

Dietmar Benda

5. überarbeitete Auflage

Wie misst man mit dem **Oszilloskop?**

Technik, Geräte, Messpraxis mit über 150 Messbeispielen

190 Abbildungen

Vorwort

Das Angebot an Oszilloskopen ist sehr vielfältig geworden. Es gibt einfache digitale Handoszilloskope (HDO), Analogoszilloskope (AO, ASO), digitale Speicheroszilloskope (DSO), Analog-/Digital-Oszilloskope (ADSO) und Mixed-Signal-Scopes (MSO) mit bis zu vier analogen und 18 digitalen Kanälen.

Im Gegensatz zu einfach zu bedienenden Anzeigemessgeräten erfordert das Oszilloskop Kenntnisse über seine vielfältigen einstellbaren Messfunktionen zur Sichtbarmachung, Speicherung, Auflösung und Berechnung elektrischer Signale und anderer, über Sensoren aufnehmbare Funktionsabläufe. DSOs und ADSOs sind mit bis zu 50 Bedienelementen und weiteren zahlreichen Softkey-Funktionen ausgestattet.

Bis auf die Netz-EIN-AUS-Taste werden bei höherwertigen Oszilloskopen die Bedienelemente elektronisch abgefragt. Alle elektronisch erfassten Bedienfunktionen und ihre aktuellen Einstellungen können daher gespeichert oder von extern gesteuert werden. Aber in der umfangreichen Angebotspalette gibt es sie noch, die einfachen und preiswerten AOs, wie z. B. das einkanalige 10-MHz-Oszilloskop.

In diesem praxisnahen Buch erwarten den Anfänger folgende Schwerpunkte:

- In den ersten fünf Abschnitten wird an einem zweikanaligen Analogoszilloskop (AO) gezeigt, wie man misst (Funktionen und Bedienung des Oszilloskops sowie Einsatz der Hilfsmittel wie Messkabel, Masseverbindungen und Tastköpfe). Ferner erfährt man, warum man so misst (Funktionserkennung) und was man misst (zahlreiche Anwendungsbeispiele, Übungen und Versuche).
- An einem Kombi-Scope (ADSO) werden in Abschnitt 6 die zahlreichen Funktionen der digitalen Signalverarbeitung dargestellt. Diese Geräte vereinigen die Vorteile der analogen Messung und die Möglichkeit der digitalen Speicherung und Auflösung (FFT). Es werden auch die Unterschiede von Elektronenstrahlröhre, LCD- und VGA-Bildschirmen in der horizontalen Auflösung und der maximal erfassbaren Signalfrequenz betrachtet.
- In Abschnitt 7 erfolgt eine Einführung in die SCPI-Sprache zur Steuerung von Messinstrumenten, die auch bei computergesteuerten Oszilloskopen zur Anwendung kommen.
- Im letzten Abschnitt werden zahlreiche Messbeispiele aus allen Bereichen der Technik (Computertechnik, Messen, Steuern, Regeln, Sensorik, Signalleitungen, Medizintechnik, Bioforschung) vorgestellt.

Wenn der Leser nicht die Möglichkeit einer regelmäßigen Messpraxis hat, kann er entstehende Kenntnislücken sozusagen im Trockenkursverfahren mithilfe dieses Buchs wieder auffrischen. Dazu helfen nicht nur die in allen Abschnitten zu den Funktionserklärungen folgenden zahlreichen Beispiele, sondern auch die Abschnitte „Übungen zur Vertiefung“.

Inhalt

1	Die Elektronenstrahlröhre	11
1.1	Aufbau und Funktion der Elektronenstrahlröhre	11
1.2	Anforderungen an Elektronenstrahlröhren	14
1.3	Bezeichnungsschlüssel (Typenbezeichnung)	15
1.4	Elektronenstrahl positionieren und fokussieren	17
1.5	Die Funktionen TRACE und BEAM FIND	19
1.6	Übungen zur Vertiefung	23
2	Eigenschaften und Funktionen des Oszilloskops	25
2.1	Messtechnische Grundlagen der Signalaufzeichnung	25
2.1.1	Signalarten	27
2.1.2	Größen der Signalspannung	28
2.1.3	Zeit- und Frequenzwerte von Signalspannungen	31
2.2	Funktionen des Analog-Oszilloskop	33
2.2.1	Vertikalverstärkersystem	34
2.2.2	Horizontalverstärkersystem	36
2.2.3	Zeitablenkung	37
2.2.4	Triggerfunktionen	38
2.2.5	Triggerquellen und Triggersignalkopplung	38
2.3	Bedien- und Anzeigeelemente eines Analogoszilloskops	40
2.3.1	Einstellfunktionen am vertikalen Messverstärker	41
2.3.2	Einstellfunktionen an der horizontalen Zeitablenkung	42
2.3.3	Triggerfunktionen	42
2.3.4	Bauelemente-(Komponenten-)test und Kalibrierer	45
2.4	Kennwerte und technische Daten eines Analogoszilloskops	47
2.5	Übungen zur Vertiefung	49
3	Spannungs- und Amplitudenmessungen	51
3.1	Messaufbau	51
3.1.1	Bezugspotenzial, Erdungsprobleme und Masseführung	52
3.1.2	Innenwiderstand	55
3.1.3	Messleitungen, Einfluss von Länge und Qualität	57
3.2	Messung von Gleich- und Wechselspannungen ohne Zeitablenkung	59
3.2.1	Messung von Gleichspannungen	62

