore the Kelvin probe permits to connect components which are difficult to access.

DC bias

The test voltage of the HM8018 unit is sinusoidal with frequencies between 160Hz and 16kHz. The amplitude is about $1V_{ss}$. When capacitors are connected without biasing, they are negatively poled at every second half-wave. This may lead to irreversible damage, particularly when tantalum capacitors are used. For this reason a 2V DC voltage can be applied to the test object. This will prevent any negative polarization. However, correct polarity should be observed, when connecting the capacitor. The positive pole of the DC voltage is applied to the red banana socket.

Dissipation factor and Q-factor

Any passive electronic part is subject to losses when operated. In case of capacitors, the losses depend on the type of dielectric material, capacitance, temperature and operating frequency. In the equivalent circuit diagram, the losses are shown as a first approximation by an equivalent shunt resistor of the capacitor. This resistance can be determined as a parallel conductance with the HM8018 unit by using the "G" test function. Beside the dissipation of the core material used, the quality of an inductance coil is essentially dependent on the ohmic resistance of the winding. In the equivalent circuit diagram, these losses are characterized by a resistor connected in series with the induction coil. Its resistance is determined with the HM8018 by using the "Rs" test mode.

When measuring Rs or G, it is possible to use a smaller measuring range. However, the measuring value of imaginary parts may not be exceeded by a factor of 2.5 (e.g. determination of Rs or G is allowed in the 2000 pF range for capacitors up to 5nF).

The formulas required to evaluate quality and loss factor are as follows:

$$\tan \delta = G/\omega \cdot Cx \quad Q = 1/\tan \delta$$

$$\tan \delta = Rs/\omega \cdot L \quad Q = 1/\tan \delta$$

where:

D = $\tan \delta$ = dissipation factor (no dimension)

Q = loss factor (no dimension)

G = parallel conductance in S ($1S = 1/\Omega$)

Rs = series resistance in Ω

C, L = measured value in F or H

$\omega = 2\pi f$ in rad/sec (f =test frequency)

The test principle of the HM8018 module permits to determine the equivalent components up to phase angles 45° ($\tan \delta \leq 1$) with a deviation of $<1\%$. This exceptionally good result is achieved due to a special test procedure which has not been used in sets of this price category up to now. However, when measuring iron core coils, no reliable result can be achieved in many cases in spite of the used test procedure. This is largely due to the saturation behaviour of the core material used. For this reason, the result should be checked with an approximate calculation, when determining the inductance values of iron core transformers and coils.

Caractéristiques techniques(température de référence: $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$)**Modes de fonctionnement:****Mesure de C****Mesure de L****Inductance série L, capacité parallèle C****Résistance série R, conductance parallèle G****Gammes:****L:** $200\mu\text{H}$ - 200H en 7 décades**R:** 20Ω - $200\text{k}\Omega$ en 5 décades**C:** 200pF - $200\mu\text{F}$ en 7 décades**G:** $20\mu\text{S}$ - 200mS en 5 décades**Résolution:** 0,1 pF0,1 μH 0,01 Ω 0,01 μS **Fréquences de mesure:**

(tension de mesure sinusoïdale)

~ 160Hz , $1,6\text{kHz}$, 16kHz $\omega = 10^3, 10^4, 10^5$ **Tension de mesure:** max. $1V_{cc}$ **Courant de mesure:** max. 36mA (eff.)**Puissance dissipée dans l'élément mesuré:**max. $3,2\text{mW}$.**Précision:** 0,5% VM¹⁾±(3 unités + $0,5\mu\text{H}/0,5\text{pF}+10\text{m}\Omega/0,01\mu\text{S}$)

dérive avec la température: ≤0,05% VM/C

erreur ≤1% lors de la séparation des parties réelle et imaginaire pour $\text{tg } \phi \geq 1$ **Affichage:**

3½ chiffres par DEL à 7 segments.

Cadence de mesure: 2 mesures par seconde.**Mode de mesure:** 2 ou 4 points.**Divers:**Entrées protégées contre les courts-circuits et les tensions jusqu'à 100V Tension de polarisation pour mesure de C: 2V

Ajustage du zéro de l'affichage

Compensation de la capacité de sonde.

Alimentation (du HM8001):+ 5V / 200mA - 13V / 130mA + 13V / 130mA ($\Sigma = 4,5\text{W}$)**Domaine de fonctionnement:** $+10^{\circ}\text{C}$ à $+40^{\circ}\text{C}$

Humidité relative max.: 80%

Dimensions (sans carte connecteur):**L** 135, **H** 68, **P** 228mm**Poids:** environ 650g.

1) VM = de la valeur mesurée.

Les valeurs sans indication de tolérance sont données à titre indicatif et correspondent aux caractéristiques d'un appareil moyen.

Sous réserve de modifications.



LC-METRE HM8018

- **7 gammes de mesure**
- **3 fréquences de mesure**
- **mesure en 4 points**
- **précision de base 0,5%**
- **polarisation interne pour condensateurs électrochimiques**
- **mesure des composantes série et parallèle**

Le LC-Mètre HM8018 possède des caractéristiques rarement rencontrées sur des appareils de ce prix. Les valeurs mesurées sont affichées sur 3½ chiffres avec une précision de base de 0,5%. Grâce à ses trois fréquences de mesure – commutées automatiquement lors du changement de gamme – l'appareil fonctionne toujours à une fréquence adaptée à la mesure.

En plus des mesures de L et de C, le HM8018 peut également déterminer les composantes série et parallèle des éléments inductifs et des condensateurs, fournissant ainsi la possibilité d'évaluer simplement le facteur de qualité ou les pertes des composantes mesurées. Un principe de mesure original permet d'obtenir une résolution de $10\text{m}\Omega$ et 10mS et par conséquent une meilleure évaluation des résultats de mesure.

Grâce à sa précision et sa facilité de mise en œuvre, le HM8018 est destiné à être utilisé dans tous les domaines de l'électronique et de l'électrotechnique, y compris les contrôles d'entrée et de qualité et les applications en laboratoire.

Accessoires en option

HZ 18: cordon de mesure Kelvin avec pinces dorées et fiche DIN 5 pôles. Longueur 65cm.

Généralités

En principe les modules ne sont normalement utilisable qu'en liaison avec l'appareil de base HM8001. Pour l'incorporation dans d'autres systèmes il est à veiller que ce module ne soit mis en œuvre qu'avec les tensions d'alimentation spécifiées dans les caractéristiques techniques.

Sécurité

Cet appareil a été construit et contrôlé selon les **règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques, norme CEI, publication 348**. Il a quitté l'usine dans un état techniquement sûr et sans défaut. Afin de conserver cet état et de garantir une utilisation sans danger l'utilisateur doit observer les indications et les remarques de précaution contenues dans ces instructions d'emploi.

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

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

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

A l'ouverture ou à la fermeture du coffret l'appareil doit être séparé de toutes sources de tension. Lorsqu'après cela une mesure ou une calibration sont inévitables sur l'appareil ouvert sous tension, ceci ne doit être effectué que par un spécialiste familiarisé avec les dangers qui y sont liés.

Garantie

Chaque appareil subit avant sortie de production un test qualité par un vieillissement d'une durée de 10 heures. Ainsi en fonctionnement intermittent presque toute panne prématurée se déclarera. Il est néanmoins possible qu'un composant ne tombe en panne qu'après une durée de fonctionnement assez longue. C'est pourquoi **tous les appareils** bénéficient d'une **garantie de fonctionnement de 2 ans**. Sous réserve toutefois qu'aucune modification n'ait été apportée à l'appareil. Il est recommandé de conserver soigneusement l'emballage d'origine pour d'éventuelles expéditions ultérieures. La garantie ne couvre pas les dommages résultant du transport. Lors d'un retour l'on devrait apposer une feuille sur le coffret de l'appareil décrivant en style télégraphique le défaut observé. Lorsque celle-ci comporte également le nom et le numéro de téléphone de l'expéditeur cela facilitera un dépannage rapide.

