ICS 17.220.01

VDI/VDE/DGQ/DKD-RICHTLINIEN

September 2003

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE
VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK
DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄT
DEUTSCHER KALIBRIERDIENST

Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen Spektrumanalysatoren

Calibration of measuring equipment for electrical quantities Spectrum analyzers

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622

Blatt 11 / Part 11

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt Seite

Vorbemerkung 2
1 Zweck und Geltungsbereich 2
2 Vorbereitung der Kalibrierung 2
2.1 Beschaffenheits-, Sicherheits- und Funktionsprüfung 2
2.2 Einstellung der Referenz- und Einsatzbedingungen 3
3 Durchführung der Kalibrierung 3
3.1 Beschreibung des Kalibriergegenstandes . . 4
3.2 Beschreibung der Kalibrierverfahren 4
3.2.1 Kalibriergenerator 4
3.2.2 Eingangsabschwächer 5
3.2.3 Rückflussdämpfung des Signaleingangs 7
3.2.4 Referenzpegel 8
3.2.5 Anzeigelinearität 10
3.2.6 Bandbreite der Selektionsfilter . . . 13
3.2.7 Steilheit der Selektionsfilter (Formfaktor) 14
3.2.8 Umschaltabweichungen der Selektionsfilter 16
3.2.9 Frequenzgang 17
3.2.10 Frequenzspanne pro Rastereinheit (Span/Div) 19
3.2.11 Mittenfrequenz bzw. Referenzfrequenz 20
3.2.12 FM Störhub 22
3.2.13 Einseitenband-Phasenrauschen . . . 24
3.2.14 Eigenrauschen 26
3.2.15 Oberwellenabstand 27
3.2.16 Interceptpunkt bzw. Intermodulationsabstand 2. Ordnung 29

Contents Page

Preliminary note 2
1 Objective and scope 2
2 Preparation of calibration 2
2.1 Checking of condition, safety, and functioning 2
2.2 Setting of the reference conditions and operating conditions 3
3 Performance of calibration 3
3.1 Description of the object to be calibrated . . 4
3.2 Description of the calibration methods . . . 4
3.2.1 Calibrator 4
3.2.2 Input attenuator 5
3.2.3 Input return loss 7
3.2.4 Reference level accuracy 8
3.2.5 Display linearity 10
3.2.6 Bandwidth of the selection filters . . 13
3.2.7 Shape factor of RBW filters 14
3.2.8 RBW switching uncertainty 16
3.2.9 Frequency response 17
3.2.10 Frequency span per division 19
3.2.11 Center frequency accuracy and/or reference frequency accuracy 20
3.2.12 Residual FM 22
3.2.13 Noise sideband 24
3.2.14 Noise floor 26
3.2.15 Harmonic rejection 27
3.2.16 2nd order intercept point and/or 2nd order intermodulation rejection . 29

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachausschuss Kalibrierung von Messmitteln für elektrische Größen

VDI/VDE-Handbuch Messtechnik I
VDI/VDE-Handbuch Messtechnik II
VDI/VDE-Handbuch Mikro- und Feinwerktechnik

Frühere Ausgabe: 3.99 Entwurf, deutsch
Former edition: 3/99 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

Seite

3.2.17 Interceptpunkt bzw. Intermodulationsabstand 3. Ordnung 31
3.2.18 Ablenkzeit 33
3.3 Rückführung auf nationale Normale 34
3.4 Messunsicherheitsbetrachtungen 34

4 Auswertung und Dokumentation 35

Schrifttum 36

Anhang 37

Page

3.2.17 3rd order intercept point and/or 3rd order intermodulation rejection . 31
3.2.18 Sweep time accuracy 33
3.3 Traceability to national standards 34
3.4 Measurement uncertainty considerations . . 34

4 Evaluation and documentation 35

Bibliography 36

Annex 37

Vorbemerkung

Die Richtlinie VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 umfasst neben Blatt 1 „Grundlagen" und Blatt 2 „Messunsicherheit" in Blatt 3 ff. Anweisungen zur Kalibrierung von häufig eingesetzten Messmitteln für elektrische Größen.

Im Anhang A von Blatt 1 sind die verfügbaren bzw. geplanten Blätter dieser Richtlinie aufgelistet.

1 Zweck und Geltungsbereich

Zweck dieser Richtlinie ist, für die Kalibrierung von Messgeräten für elektrische Größen allgemeingültige Kalibrierverfahren festzulegen und damit für die Prüfmittelüberwachung eine einheitliche und überbetriebliche Basis zu schaffen.

Das hier vorliegende Blatt 11 gilt für Spektrumanalysatoren (SA) und legt Verfahren zur deren Kalibrierung fest. Es enthält grundsätzliche Hinweise zur Kalibrierung solcher Geräte, und es sind die Mindestanforderungen an eine Kalibrierung definiert. Blatt 11 gilt in Verbindung mit Blatt 1 „Grundlagen" und Blatt 2 „Messunsicherheiten".

Die in diesem Blatt berücksichtigten Normen und Richtlinien sind im „Schrifttum" aufgelistet.

2 Vorbereitung der Kalibrierung

2.1 Beschaffenheits-, Sicherheits- und Funktionsprüfung

Vor der Kalibrierung ist/sind:

- durch eine Sichtprüfung der allgemeine Zustand des SA zu begutachten
- eine sicherheitstechnische Überprüfung durchzuführen
- alle relevanten Funktionen zu überprüfen, die zur Kalibrierung benötigt werden

Preliminary note

In addition to Part 1, "Fundamental principles", and Part 2, "Measurement uncertainty", Part 3 et seq. of the guideline VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 contain instructions for the calibration of frequently used measuring equipment for electrical quantities.

Annex A of Part 1 lists the existing and planned parts of this guideline.

1 Objective and scope

The purpose of this guideline is to specify generally applicable calibration methods for the calibration of measuring instruments for electrical quantities and to thus create a harmonized and supra-company basis for the monitoring of testing equipment.

The present Part 11 applies to spectrum analyzers (SA) and specifies methods for their calibration. It contains fundamental instructions for the calibration of such instruments, and the minimum requirements for a calibration are defined. Part 11 applies in conjunction with Part 1, "Fundamental principles" and Part 2, "Measurement uncertainty".

The standards and guidelines considered in this part are listed in the "Bibliography".

2 Preparation of calibration

2.1 Checking of condition, safety, and functioning

Prior to calibrating,

- assess the general condition of the SA by visual inspection
- check electrical safety
- check all relevant functions which are required for calibration

Bei festgestellten Mängeln, die die Sicherheit des Kalibrierpersonals oder die Funktion des SA in unzulässiger Weise beeinträchtigen können, erfolgt die Kalibrierung erst nach deren Beseitigung.

2.2 Einstellung der Referenz- und Einsatzbedingungen

Die Kalibrierung ist bei den für SA gültigen Umgebungsbedingungen (z.B. Temperatur, Luftfeuchte, Spannungsversorgung etc.) durchzuführen, die dem Spezifikationsteil des jeweiligen Herstellerhandbuches zu entnehmen sind.

3 Durchführung der Kalibrierung

Bei der Kalibrierung ist nach Tabelle 1 vorzugehen. In dieser Tabelle sind die zu kalibrierenden Funktionseinheiten bzw. Kenngrößen aufgelistet.

In case of defects which can compromise the safety of the calibrating personnel or affect the functioning of the SA in an inadmissible way, calibration shall not be carried out until these defects have been eliminated.

2.2 Setting of the reference conditions and operating conditions

Calibration shall be carried out under the ambient conditions applicable to SA (e.g. temperature, humidity, voltage supply, etc.) which can be seen from the specification section of the respective manufacturer's manual.

3 Performance of calibration

Follow the calibration procedure given in Table 1. This table lists the functional units and/or characteristic quantities to be calibrated.

Tabelle 1. Kalibrierumfang

Table 1. Scope of calibration

Kalibrierumfang **Scope of calibration**	**Rückführung über/Traced via**					
	Frequenz Frequency	Leistung Power	Dämpfung Attenuation	Reflexion Reflection	Zeitintervall Interval	Bem. Note
Kalibriergenerator/Calibrator	●	●				
Eingangsabschwächer/Input attenuator			●			
Rückflussdämpfung des Signaleingangs/Input return loss				●		1)
Referenzpegel/Reference level accuracy		●	●			
Anzeigelinearität/Display linearity			●			
Bandbreite der Selektionsfilter Resolution bandwith (RBW)	●		●			
Steilheit der Selektionsfilter (Formfaktor) Shape factor of RBW filters	●		●			
Umschaltabweichungen der Selektionsfilter RBW switching uncertainty	●		●			
Frequenzgang/Frequency response	●	●	●			
Frequenzspanne pro Rastereinheit (Span/Div) Frequency span per division	●					1)
Mittenfrequenz bzw. Referenzfrequenz Center frequency accuracy and/or reference frequency accuracy	●					
FM Störhub/Residual FM	●		●			1)
Einseitenband-Phasenrauschen/Noise sideband	●		●			
Eigenrauschen/Noise floor	●		●			
Oberwellenabstand/Harmonic rejection	●		●			1)
Interceptpunkt 2. Ordnung/2nd order intercept point	●		●			1)
Interceptpunkt 3. Ordnung/3rd order intercept point	●		●			1)
Ablenkzeit/Sweep time accuracy					●	1)

[1]) Wenn dieser Punkt in der Kalibrieranweisung des Herstellers nicht aufgeführt ist, kann er entfallen (nicht spezifiziert bzw. durch andere Messungen abgedeckt).

