

Handbuch der Messtechnik

herausgegeben von
Prof. Dr.-Ing. Jörg Hoffmann

2., aktualisierte und erweiterte Auflage
Mit 857 Bildern und 95 Tabellen

HANSER

3.10	Frequenzmessung (<i>H. Kopp</i>)	310
3.10.1	Bestimmung der Frequenz	310
3.10.2	Rückführung der Frequenz- auf die Zeitmessungen	311
3.10.3	Frequenzteiler, Frequenzvervielfachung	311
3.10.4	Sechsstelliger Dual-Frequenzzähler OC7166 (<i>J. Zrust</i>)	311
3.11	Drehzahl- und Winkellageerfassung (<i>H. Kopp</i>)	312
3.11.1	Optische Signalgeber	312
3.11.2	Induktive Signalgeber	313
3.11.3	Feldplatten- und Hall-Geber	314
3.11.4	Tachogenerator	314
3.11.5	Stroboskop	314
3.11.6	Sechsstelliger Quadraturzähler INF8-C (<i>J. Zrust</i>)	314
3.11.7	Sechsstelliger Multizähler OC 7111 (<i>J. Zrust</i>)	316
3.12	Konzentrations- und Analysenmesstechnik (<i>J. Hoffmann</i>)	317
3.12.1	Wichtige Grundprinzipien	317
3.12.1.1	Prinzip der Absorption	317
3.12.1.2	Prinzip der Reflexion	318
3.12.1.3	Prinzip der Emission	318
3.12.1.4	Prinzip der Chromatographie	319
3.12.2	Gas- und Flüssigkeitschromatographie	319
3.12.2.1	Gaschromatographen	320
3.12.2.1.1	Laborgaschromatograph (<i>C. Mladek</i>)	320
3.12.2.1.2	Prozessgas-Chromatographiesystem Vista II (<i>A. Morlath</i>)	323
3.12.2.2	Flüssigkeitschromatograph (<i>C. Mladek</i>)	324
3.12.3	Massenspektroskopie (<i>J. Hoffmann</i>)	326
3.12.3.1	Massenspektrometer (<i>C. Mladek</i>)	328
3.12.4	NMR-Spektroskopie (<i>J. Hoffmann</i>)	329
3.12.4.1	Digitales Fourier-Transform-Kernresonanz Spektrometer AVANCE (<i>G. J. Wolff</i>)	330
3.12.5	Röntgenfluoreszenzanalyse (<i>J. Hoffmann</i>)	331
3.12.5.1	Röntgenfluoreszenzspektrometer (<i>M. Haschke</i>)	333
3.12.5.1.1	Tischspektrometer	334
3.12.5.1.2	Laborspektrometer	334
3.12.5.1.3	Mikro-Fluoreszenz-Spektrometer	335
3.12.5.1.4	Wellenlängendispersive Spektrometer	336
3.12.6	Optische Analyseverfahren (<i>J. Hoffmann</i>)	336
3.12.6.1	UV/VIS-Spektroskopie	336
3.12.6.2	Flammenspektroskopie / AAS, AES	337
3.12.6.3	Funken-/Bogenspektroskopie	338
3.12.6.4	Fluoreszenzspektroskopie	338
3.12.6.5	Infrarot- und Raman-Spektroskopie	338
3.12.6.6	Refraktometrie	341
3.12.6.7	Polarimetrie	342
3.12.6.8	Optische Spektroskope	343
3.12.6.8.1	UV/VIS-Spektralfotometer Unicam UV1 und UV500 (<i>C. Deusen</i>)	343
3.12.6.8.2	AAS Unicam SOLAAR 969, 969 Z, 989 und 989 QZ (<i>C. Deusen</i>)	344
3.12.6.8.3	Sequenzielles AES-ICP-Spektrometer Atomscan Advantage (<i>C. Deusen</i>)	345
3.12.6.8.4	Simultanes AES-ICP-Spektrometer IRIS Advantage (<i>C. Deusen</i>)	345

Gewicht der Geräte – so z. B. von nur 15 kg für das 26,5-GHz-Gerät R3272 – bei.