Conditions de fonctionnement

La gamme de température ambiante admissible durant le fonctionnement s'étend de +10°C à +40°C. Pendant le stockage ou le transport la température peut se situer entre -40°C et +70°C. Si pendant le transport ou le

stockage il s'est formé de l'eau de condensation l'appareil doit subir un temps d'acclimatation d'env. 2 heures avant mise en route. L'appareil est destiné à une utilisation dans des locaux propres et secs. Il ne doit pas être utilisé dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et humidité, en danger d'explosion ainsi qu'en influence chimique agressive. La position de fonctionnement peut être quelconque. Une circulation d'air suffisante (refroidissement par convection) est cependant à garantir. En fonctionnement continu il y a donc lieu de préférer une position horizontale ou inclinée (pattes rabattues). Les trous d'aération ne doivent pas être recouverts!

Entretien

Diverses propriétés importantes du module devraient à certains intervalles être revérifiées avec précision. En enlevant les deux vis du capot arrière de l'appareil de base HM8001 le coffret peut être retiré vers l'arrière. Au préalable le cordon secteur et toutes les liaisons par câbles BNC sont à retirer de l'appareil.

Lors de la fermeture ultérieure de l'appareil il est à veiller que sur tous les côtés le coffret est glissé correctement sous le bord de la face avant et arrière.

En retirant les deux vis à l'arrière du module les deux couvercles de châssis peuvent être enlevés. Lors de la fermeture ultérieure il est à veiller que les languettes soient positionnées correctement dans les encoches du châssis avant.

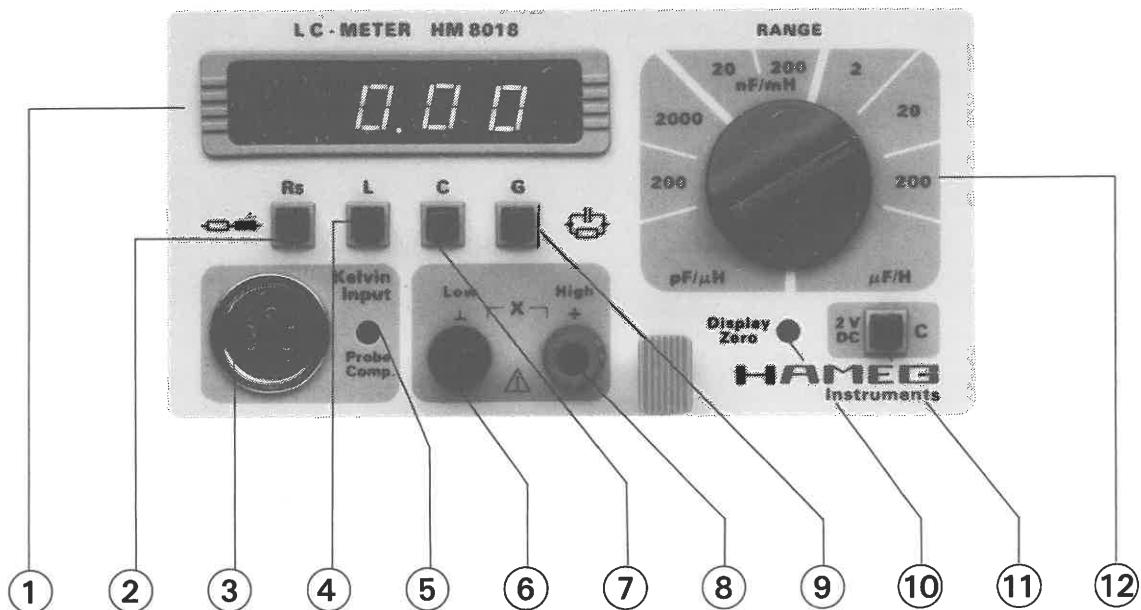
Mise en service du module

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

La touche rouge POWER placée au centre du cadre avant du HM8001 est alors sortie et un petit cercle (o) devient visible sur le bord supérieur étroit de la touche. Si les bornes BNC placées à l'arrière du HM8001 ne sont pas utilisées, il est recommandé, pour des raisons de sécurité de débrancher les câbles BNC éventuellement raccordés à celles-ci.

Afin d'obtenir un raccordement fiable avec les tensions d'utilisation les modules doivent être introduits jusqu'en butée. Si tel n'est pas le cas il n'y a aucune liaison entre fil de garde et boîtier du module (fiche au-dessus du connecteur dans l'appareil de base) et aucun signal de mesure ne doit alors être appliqué aux bornes d'entrée du module. D'une façon générale le module doit être en marche et en état de fonctionner avant application d'un signal de mesure. Si un défaut était décelé sur l'appareil, aucune autre mesure ne doit être effectuée. Avant couper le module ou lors d'un changement de module doit tout d'abord être séparé du circuit de mesure. Lorsque la touche d'alimentation secteur est enfoncée, le module et l'appareil de base sont prêts à fonctionner. Le raccordement entre le branchement de prise de terre du HM8001 et le fil de garde secteur doit être établi en priorité avant toute autre connexion.

HM8018 ELEMENTS DE CONTROLE



① Affichage numérique (DEL 7 segments)

Affichage sur 3½ chiffres de la valeur mesurée. Le point décimal est à sa place correcte, en accord avec la gamme sélectionnée. Indication de dépassement par un "1" en position gauche. La zone d'affichage comporte 4 DEL pour l'indication des dimensions $\Omega/k\Omega/\mu S$ /mS ainsi qu'une DEL pour signaler la présence de la tension de polarisation (2V) lors de mesures de capacité.

② Rs (bouton poussoir)

Sélection de la mesure de "résistance série". Ce mode de mesure permet de déterminer la résistance série des inductances. La lecture est en Ω ou $k\Omega$ selon la gamme choisie. Il est possible de réaliser des mesures entre 10 m Ω et 200 k Ω .

③ Kelvin Input (connecteur 5 broches)

Entrée de connexion du câble de mesure à 4 points HZ18.

④ L (bouton poussoir)

Sélection du mode "mesure d'inductance". Ce mode permet la mesure d'inductances entre 0,1 μH et 200 H. La lecture est en $\mu H/mH/H$ selon la gamme choisie par ⑫.

⑤ Probe Compensation (potentiomètre ajustable)

Ajustage par tournevis de la compensation de la capacité du câble HZ18.

⑥/⑧ Low / High (bornes banane 4 mm)

Bornes de raccordement du composant à tester. Cette entrée n'est pas affectée par le réglage 5.

⑦ C (bouton poussoir)

Sélection du mode "mesure de capacité". Ce mode permet la mesure de capacités entre 0,1 pF et 200 μF . La lecture est en pF ou μF selon la gamme choisie par ⑫.

⑨ G (bouton poussoir)

Sélection du mode "conductance parallèle". Ce mode permet de mesurer la conductance parallèle des condensateurs. La lecture est en μS ou mS selon la gamme choisie par ⑫. Il est possible d'effectuer des mesures entre 0,01 μS et 200 mS.

⑩ Display Zero (potentiomètre ajustable)

Ajustage par tournevis du zéro de l'affichage (± 15 unités).

⑪ 2V DC (bouton poussoir)

Application d'une tension de 2V aux bornes ⑥/⑧. Cette méthode est recommandée lors de la mesure de condensateurs polarisés afin d'éviter l'inversion de polarité par la tension de mesure alternative. La mise en service de ce mode est indiquée par la DEL "DC".

⑫ Range (bouton rotatif)

Bouton de sélection à 7 positions pour le choix entre les différentes gammes de mesure.

Connecteur BNC (face arrière HM8001)

Sortie de la tension alternative représentative de la valeur affichée.

Choix de la fonction de mesure

La fonction désirée est sélectionnée à l'aide des poussoirs ②/④/⑦ et ⑨. Les unités attribuées aux différentes fonctions sont indiquées avec l'affichage. Deux modes sont disponibles, à côté des mesures L et C, pour déterminer la résistance série des éléments inductifs et la conductance parallèle des condensateurs. La mesure de ces valeurs, grâce à ces fonctions additionnelles, permet de calculer les facteurs de qualité et de perte des composants testés. Les formules correspondantes sont indiquées au chapitre "Facteurs de dissipation et de qualité". Après avoir choisi la fonction de mesure, le bouton de sélection de gamme ⑫ est utilisé pour obtenir la gamme adaptée à la mesure. La dimension appropriée est indiquée avec l'affichage.

Connexion de l'objet à mesurer

Les composants à tester peuvent-être reliés de deux façons au HM8018. Deux bornes bananes de 4mm sont disponibles pour une mesure rapide.