[1]) If this item is not listed in the manufacturer's calibration instruction, it may be dispensed with (not specified and/or covered by other measurements).

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

3.1 Beschreibung des Kalibriergegenstandes

Spektrumanalysatoren sind Messgeräte zur Darstellung und Bewertung des Frequenzspektrums eines Signals nach Frequenz und Pegel. Mit ihnen kann z.B. die Oberwellenreinheit von Signalen untersucht sowie modulierte Signale in ihre einzelnen Frequenzkomponenten zerlegt und bewertet werden.

3.2 Beschreibung der Kalibrierverfahren

Im Folgenden werden prinzipielle Kalibrierverfahren für die Grundgrößen von SA beschrieben und durch Beispiele erläutert. Im konkreten Fall müssen diese Kalibrierverfahren sowie der Kalibrierumfang (siehe Tabelle 1) gemäß den Herstellerspezifikationen an den jeweiligen Typ angepasst werden.

Vor Beginn der Kalibrierung sollte der SA über einen angemessenen Zeitraum warmlaufen, um seinen stabilen Betriebszustand zu erreichen.

Vor jeder Kalibrierung ist ein Abgleich durch Aktivierung der internen Justier(Cal)-Routine oder gegen den Kalibriergenerator des SA durchzuführen.

Zum Auslesen der Messwerte ist, wenn möglich, die Markerfunktion zu verwenden. Die Übereinstimmung der Markerwerte mit der Bildschirmanzeige ist einmalig zu überprüfen.

Fettgezeichnete Verbindungen der Messaufbauten sind möglichst direkt, reflexions- und dämpfungsarm auszuführen.

3.2.1 Kalibriergenerator

Beschreibung

Der Kalibriergenerator des SA liefert ein definiertes Signal (Frequenz und Pegel). Durch Verbinden mit

3.1 Description of the object to be calibrated

Spectrum analyzers are measuring instruments for the representation and assessment of the frequency spectrum of a signal in terms of frequency and level. They allow, e.g., to determine whether signals are free from harmonics, or to separate and weight the components of a modulated signal at different frequencies.

3.2 Description of the calibration methods

The principles of calibration methods for the basic quantities of SA are described and illustrated by way of examples below. These calibration methods and the scope of calibration (see Table 1) must be adapted to the particular type in accordance with the manufacturer's specifications.

Prior to beginning the calibration, the SA should be allowed to warm up for a reasonable period of time in order to reach its stable operating condition.

Before every calibration, adjust the SA by activating the internal adjusting (Cal) routine, or by comparison to the calibrator of the SA.

If possible, use the marker function to read out the measured values. Coincidence of the index values with the display shall be checked once.

Connections in the measuring set-up, which are drawn with bold lines, shall be as direct as possible, with the lowest possible reflection and attenuation.

3.2.1 Calibrator

Description

The calibrator of the SA supplies a defined signal (frequency and level). An internal adjustment of the

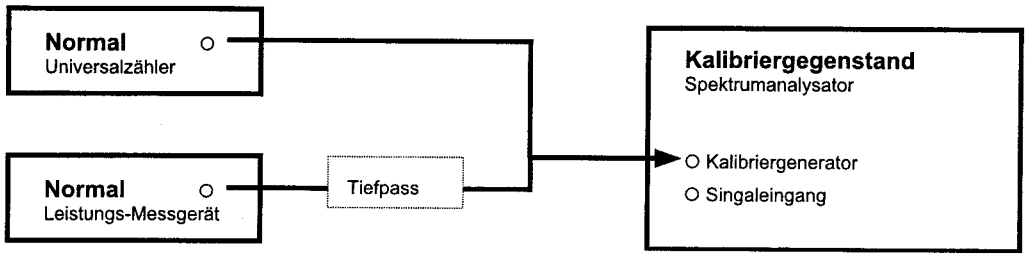


Bild 1. Messaufbau für die Kalibrierung „Kalibriergenerator"

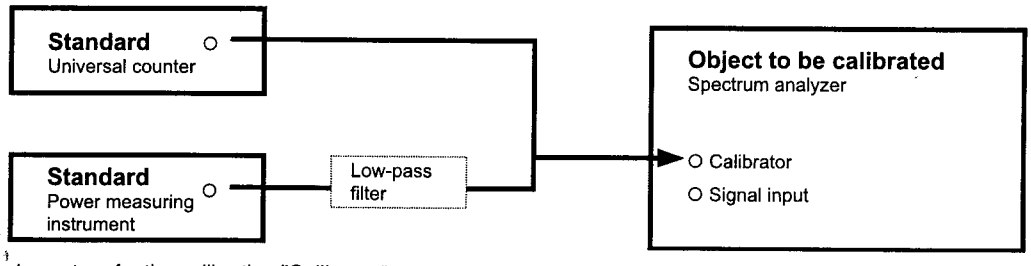


Fig. 1. Measuring set-up for the calibration "Calibrator"

dem Signaleingang kann ein interner Abgleich des SA vorgenommen werden.

Kalibrierung

1. Leistungsmessgerät am Kalibriergenerator des SA anschließen und Leistung ermitteln.

   Achtung: Gegebenenfalls, bei nicht ausreichendem Oberwellenabstand des Kalibriergenerators, kalibrierten Tiefpass verwenden!

2. Universalzähler am Kalibriergenerator des SA anschließen und Frequenz ermitteln.

Alternativ können auch andere Kalibrierverfahren verwendet werden, z.B. Substitutionsmethode (Vergleich des am SA zur Anzeige gebrachten Kalibriersignales des Kalibriergenerators mit einem externen Kalibriersignal).

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normale
- Oberwellenabstand
- Fehlanpassungen (siehe Anhang A1.1)
- Kabeldämpfung
- ggf. Tiefpass

3.2.2 Eingangsabschwächer

Beschreibung

Der Eingangsabschwächer ermöglicht eine stufenweise Abschwächung des Eingangssignals. Er dient dazu, Eingangssignale so weit abzuschwächen, dass die Eingangsstufe (Mischer, Verstärker) nicht übersteuert oder gar überlastet wird. Der Eingangsabschwächer sollte bei unbekannten Eingangssignalen auf die 10 dB-Stufe oder höher eingestellt sein.

SA can be carried out by connecting the calibrator to the signal output.

Calibration

1. Connect the power measuring instrument to the calibrator of the SA and determine the power consumption.

   Attention: If necessary, in case of inadequate harmonic rejection of the calibrator, use a calibrated low-pass filter.

2. Connect universal counter to the calibration of the SA and determine the frequency.

Alternative calibration methods may be used, e.g. substitution method (comparison of the calibrating signal of the calibrator as displayed on the SA with an external calibrating signal).

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standards
- harmonic rejection
- mismatches (see Annex A1.1)
- cable attenuation
- low-pass filter, if necessary

3.2.2 Input attenuator

Description

The input attenuator allows stepped attenuation of the input signal. It is used for attenuating input signals to the extent of protecting the input stage (mixer, amplifier) from overrange or even overload signals. In case of unknown input signals, the input attenuator should be set at least to the 10 dB step.

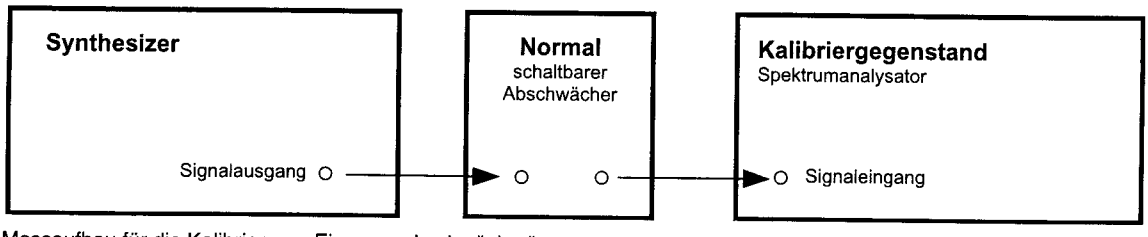


Bild 2. Messaufbau für die Kalibrierung „Eingangsabschwächer"

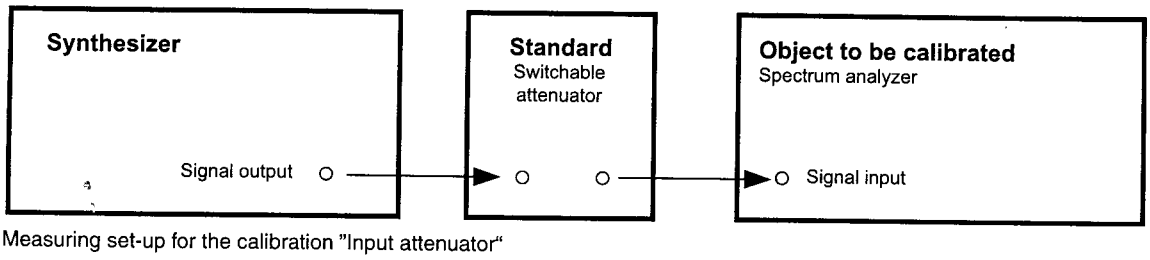


Fig. 2. Measuring set-up for the calibration "Input attenuator"

