

**VSWR Messbrücke**  
**VSWR Measuring Bridge**  
**HZ 541**





## VSWR Messbrücke HZ 541

### Inhaltsverzeichnis

<b>Deutsch</b> .....	<b>5</b>	CE-Erklärung .....	4
<b>English</b> .....	<b>12</b>	Technische Daten .....	5
		Allgemeines .....	6
		Messaufbau .....	7
		VSWR-Messbrücke am Spektrum-Analyser HM 5014-2 .....	8
		Bestimmung des Stehwellen- verhältnisses und des Reflexionsfaktors ..	9
		Formeln .....	10
		Lieferumfang und Zubehör .....	10

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG  
DECLARATION OF CONFORMITY  
DECLARATION DE CONFORMITE



**HAMEG®**  
Instruments

Name und Adresse des Herstellers  
Manufacturer's name and address  
Nom et adresse du fabricant

HAMEG GmbH  
Industriestraße 6  
D-63533 Mainhausen

Die HAMEG GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt  
The HAMEG GmbH herewith declares conformity of the product  
HAMEG GmbH déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation: **VSWR Messbrücke  
VSWR Measuring Bridge**

Typ / Type / Type: **HZ 541**

mit / with / avec: -

Optionen / Options / Options: -

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

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

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1

Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.  
Störfestigkeit / Immunity / Imunité: Tabelle / table / tableau A1.

Datum /Date /Date  
12. Jan. 2004

Unterschrift / Signature / Signatur

  
G. Hübenett  
Product Manager

# Technische Daten HZ 541 VSWR-Messbrücke 50 Ohm



## Elektrische Daten

Frequenzbereich:	150 kHz - 1050 MHz
Wellenwiderstand:	50 Ohm
Richtverhältnis	
150 kHz - 300 kHz:	>28 dB
300 kHz - 1050 MHz:	>35 dB
Reflexionsdämpfung am Messtor	
DUT:	>20 dB
Einfügungsdämpfung	
IN → OUT:	20 dB (150 kHz - 300 kHz)
IN → OUT:	17 dB (300 kHz - 1 GHz)
IN → DUT:	1,7 dB
DUT → OUT:	16 dB
Belastbarkeit:	+26 dBm (400 mW)

## Mechanische Daten

### Messbrücke:

Abmessungen:	151,5 x 38 x 29,5 mm (B x T x H) (ohne Anschlüsse)
Gewicht:	450 g
Temperaturbereich:	+10° C bis +45 °C
Anschlüsse:	N-Buchsen

### Tragekoffer:

Abmessungen:	265 x 225 x 50 mm (B x T x H)
Gesamtgewicht:	950g (Brücke + Koffer + Zubehör)

## Mitgeliefertes Zubehör:

Abschlusswiderstand: 50 Ohm,  
VSWR <1 : 1,05 (1 Stück), N-Stecker  
Adapter: N-Stecker zu N-Stecker (2 Stück)

# Allgemeines

---

Sofort nach dem Auspacken sollte die Messbrücke auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Die Messbrücke darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

## Symbole



Bedienungsanleitung beachten

## Sicherheit

Unsere Messbrücken haben das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Sie entsprechen damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 61010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind.

Wenn anzunehmen ist dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist die Messbrücke außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern.

Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn die Messbrücke sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn die Messbrücke lose Teile enthält,
- wenn die Messbrücke 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).