Bedienung. Ein-Knopfdruck-Messungen von Oberwellen, Nebenaussendungen, Nachbarkanalstörungen (ACP) und belegter Bandbreite (OBW) vereinfachen die Bedienung und beschleunigen so die Messungen. Es gibt umfangreiche Markerfunktionen. Der integrierte Rechner (Option) ermöglicht das Erstellen von Messprogrammen.

Die beiden integrierten PC-Card-Laufwerke nehmen Geräteeinstellungen, Programme und Messkurven auf. Dokumentiert werden kann entweder per Plotter (IEC-Bus), Drucker (Centronics-Schnittstelle) oder Bitmap File. Eine Monitor-Schnittstelle mit VGA-kompatiblen Signalen erlaubt die Darstellung auf Computer-Bildschirmen.

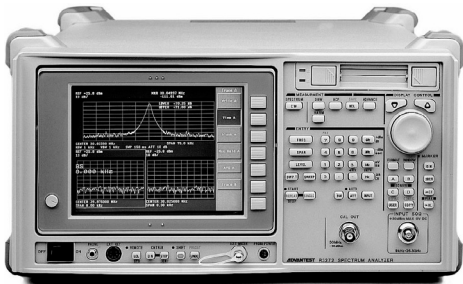


Bild 2.72 Spektrumanalysator R3272 der Fa. Rohde & Schwarz

Analyse von TDMA-Signalen. Größtmögliche Unterstützung bei der Analyse von pulsartigen Signalen, z. B. bei GSM-Systemen, geben die Analysatoren R3263 und R3465 durch ihre spezielle Menüstruktur. Auf Knopfdruck messen die Analysatoren den Leistungsverlauf über der Zeit, das Modulations- oder Schaltspektrum sowie die Nebenaussendungen. Eine Leistungsmessroutine und ein leicht zu bedienendes Konfigurationsmenü sind ebenfalls enthalten. Für den optionalen Rechner stehen fertige Programme für GSM und DECT zur Verfügung. Diese Programme vermessen die HF-Parameter der Luftschnittstelle nach den einschlägigen Normen. Durch DDS (Direct Digital Synthesis) wurde der Sweep-Fehler auf $< 1\%$ verbessert. Delayed Sweep, Gated Sweep und eine kürzeste Sweep-Zeit von 50 ms im Nullhubbetrieb ermöglichen eine detaillierte Darstellung der Burst-Flanken von TDMA-Signalen.

Modulationsanalyse. Der R3465 bietet sie als Standard, der R3263 als Option. Das IQ-Signal wird digital demoduliert und die Phasen- und Frequenzabweichung ermittelt. Eine weitere nachrüstbare Option stellt den Phasenfehler der einzelnen Bits dar, liefert eine FFT davon oder zeigt das demodulierte Ergebnis an.

Technische Daten

9 kHz ... 26,5 (325) GHz

Modellübersicht

- R3263: 9 kHz ... 3 GHz, optional digitale Modulationsanalyse
- R3465: 9 kHz ... 8 GHz und digitale Modulationsanalyse
- R3272: 9 kHz ... 26,5 GHz (mit externem Mischer bis 325 GHz)

2.6.8.6 Spektrumanalysator R 3131

Der Spektrumanalysator R3131 (Bild 2.73) ist ein universeller Analysator für alle Aufgaben in Entwicklung, Fertigung, Prüffeld, Service und Ausbildung und ist durch spezielle Filter auch für EMV-Vormessungen einsetzbar. Aufgrund seines weiten Frequenzbereichs von 9 kHz bis 3 GHz bietet er sich für viele Aufgaben an. Dank hochstabilem synthesesizergesteuerten LO genügt er selbst hohen Ansprüchen im Labor- oder Systemeinsatz. Für letztere Anwendung spricht auch die 19"-Bauform.