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (als Bezugsfrequenz kann die Frequenz des Kalibriergenerators, z.B. 100 MHz genutzt werden)
- Referenzpegel (oberste Skalierungslinie) auf 10 dBm einstellen
- kleine Skalierung (z.B. 1 dB/Div) einstellen
- Span/Div auf z.B. 1 MHz einstellen
- entsprechende Bandbreite (ca. 1/10 Span/Div) einstellen (siehe Bild 3)

Kalibrierung

1. Am Synthesizer gleiche Frequenz wie Mittenfrequenz einstellen.
2. Eingangsabschwächer auf maximale Dämpfung (z.B. 40 dB) einstellen.
3. Externen variablen Abschwächer auf 0 dB einstellen.
4. Am Synthesizer Signalpegel so einstellen, dass dargestellte Kurve die Mittellinie (Referenz-Linie) erreicht (siehe Bild 3).
5. Dämpfung am Eingangsabschwächer um eine Stufe (z.B. 10 dB) verringern (z.B. auf 30 dB).
6. Dämpfung am externen schaltbaren Abschwächer um eine Stufe (z.B. 10 dB) erhöhen.
7. Abweichung Δp in dB zur Referenz-Linie ermitteln.
8. Schritt 5 bis Schritt 7 für alle Eingangsabschwächerstellungen des SA wiederholen.
9. Schritt 1 bis Schritt 8 für alle Messfrequenzen wiederholen. Für die Zahl der Messfrequenzen ist die Herstellerempfehlung zu beachten. Sind dort keine Angaben gemacht, so ist eine ausreichende Anzahl von Messpunkten (z.B. drei) über den Frequenzbereich des SA zu verteilen.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (the frequency of the calibrator, e.g. 100 MHz, may be used as reference frequency)
- Set reference level (top scaling line) to 10 dBm
- Select fine scale divisions (e.g. 1 dB/div)
- Set span/div to, e.g., 1 MHz
- Select appropriate bandwidth (approx. 1/10 span/div, see Figure 3.

Calibration

1. Set synthesizer to center frequency.
2. Set input attenuator to maximum attenuation (e.g. 40 dB).
3. Set external variable attenuator to 0 dB.
4. Adjust the signal level on the synthesizer in such a way that the curve displayed touches the center line (reference line), see Figure 3.
5. Reduce attenuation on the input attenuator by one step (e.g., reduce by 10 dB to 30 dB).
6. Increase attenuation on the external switchable attenuator by one step (e.g. by 10 dB).
7. Determine deviation Δp, in dB, from the reference line.
8. Repeat steps 5 through 7 for all input attenuator settings on the SA.
9. Repeat steps 1 through 8 for all measuring frequencies. As for the number of measuring frequencies, note the manufacturer's recommendation. If no information is provided there, an adequate number of measuring points (e.g. three) shall be distributed over the frequency range of the SA.

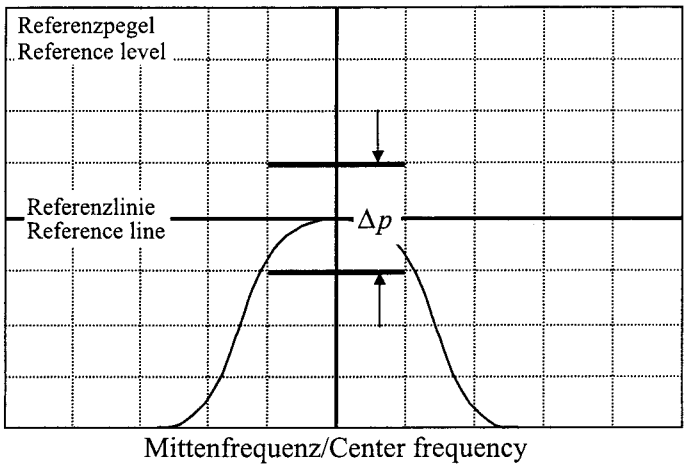


Bild 3. Abbildung am SA

Fig. 3. Display on the SA

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Fehlanpassungen (Anhang A1.2)
- Ableseunsicherheit am SA
- Anzeigelinearität des SA
- Eigenrauschen des SA
- Reproduzierbarkeit der Eingangsabschwächerschaltstufen

3.2.3 Rückflussdämpfung des Signaleingangs

Beschreibung

Die Rückflussdämpfung am Signaleingangsstecker des SA ist ein Maß für die Anpassung an das verwendete Wellenwiderstandssystem Z_o. Messaufbau siehe Bild 4.

Kalibrierung

1. Eingangsabschwächer am SA auf 10 dB einstellen.
2. Aufnahme der Referenzlinie:
   – Kurzschluss an VSWR-Brücke anschließen, Messwerte punktuell über den Frequenzbereich des SA ermitteln.

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- mismatches (Annex A1.2)
- resolution of the SA display
- display linearity of the SA
- noise floor of the SA
- reproducibility of the input attenuation steps

3.2.3 Input return loss

Description

The input return loss at the signal input plug of the SA is an important term of the matching to the used impedance system Z_o. Measuring set-up, see Figure 4.

Calibration

1. Set input attenuator of the SA to 10 dB.
2. Determination of the reference line:
   – Short-circuit VSWR bridge, determine measured values at discrete points over the frequency range of the SA.

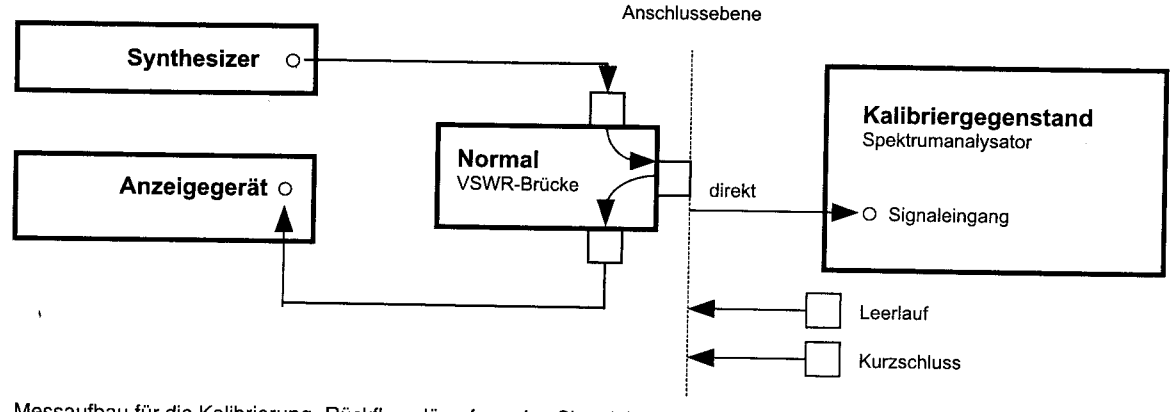


Bild 4. Messaufbau für die Kalibrierung „Rückflussdämpfung des Signaleingangs"

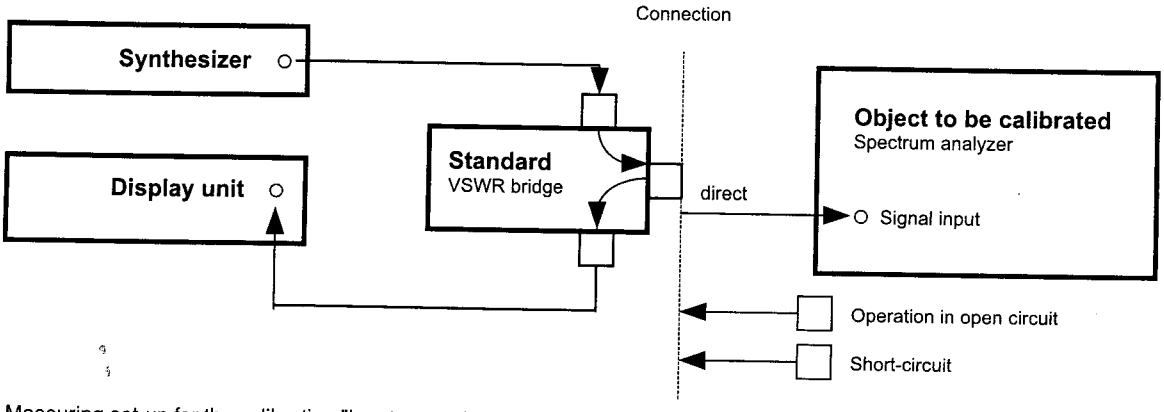


Fig. 4. Measuring set-up for the calibration "Input return loss"

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

- Leerlauf an VSWR-Brücke anschließen, Messwerte punktuell über den Frequenzbereich des SA ermitteln.
- Mittelwerte aus ermittelten Kurzschluss- und Leerlauf-Messwerten bilden (Referenzwerte).

3. Bestimmung der Rückflussdämpfung:
   - SA gemäß Bild 4 an die VSWR-Brücke anschließen, Messwerte punktuell über den Frequenzbereich des SA ermitteln (für jeden Messpunkt muss die Mittenfrequenz des SA mit der Synthesizerfrequenz übereinstimmen).
   - Rückflussdämpfung als Differenz aus Messwerten und Referenzwerten ermitteln.

Anmerkungen:
- Das Anzeigegerät kann sein: SA, Leistungsmesser, Messempfänger etc.
- Die Rückflussdämpfung muss für eine ausreichende Anzahl von Frequenzpunkten bestimmt werden.

Alternativ können auch andere Kalibrierverfahren verwendet werden, z.B.