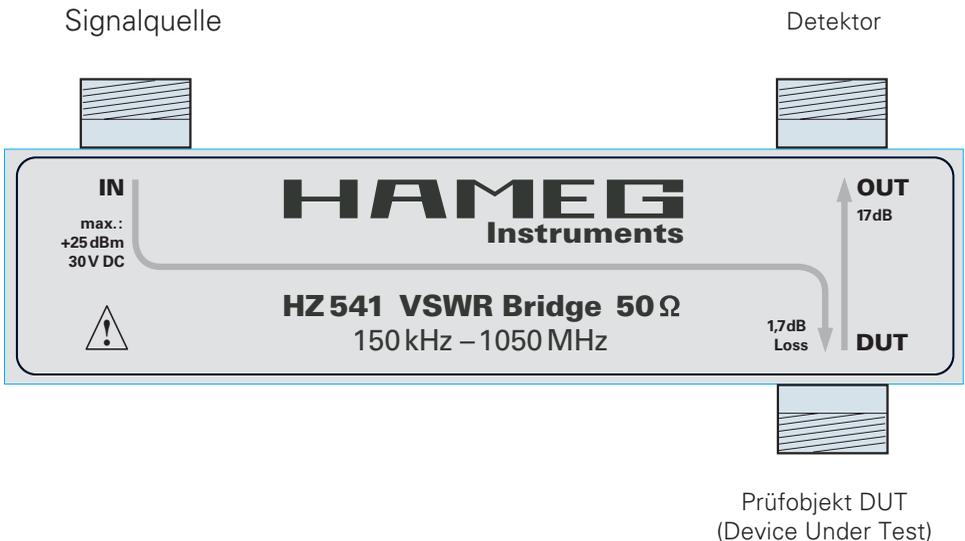
## Betriebsbedingungen

Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebs 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, müssen die Messbrücke ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor sie in Betrieb genommen werden. Die Messbrücke ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Die Betriebslage ist beliebig.

## Garantie

Jede Messbrücke durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitätstest. Dennoch ist es möglich, dass ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Messbrücken 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 zu verwenden. Transport- oder sonstige Schäden, verursacht durch grobe Fahrlässigkeit, werden von der Garantie nicht erfasst.

Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse der Messbrücke eine stichwortartige Fehlerbeschreibung anbringen. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung.



Die VSWR Messbrücke HZ 541 besitzt drei N-Anschlussbuchsen.

## IN-Anschluss (Eingang der Messbrücke)

An diesem Anschluss wird die Signalquelle angeschlossen. Die Signalquelle kann dabei ein HF-Generator oder der Tracking-Generator eines Spektrum-Analysators oder Netzwerk-Analysators sein.

## OUT-Anschluss (Ausgang der Messbrücke)

An diesem Ausgang steht eine Spannung zur Verfügung, deren Betrag und Phase proportional zum Reflexionsfaktor des Prüfobjekts ist und mit einem geeigneten Detektor erfasst werden kann. Ein solcher Detektor kann ein HF-Wattmeter, ein Messempfänger, der Input eines Spektrum-Analysators oder Netzwerk-Analysators sein.

## DUT-Anschluss (Prüfobjekt)

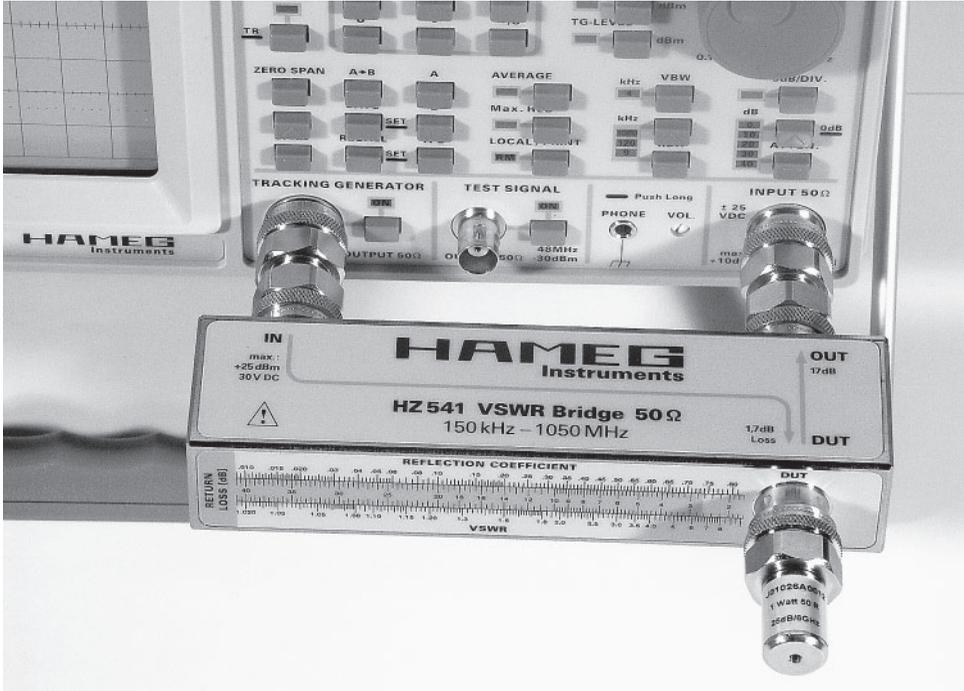
Das Prüfobjekt sollte möglichst direkt mit diesem Anschluss verbunden werden. Alle Adapter oder Kabel zwischen diesem Anschluss und dem Prüfling verfälschen das Messergebnis durch zusätzliche Reflexionen.