L'objet à tester est soit enfiché, soit vissé sous les deux bornes à vis. Cette méthode rapide n'est cependant pas tou-jours suffisamment précise (voir le chapitre "Facteurs de dissipation et de qualité" pour plus de détails). Pour effectuer des mesures de haute précision, il est recommandé d'utiliser la sonde HZ18 proposée dans notre gamme d'accessoires.

Réglage du zéro

Le HM8018 est normalement ajusté à zéro. L'affichage peut cependant indiquer une variation de quelques chiffres par suite de vieillissement ou de changements de température ambiante, même lorsque aucun composant n'est relié. Cette erreur d'affichage peut-être supprimée sur toutes les gammes le mesure à l'aide du réglage "Display Zero". Lorsque l'entrée Kelvin et le câble HZ18 sont utilisés, les gammes de mesure les plus basses peuvent-être adaptées au câble à l'aide du réglage "Probe Compensation". Celui-ci n'a aucune influence sur le réglage effectué par l'ajustage "Display Zero".

Précision de mesure

Le HM8018 offre une précision de base de 0,5% de la lecture. Les composants à tester doivent être reliés avec précaution afin de bénéficier de toute la précision. En premier lieu, un bon contact doit être assuré et les fils de connexion entre les bornes et le composant à mesurer aussi courts que possible. Afin d'améliorer la précision de mesure et la validité du résultat, le HM8018 possède trois fréquences de mesure différentes. Celles-ci sont automatiquement sélectionnées par le commutateur de gammes pour simplifier l'utilisation. Les fréquences de mesure sont 160Hz sur les ③ gammes les plus hautes, 1600Hz sur les gammes 2000pF/2000μH, 20nF/20mH et 200nF/200mH et 16kHz sur les gammes 200pF/200μH. Il est recommandé d'utiliser la sonde Kelvin HZ18 lorsque des pertes dans les fils de connexion peuvent apparaître, particulièrement dans le cas de mesures de faibles inductances ou de fortes capacités. L'influence sur la précision des valeurs de L et C est faible, mais, lors de la détermination des composantes série et parallèle, des erreurs de mesure supé-

rieures à 100% peuvent avoir lieu lorsque l'on n'utilise pas la sonde HZ18. La sonde Kelvin permet en outre de mesurer des composants difficiles à atteindre.

Polarisation

La tension de mesure du HM8018 est une onde sinusoïdale d'une fréquence allant de 160Hz à 16kHz, et d'amplitude 1V_{cc}. Lorsque des condensateurs sont reliés sans polarisation, la tension à leurs bornes s'inverse à chaque demi-alternance. Ceci peut amener des détériorations irréversibles, notamment avec des condensateurs au tantale. Afin d'éviter ce phénomène, une tension continue de 2V peut-être appliquée à l'objet à tester afin d'empêcher toute polarisation négative. Il faut toutefois respecter la polarité en branchant le condensateur, le pôle positif de la tension continue étant appliqué sur la borne rouge.

Facteur de dissipation et facteur de qualité

Tout composant électronique passif est sujet à des pertes lorsqu'il est utilisé. Dans le cas des condensateurs, celles-ci dépendent du type de diélectrique, de la capacité, de la température et de la fréquence de travail. Dans le schéma équivalent, les pertes sont représentées, en première approximation, par une résistance équivalente aux bornes du condensateur. Cette résistance peut-être déterminées sous forme de conductance par le HM8018, en utilisant la fonction "G". Avant de mesurer les composantes réelles (Rs, G), il faut tout d'abord s'assurer que les valeurs imaginaires (L, C) ne provoquent pas un dépassement de la gamme supérieur à 2,5 fois (par exemple, la mesure des pertes sur la gamme 2nF n'est possible que pour des condensateurs inférieurs à 5nF).

Mis à part la dissipation dans le noyau magnétique, la qualité d'un élément inductif dépend principalement de la résistance ohmique du bobinage. Le schéma équivalent rend compte des pertes par un résistance en série avec l'inductance. Sa valeur peut-être déterminée à l'aide de la fonction "Rs".

Les formules nécessaires à l'évaluation des facteurs de qualité et de perte sont les suivantes:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta &= G / \omega \cdot Cx & Q &= 1 / \operatorname{tg} \delta \\ \operatorname{tg} \delta &= R_s / \omega \cdot L & Q &= 1 / \operatorname{tg} \delta \end{aligned}$$

avec:

$\tan \delta$	=	Facteur de dissipation (sans dimension)
Q	=	facteur de qualité (sans dimension)
G	=	Conductance parallèle en S ($S = 1/\Omega$)
R_s	=	Résistance série en Ω
Cx, L	=	Valeurs mesurées en F, H
ω	=	$2\pi f$ en rad/s (f=fréquence de mesure en Hz)

Le principe de mesure du module HM8018 permet la détermination des grandeurs équivalentes avec un écart <1% pour des déphasages allant jusqu'à 45° ($\operatorname{tg} \delta \geq 1$). Ce résultat exceptionnel est obtenu à l'aide d'un procédé de mesure jusqu'alors inutilisé dans des appareils de ce prix.

Il faut cependant noter que les valeurs obtenues lors de la mesure de bobinages à noyau ferromagnétique peuvent être sensiblement différentes des valeurs correspondant à leur utilisation. Ceci provient du comportement non linéaire du noyau vis à vis des différences de magnétisation entre l'utilisation et la mesure.

Datos técnicos

(Temperatura de referencia: 23°C ±1 °C)

Modos de medida:

Medición C

Medición L

Inductividad en serie L, capacidad en paralelo C, resistencia en serie R, valor de conductividad en paralelo G.

Gamas de medida:

L: 200 µH-200 H en 7 gamas

R: 20Ω-200kΩ en 5 gamas

C: 200 pF-200 µF en 7 gamas

G: 20 µS-200 ms en 5 gamas

Resolución: 0,1 pF

0,1 µH

0,01 Ω

0,01 µS

Frecuencias de medida:

(tensión de medida senoidal)

~160Hz, 1,6kHz, 16kHz

(ω = 10³, 10⁴, 10⁵ s⁻¹)

Tensión de medida: max. 1 Vpp**Corriente de medida:** max. 36 mA (ef.)**Consumo:** max. 3,2 mW**Precisión de medida:** 0,5% v.M.¹⁾

±(3 dígitos+1 pF/1 µH/10mΩ/0,01 µS)

1% v.M.¹⁾ ±(3 dígitos+1 pF/1 µH)

en la gama 200 pF/µH

Error de medida en la separación del comp. real del imaginario ≤1% con tanφ ≥45°

Indicador:

3½ dígitos a LED's de 7 segmentos

Frecuencia de medición: 2 por segundo**Tipo de medición:** medición de 2 ó 4 ptos.**Varios:**

Entradas protegidas al corto-circuito y contra tensiones hasta 100V

Tensión de polar. para mediciones de C: 2V

Corrección del potencial 0 para el indicador

Compensación para la capacidad del cable

Alimentación (del HM8001):

+ 5V/200mA

- 13V/130mA

+ 13V/130mA

($\Sigma = 4,5W$)**Temperatura de trabajo:** +10°C hasta +40°C

humedad relativa máxima: 80%

Dimensiones (sin regleta de 22 contactos):

An 135, Al 68, L 228mm

Peso: aprox. 0,65kg

1) v.m. ≈ del valor medido

Los valores sin indicación de tolerancia son valores orientativos para un aparato de serie.

Reservado el derecho modificación



Medidor L-C HM 8018

- **7 gamas de medida**
- **3 frecuencias de medida**
- **Medición en cuatro puntos**
- **Precisión básica 0,5%**
- **Pre-tensión interna para condensador elect.**
- **Medida de los componentes en serie y paral.**

El HM 8018 es un medidor L-C de múltiples posibilidades que ofrece algunas prestaciones excepcionales a un precio muy asequible. Los valores medidos son indicados con una precisión del 0,5% mediante un indicador digital de 3½ dígitos. Gracias a sus frecuencias internas que se comutan automáticamente según la gama seleccionada, el instrumento efectuará la medida con la frecuencia más apropiada para cada caso.

