
Benutzerhandbuch

Publikationsnummer 33220-90441
(*als Handbuchsatz 33220-90431 bestellen*)
Ausgabe 4, Mai 2007

Copyright © 2003, 2005, 2007 Agilent Technologies Inc.

Agilent 33220A
20 MHz-Funktions- /
Arbiträrsignalgenerator

Agilent 33220A im Überblick

Der Agilent 33220A ist ein hochleistungsfähiger 20 MHz-Synthesizer-Funktionsgenerator, der außer den üblichen Standardsignalformen auch Arbiträrsignale und Pulse erzeugen kann. Das Gerät eignet sich gleichermaßen gut zur Verwendung als autonomes Laborgerät wie für den Systemeinsatz. Es ist dadurch eine vielseitige Testlösung, die Ihre heutigen und zukünftigen Anforderungen abdeckt.

Umfangreiche Funktionsausstattung

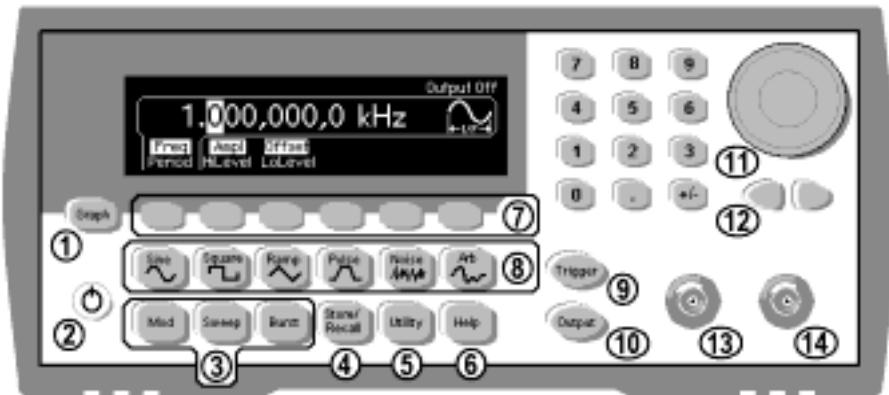
- Zehn Standardsignalformen
- Integrierter Arbiträrsgnalgenerator (14 bit, 50 MSa/s)
- Integrierter Pulsgenerator mit programmierbaren Anstiegs-/Abfallzeiten
- LCD-Display zur Anzeige von numerischen Werten und Signalformen
- Einfache Bedienung über Drehknopf und Zifferntastatur
- Speicherung von Gerätezuständen unter benutzerdefinierten Namen
- Robustes Gehäuse, leicht zu transportieren, rutschhemmende Füße

Einfache Integration in computergesteuerte Testsysteme

- Vier download-fähige Arbiträrsignalspeicher mit jeweils 64 KSa Kapazität
- GPIB- (IEEE-488) Schnittstelle, USB und LAN-Fernsteuerungsschnittstellen serienmäßig
- Kompatibel zu LXI Klasse C
- Messgerätebefehlssprache SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments)

Hinweis: Dieses Handbuch gilt, falls nicht ausdrücklich anders vermerkt, für Geräte mit beliebiger Seriennummer.

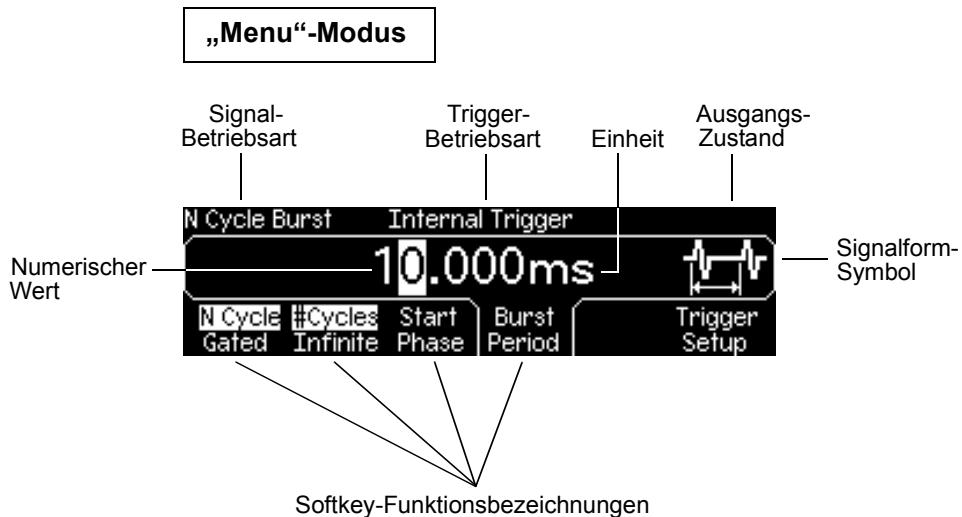
Überblick über die Frontplatte



-
- | | |
|--------------------------------|---|
| 1 „Graph/Local“-Taste | 9 „Trigger“-Taste (nur für
Betriebsarten „Sweep“
und „Burst“) |
| 2 Ein-/Ausschalt-Taste | 10 „Output“-Taste |
| 3 „Mod“/„Sweep“/„Burst“-Tasten | 11 Drehknopf |
| 4 „Store/Recall“-Taste | 12 Cursor-Tasten |
| 5 „Utility“-Taste | 13 Sync-Anschluss |
| 6 „Help“-Menütaste | 14 Ausgangsanschluss |
| 7 Softkeys | |
| 8 Signalform-Wahltasten | |

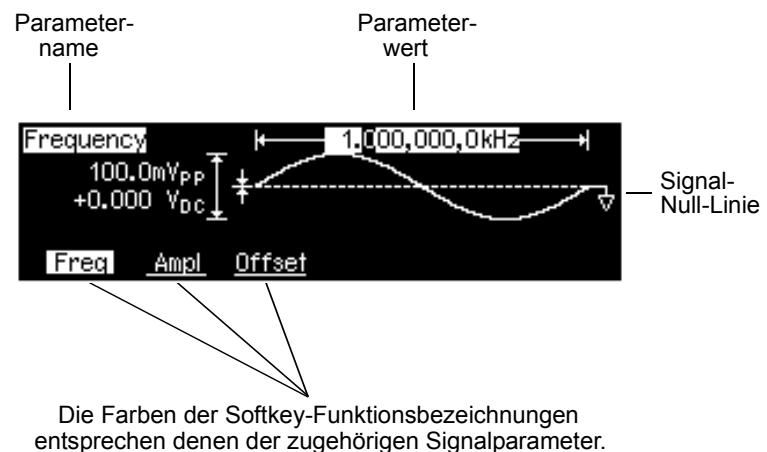
Hinweis: Durch länger anhaltendes Drücken einer Taste können Sie eine kontextsensitive Online-Hilfe aufrufen.

Überblick über das Display



„Graph“-Modus

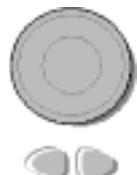
Durch Drücken der Taste **Graph** können Sie das Display in den „Graph“-Modus schalten.



Manuelle Eingabe von Werten

Sie können Werte auf zweierlei Weise eingeben:

Ändern Sie mit Hilfe des Drehknopfs und der Pfeiltasten den aktuellen Wert in der gewünschten Weise ab.



1. Mit den Tasten unterhalb des Drehknopfs können Sie den Cursor nach links oder rechts bewegen.
2. Durch Betätigen des Drehknopf ändern (erhöhen durch Drehen im Uhrzeigersinn) Sie die angezeigte Ziffer.

Geben Sie den gewünschten Wert direkt über die Zifferntastatur und die Maßeinheiten-Softkeys ein.



1. Geben Sie wie bei einem Taschenrechner Zahlenwerte ein.
2. Wählen Sie eine Einheit, um einen Wert einzugeben.

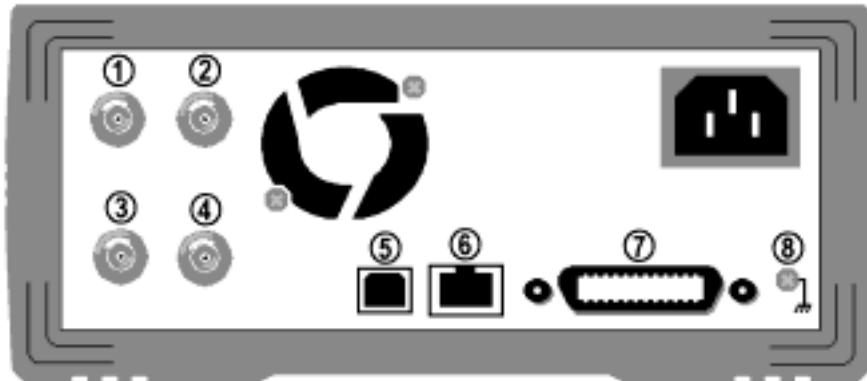
Select the units by pressing a key below.

25_

μHz mHz Hz kHz MHz CANCEL

← 1/F →

Überblick über die Rückwand



- | | |
|--|-------------------------------|
| 1 Eingang für externes 10 MHz-Referenzsignal (ausschließlich bei Option 001) | 5 USB-Schnittstellenanschluss |
| 2 Ausgang für internes 10 MHz-Referenzsignal (ausschließlich bei Option 001) | 6 LAN-Schnittstellenanschluss |
| 3 Eingang für externe Modulation | 7 GPIB-Schnittstelle |
| 4 Eingang: Extern-Trigger-Signal/FSK-Modulationssignal/Burst-Torsignal
Ausgang: Triggersignal | 8 Chassis-Masse |

Im Menü **Utility** können Sie

- die GPIB-Adresse (siehe Kapitel 2) wählen,
- die Netzwerkparameter für die LAN-Schnittstelle (siehe Kapitel 2) einrichten,
- die momentan gültigen Netzwerkparameter (siehe Kapitel 2) anzeigen.

Hinweis: Der externe und der interne 10-MHz-Referenzanschluss (siehe 1 und 2 in der obigen Abbildung) sind **nur dann** vorhanden, wenn Option 001, External Timebase Reference (Externe Zeitbasis-Referenz), installiert ist. Andernfalls sind die Buchsen für diese Steckverbinder verschlossen.

WARNUNG

Um Stromschlaggefahr auszuschließen, darf der Schutzleiter des Netz-
kabels auf keinen Fall unterbrochen werden. Falls nur eine zweipolare
Steckdose verfügbar ist, verbinden Sie den Chassis-Masse-Anschluss des
Gerätes (siehe oben) mit einem gut geerdeten Gegenstand.

Inhalt dieses Handbuchs

Inbetriebnahme Kapitel 1 beschreibt, wie der Funktions-/Arbiträr-signalgenerator in Betrieb genommen wird, und macht Sie mit den wichtigsten Gerätefunktionen vertraut.

Inbetriebnahme Kapitel 1 beschreibt, wie der Funktions-/Arbiträr-signalgenerator in Betrieb genommen wird, und macht Sie mit den wichtigsten Gerätefunktionen vertraut.

Softkey-Menüs Kapitel 2 gibt eine Einführung in die Softkey-Menüs und beschreibt einige übergeordnete Gerätefunktionen.

Leistungsmerkmale und Funktionen Kapitel 3 beschreibt detailliert die einzelnen Gerätefunktionen und deren Benutzung. Diese Informationen betreffen sowohl die manuelle Bedienung als auch den Systembetrieb.

Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen Kapitel 4 enthält Referenzinformationen zur Fernsteuerung des Funktions-/ Arbiträrsignalgenerators über eine der Schnittstellen.

Meldungen und Fehlermeldungen Kapitel 5 enthält eine Auflistung der Fehlermeldungen, die während der Arbeit mit dem Funktions-/ Arbiträrsignalgenerator erscheinen können. Zu jeder Fehlermeldung sind Hinweise angegeben, wie Sie das Problem einkreisen und beheben können.

Anwendungsprogramme Kapitel 6 enthält einige exemplarische Anwendungsprogramme zur Fernsteuerung des Gerätes. Diese Beispiele sollen Ihnen bei der Entwicklung eigener Anwendungsprogramme helfen.

Tutorial Kapitel 7 erläutert die Grundlagen der bei diesem Gerät angewandten Signalerzeugungs- und Modulationstechniken.

Spezifikationen Kapitel 8 enthält eine Auflistung der Spezifikationen.



Um die Garantieleistungen, Services oder technische Unterstützung von Agilent Technologies in Anspruch zu nehmen, rufen Sie unter einer der folgenden Telefonnummern an:

In den USA: (800) 829-4444

In Europa: 31 20 547 2111

In Japan: 0120-421-345

Oder kontaktieren Sie Agilent über den folgenden Link:

www.agilent.com/find/assist

Oder kontaktieren Sie unseren Agilent Technologies Mitarbeiter.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 Inbetriebnahme

Inbetriebnahme	14
Inbetriebnahme des Funktionsgenerators	15
Einstellen des Tragegriffs/Aufstellbügels	17
Einstellen der Ausgangsfrequenz	18
Einstellen der Ausgangsamplitude	19
Einstellen der DC-Offsetspannung	21
Einstellen der oberen (HiLevel) und unteren Pegel (LoLevel)	22
Wählen von „DC Volts“ (DC-Spannung)	24
Einstellen des Tastverhältnisses (Duty Cycle) eines Rechtecksignals (Square Wave)	25
Konfigurieren eines Pulssignals	26
Darstellen der Signalform	27
Ausgeben eines gespeicherten Arbiträrsignals	28
Benutzung der Online-Hilfe	29
Gestelleinbau des Funktionsgenerators	31

Kapitel 2 Manuelle Bedienung

Manuelle Bedienung	34
Übersicht über die Softkey-Menüs	35
Spezifizieren des Lastwiderstands	38
Zurücksetzen des Funktionsgenerators	39
Ausgabe eines modulierten Signals	40
Ausgabe eines FSK-modulierten Signals	42
Ausgabe eines PWM-Signals	44
Frequenzwobbelung	46
Ausgabe eines Burst-Signals	48
Triggerung einer Wobbelung oder eines Bursts	50
Abspeichern des aktuellen Gerätezustands	51
Konfigurieren der Fernsteuerungsschnittstelle	53

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen

- Leistungsmerkmale und Funktionen 62
- Ausgangskonfiguration 64
- Pulssignale 80
 - Amplitudenmodulation (AM) 84
 - Frequenzmodulation (FM) 89
 - Phasenmodulation (PM) 94
 - FSK-Modulation (Frequenzumtastung) 99
 - Pulsbreitenmodulation (PWM) 103
 - Frequenzwobbelung 109
 - Betriebsart „Burst“ 115
 - Triggerung 123
 - Arbiträrsignale 129
 - Übergeordnete Systemfunktionen 136
 - Konfiguration der Fernsteuerungsschnittstelle 145
 - Externe Zeitbasisreferenz (Option 001) 155
 - Überblick über die Kalibrierung 158
 - Grundeinstellungen 162

Kapitel 4 Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen

- Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen 166
- Übersicht über die SCPI-Befehle 168
- Grundlagen der Programmierung 181
- Anwendung des Befehls APPLy 183
- Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs 191
- Puls-Konfigurationsbefehle 204
 - Befehle zum Konfigurieren der Amplitudenmodulation (AM) 210
 - Befehle zum Konfigurieren der Frequenzmodulation (FM) 214
 - Befehle zum Konfigurieren der Phasenmodulation (PM) 219
 - Befehl zum Konfigurieren der FSK- (Frequency-Shift Keying) Modulation 223
 - Befehle zum Konfigurieren der Pulsbreitenmodulation (PWM) 226
 - Befehle zum Konfigurieren der Wobbelbetriebsart 232
 - Befehle zum Konfigurieren der Burst-Betriebsart 239
 - Triggerbefehle 247
 - Arbiträrsignal-Befehle 250
 - Befehle zum Abspeichern/

Inhaltsverzeichnis

Zurückrufen von Gerätezuständen	262
Systembefehle	266
Schnittstellen-Konfigurationsbefehle	272
Phasensynchronisationsbefehle (Nur Option 001)	278
SCPI-Statusssystem	281
Statusregisterbefehle	290
Kalibrierbefehle	294
Einführung in die Befehlssprache SCPI	296
Der Befehl „Device Clear“	301

Kapitel 5 Meldungen und Fehlermeldungen

Fehlermeldungen	304
Syntaxfehler	306
Ausführungsfehler	309
Geräteabhängige Fehler	324
Abfragefehler	325
Interne Fehler	326
Selbsttest-Fehler	327
Kalibrierungsfehler	329
Arbiträrsignal-Fehler	331

Kapitel 6 Anwendungsprogramme

Anwendungsprogramme	334
Einführung	334
Programmbeispiel	336

Kapitel 7 Tutorial

- Tutorial 344
- Direkte digitale Synthese 344
- Erzeugen von Arbiträrsignalen 348
- Erzeugung von Rechtecksignalen 350
- Unzulänglichkeiten der erzeugten Signale 352
- Einstellung der Ausgangsamplitude 354
- Erdschleifen 355
- Eigenschaften von AC-Signalen 357
- Modulation 359
- Frequenzwobbelung 363
- Burst 365

Kapitel 8 Spezifikationen

- Signale 368
- Signalcharakteristiken 368
- Allgemeine Charakteristiken 369
- Modulation 370
- Wobbelung 370
- Burst [7] 371
- Triggercharakteristiken 371
- Programmierzeiten (typisch) 371
- Allgemeine Spezifikationen 371
- Abmessungen 373

Inbetriebnahme

Inbetriebnahme

Zunächst einmal sollten Sie sich mit der Frontplatte Ihres neuen Funktionsgenerators vertraut machen. Die in diesem Kapitel beschriebenen Übungen zeigen Ihnen, wie das Gerät in Betrieb genommen wird und wie die wichtigsten Bedienungselemente benutzt werden. Dieses Kapitel ist in drei Abschnitte gegliedert:

- Inbetriebnahme des Funktionsgenerators, *Seite 15*
- Einstellen des Tragegriffs/Aufstellbügels, *Seite 17*
- Einstellen der Ausgangsfrequenz, *Seite 18*
- Einstellen der Ausgangsamplitude, *Seite 19*
- Einstellen der DC-Offsetspannung, *Seite 21*
- Einstellen der oberen (HiLevel) und unteren Pegel (LoLevel), *Seite 25*
- Wählen von „DC Volts“ (DC-Spannung), *Seite 26*
- Einstellen des Tastverhältnisses (Duty Cycle) eines Rechtecksignals (Square Wave), *Seite 27*
- Konfigurieren eines Pulssignals, *Seite 26*
- Darstellen der Signalform, *Seite 28*
- Ausgeben eines gespeicherten Arbiträrsignals, *Seite 29*
- Benutzung der Online-Hilfe, *Seite 31*
- Gestelleinbau des Funktionsgenerators, *Seite 31*

Inbetriebnahme des Funktionsgenerators

1 Überprüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit.

Überprüfen Sie, ob die nachfolgenden aufgelisteten Teile mit dem Gerät geliefert wurden. Falls etwas fehlt, setzen Sie sich bitte mit der nächstgelegenen Geschäftsstelle von Agilent Technologies in Verbindung.

- Ein Netzkabel (für das Bestimmungsland)
- Kalibrierzertifikat
- *Agilent 33220A Produktreferenz-CD* (Produktsoftware, Programmierungsbeispiele und Handbücher)
- Agilent Automation-Ready CD (Agilent IO Libraries Suite)
- Ein USB 2.0-Kabel

Hinweis: Sämtliche Produktinformationen für den Agilent 33220A sind auf der *Agilent 33220A Product Reference CD* enthalten, die dem Produkt beiliegt. Sie sind ebenfalls im Internet unter www.agilent.com/find/33220a erhältlich. Gedruckte Handbücher (Papierausdruck) sind auf Wunsch gegen einen Entgelt erhältlich.



Netzschalter

2 Schließen Sie den Funktionsgenerator an das Stromnetz an, und schalten Sie ihn ein.

Das Gerät führt beim Einschalten einen kurzen Selbsttest durch, der wenige Sekunden beansprucht. Sobald das Gerät einsatzbereit ist, wird eine Meldung angezeigt, der Sie einen Hinweis zum Aufrufen der Hilfe sowie die GPIB-Adresse und die USB-Kennzeichenfolge entnehmen. Nach dem Einschalten befindet sich das Gerät in der folgenden Einstellung: *Signalform Sinus*, Frequenz 1 kHz, Amplitude 100 mVss (an 50 Ω). Der Signalausgang *Output* ist nach dem Einschalten des Gerätes deaktiviert. Drücken Sie zum Aktivieren des Signalausgangs *Output* die Taste

Wenn das Gerät sich *nicht* einschalten lässt, überprüfen Sie, ob das Netzkabel fest in der Steckdose auf der Geräterückwand sitzt. (Das Gerät stellt sich beim Einschalten automatisch auf die jeweilige Netzspannung ein). Überprüfen Sie außerdem, ob das Gerät an eine spannungsführende Netzsteckdose angeschlossen ist. Überprüfen Sie dann, ob das Gerät eingeschaltet ist.

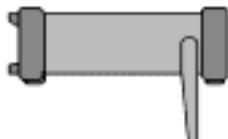
Kapitel 1 Inbetriebnahme

Inbetriebnahme des Funktionsgenerators

Falls das Gerät den Selbsttest nicht besteht, wird die Meldung „Self-Test Failed“ zusammen mit einem Fehlercode ausgegeben. Hinweise zu Fehlercodes und Anweisungen, wie Sie das Gerät an Agilent zur Reparatur einschicken können, entnehmen Sie bitte dem *Agilent 33220A Service Guide*.

Einstellen des Tragegriffs/Aufstellbügels

Wenn Sie die Position des Tragegriffs/Aufstellbügels ändern möchten, ziehen Sie die Seitenteile des Griffes nach *außen*. Drehen Sie dann den Griff in die gewünschte Position.



**Mögliche
Aufstellpositionen**



Trageposition

Einstellen der Ausgangsfrequenz

Nach dem Einschalten gibt der Funktionsgenerator ein Sinussignal mit einer Frequenz von 1 kHz und einer Amplitude von 100 mV_{ss} (an 50 Ω) aus. *Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie die Frequenz auf 1,2 MHz abändern.*

1 Drücken Sie den Softkey „Freq“.

Im Display wird die beim Einschalten automatisch gewählte Frequenz bzw. die zuletzt manuell gewählte Frequenz angezeigt. Bei einer Funktionsumschaltung bleibt die Frequenzeinstellung erhalten, sofern der aktuelle Frequenzwert für die neue Funktion zulässig ist. Wenn Sie statt der Frequenz die *Periode* einstellen möchten, drücken Sie nochmals den Softkey **Freq**; dieser hat dann die Funktion **Period** (die jeweils gültige Funktionsbezeichnung ist hell unterlegt).



2 Geben Sie den gewünschten Frequenzwert ein.

Geben Sie über die Zifferntastatur den Wert „1.2“ ein.



3 Wählen Sie die gewünschte Maßeinheit.

Drücken Sie den betreffenden Maßeinheit-Softkey. Nach dem Wählen der Maßeinheit gibt der Funktionsgenerator ein Signal mit der angezeigten Frequenz aus (sofern der Ausgang aktiv ist). Drücken Sie in diesem Beispiel den Maßeinheit-Softkey **MHz**.



Hinweis: Sie können den gewünschten Wert auch mit Hilfe des Drehknopfs und der Pfeiltasten wählen.

Einstellen der Ausgangsamplitude

Nach dem Einschalten gibt der Funktionsgenerator ein Sinussignal mit einer Amplitude von 100 mV_{SS} (an 50 Ω) aus. *Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie die Amplitude auf 50 mV_{RMS} ändern.*

1 Drücken Sie den Softkey „Ampl“.

Im Display wird die beim Einschalten automatisch gewählte Amplitude bzw. die zuletzt manuell gewählte Amplitude angezeigt. Bei einer Funktionsumschaltung bleibt die Amplitudeneinstellung erhalten, sofern der aktuelle Amplitudenwert für die neue Funktion zulässig ist. Sie können die Amplitude auch durch Einstellen eines *oberen Pegels* und eines *unteren Pegels* vorgeben. Wählen Sie hierzu durch nochmaliges Drücken des Softkeys **Ampl** die Funktion **HiLevel** bzw. **LoLevel** (die jeweils gültige Funktionsbezeichnung ist hell unterlegt).



2 Geben Sie den gewünschten Amplitudenwert ein.

Geben Sie über die Zifferntastatur den Wert „50“ ein.



3 Wählen Sie die gewünschte Maßeinheit.

Drücken Sie den betreffenden Maßeinheit-Softkey. Nach dem Wählen der Maßeinheit gibt der Funktionsgenerator ein Signal mit der angezeigten Amplitude aus (sofern der Ausgang aktiv ist). Drücken Sie in diesem Beispiel den Maßeinheit-Softkey **mV_{RMS}**.



Hinweis: Sie können den gewünschten Wert auch mit Hilfe des Drehknopfs und der Pfeiltasten wählen.

Kapitel 1 Inbetriebnahme

Einstellen der Ausgangsamplitude

Sie können die Maßeinheit für den angezeigten Amplitudenwert jederzeit ändern. Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie die Amplituden-Maßeinheit von „Vrms“ auf „Vpp“ abändern.

4 Wählen Sie den numerischen Eingabemodus.

Wählen Sie durch Drücken der Taste den numerischen Eingabemodus.



5 Wählen Sie die neue Maßeinheit.

Drücken Sie den betreffenden Maßeinheit-Softkey. Der Wert wird jetzt in der neuen Maßeinheit angezeigt. Drücken Sie in diesem Beispiel den Softkey **Vpp**. Statt des Effektivwertes „50 mVrms“ wird jetzt der entsprechende Spitze-Spitze-Wert angezeigt.



Wenn Sie die Amplitude in *Dekadenschritten* ändern möchten, setzen Sie den Cursor durch Drücken der rechten Pfeiltaste auf die Maßeinheit-Anzeige. Stellen Sie dann mit dem Drehknopf die Amplitude in Dekadenschritten auf den gewünschten Wert ein.



Einstellen der DC-Offsetspannung

Nach dem Einschalten gibt der Funktionsgenerator ein Sinussignal mit einer DC-Offsetspannung von 0 V (an 50Ω) aus. *Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie den Offsetwert auf -1.5 mVdc abändern.*

1 Drücken Sie den Softkey „Offset“.

Im Display wird die aktuelle Offsetspannung angezeigt. Bei einer Funktionsumschaltung bleibt die Offsetspannung erhalten, sofern diese für die neue Funktion zulässig ist.



2 Geben Sie die gewünschte Offsetspannung ein.

Geben Sie über die Zifferntastatur den Wert „-1.5“ ein.



3 Wählen Sie die gewünschte Maßeinheit.

Drücken Sie den betreffenden Maßeinheit-Softkey. Nach dem Wählen der Maßeinheit gibt der Funktionsgenerator ein Signal mit der angezeigten Offsetspannung aus (sofern der Ausgang aktiv ist). Drücken Sie in diesem Beispiel den Softkey **mV_{DC}**.



Hinweis: Sie können den gewünschten Wert auch mit Hilfe des Drehknopfs und der Pfeiltasten wählen.

Einstellen der oberen (HiLevel) und unteren Pegel (LoLevel)

Ein Signal können Sie definieren, indem Sie dessen Amplitude und DC-Offsetspannung wie zuvor beschrieben angeben. Eine andere Möglichkeit, die Grenzwerte für ein Signal festzulegen besteht darin, dafür einen HiLevel- und einen LoLevel-Wert (Maximum und Minimum) anzugeben. Diese Vorgehensweise bietet sich für digitale Anwendungen an. Setzen Sie gemäß dem folgenden Beispiel den HiLevel-Wert auf 1.0 V und den LoLevel-Wert auf 0.0 V.

- 1 Drücken Sie den Softkey „Ampl“, um die Amplitude anzugeben.
- 2 Drücken Sie den Softkey erneut, um auf „HiLevel“ umzuschalten.

Beachten Sie: Die beiden Softkeys **Ampl** und **Offset** schalten zusammen auf **HiLevel** oder auf **LoLevel**.



- 3 Stellen Sie nun den „HiLevel“-Wert ein.

Setzen Sie den „HiLevel“-Wert über die numerische Tastatur oder mit dem Drehknopf auf „1.0 V“. (Wenn Sie sich für die Tastatur entscheiden, müssen Sie die Einheit „V“ wählen, um den gewünschten Wert einzugeben.)



- 4 Drücken Sie den Softkey „LoLevel“ und geben Sie den gewünschten Wert an.

Setzen Sie den „LoLevel“-Wert über die numerische Tastatur oder mit dem Drehknopf auf „0.0 V“.



Die soeben vorgenommenen Einstellungen (HiLevel = „1.0 V“ und LoLevel = „0.0 V“) sind übrigens äquivalent zu den Werten „1.0 Vpp“ für die Amplitude und „500 mVdc“ für den Offset.

Wählen von „DC Volts“ (DC-Spannung)

Die Funktion von „DC Volts“ können Sie über das Menü „Utility“ wählen und eine konstante DC-Spannung anschließend als „Offset“-Wert angeben. Setzen Sie „DC Volts“ = 1.0 Vdc.

- 1 Drücken Sie **Utility** und wählen Sie anschließend den Softkey **DC On**.

Der **Offset**-Wert wird markiert.



- 2 Geben Sie den gewünschte Spannungswert als „Offset“ an.

Stellen Sie über die numerische Tastatur oder mit dem Drehknopf den Wert 1.0 Vdc ein.



Sie können einen beliebigen DC-Spannungswert aus dem Bereich von -5 Vdc bis +5 Vdc angeben.

Einstellen des Tastverhältnisses (Duty Cycle) eines Rechtecksignals (Square Wave)

Beim Einschalten des Gerätes wird das Tastverhältnis für Rechtecksignale automatisch auf 50 % eingestellt. Bei Ausgangsfrequenzen bis zu 10 MHz können Sie ein Tastverhältnis zwischen 20 % und 80 % einstellen. *Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie das Tastverhältnis auf 30 % abändern.*

1 Wählen Sie die Signalform „Square“ (Rechteck).

Drücken Sie die Taste **Square**, und stellen Sie die Ausgangsfrequenz auf einen Wert von bis zu 10 MHz ein.

2 Drücken Sie den Softkey „Duty Cycle“.

Im Display wird das aktuelle Tastverhältnis angezeigt. Das Tastverhältnis ist definiert als das Verhältnis (in Prozent) der Dauer des **HIGH**-Zustands zur Periodendauer (siehe Symbol am rechten Rand des Displays).



3 Geben Sie das gewünschte Tastverhältnis ein.

Geben Sie über die Zifferntastatur oder mit dem Drehknopf ein Tastverhältnis von 30 % ein. Die Änderung wird sofort am Ausgang des Funktionsgenerators wirksam (falls der Ausgang aktiv ist).



Konfigurieren eines Pulssignals

Sie können den Funktionsgenerator für die Ausgabe eines Pulssignals mit vorgegebener Pulsbreite und Flankenzeit konfigurieren. *Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie den Funktionsgenerator für die Ausgabe eines 500 ms-Pulses mit einer Pulsbreite von 10 ms und Flankenzeiten von 50 ns konfigurieren.*

1 Wählen Sie die Signalform „Pulse“.

Drücken Sie die Taste **Pulse**. Der Funktionsgenerator gibt daraufhin ein Pulssignal aus; die Pulsparameter entsprechen der Grundeinstellung.

2 Stellen Sie die gewünschte Pulsperiode ein.

Drücken Sie den Softkey **Period**, und stellen Sie die Pulsperiode auf 500 ms ein.



3 Stellen Sie die gewünschte Pulsbreite ein.

Drücken Sie den Softkey **Width**, und stellen Sie die Pulsbreite auf 10 ms ein. Die Pulsbreite ist definiert als das Zeitintervall zwischen dem 50 %-Punkt der positiven Flanke und dem 50 %-Punkt der nächstfolgenden negativen Flanke (siehe Symbol am rechten Rand des Displays).



4 Stellen Sie die Flankenzeit für beide Flanken ein.

Drücken Sie den Softkey **Edge Time**, und stellen Sie die Flankenzeit für *beide* Flanken (die positive und die negative) auf 50 ns ein. Die Flankenzeit ist definiert als das Zeitintervall zwischen dem 10 %-Punkt und dem 90 %-Punkt der jeweiligen Flanke (siehe Symbol am rechten Rand des Displays).

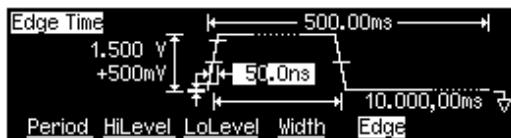


Darstellen der Signalform

Im „Graph“-Modus können Sie eine grafische Darstellung der momentan gültigen Signalparameter anzeigen. Die Softkeys erscheinen in der gleichen Reihenfolge wie im normalen Anzeigemodus und haben ferner die selben Funktionen. Allerdings wird für jeden der Softkeys jeweils nur ein Parameter (etwa **Freq** oder **Period**) angezeigt.

1 Aktivieren Sie den „Graph“-Modus.

Drücken Sie zum Aktivieren des „Graph“-Modus die Taste **Graph**. Sowohl der Name des derzeit gewählten in der oberen linken Ecke des Displays angezeigten Parameters wie auch der dem Parameter zugeordnete Zahlenwert sind hervorgehoben.



2 Wählen Sie den gewünschten Parameter.

Zum Auswählen eines bestimmten Parameters orientieren Sie sich an den entsprechenden Softkey-Beschriftungen an unteren Rand des Displays. Den Parameter Periode beispielsweise wählen Sie, indem Sie den Softkey **Period** drücken.

- Wie in der normalen Display-Betriebsart können Sie Zahlenwerte direkt über die Zifferntastatur eingeben oder mit Hilfe des Drehknopfs und der Pfeiltasten verändern.
- Umschalt-Softkeys, die bei Betätigung ihre Funktion wechseln, tun dies auch im „Graph“-Modus. Allerdings wird für jeden der Softkeys jeweils nur ein Parameter (etwa **Freq** oder **Period**) angezeigt.
- Drücken Sie zum Verlassen des „Graph“-Modus nochmals **Graph**.