Um die Verbindungen zwischen der VSWR-Messbrücke HZ 541 und dem HAMEG Spektrum-Analysator (z.B.: HM 5014-2) so kurz wie möglich zu halten, ist die Messbrücke so konstruiert, dass sie direkt über N zu N Adapter angeschlossen werden kann. Die Adapter gehören zum Lieferumfang der Messbrücke.

# VSWR-Messbrücke am Spektrum-Analysator HM 5014-2

**IN-Anschluss** mit Tracking-Generator (HM 5014-2) verbunden (Signalquelle)

**OUT-Anschluss** (HZ 541) mit Analysator-Eingang (HM 5014-2) verbunden.



Benutzt man einen **Spektrum-Analysator eines anderen Herstellers** muss man anstatt der Adapter ein N-Kabel (optional) zur Verbindung benutzen. Siehe Zubehörliste.



# Bestimmung des Stehwellenverhältnisses und des Reflexionsfaktors

Die VSWR Messbrücke HZ 541 dient zur Bestimmung des Stehwellenverhältnisses (VSWR = Voltage Standing Wave Ratio) und des Reflexionsfaktors (REFLECTION COEFFICIENT) von Messobjekten, die eine Impedanz von 50 Ohm haben. Typische Messobjekte sind Dämpfungsglieder, Abschlusswiderstände, Frequenzweichen, Verstärker, Kabel oder Mischer mit einer Impedanz von ebenfalls 50 Ohm. Der Messbereich ist von 150 kHz bis 1 GHz spezifiziert.

Die gemessene Reflexionsdämpfung (RETURN LOSS) kann z.B. mit Hilfe eines HF-Signalgenerators und eines Messempfängers auf diskreten Frequenzen ermittelt werden. Bei der Messung ganzer Frequenzbereiche, ist wegen des geringeren Zeitaufwands, der Einsatz von Spektrumanalysatoren mit eingebauten Trackinggeneratoren vorteilhaft.

Die Reflexionsdämpfung ist die Differenz zwischen einer Messung mit totaler Fehlanpassung („DUT“-Anschluss offen oder kurzgeschlossen) und einer Messung mit dem Messobjekt am „DUT“-Anschluss (DUT = Device Under TEST).

## Der Messwert bei totaler Fehlanpassung wird wie folgt ermittelt:

1. Die Signalquelle (Tracking – Generator oder Signalgenerator) wird mit dem „IN“-Anschluss der Messbrücke verbunden.
2. Der „OUT“- Anschluss der Messbrücke wird mit dem Eingang des Messempfängers oder Spektrum-Analysators verbunden.
3. Der „DUT“- Anschluss der Messbrücke bleibt offen (Leerlauf) was eine totale Reflexion bewirkt.

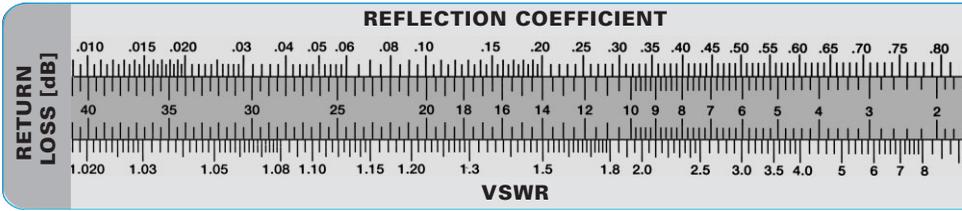
Die Höhe des reflektierten Signals wird über den „OUT“-Anschluss vom Spektrum-Analysator gemessen und angezeigt. Der Messwert muss registriert bzw. in den Referenzspeicher abgelegt werden. Funktion: Speicher A nach B (A->B) des Spektrum-Analysators. Dann wird der Analysator auf den A minus B (A – B) Betrieb umgeschaltet.