- Verwendung eines Richtkopplers anstelle der VSWR-Brücke
- Ermittlung der Rückflussdämpfung über Netzwerkanalysator

Wichtige Einflussgrößen für die Messunsicherheit:

- Richtverhältnis der VSWR-Brücke (siehe Anhang A2)
- Reflexionsfaktor des Messtors der VSWR-Brücke (siehe Anhang A2)
- Reflexionsfaktor des SA (siehe Anhang A2)
- Linearität des Anzeigegeräts

3.2.4 Referenzpegel

Beschreibung

Der Referenzpegel wird stufenweise über Eingangsabschwächer und ZF-Teiler/-Verstärker eingestellt. Der Absolutbezug kann über den Kalibriergenerator hergestellt werden. Im Nachfolgenden wird die Kalibrierung des ZF-Teils beschrieben. Messaufbau siehe Bild 5.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (z.B. 100 MHz)
- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen
- Referenzpegel (oberste Skalierungslinie) auf Bezugspegel einstellen (z.B. Pegel des Kalibriergenerators)
- kleine Skalierung (z.B. 1 dB/Div) einstellen
- entsprechende Span/Div einstellen (gemäß Bild 6)
- Bandbreite so einstellen, dass ein ausreichender Signal-Rauschabstand gegeben ist

- Connect open circuit to VSWR bridge, determine measured values at discrete points over the frequency range of the SA.
- Average over measured short-circuit and open-circuit values (reference values).

3. Determination of the return loss:
   - Connect SA to VSWR bridge as shown in Figure 4, determine measured values at discrete points over the frequency range of the SA (the center frequency of the SA must match the synthesizer frequency at each measured point).
   - Determine return loss as the difference between measured values and reference values.

Notes:
- The display unit can be an SA, power meter, measuring receiver, etc.
- The return loss must be determined for an adequate number of discrete frequencies.

Alternative calibration methods may be used, e.g.

- use of a directional coupler instead of the VSWR bridge
- determination of the return loss via a network analyzer

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- directivity of the VSWR bridge (see Annex A2)
- reflection factor of the test port of the VSWR bridge (see Annex A2)
- reflection factor of the SA (see Annex A2)
- linearity of the display unit

3.2.4 Reference level accuracy

Description

The reference level is adjusted in steps via the input attenuator and the IF divider/amplifier. The absolute reference can be established via the calibrator. The calibration of the IF unit is described below. Measuring set-up, see Figure 5.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (e.g. 100 MHz)
- Set input attenuator to 10 dB
- Set reference level (top scaling line) to the output level of the calibrator/synthesizer
- Select fine scale divisions (e.g. 1 dB/div)
- Select appropriate span/div (according to Figure 6)
- Set bandwidth for an adequate signal-to-noise ratio

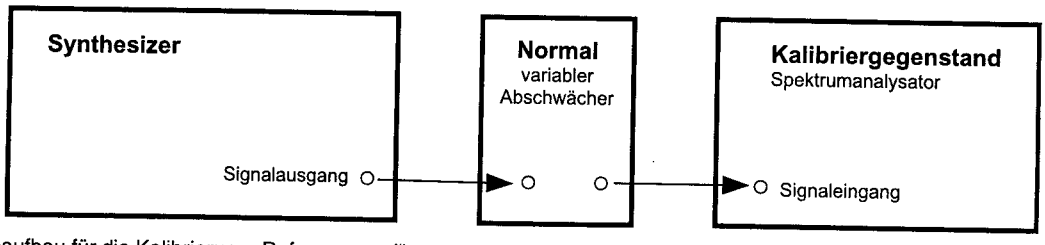


Bild 5. Messaufbau für die Kalibrierung „Referenzpegel"

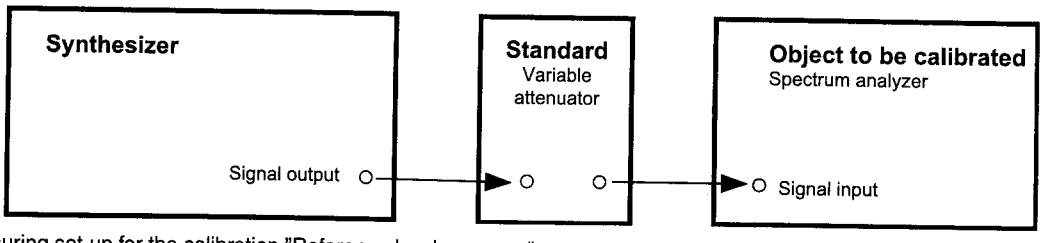


Fig. 5. Measuring set-up for the calibration "Reference level accuracy"

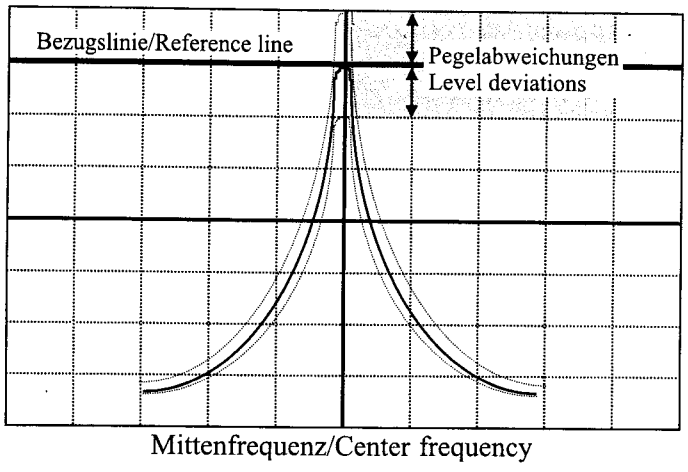


Bild 6. Abbildung am SA

Fig. 6. Display on the SA

Kalibrierung

1. Am Synthesizer gleiche Frequenz wie Mittenfrequenz einstellen.
2. Externen variablen Abschwächer auf 0 dB einstellen.
3. Am Synthesizer Pegel so lange verändern, bis die Kurve eine Div unter der Referenzlinie anstößt (Bezugslinie siehe Bild 6).
4. Dämpfung am externen variablen Abschwächer um 10 dB erhöhen.
5. Am SA Referenzpegel um 10 dB abschwächen.
6. Pegelabweichung der Kurve vom Bezugspegel ermitteln.
7. Schritt 4 bis Schritt 6 für alle Stufen des ZF-Teils wiederholen (z.B. (0, 1, 2, ..., 9) dB sowie alle 10 dB Stufen).

Anmerkung: Das Thema „Referenzpegel" ist oft auch unter den Bezeichnungen ZF-Verstärkung oder IF-Gain zu finden.

Calibration

1. Set synthesizer to center frequency.
2. Set external variable attenuator to 0 dB.
3. Adjust the level on the synthesizer until the curve touches a div below the reference line (for the reference line, see Figure 6).
4. Increase attenuation on the external variable attenuator by10 dB.
5. Attenuate the reference level on the SA by 10 dB.
6. Determine the level deviation between the curve and the reference line.
7. Repeat steps 4 through 6 for all stages of the IF unit (e.g. (0, 1, 2, ..., 9) dB as well as all 10 dB steps).

Note: The subject "reference level" is often also found also under the heading "IF gain".

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Fehlanpassungen (siehe Anhang A1.2)
- Ableseunsicherheit am SA
- Anzeigelinearität des SA
- Eigenrauschen des SA
- Reproduzierbarkeit der ZF-Stufen

3.2.5 Anzeigelinearität

Im Nachfolgenden wird die Kalibrierung des Detektorteiles des SA beschrieben.

Logarithmische Skalierung

Beschreibung

Am Bildschirm des SA stellen die einzelnen horizontalen Linien bei der gewählten logarithmischen Einstellung entsprechende Pegelstufen in Abhängigkeit von der eingestellten Referenzpegelstufe dar. Messaufbau siehe Bild 7.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (z.B. 100 MHz)
- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen
- Referenzpegel (oberste Skalierungslinie) auf Bezugspegel einstellen (z.B. Pegel des Kalibriergenerators)
- Skalierung so einstellen, dass gesamter Dynamikbereich des Detektors am Bildschirm dargestellt wird (z.B. 10 dB/Div)
- entsprechende Span/Div einstellen (gemäß Bild 8)
- Bandbreite so einstellen, dass ein ausreichender Signal-Rauschabstand gegeben ist

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- mismatches (see Annex A1.2)
- resolution of the SA display
- display linearity of the SA
- noise floor of the SA
- reproducibility of the IF steps

3.2.5 Display linearity

The calibration of the detector unit of the SA is described below.