Die Taste **Graph** dient in ihrer Zweitfunktion als **Local**-Taste zum Umschalten von Fernsteuerung auf manuelle Bedienung.

Ausgeben eines gespeicherten Arbiträrsignals

Fünf verschiedene, unveränderliche Arbiträrsignale sind in einem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt. *Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie den Funktionsgenerator für die Ausgabe der intern gespeicherten Signalform „exponentieller Abfall“ konfigurieren.*

Informationen über das Erstellen benutzerdefinierter Arbiträrsignale finden Sie unter „Definieren und Abspeichern eines Arbiträrsignals“ auf Seite 129.

1 Wählen Sie die Signalform „Arbitrary“.

Wenn Sie die Taste **Arb** drücken, wird kurz die gewählte Signalform angezeigt (standardmäßig ist dies „exponential rise“).

2 Wählen Sie die auszugebende Signalform.

Drücken Sie den Softkey **Select Wform** und dann zum Auswählen einer der fünf internen Arbiträrsignale den Softkey **Built-In**. Drücken Sie anschließend den Softkey **Exp Fall**. Das Signal wird unter Verwendung der aktuellen Frequenz-, Amplitude- und Offset-Einstellungen ausgegeben. Bei Bedarf können Sie diese Einstellungen ändern.



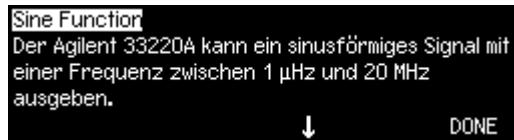
Die gewählte Signalform ist jetzt der Taste **Arb** zugeordnet. Immer, wenn Sie diese Taste drücken, wird diese Signalform ausgegeben. Wenn Sie sehen möchten, welche Arbiträrsignalform gerade gewählt ist, drücken Sie **Arb**.

Benutzung der Online-Hilfe

Die Online-Hilfe bietet zu jeder Taste und jedem Softkey kontextsensitive Unterstützung. Alternativ können Sie aus einer Liste ein interessierendes Hilfe-Thema wählen.

1 Rufen Sie die Online-Hilfe zu einer Funktionstaste auf.

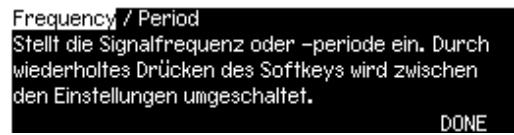
drücken Sie die Taste **Sine**, und lassen Sie die Taste gedrückt. Falls der Hilfe-Text so lang ist, dass er nicht vollständig im Display angezeigt werden kann, können Sie den nicht sichtbaren Text mit dem Softkey ↓ oder dem Drehknopf „in das Display holen“.



Drücken Sie zum Verlassen der Online-Hilfe den Softkey **DONE**.

2 Rufen Sie die Online-Hilfe zu einem Softkey auf.

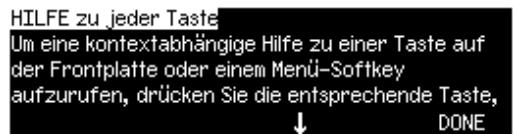
Drücken Sie den Softkey **Freq**, und lassen Sie ihn gedrückt. Falls der Hilfe-Text so lang ist, dass er nicht vollständig im Display angezeigt werden kann, können Sie den nicht sichtbaren Text mit dem Softkey ↓ oder dem Drehknopf „in das Display holen“.



Drücken Sie zum Verlassen der Online-Hilfe den Softkey **DONE**.

3 Rufen Sie die Liste der Hilfe-Themen auf.

Drücken Sie zum Aufrufen der Liste der Hilfe-Themen die Taste **Help**. Mit dem Softkey ↑ oder ↓ oder mit dem Drehknopf können Sie in der Liste „blättern“. Wählen Sie das dritte Thema „*HILFE zu jeder Taste*“, und drücken Sie anschließend **SELECT**.



Drücken Sie zum Verlassen der Online-Hilfe den Softkey **DONE**.

4 Rufen Sie die Hilfe-Information zu angezeigten Meldungen auf.

Wenn ein Grenzwert überschritten oder eine ungültige Einstellung vorgenommen wird, zeigt der Funktionsgenerator eine Fehlermeldung an. Wenn Sie beispielsweise einen Wert eingeben, der das Frequenzlimit für die gewählte Funktion überschreitet, erscheint eine Fehlermeldung. Die Online-Hilfe liefert zusätzliche Informationen über die zuletzt angezeigte Meldung.

Drücken Sie die Taste **Help**, wählen Sie das erste Thema „*Zuletzt angezeigte Meldung betrachten*“ und dann **SELECT**.

Frequency oberer Grenzwert = 20.000,000MHz.
Der spezifizierte Wert überschreitet den oberen Grenzwert für diesen Parameter. Das Gerät hat den Parameter auf den oberen Grenzwert eingestellt.
DONE

Drücken Sie **DONE**, um die Online-Hilfe schließen.

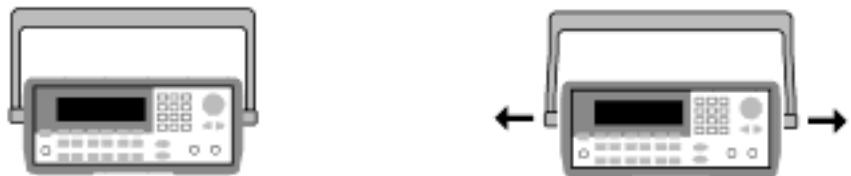
Online-Hilfe in Ihrer Landessprache: Die Online-Hilfe ist in mehreren Sprachen verfügbar. Alle Meldungen, die kontextsensitiven Hilfe-Texte und die Hilfe-Themen werden in der jeweils gewählten Sprache angezeigt. Die Softkey-Funktionsbezeichnungen und Statuszeilen-Meldungen sind nicht übersetzt.

Drücken Sie zum Wählen Ihrer Landessprache die Taste **Utility** und dann nacheinander die Softkeys **System** und **Help In**. Wählen Sie die gewünschte Sprache.

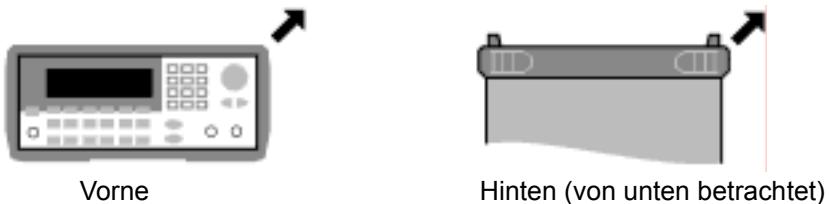
Gestelleinbau des Funktionsgenerators

Sie können den Agilent 33220A in ein 19-Zoll-Normgestell einbauen. Hierfür benötigen Sie einen optionalen Gestelleinbausatz. Es stehen zwei solcher Einbausätze zur Auswahl. Die Gestelleinbausätze enthalten alle erforderlichen Kleinteile und eine ausführliche Einbauanleitung. Neben einem Agilent 33220A können Sie noch ein beliebiges weiteres Agilent *System II*-Gerät gleicher Größe einbauen.

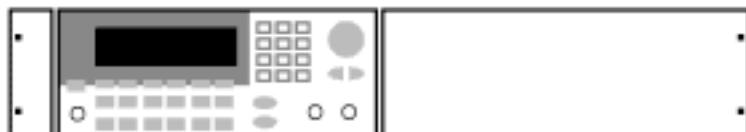
Hinweis: Entfernen Sie den Griff sowie die Gummistoßdämpfer auf der Vorder- und Rückseite, bevor Sie das Gerät in ein Gestell einbauen.



Um den Griff zu entfernen, müssen Sie ihn in die aufrechte Position bringen und die Enden nach außen ziehen.

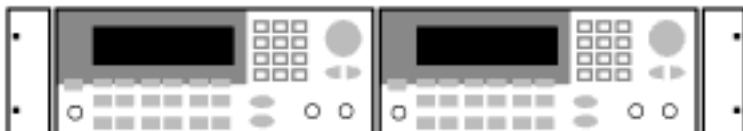


Zum Entfernen eines Stoßdämpfers müssen Sie diesen an einer Ecke anziehen und dann vom Gehäuse abziehen.



Zum Gestelleinbau eines einzelnen Gerätes benötigen Sie das Adapter-Kit 5063-9240.

Kapitel 1 Inbetriebnahme
Gestelleinbau des Funktionsgenerators



Zum Einbau von zwei Geräten nebeneinander benötigen Sie den Verbindungssatz 5061-9694 und den Flanscheinbausatz 5063-9212. Die Laufschienen im Gestell müssen benutzt werden.

Zur Vermeidung von Überhitzung darf der Luftstrom durch das Gerät nicht behindert werden. Lassen Sie hinter, neben und unter dem Gerät so viel Platz, dass eine ausreichende Kühlung gewährleistet ist.

Manuelle Bedienung

Manuelle Bedienung

Dieses Kapitel gibt eine Einführung in die (Fest-) Funktionstasten und Softkey-Menüs. Es enthält keine ausführlichen Beschreibungen der einzelnen Tasten oder Menüs, sondern stellt lediglich die zugrunde liegenden Konzepte vor. Detaillierte Informationen über die verschiedenen Gerätefunktionen und deren Benutzung finden Sie in Kapitel 3 „Leistungsmerkmale und Funktionen“, das auf Seite 62 anfängt.

- Übersicht über die Softkey-Menüs, *Seite 35*
- Spezifizieren des Lastwiderstands, *Seite 38*
- Zurücksetzen des Funktionsgenerators, *Seite 39*
- Ausgabe eines modulierten Signals, *Seite 40*
- Ausgabe eines FSK-modulierten Signals, *Seite 42*
- Ausgabe eines PWM-Signals, *Seite 46*
- Frequenzwobbelung, *Seite 46*
- Ausgabe eines Burst-Signals, *Seite 48*
- Triggerung einer Wobbelung oder eines Bursts, *Seite 50*
- Abspeichern des aktuellen Gerätezustands, *Seite 51*
- Konfigurieren der Fernsteuerungsschnittstelle, *Seite 53*

Übersicht über die Softkey-Menüs

Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht über die Softkey-Menüs. Der restliche Teil dieses Kapitels enthält Beispiele für die Anwendung dieser Menüs.

Mod

Konfigurieren der Modulationsparameter für AM, FM, PM, FSK und PWM.

- Wahl des gewünschten Modulationstyps.
- Wahl zwischen interner oder externer Modulationsquelle.
- Für AM: Vorgabe des Modulationsgrades, der Modulationsfrequenz und der Modulationssignalform.
- Für FM: Vorgabe des Frequenzhubs, der Modulationsfrequenz und der Modulationssignalform.
- Für AM: Vorgabe des Phasenhubs, der Modulationsfrequenz und der Modulationssignalform.
- Für FSK: Vorgabe der FSK-„Hop“-Frequenz und FSK-Umtastrate.
- Für PWM: Vorgabe der PWM-Abweichung, der Modulationsfrequenz und der Modulationssignalform.

Sweep

Konfigurieren der Parameter für Frequenzwobbelung.

- Wahl zwischen linearer oder logarithmischer Wobbelung.
- Wahl der Start-/Stop-Frequenzen oder der Mittenfrequenz/Wobbelbandbreite.
- Wahl der Wobbelzeit (in Sekunden).
- Spezifizieren einer Markenfrequenz.
- Wahl einer interner oder externer Triggerquelle für die Wobbelung.
- Für externe Triggerquelle: Wahl der Triggerflanke (positive oder negative Flanke).
- Wahl der Flanke (positive oder negative Flanke) für das Signal „Trig Out“.

Kapitel 2 Manuelle Bedienung

Übersicht über die Softkey-Menüs

Burst

Konfigurieren der Burst-Parameter.

- Wahl der Burst-Betriebsart: „N Cycle“ (getriggert) oder „externally-gated“ (torgesteuert).
- Wahl der Anzahl der Zyklen pro Burst (1 bis 50,000, oder unendlich).
- Wahl der Start-Phase des Bursts (-360° bis +360°).
- Spezifizieren des Zeitintervalls zwischen dem Anfang eines Bursts und dem Anfang des nächsten Bursts.
- Wahl einer internen oder externen Triggerquelle für den Burst.
- Für externe Triggerquelle: Wahl der Triggerflanke (positive oder negative Flanke).
- Wahl der Flanke (positive oder negative Flanke) für das Signal „Trig Out“.

**Store/
Recall**

Speichern und Zurückladen von Einstellungen.

- Nichtflüchtiges Abspeichern von bis zu vier Einstellungen.
- Benennen der gespeicherten Einstellungen mit benutzerdefinierten Namen.
- Zurückladen gespeicherter Einstellungen.
- Zurücksetzen aller Einstellungen auf die Standardwerte.
- Wahl des „Einschalt-Zustands“ (d. h. des Zustands, in dem sich das Gerät nach dem Einschalten befindet): „last“ (wie vor dem Ausschalten) der „factory default“ (Grundeinstellung).

Utility Konfigurieren von Systemparametern.

- Ausgabe einer Gleichspannung.
- Aktivieren/Deaktivieren des über den Anschluss „Sync“ ausgegebenen Synchronisationssignals.
- Spezifizieren des Lastwiderstands (1 Ω bis 10 kΩ, oder unendlich).
- Aktivieren/Deaktivieren der automatischen Amplitudenbereichswahl.
- Wahl der Signalpolarität (normal oder invertiert).
- Wahl der GPIB-Adresse.
- Spezifizieren der LAN-Konfiguration (IP-Adresse und Netzwerkkonfiguration).
- Wahl zwischen Dezimalpunkt oder Dezimalkomma (für die Anzeige numerischer Werte im Display).
- Wahl der Sprache für Meldungen und Hilfe-Texte.
- Aktivieren/Deaktivieren des Signaltuns bei Fehlermeldungen.
- Aktivieren/Deaktivieren des Display-Hintergrundbeleuchtungsschoners.
- Einstellen des Display-Kontrasts.
- Durchführen eines Selbsttests.
- Aktivieren/Deaktivieren des Kalibrierschutzes.
- Abfrage der Firmware-Versionscodes.

Help Abrufen der Liste der Hilfe-Themen.

- Abrufen der zuletzt angezeigten Meldung.
- Abrufen der Fernsteuerungs-Fehlerwarteschlange.
- Abrufen der kontextsensitiven Hilfe für eine bestimmte Taste.
- Wie wird das Gerät für die Ausgabe einer reinen Gleichspannung konfiguriert?
- Wie wird ein moduliertes Signal generiert?
- Wie wird ein Arbiträrsignal definiert?
- Wie wird das Gerät in die Grundeinstellung gebracht?
- Wie stellt man ein Signal im „Graph“-Modus dar?
- Wie synchronisiert man mehrere Geräte miteinander?
- Wie erhält man technische Unterstützung?

Spezifizieren des Lastwiderstands

Der Anschluss *Output* hat eine unveränderliche Ausgangsimpedanz von 50 Ohm. Die im Display angezeigten Amplituden- und Offsetwerte gelten normalerweise für einen Lastwiderstand von 50 Ohm. Falls der Lastwiderstand von diesem Sollwert abweicht, müssen Sie dies dem Funktionsgenerator „mitteilen“, da sonst falsche Amplituden- und Offsetwerte angezeigt werden. Der von Ihnen eingegebene Lastwiderstandswert dient lediglich zur rechnerischen Korrektur der Amplituden- und Offsetwerte und hat keine Auswirkungen auf die Ausgangsimpedanz des Funktionsgenerators.

- 1 Drücken Sie **Utility**.
- 2 Rufen Sie das Menü zur Vorgabe der Ausgangsimpedanz auf.

Drücken Sie nacheinander die Softkeys **Output Setup** und **Load**.



- 3 Spezifizieren Sie den Lastwiderstand.

Geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den Lastwiderstand ein, oder wählen durch nochmaliges Drücken des Softkeys **Load** den Wert „High Z“ (hochohmiger Abschluss).

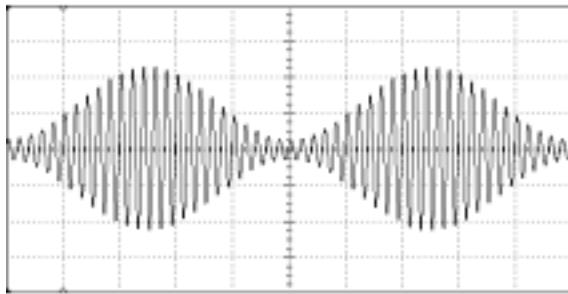
Zurücksetzen des Funktionsgenerators

Wenn Sie den Funktionsgenerator in die Grundeinstellung (Reset) bringen möchten, drücken Sie  und anschließend den Softkey **Set to Defaults**. Bestätigen Sie den Vorgang durch Drücken des Softkeys **YES**.

Eine vollständige Liste der Reset-Werte finden Sie unter „*Agilent 33220A: Grundeinstellungen*“ auf Seite 163.

Ausgabe eines modulierten Signals

Ein moduliertes Signal besteht aus einem *Trägersignal mit einem aufgeprägten Modulationssignal*. Bei Amplitudenmodulation (AM) wird die Amplitude des Trägersignals durch momentane Spannung des Modulationssignals verändert. In diesem Beispiel wird ein AM-Signal mit einem Modulationsgrad von 80 % ausgegeben. Das Trägersignal ist ein Sinusignal mit einer Frequenz von 5 kHz und das Modulationssignal ein Sinussignal mit einer Frequenz von 200 Hz.



1 Wählen Sie die Signalform, Frequenz und Amplitude des Trägersignals.

Drücken Sie **Sine** und dann nacheinander die Softkeys **Freq**, **Ampl** und **Offset**, und wählen Sie die gewünschten Signalparameter. *Wählen Sie in diesem Beispiel die Signalform Sinus, eine Frequenz von 5 kHz und eine Amplitude von 5 Vpp.*

2 Wählen Sie den Modulationstyp AM.

Drücken Sie **Mod** und anschließend mit dem Softkey **Type** den Modulationstyp „AM“. Beachten Sie die Statusmeldung „AM by Sine“ in der oberen linken Ecke des Displays.

3 Wählen Sie den Modulationsgrad.

Drücken Sie den Softkey **AM Depth**, und geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den Wert 80 % ein.



4 Wählen Sie die Modulationsfrequenz.

Drücken Sie den Softkey **AM Freq**, und geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den Wert 200 Hz ein.



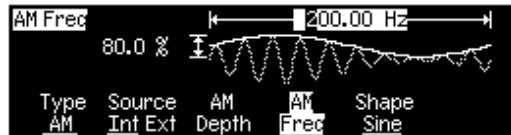
5 Wählen Sie die Modulationssignalform.

Wählen Sie mit dem Softkey **Shape** die gewählte Modulationssignalform. Wählen Sie in diesem Fall die Signalform „Sine“.

Der Funktionsgenerator gibt jetzt ein amplitudenmoduliertes Signal mit den spezifizierten Modulationsparametern aus (sofern der Ausgang aktiv ist).

6 Grafische Signaldarstellung.

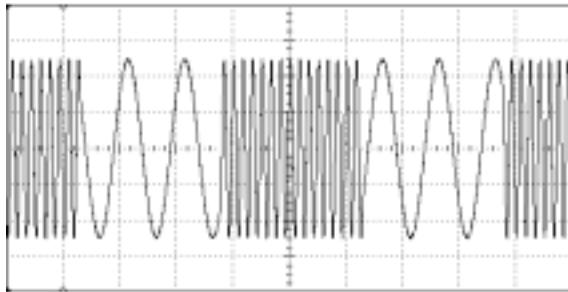
Drücken Sie **Graph**, um eine grafische Darstellung der Signalparameter zu erhalten.



Drücken Sie zum Abschalten des „Graph“-Modus nochmals **Graph**.

Ausgabe eines FSK-modulierten Signals

In der Betriebsart FSK (Frequency Shift Keying, Frequenzumtastung) wird die Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit von einem internen oder externen Modulationssignal zwischen zwei vorgegebenen Werten umgeschaltet. Die beiden Frequenzen werden als „Trägerfrequenz“ bzw. als „Hop-Frequenz“ bezeichnet. Die Frequenzumschaltrate wird durch die Frequenz des internen Modulationssignals bzw. des Signals am Eingang *Trig In* bestimmt. *In diesem Beispiel wird die Trägerfrequenz auf 3 kHz, die „Hop“-Frequenz auf 500 Hz und die FSK-Rate auf 100 Hz eingestellt.*



1 Wählen Sie die Signalform, Frequenz und Amplitude des Trägersignals.

Drücken Sie **Sine** und dann nacheinander die Softkeys **Freq**, **Ampl** und **Offset**, und wählen Sie die gewünschten Signalparameter. *Wählen Sie in diesem Beispiel die Signalform Sinus, eine Frequenz von 3 kHz und eine Amplitude von 5 Vpp.*

2 Wählen Sie den Modulationstyp FSK.

Drücken Sie **Mod** und anschließend mit dem Softkey **Type** den Modulationstyp „FSK“. Beachten Sie die Statusmeldung „FSK“ in der oberen linken Ecke des Displays.

3 Spezifizieren Sie die „Hop“-Frequenz.

Drücken Sie den Softkey **Hop Freq**, und geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den Wert 500 Hz ein.



4 Spezifizieren Sie die FSK-Rate.

Drücken Sie den Softkey **FSK Rate** und setzen Sie diese anschließend über die numerische Tastatur oder mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten auf den Wert 100 Hz.



An dieser Stelle gibt der Funktionsgenerator ein FSK-Signal aus (wenn die Ausgabe aktiviert ist).

5 Grafische Signaldarstellung.

Drücken Sie **Graph**, um die Signalparameter anzuzeigen.



Um dem „Graph“-Modus auszuschalten, drücken Sie **Graph** von neuem.

Ausgabe eines PWM-Signals

Sie können den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass er ein pulsbreitenmoduliertes (pulse width modulated: PWM) Signal ausgibt. Der Agilent 33220A ermöglicht die Pulsbreitenmodulation (PWM) für Puls trägersignale. PWM ist der einzige Modulationstyp, der für Pulssignale verfügbar ist. Bei der PWM wird die Pulsbreite bzw. das Tastverhältnis des Trägersignals entsprechend dem Modulationssignal variiert. Sie können entweder eine Pulsbreite und eine Breitenabweichung oder ein Pulstastverhältnis und eine Tastverhältnisabweichung angeben, wobei die jeweilige Abweichung vom Modulationssignal gesteuert wird.

Im nachfolgenden Beispiel geben Sie die Pulsbreite und Pulsbreitenabweichung für ein Pulssignal von 1 kHz mit einem Sinus-Modulationssignal von 100 Hz an.

1 Wählen Sie die Trägersignalparameter.

Drücken Sie **Pulse** und anschließend die Softkeys **Freq**, **Ampl**, **Offset**, **Width** und **Edge Time**, um das Trägersignal zu konfigurieren. In diesem Beispiel wählen Sie ein Pulssignal von 1 kHz mit der Amplitude 1 Vpp, dem Offsetwert Null, einer Pulsbreite von 100 µs und einer Flankenzeit von 50 ns.

2 Wählen Sie PWM.

Drücken Sie **Mod** (PWM ist der einzige für **Pulse** verfügbare Modulationstyp). Beachten Sie: Links oben auf dem Display wird die Statusmeldung „PWM by Sine“ angezeigt.

3 Stellen Sie die Pulsbreitenabweichung ein.

Drücken Sie den Softkey **Width Dev** und stellen Sie über die numerische Tastatur oder mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten den Wert 20 µs ein.



4 Stellen Sie die Modulationsfrequenz ein.

Drücken Sie den Softkey **PWM Freq** und geben Sie mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten oder über die Zifferntastatur den Wert 5 Hz ein.



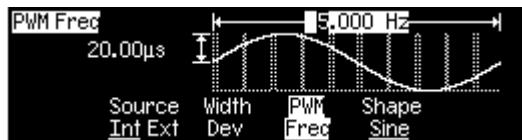
5 Wählen Sie die Modulationssignalform.

Drücken Sie den Softkey **Shape**, um die Form des Modulationssignals auszuwählen. Wählen Sie in diesem Fall die Signalform „Sine“.

Der Funktionsgenerator gibt jetzt ein PWM-Signal mit den vorgegebenen Modulationsparametern aus (sofern der Ausgang aktiv ist).

6 Grafische Darstellung der Signalparameter.

Drücken Sie **Graph**, um das Signal und die Parameter anzuzeigen.

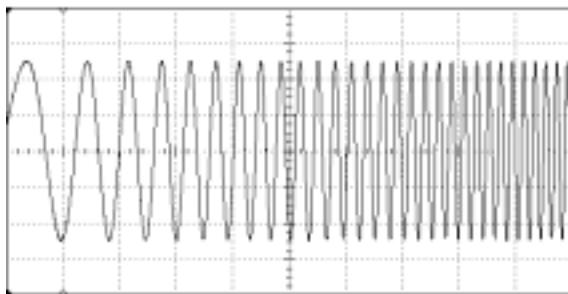


Drücken Sie zum Abschalten des „Graph“-Modus nochmals **Graph**.

Wenn Sie allerdings die tatsächliche PWM-Signalform sehen möchten, müssen Sie sie an einem Oszilloskop ausgeben. Aus dem Oszillogramm ist ersichtlich, wie die Pulsbreite variiert; in diesem Fall zwischen den Werten 80 und 120 μs. Bei einer Modulationsfrequenz von 5 Hz ist die Abweichung deutlich zu erkennen.

Frequenzwobbelung

In der Betriebsart „frequency sweep“ (Frequenzwobbelung) wird die Ausgangsfrequenz schrittweise mit einer vorgegebenen *Wobbelrate* von einer vorgegebenen *Start-Frequenz* bis zu einer vorgegebenen *Stop-Frequenz* verändert. Sowohl die Richtung der Wobbelung (aufwärts oder abwärts) als auch deren Zeitverlauf (linear oder logarithmisch) ist wählbar. *In diesem Beispiel wird die Frequenz von 50 Hz bis 5 kHz gewobbelt. Die übrigen Parameter (Wobbeltriggerquelle intern, Wobbelcharakteristik linear, Wobbelzeit 1 s) werden gegenüber der Grundeinstellung nicht verändert.*



1 Wählen Sie die Signalform und die Amplitude des gewobbelten Signals.

Die Signalformen Sinus, Rechteck, Sägezahn und Arbiträr können gewobbelt werden, nicht jedoch die Signalformen Puls, Rauschen und DC. *Wählen Sie in diesem Beispiel die Signalform Sinus und eine Amplitude von 5 Vpp.*

2 Wählen Sie die Wobbelbetriebsart.

Drücken Sie **Sweep** und vergewissern Sie sich, dass die Wobbelcharakteristik „linear“ gewählt ist. Beachten Sie die Statusmeldung „Linear Sweep“ in der oberen linken Ecke des Displays.

3 Stellen Sie die Start-Frequenz ein.

Drücken Sie den Softkey **Start**, und geben Sie mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten oder über die Zifferntastatur den Wert 50 Hz ein.



4 Stellen Sie die Stop-Frequenz ein.

Drücken Sie den Softkey **Stop**, und geben Sie mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten oder über die Zifferntastatur den Wert 5 kHz ein.



Der Funktionsgenerator gibt jetzt ein kontinuierlich von 50 Hz bis 5 kHz gewobbeltes Signal aus (sofern der Ausgang aktiv ist).

Hinweis: Wenn Sie möchten, können Sie die Frequenzgrenzen für die Wobbelung auch durch Vorgabe der *Mittenfrequenz* und der *Wobbelbandbreite* spezifizieren. Diese Parameter stehen in direktem Zusammenhang mit den Start- und Stop-Frequenzen. Im vorliegenden Beispiel müssen Sie die Mittenfrequenz auf 2.525 kHz und die Wobbelbandbreite auf 4.950 kHz einstellen, um den gleichen Wobbelbereich zu erhalten.

5 Grafische Signaldarstellung.

Drücken Sie **Graph**, um eine grafische Darstellung der Signalparameter zu erhalten.

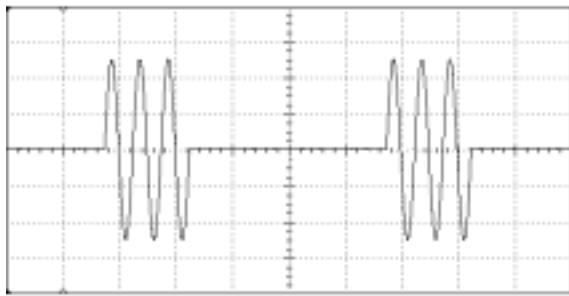


Drücken Sie zum Abschalten des „Graph“-Modus nochmals **Graph**.

Durch Drücken der Taste **Trigger** können Sie einen einzelnen Wobbelzyklus auslösen. Weitere Informationen siehe unter „Triggerung einer Wobbelung oder eines Bursts“ auf Seite 50.

Ausgabe eines Burst-Signals

Sie können den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass er einen *Burst*, d. h. eine bestimmte Anzahl von Impulsen ausgibt. Die Puls-wiederholrate wird entweder von dem internen Wiederholratengenerator oder von dem Signal am rückseitigen Eingang *Trig In* bestimmt. *In diesem Beispiel wird ein Sinus-Burst mit einer Länge von drei Zyklen und einer Burst-Periode von 20 ms ausgegeben. Für die übrigen Parameter werden die Standardwerte beibehalten: Burst-Quelle intern, Start-Phase 0 Grad.*



1 Wählen Sie die Signalform und die Amplitude des Burst-Signals.

Für Burst-Signale sind die Signalformen Sinus, Rechteck, Sägezahn, Puls oder Arbiträr verfügbar. (Rauschen ist nur in der torgesteuerten Burst-Betriebsart verfügbar; DC ist nicht verfügbar). *Wählen Sie in diesem Beispiel die Signalform Sinus und eine Amplitude von 5 Vpp.*

2 Wählen Sie die Burst-Betriebsart.

Drücken Sie **Burst** und vergewissern Sie sich, dass die Betriebsart „N Cycle“ (intern getriggert) gewählt ist. Beachten Sie die Statusmeldung „N Cycle Burst“ in der oberen linken Ecke des Displays.

3 Spezifizieren Sie die Anzahl der Zyklen.

Drücken Sie den Softkey **#Cycles** und geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den Wert „3“ ein.



4 Spezifizieren Sie die Burst-Periode.

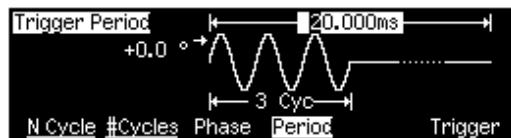
Drücken Sie den Softkey **Burst Period**, und geben Sie mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten oder über die Zifferntastatur den Wert 20 ms ein. Die Burst-Periode ist das Zeitintervall vom Anfang eines Bursts bis zum Anfang des nächsten Bursts (siehe das im Display dargestellte Symbol).



Der Funktionsgenerator gibt jetzt eine kontinuierliche Folge von Bursts mit je drei Zyklen aus (sofern der Ausgang aktiv ist).

5 Grafische Signaldarstellung.

Drücken Sie **Graph**, um eine grafische Darstellung der Signalparameter zu erhalten.



Drücken Sie zum Abschalten des „Graph“-Modus nochmals **Graph**.

Durch Drücken der Taste **Trigger** können Sie einen einzelnen Burst (mit der spezifizierten Anzahl von Zyklen) erzeugen. Weitere Informationen siehe unter „Triggerung einer Wobbelung oder eines Bursts“ auf Seite 50.

Sie können außerdem mit Hilfe eines externen Torsignals am rückseitigen Eingang *Trig In* das Ausgangssignal ein- oder ausschalten. Weitere Informationen siehe unter „Betriebsart „Burst““ auf Seite 115.

Triggerung einer Wobbelung oder eines Bursts

In der manuellen Betriebsart können Sie eine Wobbelung oder einen Burst durch einen *manuellen* oder einen *internen* Trigger auslösen.

- *Interne* oder „automatische“ Triggerung ist die Standard-Betriebsart. Bei interner Triggerung gibt der Funktionsgenerator in der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kontinuierlich ein Signal aus.
- Bei *manueller* Triggerung gibt der Funktionsgenerator jedesmal, wenn Sie die Taste  drücken, einen Wobbelzyklus bzw. einen Burst aus. Durch mehrmaliges Drücken dieser Taste können Sie mehrere Wobbelzyklen oder Bursts auslösen.
- Die Taste  ist in folgenden Fällen ohne Funktion: a) der Funktionsgenerator befindet sich in der ferngesteuerten Betriebsart (was daran zu erkennen ist, dass im Display das Fernsteuerungssymbol angezeigt wird); b) es wurde eine andere Funktion als „Sweep“ oder „Burst“ gewählt; c) der Ausgang wurde deaktiviert. Wenn der Funktionsgenerator manuell getriggert wird, blinkt die Taste  kurz (indem sie vorübergehend erlischt).

Abspeichern des aktuellen Gerätzustands

Sie können den aktuellen Gerätzustand (der die weiter unten beschriebenen Einstellungen umfasst) in eines von vier nichtflüchtigen Registern abspeichern. Beim Ausschalten des Gerätes wird der dann aktuelle Gerätzustand automatisch in ein fünftes Register abgespeichert. Sie können das Gerät so konfigurieren, dass es beim erneuten Einschalten automatisch wieder in diesen Zustand gebracht wird.

1 Wählen Sie das gewünschte Register.

Drücken Sie  und anschließend den Softkey **Store State**.



2 Geben Sie (falls Sie dies wünschen) dem gewählten Register einen anwendungsbezogenen Namen.

Die Register sind standardmäßig mit „STATE_1“ bis „STATE_4“ bezeichnet. Bei Bedarf können Sie diese Namen ändern.