Anschließend wird das Prüfobjekt mit dem „DUT“- Anschluss verbunden. Die Energie, die zuvor komplett reflektiert wurde, wird nun durch den Einfluss des Prüfobjekts nicht mehr im vollen Umfang reflektiert. Es gelangt weniger Energie über den „OUT“-Anschluss an den Spektrum-Analysator. Der unter diesen Bedingungen angezeigte Differenzwert in dB ist ein Maß für die Güte des Prüflings in Bezug auf dessen Anpassung an den Wellenwiderstand des Systems. Man bezeichnet diesen Wert als Reflexionsdämpfung (RETURN LOSS).

## Ein idealer 50 Ohm Abschlusswiderstand reflektiert keinerlei Energie.

Die Reflexionsdämpfung geht dabei gegen unendlich. In der Praxis lassen sich allerdings 40 dB nur sehr schwer erreichen. Dieser Wert bedeutet, dass 99% der Energie im Prüfobjekt „verbraucht“ und nur 1% reflektiert werden.

Aus der in Dezibel gemessenen Reflexionsdämpfung, lassen sich mit Hilfe der Tabelle 1 der Reflexionsfaktor (REFLECTION COEFFICIENT) und das Stehwellenverhältnis (VSWR) ermitteln. Die Tabelle befindet sich, zur schnelleren Bestimmung der Werte, auch auf der Messbrücke.



## Formeln

### Umrechnungen:

$a$  = Return Loss [dB]

$r$  = Reflexionsfaktor des Messobjekts

$s$  = Stehwellenverhältnis SWR

$Z_0$  = Wellenwiderstand des Systems  $50\Omega$

$Z$  = Impedanz des Prüfobjekts

$$r = 10^{-0,05 \cdot a}$$

$$s = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

$$s = \frac{1 + r}{1 - r} Z_0$$

### Beispiel:

Return Loss vom

Spektrum-Analysator = 20 dB

VSWR: 1,222

Reflexionskoeffizient: 0,1 (10%)

## Lieferumfang und Zubehör

### Lieferumfang

HZ 541 VSWR-Bridge-Set

bestehend aus:

VSWR-Bridge, 50 Ohm, 1 GHz 1 Stück

Adapter  $N_{[male]}$  to  $N_{[male]}$  2 Stück

Abschlusswiderstand  $50\Omega N_{[male]}$  1 Stück

Transportkoffer 1 Stück

Benutzer-Handbuch 1 Stück

Garantiekarte 1 Stück

### Zubehör

**HZ 523** Adapter  $N_{[male]}$  zu  $N_{[male]}$  \*)

**HZ 524** Adapter  $N_{[female]}$  zu  $N_{[female]}$

**HZ 29** Adapter  $N_{[male]}$  zu BNC[ $female$ ]

**HZ 19** Adapter  $N_{[male]}$  zu SMA[ $female$ ]

**HZ 525** Abschlusswiderstand  $50\Omega N_{[male]}$  \*)

**HZ 526** Kabel, 500 mm,  $N_{[male]}$  zu  $N_{[male]}$

**HZ 527** Kabel, 1000 mm,  $N_{[male]}$  zu  $N_{[male]}$

\*) im Lieferumfang HZ 541 enthalten



**VSWR**  
**Measuring Bridge**  
**HZ 541**

**Contents**

<b>Deutsch</b> .....	<b>5</b>	CE declaration .....	4
<b>English</b> .....	<b>12</b>	Specifications .....	13
		General remarks .....	14
		Measurement set-up .....	15
		VSWR bridge connected to the Spectrum Analyser HM5014-2 .....	16
		How to determine the VSWR and the Reflection coefficient .....	17
		Formulae .....	18
		Contents of shipment and accessories ..	18