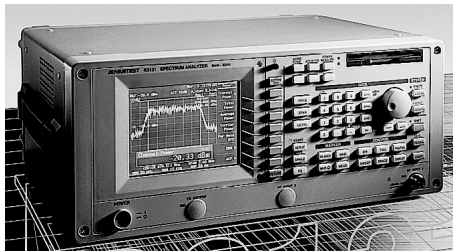


Bild 2.73 Spektrumanalysator R3131 der Fa. Rohde & Schwarz

Bedienung, Ausstattung. Eine unkomplizierte Bedienung wird durch übersichtliche Anordnung der Bedienelemente sowie den weitgehenden Verzicht auf Mehrfachbelegungen von Tasten gewährleistet. Viele Mess- und Markerfunktionen sowie der eingebaute Frequenzzähler gehören

- Wegmesssystem zum Einbau in Ultrapräzisionsmaschinen,
- Messungen und Kalibrierungen an mechanischen Geräten, die mit hohen Auflösungen oder Frequenzen arbeiten (z. B. Untersuchungen an Magnetköpfen in Festplattenlaufwerken),
- Drucktechnik: optische Scanner und Maskenschreiber,
- Aufgrund der hohen Präzision werden die Geräte häufig auch für Kalibrierungsaufgaben eingesetzt, so z. B. an Piezoantrieben sowie Längen- und Winkelmessgeräten oder aber im Einsatz in Kalibrierlabors wie z. B. der PTB Braunschweig.

Für verschiedene Anforderungen stehen verschiedene Varianten von Interferometern zur Verfügung (Tabelle 3.14). Sie sind so gestaltet, dass eine einfache Systemintegration möglich ist. Die Verbindung zwischen Interferometer und der Systemelektronik erfolgt über Glasfaserkabel, was eine hohe Störsicherheit zur Folge hat.

Tabelle 3.14 Technische Daten

	ZMI-2000	ZMI-1000	ZMI-510
Auflösung	0,31 nm ¹⁾	1,24 nm ¹⁾	10 nm ¹⁾
max. Geschwindigkeit	±2,1 m/s ¹⁾	±0,55 m/s ¹⁾	±0,5 m/s ¹⁾
Datenformat	36/32 Bit parallel	32 Bit parallel	Quadratur
Bussystem	6U VME oder ISA	6U VME	ISA
zeitl. Unsicherheit der einzelnen Messachsen	±1,2 ns	±15 ns	±n/a
Messsignal	Glasfaser	Glasfaser	Glasfaser
Referenzsignal	Glasfaser	Glasfaser	Glasfaser
Achsen pro Laserquelle	8	6	3

¹⁾ basierend auf der 2-Pass-Anordnung

Weitere Merkmale

- Unterdrückung von Fehlern aufgrund von Vibration
- leicht auszurichten, unempfindlich gegenüber Schwankungen der Signalamplitude

Multiachsen-System:

- mehrere Laser können miteinander synchronisiert werden
- 2 Laserachsen werden von einem Elektronikboard versorgt (Platzersparnis)

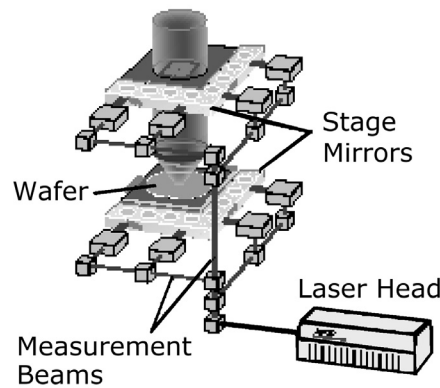


Bild 3.183 Laserinterferometer ZMI-2000 der Firma Zygo zur Längenmessung und Positionsbestimmung

3.8.2 Positionsbestimmung

Die Positionsbestimmung (Positionierung) dient der Einstellung der Lagegenauigkeit eines Teiles in Bezug auf einen definierten Ort. Die Positionierung kann dabei ein-, zwei- oder dreidimensional erfolgen.

3.8.2.1 Optische Verfahren

Lichtschranken (light bar) gehören zu den am weitesten verbreiteten Positionssensoren, insbesondere in der Verwendung als Endlagenschalter. Einweglichtschranken und Reflexlichtschranken sind möglich (Bild 3.184).

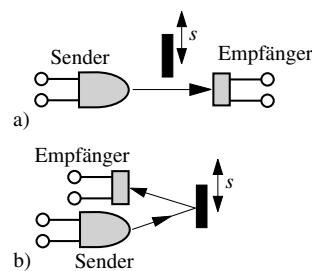


Bild 3.184 a) Einweglichtschranke, b) Reflexlichtschranke