- Der Name kann bis zu zwölf Zeichen enthalten. Das erste Zeichen muss ein Buchstabe sein, die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern oder das Unterstrich-Zeichen („_“) sein.
- Wenn Sie weitere Zeichen hinzufügen möchten, drücken Sie die rechte Pfeiltaste so oft, bis der Cursor sich rechts vom derzeitigen Namen befindet, und drehen Sie dann am Drehknopf.
- Durch Drücken der Taste  können Sie alle Zeichen rechts von der Cursor-Position löschen.

Kapitel 2 Manuelle Bedienung

Abspeichern des aktuellen Gerätezustands

- Ziffern können Sie direkt über die Zifferntastatur eingeben. Um das Unterstrich-Zeichen („_“) einzugeben, drücken Sie die Dezimalpunkt-Taste in der Zifferntastatur.

3 Speichern Sie den Gerätezustand ab.

Drücken Sie den Softkey **STORE STATE**. Daraufhin werden folgende Einstellungen in das gewählte Register abgespeichert: Funktion, Frequenz, Amplitude, DC-Offset, Tastverhältnis, Symmetrie und (gegebenenfalls) Modulationsparameter. Beachten Sie, dass flüchtige Arbiträrsignale *nicht* abgespeichert werden.

Konfigurieren der Fernsteuerungsschnittstelle

Der Agilent 33220A unterstützt den Fernsteuerungsbetrieb mit drei unterschiedlichen Schnittstellen: GPIB, USB und LAN (kompatibel zu LXI Klasse C). Alle drei Schnittstellen werden mit dem Einschalten des Geräts aktiviert. Anhand der folgenden Anleitung können Sie die Fernsteuerungsschnittstelle über die Frontplatte des Geräts konfigurieren.

Hinweis: Die zwei zusammen mit dem Gerät gelieferten CD-ROMs enthalten Konnektivitäts-Software, durch die Kommunikation über diese Schnittstellen erst ermöglicht wird. Weitere Informationen zur Konnektivitäts-Software und den Produkt-CD-ROMs finden Sie unter „Konnektivitäts-Software und Produkt-CD-ROMs“ auf Seite 143.

GPIB-Konfiguration

Sie müssen lediglich eine GPIB-Adresse auswählen.

1 Wählen Sie das Menü „I/O“.

Drücken Sie **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**.



2 Richten Sie die GPIB-Adresse ein.

Wählen Sie mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten oder über die numerische Tastatur eine GPIB-Adresse aus dem Wertebereich 0 bis 30 (die herstellerseitige Standardeinstellung lautet „10“).

Die GPIB-Adresse wird beim Einschalten des Gerät im Display angezeigt.

3 Verlassen Sie das Menü.

Drücken Sie den Softkey **DONE**.

USB-Konfiguration

Für die USB-Schnittstelle müssen keine Konfigurationsparameter an der Frontplatte eingestellt werden. Schließen Sie den Agilent 33220A über ein geeignetes USB-Kabel an den PC an. Die Schnittstelle konfiguriert sich anschließend selbst. Drücken Sie im Menü „I/O“ den Softkey **Show USB Id**, um den Identifikationsstring der USB-Schnittstelle anzuzeigen. Unterstützt werden sowohl USB 1.1 als auch USB 2.0.

LAN-Konfiguration

Zum Einrichten der Netzwerkkommunikation über die LAN-Schnittstelle müssen unter Umständen mehrere Parameter festgelegt werden. In erster Linie müssen Sie eine IP-Adresse einrichten. Möglicherweise müssen Sie Ihren Netzwerkadministrator bitten, Ihnen beim Einrichten der Kommunikationsverbindung zur LAN-Schnittstelle zu helfen.

1 Wählen Sie das Menü „I/O“.

Drücken Sie **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**.



2 Wählen Sie das Menü „LAN“.

Drücken Sie den Softkey **LAN**.



Sie können unter **Modify Settings** die LAN-Einstellungen auswählen. Unter **Current Config** können Sie die aktuellen LAN-Einstellungen anzeigen (einschließlich der MAC-Adresse).

Drücken Sie auf **Modify Settings**.



Wählen Sie aus diesem Menü **Reset LAN** für den LAN-Neustart, **IP Setup** für das Einrichten einer IP-Adresse und der entsprechenden Parameter, **DNS Setup** für die DNS-Konfiguration oder **Password**, um ein Passwort für die Webserver-Schnittstelle einzurichten.

Hinweis: Mit dem Drehknopf oder den Cursortasten können Sie ein Passwort einrichten (verwenden Sie die Taste  , um alle Zeichen rechts der Cursorposition zu löschen). Sie werden von der Webserver-Schnittstelle aufgefordert, das Passwort zum Schutz bestimmter Fenster einzugeben. Weitere Informationen finden Sie unter „Web-Schnittstelle des Agilent 33220A“ auf Seite 153.

3 Richten Sie ein Internet-Protokoll ein („IP Setup“).

Um den Agilent 33220A in einem Netzwerk einsetzen zu können, müssen Sie zuerst einen IP-Setup, einschließlich der IP-Adresse, durchführen und möglicherweise zusätzlich eine Subnet Mask und eine Gateway-Adresse einrichten. Drücken Sie den Softkey **IP Setup**. Standardmäßig werden daraufhin die Protokolle **DHCP** und **Auto IP** auf **On** gesetzt.



Mit der Einstellung **DHCP On** wird vom DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) automatisch eine IP-Adresse eingerichtet, wenn Sie den Agilent 33220A an das Netzwerk anbinden, vorausgesetzt, der DHCP-Server wird aufgefunden und ist dazu in der Lage. DHCP richtet, falls erforderlich, auch automatisch die Subnet Mask und die Gateway-Adresse ein. *Dies ist im Allgemeinen der einfachste Weg, eine LAN-Kommunikation für Ihr Gerät einzurichten. Sie brauchen lediglich die Einstellung **DHCP On** beizubehalten.*

Falls DHCP nicht in der Lage ist, eine IP-Adresse zuzuordnen, wird dies von Auto IP nach einer Unterbrechung versucht, wobei **Auto IP** auf **On** eingestellt sein muss.

Wenn es jedoch nicht möglich ist, eine Kommunikation mittels DHCP oder Auto IP herzustellen, müssen Sie die IP-Adresse manuell einrichten, sowie ferner eine Subnet-Mask und eine Gateway-Adresse, falls diese verwendet werden. Führen Sie die folgenden Schritte aus:

- Richten Sie die IP-Adresse („IP Address“) ein.** Drücken Sie die Softkeys, um **DHCP Off** und **Auto IP Off** zu wählen. Die Softkeys für die manuelle Auswahl und die aktuelle IP-Adresse werden angezeigt:



Welche IP-Adresse zu verwenden ist, erfahren Sie von Ihrem Netzwerkadministrator. Alle IP-Adressen weisen die *Punktnotation* „nnn.nnn.nnn.nnn“ auf, wobei es sich bei „nnn“ jeweils um einen Byte-Wert im Bereich von 0 bis 255 handelt. Eine neue IP-Adresse können Sie über die numerische Tastatur (nicht mit dem Drehknopf)

eingeben. Geben Sie die Ziffern und die Punkt-Trennzeichen einfach über die Tastatur ein. Verwenden Sie die Links-Cursor-Taste als Rücktaste. *Geben Sie keinesfalls führende Nullen ein.* Genauere Angaben hierzu siehe „Weitere Informationen zu IP-Adressen und zur Punkt-Notation“ am Ende dieses Abschnitts.

- b. **Richten Sie die „Subnet Mask“ ein.** Die Subnet Mask ist erforderlich, wenn Ihr Netzwerk in Subnetze untergliedert ist. Wenden Sie sich an Ihren Netzwerkadministrator, um zu erfragen, ob eine Subnet Mask erforderlich ist und, falls ja, welche Sie verwenden sollen. Drücken Sie den Softkey **Subnet Mask** und geben Sie die Subnet Mask (über die Tastatur) im IP-Adressformat ein.



- c. **Richten Sie das Standard-Gateway („Default Gateway“) ein.** Bei der Gateway-Adresse handelt es sich um die Adresse eines Gateways (Hardware und/oder Software), das zwei Netzwerke miteinander verbindet. Wenden Sie sich an Ihren Netzwerkadministrator, um zu erfragen, ob ein Gateway in Verwendung ist, und falls ja, welche Adresse dieses hat. Drücken Sie den Softkey **Default Gateway** und geben Sie (über die Tastatur) die Gateway-Adresse im IP-Adressformat ein.
- d. **Verlassen Sie das Menü „IP Setup“.** Drücken Sie **DONE**, um zum „Modify Settings“-Menü zurückzukehren.

4 Konfigurieren Sie das „DNS Setup“ (optional).

DNS (Domain Name Service) ist ein Internet-Dienst, der die Namen von Domains in IP-Adressen übersetzt. Fragen Sie Ihren Netzwerkadministrator, ob ein DNS in Verwendung ist und, falls ja, welcher Name für den Host, für die Domain und welche Adresse für den DNS-Server Sie verwenden sollen.

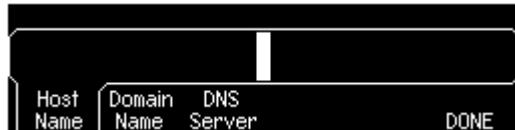
Rufen Sie das Menü „Modify Settings“ auf.



Kapitel 2 Manuelle Bedienung

Konfigurieren der Fernsteuerungsschnittstelle

Drücken Sie den Softkey **DNS Setup**, um das Feld „Host Name“ anzuzeigen.



- a. **Richten Sie den „Host Name“ ein.** Geben Sie den Hostname ein.
Beim Hostname handelt es sich um den Host-Anteil des Domain-Namens, der anschließend in eine IP-Adresse übersetzt wird. Der Hostname wird als Zeichenfolge mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten (zum Auswählen und Ändern von Zeichen) eingegeben. Der Hostname kann Buchstaben, Ziffern und Bindestriche (,-“) enthalten. Die Tastatur können Sie nur für die numerischen Zeichen verwenden.
Drücken Sie , um alle Zeichen rechts neben dem Cursor zu löschen.
- b. **Richten Sie den „Domain Name“ ein.** Drücken Sie den Softkey **Domain Name** und geben Sie den Namen der Domain ein. Der Domain-Name wird anschließend in eine IP-Adresse übersetzt. Der Domain-Name wird als Zeichenfolge mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten (zum Auswählen und Ändern von Zeichen) eingegeben. Der Domain-Name kann Buchstaben, Ziffern, Bindestriche (,-“) und Punkte (,.“) enthalten. Die Tastatur können Sie nur für die numerischen Zeichen verwenden.
Drücken Sie , um alle Zeichen rechts neben dem Cursor zu löschen.
- c. **Richten Sie die Adresse des „DNS Server“ ein.** Drücken Sie den Softkey **DNS Server** und geben Sie (über die Tastatur) im IP-Adressformat die Adresse des DNS-Servers ein.

5 Verlassen Sie das Menü.

Drücken Sie jeweils **DONE**, um ein Menü nach dem anderen zu beenden oder drücken Sie **Utility**, um das Menü „Utility“ direkt zu verlassen.

Weitere Informationen zu IP-Adressen und zur Punktnotation

Adressen in Punktnotation („nnn.nnn.nnn.nnn“, wobei „nnn“ ein Byte-Wert ist), etwa IP-Adressen, müssen mit besonderer Sorgfalt eingegeben werden. Der Grund hierfür: Die meisten auf einem PC installierten Web-Software-Programme interpretieren Byte-Werte mit führenden Nullen als Oktalzahlen. Folglich entspricht „255.255.020.011“ der Dezimalzahl „255.255.16.9“ (und nicht der Dezimalzahl „255.255.20.11“), da „.020“ ausgedrückt als Oktalzahl als „16“ und „.011“ als „9“ interpretiert wird. Um Missverständnisse auszuschalten, empfiehlt es sich, ausschließlich dezimal ausgedrückte Byte-Werte (von 0 bis 255) ohne führende Nullen zu verwenden.

Der Agilent 33220A geht davon aus, dass alle IP-Adressen sowie sonstigen Adressen mit Punktnotation als dezimale Byte-Werte ausgedrückt werden, und entfernt sämtliche führenden Nullen von diesen Byte-Werten. Wenn Sie also versuchen, in das IP-Adressfeld den Wert „255.255.020.011“ einzugeben, wird daraus der Wert „255.255.20.11“ (einen reinen Dezimalausdruck). Mit exakt dem gleichen Ausdruck, „255.255.20.11“, sollten Sie in der Web-Software Ihres PCs das Gerät adressieren. Verwenden Sie keinesfalls den Ausdruck „255.255.020.011“. Der PC interpretiert diese Adresse aufgrund der führenden Nullen anders als gewünscht.

Kapitel 2 Manuelle Bedienung
Konfigurieren der Fernsteuerungsschnittstelle

2

Leistungsmerkmale
und Funktionen

Leistungsmerkmale und Funktionen

In diesem Kapitel werden die Leistungsmerkmale und Funktionen des Funktionsgenerators ausführlich beschrieben. Sowohl die manuelle Bedienung als auch die Bedienung per Fernsteuerung werden erläutert. Informieren Sie sich gegebenenfalls zuerst in Kapitel 2 über die „Manuelle Bedienung“. Kapitel 4 behandelt die „Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformation“. Dort finden Sie eine ausführliche Beschreibung der Syntax der vom Funktionsgenerator unterstützten SCPI-Befehle. Dieses Kapitel ist in die folgenden Abschnitte gegliedert:

- Ausgangskonfiguration *Seite 64*
- Pulssignale *Seite 80*
- Amplitudenmodulation (AM) *Seite 64*
- Frequenzmodulation (FM) *Seite 80*
- Phasenmodulation (PM) *Seite 84*
- FSK-Modulation (Frequenzumtastung) *Seite 89*
- Pulsbreitenmodulation (PWM) *Seite 99*
- Frequenzwobbelung *Seite 109*
- Betriebsart „Burst“ *Seite 115*
- Triggerung *Seite 123*
- Arbiträrsignale *Seite 129*
- Übergeordnete Systemfunktionen *Seite 136*
- Konfiguration der Fernsteuerungsschnittstelle *Seite 145*
- Externe Zeitbasisreferenz (Option 001) *Seite 155*
- Überblick über die Kalibrierung *Seite 158*
- Grundeinstellungen *Seite 162*

In diesem Handbuch werden alle „Standard“-Geräteeinstellungen und Werte angegeben. Es handelt sich hierbei um die Standardeinstellungen beim Einschalten des Geräts, *vorausgesetzt* die Betriebsart Power-down recall wurde nicht aktiviert (siehe „Abspeichern des aktuellen Gerät Zustands“ auf Seite 136).

In diesem gesamten Handbuch gelten folgende typographische Konventionen für die SCPI-Befehlssyntax:

- Optionale Schlüsselwörter oder Parameter sind in eckige Klammern ([]) eingeschlossen.
- Parameter innerhalb eines Befehlsstrings sind in geschweifte Klammern ({ }) eingeschlossen.
- Parameter, für die ein Wert spezifiziert werden muss, sind in spitze Klammern (< >) eingeschlossen.
- Alternative Parameter sind durch einen senkrechten Strich (|) von einander getrennt.

Ausgangskonfiguration

Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie den Funktionsgenerator für die Ausgabe von Signalen konfigurieren. Einige der nachfolgend beschriebenen Parameter werden Sie vielleicht niemals ändern müssen. Diese Parameter werden dennoch erläutert, damit Sie die Flexibilität des Gerätes bei Bedarf voll ausschöpfen können.

Ausgangsfunktion

Der Funktionsgenerator kann fünf Standardsignalformen (Sinus, Rechteck, Sägezahn, Puls und Rauschen) sowie Gleichspannung erzeugen. Zusätzlich stehen fünf interne Arbiträrsignale zur Auswahl. Darüber hinaus können Sie eigene Arbiträrsignale definieren. Sinus, Rechteck, Sägezahn und Arbiträrsignale können intern AM-, FM-, PM- oder FSK-moduliert werden. Zudem können Pulssignale PWM-moduliert werden. Sinus-, Rechteck-, Sägezahn- und Arbiträrsignale können linear oder logarithmisch gewobbelt werden. Alle Standardsignalformen oder Arbiträrsignale (nicht aber Gleichspannung) können als Burst ausgegeben werden. *Die Standard-Ausgangsfunktion ist „Sine“.*

- Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche Ausgangsfunktionen mit Modulation, Wobbelung bzw. Burst kombiniert werden können. Alle durch „•“ gekennzeichneten Kombinationen sind zulässig. Wenn Sie auf eine Ausgangsfunktion umschalten, die nicht mit Modulation, Wobbelung oder Burst kombinierbar ist, wird die Modulations-, Wobbel- oder Burst-Funktion gegebenenfalls abgeschaltet.

	Sinus	Rechteck	Sägezahn	Puls	Rauschen	DC	Arb
AM-, FM-, PM-; FSK-Trägersignal	•	•	•				•
PWM-Trägersignal				•			
Wobbelung	•	•	•				•
Burst	•	•	•	•	• ¹		•

¹ Nur in der Betriebsart „External Gated Burst“ erlaubt.

- *Maximale Frequenz:* Wenn Sie auf eine Funktion umschalten, deren maximale Frequenz niedriger ist als die der aktuellen Funktion, wird die Frequenz gegebenenfalls automatisch auf die Obergrenze für die neue Funktion reduziert. Wenn Sie das Gerät beispielsweise für die Ausgabe eines Sinussignals mit einer Frequenz von 20 MHz konfiguriert haben und dann auf die Ausgangsfunktion Sägezahn umschalten, wird die Frequenz automatisch auf 200 kHz reduziert (dies ist die maximale Frequenz für Sägezahnsignale).
- *Maximale Amplitude:* Wenn Sie auf eine Funktion umschalten, deren maximale Amplitude niedriger ist als die der aktuellen Funktion, wird die Amplitude gegebenenfalls automatisch auf die maximale Amplitude für die neue Funktion reduziert. Dies kann wegen der je nach Signalform unterschiedlichen Scheitelfaktoren geschehen, wenn Sie die Amplitudeneinheit *Vrms* oder *dBm* gewählt haben.

Beispiel: Das Gerät ist für die Ausgabe eines Rechtecksignals mit einer Effektivspannung von 5 Vrms (an 50 Ohm) konfiguriert. Wenn Sie dann auf Sinus umschalten, wird die Amplitude automatisch auf 3.536 Vrms abgeändert (dies ist die maximale Effektivspannung für Sinussignale).

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zur Wahl der Ausgangsfunktion die entsprechende Taste in der oberen Funktionstasten-Reihe. Wenn Sie **Arb** drücken, wird das zuletzt gewählte Arbiträrsignal ausgegeben. Mit dem Softkey **Select Wform** können Sie das gewünschte Arbiträrsignal wählen.

Zur Wahl der Ausgangsfunktion „dc volts“ müssen Sie die **Utility** und anschließend den Softkey **DC On** drücken. Drücken Sie den Softkey **Offset**, und geben Sie den gewünschten Gleichspannungswert ein.

- *Fernsteuerung:*

FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|PULSE|NOISE|DC|USER}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Ausgangskonfiguration**Ausgangsfrequenz**

Der Ausgangsfrequenzbereich ist von der Ausgangsfunktion abhängig, Siehe hierzu die nachfolgende Tabelle. *Die Standardfrequenz ist für alle Ausgangsfunktionen 1 kHz.*

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 kHz
Puls	500 µHz	5 MHz
Rauschen, DC	–	–
Arb	1 µHz	6 MHz

- *Einschränkung des Frequenzbereichs:* Wenn Sie auf eine Funktion umschalten, deren maximale Frequenz niedriger ist als die der aktuellen Funktion, wird die Frequenz gegebenenfalls automatisch auf die Obergrenze für die neue Funktion reduziert. Wenn das Gerät beispielsweise für die Ausgabe eines Sinussignals mit einer Frequenz von 20 MHz konfiguriert haben und dann auf die Ausgangsfunktion Sägezahn umschalten, wird die Frequenz automatisch auf 200 kHz reduziert (dies ist die maximale Frequenz für Sägezahnsignale).
- *Einschränkung des Frequenzbereichs für Bursts:* Die minimale Frequenz für intern getriggerte Bursts ist 2.001 mHz. Für Sinus- und Rechtecksignale sind Frequenzen oberhalb von 6 MHz nur in der Betriebsart „infinite burst count“ zulässig.
- *Einschränkung des Tastverhältnisbereichs:* Bei Rechtecksignalen gelten für höhere Frequenzen folgende Einschränkungen bezüglich des Tastverhältnisses:

$$\begin{aligned} & 20 \% \text{ bis } 80 \% \quad (\text{Frequenz} \leq 10 \text{ MHz}) \\ & 40 \% \text{ bis } 60 \% \quad (\text{Frequenz} > 10 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

Wenn Sie auf eine Frequenz umschalten, die mit dem derzeit gewählten Tastverhältnis nicht kompatibel ist, wird das Tastverhältnis automatisch auf den maximal zulässigen Wert für die neue Frequenz abgeändert. Beispiel: Wenn Sie ein Tastverhältnis von 70 % wählen und dann die Frequenz auf 12 MHz ändern, wird das Tastverhältnis automatisch auf 60 % abgeändert (dies ist das maximal zulässige Tastverhältnis für diese Frequenz).

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der Ausgangsfrequenz den Softkey **Freq** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein. Alternativ können Sie die Periode einstellen, indem Sie den Softkey **Freq** nochmals drücken; er hat dann die Funktion **Period**.
- *Fernsteuerung:*

FREQuency {<Frequency> |MINimum|MAXimum}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Ausgangsamplitude

Der Standardwert für die Ausgangsamplitude ist 100 mVpp (an 50 Ohm); dieser Wert gilt für alle Ausgangsfunktionen.

- *Einschränkung des Offset-Spannungsbereichs:* Der Zusammenhang zwischen Ausgangsamplitude und Offset-Spannung wird durch die untenstehende Gleichung beschrieben. V_{max} ist die maximal mögliche Spitzenspannung bei dem gewählten Lastwiderstand (5 Volt für 50 Ω bzw. 10 Volt für hochohmige Last).

$$V_{pp} \leq 2 \times (V_{max} - |V_{offset}|)$$

- *Einschränkungen durch den Lastwiderstandswert:* Wenn Sie die Lastwiderstandswert-Einstellung ändern, ändert sich die Amplitudenanzeige entsprechend (wobei keine Fehlermeldung angezeigt wird). Beispiel: Wenn Sie die Amplitude auf 10 Vpp einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf „high impedance“ ändern, verdoppelt sich der angezeigte Amplitudenwert auf 20 Vpp. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm abändern, halbiert sich der angezeigte Amplitudenwert. Weitere Informationen finden Sie unter „Lastwiderstand“ auf Seite 72.
- *Einschränkungen durch die Maßeinheit:* In bestimmten Fällen wird der Amplitudenbereich durch die gewählte Amplitudenmaßeinheit eingeschränkt. Dies kann geschehen, wenn Sie die Amplitudeneinheit V_{rms} oder dBm gewählt haben, und ist darauf zurückzuführen, dass der Scheitelfaktor des Ausgangssignals von der Signalform abhängig ist. Beispiel: Das Gerät ist für die Ausgabe eines Rechtecksignals mit einer Effektivspannung von 5 V_{rms} (an 50 Ohm) konfi-

guriert. Wenn Sie dann auf Sinus umschalten, wird die Amplitude automatisch auf 3.536 Vrms abgeändert (dies ist die maximal mögliche Effektivspannung für Sinussignale).

- Sie können zwischen den Amplitudeneinheiten Vpp, Vrms oder dBm wählen. *Weitere Informationen siehe unter „Amplitudeneinheiten“ auf Seite 71.*
- Die Amplitudenmaßeinheit „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn Sie den Lastwiderstand „high impedance“ spezifiziert haben. In diesem Fall wird die Amplitude automatisch in Vpp umgerechnet. *Weitere Informationen siehe unter „Amplitudeneinheiten“ auf Seite 71.*
- *Einschränkungen bei Arbiträrsignalen:* Bei Arbiträrsignalen ist der Amplitudengrenzbereich eingeschränkt, falls die Amplitudenwerte, aus denen sich das Signal zusammensetzt, nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträr-signal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Amplitudengrenzbereich auf 6,087 Vpp (an 50 Ohm) ein.
- Wenn Sie die Amplitude ändern und der neue Wert eine Umschaltung des Ausgangsabschwächerbereichs erfordert, wird das Ausgangssignal u. U. kurzzeitig unterbrochen. Diese Unterbrechung des Ausgangssignals können Sie verhindern, indem Sie die automatische Ausgangsbereichswahl deaktivieren. Einzelheiten hierzu siehe Seite 75.
- Sie können die Amplitude (zusammen mit einer Offset-Spannung) auch durch Vorgabe eines oberen und eines unteren Spannungs-pegs spezifizieren. Beispiel: Wenn Sie den oberen Spannungspegel („high“) auf +2 Volt einstellen und den unteren Spannungspegel („low“) auf -3 Volt, ergibt sich eine Amplitude von 5 Vpp und eine Offset-Spannung von -500 mV.
- In der Betriebsart „dc“ wird die Ausgangsspannung durch Vorgabe eines entsprechenden Offset-Wertes eingestellt. Der DC-Ausgangs-spannungsbereich beträgt ± 5 Vdc an 50 Ohm oder ± 10 Vdc im Leer-lauf. *Weitere Informationen hierzu siehe unter „DC-Offsetspannung“ (weiter unten in diesem Kapitel).*

Zur Wahl der Ausgangsfunktion *dc volts* müssen Sie **Utility** und anschließend den Softkey **DC On** drücken. Drücken Sie den Softkey **Offset**, und geben Sie den gewünschten Gleichspannungswert ein.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der Ausgangsam-plitude den Softkey **Ampl** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann

mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Amplitude ein. Wenn Sie die Amplitude durch Eingabe eines oberen und eines unteren Pegels spezifizieren möchten, bringen Sie den Softkey **Ampl** durch wiederholtes Drücken nacheinander in die Stellung **HiLevel** bzw. **LoLevel**, und geben Sie die gewünschten Werte ein.

- *Fernsteuerung:*

```
VOLTage {<Amplitude>}|MINimum|MAXimum}
```

Alternativ können Sie die Amplitude einstellen, indem Sie mit den folgenden Befehlen einen oberen und einen unteren Pegel vorgeben.

```
VOLTage:HIGH {<Spannung>}|MINimum|MAXimum}  
VOLTage:LOW {<Spannung>}|MINimum|MAXimum}
```

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und die Offset-Spannung gleichzeitig vorgeben.

DC-Offsetspannung

Der Standardwert für die DC-Offsetspannung ist 0 Volt (für alle Funktionen).

- *Einschränkungen durch die Amplitude:* Der Zusammenhang zwischen Offset-Spannung und Ausgangsamplitude wird durch die nachfolgende Gleichung beschrieben. V_{max} ist die maximal mögliche *Spitzenspannung* bei dem gewählten Lastwiderstand (5 Volt für $50\ \Omega$ bzw. 10 Volt für hochohmige Last).

$$|V_{offset}| \leq V_{max} - \frac{V_{pp}}{2}$$

Falls der spezifizierte Offset-Spannungswert unzulässig ist, wird er automatisch auf den maximalen Wert abgeändert, der für die spezifizierte Amplitude zulässig ist.

- *Einschränkungen durch den Lastwiderstandswert:* Der Offset-Spannungsbereich ist vom spezifizierten Lastwiderstand abhängig. Beispiel: Wenn Sie die Offset-Spannung auf 100 mVdc einstellen und anschließend den Lastwiderstand von $50\ \Omega$ auf „high impedance“ ändern, *verdoppelt* sich der angezeigte Offset-Spannungswert auf

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen

Ausgangskonfiguration

200 mVdc. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm abändern, halbiert sich der angezeigte Offset-Spannungswert. Weitere Informationen hierzu siehe unter „Lastwiderstand“ auf Seite 72.

- *Einschränkungen bei Arbiträrsignalen:* Bei Arbiträrsignalen sind die Offset-Spannungs- und Amplitudenbereiche eingeschränkt, falls die Amplitudenwerte, aus denen sich das Signal zusammensetzt, nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen.
Beispiel: Das interne Arbiträrsignal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Offsetspannungsbereich auf 4.95 V (an 50 Ohm) ein.
- Sie können die Offsetspannung auch durch Vorgabe eines oberen und eines unteren Pegels spezifizieren. Beispiel: Wenn Sie den oberen Spannungspiegel („high“) auf +2 Volt einstellen und den unteren Spannungspiegel („low“) auf -3 Volt, ergibt sich eine Amplitude von 5 Vpp und eine Offset-Spannung von -500 mV.
- In der Betriebsart „dc“ wird die Ausgangsspannung durch Vorgabe eines entsprechenden Offset-Wertes eingestellt. Der DC-Ausgangsspannungsbereich beträgt ± 5 Vdc an 50 Ohm oder ± 10 Vdc im Leerlauf.

Zur Wahl der Funktion *dc volts* müssen Sie **Utility** und anschließend den Softkey **DC On** drücken. Drücken Sie den Softkey **Offset**, und geben Sie den gewünschten Gleichspannungswert ein.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der Offsetspannung den Softkey **Offset** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den gewünschten Offsetspannungswert ein. Wenn Sie die Offsetspannung durch Eingabe eines oberen und eines unteren Pegels spezifizieren möchten, bringen Sie den Softkey **Offset** durch wiederholtes Drücken nacheinander in die Stellung **HiLevel** bzw. **LoLevel**, und geben Sie die gewünschten Werte ein.

- *Fernsteuerung:*

```
VOLTage:OFFSet {<Offset>|MINimum|MAXimum}
```

Alternativ können Sie die Offsetspannung einstellen, indem Sie mit den folgenden Befehlen einen oberen und einen unteren Pegel vorgeben.

```
VOLTage:HIGH {<Spannung>|MINimum|MAXimum}  
VOLTage:LOW {<Spannung>|MINimum|MAXimum}
```

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und die Offset-Spannung gleichzeitig vorgeben.

Amplitudeneinheiten

Betrifft nur die Ausgangsamplitude. Die Standard-Amplitudeneinheit nach dem Einschalten des Gerätes ist Vpp (Volt-Spitze-Spitze).

- Amplitudeneinheiten: **Vpp**, Vrms, or dBm. *Die Standard-Amplitudeneinheit ist Vpp.*
- Die Einstellung der Amplitudeneinheit wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt. Beim Einschalten des Gerätes oder nach einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle wird sie auf „Vpp“ zurückgesetzt, falls der Einschalt-Zustand des Geräts auf „default“ gesetzt ist.
- Die gewählte Amplitudeneinheit gilt sowohl für die manuelle als auch für die ferngesteuerte Betriebsart. Wenn Sie beispielsweise über die Fernsteuerungsschnittstelle die Amplitudeneinheit „VRMS“ wählen, wird die aktuelle Ausgangsspannung auch im Display in der Einheit „VRMS“ angezeigt.
- Die Amplitudeneinheit „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn Sie den Lastwiderstand „high impedance“ spezifiziert haben. In diesem Fall wird die Amplitude automatisch in Vpp umgerechnet.
- *Manuelle Bedienung:* Geben Sie über die Zifferntastatur die gewünschte Amplitude ein, und schließen Sie die Eingabe mit dem Softkey für die gewünschte Einheit ab. Sie können jederzeit zwischen den verschiedenen Amplitudeneinheiten wechseln. Wenn beispiels-

weise ein Amplitudenwert von 2 Vpp angezeigt wird, und Sie wissen möchten, wie groß der entsprechende Effektivwert in Vrms ist, drücken Sie  und anschließend den Softkey **V_{RMS}**. Bei einem Sinussignal beträgt der Effektivwert 707.1 mVrms.

- *Fernsteuerung:*

```
VOLTage:UNIT {VPP | VRMS | DBM}
```

Lastwiderstand

Betrifft nur die Ausgangsamplitude und die Offsetspannung. Beim Agilent 33220A hat der Anschluss *Output* eine unveränderliche Ausgangsimpedanz von 50 Ohm. Die im Display angezeigten Amplituden- und Offsetwerte gelten normalerweise für eine Lastimpedanz von 50 Ohm. Falls die Lastimpedanz von diesem Sollwert abweicht, müssen Sie dies dem Funktionsgenerator „mitteilen“, da sonst falsche Amplituden- und Offsetwerte angezeigt werden.

- Lastwiderstand: 1 Ω bis 10 kΩ oder „infinite“ (unendlich). Der Standardwert ist 50 Ω. Am oberen Rand des Displays wird eine Meldung eingeblendet, falls für den Lastwiderstand ein von 50 Ω abweichender Wert eingestellt ist.
- Die Lastwiderstand-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*. Voraussetzung ist, dass der Einschalt-Zustand des Gerätes auf „default“ gesetzt ist.
- Wenn Sie einen Lastwiderstand von 50 Ohm spezifizieren und den Ausgang offen lassen, ist die tatsächliche Ausgangsspannung *doppelt so hoch* wie der angezeigte Wert. Beispiel: Wenn Sie eine Offsetspannung von 100 mVdc einstellen und einen Lastwiderstand von 50 Ohm spezifizieren, den Ausgang jedoch offen lassen, beträgt die tatsächliche Offsetspannung 200 mVdc.
- Wenn Sie die Lastwiderstandswert-Einstellung ändern, ändern sich die angezeigten Amplituden- und Offsetspannungswerte entsprechend (wobei keine Fehlermeldung angezeigt wird). Beispiel: Wenn Sie die Amplitude auf to 10 Vpp einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf „high impedance“ ändern,

verdoppelt sich der angezeigte Amplitudenwert auf 20 Vpp. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm ändern, halbiert sich der angezeigte Amplitudenwert.