# Specifications HZ541

## VSWR Measurement bridge 50 ohms



### Electrical specifications

Frequency range:	150 kHz – 1050 MHz
Impedance:	50 ohms
Directional ratio:	
150 kHz - 300 kHz:	>28 dB
300 kHz - 1050 MHz:	>35 dB
Reflection damping at input	
DUT:	> 20 dB
Insertion loss	
IN to OUT:	20 dB (150 – 300 kHz) 17 dB (300 kHz – 1 GHz)
IN to DUT:	1.7 dB
DUT to OUT:	16 dB
Maximum power dissipation:	+26 dBm (= 400 mW)

### Mechanical specifications

#### Measurement bridge:

Dimensions (W x D x H):	151.5 x 38 x 29.5 mm
Weight:	450 g
Temperature range:	+10 .. +45 degrees C
Connectors:	type N

#### Case:

Dimensions (W x D x H):	265 x 255 x 50 mm
Total weight: (bridge + case + accessories)	950 g

#### Accessories supplied:

- 1 ea. resistor 50 ohms, VSWR < 1 : 1.05
- 1 ea. N connector male
- 2 ea. adapter N male to N male

## General remarks

---

After unpacking check for mechanical damage and loose parts floating around inside the instrument. In case of damage please inform the transport company immediately. Do not operate the instrument.

### Symbol:



Please consult the manual

### Safety instructions

Our measurement bridges did leave the factory in perfect condition. They conform hence to the European standards EN 61010-1 resp. IEC 61010-1. In order to preserve conformity and ensure safe operation the user is requested to observe the guidelines and warning hints in this manual, the test and service instructions.

Whenever it is suspected that safe operation may be endangered the bridge should be taken out of service and protected against unauthorized operation.

Safe operation may be endangered if any of the following is the case:

- The bridge shows visible damage.
- Loose parts floating around inside.
- The bridge does not function properly.
- After prolonged storage under unfavourable conditions (e.g. in the open or in damp rooms)
- Following excessive transport conditions (e.g. the transport package did not correspond to minimum requirements by mail, rail or other carriers)

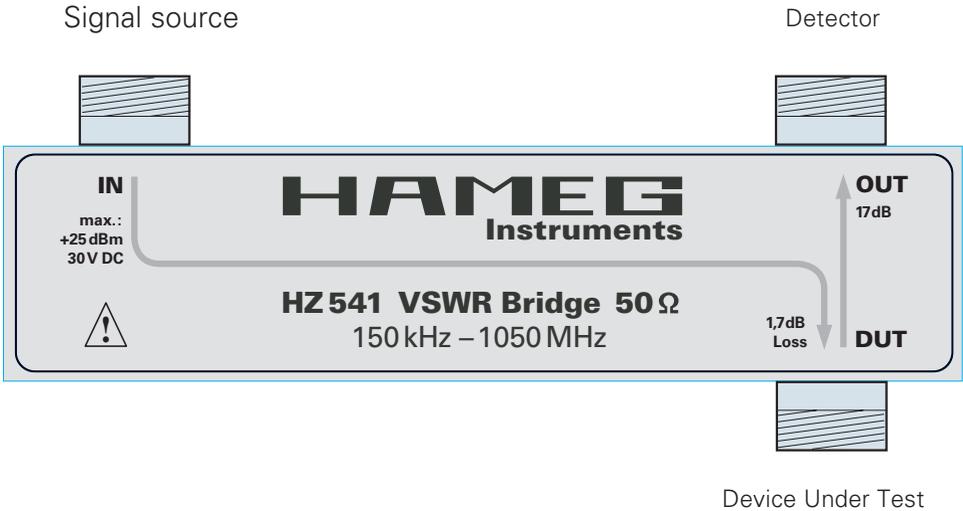
### Operating conditions

The permissible operating temperature is +10 ... +40 degr. C. During transport and storage the temperature may be – 40 ... + 70 degr. C. In case of condensation after transport it is necessary to dry the bridge for at least 2 hrs. prior to operation. The bridge is destined for operation in clean, dry rooms.