Además de la medición de L y C, el HM 8018 también puede medir componentes en serie y paralelo de inductancias y capacidades con lo cual permite determinar los factores de calidad o las pérdidas de estos componentes. Un método especial de medida hace posible una resolución de 10mΩ ó 0,01 µs que facilita la correspondiente evaluación de los resultados.

La alta precisión y el sencillo modo de operación del HM 8018 lo predestinan para su utilización en prácticamente todos los ámbitos de la electrónica y electrotécnica, desde los controles de calidad y recepción de materiales hasta en aplicaciones de laboratorio.

Accesorios suministrables

HZ 18 Cable de medida Kelvin con pinzas a presión chapadas en oro y conector DIN de 5 contactos.

Información general

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

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

Seguridad

Todos los instrumentos de medida HAMEG se fabrican y controlan según la norma CEI 348 (medidas de seguridad para aparatos de medida electrónicos). Como corresponde a las normas de la clase de protección I, todas las piezas de la caja y del chasis están conectadas al contacto de tierra (protector) de la red. (Para los módulos esto sólo es válido si se utilizan en combinación con el aparato base.) Tanto los módulos como el aparato base deben utilizarse sólo con enchufes de seguridad correspondientes a las normas en vigor. **No está permitido inutilizar la conexión de tierra dentro o fuera de la unidad.**

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

- muestra daños visibles,
- contiene piezas sueltas,
- ya no funciona,
- ha pasado un largo tiempo de almacenamiento en condiciones adversas (p.ej. al aire libre o en lugar húmedo).
- fue transportado incorrectamente (p.ej. dentro de un embalaje que no correspondía a las condiciones mínimas requeridas por los transportistas).

Antes de abrir o cerrar la caja del aparato, éste debe desconectarse de toda fuente de tensión. Si fuese imprescindible proceder a una medición o calibración con el aparato abierto y bajo tensión, estas tareas sólo deberán ser realizadas por un técnico experto en la materia y habituado a los posibles peligros que implican tales operaciones.

Garantía

Antes de salir de fábrica, todos los aparatos se someten a una prueba de calidad con un calentamiento de 24 horas. Manteniendo el aparato en funcionamiento intermitente es posible detectar casi cualquier anomalía. Sin embargo, puede suceder que algún componente se averíe después de un tiempo de funcionamiento más prolongado. Por esta razón, todos los productos HAMEG gozan de una garantía de dos años, siempre que no se haya efectuado en ellos un cambio o manipulación indebida. Para un posible envío del aparato por correo, tren o transportista, se aconseja conservar el embalaje original. Los daños de transporte quedan excluidos de la garantía.

En caso de reclamaciones conviene añadir al envío del aparato una nota con una breve descripción del defecto. Además facilitará y acelerará el proceso de reparación indicando el nombre, la dirección y el teléfono del remitente. En cualquier caso no dude en dirigirse directamente al servicio técnico de HAMEG en España llamando a los números 93/2301597 y 2301100.

Mantenimiento

Es aconsejable controlar periódicamente algunas de las características más importantes de los instrumentos de

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

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

Al cerrar de nuevo la caja del aparato hay que procurar que la envoltura de ésta encaje correctamente entre el panel frontal y posterior.

Desenroscando los dos tornillos situados en el panel posterior del módulo, podrá desmontar ambas tapas del chasis. Al cerrarlo de nuevo hay que procurar que las ranuras de guía encajen perfectamente en el chasis frontal.

Condiciones de funcionamiento

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

Puesta en funcionamiento de los módulos

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

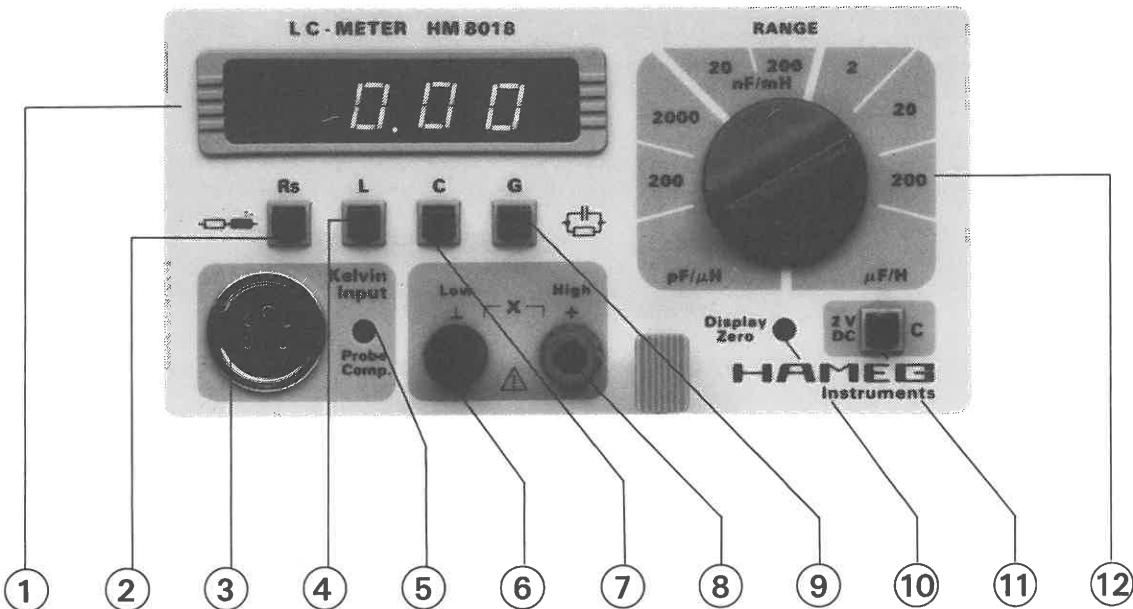
Entonces la puesta en funcionamiento de los módulos se reduce a la acción de introducirlos en el aparato base. Pueden funcionar indistintamente en el hueco derecho o izquierdo.

Al introducir un módulo o efectuar un cambio de módulos, el aparato base deberá estar apagado. La tecla roja "POWER" (en el centro del marco frontal del HM8001) resalta y en su plano superior se aprecia un pequeño círculo. Si no se utilizan los bornes BNC situados en la parte posterior del aparato, conviene por razones de seguridad, desconectar los cables BNC que puedan haber conectados.

Para que los módulos funcionen correctamente con todas las tensiones de alimentación, hay que introducirlo hasta el fondo del hueco. Hasta que no se halle en tal posición, no existe conexión de seguridad con la caja del módulo (clavija situada encima de la regleta de contactos en el aparato base). En ese caso no debe conectarse ninguna señal a los enchufes de entrada del módulo.

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

Mandos de control del HM8018



① Indicador digital (a LED de 7 segmentos)

Display digital del valor medido de 3½ dígitos. El valor se presenta con posición correcta de la coma, correspondiente al margen de medida seleccionando. El overflow se indica mediante un "1" en el primer dígito. El indicador además incluye 4 LED que indican Ω /k Ω / μ S/ mS para los diferentes modos de funcionamiento, así como un LED que indica la existencia de tensión de polarización (2V DC) en el caso de medidas de capacidad.

② Rs (tecla)

Selección de la función "resistencia en serie". Este modo de funcionamiento permite determinar la resistencia en serie de inductancias. La indicación aparece en Ω ó k Ω según el margen seleccionado. Se puede realizar medidas entre 10m Ω y 200k Ω .

③ Kelvin Input (conector DIN de 5 contactos)

Entrada para la conexión del cable de medida de 4 hilos HZ18.

④ L (tecla)

Selección de la función "medición de inductancias". Este modo de funcionamiento permite medir inductancias de 0,1 μ H hasta 200 H. La indicación aparece en μ H/ mH/H según el margen seleccionado con ⑫.

⑤ Probe Compensation (trimer)

Trimar ajustable mediante destornillador para compensar la capacidad del cable cuando se emplea el HZ18.

⑥/⑧ Low/High (conectores banana de 4 mm)

Pinzas de conexión para el componente de medida. En esta entrada no influye el ajuste de ⑤.

⑦ C (tecla)

Selección de la función "medición de capacidad". Este modo de funcionamiento permite medir capacidades de 1 pF hasta 200 μ F. La indicación aparece en pF, nF ó μ F según el margen ajustado con ⑫.