- Die Amplitudenmaßeinheit „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn Sie den Lastwiderstand „high impedance“ spezifiziert haben. In diesem Fall wird die Amplitude automatisch in Vpp umgerechnet.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility** und anschließend den Softkey **Output Setup**. Geben Sie anschließend mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den Lastwiderstandswert ein, oder wählen durch nochmaliges Drücken des Softkeys **Load** den Wert „High Z“ (hochohmiger Abschluss).
- *Fernsteuerung:*

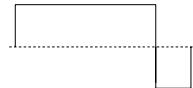
```
OUTPUT:LOAD {<Ohm>|INFINITY|MINIMUM|MAXIMUM}
```

Tastverhältnis(Rechtecksignale)

Das Tastverhältnis eines Rechtecksignals ist definiert als das Verhältnis (in Prozent) der Dauer des *HIGH*-Zustands zur Periodendauer. Diese Definition bezieht sich auf normale (nicht-invertierte) Signalpolarität.



20 % Tastverhältnis



80 % Tastverhältnis

(Informationen über das Tastverhältnis für Pulssignale finden Sie unter Pulssignale auf Seite 80.)

- Tastverhältnis: 20 % bis 80 % ($Frequenz \leq 10 \text{ MHz}$)
40 % bis 60 % ($Frequenz > 10 \text{ MHz}$)
- Die Tastverhältnis-Einstellung wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt und beim Einschalten des Gerätes oder nach einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle auf den Standardwert 50 % zurückgesetzt. Voraussetzung ist, dass der Einschalt-Zustand auf „default“ gesetzt ist.
- Die Tastverhältnis-Einstellung geht beim Umschalten von Rechteck auf eine andere Signalform nicht verloren. Sobald Sie wieder auf Rechteck umschalten, gilt wieder das zuvor gewählte Tastverhältnis.

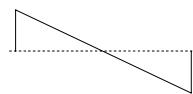
- *Einschränkungen durch die Frequenz:* Wenn Sie die Funktion Rechteck gewählt haben und anschließend eine Frequenz wählen, die mit dem aktuellen Tastverhältnis nicht kompatibel ist, wird das Tastverhältnis automatisch auf den größtmöglichen Wert reduziert, der für die neue Frequenz zulässig ist. Beispiel: Wenn Sie ein Tastverhältnis von 70 % wählen und dann die Frequenz auf 12 MHz ändern, wird das Tastverhältnis automatisch auf 60 % abgeändert (dies ist das maximal zulässige Tastverhältnis für diese Frequenz).
- Die Einstellung des Tastverhältnisses *wird nicht* auf ein Rechtecksignal angewendet, das als AM-, FM-, PM- oder PWM-*Modulationssignal* verwendet wird. Für ein modulierendes Rechtecksignal wird immer ein Tastverhältnis von 50 % benutzt. Die Einstellung des Tastverhältnisses gilt nur für ein Rechteck-*Trägersignal*.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Funktion Rechteck den Softkey **Duty Cycle**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur das gewünschte Tastverhältnis ein.
- *Fernsteuerung:*

`FUNCTION:SQUARE:DCYCLE {<Prozent>} | MINimum | MAXimum}`

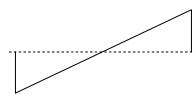
Der Befehl `APPLY` stellt das Tastverhältnis automatisch auf 50% ein.

Symmetrieverhältnis (Sägezahnsignale)

Betrifft nur Sägezahnsignale. Das Symmetrieverhältnis ist definiert als das prozentuale Verhältnis der *Anstiegsdauer* des Sägezahnsignals zur Periodendauer. Voraussetzung ist, dass das Signal nicht invertiert ist.



0 % Symmetrieverhältnis



100 % Symmetrieverhältnis

- Die Symmetrieverhältnis-Einstellung wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt und beim Einschalten des Gerätes oder nach einem ferngesteuerten Reset auf den Standardwert 100 % zurückgesetzt, falls der Einschalt-Zustands auf „default“ gesetzt ist.

- Die Symmetrieverhältnis-Einstellung geht beim Umschalten von Sägezahn auf eine andere Funktion nicht verloren. Sobald Sie wieder auf Sägezahn umschalten, gilt wieder das zuvor gewählte Symmetrieverhältnis.
- Wenn Sie ein Sägezahnsignal als *Modulationssignal* für AM, FM, PM oder PWM wählen, ist die Symmetrieverhältnis-Einstellung *ohne Bedeutung*.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl der Funktion Sägezahn den Softkey **Symmetry**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur das gewünschte Symmetrieverhältnis ein.
- *Fernsteuerung*:

```
FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<Prozent> | MINimum | MAXimum}
```

Der Befehl **APPLY** stellt das Symmetrieverhältnis automatisch auf 100 % ein.

Automatische Spannungsbereichswahl

In der Grundeinstellung ist die automatische Spannungsbereichswahl („Autorange“) aktiv; der Funktionsgenerator wählt dann automatisch die optimalen Ausgangsverstärker- und Abschwächer-Einstellungen. Wenn die automatische Bereichswahl deaktiviert ist, verwendet der Funktionsgenerator die aktuellen Verstärker- und Abschwächer-Einstellungen.

- Die automatische Bereichswahl kann abgeschaltet werden, um so die kurzzeitigen Signalunterbrechungen, die beim Ändern der Amplitudeneinstellung durch das Umschalten der Abschwächer hervorgerufen werden können, zu vermeiden. *Das Abschalten der automatischen Bereichswahl hat jedoch noch andere Auswirkungen:*
 - Genauigkeit sowie Auflösung der Amplitude und der Offsetspannung (und die Signalformgenauigkeit) können beeinträchtigt werden, wenn die Amplitude auf einen Wert unterhalb der Bereichsumschaltgrenze reduziert wird. Dies kann nicht geschehen, wenn die automatische Bereichswahl aktiviert ist.
 - Möglicherweise kann die minimale Amplitude nicht erreicht werden, die bei automatischer Bereichswahl verfügbar ist.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie  und anschließend den Softkey **Output Setup**. Anschließend können Sie durch wiederholtes Drücken des Softkeys **Range** zwischen den Stellungen „Auto“ (automatische Bereichswahl) und „Hold“ (fester Bereich) umschalten.
- *Fernsteuerung:*

VOLTage : RANGE : AUTO {OFF | ON | ONCE}

Der Befehl **APPLY** aktiviert die automatische Bereichswahl, falls diese nicht bereits aktiv ist.

3

Ausgangssteuierung

Sie können den Signalausgang *Output* auf der Frontplatte aktivieren oder deaktivieren. Beim Einschalten des Gerätes wird standardmäßig der Ausgang deaktiviert, um so andere Geräte nicht zu gefährden.

Wenn der Ausgang aktiv ist, leuchtet die Taste .

- Wenn an den Ausgang *Output* eine unzulässig hohe externe Spannung angelegt wird, erscheint eine Fehlermeldung, und der Ausgang wird deaktiviert. Sie können den Ausgang *Output* wieder aktivieren, indem Sie die externe Überspannung entfernen und die Taste  drücken.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Aktivieren oder Deaktivieren des Ausgang .
- *Fernsteuerung:*

OUTPut {OFF | ON}

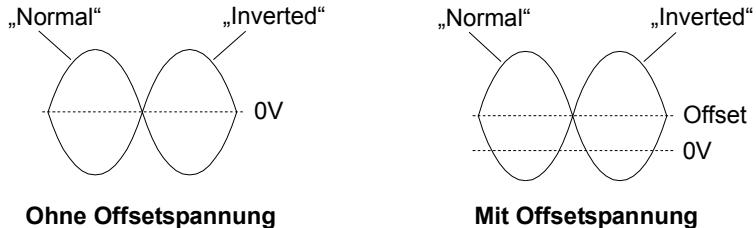
Der Befehl **APPLY** aktiviert den Ausgang *Output*, sofern er nicht aktiv ist.

Signalpolarität

In der Betriebsart *Normal* (Standardeinstellung) verläuft das Signal im ersten Teil des Zyklus in positiver Richtung. In der Betriebsart *Inverted* verläuft das Signal im ersten Teil des Zyklus in negativer Richtung.

- Wie aus den nachfolgenden Beispielen ersichtlich ist, wird das Signal *relativ zur* Offsetspannung invertiert. Falls eine Offsetspannung

ungleich Null vorgegeben wurde, bleibt diese beim Invertieren des Signals unverändert erhalten.



- Bei invertiertem Signal ist das dem Signal zugeordnete Sync-Signal *nicht* invertiert.
- Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility** und anschließend den Softkey **Output Setup**. Anschließend können Sie durch wiederholtes Drücken des Softkeys **Normal** zwischen den Stellungen „Normal“ und „Invert“ umschalten.
- Fernsteuerung:*

```
OUTPUT:POLarity {NORMAL|INVERTed}
```

„Sync“-Ausgangssignal

Am Anschluss *Sync* auf der Frontplatte ist ein Synchronisationssignal verfügbar. Allen Standardsignalformen außer DC und Rauschen ist ein Synchronisationssignal zugeordnet. Falls Sie in bestimmten Anwendungen die Ausgabe des Synchronisationssignals unterdrücken möchten, können Sie den Ausgang *Sync* deaktivieren.

- Wenn der Ausgang *Sync* aktiv ist (Standardeinstellung), ist dort das Synchronisationssignal verfügbar. Wenn dieser Ausgang inaktiv ist, befindet sich der Anschluss *Sync* konstant im LOW-Zustand.
- Beim Invertieren eines Signals (siehe „Signalpolarität“ weiter oben) wird das zugeordnete Sync-Signal *nicht* invertiert.
- In der Wobbelbetriebsart (*siehe Seite 112*) hat die Einstellung der Frequenzmarke Priorität vor der Sync-Signal-Einstellung. Wenn Sie also die Marke (und die Wobbelbetriebsart) aktivieren, wird die Sync-Signal-Einstellung ignoriert.
- Das Sync-Signal für die Ausgangsfunktionen *Sine*, *Ramp* und *Pulse* ist ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. Das Sync-

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen

Ausgangskonfiguration

Signal hat ist im HIGH-Zustand, wenn das Funktionsgenerator-Ausgangssignal bezogen auf Null (oder die Offsetspannung) positiv ist. Das Sync-Signal ist im LOW-Zustand, wenn das Funktionsgenerator-Ausgangssignal bezogen auf Null (oder die Offsetspannung) negativ ist.

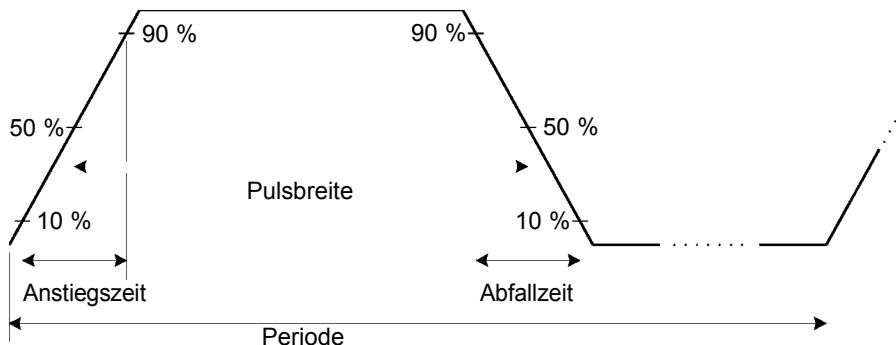
- Das Sync-Signal für die Ausgangsfunktion *Square* ist ein Rechtecksignal mit dem gleichen Tastverhältnis wie das Haupt-Ausgangssignal. Das Sync-Signal ist im HIGH-Zustand, wenn das Funktionsgenerator-Ausgangssignal bezogen auf Null (oder die Offsetspannung) positiv ist. Das Sync-Signal ist im LOW-Zustand, wenn das Funktionsgenerator-Ausgangssignal bezogen auf Null (oder die Offsetspannung) negativ ist.
- Das Sync-Signal für die Ausgangsfunktion *Arbitrary* ist ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. Das Sync-Signal geht in den HIGH-Zustand über, sobald der erste heruntergeladene Signalpunkt ausgegeben wird.
- Das Sync-Signal für intern *AM*-, *FM*-, *PM*- und *PWM*-modulierte Signale ist ein auf das Modulationssignal (nicht das Trägersignal) bezogenes Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. Das Sync-Signal ist während der ersten Hälfte des Modulationssignals im HIGH-Zustand.
- Das Sync-Signal für extern *AM*-, *FM*-, *PM*- und *PWM*-modulierte Signale ist ein auf das Trägersignal (nicht das Modulationssignal) bezogenes Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %.
- Das Sync-Signal für *FSK*-Signale ist auf die „Hop“-Frequenz bezogen. Das Sync-Signal geht beim Übergang auf die „Hop“-Frequenz in den HIGH-Zustand über.
- In der Betriebsart *Frequenzwobbelung, kombiniert mit Marker Off* ist das Sync-Signal ein Rechtecksignal mit einem Arbeitszyklus von 50 % für die Dauer der Wobbelung. Das Sync-Signal geht am Anfang des Wobbelzyklus in den HIGH-Zustand über und in der Mitte des Wobbelzyklus in den Zustand LOW. Das Sync-Signal wird mit dem Wobbel synchronisiert, ist jedoch nicht gleich der Wobbelzeit, da die Zeit die Rearm-Zeit einbezieht.
- In der Betriebsart *Frequenzwobbelung, kombiniert mit Marker On* geht das Sync-Signal am Anfang des Wobbelzyklus in den HIGH-Zustand über und bei der Markenfrequenz in den LOW-Zustand.

- In der Betriebsart *triggered burst* geht das Sync-Signal am Anfang des Bursts in den HIGH-Zustand. Das Sync-Signal geht nach der spezifizierten Anzahl von Zyklen in den LOW-Zustand über. (Je nach Start-Phase ist die Sync-Flanke nicht unbedingt mit dem Nulldurchgang synchron). Bei einer *unendlichen Anzahl von Bursts* ist das Sync-Signal das gleiche wie für ein kontinuierliches Signal.
- In der Betriebsart *externally-gated burst* folgt das Sync-Signal dem externen Torsignal. Beachten Sie, dass das Sync-Signal erst am Ende des letzten Zyklus in den LOW-Zustand übergeht. (Je nach Start-Phase ist die Sync-Flanke nicht unbedingt mit dem Nulldurchgang synchron).
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility** und wählen mit dem Softkey **Sync** zwischen „off“ oder „on“.
- *Fernsteuerung:*

OUTPUT : SYNC {OFF | ON} *Die Einstellung wird nichtflüchtig gespeichert.*

Pulssignale

Die nachfolgende Abbildung zeigt die vier Parameter, die ein Pulssignal charakterisieren: *Periode*, *Pulsbreite*, *Anstiegszeit* und *Abfallzeit*.



Pulspериode

- Pulspериода: 200 ns bis 2000 s. *Der Standardwert ist 1 ms.*
- Die spezifizierte Periode muss größer sein als die Summe der *Pulsbreite* und der *Flankenzeit* (siehe nachfolgende Gleichung). Der Funktionsgenerator passt die Pulsbreite und die Flankenzeit automatisch der spezifizierten Periode an.

$$\text{Periode} \geq \text{Pulsbreite} + (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

- *Manuelle Bedienung:* Bringen Sie nach dem Wählen der Ausgangsfunktion „Pulse“ den Softkey **Freq** durch nochmaliges Drücken in die Stellung **Period**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den gewünschten Periodenwert ein.
- *Fernsteuerung:*

```
PULSe:PERiod {<Sekunden>}|MINimum|MAXimum}
```

Pulsbreite

Die Pulsbreite ist definiert als das Zeitintervall zwischen den 50 %-Punkten der positiven Flanke und dem 50 %-Punkt der nächstfolgenden negativen Flanke.

- Pulsbreite: 20 ns bis 2000 s (mit den nachfolgend beschriebenen Einschränkungen). *Der Standardwert für die Pulsbreite ist 100 µs.*
- Die *minimale Pulsbreite* (W_{min}) ist von der Periode abhängig.

$W_{min} = 20 \text{ ns}$ für eine Periode von $\leq 10 \text{ s}$.

$W_{min} = 200 \text{ ns}$ für eine Periode von $> 10 \text{ s}$ und $\leq 100 \text{ s}$.

$W_{min} = 2 \mu\text{s}$ für eine Periode von $> 100 \text{ s}$ und $\leq 1000 \text{ s}$.

$W_{min} = 20 \mu\text{s}$ für eine Periode von $> 1000 \text{ s}$.

- Die spezifizierte Pulsbreite muss außerdem kleiner sein als die Differenz zwischen der *Periode* und der *minimalen Pulsbreite*; wie in der nachfolgenden Gleichung zu sehen ist. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls die Pulsbreite der spezifizierten Periode an.

$$\text{Pulsbreite} \leq \text{Periode} - W_{min}$$

- Die spezifizierte Pulsbreite muss kleiner sein als die Differenz zwischen der *Periode* und der *Flankenzeit*; siehe nachfolgende Gleichung. Gegebenenfalls passt der Funktionsgenerator die Pulsbreite automatisch der spezifizierten Periode an.

$$\text{Pulsbreite} \leq \text{Periode} - (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

- Die Pulsbreite muss zudem größer sein als die Gesamtzeit einer Flanke:

$$\text{Pulsbreite} \geq 1,6 \times \text{Flankenzeit}$$

- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl der Funktion „Pulse“ den Softkey **Width**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Pulsbreite ein.
- *Fernsteuerung*:

FUNCTION:PULSe:WIDTH {<Sekunden> | MINimum | MAXimum}

Tastverhältnis für Pulssignale

Das Tastverhältnis eines Pulssignals ist folgendermaßen definiert:

$$\text{Tastverhältnis} = 100 \times \text{Pulsbreite} \div \text{Periode}$$

Dabei ist die Pulsbreite definiert als das Zeitintervall zwischen den 50 %-Punkten der positiven Flanke und dem 50 %-Punkt der nächstfolgenden negativen Flanke.

- Tastverhältnis für Pulssignale: 0 % bis 100 % (Einschränkungen siehe unten). Der Standardwert ist 10 %.
- Das festgelegte Tastverhältnis eines Pulssignals muss die folgenden Einschränkungen berücksichtigen, die durch die *minimale Pulsbreite* (W_{\min}) verursacht werden. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls das Tastverhältnis des Pulssignals automatisch der spezifizierten Periode an.

$$\text{Tastverhältnis} \geq 100 \times W_{\min} \div \text{Periode}$$

und

$$\text{Tastverhältnis} \leq 100 \times (1 - W_{\min} \div \text{Periode})$$

Dabei ist:

$$W_{\min} = 20 \text{ ns für eine Periode von } \leq 10 \text{ s.}$$

$$W_{\min} = 200 \text{ ns für eine Periode von } > 10 \text{ s und } \leq 100 \text{ s.}$$

$$W_{\min} = 2 \mu\text{s für eine Periode von } > 100 \text{ s und } \leq 1000 \text{ s.}$$

$$W_{\min} = 20 \mu\text{s für eine Periode von } > 1000 \text{ s.}$$

- Das spezifizierte Tastverhältnis eines Pulssignals muss die folgende Einschränkung berücksichtigen, die durch die *Flankenzeit* verursacht wird. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls das Tastverhältnis des Pulssignals automatisch der spezifizierten Periode an.

$$\text{Tastverhältnis} \geq 100 \times (1,6 \times \text{Flankenzeit}) \div \text{Periode}$$

und

$$\text{Tastverhältnis} \leq 100 \times (1 - (1,6 \times \text{Flankenzeit}) \div \text{Periode})$$

- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl der Funktion „Pulse“ den Softkey **Dty Cyc**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur das gewünschte Tastverhältnis ein.
- *Fernsteuerung*:

FUNCTION:PULSE:DCYCLE {<Prozent>}|MINimum|MAXimum}

Flankenzeit

Die Flankenzeit bestimmt die Übergangszeit der positiven und negativen Flanke des Pulssignals. Anstiegs- und Abfallzeit können nicht unabhängig voneinander eingestellt werden – sie sind jeweils mit der Flankenzeit identisch. Die Flankenzeit ist für jeden Übergang definiert als das Zeitintervall vom 10 %-Punkt bis zum 90 %-Punkt der positiven bzw. negativen Flanke.

- Flankenzeit: 5 ns bis 100 ns (mit den nachfolgend beschriebenen Einschränkungen). *Der Standardwert für die Flankenzeit ist 5 ns.*
- Die spezifizierte Flankenzeit muss kleiner sein als die spezifizierte Pulsbreite; siehe nachfolgende Formel. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls die Flankenzeit der spezifizierten Pulsbreite an.

$$\text{Flankenzeit} \leq 0,625 \times \text{Pulsbreite}$$

oder bezogen auf das Tastverhältnis

$$\text{Flankenzeit} \leq 0,625 \times \text{Periode} \times \text{Tastverhältnis} \div 100$$

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Funktion „Pulse“ den Softkey **Edge Time**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Flankenzeit ein.
- *Fernsteuerung:*

FUNCTION:PULSe:TRANSition {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}

Amplitudenmodulation (AM)

Ein moduliertes Signal besteht aus einem *Trägersignal* mit einem aufgeprägten *Modulationssignal*. Bei Amplitudenmodulation (AM) wird die Amplitude des Trägersignals entsprechend der momentanen Spannung des Modulationssignals verändert. Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden.

Weitere Informationen über die Grundlagen der Amplitudenmodulation siehe Kapitel 7, „Tutorial“.

Wahl der Betriebsart „AM“

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen AM und FM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie AM wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp „AM“ kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie AM wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.
- Manuelle Bedienung:* Sie müssen den Modulationstyp „AM“ wählen, bevor Sie einen der übrigen Modulationsparameter vorgeben. Drücken Sie **Mod**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Type** den Modulationstyp „AM“. Das AM-modulierte Signal wird unter Verwendung der zuletzt vorgenommenen Einstellungen für Trägerfrequenz, Modulationsfrequenz, Ausgangsamplitude und Offsetspannung ausgegeben.
- Fernsteuerung:* Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „AM“ erst nach dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter wählen.

AM:STATe {OFF | ON}

Trägersignalform

- AM-Trägersignalform: „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“. *Die Standardsignalform ist „Sine“.* Die Signalformen „Pulse“, „Noise“ und „DC“ können nicht als Trägersignalformen verwendet werden.
- Manuelle Bedienung:* Drücken Sie eine der Ausgangsfunktion-Taste außer **Pulse** oder **Noise**. Wenn Sie ein Arbiträrssignal als Trägersignal verwenden möchten, drücken Sie **Arb**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Select Wform** die gewünschte Signalform.
- Fernsteuerung:*

FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|USER}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Trägerfrequenz

Die maximal zulässige Trägerfrequenz ist von der gewählten Funktion abhängig (siehe nachfolgende Tabelle). *Die Standard-Trägerfrequenz ist für alle Ausgangsfunktionen 1 kHz.*

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 kHz
Arbiträr	1 µHz	6 MHz

- Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der Trägerfrequenz den Softkey **Freq** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein.
- Fernsteuerung:*

FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Modulationssignalform

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal amplitudengeschüttelt werden.

- Modulationssignalform (*interne Quelle*): „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Negative Ramp“, „Triangle“, „Noise“ oder „Arb“. *Die Standardsignalform ist „Sine“.*
 - Rechteck-Modulationssignale haben ein Tastverhältnis von 50 %. 
 - Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 100 %. 
 - Dreieck-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 50 %. 
 - Negativ-Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- „Noise“ ist zwar als Modulationssignalform verwendbar, aber – ebenso wie „Pulse“ oder „DC“ – nicht als Trägersignalform.
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl des Modulations- typs „AM“ den Softkey **Shape**.
- *Fernsteuerung*:

```
AM:INTernal:FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|  
TRIangle|NOISE|USER}
```

Modulationsfrequenz

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal amplitudengeschüttelt werden.

- Modulationsfrequenz (*interne Quelle*): 2 mHz bis 20 kHz.
Der Standardwert ist 100 Hz.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps „AM“ den Softkey **AM Freq**.
- *Fernsteuerung:*

AM:INTernal:FREQuency {<Frequency>|MINimum|MAXimum}

Modulationsgrad

Der *Modulationsgrad* („modulation depth“) wird als Prozentsatz ausgedrückt und ist ein Maß für die Amplitudenschwankung des Trägersignals. Bei 0 % Modulationsgrad beträgt die Ausgangsamplitude die Hälfte des gewählten Wertes. Bei 100 % Modulationsgrad ist die Ausgangsamplitude gleich dem gewählten Wert.

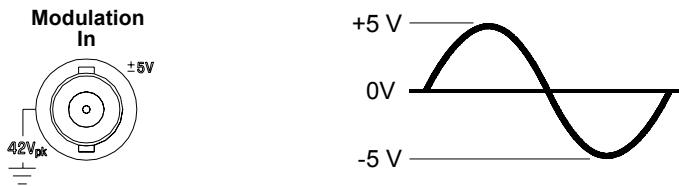
- Modulationsgrad: 0 % bis 120 %. *Der Standardwert ist 100 %.*
- Beachten Sie, dass der Funktionsgenerator auch bei einem Modulationsgrad von mehr als 100 % nicht mehr als ± 5 Vs Ausgangsspannung (an 50Ω) liefert.
- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Modulationsgrad wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Beispiel: Wenn Sie den Modulationsgrad auf 100 % eingestellt haben, ergibt sich bei einer Modulationssignalspannung von +5 Volt die *maximale* Ausgangsamplitude. Bei einer Modulationssignalspannung von -5 Volt ergibt sich die *minimale* Ausgangsamplitude.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulations- typs „AM“ den Softkey **AM Depth**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den gewünschten Modulationsgrad ein.
- *Fernsteuerung:*

AM:DEPTh {<Modulationsgrad in Prozent>|MINimum|MAXimum}

Modulationsquelle

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal amplitudengemoduliert werden.

- Modulationsquelle: „Internal“ oder „External“. *Die Standardeinstellung ist „Internal“.*
- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Modulationsgrad wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Beispiel: Wenn Sie den Modulationsgrad auf 100 % eingestellt haben, ergibt sich bei einer Modulationssignalspannung von +5 Volt die *maximale* Ausgangsamplitude. Bei einer Modulationssignalspannung von -5 Volt ergibt sich die *minimale* Ausgangsamplitude.



- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs „AM“ den Softkey **Source**.
- *Fernsteuerung:*

AM:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}

Frequenzmodulation (FM)

Ein moduliertes Signal besteht aus einem *Trägersignal* mit einem aufgeprägten *Modulationssignal*. Bei Frequenzmodulation (FM) wird die Frequenz des Trägersignals entsprechend der momentanen Spannung des Modulationssignals verändert.

Weitere Informationen über die Grundlagen der Frequenzmodulation siehe Kapitel 7, „Tutorial“.

Wahl der Betriebsart „FM“

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen FM und AM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie FM wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp „FM“ kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie FM wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.
- *Manuelle Bedienung:* Sie müssen den Modulationstyp „FM“ wählen, bevor Sie einen der übrigen Modulationsparameter vorgeben. Drücken Sie **Mod**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Type** den Modulationstyp „FM“. Das FM-modulierte Signal wird unter Verwendung der zuletzt vorgenommenen Einstellungen für Trägerfrequenz, Modulationsfrequenz, Ausgangsamplitude und Offsetspannung ausgegeben.
- *Fernsteuerung:* Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „FM“ erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter wählen.

FM:STATE {OFF | ON}

Trägersignalform

- FM-Trägersignalform: „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“. *Die Standardsignalform ist „Sine“.* Die Signalformen „Pulse“, „Noise“ und „DC“ können nicht als Trägersignalformen verwendet werden.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie eine der Ausgangsfunktion-Taste außer **Pulse** oder **Noise**. Wenn Sie ein Arbiträrssignal als Trägersignal verwenden möchten, drücken Sie **Arb**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Select Wform** die gewünschte Signalform.
- *Fernsteuerung:*

```
FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|USER}
```

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Trägerfrequenz

Die maximal zulässige Trägerfrequenz ist von der gewählten Funktion abhängig (siehe nachfolgende Tabelle). *Die Standard-Trägerfrequenz ist für alle Ausgangsfunktionen 1 kHz.*

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 kHz
Arbitrar	1 µHz	6 MHz

- Die *Trägerfrequenz* darf nicht kleiner als der Frequenzhub sein. Wenn Sie versuchen, bei aktiver Frequenzmodulation den Frequenzhub auf einen Wert oberhalb der Trägerfrequenz einzustellen, wird der Frequenzhub automatisch auf den größten Wert abgeändert, der für die derzeitige Trägerfrequenz zulässig ist.
- Die Summe aus *Trägerfrequenz* und Frequenzhub darf nicht größer sein als die maximal zulässige Frequenz für die gewählte Funktion **plus 100 kHz** (20,1 MHz für Sinus und Rechteck; 300 kHz für Sägezahn; 6,1 MHz für Arbiträrssignale). Wenn Sie versuchen, den Frequenzhub auf einen unzulässigen Wert einzustellen, wird er automatisch auf den größten Wert abgeändert, der für die derzeitige Trägerfrequenz zulässig ist.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der Trägerfrequenz den Softkey **Freq** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein.
- *Fernsteuerung:*

FREQuency {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Modulationssignalform

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal frequenzmoduliert werden.

- Modulationssignalform (*interne Quelle*): „**Sine**“, „**Square**“, „**Ramp**“, „**Negative Ramp**“, „**Triangle**“, „**Noise**“ oder „**Arb**“. *Die Standard-signalform ist „Sine“.*
 - Rechteck-Modulationssignale haben ein Tastverhältnis von 50 %. 
 - Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 100 %. 
 - Dreieck-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 50 %. 
 - Negativ-Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- „**Noise**“ ist zwar als Modulationssignalform verwendbar, aber – ebenso wie „**Pulse**“ oder „**dc**“ – nicht als Trägersignalform.
- Wenn Sie ein Arbiträrssignal als *Modulationssignal* wählen, wird die Länge des Arbiträrssignals automatisch auf 4 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs „**FM**“ den Softkey **Shape**.
- *Fernsteuerung:*

**FM:INTERNAL:FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|
TRIangle|NOISE|USER}**

Modulationsfrequenz

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal frequenzmoduliert werden.

- Modulationsfrequenz (*interne Quelle*): 2 mHz bis 20 kHz.
Der Standardwert ist 10 Hz.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs „FM“ den Softkey **FM Freq**.
- *Fernsteuerung*:

FM:INTernal:FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}

Frequenzhub

Die *Frequenzhub*-Einstellung ist die maximale Abweichung der Fre-quenz des modulierten Signals von der Trägerfrequenz.

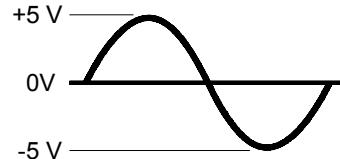
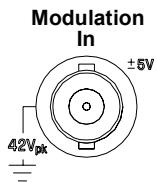
- Frequenzhub: 1 µHz bis 10,05 MHz (bzw. bis 150 kHz für Sägezahn und 3,05 MHz für Arbiträrsignale). *Der Standardwert ist 100 Hz.*
- Die *Trägerfrequenz* darf nicht kleiner als der Frequenzhub sein. Wenn Sie versuchen, bei aktiver Frequenzmodulation den Frequenz-hub auf einen Wert oberhalb der Trägerfrequenz einzustellen, wird der Frequenzhub automatisch auf den größten Wert abgeändert, der für die derzeitige Trägerfrequenz zulässig ist.
- Die Summe aus *Trägerfrequenz* und Frequenzhub darf nicht größer sein als die maximal zulässige Frequenz für die gewählte Funktion **plus 100 kHz** (20,1 MHz für Sinus und Rechteck; 300 kHz für Säge-zahn; 6,1 MHz für Arbiträrsignale). Wenn Sie versuchen, den Fre-quenzhub auf einen unzulässigen Wert einzustellen, wird er auto-matisch auf den größten Wert abgeändert, der für die derzeitige Trägerfrequenz zulässig ist.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs „FM“ den Softkey **Freq Dev**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den gewünschten Frequenzhub ein.
- *Fernsteuerung*:

FM:DEViation {<Spitzen-Frequenzhub in Hz>|MINimum|MAXimum}

Modulationsquelle

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal frequenzmoduliert werden.

- Modulationsquelle: „Internal“ oder „External“. *Die Standardeinstellung ist „Internal“.*
- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Frequenzhub wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Beispiel: Wenn der Frequenzhub auf 100 kHz eingestellt wurde, ergibt eine Spannung von +5 V am Modulationseingang eine Frequzerhöhung um 100 kHz. Eine kleinere positive Spannung ergibt eine entsprechend kleinere Frequenz. Eine negative Spannung ergibt eine Ausgangsfrequenz unterhalb der Trägerfrequenz.



- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs „FM“ den Softkey **Source**.
- *Fernsteuerung:*

FM:SOURce {INTernal|EXTernal}

Phasenmodulation (PM)

Ein moduliertes Signal besteht aus einem *Trägersignal* mit einem aufgeprägten *Modulationssignal*. Die Phasenmodulation hat große Ähnlichkeit mit der Frequenzmodulation; bei PM wird jedoch die *Phase* des modulierten Signals entsprechend der aktuellen Spannung des Modulationssignals verändert.

Weitere Informationen über die Grundlagen der Phasenmodulation entnehmen Sie bitte dem Tutorial (Kapitel 7).

Wahl der Betriebsart „PM“

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen PM und AM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie PM wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp PM kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie PM wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.
- *Manuelle Bedienung:* Sie müssen den Modulationstyp PM wählen, bevor Sie einen der übrigen Modulationsparameter vorgeben. Drücken Sie **Mod** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Type** den Modulationstyp PM. Das PM-modulierte Signal wird unter Verwendung der zuletzt vorgenommenen Einstellungen für Trägerfrequenz, Modulationsfrequenz, Ausgangsamplitude und Offsetspannung ausgegeben.
- *Fernsteuerung:* Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp PM erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter wählen.