3.2.2	Messung von Wechsel-(Sinus-)Spannungen	63
3.3	Messung von Gleich- und Wechselspannungen mit Zeitablenkung	64
3.3.1	Messung von Gleichspannungen	65
3.3.2	Messung von Wechselspannungen	66
3.3.3	Messung von Mischspannungen	67
3.4	Messungen mit Tastköpfen	69
3.4.1	Tastteiler	69
3.4.2	Dioden-(Demodulator-)Tastkopf	72
3.5	Übungen zur Vertiefung	73
4	Triggerung und Synchronisation von Messsignalen	81
4.1	Triggerquelle	81
4.2	Auswahl der Triggerart	86
4.3	Auswahl der Triggerflanke und des Triggerpegels	88
4.4	Hinweise und Beispiele für die Triggersignalankopplung	93
4.5	Dehnung des Zeitablenkkoeffizienten	97
4.6	Übungen zur Vertiefung	98
5	Messungen mit Zweikanaloszilloskop	113
5.1	Betriebsarten	114
5.2	Differenzmessungen	119
5.3	Phasendifferenzmessung	122
5.4	Übungen zur Vertiefung	123
6	Digitale Speicher- und Kombi-Oszilloskope	125
6.1	Technische Kennwerte und Funktionen des ADSO	127
6.2	Bedienelemente und Bildschirmblendungen	129
6.2.1	Grundeinstellungen	131
6.2.2	Bedienung der Menüanzeigen	131
6.3	Betriebsarten der Messverstärker	133
6.3.1	Automatische Messungen	134
6.3.2	Cursor-Messungen	134
6.3.3	Mathematische Funktionen	134
6.3.4	Kalkulator-Funktion	136
6.4	Triggerung und Zeitablenkung	136
6.4.1	Ablenkverzögerung	137
6.5	AUTOSET	139
6.6	Mittelwertanzeige	140
6.7	Speicherbetrieb	141
6.7.1	Random-Sampling	141
6.7.2	Betriebsarten zur Signalerfassung	142
6.7.3	Speicherauflösung	143
6.7.4	Alias-Signale	143

7	Standard-Befehlssatz für programmierbare Instrumente	146
7.1	Systembefehle	146
7.2	Steuerungsbefehle	147
7.3	Aufbau und Beispiele für SPIC-Kommandos	148
8	Messungen an Anwendungs- und Versuchsschaltungen	151
8.1	Aliasing-Effekt vermeiden.	153
8.2	Amplituden- und Frequenzmodulation	153
8.3	Antriebsregelsysteme.	155
8.4	Buskonflikte mit Logiktriggerung erfassen.	158
8.5	BUS-Systeme.	161
8.6	Darstellung der Kennlinien von Bauelementen.	164
8.7	Drehzahlmessungen an Inkrementalgebern.	169
8.8	Frequenzfilter.	171
8.9	Frequenzmessungen.	173
8.10	Gleichtaktstörsignale an Schaltungen prüfen	178
8.11	Impulsmessungen	179
8.12	Impulsmessungen mit Spitzenwerterfassungsfunktion	181
8.13	Digitale Signalformen stabilisieren	183
8.14	Metastabile Zustände in digitalen Systemen finden und darstellen.	184
8.15	Netzgleichrichter	186
8.16	Operationsverstärker	189
8.17	Phasenmessungen	191
8.18	Physikalische Funktionsabläufe von Sensoren	194
8.19	Puls- und EKG-Signale	196
8.20	Rauschen von Netzgeräten	199
8.21	Reflexionsmessungen an Verbindungs- und Übertragungsleitungen.	201
8.22	Seltene Signale erfassen	207
8.23	Spannungs- und Stromverstärker.	209
8.24	Ursachen von Störsignalen schnell diagnostizieren	211
8.25	Verzerrungsanalyse	212
8.26	Videosignale an Fernsehgeräten und Monitoren	213
8.27	Übungen zur Vertiefung.	217
	Lösungen zu den Übungen	220