### Warranty

Each bridge has been quality tested before shipment. In spite of this it is possible that a component may fail after a substantial operating period. We warrant the function for 2 years, provided the instrument has not been tampered with or was modified. We recommend to keep the original packing in case shipment for repair should be necessary. The warranty does not include any damage due to gross neglect or transport. In case of shipment for repair please attach a note to the case indicating the reasons for repair and your name, address, phone number and extension number. This will speed up the processing of your request.

# Measurement set-up



The VSWR bridge HZ 541 has 3 N female N-connectors.

## IN = input to the bridge

Here the signal source is to be connected. This may be a HF-generator, the tracking generator of a spectrum analyzer or network analyzer.

## OUT = Output of the bridge

At this output a voltage is available the amplitude and phase of which are proportional to the reflection coefficient of the DUT and which may be measured using a suitable detector. A suitable detector may be a HF-wattmeter, the input of a spectrum analyzer or network analyzer.

## DUT = Device under test – connection

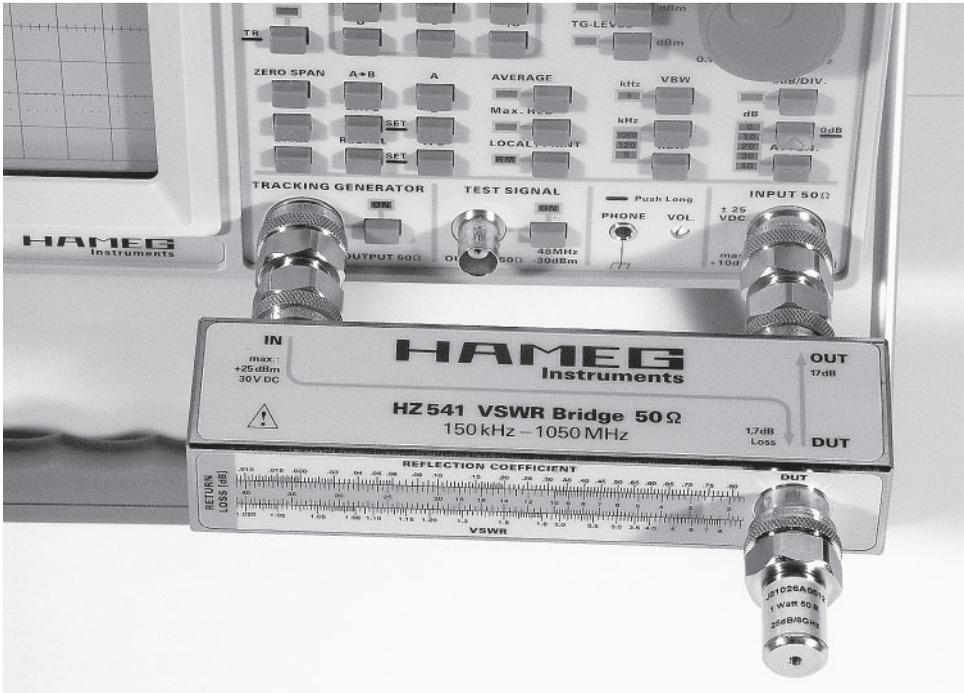
The DUT should be connected as closely as possible, any cable or adapter inbetween will affect the measurement as they cause additional reflections.

In order to keep the connections short between the VSWR bridge HZ 541 and the Hameg Spectrum Analyzer (e.g. HM 5014-2) the bridge has been designed so that it can be connected directly via N to N adapters. Two adapters are enclosed with the instrument.

## VSWR-Bridge connected to Spectrum-Analyzer HM 5014-2

Connect the IN input to the tracking generator of the HM 5014-2 (signal source)

Connect the OUT terminal of the HZ 541 to the input of the analyzer HM 5014-2.



In case a **spectrum analyzer of another manufacturer** is used the adapters have to be replaced by N cables (optional). Please refer to list of accessories.



## How to determine the VSWR and the reflection coefficient

---

The VSWR bridge HZ 541 allows the measurement of the voltage standing wave ratio (VSWR) and the reflection coefficient of 50 ohm devices. Typical objects are e.g. 50 ohm attenuators, load resistors, amplifiers, cables, mixers, frequency selective devices. The frequency range is 150 kHz to 1 GHz.