PM:STATE {OFF | ON}

Trägersignalform

- PM-Trägersignalform: „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“. *Die Standardsignalform ist „Sine“.* Die Signalformen „Pulse“, „Noise“ und „DC“ können nicht als Trägersignalformen verwendet werden.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie eine der Ausgangsfunktions-Tasten außer **Pulse** oder **Noise**. Wenn Sie ein Arbiträrssignal als Trägersignal verwenden möchten, drücken Sie **Arb**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Select Wform** die gewünschte Signalform.
- *Fernsteuerung:*

`FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|USER}`

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Trägerfrequenz

Die maximal zulässige Trägerfrequenz ist von der gewählten Funktion abhängig (siehe nachfolgende Tabelle). *Die Standard-Trägerfrequenz ist für alle Ausgangsfunktionen 1 kHz.*

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 kHz
Arbiträr	1 µHz	6 MHz

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der Trägerfrequenz den Softkey **Freq** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein.
- *Fernsteuerung:*

`FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}`

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Modulationssignalform

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal phasenmoduliert werden.

- Modulationssignalform (*interne Quelle*): „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Negative Ramp“, „Triangle“, „Noise“ oder „Arbitrary“. *Die Standard-signalform ist „Sine“.*
- Rechteck-Modulationssignale haben ein Tastverhältnis von 50 %. 
- Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 100 %. 
- Dreieck-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 50 %. 
- Negativ-Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- „Noise“ ist zwar als Modulationssignalform verwendbar, aber – ebenso wie „Pulse“ oder „dc“ – nicht als Trägersignalform.
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs PM den Softkey **Shape**.
- *Fernsteuerung*:

```
PM:INTernal:FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|  
TRIangle|NOISE|USER}
```

Modulationsfrequenz

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal phasenmoduliert werden.

- Modulationsfrequenz (*interne Quelle*): 2 mHz bis 20 kHz.
Der Standardwert ist 10 Hz.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps PM den Softkey **PM Freq**.
- *Fernsteuerung*:

PM: INTernal : FREQuency { <frequency> | MINimum | MAXimum }

Phasenhub

Der *Phasenhub* ist die maximale Abweichung der Phase des modulierten Signals vom Trägersignal. Der Phasenhub kann auf Werte zwischen 0 und 360 Grad eingestellt werden. Der Standardwert ist 180 Grad.

- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps PM den Softkey **Phase Dev**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den gewünschten Phasenhub ein.
- *Fernsteuerung*:

PM: DEViation { < Phasenhub in Grad> | MINimum | MAXimum }

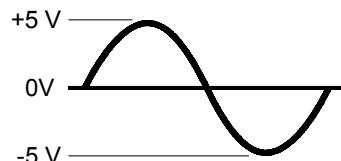
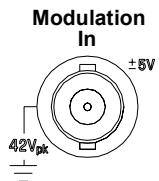
Modulationsquelle

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal phasenmoduliert werden.

- Modulationsquelle: „**Internal**“ oder „External“. *Die Standardeinstellung ist „Internal“.*
- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Phasenhub wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Wenn Sie

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen Phasenmodulation (PM)

beispielsweise einen Phasenhub von 180 Grad gewählt haben, so entspricht einem Signalpegel von +5 V ein Phasenhub von 180 Grad. Ein niedriger externer Signalpegel verursacht einen geringeren Phasenhub.



3

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps PM den Softkey **Source**.
- *Fernsteuerung:*

```
PM:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

FSK-Modulation (Frequenzumtastung)

In der Betriebsart FSK (Frequency Shift Keying, Frequenzumtastung) wird die Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit von einem internen oder externen Modulationssignal zwischen zwei vorgegebenen Werten umgeschaltet. Die beiden Frequenzen werden als „Trägerfrequenz“ bzw. als „Hop“-Frequenz bezeichnet. Die Frequenzumschaltrate wird durch die Frequenz des internen Modulationssignals bzw. des Signals am Eingang *Trig In* bestimmt.

Weitere Informationen über die Grundlagen der FSK-Modulation siehe Kapitel 7, „Tutorial“.

Wahl der Betriebsart „FSK“

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen FSK und AM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie FSK wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp „FSK“ kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie FSK wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.
- Manuelle Bedienung:* Sie müssen den Modulationstyp „FSK“ wählen, bevor Sie einen der übrigen Modulationsparameter vorgeben. Drücken Sie **Mod**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Type** den Modulationstyp „FSK“. Das FSK-modulierte Signal wird unter Verwendung der zuletzt vorgenommenen Einstellungen für Trägerfrequenz, Ausgangsamplitude und Offsetspannung ausgegeben.
- Fernsteuerung:* Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „FSK“ erst nach dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter wählen.

FSKey: STATE {OFF | ON}

Trägersignalform

- FSK-Trägersignalform: „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“. Die Standardsignalform ist „Sine“. Die Signalformen „Pulse“, „Noise“ und „dc“ können nicht als Trägersignalformen verwendet werden.

- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie eine der Ausgangsfunktion-Taste außer **Pulse** oder **Noise**. Wenn Sie ein Arbiträrsignal als Trägersignal verwenden möchten, drücken Sie **Arb**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Select Wform** die gewünschte Signalform.
- *Fernsteuerung*:

FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|USER}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

3

FSK-Trägerfrequenz

Die maximal zulässige Trägerfrequenz ist von der gewählten Funktion abhängig (siehe nachfolgende Tabelle). *Die Standard-Trägerfrequenz ist für alle Ausgangsfunktionen 1 kHz.*

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 kHz
Arbiträr	1 µHz	6 MHz

- Wenn die Modulationsquelle *External* gewählt wurde, wird die Ausgangsfrequenz durch das Signal am rückseitigen Eingang *Trig In* bestimmt. Wenn dieses Signal sich im *LOW*-Zustand befindet, wird die *Trägerfrequenz* ausgegeben. Wenn dieses Signal sich im *high*-Zustand befindet, wird die „*Hop*“-Frequenz ausgegeben.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie zum Einstellen der Trägerfrequenz den Softkey **Freq** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein.
- *Fernsteuerung*:

FREQuency {<Frequency> | MINimum | MAXimum}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

FSK-„Hop“-Frequenz

Die maximal zulässige „Hop“-Frequenz ist von der gewählten Funktion abhängig (siehe nachfolgende Tabelle). *Die Standard-„Hop“-Frequenz ist für alle Ausgangsfunktionen 100 Hz.*

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 kHz
Arbiträr	1 µHz	6 MHz

- Zur internen Modulation wird ein *Rechtecksignal* mit einem Tastverhältnis von 50 % verwendet.
- Wenn die Modulationsquelle *External* gewählt wurde, wird die Ausgangsfrequenz durch das Signal am rückseitigen Eingang *Trig In* bestimmt. Wenn dieses Signal sich im *LOW*-Zustand befindet, wird die *Trägerfrequenz* ausgegeben. Wenn dieses Signal sich im *high*-Zustand befindet, wird die „*Hop*“-Frequenz ausgegeben.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der „*Hop*“-Frequenz den Softkey **Hop Freq**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein.
- *Fernsteuerung:*

FSKey:FREQuency {<Frequency>|MINimum|MAXimum}

FSK-Rate

Die *FSK-Rate* ist die Rate, mit welcher die Ausgangsfrequenz bei interner FSK-Modulation zwischen der Trägerfrequenz und der „*Hop*“-Frequenz umschaltet.

- FSK-Rate (*interne Quelle*): 2 mHz bis 100 kHz. *Der Standardwert ist 10 Hz.*
- Bei Verwendung einer externen FSK-Modulationsquelle ist die eingestellte FSK-Rate ohne Bedeutung.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der FSK-Rate den Softkey **FSK Rate**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Rate ein.
- *Fernsteuerung:*

FSKey: INTernal : RATE { <Rate in Hz> | MINimum | MAXimum }

FSK-Quelle

- FSK-Quelle: „Internal“ oder „External“. *Die Standardeinstellung ist „Internal“.*
- Wenn die Quelle *Internal* gewählt wurde, wird die Rate, mit welcher die Ausgangsfrequenz zwischen der Trägerfrequenz und der „Hop“-Frequenz umschaltet, durch die spezifizierte *FSK-Rate* bestimmt.
- Wenn die Modulationsquelle *External* gewählt wurde, wird die Ausgangsfrequenz durch das Signal am rückseitigen Eingang *Trig In* bestimmt. Wenn dieses Signal sich im *LOW*-Zustand befindet, wird die *Trägerfrequenz* ausgegeben. Wenn dieses Signal sich im *high*-Zustand befindet, wird die „*Hop*“-Frequenz ausgegeben.
- Die maximal zulässige FSK-Rate bei externer Modulation ist 100 kHz.
- Beachten Sie, dass der für externe FSK-Modulation verwendete Anschluss (*Trig In*) nicht der gleiche ist wie für extern modulierte AM-, FM-, PM- und PWM-Signale (*Modulation In*). In der Betriebsart FSK-Modulation ist die Signalpolarität für den Eingang *Trig In* nicht wählbar.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs „FSK“ den Softkey **Source**.
- *Fernsteuerung:*

FSKey: SOURce { INTernal | EXTernal }

Pulsbreitenmodulation (PWM)

Bei der Pulsbreitenmodulation (PWM) wird die Breite eines Pulssignals entsprechend der aktuellen Spannung des Modulationssignals verändert. Die Breite des Pulses kann entweder als *Pulsbreite* (in Zeiteinheiten, ähnlich der Periode) oder als *Tastverhältnis* (als Prozentsatz der Periode) ausgedrückt werden. Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden.

Weitere Informationen über die Grundlagen der Pulsbreitenmodulation entnehmen Sie bitte dem Tutorial (Kapitel 7).

Wahl der Betriebsart „PWM“

- Die Pulsbreitenmodulation kann nur für ein Pulssignal gewählt werden und ist der einzige Modulationstyp, der für Pulssignale verfügbar ist.
- Der Modulationstyp PWM kann auch nicht mit den Betriebsarten „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden.
- *Manuelle Bedienung:* Sie müssen den Modulationstyp PWM wählen, bevor Sie einen der übrigen Modulationsparameter vorgeben. Drücken Sie erst auf die Taste **Pulse** und anschließend auf **Mod**, um die Modulation einzuschalten. PWM wird als einziger für ein Pulssignal verfügbarer Modulationstyp automatisch gewählt. Das PWM-modulierte Signal wird unter Verwendung der zuletzt vorgenommenen Einstellungen für Pulsfrequenz, Modulationsfrequenz, Ausgangsamplitude, Offsetspannung, Pulsbreite und Flankenzeit ausgegeben.
- *Fernsteuerung:* Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp PWM erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter wählen.

PWM:STATE {OFF|ON}

Pulssignale

- Die einzige für PWM verfügbare Signalform ist das Pulssignal.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste **Pulse**.
- *Fernsteuerung:*

FUNCTION {PULSe}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

Pulsperiode

Der Bereich der Pulsperiode erstreckt sich von 200 ns bis 2000 s. Der Standardwert ist 1 ms.

- *Manuelle Bedienung:* Bringen Sie nach dem Wählen der Ausgangsfunktion „Pulse“ den Softkey **Freq** durch nochmaliges Drücken in die Stellung **Period**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den gewünschten Periodenwert ein.
- *Fernsteuerung:*

PULSe:PERiod {<Sekunden>}|MINimum|MAXimum}

Modulationssignalform

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal phasenbreitenmoduliert werden.

- Modulationssignalform (*interne Quelle*): „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Negative Ramp“, „Triangle“, „Noise“ oder „Arb“. *Die Standardsignalform ist „Sine“.*
 - Rechteck-Modulationssignale haben ein Tastverhältnis von 50 %.
 - Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 100 %.

- Dreieck-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 50 %. 
- Negativ-Sägezahn-Modulationssignale haben ein Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulations-typs PWM den Softkey **Shape**.
- *Fernsteuerung:*

```
PWM:INTernal:FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|
    TRIangle|NOISE|USER}
```

Modulationsfrequenz

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal phasenbreitenmoduliert werden.

- Modulationsfrequenz (*interne Quelle*): 2 mHz bis 20 kHz.
Der Standardwert ist 10 Hz.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps PWM den Softkey **PWM Freq**.
- *Fernsteuerung:*

```
PWM:INTernal:FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
```

Pulsbreitenabweichung

Die Pulsbreitenabweichung ist definiert als die Abweichung der Puls-breite des modulierten Signals (in Sekunden) von der Pulsbreite des ursprünglichen Pulssignals.

- Pulsbreitenabweichung: 0 s bis 1000 s (siehe unten). Der Standard-wert ist 10 μ s.
- Die Pulsbreitenabweichung kann die aktuelle Pulsbreite nicht überschreiten.

- Sie ist ebenfalls durch die minimale Pulsbreite (W_{min}) beschränkt.

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Pulsbreite} - W_{min}$$

und

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Periode} - \text{Pulsbreite} - W_{min}$$

Dabei ist:

$$W_{min} = 20 \text{ ns für eine Periode von} \leq 10 \text{ s.}$$

$$W_{min} = 200 \text{ ns für eine Periode von} > 10 \text{ s und} \leq 100 \text{ s.}$$

$$W_{min} = 2 \mu\text{s für eine Periode von} > 100 \text{ s und} \leq 1000 \text{ s.}$$

$$W_{min} = 20 \mu\text{s für eine Periode von} > 1000 \text{ s.}$$

- Die Pulsbreitenabweichung ist durch die aktuelle Einstellung der Flankenzeit beschränkt.

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Pulsbreite} - (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

und

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Periode} - \text{Pulsbreite} - (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps PWM den Softkey **Width Dev**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Abweichung ein.

- *Fernsteuerung*:

PWM:DEVIATION {< Pulsbreitenabweichung in Sekunden
> |MINimum|MAXimum}

Hinweis: Pulsbreite, Pulsbreitenabweichung, Tastverhältnis des Pulssignals und Abweichung des Tastverhältnisses sind in der Frontplattenschnittstelle gekoppelt. Wenn Sie als Pulssignalform **Width** wählen und PWM aktivieren, steht der Softkey **Width Dev** zur Verfügung. Wurde als Pulssignalform **Duty Cyc** gewählt und PWM aktiviert, so ist der Softkey **Duty Cyc Dev** verfügbar.

Abweichung des Tastverhältnisses

Die Abweichung des Tastverhältnisses ist definiert als die Abweichung des Tastverhältnisses des modulierten Signals vom Tastverhältnis des Pulssignals. Die Abweichung des Tastverhältnisses wird als Prozentsatz der Periode ausgedrückt.

- Abweichung des Tastverhältnisses: 0 % bis 100 % (siehe unten). Der Standardwert ist 1 %.
- Die Abweichung des Tastverhältnisses kann nicht das Tastverhältnis des aktuellen Pulssignals übersteigen.
- Sie ist ebenfalls durch die minimale Pulsbreite (Wmin) beschränkt.

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{\text{Tastverhältnis} - 100}{\text{Wmin} \div \text{Periode}}$$

und

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{100 - \text{Tastverhältnis}}{(100 \times \text{Wmin}) \div \text{Periode}}$$

Dabei ist:

$$\text{Wmin} = 20 \text{ ns für eine Periode von} \leq 10 \text{ s.}$$

$$\text{Wmin} = 200 \text{ ns für eine Periode von} > 10 \text{ s und} \leq 100 \text{ s.}$$

$$\text{Wmin} = 2 \mu\text{s für eine Periode von} > 100 \text{ s und} \leq 1000 \text{ s.}$$

$$\text{Wmin} = 20 \mu\text{s für eine Periode von} > 1000 \text{ s.}$$

- Die Abweichung des Tastverhältnisses ist auch durch die aktuelle Einstellung der Flankenzeit beschränkt.

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{\text{Tastverhältnis} - (160 \times \text{Flankenzeit})}{\text{Periode}}$$

und

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{100 - \text{Tastverhältnis}}{(160 \times \text{Flankenzeit}) \div \text{Periode}}$$

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps PWM den Softkey **Dty CyC Dev**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Abweichung ein.
- *Fernsteuerung:*

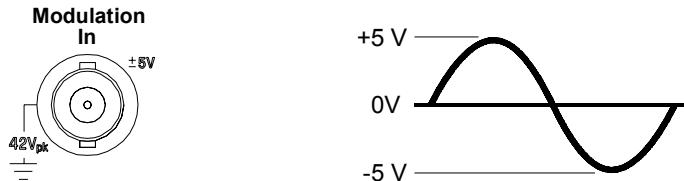
PWM:DEVIATION:DCYCLE {< Abweichung in Prozent > | MIN | MAX }

Hinweis: Pulsbreite, Pulsbreitenabweichung, Tastverhältnis des Pulssignals und Abweichung des Tastverhältnisses sind in der Frontplattenschnittstelle gekoppelt. Wenn Sie als Pulssignalform **Width** wählen und PWM aktivieren, steht der Softkey **Width Dev** zur Verfügung. Wurde als Pulssignalform **Dty Cyc** gewählt und PWM aktiviert, so ist der Softkey **Dty Cyc Dev** verfügbar.

Modulationsquelle

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal phasenbreitenmoduliert werden.

- Modulationsquelle: „Internal“ oder „External“. *Die Standardeinstellung ist „Internal“.*
- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Pulssignal mit einem externen Signal moduliert. Die Pulsbreitenabweichung oder die Abweichung des Tastverhältnisses werden in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Falls Sie beispielsweise das Tastverhältnis auf 10 % und die Abweichung des Tastverhältnisses auf 5 % gesetzt haben, so ergibt sich bei einer Modulationsspannung von +5 Volt das *maximale* Ausgangstastverhältnis (15 %). Bei einer Modulationsspannung von -5 Volt ergibt sich das *minimale* Ausgangstastverhältnis (5 %).



- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl des Modulationstyps PWM den Softkey **Source**.
- *Fernsteuerung:*

PWM:SOURCE {INTERNAL|EXTERNAL}

Frequenzwobbelung

In der Betriebsart „frequency sweep“ (Frequenzwobbelung) wird die Ausgangsfrequenz schrittweise mit einer vorgegebenen *Wobbelrate* von einer vorgegebenen *Start-Frequenz* bis zu einer vorgegebenen *Stop-Frequenz* verändert. Sowohl die Richtung der Wobbelung (aufwärts oder abwärts) als auch deren Zeitverlauf (linear oder logarithmisch) ist wählbar. Sie können den Funktionsgenerator auch so konfigurieren, dass er auf einen externen oder manuellen Trigger hin einen einzelnen Wobbelzyklus (eine malige Frequenzveränderung von der Start-Frequenz bis zur Stop-Frequenz) ausgibt. Die Signalformen Sinus, Rechteck, Sägezahn und Arbiträr können gewobbelt werden, nicht jedoch die Signalformen Puls, Rauschen und DC.

Weitere Informationen über die Grundlagen der Wobbelung siehe Kapitel 7, „Tutorial“.

Wahl der Wobbelbetriebsart

- Die Wobbelbetriebsart kann nicht mit der Burst-Betriebsart oder einer Modulationsbetriebsart kombiniert werden. Wenn Sie die Wobbelbetriebsart wählen, wird die Burst-Betriebsart oder eine Modulationsbetriebsart gegebenenfalls automatisch deaktiviert.
- *Manuelle Bedienung:* Sie müssen die Wobbelbetriebsart wählen, bevor Sie einen der übrigen Modulationsparameter vorgeben. Drücken Sie zur Ausgabe eines gewobbelten Signals mit der zuvor gewählten Frequenz, Ausgangsamplitude und Offsetspannung die Taste **Sweep**.
- *Fernsteuerung:* Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie die Wobbelbetriebsart erst nach dem Konfigurieren der übrigen Parameter wählen.

SWEep:STATE {OFF | ON}

Start- und Stop-Frequenzen

Die *Start-Frequenz* und die *Stop-Frequenz* spezifizieren die untere bzw. obere Frequenzgrenze für die Wobbelung. Der Funktionsgenerator beginnt bei der Start-Frequenz, wobbelt dann bis zur Stop-Frequenz, und „springt“ dann wieder zur Start-Frequenz zurück.

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen

Frequenzwobbelung

- Start- und Stop-Frequenzen: 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz für Sägezahn; bis 6 MHz für Arbiträrsignale). Die Wobbelung ist über den gesamten Frequenzbereich hinweg phasenkontinuierlich. *Der Standardwert für die Start-Frequenz ist 100 Hz. Der Standardwert für die Stop-Frequenz ist 1 kHz.*
- Wählen Sie für eine **Aufwärtswobbelung** die Start-Frequenz kleiner als die Stop-Frequenz. Wählen Sie für eine **Abwärtswobbelung** die Start-Frequenz größer als die Stop-Frequenz.
- In der Wobbelbetriebsart, kombiniert mit *Marker Off*, ist das Sync-Signal ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. Das Sync-Signal geht am Anfang des Wobbelzyklus in den HIGH-Zustand über und in der Mitte des Wobbelzyklus in den Zustand LOW. Die Frequenz des Sync-Signals ist gleich der spezifizierten Wobbelzeit. Das Sync-Signal wird über den Anschluss *Sync* auf der Frontplatte ausgegeben.
- In der Wobbelbetriebsart, kombiniert mit *Marker On*, geht das Sync-Signal am Anfang des Wobbelzyklus in den HIGH-Zustand über und bei der Markenfrequenz in den LOW-Zustand. Das Sync-Signal wird über den Anschluss *Sync* auf der Frontplatte ausgegeben.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Wobbelbetriebsart den Softkey **Start** oder **Stop**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein.
- *Fernsteuerung:*

```
FREQuency:START {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}
FREQuency:STOP {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}
```

Mittenfrequenz und Wobbelbandbreite

Wenn Sie möchten, können Sie die Frequenzgrenzen für die Wobbelung auch durch Vorgabe der *Mittenfrequenz* und der *Wobbelbandbreite* spezifizieren. Diese Parameter stehen in direktem Zusammenhang mit den Start- und Stop-Frequenzen (*siehe weiter oben*).

- Mittenfrequenz: 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz für Sägezahn; bis 6 MHz für Arbiträrsignale). *Der Standardwert ist 550 Hz.*
- Wobbelbandbreite: 0 Hz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz für Sägezahn; bis 6 MHz für Arbiträrsignale). *Der Standardwert ist 900 Hz.*

- Wählen Sie für eine **Aufwärtswobbelung** eine *positive* Wobbelbandbreite. Wählen Sie für eine **Abwärtswobbelung** eine *negative* Wobbelbandbreite.
- In der Wobbelbetriebsart, kombiniert mit *Marker Off*, ist das Sync-Signal ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. Das Sync-Signal geht am Anfang des Wobbelzyklus in den HIGH-Zustand über und in der Mitte des Wobbelzyklus in den Zustand LOW. Die Frequenz des Sync-Signals ist gleich der spezifizierten Wobbelzeit. Das Sync-Signal wird über den Anschluss *Sync* auf der Frontplatte ausgegeben.
- In der Wobbelbetriebsart, kombiniert mit *Marker On*, geht das Sync-Signal am Anfang des Wobbelzyklus in den HIGH-Zustand über und bei der Markenfrequenz in den LOW-Zustand. Das Sync-Signal wird über den Anschluss *Sync* auf der Frontplatte ausgegeben.
- *Manuelle Bedienung:* Bringen Sie, nach der Wahl der Wobbelbetriebsart, den Softkey **Start** oder **Stop** durch nochmaliges Drücken in die Stellung **Center** bzw. **Span**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschten Start- und Stop-Frequenzen bzw. die Mittenfrequenz und die Wobbelbandbreite ein.
- *Fernsteuerung:*

```
FREQuency:CENTER {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}
FREQuency:SPAN {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}
```

Wobbelcharakteristik

Sie haben die Wahl zwischen den Wobbelcharakteristiken linear oder logarithmisch. Bei *linearer* Wobbelung wird die Frequenz linear in Abhängigkeit von der Zeit verändert. Bei *logarithmischer* Wobbelung wird die Frequenz logarithmisch in Abhängigkeit von der Zeit verändert.

- Wobbelcharakteristiken: „Linear“ oder „Logarithmic“. *Die Standardeinstellung ist „Linear“.*
- *Manuelle Bedienung:* Wählen Sie nach dem Aktivieren der Wobbelbetriebsart mit dem Umschalt-Softkey **Linear/Log** die gewünschte Wobbelcharakteristik.
- *Fernsteuerung:*

```
SWEep:SPACING {LINEar | LOGarithmic}
```

Wobbelzeit

Die *Wobbelzeit* spezifiziert die Zeitdauer (in Sekunden) für die Wobbelung von der Start-Frequenz bis zur Stop-Frequenz. Die Anzahl der diskreten Frequenzpunkte eines Wobbelzyklus wird vom Funktionsgenerator automatisch berechnet und ist von der gewählten Wobbelzeit abhängig.

- Wobbelzeit: 1 ms bis 500 s. *Der Standardwert ist 1 s.*
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach dem Aktivieren der Wobbelbetriebsart den Softkey **Sweep Time**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Wobbelzeit ein.
- *Fernsteuerung:*

`SWEep:TIME {<Sekunden>}|MINimum|MAXimum}`

Markenfrequenz

Bei Bedarf können Sie den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass er bei Erreichen einer spezifizierten Frequenz, der sogenannten Markenfrequenz, über den Anschluss *Sync* auf der Frontplatte ein Sync-Signal ausgibt. Das Sync-Signal geht am Anfang des Wobbelzyklus immer vom LOW-Zustand in den HIGH-Zustand über.

- Markenfrequenz: 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz für Sägezahn; bis 6 MHz für Arbiträrsignale). *Der Standardwert ist 500 Hz.*
- Beim Aktivieren der Wobbelbetriebsart muss die Markenfrequenz zwischen der Start-Frequenz und der Stop-Frequenz liegen. Falls Sie versuchen, eine außerhalb dieses Bereichs liegende Markenfrequenz zu spezifizieren, wird die Markenfrequenz automatisch gleich der Start-Frequenz oder der Stop-Frequenz eingestellt (je nachdem, welche dieser beiden Frequenzen der gewünschten Markenfrequenz näher liegt).
- Die aktivierte Sync-Einstellung wird außer Kraft gesetzt, wenn die im Wobbelbetrieb verwendete Marke aktiviert wird (*siehe Seite 77*). Wenn Sie also die Marke (und den Wobbelbetrieb) aktivieren, wird die Sync-Signal-Einstellung ignoriert.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Wobbelbetriebsart den Softkey **Marker**. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Markenfrequenz ein.
- *Fernsteuerung:*

```
MARKer:FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}  
MARKer {Off|On}
```

Wobbel-Triggerquelle

In der Wobbelbetriebsart gibt der Funktionsgenerator nach jedem Trigger einen einzelnen Wobbelzyklus aus. Nach Abschluss eines Wobbelzyklus wartet der Funktionsgenerator auf den nächsten Trigger. Während dieser Zeit wird die Start-Frequenz ausgegeben.

- Wobbel-Triggerquelle: „**Internal**“, „External“ oder „Manual“. *Die Standardeinstellung ist „Internal“.*
- Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle „*Internal*“ (sofortige Triggerung) wählen, gibt der Funktionsgenerator eine kontinuierliche Folge von Wobbelzyklen aus, deren Rate durch die spezifizierte *Wobbelzeit* bestimmt wird.
- Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle *External* wählen, wartet der Funktionsgenerator auf ein Triggersignal über den rückseitigen Eingang *Trig In*. Jedesmal, wenn der Funktionsgenerator über den Eingang *Trig In* einen TTL-Impuls mit der spezifizierten Polarität empfängt, gibt er einen einzelnen Wobbelzyklus aus.
- Die Triggerperiode muss größergleich der spezifizierten Wobbelzeit **plus** 1 ms sein.
- Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle „*Manual*“ gewählt haben, gibt der Funktionsgenerator jedesmal, wenn die Taste  gedrückt wird, einen einzelnen Wobbelzyklus aus.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie den Softkey **Trigger Setup**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Source** die gewählte Wobbel-Triggerquelle.

Spezifizieren Sie, ob der Funktionsgenerator auf die positive oder negative Flanke des Signals am Eingang *Trig In* triggern soll:
Drücken Sie den Softkey **Trigger Setup**, und wählen Sie mit dem Softkey **Slope** die gewünschte Flanke.

- *Fernsteuerung:*

```
TRIGger:SOURce {IMMEDIATE|EXTERNAL|BUS}
```

Mit dem folgenden Befehl können Sie spezifizieren, ob der Funktionsgenerator auf die positive oder negative Flanke des Signals am Eingang *Trig In* triggert.

```
TRIGger:SLOPe {POSITIVE|NEGATIVE}
```

Weitere Informationen hierzu siehe „Triggerung“ auf Seite 123.

3

„Trigger Out“-Signal

Am rückseitigen Ausgang *Trig Out* ist (*nur in den Trigger- und Burst-Betriebsarten*) ein Triggersignal zur Synchronisation externer Geräte verfügbar. Wenn dieser Ausgang aktiviert wurde, wird am Anfang eines jeden Wobbelzyklus eine positive TTL-Flanke (Standardeinstellung) oder negative TTL-Flanke über den Ausgang *Trig Out* ausgegeben.

- Wenn die Triggerquelle *Internal* (sofortige Triggerung) gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang des Wobbelzyklus über den Anschluss *Trig Out* ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 % aus. Die Frequenz dieses Signals entspricht der spezifizierten *Wobbelzeit*.
- Beim Wählen der Triggerquelle *External* wird das „Trigger out“-Signal automatisch deaktiviert. In diesem Fall dient der Anschluss *Trig Out* zur Triggerung des Funktionsgenerators durch ein externes Signal.
- Wenn die Triggerquelle *Manual* gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Wobbelzyklus oder Bursts über den Anschluss *Trig Out* einen Puls (Breite >1 µs) aus.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Wobbelbetriebsart den Softkey **Trigger Setup**. Wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Trig Out** die gewünschte Flanke.
- *Fernsteuerung:*

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSITIVE|NEGATIVE}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

Betriebsart „Burst“

Sie können den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass er einen *Burst*, d. h. eine bestimmte Anzahl von Zyklen ausgibt. Für die Betriebsart „Burst“ sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Pulse“ oder „Arbitrary“ verfügbar. (Die Signalform „DC“ ist nicht verfügbar und die Signalform Noise“ nur in der Betriebsart „Gated burst“).

Weitere Informationen über die Grundlagen der Betriebsart „Burst“ siehe Kapitel 7, „Tutorial“.

3

Wahl der Betriebsart „Burst“

- Die Betriebsart „Burst“ kann nicht mit der Wobbelbetriebsart oder einer Modulationsbetriebsart kombiniert werden. Wenn Sie die Betriebsart „Burst“ wählen, wird die Wobbelbetriebsart oder eine Modulationsbetriebsart gegebenenfalls automatisch deaktiviert.
- *Manuelle Bedienung*: Sie müssen die Betriebsart „Burst“ *bevor* Sie einen der übrigen Burst-Parameter vorgeben. Drücken Sie zur Ausgabe eines Burst-Signals mit der zuvor gewählten Frequenz, Ausgangsamplitude und Offsetspannung die Taste .
- *Fernsteuerung*: Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie die Betriebsart „Burst“ erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Parameter wählen.

BURSt:STATE {OFF | ON}

Burst-Typ

Der Signalgenerator verfügt über zwei Burst-Betriebsarten: „Triggered Burst“ und „External Gated Burst“. Je nachdem, welche *Triggerquelle* und *Burst-Quelle* Sie wählen, wird automatisch die eine oder andere Burst-Betriebsart aktiviert (siehe nachfolgende Tabelle).

- *Betriebsart „Triggered Burst“*: Dies ist die Standardbetriebsart. In dieser Betriebsart gibt der Signalgenerator nach dem Empfang eines Triggers ein Signal mit einer spezifizierten Anzahl von Zyklen („*Burst count*“) aus. Danach wartet der Signalgenerator auf den nächsten Trigger. Es stehen folgende Burst-Triggerquellen zur Auswahl: interner Trigger, manueller Trigger (Betätigung der Taste ),

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen

Betriebsart „Burst“

externer Trigger (ein Signal am rückseitigen Anschluss *Trig In*) oder Software-Trigger (Triggerbefehl über die Fernsteuerungsschnittstelle).

- *Betriebsart „External Gated Burst“:* In dieser Betriebsart wird das Ausgangssignal durch ein externes Torsignal am rückseitigen Anschluss *Trig In* aus- oder eingeschaltet. Solange das Torsignal *TRUE* ist, gibt der Funktionsgenerator ein kontinuierliches Signal aus. Wenn das Torsignal in den Zustand *FALSE* übergeht, wird die Signalausgabe nach dem Ende des aktuellen Signalzyklus beendet. Die Ausgangsspannung bleibt auf dem durch die Start-Burst-Phase der gewählten Signalform vorgegebenen Wert. Bei der Signalform „Noise“ wird die Signalausgabe beim *TRUE/FALSE*-Übergang des Torsignals sofort beendet.

	„Burst Mode“ (BURS:MODE)	„Burst Count“ (BURS:NCYC)	„Burst Period“ (BURS:INT:PER)	„Burst Phase“ (BURS:PHAS)	„Trigger Source“ (TRIG:SOUR)
Betriebsart „Triggered Burst“: Interner Trigger	TRIGgered	Verfügbar	Verfügbar	Verfügbar	IMMEDIATE
Betriebsart „Triggered Burst“: Externer Trigger	TRIGgered	Verfügbar	–	Verfügbar	EXTERN, BUS
Betriebsart „Gated Burst“: Externer Trigger	GATED	–	–	Verfügbar	–

- In der Betriebsart „Gated“ sind die Parameter „Burst count“, „Burst period“ und „Trigger source“ ohne Bedeutung. (Diese Parameter betreffen nur die Betriebsart „Triggered burst“). Falls der Funktionsgenerator einen manuellen Trigger empfängt, ignoriert es diesen, ohne eine Fehlermeldung anzuzeigen.
- In der Betriebsart *Gated* können Sie die Polarität des Signals am rückseitigen Anschluss *Trig In* wählen.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach dem Aktivieren der Betriebsart „Burst“ den Softkey **N Cycle** (getriggert) oder **Gated** (torgesteuert).

Die Polarität des externen Torsignals am Anschluss *Trig In* können Sie mit dem Softkey **Polarity** wählen. Die Standardpolarität ist POS (TRUE = HIGH).

- *Fernsteuerung:*

```
BURSt:MODE {TRIGgered|GATED}
```

Mit dem folgenden Befehl können Sie die Polarität des externen Torsignals am Anschluss *Trig In* wählen. Die Standardpolarität ist NORM (TRUE = HIGH).