⑨ G (tecla)

Selecc. de la función "valor de la conduct. en paralelo". Este modo de funcionamiento permite medir el valor de la conductividad en paralelo de capacidades. La indicación aparece en μ S ó mS según el margen ajustado ⑫. Se puede realizar medidas entre 0,01 μ S y 200 mS.

⑩ Display Zero (trimer R)

Trimar ajustable mediante destornillador para corregir la puesta a cero del indicador.

⑪ 2V DC (tecla)

Conexión de una tensión continua de 2V a las pinzas de conexión ⑥/⑧. Esto es aconsejable para la medición de condensadores polarizados, a fin de evitar una inversión de polaridad del condensador debido a una corriente alterna de mediación. El LED "DC" incorporado en el indicador avisa la conexión de este modo de funcionamiento.

⑫ Range (comutador giratorio)

Comutador de 7 posiciones para seleccionar los diferentes márgenes de medida.

Selección de la función de medida

La función de medida deseada se selecciona mediante las teclas ②/④/⑦ y ⑨. Las magnitudes correspondientes a las diversas funciones de medida se indican en el display. Además de las funciones de medida L y C el HM8018 también ofrece funciones para determinar las resistencias en serie de inductancias y el valor de la conductividad en paralelo de capacidades. Midiendo los valores mediante estas funciones complementarias y aplicando los cálculos correspondientes se puede determinar la calidad y el factor de pérdida de los componentes a medir. Las fórmulas de cálculo necesarias se indican en el capítulo "Calidad y factor de pérdida". Después de seleccionar la función de medida se ajusta el correspondiente margen de medida con el commutador de márgenes ⑫. La magnitud válida en cada caso se indica en el display.

Conexión del objeto de medida

El HM8018 ofrece dos posibilidades para conectar los componentes a medir. Para mediciones rápidas y aproximativas dispone de dos conectores banana. El objeto de medida se conecta al borne o bien se sujetá mediante una pinza. Este procedimiento rápido no siempre resulta suficientemente exacto (consultar indicaciones al respecto en el capítulo "Calidad y factor de pérdida"). Para mediciones más exactas hay que utilizar la entrada para medidas con 4 hilos para lo cual se empleará la sonda Kelvin HZ18 de la gama de accesorios HAMEG.

Calibración cero

Normalmente el HM8018 suele estar calibrado. Pero por causas de envejecimiento o fluctuaciones de la temperatura ambiental puede que el display indique varios dígitos sin que haya conectado un objeto de medida. Este error del indicador se puede corregir para todos los márgenes de medida mediante el trimer "Display-Zero". Utilizando la entrada Kelvin y el cable de medida HZ18, los márgenes de medida inferiores se pueden ajustar al cable empleado mediante el trimer "Probe Compensation". Este ajuste no influye en la calibración con el trimer "Display Zero".

Exactitud de las medidas

El HM8018 ofrece una precisión básica del 0,5% del valor medido (1% en el margen de medida más bajo). A fin de aprovechar al máximo esta precisión hay que prestar especial atención a una conexión óptima del objeto de medida. Fundamentalmente hay que observar que se establezca un buen contacto y que los cables de conexión entre las pinzas y el componente a medir sean lo más cortos posible. Para que la precisión y fiabilidad de los resultados de medida sean aun mayores, el HM8018 dispone de tres frecuencias de medida diferentes. La frecuencia adecuada en cada caso se selecciona automáticamente con el commutador de márgenes. La frecuencia de medida es de 1600Hz en los márgenes de 20nF/20mH y 200nF/200mH, y de 16kHz en los dos márgenes inferiores.

En todos los casos en los que por causa de corrientes de medida relativamente altas se producen pérdidas en los circuitos de medida – esto ocurre sobretodo con inductancias bajas y capacidades altas – se aconseja utilizar el cable Kelvin HZ18. Esto no afecta apenas la exactitud de

las medidas L y C. Pero en la medida de componentes en serie y paralelo pueden producirse errores de hasta un 100% si no se utiliza el HZ18. Además la sonda Kelvin ofrece la posibilidad de conectar componentes de difícil acceso.

Polarización DC

La tensión de medida del HM8018 es de onda senoidal con frecuencias entre 160Hz y 16kHz. La amplitud es de aprox. $1V_{pp}$. Si se conectan condensadores sin polarización éstos se convierten a polaridad negativa con cada segunda media onda. Esto puede producir daños irreversibles, especialmente en condensadores Tantal. Por esta razón se ha previsto la posibilidad de aplicar al objeto de medida una tensión continua de 2V DC. De esta forma se evita una polarización negativa. Sin embargo, hay que observar que la polarización sea correcta al conectar el condensador. El polo positivo de la tensión continua debe conectarse al conector banana rojo.

Calidad y factor de pérdida

Cualquier componente electrónico pasivo tiene pérdidas en funcionamiento. En los condensadores la pérdida depende del tipo de dieléctrico, de la capacidad, de la temperatura y de la frecuencia de funcionamiento. En una primera aproximación, en el esquema alternativo de conexión las pérdidas están representadas por una resistencia de pérdida en paralelo al condensador. Esta resistencia puede medirse con el HM8018 como valor de la conductividad en paralelo mediante la función de medida "G".

La calidad de una bobina además de las pérdidas debidas al material del núcleo empleado depende esencialmente de la resistencia ohmica del bobinado. En el esquema alternativo de conexión, estas pérdidas se caracterizan por una resistencia en serie con la inductancia. Esta resistencia se mide con el HM8018 en la función de medida "Rs".

Las fórmulas necesarias para calcular la calidad y el factor de pérdida son las siguientes:

$$\tan \delta = G/\omega \cdot Cx \quad Q = 1/\tan \delta$$

$$\tan \delta = Rs/\omega \cdot L \quad Q = 1/\tan \delta$$

Siendo:

$\tan \delta$ = Factor de pérdida; sin indicación en el display

G = Valor de la conductividad en paralelo; en μS ó mS

Rs = Resistencia en serie; en Ω ó $\text{k}\Omega$

Cx, L = Valores de medida registrados

ω = $2\pi \times f$ (f =frecuencia de medida)

El principio de medida del HM8018 permite la determinación de los componentes alternativos hasta un ángulo de fase de 45° ($\tan \delta \leq 1$) con un error de medida <1%. Este excelente resultado se obtiene gracias a un procedimiento de medida especial que hasta ahora no se había aplicado nunca en un aparato tan económico. Pero a pesar del método de medida empleado, muchas veces no es posible obtener un resultado fiable en el caso de bobinas con núcleo de hierro. Ello depende en gran medida del comportamiento de saturación del material del núcleo. Al determinar la inductancia de transformadores y bobinas con núcleo de hierro conviene efectuar siempre un cálculo aproximativo de control.