Logarithmic scaling

Description

The horizontal lines on the screen of the SA represent individual level steps as a function of the reference level step that has been set, depending on the logarithmic scaling selected. Measuring set-up, see Figure 7.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (e.g. 100 MHz)
- Set input attenuator to 10 dB
- Set reference level (top scaling line) to the output level of the calibrator/synthesizer
- Adjust scaling in such a way that the complete dynamic range of the detector is represented on the screen (e.g. 10 dB/div)
- Select appropriate span/div (according to Figure 8)
- Set bandwidth for an adequate signal-to-noise ratio

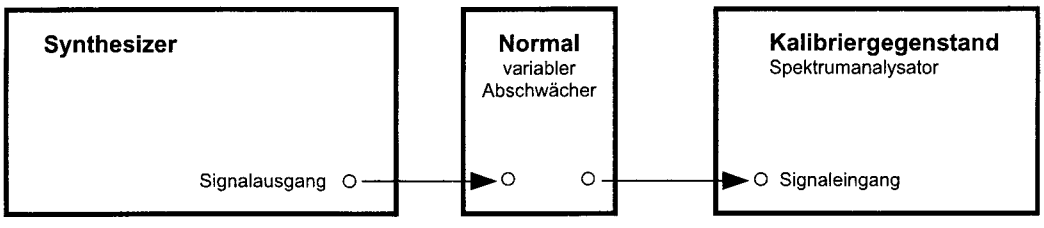


Bild 7. Messaufbau für die Kalibrierung „Anzeigelinearität"

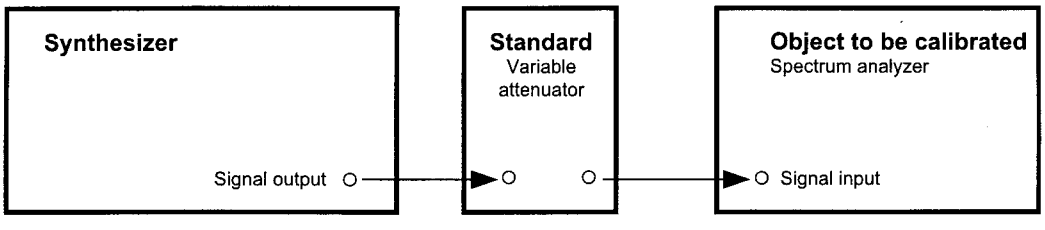


Fig. 7. Measuring set-up for the calibration "Display linearity"

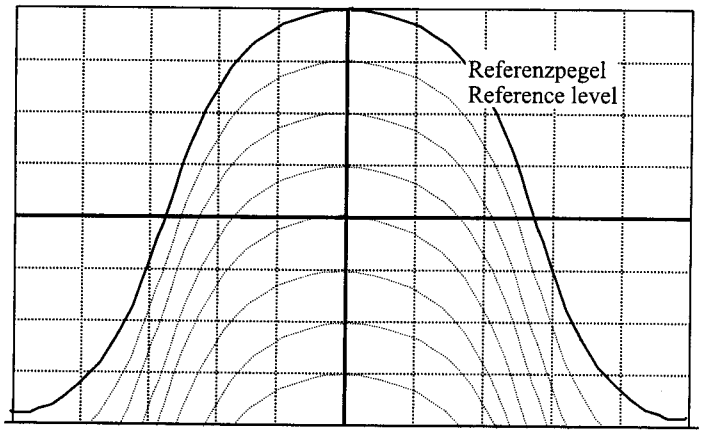


Bild 8. Abbildung am SA

Fig. 8. Display on the SA

Kalibrierung

1. Am Synthesizer gleiche Frequenz wie Mittenfrequenz einstellen.
2. Externen variablen Abschwächer auf 0 dB einstellen.
3. Am Synthesizer Pegel so lange verändern, bis die Kurve an oberste Linie (Referenzlinie) anstößt (siehe Bild 8).
4. Dämpfung am externen variablen Abschwächer um 10 dB erhöhen.
5. Pegelabweichung der Kurve vom Referenzpegel ermitteln.
6. Schritt 4 und Schritt 5 so lange wiederholen, bis die Kurvenspitze bei der vorletzten Div-Linie liegt (siehe Bild 8).
7. Gegebenenfalls Schritt 2 bis Schritt 6 für weitere, feste Skalierungseinstellungen wiederholen, je nach Gerätespezifikation.

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Fehlanpassungen (siehe Anhang A1.2)
- Ableseunsicherheit am SA
- Eigenrauschen des SA

Lineare Skalierung

Beschreibung

Am Bildschirm des SA stellen die einzelnen horizontalen Linien bei der gewählten linearen Einstellung entsprechende Spannungsstufen in Abhängigkeit von der eingestellten Referenzspannungsstufe dar. Messaufbau siehe Bild 9.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (z.B. 100 MHz)
- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen

Calibration

1. Set synthesizer to center frequency.
2. Set external variable attenuator to 0 dB.
3. Adjust the level on the synthesizer until the curve touches the top line (reference line), see Figure 8.
4. Increase attenuation on the external variable attenuator by10 dB.
5. Determine the deviation between the curve and the reference line.
6. Repeat steps 4 and 5 until the curve peak coincides with the last but one div line (see Figure 8).
7. If necessary, repeat steps 2 through 6 for further fixed scaling settings, depending on the specification of the equipment.

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- mismatches (see Annex A1.2)
- resolution of the SA display
- noise floor of the SA

Linear scaling

Description

The horizontal lines on the screen of the SA represent individual voltage steps as a function of the reference voltage step that has been set, depending on the linear scaling selected. Measuring set-up, see Figure 9.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (e.g. 100 MHz)
- Set input attenuator to 10 dB

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

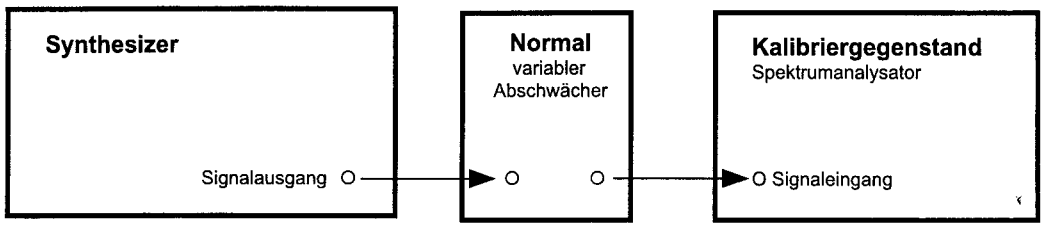


Bild 9. Messaufbau für die Kalibrierung „Lineare Skalierung"

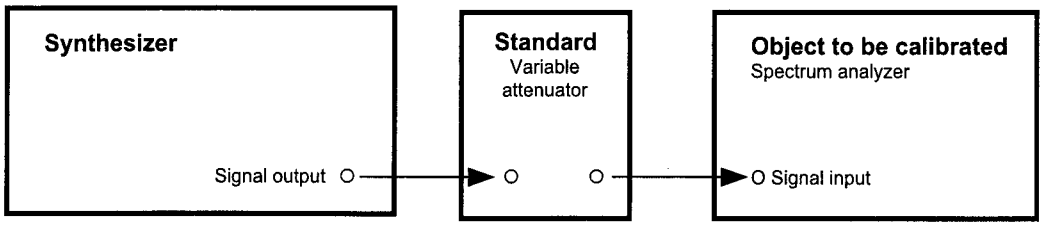


Fig. 9. Measuring set-up for the calibration "Linear scaling"

- Referenzpegel (oberste Skalierungslinie) auf Bezugspegel einstellen (z.B. Pegel des Kalibriergenerators)
- Skalierung auf „linear" einstellen
- entsprechende Span/Div einstellen (gemäß Bild 10)
- große Bandbreite einstellen

- Set reference level (top scaling line) to the output level of the calibrator/synthesizer
- Set scaling to "linear"
- Select appropriate span/div (according to Figure 10)
- Select large bandwidth

Kalibrierung

1. Am Synthesizer gleiche Frequenz wie Mittenfrequenz einstellen.
2. Externen variablen Abschwächer auf 0 dB einstellen.
3. Am Synthesizer Pegel so lange verändern, bis die Kurve an oberste Linie (Referenzlinie) anstößt (siehe Bild 10).

Calibration

1. Set synthesizer to center frequency.
2. Set external variable attenuator to 0 dB.
3. Adjust the level on the synthesizer until the curve touches the top line (reference line), see Figure 10.

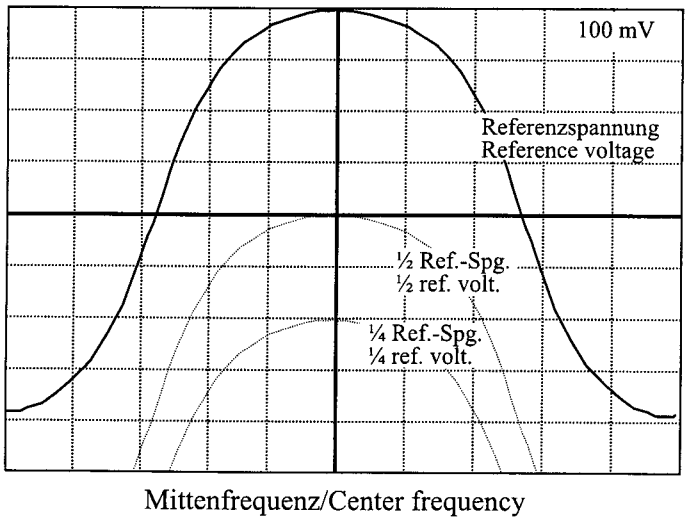


Bild 10. Abbildung am SA

Fig. 10. Display on the SA

4. Dämpfung am externen variablen Abschwächer um 6 dB (ca. halbe Referenz-Spannung) erhöhen.
5. Pegelabweichung der Kurve vom Referenzpegel ermitteln.
6. Schritt 4 und Schritt 5 für mindestens 12 dB (ca. ¼ Referenz-Spannung) wiederholen.

Anmerkung: Wenn die lineare Skalierung nur eine mathematische Ableitung der logarithmischen Darstellung ist, kann der Teil „Lineare Skalierung" entfallen.