```
BURSt:GATE:POLarity {NORMAL|INVerted}
```

3

Signalfrequenz

Die *Signalfrequenz* bestimmt die Wiederholrate des Bursts (in beiden Burst-Betriebsarten, getriggert und torgesteuert). In der Betriebsart „triggered“ wird ein Signal mit der spezifizierten Signalfrequenz mit der durch „*Burst count*“ spezifizierten Anzahl von Zyklen ausgegeben. In der Betriebsart „external gated“ wird ein Signal mit der spezifizierten Signalfrequenz dann und nur dann ausgegeben, wenn das externe Torsignal sich im Zustand TRUE befindet.

Beachten Sie, dass die Signalfrequenz nicht mit der Burst-Periode identisch ist. Letztere spezifiziert (in der getriggerten Betriebsart) das Zeitintervall zwischen den Bursts.

- Signalfrequenz: 1 mHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz für Sägezahn; bis 6 MHz für Arbiträrsignale). Der Standardwert für die Signalfrequenz ist 1 kHz. (Bei einem intern getriggerten Burst-Signal liegt die Mindestfrequenz bei 2,001 mHz.) Für die Betriebsart „Burst“ sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Pulse“ oder „Arbitrary“ verfügbar. (Die Signalform „DC“ ist nicht verfügbar und die Signalform „Noise“ nur in der Betriebsart „Gated burst“).
- Für Sinus- und Rechtecksignale sind Frequenzen oberhalb von 6 MHz nur in der Betriebsart „infinite burst count“ zulässig.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie zum Einstellen der Signalfrequenz den Softkey **Freq** für die gewählte Funktion. Geben Sie dann mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz ein.
- *Fernsteuerung:*

FREQuency {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}

Alternativ können Sie mit dem Befehl **APPLY** die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und den Offset gleichzeitig wählen.

3

Burst-Anzahl

Die Burst-Anzahl spezifiziert die Anzahl der pro Burst auszugebenden Zyklen. *Betrifft nur die (intern oder extern) getriggerte Burst-Betriebsart.*

- Burst-Anzahl: 1 bis 50 000 Zyklen, Schrittweite 1 Zyklus. Alternativ können Sie eine unendliche Anzahl von Zyklen wählen. *Der Standardwert ist 1 Zyklus.*
- Wenn die Triggerquelle *Internal* gewählt wurde, wird die spezifizierte Anzahl von Zyklen kontinuierlich mit der durch den Parameter *Burst period* spezifizierten Rate ausgegeben. Die Burst-Periode spezifiziert das Zeitintervall zwischen den Bursts.
- Wenn die Triggerquelle *Internal* gewählt wurde, muss die Burst-Anzahl kleiner als das Produkt aus der Burst-Periode und der Signalfrequenz sein:

$$\text{Burst-Anzahl} < \text{Burst-Periode} \times \text{Signalfrequenz}$$

- Falls diese Bedingung nicht erfüllt ist, vergrößert der Funktionsgenerator die Burst-Periode automatisch bis zum Maximalwert. (Die Signalfrequenz bleibt dabei *unverändert*).
- In der Burst-Betriebsart *Gated* ist die spezifizierte Burst-Anzahl ohne Bedeutung. Wenn Sie jedoch die Burst-Anzahl durch einen Fernsteuerungsbefehl ändern, während der Funktionsgenerator sich in der Burst-Betriebsart „Gated“ befindet, behält der Funktionsgenerator die neue Burst-Anzahl „im Gedächtnis“ und verwendet nach dem Umschalten in die Betriebsart „Triggered“ diesen Wert.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie den Softkey **#Cycles**, und geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Burst-Anzahl ein. Wenn Sie die Burst-Anzahl „unendlich“ einstellen möchten, bringen Sie den Softkey **#Cycles** durch nochmaliges Drücken in die Stellung **Infinite**. (Durch Drücken der Taste  wird das Signal gestartet und durch erneutes Drücken beendet.)
- *Fernsteuerung:*

BURSt:NCYCles {<Anzahl der Zyklen>}
 | INFinity | MINimum | MAXimum }

Burst-Periode

Die *Burst-Periode* ist das Zeitintervall zwischen dem Anfang eines Bursts und dem Anfang des nächsten Bursts. Dieser Parameter betrifft nur die intern getriggerte Burst-Betriebsart.

Beachten Sie, dass die *Burst-Periode* nicht mit der *Signalfrequenz* identisch ist. Letztere spezifiziert die Frequenz des als Burst ausgegebenen Signals.

- Burst-Periode: 1 µs bis 500 s. Der Standardwert ist 10 ms.
- Die spezifizierte Burst-Periode ist nur wirksam, wenn die Triggerquelle *Internal* gewählt wurde. Bei manueller oder externer Triggerung (oder in der Burst-Betriebsart *Gated*) ist die Burst-Periode ohne Bedeutung.
- Es ist nicht möglich, eine Burst-Periode zu spezifizieren, die so kurz ist, dass die spezifizierte Anzahl von Bursts mit der spezifizierten Frequenz nicht ausgegeben werden kann (siehe untenstehende Formel). Falls Sie versuchen, eine zu kurze Burst-Periode zu spezifizieren, wird sie automatisch auf einen geeigneten Wert abgeändert.

$$\text{Burst-Periode} > \frac{\text{Burst-Anzahl}}{\text{Signalfrequenz}} + 200 \text{ ns}$$

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie den Softkey **Burst Period**, und geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur die gewünschte Burst-Periode ein.
- *Fernsteuerung:*

BURSt:INTERNAL:PERIOD {<Sekunden>} | MINimum | MAXimum }

Burst-Phase

Der Parameter *Burst phase* spezifiziert die Start-Phase des Bursts.

- Burst-Phase: -360 Grad bis +360 Grad. *Der Standardwert ist 0 Grad.*
- Über die Fernsteuerungsschnittstelle können Sie mit dem Befehl **UNIT:ANGL** die Start-Phase in Grad oder rad spezifizieren (siehe Seite 244).
- Im Display wird die Start-Phase stets in Grad angezeigt (die Einheit rad ist nicht verfügbar). Wenn Sie die Start-Phase über die Fernsteuerungsschnittstelle spezifizieren und dann auf manuelle Bedienung umschalten, wird der Start-Phasenwert automatisch in Grad umgerechnet.
- Bei den Signalformen „Sine“, „Square“ und „Ramp“ entspricht 0 Grad dem Punkt, an dem das Signal die Nulllinie (bzw. die Offsetspannungslinie) von unten nach oben schneidet. Bei Ausgangssignalen entspricht 0 Grad dem ersten in den Signalspeicher heruntergeladenen Signalpunkt. Bei den Signalformen „Pulse“ und „Noise“ ist die Burst-Phase ohne Bedeutung.
- Die Burst-Phase ist auch in der Burst-Betriebsart *Gated* signifikant. Wenn das Torsignal in den *FALSE*-Zustand übergeht, wird der aktuelle Signalzyklus noch zu Ende geführt; anschließend wird die Signalausgabe gestoppt. Die Ausgangsspannung verbleibt auf dem der Burst-Start-Phase entsprechenden Wert.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie den Softkey **Start Phase**, und geben Sie mit dem Drehknopf oder über die Zifferntastatur den gewünschten Phasenwinkel in Grad ein.
- *Fernsteuerung:*

BURSt : PHASE { <Winkel> | MINimum | MAXimum }

Burst-Triggerquelle

In der Burst-Betriebsart *triggered* gibt der Signalgenerator nach dem Empfang eines Triggers einen Burst mit der spezifizierten Anzahl von Zyklen (*Burst count*) aus. Danach wartet der Signalgenerator auf den nächsten Trigger. *Beim Einschalten des Gerätes wird automatisch die Burst-Betriebsart „internally triggered“ gewählt.*

- Burst-Triggerquelle: „Internal“, „External“ oder „Manual“. *Die Standardeinstellung ist „Internal“.*
- Wenn die Triggerquelle *Internal* (sofortige Triggerung) gewählt wurde, wird die Frequenz, mit welcher der Burst ausgegeben wird, durch die *Burst-Periode* bestimmt.
- Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle *External* wählen, wartet der Funktionsgenerator auf ein Triggersignal über den rückseitigen Eingang *Trig In*. Jedesmal, wenn der Funktionsgenerator über den Eingang *Trig In* einen TTL-Impuls mit der spezifizierten Polarität empfängt, gibt er die spezifizierte Anzahl von Zyklen aus. Externe Trigger, die während eines Bursts empfangen werden, werden ignoriert.
- Wenn die Triggerquelle *Manual* gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator jedesmal, wenn die Taste  gedrückt wird, einen einzelnen Burst aus.
- Wenn die Triggerquelle *External* oder *Manual* gewählt wurde, sind die Parameter *Burst count* und *Burst phase* wirksam, aber der Parameter *Burst period* wird ignoriert.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie den Softkey **Trigger Setup**, und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Source** die gewählte Wobbel-Triggerquelle.

Spezifizieren Sie, ob der Funktionsgenerator auf die positive oder negative Flanke des Signals am Eingang *Trig In* triggern soll:
Drücken Sie den Softkey **Trigger Setup**, und wählen Sie mit dem Softkey **Slope** die gewünschte Flanke.

- *Fernsteuerung:*

TRIGger:SOURce {IMMediate|EXTernal|BUS}

Spezifizieren Sie gegebenenfalls mit dem folgenden Befehl, ob der Funktionsgenerator auf die positive oder negative Flanke des Signals am Eingang *Trig In* triggern soll:

TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

Weitere Informationen hierzu siehe „Triggerung“ auf Seite 123.

„Trigger Out“-Signal

Am rückseitigen Ausgang *Trig Out* ist (*nur in den Burst- und Triggerbetriebsarten*) ein Triggersignal zur Synchronisation externer Geräte verfügbar. Wenn dieser Ausgang aktiviert wurde, wird am Anfang eines jeden Wobbelzyklus eine positive TTL-Flanke (Standardeinstellung) oder negative TTL-Flanke über den Ausgang *Trig Out* ausgegeben.

- Wenn die Triggerquelle *Internal* (sofortige Triggerung) gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang des Wobbelzyklus über den Anschluss *Trig Out* ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 % aus. Die Frequenz dieses Signals ist gleich der spezifizierten *Burst-Periode*.
- Beim Wählen der Triggerquelle *External* wird das „Trigger out“-Signal automatisch deaktiviert. In diesem Fall dient der Anschluss *Trig Out* zur Triggerung des Funktionsgenerators durch ein externes Signal.
- Wenn die Triggerquelle *Manual* gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Bursts über den Anschluss *Trig Out* einen Puls (Breite >1 µs) aus.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Burst-Betriebsart den Softkey **Trigger Setup**. Wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Trig Out** die gewünschte Flanke.
- *Fernsteuerung:*

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

Triggerung

Betrifft nur die Wobbel- und Burst-Betriebsarten. Ein Wobbelzyklus oder Burst kann durch einen *internen*, einen *externen* oder einen *manuellen* Trigger ausgelöst werden.

- Beim Einschalten des Funktionsgenerators wird automatisch die Triggerbetriebsart „internal“ (automatische Triggerung) gewählt. Bei interner Triggerung gibt der Funktionsgenerator in der Wobbel- oder Burst-Betriebsart ein kontinuierliches Signal aus.
- Bei externer Triggerung wird der Wobbelzyklus oder Burst durch ein externes Signal am rückseitigen Eingang *Trig In* ausgelöst. Jeder TTL-Puls am Eingang *Trig In* löst einen einzelnen Wobbelzyklus bzw. Burst aus. Sie können wählen, ob der Funktionsgenerator auf die positive oder negative Flanke des externen Triggersignals triggert.
- Bei manueller Triggerung wird jedesmal, wenn Sie die Taste  drücken, ein einzelner Wobbelzyklus bzw. Burst ausgelöst. Wenn Sie diese Taste längere Zeit gedrückt lassen, wird der Funktionsgenerator wiederholt getriggert.
- In der Fernsteuerungsbetriebsart oder wenn eine andere Funktion als Wobbelung oder Burst gewählt wurde, ist die Taste  deaktiviert.

Triggerquellen

Betrifft nur die Wobbel- und Burst-Betriebsarten. Sie müssen die Quelle spezifizieren, aus welcher der Funktionsgenerator einen Trigger akzeptiert.

- Wobbel-Triggerquelle: „Internal“, „External“ oder „Manual“. Die Standardeinstellung ist „Internal“.
- Der Funktionsgenerator akzeptiert einen manuellen Trigger, einen Hardware-Trigger über den rückseitigen Eingang *Trig In* oder einen internen Trigger (kontinuierliche Ausgabe von Wobbelzyklen oder Bursts). Beim Einschalten des Gerätes wird automatisch die interne Triggerquelle gewählt.

Triggerung

- Die Information darüber, welche Triggerquelle gewählt wurde, wird in einem *flüchtigen* Speicher abgelegt. Beim Einschalten des Gerätes wird automatisch die Triggerquelle „Internal“ gewählt; bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle wird die Triggerquelle „Immediate“ gewählt. (Voraussetzung ist, dass der Einschalt-Zustand des Gerätes auf „default“ gesetzt ist.)
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Wobbel- oder Burst-Betriebsart den Softkey **Trigger Setup**. Wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Source** die gewünschte Triggerquelle.
- *Fernsteuerung:*

```
TRIGger:SOURce {IMMEDIATE|EXTERNAL|BUS}
```

Der Befehl **APPLY** wählt automatisch die Triggerquelle *Immediate*.

Interne Triggerung. In der Triggerbetriebsart „Internal“ gibt der Funktionsgenerator eine kontinuierliche Folge von Wobbelzyklen bzw. Bursts aus (gemäß den Einstellungen *Sweep time* bzw. *Burst period*). „Internal“ ist die Standardtriggerquelle sowohl für die manuelle Betriebsart als auch für den Fernsteuerungsbetrieb.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie den Softkey **Trigger Setup**, und wählen Sie mit dem Softkey **Source Int** die interne Triggerquelle.
- *Fernsteuerung:*

```
TRIGger:SOURce IMMEDIATE
```

Manuelle Triggerung. In der Triggerbetriebsart „Manual“ (die nur in der manuellen Betriebsart verfügbar ist) können Sie den Funktionsgenerator durch Drücken der Taste  manuell triggern. Jedesmal wenn Sie diese Taste drücken, gibt der Funktionsgenerator einen einzelnen Wobbelzyklus bzw. Burst aus. Wenn der Funktionsgenerator auf einen manuellen Trigger wartet, leuchtet die Taste . (Im Fernsteuerungsbetrieb ist diese Taste deaktiviert.)

Externe Triggerung. In der Triggerbetriebsart „External“ akzeptiert der Funktionsgenerator einen Hardware-Trigger über den rückseitigen Eingang *Trig In*. Jede TTL-Flanke am Eingang *Trig In*, welche die spezifizierte Polarität aufweist, löst einen einzelnen Wobbelzyklus bzw. Burst aus.

Siehe hierzu auch „„Trigger In“-Signal“ weiter unten in diesem Kapitel.

- **Manuelle Bedienung:** Die Triggerbetriebsart „External“ unterscheidet sich im wesentlichen nur dadurch von der Triggerbetriebsart „Manual“, dass die Triggerung über den Eingang *Trig In* erfolgt statt durch Drücken einer Taste. Drücken Sie zur Wahl der Triggerquelle „External“ den Softkey **Trigger Setup** und anschließend den Softkey **Source Ext.**

Drücken Sie zur Wahl der Triggerflanke den Softkey **Trigger Setup**, und wählen anschließend mit dem Softkey **Slope** die positive oder die negative Flanke.

- **Fernsteuerung:**

```
TRIGger:SOURce EXTernal
```

Spezifizieren Sie mit dem folgenden Befehl die Triggerflanke (positiv oder negativ):

```
TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

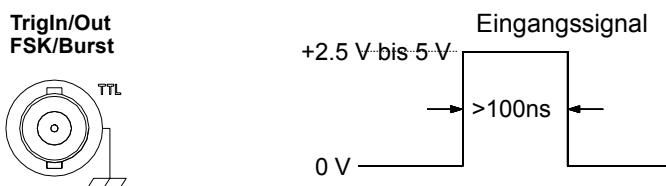
Software- (Bus-) Triggerung. Die Triggerbetriebsart „Bus“ ist nur im Fernsteuerungsbetrieb verfügbar. Diese Triggerbetriebsart unterscheidet sich im wesentlichen nur dadurch von der Betriebsart „Manual“, dass die Triggerung durch einen Bus-Trigger-Befehl erfolgt statt durch Drücken einer Taste. Jeder über die Fernsteuerungsschnittstelle empfangene Bus-Trigger-Befehl löst einen einzelnen Wobbelzyklus bzw. Burst aus.

- Senden Sie zur Wahl der Triggerquelle „Bus“ den folgenden Befehl:

```
TRIGger:SOURce BUS
```

Triggerung

- Wenn der Funktionsgenerator sich in der Triggerbetriebsart *Bus* befindet, können Sie ihn triggern, indem Sie den Befehl TRIG oder *TRG über die Fernsteuerungsschnittstelle (GPIB, USB oder LAN) senden. Wenn der Funktionsgenerator auf einen Bus-Trigger wartet, leuchtet die Taste .

„Trigger In“-Signal

Die Abbildung zeigt die positive Flanke.

3

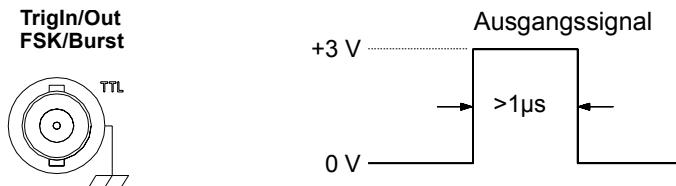
Dieser rückseitige Anschluss wird in den folgenden Betriebsarten benutzt:

- *Betriebsart „Triggered sweep“*: Drücken Sie zur Wahl der externen Triggerquelle den Softkey **Trigger Setup**, und wählen Sie dann **Source Ext**, oder senden Sie den Befehl TRIG:SOUR EXT über die Fernsteuerungsschnittstelle (die Wobbelbetriebsart muss aktiv sein). Jede positive oder negative Signalflanke (je nachdem, welche Triggerflanke Sie spezifiziert haben) am Eingang *Trig In* löst einen einzelnen Wobbelzyklus aus.
- *Betriebsart „Externally-Modulated FSK“*: Drücken Sie zuw Wahl der Betriebsart „Externally-modulated FSK“ den Softkey **Source**, oder senden Sie den Befehl FSK:SOUR EXT über die Fernsteuerungsschnittstelle (die Betriebsart FSK muss bereits aktiv sein). Wenn das externe Signal sich im *LOW*-Zustand befindet, wird die *Trägerfrequenz* ausgegeben. Wenn das externe Signal sich im *HIGH*-Zustand befindet, wird die „*Hop*“-Frequenz ausgegeben. Die maximal zulässige FSK-Rate bei externer Modulation ist 100 kHz.
- *Betriebsart „Triggered Burst“*: Drücken Sie zur Wahl der externen Triggerquelle den Softkey **Trigger Setup**, und wählen Sie dann **Source Ext**, oder senden Sie den Befehl TRIG:SOUR EXT über die Fernsteuerungsschnittstelle (die Burst-Betriebsart muss bereits aktiv sein). Der Funktionsgenerator gibt jedesmal, wenn er aus der spezifizierten Triggerquelle einen Trigger empfängt, einen Burst mit der spezifizierten Anzahl von Zyklen (*Burst count*) aus.

- *Betriebsart „External Gated Burst“:* Drücken Sie zum Aktivieren der Betriebsart „External Gated Burst“ den Softkey **Gated**, oder senden Sie den Befehl BURS:MODE GAT über die Fernsteuerungsschnittstelle (die Burst-Betriebsart muss bereits aktiv sein). Solange das externe Torsignal *TRUE* ist, gibt der Funktionsgenerator ein kontinuierliches Signal aus. Wenn das externe Torsignal in den Zustand *FALSE* übergeht, wird die Signalausgabe nach dem Ende des aktuellen Signalzyklus beendet. Die Ausgangsspannung bleibt anschließend auf dem durch die Start-Burst-Phase vorgegebenen Wert. Bei der Signalform „Noise“ wird die Signalausgabe beim TRUE/FALSE-Übergang des Torsignals sofort beendet.

„Trigger Out“-Signal

Am rückseitigen Ausgang *Trig Out* ist (*nur in den Wobble- und Burst-Betriebsarten*) ein Triggersignal zur Synchronisation externer Geräte verfügbar. Wenn dieser Ausgang aktiv ist, wird am Anfang eines jeden Wobbelzyklus oder Bursts eine positive TTL-Flanke (Standardeinstellung) oder negative TTL-Flanke über den Ausgang *Trig Out* ausgegeben.



Die Abbildung zeigt die positive Flanke.

- Wenn die Triggerquelle *Internal* (sofortige Triggerung) gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang des Wobbelzyklus oder Bursts über den Anschluss *Trig Out* ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 % aus. Die Frequenz dieses Signals entspricht der spezifizierten *Wobbelzeit* bzw. der spezifizierten *Burst-Periode*.
- Beim Wählen der Triggerquelle *External* wird das „Trigger out“-Signal automatisch deaktiviert. In diesem Fall dient der Anschluss *Trig In/Out* zur Triggerung des Funktionsgenerators durch ein externes Signal.

- Wenn die Triggerquelle *Bus* (Software) oder eine manuelle Triggerquelle gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Wobbelzyklus oder Bursts über den Anschluss *Trig Out* einen Puls (Breite >1 µs) aus.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie nach der Wahl der Wobbel- oder Burst-Betriebsart den Softkey **Trigger Setup**. Wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Trig Out** die gewünschte Flanke.
- *Fernsteuerung:*

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

Arbiträrsignale

Fünf verschiedene, unveränderliche Standard-Arbiträrsignale sind in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt. Sie haben die Möglichkeit, bis zu vier benutzerdefinierte Arbiträrsignale in einem nichtflüchtigen Speicher und ein weiteres in einem flüchtigen Speicher abzulegen. Jedes dieser Signale kann aus bis zu 65 536 (64 K) Punkten bestehen; die Mindestlänge ist ein Punkt (DC-Spannung).

Wie im folgenden Abschnitt beschrieben, kann ein Arbiträrsignal über die Frontplatte definiert werden. Hierzu kann ebenfalls die Software Agilent IntuiLink eingesetzt werden, die auf der mit dem Funktionsgenerator Agilent 33220A gelieferten CD-ROM enthalten ist. Mit der Software Agilent IntuiLink kann über eine grafische Benutzerschnittstelle auf Ihrem Rechner ein Arbiträrsignal definiert werden, das dann auf den Funktionsgenerator geladen wird. Signale können desweiteren über das Agilent-Oszilloskop aufgezeichnet und nach IntuiLink importiert werden. Weitere Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe, die im Lieferumfang der Software Agilent InfuiLink enthalten ist.

Hinweis: Sie können Signale mit bis zu 65 536 (64 K) Datenpunkten von Ihrem Rechner in den Funktionsgenerator Agilent 33220A laden. Über die Frontplatte können jedoch nur Signale mit maximal 16 384 (16 K) Datenpunkten definiert oder bearbeitet werden.

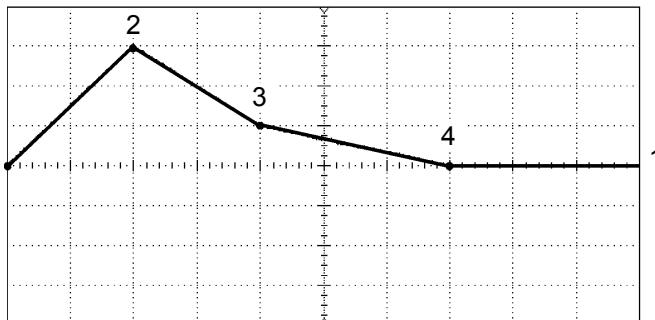
Informationen über das Herunterladen und Ausgeben von Arbiträrsignalen siehe Kapitel 7, „Tutorial“.

Definieren und Abspeichern eines Arbiträrsignals

Das nachfolgende Beispiel zeigt, wie ein Arbiträrsignal in der manuellen Betriebsart definiert und abgespeichert wird. Das Herunterladen eines Arbiträrsignals über die Fernsteuerungsschnittstelle wird im Abschnitt „Arbiträrsignal-Befehle“ beschrieben, der auf Seite 250 anfängt. In diesem Beispiel werden Sie das unten abgebildete, sägezahnähnliche Signal definieren und abspeichern.

Arbiträrsignale

3

Volt/Div = 1 Volt
Time/Div = 1 ms**1 Wählen Sie die Ausgangsfunktion „Arbitrary“.**

Wenn Sie zur Wahl der Ausgangsfunktion „Arbitrary“ die Taste **Arb** drücken, wird im Display kurzzeitig die derzeit gewählte Signalform angezeigt.

2 Starten Sie den Arbiträrsignal-Editor.

Drücken Sie zum Starten des Arbiträrsignal-Editors den Softkey **Create New**. Im Arbiträrsignal-Editor definieren Sie die Signalform, indem Sie für jeden Signalpunkt einen Zeitwert und einen Spannungswert eingeben. Beim Definieren eines neuen Arbiträrsignals wird das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal überschrieben.

3 Spezifizieren Sie die Signalperiode.

Drücken Sie zum Spezifizieren der *Zeitgrenzen* für das Signal den Softkey **Cycle Period**. Der Zeitwert des letzten Signalpunktes muss *kleiner* als die spezifizierte Periode sein.

Spezifizieren Sie in diesem Beispiel eine Periode von 10 ms.

10.000,000ms						
Cycle Period	High V Limit	Low V Limit	Interp Off	Init # Points	Edit Points	

4 Spezifizieren Sie die Spannungsgrenzen für das Signal.

Drücken Sie nacheinander die Softkeys **High V Limit** und **Low V Limit**, und spezifizieren Sie den oberen bzw. unteren Spannungsgrenzwert, der beim Erstellen des Signals erreicht werden kann. Der obere Grenzwert muss größer als der untere sein. Standardmäßig wird Punkt #1 gleich dem oberen Grenzwert und Punkt #2 gleich dem unteren Grenzwert gesetzt.

Spezifizieren Sie in diesem Beispiel einen oberen Grenzwert von 3.0 V und einen unteren Grenzwert von 0 V.



5 Wählen Sie das Interpolationsverfahren.

Aktivieren oder deaktivieren Sie mit dem Softkey **Interp** die lineare Interpolation zwischen den Signalpunkten (diese Funktion ist nur in der manuellen Betriebsart verfügbar). Bei aktiver Interpolation (Standardeinstellung) verbindet der Arbiträrsignal-Editor die vorgegebenen Signalpunkte automatisch durch eine gerade Linie. Bei inaktiver Interpolation bleibt die Spannung zwischen den Punkten auf dem Pegel des jeweils letzten Punktes, sodass ein stufenförmiges Signal entsteht.

Aktivieren Sie in diesem Beispiel die lineare Interpolation.

6 Spezifizieren Sie die anfängliche Anzahl der Signalpunkte.

Sie können über die Frontplatte Arbiträrsignale mit bis zu 16384 (16 K) Datenpunkten definieren. Der Arbiträrsignal-Editor erstellt zunächst ein Signal aus zwei Punkten und verbindet die beiden Punkte durch eine Gerade. Drücken Sie den Softkey **Init # Points**, und spezifizieren Sie die anfängliche Anzahl der Signalpunkte. (Später können Sie Punkte hinzufügen oder entfernen).

Spezifizieren Sie in diesem Beispiel für „Init # Points“ den Wert „4“.

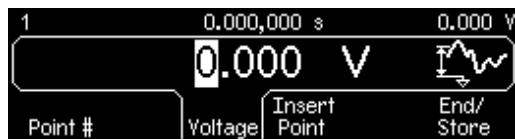
7 Starten Sie die Punkt-für-Punkt-Signalbearbeitung.

Drücken Sie den Softkey **Edit Points**, um die anfängliche Signaldefinition zu akzeptieren und die Punkt-für-Punkt-Signalbearbeitung zu starten. In der Statuszeile am oberen Rand des Displays wird links die Anzahl der Signalpunkte, in der *Mitte* der Zeitwert des aktuellen Punktes und *rechts* der Spannungswert des aktuellen Punktes angezeigt.

8 Definieren Sie den ersten Signalpunkt.

Drücken Sie zum Spezifizieren des Spannungswertes für den Punkt #1 den Softkey **Voltage** (der Zeitwert dieses Punktes ist 0 Sekunden und kann nicht verändert werden). Der Spannungswert des Punktes #1 ist standardmäßig gleich dem oberen Grenzwert.

Spezifizieren Sie in diesem Beispiel für den Punkt #1 einen Spannungswert von 0 V.

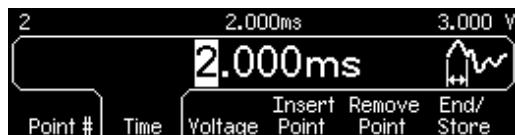


Beachten Sie, dass der Arbiträrsignal-Editor alle Amplitudenberechnungen in der Einheit Vpp (und nicht etwa Vrms oder dBm) durchführt.

9 Definieren Sie den nächsten Signalpunkt.

Drücken Sie den Softkey **Point #**, und wählen Sie mit dem Drehknopf den Punkt #2. Drücken Sie den Softkey **Time**, und spezifizieren Sie den Zeitwert für den aktuellen Punkt (dieser Softkey ist für den Punkt #1 nicht verfügbar). Drücken Sie den Softkey **Voltage**, und spezifizieren Sie den Spannungswert für den aktuellen Punkt.

Spezifizieren Sie in diesem Beispiel den Zeitwert 2 ms und den Spannungswert 3.0 V.



10 Definieren Sie die übrigen Signalpunkte.

Spezifizieren Sie mit Hilfe der Softkeys **Time** und **Voltage** die Zeit- und Spannungswerte der übrigen Signalpunkte. Verwenden Sie die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Werte.

Punkt	Zeitwert	Spannungswert
1	0 s	0 V
2	2 ms	3 V
3	4 ms	1 V
4	7 ms	0 V

- Der Zeitwert des letzten Signalpunktes muss *kleiner* als die spezifizierte Periode sein.
- Der Arbiträrsignal-Editor verbindet automatisch den letzten Signalpunkt mit dem Spannungswert des ersten Punktes, sodass ein kontinuierliches Signal entsteht.
- Wenn Sie einen zusätzlichen Punkt einfügen möchten, drücken Sie den Softkey **Insert Point**. Der neue Punkt wird mittig zwischen dem aktuellen und dem nächstfolgenden Punkt eingefügt.
- Wenn Sie den aktuellen Punkt entfernen möchten, drücken Sie den Softkey **Remove Point**. Die übrigen Punkte werden entsprechend dem gewählten Interpolationsverfahren miteinander verbunden. Der Punkt #1 kann nicht entfernt werden, weil das Signal einen definierten Anfangswert haben muss.

11 Speichern Sie das Arbiträrsignal ab.

Drücken Sie zum Abspeichern des neuen Signals den Softkey **End / Store**. Drücken Sie anschließend den Softkey **DONE**, um das Signal im *flüchtigen* Speicher abzulegen, *oder* den Softkey **Store in Non-Vol**, um es in einem der vier *nichtflüchtigen* Speicher abzulegen.

Sie können den vier nichtflüchtigen Signalspeichern einen benutzerdefinierten Namen zuordnen.

- Dieser Name kann bis zu 12 Zeichen enthalten. Das erste Zeichen muss ein Buchstabe sein; die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern oder das Unterstrich-Zeichen („_“) sein.

Arbiträrsignale

- Wenn Sie ein zusätzliches Zeichen eingeben möchten, setzen Sie den Cursor mit Hilfe des Drehknopfs hinter das letzte Zeichen des aktuellen Namens, und wählen Sie mit dem Drehknopf das gewünschte Zeichen.
- Durch Drücken der Taste können Sie alle Zeichen rechts vom Cursor gleichzeitig löschen.

Geben Sie in diesem Beispiel dem Speicherregister 1 den Namen „RAMP_NEW“, und drücken Sie zum Abspeichern des Signals den Softkey **STORE ARB**.



Das Signal ist jetzt im nichtflüchtigen Speicher gespeichert und wird ausgegeben. Der Name, unter dem das Signal abgespeichert wurde, wird in der Liste der gespeicherten Signale (die Sie mit dem Softkey **Stored Wform** abrufen können) angezeigt.