Liste elektronischer Teile

Electronic Parts List

Ref. No.	Description	Ref. No.	Description	Ref. No.	Description
R 101	261 Ω (100 Ω)*	R 160-168	10k Ω	R 401	4,7 M Ω
R 102	2,87k Ω	R 169	3,01k Ω	R 402	1k Ω
R 103	1,87k Ω (237 Ω)*	R 170-172	10k Ω	R 403-405	1k Ω
R 104	33,2k Ω	R 173-174	20,5k Ω	R 406	511k Ω
R 105	316k Ω (301 k Ω)*	R 175	178k Ω	R 407-408	3,65k Ω
R 106	301k Ω	R 176	10k Ω	R 409	100 Ω
R 107	187 Ω (30,1 Ω)*	R 177	5,11k Ω	R 410	9 53k Ω
R 108	2,87k Ω	R 178	1M Ω	R 411	221 Ω
R 109	2,74k Ω (1,15k Ω)*	R 179	59k Ω	R 412	10k Ω
R 110	31,6k Ω	R 180	2,05k Ω	R 413	100k Ω 0,1%
R 111	adj.	R 181	1M Ω	R 414	10k Ω
R 112	2,05k Ω	R 183	3,32k Ω	R 415	2,05k Ω
R 113	20,5k Ω	R 184-185	2,05k Ω	R 416	2,21k Ω
R 114	9,53k Ω	R 186	1M Ω	R 417-418	20,5k Ω
R 115-116	59k Ω	R 187-188	4,75M Ω	R 419-421	7,5k Ω
R 117	115k Ω	R 189	2,05k Ω	R 422-423	10 Ω
R 118	20,5k Ω	R 190	1M Ω		
R 119	2,05k Ω	R 191	1k Ω		
R 120	20,5k Ω	R 192	178k Ω		
R 121	2,05k Ω	R 193	20,5k Ω	C 101-102	3,3nF 50V
R 122	1k Ω	R 194-197	8,25k Ω	C 103-104	0,22 μ F 100V 20%
R 123	1M Ω	R 198-199	3,01k Ω	C 105	47nF 100V 20%
R 124	20,5k Ω			C 106	22nF 63V 20%
R 125	681 Ω	R 200	1,1k Ω	C 107-108	100 μ F 16V 20%
R 126	20,5k Ω	R 201	1k Ω	C 109-110	100 μ F 16V
R 127	332 Ω	R 202-203	2,05k Ω	C 111-113	100 μ F 16V
R 128-129	8,25k Ω	R 204-205	6,81k Ω	C 114	33pF 63V 10%
R 129	8,25k Ω	R 206-209	10k Ω	C 115	10 μ F 35V
R 130-131	10 Ω	R 210	681 Ω	C 116	0,22 μ F 100V 20%
R 132	100 Ω	R 211	487 Ω	C 117	220 μ F 16V
R 133	100k Ω 0,1%	R 212	1k Ω	C 118-119	2pF 63V 10%
R 134	10 Ω 0,1%	R 213-214	20,5k Ω	C 120-126	10 μ F 35V
R 135	100 Ω 0,1%	R 215	10k Ω	C 127	220pF 63V 10%
R 136	1k Ω 0,1%	R 216	3,01k Ω	C 128-129	2,2nF 160V 2,5%
R 137	10 Ω	R 217	1k Ω	C 130	33pF 500V 5%
R 138	11k Ω 0,1%	R 218-225	20,5k Ω	C 132	3,9pF 63V 10%
R 139	110 Ω	R 226	2,05k Ω	C 133	100 μ F 16V
R 140	100 Ω	R 227	10k Ω	C 134	10pF 63V 10%
R 141	100 Ω	R 228	20,5k Ω	C 135	10 μ F 35V
R 142-146	10k Ω	R 229	1,47k Ω	C 136-137	0,22 μ F 100V 20%
R 147	1k Ω	R 230-231	4,75M Ω	C 138	0-15pF (sel.)
R 148	5,11k Ω	R 232-233	7,5k Ω		
R 149	5,11k Ω	R 234-235	20,5k Ω	C 301	100pF 63V 10%
R 150-152	1k Ω	R 236	10k Ω	C 302-303	0,1 μ F 250V 20%
R 153	3,32k Ω	R 237-238	20,5k Ω	C 304	0,1 μ F 100V 20%
R 154	8,25k Ω				
R 155	3,32k Ω	R 301	249k Ω	C 401	2pF 63V 10%
R 156	8,25k Ω	R 302	10,5k Ω	C 402	10pF 63V 10%
R 157	3,32k Ω	R 303	487k Ω	C 403	0,22 μ F 100V 20%
R 158	10k Ω	R 304	100k Ω	C 405	10 μ F 35V
R 159	3,32k Ω	R 306-307	487 Ω	C 406-407	22nF 63V 20%

Liste elektronischer Teile

Electronic Parts List

Ref. No.	Description	Ref. No.	Description	Ref. No.	Description
D 101-106	1N4149	LED 301-305	TLSO5101	VR 103	20 kΩ
D 107-110	BAT41	DL 301-304	5082 7611	VR 104-105	500 Ω
D 111-130	1N4149	T 101	2N2219	VR 106	100 kΩ
D 401-406	FDH300	T 102	2N2905	VR 107	500 Ω
D 407-412	1N4149	T 103	2N5462	VR 108-110	100 kΩ
IC 101-102	TL082	T 104	BC237	VR 111	20 kΩ
IC 103	MC34082	T 105	BC557	VR 401	500 Ω
IC 104	TL082	T 106	2N5462	P 101-102	10 kΩ
IC 105	MC34082	T 107	2N5462	Z 301-302	BZX5V1
IC 106	LF357	T 108	BC557		
IC 107	MC1496	T 301-302	BC237		
IC 108	MC1496	T 401	2N2219	All resistors 1% TK50	
IC 109	CD4001	T 402	2N2905	unless otherwise specified	
IC 110	TL082	T 403	BC557		
IC 301	ICL7107	VR 101	100 Ω	* dependent on actual value	
IC 401-402	TL082	VR 102	500 Ω	of C101 and C102	

Steckerleiste, Versorgungsspannungen

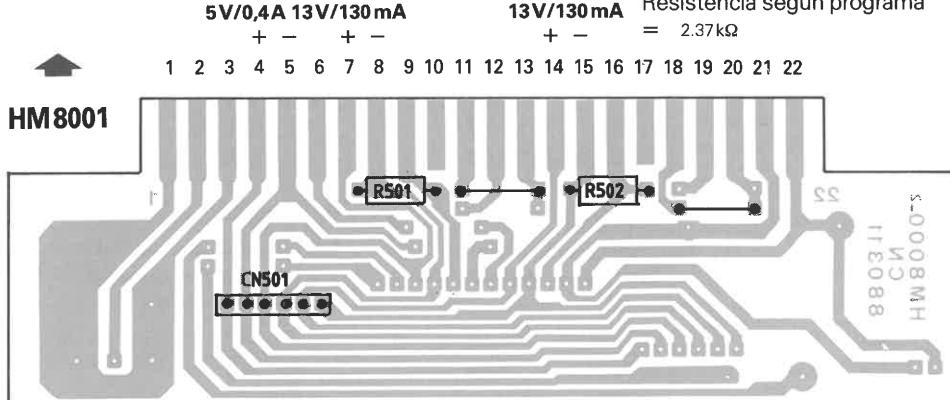
Multipoint connector, supply voltages

Carte connecteur, tensions d'alimentation

Placa connector de los voltajes de alimentacion

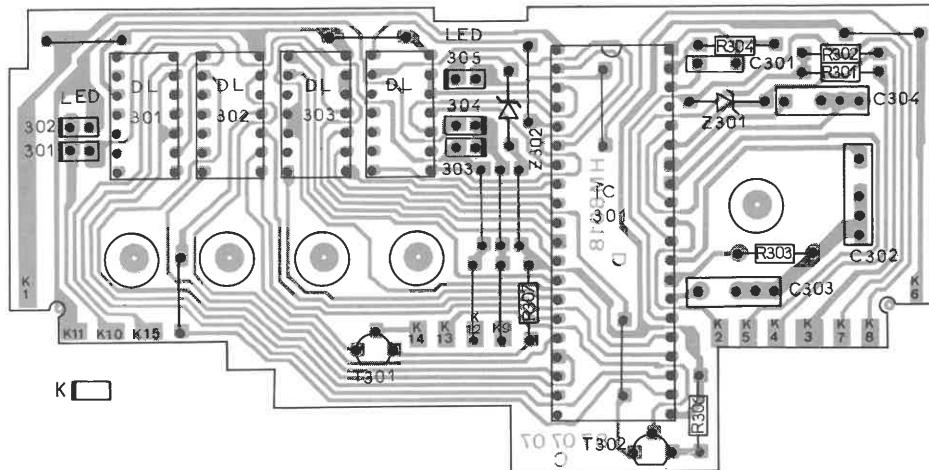
R401:

Programmwiderstände
Prgramming Resistors
Résistances de programmation
Resistencia segun programa
= 2.37 kΩ



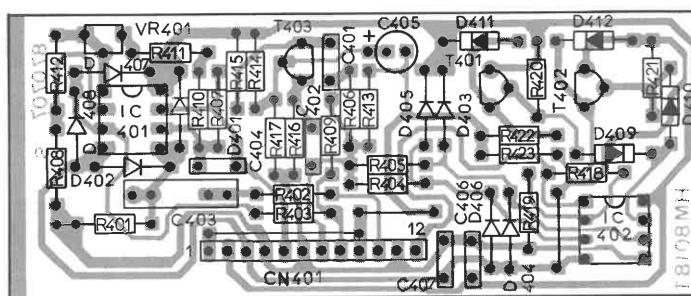
**Bestückungsplan, Digitalanzeige
Implantation des composants,
Affichage numérique**