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Fehlanpassungen (siehe Anhang A1)
- Ableseunsicherheit am SA
- Eigenrauschen des SA

3.2.6 Bandbreite der Selektionsfilter

Beschreibung

Die einzelnen Bandbreiten werden zwischen den 3 dB-Punkten (bzw. 6-dB-Punkten) der Filterflanken bestimmt. Messaufbau siehe Bild 11.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (z.B. 100 MHz)
- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen
- Referenzpegel (oberste Skalierungslinie) auf Bezugspegel einstellen (z.B. Pegel des Kalibriergenerators)
- Skalierung auf 1 dB/Div einstellen
- entsprechende Span/Div einstellen (gemäß Bild 12 so groß wie möglich)
- größte Bandbreite einstellen

4. Increase attenuation on the external variable attenuator by 6 dB (approx. half the reference voltage).
5. Determine deviation between the curve and the reference line.
6. Repeat steps 4 and 5 for at least 12 dB (approx. ¼ reference voltage).

Note: If the linear scaling is only a mathematical derivation of the logarithmic representation, step "linear scaling" can be dispensed with.

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- mismatches (see Annex A1)
- resolution of the SA display
- noise floor of the SA

3.2.6 Bandwidth of the selection filter

Description

The individual bandwidths are determined between the 3 dB points (and/or 6 dB points) of the filter curves. Measuring set-up, see Figure 11.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (e.g. 100 MHz)
- Set input attenuator to 10 dB
- Set reference level (top scaling line) to the output level of the calibrator/synthesizer
- Set scaling to 1 dB/div
- Select appropriate span/div (as large as possible in accordance with Figure 12)
- Select largest bandwidth



Bild 11. Messaufbau für die Kalibrierung „Bandbreite der Selektionsfilter"

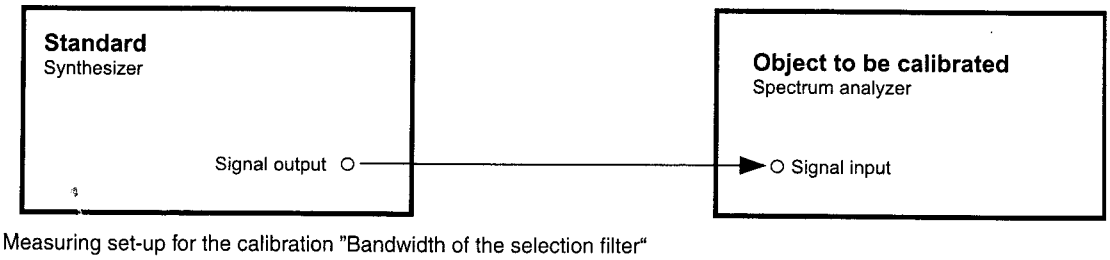


Fig. 11. Measuring set-up for the calibration "Bandwidth of the selection filter"

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

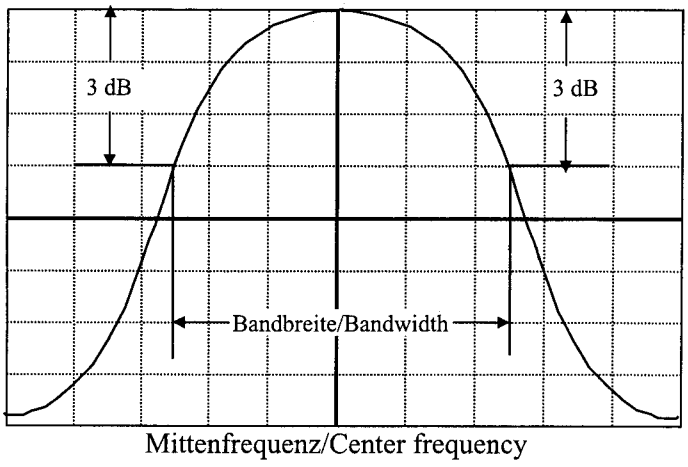


Bild 12. Abbildung am SA

Fig. 12. Display on the SA

- Ablenkzeit passend zur gewählten Bandbreite einstellen

Kalibrierung

1. Am Synthesizer gleiche Frequenz wie Mittenfrequenz einstellen.
2. 3 dB-Bandbreite ermitteln.
3. Schritt 1 bis Schritt 2 für alle Bandbreiteneinstellungen wiederholen.

Anmerkung: Der SA fungiert bei dem beschriebenen Kalibrierverfahren zugleich als Frequenz- und Dämpfungsnormal. Voraussetzung dabei ist, dass vorher die Kalibrierung der Frequenzspanne pro Rastereinheit und der Anzeigelinearität durchgeführt wurde.

Alternativ kann der Synthesizer als Normal verwendet werden. Die Bandbreite wird hierbei durch Variation von Pegel und Frequenz am Synthesizer ermittelt.

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Ableseunsicherheit am KG
- Unsicherheit der Span/Div
- Anzeigelinearität

3.2.7 Steilheit der Selektionsfilter (Formfaktor)

Beschreibung

Die Steilheit der einzelnen einstellbaren Bandbreiten ist ein Maß für die Signalselektionsfähigkeit des SA. Sie wird in der Regel durch das Verhältnis vom 60 dB- zum 3 dB-Punkt der Filterflanken bestimmt. Messaufbau siehe Bild 13.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (z.B. 100 MHz)
- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen

- Set sweep time to match the selected bandwidth

Calibration

1. Set synthesizer to center frequency.
2. Determine 3 dB bandwidth.
3. Repeat steps 1 and 2 for all bandwidth settings.

Note: When using this calibration method, the SA serves as frequency and attenuation standards combined. This requires prior calibration of the frequency span per division and of the display linearity.

Alternatively, the synthesizer may be used as a standard, in which case the bandwidth is determined by varying the level and frequency on the synthesizer.

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- resolution of the calibrator display
- uncertainty of span/div
- display linearity

3.2.7 Shape factor of RBW filters

Description

The shape factor of the individual adjustable bandwidths is a measure of the signal selection performance of the SA. It is commonly determined in terms of the ratio of the 60 dB bandwidth over the 3 dB bandwidth of the filter curves. Measuring set-up, see Figure 13.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (e.g. 100 MHz)
- Set input attenuator to 10 dB



Bild 13. Messaufbau für die Kalibrierung „Steilheit der Selektionsfilter"



Fig. 13. Measuring set-up for the calibration "Shape factor of RBW filters"

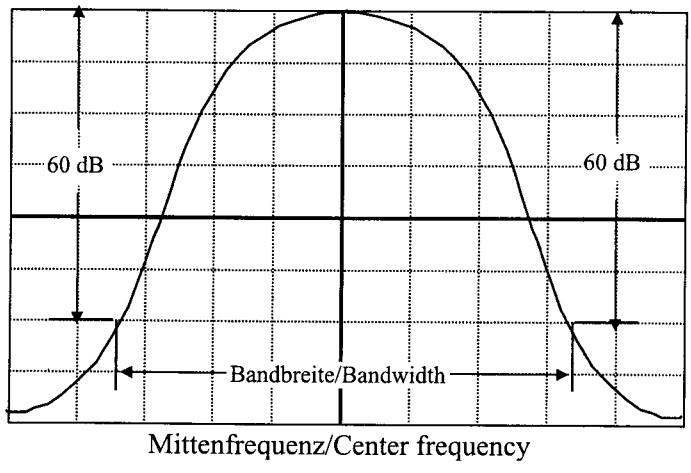


Bild 14. Abbildung am SA

Fig. 14. Display on the SA

- Referenzpegel (oberste Skalierungslinie) auf Bezugspegel einstellen (z.B. Pegel des Kalibriergenerators)
- Skalierung auf 10 dB/Div einstellen
- entsprechende Span/Div einstellen (gemäß Bild 14 so groß wie möglich darstellbar)
- größte Bandbreite einstellen
- Ablenkzeit passend zur gewählten Bandbreite einstellen

Kalibrierung

1. Am Synthesizer gleiche Frequenz wie Mittenfrequenz einstellen.
2. dB-Bandbreite ermitteln.
3. Steilheit des Bandbreitenfilters aus 3 dB-Bandbreite (siehe Abschnitt 3.2.6) und 60 dB-Bandbreite berechnen.

- Set reference level (top scaling line) to the output level of the calibrator/synthesizer
- Set scaling to 10 dB/div
- Select appropriate span/div (as large as possible according to Figure 14)
- Select largest bandwidth
- Set sweep time to match selected bandwidth

Calibration

1. Set synthesizer to center frequency.
2. Determine bandwidth in dB.
3. Calculate the shape factor of the RBW filter from 3 dB bandwidth (see Section 3.2.6) and 60 dB bandwidth.

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

$$S = \frac{\Delta f_{60dB}}{\Delta f_{3dB}}$$

Schritt 1 bis Schritt 3 für alle Bandbreiteneinstellungen wiederholen.

Anmerkung: Der SA fungiert bei dem beschriebenen Kalibrierverfahren zugleich als Frequenz- und Dämpfungsnormal. Voraussetzung dabei ist, dass vorher die Kalibrierung der Frequenzspanne pro Rastereinheit und der Anzeigelinearität durchgeführt wurde.

Alternativ kann der Synthesizer als Normal verwendet werden. Die Bandbreite wird hierbei durch Variation von Pegel und Frequenz am Synthesizer ermittelt. Messaufbau siehe Bild 15.