Weitere Informationen über Arbiträrsignale

- Wenn Sie sehen möchten, welche Arbiträrsignalform gerade gewählt ist, drücken Sie . Im Display erscheint kurzzeitig eine Meldung.
- In der manuellen Betriebsart können Sie nicht nur ein neues Arbiträrsignal definieren, sondern auch bereits existierende Arbiträrsignale mit maximal 16384 Datenpunkten editieren. *Größere Signale mit bis zu 65536 Datenpunkten können nicht über die Frontplatte bearbeitet werden und daher nicht zu diesem Zweck gewählt werden.* Sie können sowohl „kleine“ Signale (mit bis zu 16384 Punkten) bearbeiten, die in der manuellen Betriebsart definiert wurden, als auch solche, die über die Fernsteuerungsschnittstelle heruntergeladen wurden. Die fünf internen Standard-Arbiträrsignale können jedoch nicht editiert werden.
- Wenn Sie eines der nichtflüchtig gespeicherten Arbiträrsignale oder das aktuelle, flüchtig gespeicherte Arbiträrsignal editieren möchten, drücken Sie den Softkey **Edit Wform**. Beachten Sie beim Editieren eines existierenden Arbiträrsignals folgende Interaktionen:

- Wenn Sie die Zyklus-Periode *vergrößern*, fallen einige Punkte unter Umständen mit bereits existierenden Punkten zusammen. In diesem Fall bleiben die jeweilig frühesten Punkte erhalten, und alle Duplikate werden entfernt.
- Wenn Sie die Zyklus-Periode *verkleinern*, werden alle Punkte entfernt, die zuvor im Bereich jenseits der neuen Periode definiert wurden.
- Wenn Sie die Spannungsgrenzwerte *vergrößern*, bleiben die Spannungswerte existierender Punkte unverändert, aber die Vertikalauflösung kann sich eventuell etwas verschlechtern.
- Wenn Sie die Spannungsgrenzwerte *verkleinern*, kann es vorkommen, dass einige vorhandene Punkte die neuen Grenzwerte überschreiten. In diesem Fall werden die Spannungswerte solcher Punkte gleich den neuen Grenzwerten gesetzt.
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* für AM, FM, PM oder PWM wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.

Übergeordnete Systemfunktionen

Dieser Abschnitt enthält Informationen über Themen wie z. B.: Abspeichern des Gerätezustands, Zurückrufen des Ausschalt-Gerätezustands, Fehlermeldungen, Selbsttest und Display-Steuerung. Diese Informationen betreffen zwar nicht unmittelbar die Ausgabe von Signalen, sind aber dennoch wichtig.

Abspeichern des aktuellen Gerätezustands

Der Funktionsgenerator besitzt fünf nichtflüchtige Register zum Speichern von Gerätezuständen. Diese Register sind von 0 bis 4 nummeriert. Beim Ausschalten des Funktionsgenerators wird der aktuelle Gerätezustand automatisch in das Register „0“ abgespeichert. In der manuellen Betriebsart können Sie den Registern „1“ bis „4“ benutzerdefinierte Namen zuordnen.

- Sie können den aktuellen Gerätezustand in jedes beliebige der fünf Speicherregister abspeichern. Sie können jedoch einen Gerätezustand nur aus einem solchen Register zurückrufen, in das zuvor ein Gerätezustand abgespeichert wurde.
- *Über die Fernsteuerungsschnittstelle* (aber nicht in der manuellen Betriebsart) können Sie zusätzlich einen fünften Gerätezustand in das Register „0“ abspeichern. Dabei müssen Sie jedoch beachten, dass das Register „0“ beim Ausschalten des Gerätes durch den dann aktuellen Zustand überschrieben wird.
- Ein gespeicherter Gerätezustand beinhaltet folgende Informationen: Ausgangsfunktion (einschließlich dem gewählten Arbiträrsignal), Frequenz, Amplitude, DC-Offsetspannung, Tastverhältnis, Symmetrieverhältnis und Modulationsparameter.
- Im Auslieferungszustand des Gerätes sind die Register „1“ bis „4“ leer. (Das Register „0“ enthält den Gerätezustand zum Zeitpunkt des Ausschaltens).
- Beim Ausschalten des Gerätes wird der aktuelle Zustand automatisch in das Register „0“ abgespeichert. Sie können den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass dieser Zustand beim Einschalten des Gerätes automatisch wiederhergestellt wird. Im Auslieferungszustand ist der Funktionsgenerator so konfiguriert, dass der beim Einschalten automatisch in die Grundeinstellung gebracht wird.

- Sie können jedem der Register einen benutzerdefinierten Namen zuordnen (dem Register „0“ allerdings nur über die Fernsteuerungsschnittstelle). Die Zuordnung von Namen kann sowohl in der manuellen Betriebsart als auch über die Fernsteuerungsschnittstelle erfolgen. Allerdings ist es nur in der manuellen Betriebsart möglich, gespeicherte Gerätezustände unter ihrem Namen zurückzurufen. Über die Fernsteuerungsschnittstelle können Sie einen gespeicherten Gerätezustand nur unter seiner Registernummer (0 bis 4) zurückrufen.
- Der benutzerdefinierte Name kann bis zu 12 Zeichen enthalten. Das erste Zeichen *muss ein Buchstabe (A-Z) sein*; die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern (0-9) oder das Unterstrich-Zeichen („_“) sein. Leerzeichen sind nicht erlaubt. Wenn Sie einen Namen mit mehr als 12 Zeichen spezifizieren, erfolgt eine Fehlermeldung.
- Beachten Sie, dass der Funktionsgenerator Sie *nicht* daran hindert, mehreren Registern den *gleichen* benutzerdefinierten Namen zuzuordnen. Beispielsweise können Sie den Registern „1“ und „2“ den gleichen Namen zuordnen.
- Wenn Sie nach dem Abspeichern des Gerätezustands ein Arbiträrsignal aus dem nichtflüchtigen Speicher löschen, gehen die Signaldaten verloren, und der Funktionsgenerator gibt bei einem späteren Zurückrufen des Gerätezustands das Signal *nicht* aus. Statt des gelöschten Signals wird das interne Arbiträrsignal „exponential rise“ ausgegeben.
- Beim Abspeichern des Gerätezustands wird auch der aktuelle Display-Zustand (*siehe „Display-Steuerung“ auf Seite 142*) abgespeichert. Wenn Sie den Gerätezustand zurückrufen, wird auch der Display-Zustand wiederhergestellt.
- Ein Reset beeinflusst *nicht* die gespeicherten Gerätezustände. Ein gespeicherter Zustand bleibt so lange erhalten, bis er von einem anderen Gerätezustand überschrieben oder explizit gelöscht wird.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie  und anschließend den Softkey **Store State** oder **Recall State**. Drücken Sie zum Löschen eines gespeicherten Gerätezustands den Softkey **Delete State**. (Dadurch wird auch der benutzerdefinierte Name des betreffenden Registers gelöscht.)

Wenn Sie den Funktionsgenerator so konfigurieren möchten, dass er beim Einschalten in die Grundeinstellung gebracht wird, drücken Sie  und dann den Softkey **Pwr-On Default**. Wenn Sie den Funktionsgenerator so konfigurieren möchten, dass beim Einschalten der Gerätezustand zum Zeitpunkt des Ausschaltens wiederhergestellt wird, drücken Sie  und dann den Softkey **Pwr-On Last**.

Sie können jedem der vier Speicherregister einen benutzerdefinierten Namen zuordnen.

- Dieser Name kann bis zu 12 Zeichen enthalten. Das erste Zeichen muss ein Buchstabe sein; die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern oder das Unterstrich-Zeichen („_“) sein.
- Wenn Sie ein zusätzliches Zeichen eingeben möchten, drücken Sie die rechte Pfeiltaste so oft, bis der Cursor sich rechts vom derzeitigen Namen befindet, und drehen Sie dann am Drehknopf.
- Durch Drücken der Taste  können Sie alle Zeichen rechts vom Cursor gleichzeitig löschen.
- *Fernsteuerung:*

*SAV {0|1|2|3|4} *Der Gerätezustand 0 ist der Zustand beim Ausschalten des Funktionsgenerators.*
*RCL {0|1|2|3|4} *Die Gerätezustände 1, 2, 3 und 4 sind benutzerdefinierte Zustände.*

Wenn Sie einem gespeicherten Zustand, der in der manuellen Betriebsart zurückgerufen werden soll, einen benutzerdefinierten Namen zuordnen möchten, senden Sie den folgenden Befehl. Über die Fernsteuerungsschnittstelle können Sie einen gespeicherten Gerätezustand nur unter seiner Registernummer (0 bis 4) zurückrufen.

MEM:STATE:NAME 1,TEST_WFORM_1

Wenn Sie den Funktionsgenerator so konfigurieren möchten, dass beim Einschalten der Gerätezustand zum Zeitpunkt des Ausschaltens zurückgerufen wird, senden Sie den folgenden Befehl.

MEMORY:STATE:RECALL:AUTO ON

Fehlerhafte Zustände

Der Funktionsgenerator enthält eine Fehlerwarteschlange, die bis zu 20 Fehlermeldungen über Befehlssyntax- oder Hardware-Fehler aufnehmen kann. Eine vollständige Liste der möglichen Fehlermeldungen finden Sie in Kapitel 5.

- Den Inhalt der Fehlerwarteschlange können Sie abfragen. Bei der Fehlerwarteschlange handelt es sich um einen FIFO- (First-in-first-out) Speicher. Das bedeutet, dass die erste eingespeicherte Fehlermeldung auch als erste ausgegeben wird. Beim Abfragen einer Fehlermeldung wird diese aus der Fehlerwarteschlange gelöscht. Beim Auftreten eines Fehlers ertönt ein Piepton (es sei denn, Sie haben den Piepton deaktiviert).
- Wenn mehr als 20 Fehler aufgetreten sind, wird die als letzte gespeicherte Fehlermeldung (über den zuletzt aufgetretenen Fehler) durch die Meldung „Queue overflow“ (FIFO-Speicher-Überlauf) ersetzt. Ab diesem Zeitpunkt werden so lange keine weiteren Fehlermeldungen mehr abgespeichert, bis Sie gespeicherte Fehlermeldungen abfragen und dadurch aus der Fehlerwarteschlange löschen. Falls die Fehlerwarteschlange beim Auslesen keine Fehlermeldungen enthält, erfolgt die Meldung „No error“ (kein Fehler).
- Die Fehlerwarteschlange wird durch den Befehl *CLS (Clear Status) sowie beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes gelöscht. Auch durch das Auslesen von Fehlermeldungen werden diese aus der Fehlerwarteschlange gelöscht. Durch den Reset-Befehl (*RST) wird die Fehlerwarteschlange *nicht* gelöscht.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Help**, und wählen Sie dann den Menüpunkt „*Fehlerwarteschlange für externe Befehle anzeigen*“ (zweiter Menüpunkt). Drücken Sie anschließend zur Anzeige der Fehlermeldungen den Softkey **SELECT**. Der erste Fehler in der Liste (d. h. der Fehler an oberster Stelle der Liste) ist der als erster aufgetretene Fehler.

Remote Interface Command Errors.
-113 Undefined header
-151 Invalid string data

DONE

- *Fernsteuerung:*

SYSTem:ERRor? *Dieser Abfragebefehl liest eine Fehlermeldung aus der Fehlerwarteschlange.*

Fehlermeldungen haben das folgende Format (der Fehlermeldungstring kann bis zu 255 Zeichen enthalten).

-113, "Undefined header"

Steuerung des akustischen Signals

3

Wenn (in der manuellen Betriebsart oder im Fernsteuerungsbetrieb) ein Fehler auftritt, ertönt normalerweise ein akustisches Signal (Piepton). Diesen Signalton können Sie bei Bedarf deaktivieren.

- Die Signalton-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*. Im Auslieferungszustand des Gerätes ist der Signalton aktiviert.
- Durch das Deaktivieren des Signaltons wird der Klick, der ertönt, wenn Sie eine Taste drücken oder am Drehknopf drehen, *nicht* deaktiviert.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie im Menü „System“ den Softkey **Beep**.
- *Fernsteuerung:*

SYSTem:BEEPer

Dieser Befehl bewirkt die sofortige Ausgabe des Signaltons

SYSTem:BEEPer:STATE {OFF|ON} *Dieser Befehl deaktiviert/aktiviert den Signalton*

Automatische Abschaltung der Display-Hintergrundbeleuchtung

Normalerweise schalten sich das Display und die Hintergrundbeleuchtung automatisch ab, wenn das Gerät acht Stunden lang nicht benutzt wird. In bestimmten Anwendungen kann es zweckmäßig sein, die automatische Abschaltung der Hintergrundbeleuchtung zu unterbinden.
Dies ist nur in der manuellen Betriebsart möglich.

- Die Hintergrundbeleuchtung-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*. Im Auslieferungszustand des Gerätes ist die automatische Abschaltung der Hintergrundbeleuchtung aktiviert.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie im Menü „System“ den Softkey **Scrn Svr** (Screen Saver).

Display-Kontrast

Zur Optimierung der Lesbarkeit des Displays können Sie den Kontrast einstellen. *Dies ist nur in der manuellen Betriebsart möglich.*

- Display-Kontrast: 15 bis 50. *Der Standardwert ist 30.*
- Die Kontrast-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie im Menü „System“ den Softkey **Display Contr.**

Selbsttest

- Nach dem Einschalten führt der Funktionsgenerator automatisch einen *Selbsttest* durch. Hierbei handelt es sich um einen verkürzten Selbsttest, bei dem lediglich die wichtigsten Gerätefunktionen überprüft werden.
- Ein *vollständiger* Selbsttest umfasst wesentlich mehr Testroutinen und dauert etwa 15 Sekunden. Wenn das Gerät alle Tests besteht, können Sie mit hoher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es völlig in Ordnung ist.
- Wenn beim vollständigen Selbsttest kein Fehler auftritt, wird im Display die Meldung „Self-Test Passed“ angezeigt. Falls beim Selbsttest ein Fehler auftritt, wird die Meldung „Self-Test Failed“ zusammen mit einer Fehlernummer angezeigt. In diesem Fall müssen Sie das Gerät zur Reparatur an ein Service-Zentrum von Agilent Technologies einsenden. Bitte beachten Sie die diesbezüglichen Versandhinweise im *Service Guide* zum Agilent 33220A.
- *Manuelle Bedienung*: Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie im Menü „Test / Cal“ den Softkey **Self Test**.

- *Fernsteuerung:*

*TST?

Diese Abfrage liefert den Wert „0“, falls das Gerät den Selbsttest bestanden hat, anderenfalls den Wert „1“. Falls das Gerät den Selbsttest nicht besteht, wird außerdem eine Fehlermeldung angezeigt, die Hinweise auf mögliche Fehlerursachen gibt.

Display-Steuerung

Falls es aus Sicherheitsgründen erforderlich ist, oder falls Sie die Befehlausführungsgeschwindigkeit im Fernsteuerungsbetrieb maximieren möchten, können Sie das Display abschalten. Im Fernsteuerungsbetrieb können Sie eine Meldung (maximal 12 Zeichen) über das Display ausgeben.

- Das Display kann nur durch einen Fernsteuerungsbefehl (nicht über die Frontplatte) abgeschaltet werden.
- Im abgeschalteten Zustand werden im Display keinerlei Informationen angezeigt; die Hintergrundbeleuchtung bleibt jedoch eingeschaltet. Bei abgeschaltetem Display sind alle Tasten außer **[Local]** gesperrt.
- Wenn das Gerät über die Fernsteuerungsschnittstelle den Befehl zum Anzeigen einer Meldung empfängt, wird die betreffende Meldung auch bei abgeschaltetem Display angezeigt. Ebenso werden Fehler, die mit der Fernsteuerungsschnittstelle zusammenhängen, auch bei abgeschaltetem Display angezeigt.
- Beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes, bei einem Reset (Befehl *RST) und beim Umschalten vom Fernsteuerungsbetrieb auf manuelle Bedienung wird das Display automatisch reaktiviert. Um das Gerät vom Fernsteuerungsbetrieb auf manuelle Bedienung umzuschalten, müssen Sie die Taste **[Local]** drücken oder den IEEE-488-Befehl GTL (*Go To Local*) senden.
- Wenn Sie den Gerätezustand mit Hilfe des Befehls *SAV abspeichern, wird auch der Display-Zustand mit abgespeichert. Wenn Sie einen gespeicherten Gerätezustand mit Hilfe des Befehls *RCL zurückrufen, wird auch der Display-Zustand wiederhergestellt.
- Mit Hilfe des Fernsteuerungsbefehls DISP:TEXT können Sie eine Textmeldung über das Display ausgeben. Die Meldung kann Groß-

und Kleinbuchstaben (A-Z), Ziffern (0-9) und alle übrigen druckbaren Zeichen enthalten, die auf einer Computertastatur vorhanden sind. Je nach Anzahl der Zeichen wählt der Funktionsgenerator automatisch eine von zwei möglichen Schriftgrößen. In der großen Schrift können etwa 12 Zeichen angezeigt werden, in der kleinen Schrift etwa 40 Zeichen.

- *Fernsteuerung:* Der folgende Befehl schaltet das Display ab:

DISP OFF

Der folgende Befehl bewirkt die Anzeige einer Meldung im Display. Falls das Display deaktiviert ist, wird es automatisch reaktiviert.

DISP:TEXT 'Test wird ausgeführt...'

Der folgende Befehl löscht die Meldung aus dem Display (ohne den Display-Zustand zu verändern):

DISP:TEXT CLEAR

Zahlenformat

In der manuellen Betriebsart (nicht jedoch im Fernsteuerungsbetrieb) bietet der Funktionsgenerator die Wahl zwischen zwei Formaten für die Anzeige von Zahlen im Display: Dezimalpunkt oder Dezimalkomma.



Dezimalzeichen: Punkt
Zifferntrennzeichen: Komma

Dezimalzeichen: Komma
Zifferntrennzeichen: Keines

- Die Zahlenformat-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*. Im Auslieferungszustand des Gerätes wird der Punkt als Dezimalzeichen und das Komma als Zifferntrennzeichen verwendet (Beispiel: 1 kHz wird in der Form „1.000,000,00 kHz“ angezeigt).
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie aus dem Menü „System“ den Softkey **Number Format**.

Abfrage der Firmware-Version

Sie haben die Möglichkeit, die Versionen der installierten Firmware-Komponenten abzufragen. Der Versionscode besteht aus fünf Ziffern im Format „**f.ff-b.bb-aa-p**“

- f.ff** = Firmware-Versionsnummer
- b.bb** = Versionsnummer des Boot-Kernel
- aa** = ASIC-Versionsnummer
- p** = Versionsnummer der Leiterplatte

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie aus dem Menü „Test / Cal“ den Softkey **Cal Info**. Die Versionsnummer wird daraufhin im Display angezeigt.
- *Fernsteuerung:* Der folgende Befehl fragt die Firmware-Versionsnummern ab (zuvor muss eine String-Variable mit mindestens 50 Zeichen dimensioniert werden).

*IDN?

Dieser Befehl liefert einen String in folgendem Format zurück:

Agilent Technologies,33220A,0,f.ff-b.bb-aa-p

Abfrage der SCPI-Sprachversion

Der Funktionsgenerator ist mit den Regeln und Konventionen der aktuellen Version von SCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*) konform. Sie können die SCPI-Version, mit der das Gerät konform ist, mit Hilfe eines Fernsteuerungsbefehls abfragen.

Eine Abfrage der SCPI-Version über die Frontplatte ist nicht möglich.

- *Fernsteuerung:*

SYSTem:VERSion?

Dieser Befehl liefert einen String in folgendem Format zurück:
„JJJJ.V“. „JJJJ“ steht für das Jahr, in dem die Version freigegeben wurde; „V“ ist eine Versionsnummer für das betreffende Jahr (Beispiel: 1999.0).

Konfiguration der Fernsteuerungsschnittstelle

Dieser Abschnitt beschreibt, wie der Funktionsgenerator für den Fernsteuerungsbetrieb konfiguriert wird. Informationen darüber, wie das Gerät über die Frontplatte konfiguriert wird, finden Sie im Abschnitt „Konfigurieren der Fernsteuerungsschnittstelle“, der auf Seite 145 anfängt. Informationen über die vom Funktionsgenerator unterstützten SCPI-Befehle finden Sie in Kapitel 4, „Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen“ das auf Seite 165 anfängt.

Der Funktionsgenerator Agilent 33220A unterstützt den Fernsteuerungsbetrieb mit drei unterschiedlichen Schnittstellen: GPIB, USB und LAN. Alle drei Schnittstellen werden mit dem Einschalten des Geräts aktiviert. Im Folgenden werden einige Parameter für die Schnittstellenkonfiguration beschrieben, die möglicherweise in Ihrem Gerät eingestellt werden müssen.

- **GPIB-Schnittstelle.** Sie müssen lediglich die GPIB-Adresse des Funktionsgenerators einstellen und ihn mit einem GPIB-Kabel an Ihren PC anschließen.
- **USB-Schnittstelle.** Der Funktionsgenerator muss nicht konfiguriert werden. Verbinden Sie den Funktionsgenerator mit einem USB-Kabel mit Ihrem PC.
- **LAN-Schnittstelle.** DHCP ist standardmäßig aktiviert; dadurch kann auch die Netzwerk-Kommunikation über die LAN-Schnittstelle bereits aktiviert sein. Möglicherweise müssen einige der im Folgenden für die LAN-Konfiguration beschriebenen Konfigurationsparameter eingestellt werden.

Konnektivitäts-Software und Produkt-CD-ROMs

Der Lieferung des Agilent 33220A liegen zwei CD-ROMs bei:

- **Agilent Automation-Ready CD.** Diese CD-ROM enthält die Software für die Agilent IO Libraries Suite, die für den Fernsteuerungsbetrieb installiert werden muss. Die CD-ROM startet die Installation automatisch und enthält Informationen für die Software-Installation. Weitere Hintergrundinformationen finden Sie im *Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide* auf der CD-ROM.

- **Agilent 33220A Product-Reference CD.** Diese CD-ROM enthält die Gerätetreiber für den Agilent 33220A, die Software für *Agilent Intuilink Waveform Editor*, die vollständige Sammlung der Agilent 33220A Produkthandbücher sowie Programmierungsbeispiele. Die CD-ROM öffnet automatisch die Willkommensseite mit Anweisungen.

GPIB-Konfiguration

Jedem der am GPIB- (IEEE-488) Bus angeschlossenen Geräte muss eine eindeutige Adresse zugeordnet werden. Der Funktionsgenerator kann auf eine beliebige Adresse zwischen 0 und 30 eingestellt werden. Im Auslieferungszustand ist das Gerät auf die Adresse „10“ eingestellt. Die GPIB-Adresse wird beim Einschalten des Gerätes angezeigt.

- Die Adresse-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- Die GPIB-Schnittstellenkarte Ihres Computers besitzt eine eigene Adresse. Diese Adresse darf für keines der am GPIB-Bus angeschlossenen Geräte verwendet werden.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie dann im den Softkey „I/O“. Ändern Sie die Adresse im dann erscheinenden Fenster **GPIB Address** mit Hilfe des Drehknopfes, der Cursortasten oder der Zifferntastatur.
- *Fernsteuerung:*
SYSTem:COMMUnicatE:GPIB:ADDReSS <address>
SYSTem:COMMUnicatE:GPIB:ADDReSS?

LAN-Konfiguration

In den folgenden Kapiteln werden die Hauptfunktionen der LAN-Konfiguration beschrieben, die Sie mittels des Utility-Menüs der Frontplatte des Agilent 33200A festlegen können. SCPI-Befehle werden aufgeführt (sofern zutreffend). Einige LAN-Konfigurationsfunktionen können ausschließlich mittels der SCPI-Befehle ausgeführt werden. Die vollständige Liste der LAN-Konfigurationsbefehle finden Sie in Kapitel 4 unter „Schnittstellen-Konfigurationsbefehle“.

Hinweis: Um LAN-Einstellungen zu ändern, muss das Gerät aus- und wiedereingeschaltet werden, damit die neuen Einstellungen aktiviert werden. Dies gilt für sämtliche LAN-Einstellungen, einschließlich der ON- bzw. OFF-Einstellung bei DHCP und Auto IP.

LAN zurücksetzen Die LAN-Einstellungen können jederzeit auf die Standardwerte zurückgesetzt werden, und das LAN mit der Funktion „Reset LAN“ neu gestartet werden:

- **Manuelle Bedienung:** Drücken Sie die Taste **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **IP Setup**. Die Meldung „Restarting LAN“ wird angezeigt, während das LAN zurückgesetzt wird.
- Ein SCPI-Befehl zum Zurücksetzen von LAN existiert nicht.

3

DHCP On/Off (LAN) DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) ist ein Protokoll für die automatische Zuweisung einer dynamischen IP-Adresse an ein Gerät in einem Netzwerk. DHCP ist normalerweise die bequemste Art und Weise, um den Agilent 33220A für den Fernsteuerungsbetrieb über die LAN-Schnittstelle zu konfigurieren.

- Wählen Sie **DHCP On**, wenn DHCP für die automatische Zuweisung einer IP-Adresse genutzt werden soll.
- Die DHCP-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle nicht.
- **Manuelle Bedienung:** Drücken Sie die Taste **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **IP Setup**. DHCP ist standardmäßig auf „On“ gesetzt. Durch Drücken des Softkeys **DHCP On/Off** können Sie DHCP deaktivieren bzw. durch erneutes Drücken wieder aktivieren.
- Ein SCPI-Befehl zum Einstellen von DHCP On/Off existiert nicht.

Auto IP On/Off (LAN) Auto IP ist ein weiteres Protokoll für die automatische Zuweisung einer dynamischen IP-Adresse an ein Gerät in einem Netzwerk. Normalerweise versucht Auto IP eine IP-Adresse zuzuweisen, wenn DHCP dazu nicht in der Lage ist.

- Wählen Sie **Auto IP On**, wenn Auto IP für die automatische Zuweisung einer IP-Adresse genutzt werden soll.

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen

Konfiguration der Fernsteuerungsschnittstelle

- Wenn weder DHCP noch Auto IP in der Lage sind, eine gültige IP-Adresse zuzuweisen, wird die aktuell konfigurierte statische IP-Adresse verwendet.
- Die Auto IP-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle nicht.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **IP Setup**. DHCP ist standardmäßig auf „On“ gesetzt. Durch Drücken des Softkeys **Auto IP On/Off** können Sie Auto IP deaktivieren bzw. durch erneutes Drücken wieder aktivieren.
- *Fernsteuerung:*
`SYSTem:COMMUnicatE:LAN:AUTOip[:STATE] {OFF|0|ON|1}`
`SYSTem:COMMUnicatE:LAN:AUTOip[:STATE]?`

Hinweis: Falls Sie die IP-Adresse, Subnet Mask oder ein Standard-Gateway manuell festlegen möchten, müssen sowohl DHCP als auch Auto IP ausgeschaltet sein. Nehmen Sie dann die Änderungen der IP-Einstellung wie in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben vor.

IP-Adresse (LAN) Sie können für den Agilent 33220A eine statische IP-Adresse als 4 Byte lange Ganzzahl eingeben, ausgedrückt in *Punktnotation* („nnn.nnn.nnn.nnn“, wobei es sich bei „nnn“ jeweils um einen Byte-Wert zwischen 0 und 255 handelt). Jedes Byte wird als Dezimalwert ohne eine vorangestellte Null ausgedrückt, beispielsweise 169.254.2.20.

- Falls DHCP oder Auto IP verwendet werden, muss keine IP-Adresse eingegeben werden. Falls weder DHCP noch Auto IP in der Lage sind, eine gültige IP-Adresse zuzuweisen, so wird die aktuelle konfigurierte IP-Adresse verwendet.
- Wenden Sie sich wegen einer gültigen IP-Adresse für Ihren Funktionsgenerator an Ihren Netzwerkadministrator.
- Geben Sie die IP-Adresse über das numerische Tastenfeld ein (nicht jedoch über den Drehknopf).
- Die IP-Adresse wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle nicht.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings**, und als Nächstes **IP Setup**. DHCP und Auto IP sind standardmäßig auf „On“ gesetzt. Wählen Sie gegebenenfalls **DHCP Off** bzw. **Auto IP Off**. Das Feld **IP Address** wird eingeblendet. Geben Sie die gewünschte Adresse ein (z. B. 169.254.11.22).

- *Fernsteuerung:*

```
SYSTem:COMMunicate:LAN:IPAddress <Adresse>
```

```
SYSTem:COMMunicate:LAN:IPAddress?
```

Weitere Informationen zu IP-Adressen und zur Punktnotation: Adressen in Punktnotation („nnn.nnn.nnn.nnn“, wobei „nnn“ ein Byte-Wert ist), etwa IP-Adressen, müssen mit besonderer Sorgfalt eingegeben werden. Der Grund hierfür: Die meisten auf einem PC installierten Web-Software-Programme interpretieren Byte-Werte mit führenden Nullen als Oktalzahlen. Folglich entspricht „255.255.020.011“ der Dezimalzahl „255.255.16.9“ (und nicht der Dezimalzahl „255.255.20.11“), da „.020“ ausgedrückt als Oktalzahl als „16“ und „.011“ als „9“ interpretiert wird. Um Missverständnisse auszuschalten, empfiehlt es sich, ausschließlich dezimal ausgedrückte Byte-Werte (von 0 bis 255) ohne führende Nullen zu verwenden.

Der Agilent 33220A geht davon aus, dass alle IP-Adressen sowie sonstigen Adressen mit Punktnotation als dezimale Byte-Werte ausgedrückt werden, und entfernt sämtliche führenden Nullen von diesen Byte-Werten. Wenn Sie also versuchen, in das IP-Adressfeld den Wert „255.255.020.011“ einzugeben, wird daraus der Wert „255.255.20.11“ (einen reinen Dezimalausdruck). Mit exakt dem gleichen Ausdruck, „255.255.20.11“, sollten Sie in der Web-Software Ihres PCs das Gerät adressieren. Verwenden Sie keinesfalls den Ausdruck „255.255.020.011“. Der PC interpretiert diese Adresse aufgrund der führenden Nullen anders als gewünscht.

Subnet Mask (LAN) Durch die Unterteilung in Subnetze kann ein Netzwerkadministrator ein Netzwerk in kleinere Einheiten aufteilen, was die Verwaltung vereinfacht und den Netzwerkverkehr reduziert. Die Subnet Mask gibt an, welcher Teil der Adresse des Hosts zur Kennzeichnung des Subnetzes dient.

- Falls DHCP oder Auto IP verwendet werden, muss keine Subnet Mask festgelegt werden.
- Von Ihrem Netzwerkadministrator erfahren Sie, ob das Netzwerk in Subnetze unterteilt ist und welche Subnet Mask gegebenenfalls verwendet werden muss.

Kapitel 3 Leistungsmerkmale und Funktionen

Konfiguration der Fernsteuerungsschnittstelle

- Geben Sie die Subnet Mask über das numerische Tastenfeld ein (nicht jedoch über den Drehknopf).
- Die Subnet Mask wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle nicht.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **IP Setup**. DHCP und Auto IP sind standardmäßig auf „On“ gesetzt. Wählen Sie gegebenenfalls **DHCP Off** und **Auto IP Off**. Wählen Sie als Nächstes **Subnet Mask**. Geben Sie die entsprechende Maske ein (z. B. 255.255.0.0).
- Ein SCPI-Befehl zum Einstellen einer Subnet Mask existiert nicht.

Standard-Gateway (LAN) Ein Gateway ist ein Netzwerkgerät, das die Verbindungen zwischen verschiedenen Netzwerken herstellt. Die Standardeinstellung des Gateway ist die IP-Adresse des Geräts.

- Falls DHCP oder Auto IP verwendet werden, muss keine Gateway-Adresse eingegeben werden.
- Von Ihrem Netzwerkadministrator erfahren Sie, ob ein Gateway verwendet wird und welche Adresse gegebenenfalls eingegeben werden muss.
- Geben Sie die Gateway-Adresse über das numerische Tastenfeld ein (nicht jedoch über den Drehknopf).
- Die Gateway-Adresse wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste **Utility** und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **IP Setup**. DHCP und Auto IP sind standardmäßig auf „On“ gesetzt. Wählen Sie gegebenenfalls **DHCP Off**. Wählen Sie dann **Default Gateway**, und legen Sie die entsprechende Gateway-Adresse fest.
- Ein SCPI-Befehl zum Einstellen einer Gateway-Adresse existiert nicht.

Host-Name (LAN) Der Host-Name ist der Host-Anteil des Domain-Namens, der anschließend in eine IP-Adresse übersetzt wird.

- Von Ihrem Netzwerkadministrator erfahren Sie den korrekten Host-Namen.
- Geben Sie den Host-Namen mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten ein. Jedes Zeichen des Namens kann ein Buchstabe sein („a“ bis „z“), eine Zahl oder ein Unterstrich („_“)
 - Wählen Sie die Zeichen mit dem Drehknopf.
 - Gehen Sie mit den Cursor-Tasten weiter zum nächsten Zeichen.
 - Zahlen können auch über das numerische Tastenfeld eingegeben werden.
 - Mit der Taste  können Sie alle Zeichen rechts des Cursors löschen.
- Der Host-Name wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste  und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **DNS Setup**. Das Feld **Host Name** wird eingeblendet. Geben Sie den Host-Namen ein.
- Ein SCPI-Befehl zum Eingeben eines Host-Namens existiert nicht.

Domain-Name (LAN) Der Domain-Name ist ein registrierter Name im Internet, der anschließend in eine IP-Adresse übersetzt wird.

- Von Ihrem Netzwerkadministrator erfahren Sie den korrekten Domain-Namen.
- Geben Sie den Domain-Namen mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten ein. Jedes Zeichen des Namens kann ein Buchstabe sein („a“ bis „z“), eine Zahl, ein Unterstrich („_“) oder ein Punkt („.“).
 - Wählen Sie die Zeichen mit dem Drehknopf.
 - Gehen Sie mit den Cursor-Tasten weiter zum nächsten Zeichen.
 - Zahlen können auch über das numerische Tastenfeld eingegeben werden.

- Mit der Taste  können Sie alle Zeichen rechts des Cursors löschen.
- Der Domain-Name wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste  und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **DNS Setup**. Wählen Sie anschließend **Domain Name**, und geben Sie den Domain-Namen ein.
- Ein SCPI-Befehl zum Eingeben eines Domain-Namens existiert nicht.

DNS-Server (LAN) DNS (Domain Name Service) ist ein Internet-Dienst, der die Namen von Domains in IP-Adressen übersetzt. Die Adresse des DNS-Servers ist die IP-Adresse des Servers, der die Übersetzung durchführt.

- Von Ihrem Netzwerkadministrator erfahren Sie, ob DNS eingesetzt wird und welche Adresse für den DNS-Server gegebenenfalls verwendet werden muss.
- Geben Sie die Adresse über das numerische Tastenfeld ein (nicht jedoch mit dem Drehknopf).
- Die Adresse des DNS-Servers wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste  und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN**, anschließend **Modify Settings** und als Nächstes **DNS Setup**. Wählen Sie dann **DNS Server**, und geben Sie die Serveradresse ein.
- Ein SCPI-Befehl zum Einstellen der Adresse eines DNS-Servers existiert nicht.