**Component Locations, Digital Display
Localización de componentes,
Indicador digital**



**Bestückungsplan, Eingangsverstärker
Implantation des composants,
Amplificateur d'entrée**

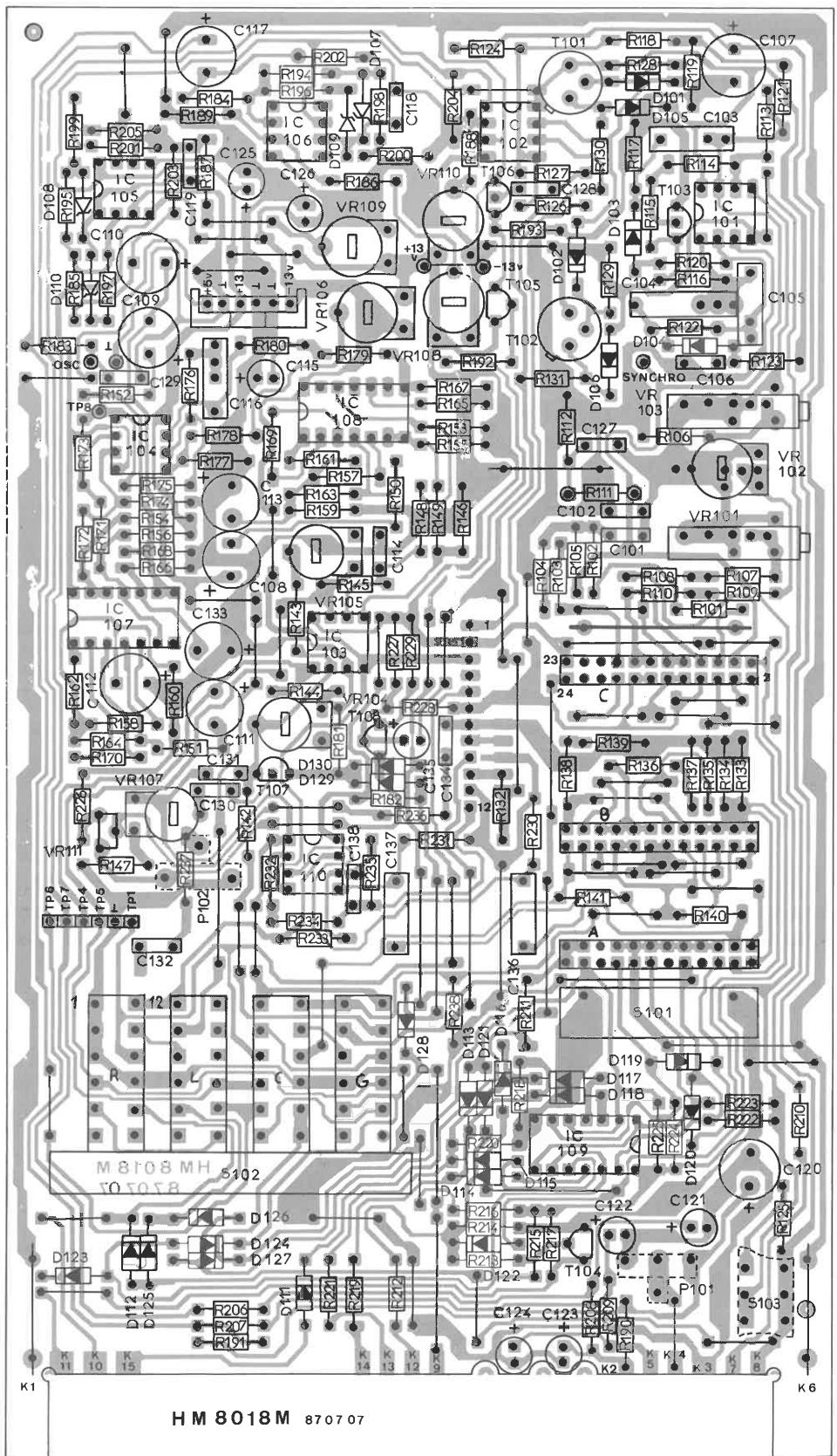
**Component Locations, Input Amplifier
Localización de componentes,
Amplificador de entrada**