The return loss measurement requires a HF-signal generator and a HF-receiver and is possible for discrete frequencies. If it is necessary to extend the measurement over greater frequency ranges it will be advantageous and time saving to select a spectrum analyzer with a tracking generator instead.

The return loss is determined by the difference of the results of two measurements: first measurement with the DUT terminal open or short-circuited, i.e. total mismatch, second measurement with the device under test connected to the DUT terminal.

### **The measurement result from a total mismatch is achieved thus:**

1. Connect the signal source (signal generator or tracking generator) to the N connector IN.
2. Connect the OUT terminal of the bridge to the input of the receiver or spectrum analyzer.
3. Leave the DUT terminal open which equals total mismatch.

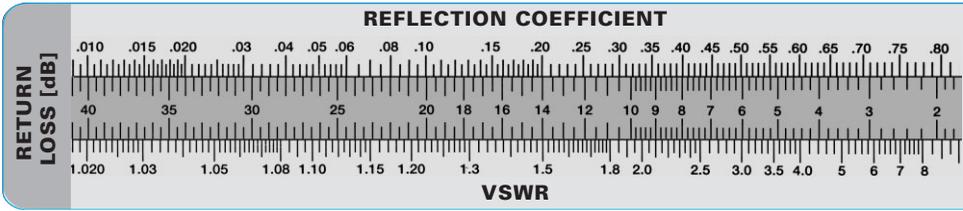
The spectrum analyzer will indicate the amplitude of the reflected signal from OUT. This result must be registered or stored in the reference memory. Function: „Store A

to B (A>B)“ of the spectrum analyzer. Then switch the spectrum analyzer to the operating mode „A minus B (A – B)“.

Continue by connecting the device under test to the DUT terminal. Now the reflected energy (100 % in the previous measurement) will depend upon the properties of the DUT, in general the reflected energy will be lower than before, again measured by the spectrum analyzer which will now indicate the algebraic difference between both measurements in dB which is the desired return loss.

**Of course, an ideal 50 ohm load will not reflect any energy,** the return loss will become infinite. In reality more than appr. 40 dB are hard to achieve. 40 dB means that 99% of the energy will be absorbed by the DUT and only 1% will be reflected.

Once the return loss has been determined use table 1 to read the REFLECTION COEFFICIENT and the VSWR. This table is also available on top of the bridge.



## Formulas

### Calculations:

a = Return Loss [dB]

r = Reflection coefficient of the DUT

s = VSWR

Z<sub>0</sub> = System impedance = 50 ohms

Z = Impedance of the DUT

$$r = 10^{-0,05 \cdot a}$$

$$s = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

$$s = \frac{1 + r}{1 - r} Z_0$$

### Example:

Return loss as indicated on the spectrum analyzer = 20 dB

VSWR = 1.222

Reflection coefficient = 0.1 = 10 %.

## Contents of shipment and accessories

### Set of HZ541 bridge consisting of:

- 1 ea. VSWR bridge 50 ohms, 1 GHz
- 2 ea. Adapters N male to N male (HZ523)
- 1 ea. 50 ohm load resistor (HZ525)
- 1 ea. transport case
- 1 ea. manual
- 1 ea. warranty document

### Accessories:

- HZ523** Adapter N male to N male\*)
  - HZ524** Adapter N female to N female
  - HZ29** Adapter N male to BNC female
  - HZ19** Adapter N male to SMA female
  - HZ525** 50 ohm load resistor\*)
  - HZ526** Cable, 500 mm, N male to N male
  - HZ527** Cable, 1000 mm, N male to N male
- \*) = included in set of HZ 541



**Oscilloscopes**

**Multimeters**

**Counters**

**Frequency Synthesizers**

**Generators**

**R- and LC-Meters**

**Spectrum Analyzers**

**Power Supplies**

**Curve Tracers**

44-Z541-0000

**HAMEG GmbH**

Industriestraße 6

D-63533 Mainhausen

Telefon: (0 61 82) 800-0

Telefax: (0 61 82) 800-100

E-mail: [sales@hameg.de](mailto:sales@hameg.de)

Internet:

**www.hameg.de**

Printed in Germany

Stand: 19/02/2004-gw