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Ableseunsicherheit am KG
- Unsicherheit der Span/Div
- Anzeigelinearität

3.2.8 Umschaltabweichungen der Selektionsfilter

Beschreibung

Beim Umschalten der Selektionsfilter werden nur die angezeigten Pegeländerungen gemessen. Eventuell auftretende Frequenzversätze werden nicht betrachtet. Messaufbau siehe Bild 15.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (z.B. 100 MHz)
- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen
- Referenzpegel (oberste Skalierungslinie) auf Bezugspegel einstellen (z.B. Pegel des Kalibriergenerators)
- Skalierung auf 1 dB/Div einstellen

$$S = \frac{\Delta f_{60dB}}{\Delta f_{3dB}}$$

Repeat steps 1 through 3 for all bandwidth settings.

Note: When using this calibration method, the SA_t serves as frequency and attenuation standards combined. This requires prior calibration of the frequency span per division and of the display linearity.

Alternatively, the synthesizer may be used as a standard, in which case the bandwidth is determined by varying the level and frequency on the synthesizer. Measuring set-up, see Figure 15.

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- resolution of the calibrator display
- uncertainty of span/div
- display linearity

3.2.8 RBW switching uncertainty

Description

When switching between RBW filters, only the changes in level that are indicated are recorded. Frequency offsets, if any, are neglected. Measuring set-up, see Figure 15.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (e.g. 100 MHz)
- Set input attenuator to 10 dB
- Set reference level (top scaling line) to the output level of the calibrator/synthesizer
- Set scaling to 1 dB/div



Bild 15. Messaufbau für die Kalibrierung „Umschaltabweichungen der Selektionsfilter"

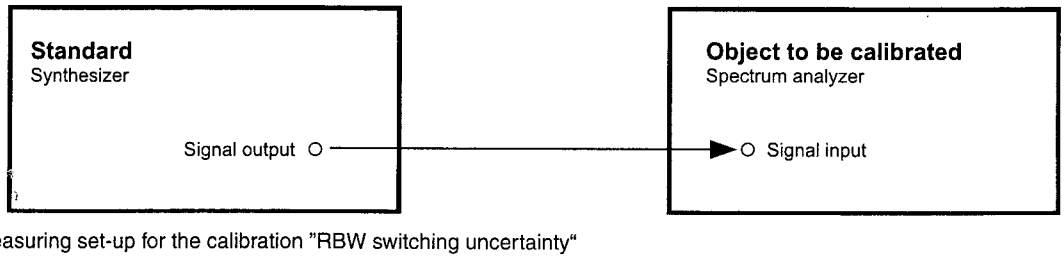


Fig. 15. Measuring set-up for the calibration "RBW switching uncertainty"

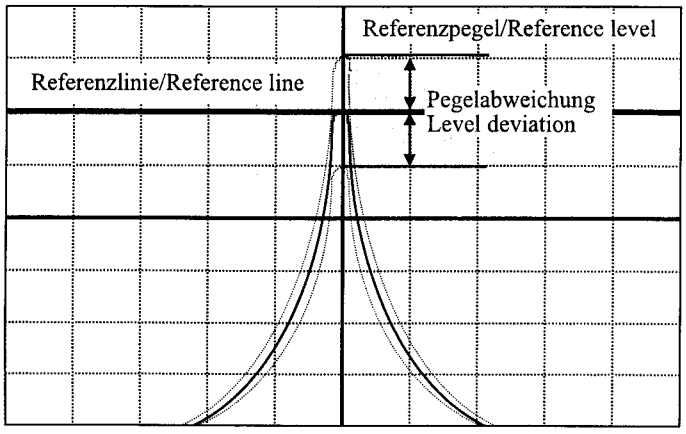


Bild 16. Abbildung am SA

Fig. 16. Display on the SA

- entsprechende Span/Div einstellen (gemäß Bild 16)
- größte Bandbreite einstellen
- Ablenkzeit passend zur gewählten Bandbreite einstellen

Kalibrierung

1. Am Synthesizer gleiche Frequenz wie Mittenfrequenz einstellen.
2. Referenzlinie (zwei Div unter Maximalpegel (gemäß Bild 16) einstellen.
3. Bandbreiten schrittweise herunterschalten, gleichzeitig Span/Div gemäß Herstellerangabe verringern.
4. Pegelabweichung bei allen Bandbreiteneinstellungen ermitteln.

Anmerkung: Der SA fungiert bei dem beschriebenen Kalibrierverfahren als Dämpfungsnormal. Voraussetzung dabei ist, dass vorher die Kalibrierung der Anzeigelinearität durchgeführt wurde.

Alternativ kann der Synthesizer als Normal verwendet werden. Die Pegelabweichung wird hierbei durch Variation des Synthesizerpegels ermittelt.

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Ableseunsicherheit am SA
- Anzeigelinearität

3.2.9 Frequenzgang

Beschreibung

Der absolute Frequenzgang charakterisiert die Pegelabweichung beim jeweiligen Frequenzpunkt.

Der relative Frequenzgang charakterisiert die Pegelabweichung bezogen auf den Pegel einer Bezugsfrequenz oder die Differenz zwischen minimalem und maximalem Pegel im betrachteten Frequenzbereich.

- Select appropriate span/div (according to Figure 16)
- Select largest bandwidth
- Set sweep time to match the selected bandwidth

Calibration

1. Set synthesizer to center frequency.
2. Adjust reference line (two div below maximum level, according to Figure 16).
3. Reduce bandwidths in steps while simultaneously reducing the span/div according to manufacturer's data.
4. Determine level deviation for all bandwidth settings.

Note: When using this calibration method, the SA serves as attenuation standard. This requires prior calibration of the display linearity.

Alternatively, the synthesizer may be used as a standard, in which case the level deviation is determined by varying the level on the synthesizer.

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- resolution of the SA display
- display linearity

3.2.9 Frequency response

Description

The absolute frequency response characterizes the level deviation of the frequency in question.

The relative frequency response characterizes the level deviation with respect to the level at a reference frequency or the difference between the minimum and maximum levels in the frequency range of interest. In

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003

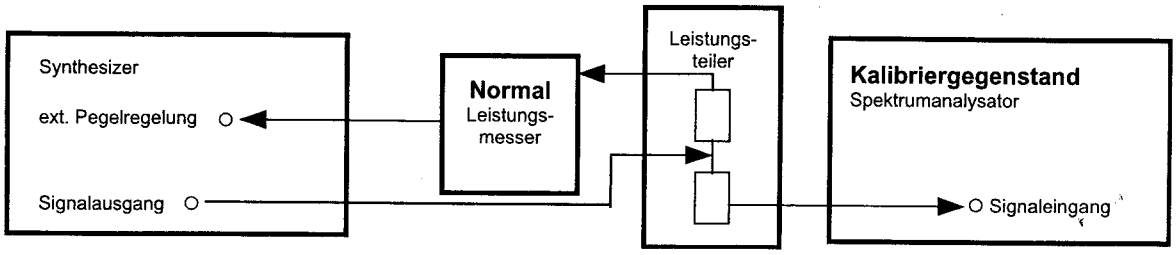


Bild 17. Messaufbau für die Kalibrierung „Frequenzgang"

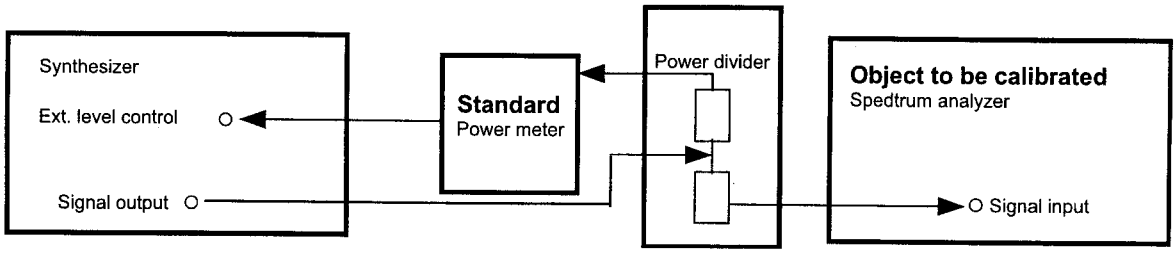


Fig. 17. Measuring set-up for the calibration "Frequency response"

Um nur den Frequenzgang des Kalibriergegenstands zu erfassen, muss der Frequenzgang der Quelle mit Zuleitung durch externe Pegelregelung (analog oder digital) kompensiert werden. Messaufbau siehe Bild 17.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen
- geeigneten Referenzpegel einstellen (z.B. –10 dBm)
- Skalierung auf 2 dB/Div einstellen
- kleine Span/Div einstellen (z.B. 10 kHz)
- entsprechende Bandbreite einstellen (etwa 1/3 Span/Div)
- kleine Ablenkzeit einstellen (Ziel: schnelle Messung)

order to measure only the frequency response of the object to be calibrated, the frequency response of the source including the connecting cable must be compensated for by means of external level control (analogue or digital). Measuring set-up, see Figure 17.