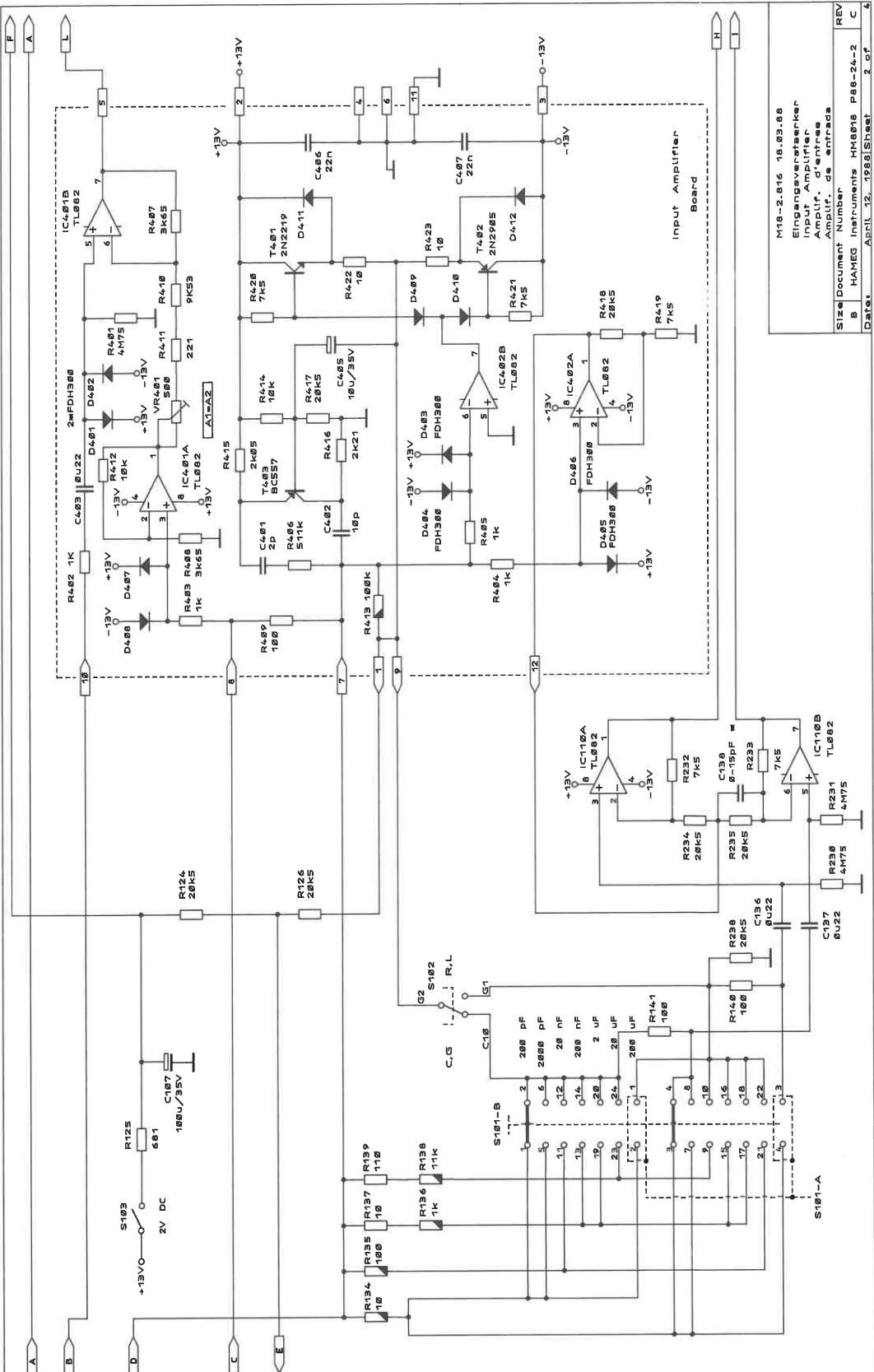


1N4149
FDH300

Bestückungsplan, Grundplatte
Implantation de composants,
Circuit principal

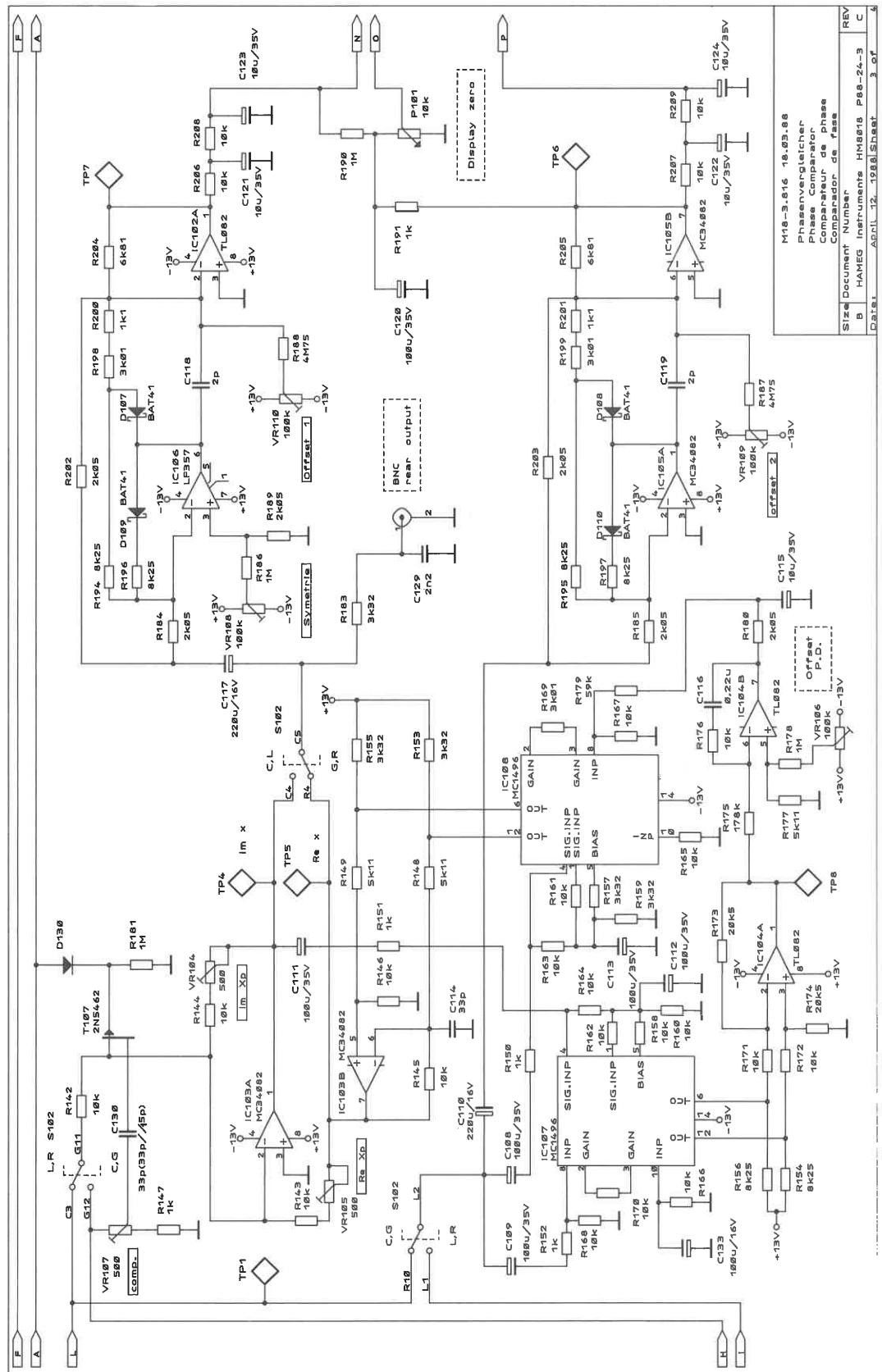
Component Locations, Main Board
Localización de componentes,
Placa base



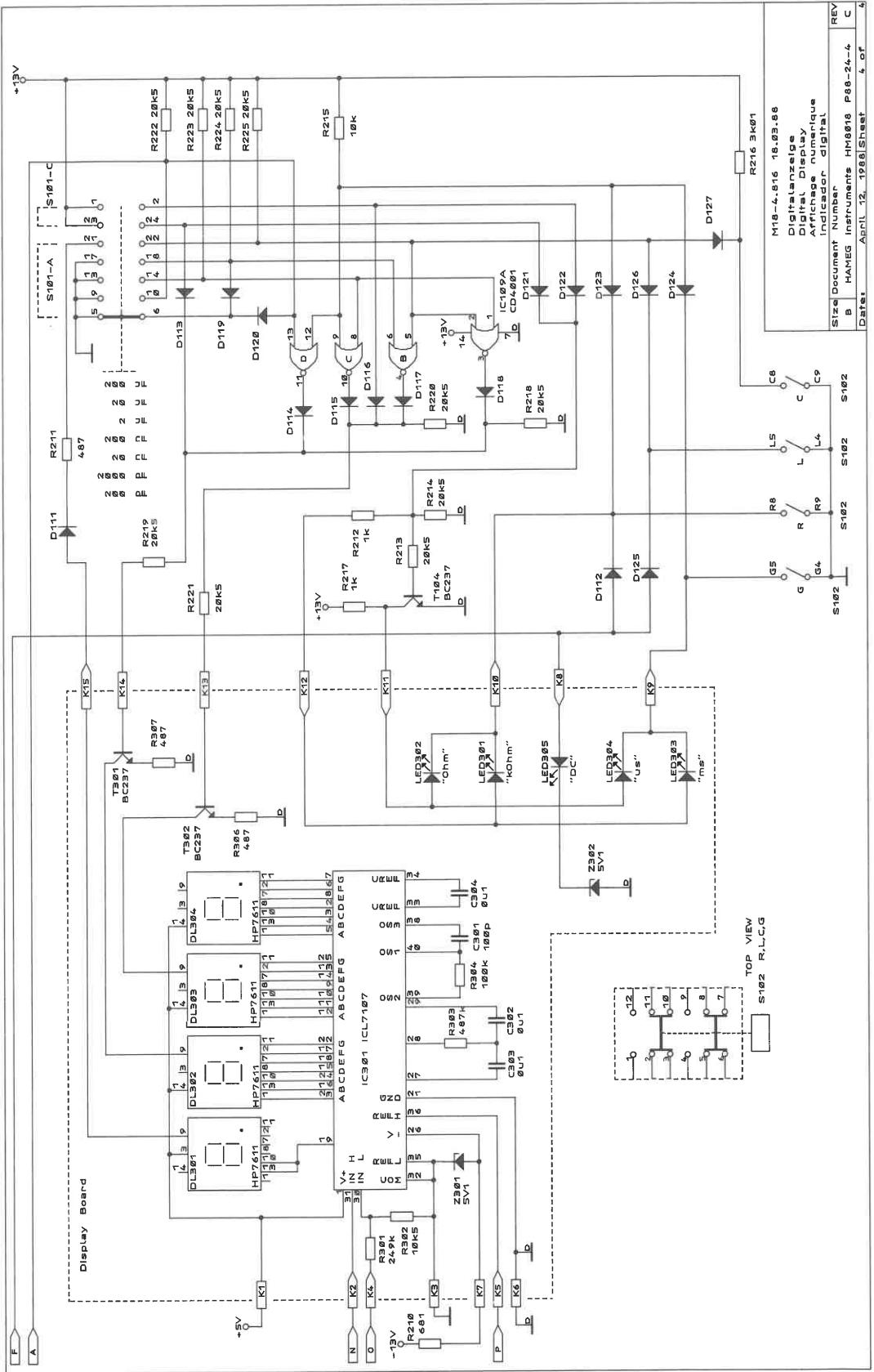


Subject to change without notice / Änderungen vorbehalten / Sous réserve de modifications / Reservado el derecho de modificación

M9 – 8018



M10 – 8018 Subject to change without notice / Änderungen vorbehalten / Sous réserve de modifications / Reservado el derecho de modificación



Subject to change without notice / Änderungen vorbehalten / Sous réserve de modifications / Reservado el derecho de modificación M11 – 8018