Settings on the SA (example):

- Set input attenuator to 10 dB
- Select suitable reference level (e.g. –10 dBm)
- Set scaling to 2 dB/div
- Select small span/div (e.g. 10 kHz)
- Select appropriate bandwidth (about 1/3 span/div)
- Set short sweep time (aim: quick measurement)

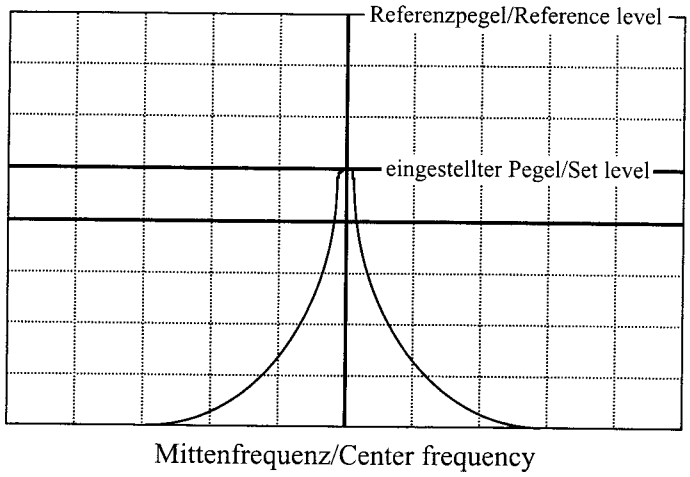


Bild 18. Abbildung am SA

Fig. 18. Display on the SA

Kalibrierung (absoluter Frequenzgang)

1. Am Synthesizer Messfrequenz einstellen.
2. Mittenfrequenz des SA auf die Messfrequenz einstellen.
3. Pegel am Synthesizer so einstellen, dass am Signaleingang des SA der gewünschte Pegel (z.B. –16 dBm) ansteht.
4. Abweichung der Pegelanzeige des SA an der Kurvenspitze zur Anzeige des Normals (z.B. Leistungsmesser) ermitteln.
5. Schritt 1 bis Schritt 4 für alle Messfrequenzen wiederholen.
6. Für die Zahl der Messfrequenzen ist die Herstellerempfehlung zu beachten. Sind dort keine Angaben gemacht, so ist eine ausreichende Anzahl von Messpunkten (z.B. 30) über den Frequenzbereich des SA zu verteilen.

Anmerkung: Leistungsteiler möglichst direkt am Signaleingang des SA und Leistungsmesser direkt am Leistungsteiler anschließen.

Alternativ können auch andere Kalibrierverfahren verwendet werden, z.B.

- gewobbeltes Eingangssignal

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Oberwellenabstand des Messsignals
- Fehlanpassungen (siehe Anhang A)
- Gleichlauf des Leistungsteilers
- Ableseunsicherheit am SA
- Anzeigelinearität

3.2.10 Frequenzspanne pro Rastereinheit (Span/Div)

Beschreibung

Am Bildschirm des SA wird dem Bereich zwischen den vertikalen Linien entsprechend der gewählten Einstellung ein bestimmter Frequenzbereich zugeordnet. Messaufbau siehe Bild 19.

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Mittenfrequenz auf Bezugsfrequenz einstellen (z.B. 100 MHz)
- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen
- geeigneten Referenzpegel (z.B. 0 dBm) einstellen
- Skalierung auf 10 dB/Div einstellen
- größtmögliche Span/Div einstellen
- große Bandbreite einstellen

Kalibrierung

1. Am Synthesizer die Frequenz auf die 1. Div-Linie einstellen (Referenz).

Calibration (absolute frequency response)

1. Set measuring frequency on synthesizer.
2. Set center frequency of the SA to measuring frequency.
3. Adjust synthesizer level in such a way that the required level (e.g. –16 dBm) is available at the signal input of the SA.
4. Determine deviation between the peak level indicated by the SA and the indication of the standard (e.g. power meter).
5. Repeat steps 1 through 4 for all measuring frequencies.
6. Observe the manufacturer's recommendation with respect to the number of measuring frequencies. If no information is provided, an adequate number of measuring points (e.g. 30) shall be distributed over the frequency range of the SA.

Note: If possible, connect power divider directly to the signal input of the SA and the power meter directly to the power divider.

Alternative calibration methods may be used, e.g.

- swept input signal

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- harmonic rejection of the measuring signal
- mismatches (see Annex A)
- synchronism of the power divider
- resolution of the SA display
- display linearity

3.2.10 Frequency span per division (span/div)

Description

Depending on the setting, a certain frequency span is allocated to the area between the vertical lines on the screen of the SA. Measuring set-up, see Figure 19.

Settings on the SA (example):

- Set center frequency to reference frequency (e.g. 100 MHz)
- Set input attenuator to 10 dB
- Set suitable reference level (e.g. 0 dBm)
- Set scaling to 10 dB/div
- Select largest possible span/div
- Select large bandwidth

Calibration

1. On the synthesizer, set the frequency to the 1st div line (reference).

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2003



Bild 19. Messaufbau für die Kalibrierung „Frequenzspanne pro Rastereinheit"



Fig. 19. Measuring set-up for the calibration "Frequency span per division"

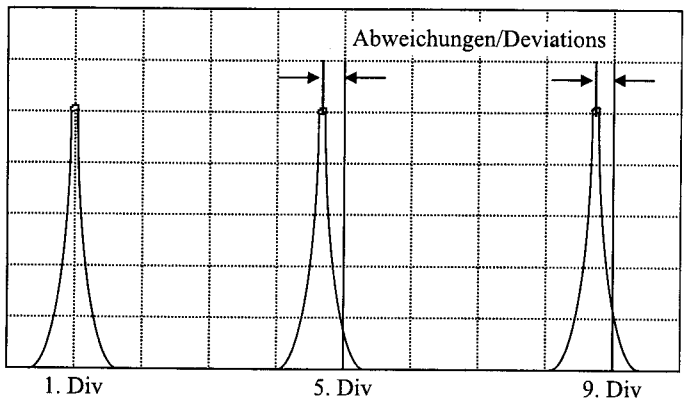


Bild 20. Abbildung am SA

Fig. 20. Display on the SA

2. Frequenz am Synthesizer um viermal (dann achtmal) eingestellte Span/Div erhöhen.
3. Abweichungen von Kurvenmitte zur 5. Div (dann 9. Div) ermitteln.
4. Vorgang für alle anderen Span/Div-Einstellungen des SA wiederholen.

Wichtige Einflussgrößen auf die Messunsicherheit:

- Normal
- Ableseunsicherheit am SA

3.2.11 Mittenfrequenz bzw. Referenzfrequenz

Beschreibung

Die Mittenfrequenz wird gegen ein entsprechend frequenzgenaues externes Signal kalibriert.

Bei SA mit Frequenzsynthese ist nur die Kalibrierung der Referenzoszillatorfrequenz erforderlich. Messaufbau siehe Bild 21.

2. Increase frequency at the synthesizer by a factor of 4 (then 8) times the value of the set span/div
3. Determine deviations between the curve center and the 5th div (then 9th div).
4. Repeat the process for all other span/div settings of the SA.

Important quantities influencing the measurement uncertainty:

- standard
- resolution of the SA display

3.2.11 Center frequency accuracy and/or reference frequency accuracy

Description

The center frequency is calibrated against an external signal with an appropriately exact frequency.

SA with frequency synthesizer only require calibration of the reference oscillator frequency. Measuring set-up, see Figure 21.



Bild 21. Messaufbau für Kalibrierung der „Mittenfrequenz"



Fig. 21. Measuring set-up for calibration of the "Center frequency"

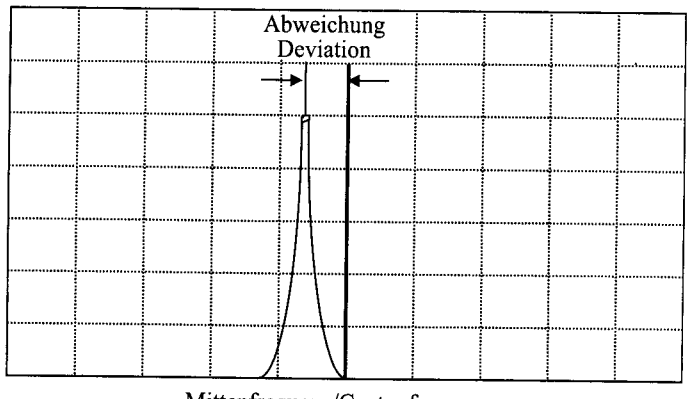


Bild 22. Abbildung am SA

Fig. 22. Display on the SA

Einstellungen am SA (Beispiel):

- Eingangsabschwächer auf 10 dB einstellen
- geeigneten Referenzpegel (z.B. 0 dBm) einstellen
- Skalierung auf 10 dB/Div einstellen
- geeignete Span/Div (ggf. Herstellerangabe) einstellen
- geeignete Bandbreite (ggf. Herstellerangabe) einstellen

Kalibrierung

1. Mittenfrequenz von SA und Synthesizer auf die Messfrequenz einstellen (siehe Bild 22).
2. Abweichung von Kurvenmitte zur Bildschirmmittellinie (entspricht Mittenfrequenz) ermitteln.
3. Schritt 1 und Schritt 2 für alle Messfrequenzen wiederholen.
   Für die Zahl der Messfrequenzen ist die Herstellerempfehlung zu beachten. Sind dort keine Angaben gemacht, so ist eine ausreichende Anzahl von

Settings on the SA (example):

- Set input attenuator to 10 dB
- Set suitable reference level (e.g. 0 dBm)
- Set scaling to 10 dB/div
- Select suitable span/div (if necessary, as specified by manufacturer)
- Select suitable bandwidth (if necessary, as specified by manufacturer)

Calibration

1. Set center frequency of SA and synthesizer to measuring frequency (see Figure 22).
2. Determine deviation between curve center and screen center line (corresponds to center frequency).
3. Repeat steps 1 and 2 for all measuring frequencies.
   Observe the manufacturer's recommendation with respect to the number of measuring frequencies. If no information is provided, an adequate number