Web-Passwort (LAN) Sie können ein Passwort festlegen, um den Zugriff auf das Gerät über die Web-Schnittstelle zu steuern. Für die Standardeinstellung wird kein Passwort benötigt.

- Geben Sie das Passwort mit dem Drehknopf und den Cursor-Tasten ein. Jedes Zeichen muss ein Buchstabe sein (von „a“ bis „z“).
 - Wählen Sie die Zeichen mit dem Drehknopf.
 - Gehen Sie mit den Cursor-Tasten weiter zum nächsten Zeichen.

- Mit der Taste  können Sie alle Zeichen rechts des Cursors löschen.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste  und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie dann **LAN** und als Nächstes **Modify Settings**. Das Feld **Password** wird angezeigt. Geben Sie das gewünschte Passwort ein.
- Ein SCPI-Befehl zum Festlegen des Passwortes existiert nicht.

Aktuelle Konfiguration (LAN) Wählen Sie die Ansicht Currently Active Settings, um die MAC-Adresse und die aktuelle Konfiguration des LAN anzuzeigen.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste  und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie **LAN** und dann **Current Config**. Mit den „Pfeilen“ der Softkeys können Sie in der Liste scrollen.
- Einen SCPI-Befehl zur Anzeige der aktuellen Konfiguration gibt es nicht.

Hinweis: Es werden nur diejenigen Einstellungen angezeigt, die **aktuell aktiv** sind. Falls Sie LAN-Einstellungen verändert haben, müssen Sie erst das Gerät aus- und einschalten, um die neuen Einstellungen zu übernehmen. Wählen Sie dann **Current Config**. Beachten Sie bitte außerdem, dass die Anzeige **statisch** ist. Sie wird nicht aktualisiert in Bezug auf Ereignisse, die nach dem Aufrufen der Informationen stattgefunden haben. Wenn beispielsweise DHCP eine IP-Adresse zuweist, während die Anzeige geöffnet ist, so wird die neue IP-Adresse erst nach Drücken der Taste **Refresh** angezeigt.

Weitere SCPI-Konfigurationsbefehle (LAN) Weitere, hier nicht erwähnte LAN-Konfigurationsbefehle werden in Kapitel 4 behandelt. Sämtliche Informationen über die Verwendung von SCPI-Befehlen zur Steuerung der LAN-Schnittstellen finden Sie unter „Schnittstellen-Konfigurationsbefehle“ in Kapitel 4.

Web-Schnittstelle des Agilent 33220A

Der Agilent 33220A bietet eine im Gerät implementierte Web-Schnittstelle. Sie können diese Schnittstelle über LAN verwenden, um die I/O-Konfiguration des Gerätes anzuzeigen und zu bearbeiten. Das Gerät kann außerdem über das Netzwerk gesteuert werden, dank einer ferngesteuerten Frontplattenschnittstelle.

So verwenden Sie die Web-Schnittstelle und greifen auf sie zu:

1. Stellen Sie eine LAN-Schnittstellenverbindung zwischen PC und dem Agilent 33220A her.
2. Öffnen Sie den Internet-Browser des PCs.
3. Um die Web-Schnittstelle zu öffnen, geben Sie in das Browser-Adressfeld die IP-Adresse des *Gerätes* bzw. den entsprechenden vollständigen Host-Namen ein.
4. Folgen Sie den Anweisungen der Online-Hilfe für die Web-Schnittstelle.

USB-Konfiguration

Es müssen keine USB-Konfigurationsparameter konfiguriert werden. Mit der USB ID-Funktion erhalten Sie den (vom Hersteller festgelegten) USB-ID-String:

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste  und anschließend den Softkey **I/O**. Wählen Sie **Show USB Id**. Der USB-String wird folgendermaßen angezeigt:

USB ID = usb0::2391::1031::MY44nnnnnn::INSTR

wobei “MY44nnnnnn” die Seriennummer des Geräts ist.

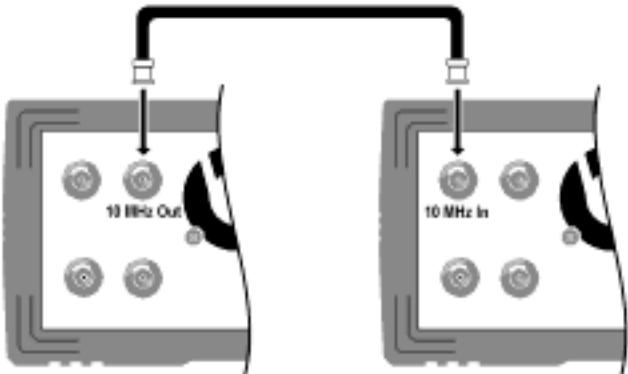
- Einen SCPI-Befehl zur Anzeige der USB-ID gibt es nicht.

Externe Zeitbasisreferenz (Option 001)

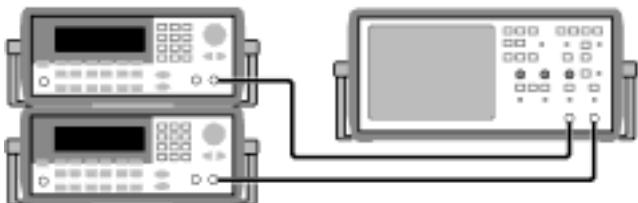
Die rückseitigen Steckverbinder (**10 MHz In** und **10 MHz Out**) und der Schaltkreis der Option 001 der externen Zeitbasisreferenz ermöglichen es Ihnen, mehrere Funktionsgeneratoren des Agilent 33220A miteinander oder mit einem externen 10 MHz-Taktsignal zu synchronisieren. Dabei können Sie den Phasen-Offset der Ausgangswellenform sowohl über die Frontplatte als auch über die Remoteschnittstelle steuern. Um *mehrere Agilent 33220A zu synchronisieren, muss bei allen Geräten Option 001 installiert sein.*

Um die Phase von zwei Agilent 33220A auszurichten, können Sie ein Zwei-Kanal-Oszilloskop zum Vergleich der Ausgangssignale verwenden:

1. Verbinden Sie zwei Agilent 33220A: **10 MHz Out** mit **10 MHz In**:

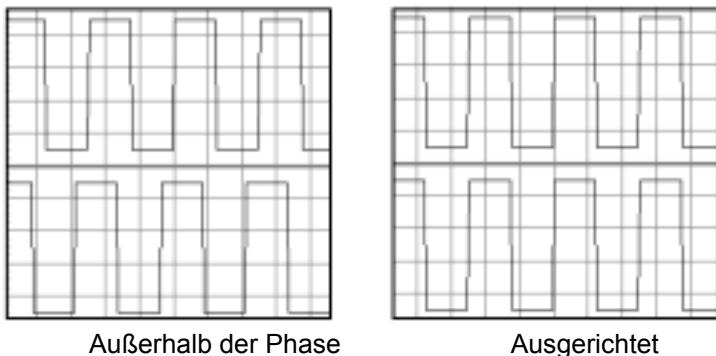


2. Verbinden Sie die Ausgänge der Agilent 33220A mit den Eingängen der Sondenkanäle:



3. Stellen Sie die gleiche Frequenz bei beiden Funktionsgeneratoren ein. Das Oszilloskop sollte nun synchrone Signale bezüglich der Frequenz, jedoch nicht Phase anzeigen. (Eine Rechteckwelle eignet sich gut für das Anzeigen der Phasendifferenz.)

4. Stellen Sie die Phase des ersten 33220A auf den Standard (Null) ein, und verwenden Sie die Funktion **Adjust Phase**, um die Phase des zweiten 33220A anzupassen und die Ausgangssignale auszurichten:



Verwenden Sie die Funktion **Set 0 Phase**, um einen neuen Null-Phasen-Referenzpunkt mit den beiden nun ausgerichteten Funktionsgeneratoren einzurichten.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie die Taste **Utility** und wählen Sie den Softkey **Output Setup** und anschließend **Adjust Phase**. Stellen Sie den Phasenwinkel (± 360 Grad) mit Hilfe des Drehknopfs und den Cursor-Tasten oder über die Zifferntastatur ein. Nachdem die Signale am Oszilloskop ausgerichtet wurden, drücken Sie die Taste **Set 0 Phase**, um einen neuen Null-Phasen-Referenzpunkt festzulegen.
- *Fernsteuerung:* Mit dem folgenden Befehl können Sie den Phasenoffset einstellen (der Abfragebefehl liefert die aktuelle Offset-Einstellung zurück):

```
PHASE {<Winkel>}|MINimum|MAXimum  
PHASE? [MINimum|MAXimum]
```

- Der folgende Befehl legt einen neuen Null-Phasen-Referenzpunkt fest:

```
PHASE:REFERENCE
```

Anwendungshinweis 1426: Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie unter „How to Connect Two or More Signal Generators to Create a Multi-Channel Waveform Generator“ („So verbinden Sie zwei oder mehrere Signallgeneratoren, um einen Mehrkanal-Wellenformgenerator zu erzeugen“).

Überblick über die Kalibrierung

Dieser Abschnitt gibt eine kurze Einführung in die Kalibrierfunktionen des Funktionsgenerators. Eine ausführliche Beschreibung der Kalibrierprozeduren finden Sie in Kapitel 4 des *Service Guide* zum Agilent 33220A.

Kalibrierschutz

Der Funktionsgenerator bietet Ihnen die Möglichkeit, den Zugriff auf die Kalibrierfunktionen durch ein Passwort zu schützen, um zu verhindern, dass das Gerät versehentlich oder von einem Unbefugten kalibriert wird. Im Auslieferungszustand ist der Kalibrierschutz aktiv. Bevor Sie eine Kalibrierung durchführen können, müssen Sie den Kalibrierschutz durch Eingabe des korrekten Sicherheitscodes deaktivieren.

Falls Sie den Sicherheitscode vergessen haben, können Sie die Sicherheitsfunktion mit Hilfe der beiden Jumper „CAL ENABLE“ auf der Hauptplatine Ihres Geräts deaktivieren. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Handbuch *Agilent 33220A Service Guide*.

- Im Auslieferungszustand des Gerätes lautet der Sicherheitscode „AT33220A“. Der Sicherheitscode wird *nichtflüchtig* gespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes *nicht*.
- Der Sicherheitscode kann bis zu 12 alphanumerische Zeichen enthalten. Das erste Zeichen muss ein Buchstabe sein; die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern oder das Unterstrich-Zeichen („_“) sein. Der Sicherheitscode kann auch kürzer als 12 Zeichen sein, aber das erste Zeichen muss auf jeden Fall ein Buchstabe sein.

Deaktivieren des Kalibrierschutzes. Sie können den Kalibrierschutz sowohl über die Frontplatte als auch über die Fernsteuerungsschnittstelle deaktivieren. Im Auslieferungszustand des Gerätes ist der Kalibrierschutz aktiviert; der Standard-Sicherheitscode lautet „AT33220A“.

- Für die manuelle Betriebsart und für den Fernsteuerungsbetrieb gilt der gleiche Sicherheitscode. Wenn Sie den Kalibrierschutz beispielsweise über die Frontplatte aktivieren und ihn später über die Fern-

steuerungsschnittstelle deaktivieren möchten, müssen Sie den gleichen Sicherheitscode verwenden.

- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie im Menü „Test / Cal“ den Softkey **Secure Off**.
- *Fernsteuerung:* Senden Sie zum Deaktivieren des Kalibrierschutzes den folgenden Befehl mit dem korrekten Sicherheitscode:

CAL : SECURE : STATE OFF , AT33220A

Aktivieren des Kalibrierschutzes. Sie können den Kalibrierschutz sowohl über die Frontplatte als auch über die Fernsteuerungsschnittstelle deaktivieren. Im Auslieferungszustand des Gerätes ist der Kalibrierschutz aktiviert; der Standard-Sicherheitscode lautet „AT33220A“.

- Für die manuelle Betriebsart und für den Fernsteuerungsbetrieb gilt der gleiche Sicherheitscode. Wenn Sie den Kalibrierschutz beispielsweise über die Frontplatte aktivieren und ihn später über die Fernsteuerungsschnittstelle deaktivieren möchten, müssen Sie den gleichen Sicherheitscode verwenden.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie im Menü „Test / Cal“ den Softkey **Secure On**.
- *Fernsteuerung:* Senden Sie zum Aktivieren des Kalibrierschutzes den folgenden Befehl mit dem korrekten Sicherheitscode:

CAL : SECURE : STATE ON , AT33220A

Ändern des Sicherheitscodes. Zum Ändern des Sicherheitscodes müssen Sie zuerst den Kalibrierschutz deaktivieren und dann einen neuen Sicherheitscode eingeben. Lesen Sie unbedingt die Regeln zum Sicherheitscode auf Seite 158, bevor Sie versuchen, den Code zu ändern.

- *Manuelle Bedienung:* Zum Ändern des Sicherheitscodes müssen Sie den Kalibrierschutz zunächst durch Eingabe des alten Sicherheitscodes deaktivieren. Drücken Sie dann **Utility**, und wählen Sie im Menü „Test / Cal“ den Softkey **Secure Code**. Wenn Sie den Sicherheitscode über die Frontplatte ändern, gilt der neue Sicherheitscode auch für den Fernsteuerungsbetrieb.

- *Fernsteuerung:* Zum Ändern des Sicherheitscodes müssen Sie den Kalibrierschutz zunächst durch Eingabe des alten Sicherheitscodes deaktivieren. Geben Sie anschließend mit dem folgenden Befehl den neuen Sicherheitscode ein:

CAL:SECURE:STATE OFF, AT33220A *Kalibrierschutz mit Hilfe
des alten Sicherheitscodes
deaktivieren*
CAL:SECURE:CODE SN123456789 *Neuen Code eingeben*

3 Kalibrierungszähler

Sie haben die Möglichkeit abzufragen, wie oft der Funktionsgenerator bisher kalibriert wurde. Beachten Sie, dass der Funktionsgenerator auch vor der Auslieferung kalibriert wurde. Wenn Sie Ihren Funktionsgenerator erhalten, sollten Sie den Kalibrierungszähler ablesen und seinen anfänglichen Stand notieren.

- Der Kalibrierungszählerstand wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- Der Kalibrierungszähler zählt bis 65 535 und springt dann wieder auf 0 zurück. Da der Kalibrierungszähler bei jedem Kalibrierungspunkt um 1 erhöht wird, kann der Zählerstand durch eine Kalibrierung um mehrere Punkte steigen.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie , und wählen Sie aus dem Menü „Test / Cal“ den Softkey **Cal Info**. Der Kalibrierungszählerstand wird daraufhin im Display angezeigt.
- *Fernsteuerung:*

CAL:COUNT?

Kalibrierungsmeldung

Der Funktionsgenerator bietet Ihnen die Möglichkeit, eine Textinformation (die sogenannte Kalibrierungsmeldung) im internen Kalibrierungsspeicher abzulegen. Die Kalibrierungsmeldung kann beispielsweise folgende Informationen enthalten: Datum der letzten Kalibrierung, Fälligkeitsdatum der nächsten Kalibrierung, Seriennummer des Funktionsgenerators, Name und Telefonnummer der für die Kalibrierung zuständigen Person.

- Sie können die Kalibrierungsmeldung *nur* über die Fernsteuerungsschnittstelle einspeichern und *nur* wenn der Kalibrierschutz deaktiviert ist. Sie können die Kalibrierungsmeldung sowohl über die Frontplatte als auch über die Fernsteuerungsschnittstelle abfragen. Das *Lesen* der Kalibrierungsnachricht ist auch bei aktiviertem Kalibrierschutz möglich.
- Die Kalibrierungsmeldung kann bis zu 40 Zeichen enthalten (überschlagige Zeichen werden abgeschnitten).
- Beim Abspeichern einer Kalibrierungsmeldung wird die vorige Kalibrierungsmeldung überschrieben.
- Die Kalibrierungsmeldung wird *nichtflüchtig* gespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder bei einem Reset über die Fernsteuerungsschnittstelle *nicht*.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Utility**, und wählen Sie aus dem Menü „Test / Cal“ den Softkey **Cal Info**. Die Kalibrierungsmeldung wird daraufhin im Display angezeigt.
- *Fernsteuerung:* Senden Sie zum Speichern der Kalibrierungsmeldung den folgenden Befehl einschließlich aller gewünschten Strings in einfachen Anführungszeichen (' '):

CAL:STR 'Cal Due: 01 August 2003'

Grundeinstellungen

In der folgenden Tabelle sind die Grundeinstellungen des Funktionsgenerators Agilent 33220A aufgeführt. *Damit Sie sich jederzeit schnell über die Grundeinstellungen informieren können, finden Sie diese Tabelle auch auf der hinteren Umschlagsinnenseite dieses Handbuchs und auf der „Quick Reference Card“.*

Hinweis: Falls die Betriebsart „Power-down recall“ aktiviert wurde, unterscheidet sich der Gerätezustand von den Angaben in der Tabelle. Siehe „Abspeichern des aktuellen Gerätezustands“ auf Seite 136.

Agilent 33220A: Grundeinstellungen

Ausgangskonfiguration	Grundeinstellung
Funktion	Sinus
Frequenz	1 kHz
Amplitude/Offset	100 mVpp / 0,000 Vdc
Ausgangseinheiten	Vpp
Lastwiderstand	50 Ω
Autorange	Ein
Modulation	Grundeinstellung
Trägersignal (AM, FM, PM, FSK)	1 kHz Sinus
Trägersignal (PWM)	1 kHz Puls
Modulierte Signalform (AM)	100 Hz Sinus
Modulierte Signalform (FM, PM, PWM)	10 Hz Sinus
AM-Modulationsgrad	100%
FM-Frequenzhub	100 Hz
PM-Frequenzhub	180 Grad
FSK-Hop-Frequenz	100 Hz
FSK-Rate	10 Hz
PWM-Pulsbreitenabweichung	10 µs
Modulationszustand	Aus
Wobbelung	Grundeinstellung
Start/Stop-Frequenz	100 Hz / 1 kHz
Wobbelzeit	1 Sekunde
Wobbelbetriebsart	Linear
Wobbelzustand	Aus
Burst	Grundeinstellung
Burst-Anzahl	1 Zyklus
Burst-Periode	10 ms
Burst-Startphase	0 Grad
Burst-Zustand	Aus
Übergeordnete Systemfunktionen	Grundeinstellung
• Power-Down Recall	Deaktiviert
Display-Betriebsart	Ein
Fehlerwarteschlange	Fehler gelöscht
Gespeicherte Zustände,	Keine Änderung
gespeicherte Arbiträrsignale	
Ausgangszustand	Aus
Triggerfunktionen	Grundeinstellung
Trigger-Quelle	Intern (Immediate)
Fernsteuerungskonfiguration	Grundeinstellung
• GPIB-Adresse	• 10
• DHCP	• Ein
• Auto IP	• Ein
• IP-Adresse	• 169.254.2.20
• Subnet-Mask	• 255.255.0.0
• Standard-Gateway	• 0.0.0.0
• DNS-Server	• 0.0.0.0
• Host-Name	• nicht vorgegeben
• Domain-Name	• nicht vorgegeben
Kalibrierung	Grundeinstellung
Kalibrierzustand	Geschützt

Die mit einem Punkt (•) gekennzeichneten Parameter sind *nichtflüchtig* gespeichert.

Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen

Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen

- Übersicht über die SCPI-Befehle, *Seite 168*
- 
 - Grundlagen der Programmierung, *Seite 181*
 - Anwendung des Befehls APPLy, *Seite 183*
 - Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs, *Seite 191*
 - Puls-Konfigurationsbefehle, *Seite 204*
 - Befehle zum Konfigurieren der Amplitudenmodulation (AM), *Seite 210*
 - Befehle zum Konfigurieren der Frequenzmodulation (FM), *Seite 214*
 - Befehl zum Konfigurieren der FSK- (Frequency-Shift Keying) Modulation, *Seite 223*
 - Befehl zum Konfigurieren der FSK- (Frequency-Shift Keying) Modulation, *Seite 223*
 - Befehle zum Konfigurieren der Pulsbreitenmodulation (PWM), *Seite 232*
 - Befehle zum Konfigurieren der Wobbelbetriebsart, *Seite 232*
 - Befehle zum Konfigurieren der Burst-Betriebsart, *Seite 239*
 - Triggerbefehle, *Seite 247*
 - Arbiträrsignal-Befehle, *Seite 250*
 - Befehle zum Abspeichern/ Zurückrufen von Gerätezuständen, *Seite 262*
 - Systembefehle, *Seite 266*
 - Schnittstellen-Konfigurationsbefehle, *Seite 272*
 - Phasensynchronisationsbefehle (Nur Option 001), *Seite 278*
 - SCPI-Statussystem, *Seite 281*
 - Statusregisterbefehle, *Seite 290*
 - Kalibrierbefehle, *Seite 294*
- 
 - Einführung in die Befehlssprache SCPI, *Seite 296*
 - Der Befehl „Device Clear“, *Seite 301*

In diesem Handbuch werden alle *Standard*-Geräteeinstellungen und Werte angegeben. Es handelt sich hierbei um die Standardeinstellungen beim Einschalten des Geräts, *vorausgesetzt* die Betriebsart Power-down recall wurde nicht aktiviert (siehe „Abspeichern des Gerätezustands“ in Kapitel 3).



Falls Sie noch nicht mit der Messgerätebefehlssprache SCPI vertraut sind, sollten Sie die nachfolgenden Abschnitte lesen, bevor Sie versuchen, den Funktionsgenerator zu programmieren.

Übersicht über die SCPI-Befehle

In diesem gesamten Handbuch gelten folgende typographische Konventionen für die SCPI-Befehlssyntax:

- Optionale Schlüsselwörter oder Parameter sind in eckige Klammern ([]) eingeschlossen.
- Parameter innerhalb eines Befehlsstrings sind in geschweifte Klammern ({ }) eingeschlossen.
- Parameter, für die ein Wert spezifiziert werden **muss**, sind in spitze Klammern (< >) eingeschlossen.
- Alternative Parameter sind durch einen senkrechten Strich (|) von einander getrennt.

APPLy Befehle

(weitere Informationen siehe Seite 183)

```
APPLY
:SIINusoid [<Frequenz> [, <Amplitude> [, <Offset>] ] ]
:SQUare [<Frequenz> [, <Amplitude> [, <Offset>] ] ]
:RAMP [<Frequenz> [, <Amplitude> [, <Offset>] ] ]
:PULSe [<Frequenz> [, <Amplitude> [, <Offset>] ] ]
:NOISe [<Frequenz|DEF>1 [, <Amplitude> [, <Offset>] ] ]
:DC [<Frequenz|DEF>1 [, <Amplitude> | DEF1 [, <Offset>] ] ]
:USER [<Frequenz> [, <Amplitude> [, <Offset>] ] ]
```

APPLY?

¹ Dieser Parameter ist bei diesem Befehl ohne Auswirkung; die Syntax erfordert jedoch, dass ein Wert oder „DEFault“ spezifiziert wird.

Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs

(weitere Informationen siehe Seite 191)

```

FUNCTION {SINusoid|SQuare|RAMP|PULSe|NOISe|DC|USER}
FUNCTION?

FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
FREQuency? [MINimum|MAXimum]

VOLTage {<Amplitude>|MINimum|MAXimum}
VOLTage? [MINimum|MAXimum]

VOLTage:OFFSet {<Offset>|MINimum|MAXimum}
VOLTage:OFFSet? [MINimum|MAXimum]

VOLTage
:HIGH {<Spannung>|MINimum|MAXimum}
:HIGH? [MINimum|MAXimum]
:LOW {<Spannung>|MINimum|MAXimum}
:LOW? [MINimum|MAXimum]

VOLTage:RANGE:AUTO {OFF|ON|ONCE}
VOLTage:RANGE:AUTO?

VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
VOLTage:UNIT?

FUNCTION:SQuare:DCYCle {<Prozent>|MINimum|MAXimum}
FUNCTION:SQuare:DCYCle? [MINimum|MAXimum]

FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<Prozent>|MINimum|MAXimum}
FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [MINimum|MAXimum]

OUTPut {OFF|ON}
OUTPut?

OUTPut:LOAD {<Ohm>|INFinity|MINimum|MAXimum}
OUTPut:LOAD? [MINimum|MAXimum]

OUTPut:POLarity {NORMAL|INVerted}
OUTPut:POLarity?

OUTPut:SYNC {OFF|ON}
OUTPut:SYNC?

```

Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.

Kapitel 4 Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen Übersicht über die SCPI-Befehle

Befehle zum Konfigurieren der Ausgangsfunktion „Pulse“

(weitere Informationen siehe Seite 204)

```
PULSe:PERiod {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}
PULSe:PERiod? [MINimum|MAXimum]

FUNCTION:PULSE
  :HOLD {WIDTH|DCYCLE}
  :HOLD? [WIDTH|DCYCLE]
  :WIDTH {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}      50 %/50 %
                                             Schwellenwerte
  :WIDTH? [MINimum|MAXimum]
  :DCYCLE {<Prozent>|MINimum|MAXimum}
  :DCYCLE? [MINimum|MAXimum]
  :TRANSition {<Sekunden>|MINimum|MAXimum} 10 %/90 %
                                             Schwellenwerte
  :TRANSition? [MINimum|MAXimum]
```

Modulationsbefehle

(weitere Informationen siehe Seite 210)

AM-Befehle

```
AM:INTERNAL
  :FUNCTION
  {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISE|USER}
  :FUNCTION?

AM:INTERNAL
  :FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
  :FREQuency? [MINimum|MAXimum]

AM:DEPTH {<Modulationsgrad in Prozent>|MINimum|MAXimum}
AM:DEPTH? [MINimum|MAXimum]

AM:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}
AM:SOURce?

AM:STATE {OFF|ON}
AM:STATE?
```

Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.

FM-Befehle

```

FM:INTERNAL
:FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISE|USER}
:FUNCTION?

FM:INTERNAL
:FREQUENCY {<Frequency>|MINimum|MAXimum}
:FREQUENCY? [MINimum|MAXimum]

FM:DEVIATION {<Spitzen-Frequenzhub in Hz>|MINimum|MAXimum}
FM:DEVIATION? [MINimum|MAXimum]

FM:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}
FM:SOURce?

FM:STATE {OFF|ON}
FM:STATE?

```

PM-Befehle

```

PM:INTERNAL
:FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISE|USER}
:FUNCTION?

PM:INTERNAL
:FREQUENCY {<Frequency>|MINimum|MAXimum}
:FREQUENCY? [MINimum|MAXimum]

PM:DEVIATION {<Phasenhub in Grad>|MINimum|MAXimum}
PM:DEVIATION? [MINimum|MAXimum]

PM:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}
PM:SOURce?

PM:STATE {OFF|ON}
PM:STATE?

```

FSK-Befehle

```

FSKey:FREQUENCY {<Frequency>|MINimum|MAXimum}
FSKey:FREQUENCY? [MINimum|MAXimum]

FSKey:INTERNAL:RATE {<Rate in Hz>|MINimum|MAXimum}
FSKey:INTERNAL:RATE? [MINimum|MAXimum]

FSKey:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}
FSKey:SOURce?

FSKey:STATE {OFF|ON}
FSKey:STATE?

```

*Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.*

Kapitel 4 Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen Übersicht über die SCPI-Befehle

PWM-Befehle

```
PWM:INTernal
  :FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISE|USER}
  :FUNCTION?

PWM:INTernal
  :FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
  :FREQuency? [MINimum|MAXimum] PWM:DEViation {<Abweichung in
Sekunden>|MINimum|MAXimum}
  PWM:DEViation? [MINimum|MAXimum]

PWM:DEViation:DCYCle {<Abweichung in Prozent>|MINimum|MAXimum}
  PWM:DEViation:DCYCle? [MINimum|MAXimum]

  PWM:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}
  PWM:SOURce?

  PWM:STATE {OFF|ON}
  PWM:STATE?
```

Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.

Wobbelbefehle

(weitere Informationen siehe Seite 233)

```

FREQuency
  :START {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
  :START? [MINimum|MAXimum]
  :STOP {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
  :STOP? [MINimum|MAXimum]

FREQuency
  :CENTer {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
  :CENTer? [MINimum|MAXimum]
  :SPAN {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
  :SPAN? [MINimum|MAXimum]

SWEep
  :SPACing {LINear|LOGarithmic}
  :SPACing?
  :TIME {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}
  :TIME? [MINimum|MAXimum]

SWEep:STATe {OFF|ON}
SWEep:STATe?

TRIGger:SOURce {IMMEDIATE|EXTernal|BUS}
TRIGger:SOURce?

TRIGger:SLOPe {Positive|NEGative}      „Trig In“-Anschluss
TRIGger:SLOPe?

OUTPUT
  :TRIGger:SLOPe {Positive|NEGative}   „Trig Out“-Anschluss
  :TRIGger:SLOPe?
  :TRIGger {OFF|ON}
  :TRIGger?

MARKer:FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
MARKER:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

MARKer {OFF|ON}
MARKer?

```

*Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.*

Kapitel 4 Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen Übersicht über die SCPI-Befehle

Burst-Befehle

(weitere Informationen siehe Seite 239)

```
BURSt:MODE {TRIGgered|GATED}
BURSt:MODE?

BURSt:NCYCles {<# Zyklen>|INfinity|MINimum|MAXimum}
BURSt:NCYCles? [MINimum|MAXimum]

BURSt:INTERNAL:PERiod {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}
BURSt:INTERNAL:PERiod? [MINimum|MAXimum]

BURSt:PHASE {<Winkel>|MINimum|MAXimum}
BURSt:PHASE? [MINimum|MAXimum]

BURSt:STATE {OFF|ON}
BURSt:STATE?

UNIT:ANGLE {DEGree|RADian}
UNIT:ANGLE?

TRIGger:SOURce {IMMEDIATE|EXTERNAL|BUS} Betriebsart
                                         „Triggered Burst“
TRIGger:SOURce?

TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}      „Trig In“-Anschluss
TRIGger:SLOPe?

BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}   Betriebsart
                                         „External Gated Burst“
BURSt:GATE:POLarity?

OUTPut
  :TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}      „Trig Out“-Anschluss
  :TRIGger:SLOPe?
  :TRIGger {OFF|ON}
  :TRIGger?
```

Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.

Arbiträrsignal-Befehle

(weitere Informationen siehe Seite 250)

```
DATA VOLATILE, <Wert>, <Wert>, . . .
DATA:DAC VOLATILE, {<Binärblock>|<Wert>, <Wert>, . . . }
FORMAT:BORDer {NORMAL|SWAPPed}           Byte-Reihenfolge spezifizieren
FORMAT:BORDer?
DATA:COPY <Ziel-Arb-Name> [,VOLATILE]
FUNCTION:USER {<Arb-Name>1|VOLATILE}
FUNCTION:USER?
FUNCTION USER
FUNCTION?

DATA
:CATalog?
:NVOLatile:CATalog?
:NVOLatile:FREE?

DATA:DELetE <Arb-Name>
DATA:DELetE:ALL

DATA
:ATTRibute:AVERage? [<Arb-Name>1]
:ATTRibute:CFACtor? [<Arb-Name>1]
:ATTRibute:POINTs? [<Arb-Name>1]
:ATTRibute:PTPeak? [<Arb-Name>1]
```

¹ Die internen Standard-Arbiträrsignale haben folgende Namen:
EXP_RISE, EXP_FALL, NEG_RAMP, SINC, und CARDIAC.

Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.

Kapitel 4 Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen Übersicht über die SCPI-Befehle

Triggerbefehle

(weitere Informationen siehe Seite 247)

Diese Befehle betreffen nur die Wobbel- und Burst-Betriebsarten.

TRIGger:SOURce {IMMEDIATE EXTERNAL BUS}	
TRIGger:SOURce?	
TRIGger	
*TRG	
TRIGger:SLOPe {POSITIVE NEGATIVE}	„Trig In“-Anschluss
TRIGger:SLOPe?	
BURSt:GATE:POLarity {NORMAL INVERTed}	Betriebsart
BURSt:GATE:POLarity?	„External Gated Burst“
OUTPut	
:TRIGger:SLOPe {POSITIVE NEGATIVE}	„Trig Out“-Anschluss
:TRIGger:SLOPe?	
:TRIGger {OFF ON}	
:TRIGger?	

Befehle zum Abspeichern/Zurückrufen von Gerätezuständen

(weitere Informationen siehe Seite 262)

*SAV {0 1 2 3 4}	Der Gerätezustand 0 ist der Zustand beim Ausschalten des Funktionsgenerators. Die Gerätezustände 1, 2, 3 und 4 sind benutzerdefinierte Zustände.
*RCL {0 1 2 3 4}	

MEMORY:STATE	
:NAME {0 1 2 3 4} [, <Name>]	
:NAME? {0 1 2 3 4}	
:DELETE {0 1 2 3 4}	
:RECALL:AUTO {OFF ON}	
:RECALL:AUTO?}	
:VALID? {0 1 2 3 4}	
:CATalog?	

MEMORY:NSTATes?

Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.

Systembefehle

(weitere Informationen siehe Seite 266)

```
SYSTem:ERRor?  
*IDN?  
DISPlay {OFF|ON}  
DISPlay?  
DISPlay  
:TEXT <String in Anführungszeichen>  
:TEXT?  
:TEXT:CLEar  
*RST  
*TST?  
SYSTem:VERSion?  
SYSTem  
:BEEPer  
:BEEPer:STATE {OFF|ON}  
:BEEPer:STATE?  
SYSTem  
:KLOCK[:STATE] {OFF|ON}  
:KLOCK:EXCLude {NONE|LOCal}  
:KLOCK:EXCLude?
```

SYSTem:SECurity:IMMediate

Achtung. Der gesamte Inhalt des Arbeitsspeichers wird gelöscht. Nicht empfohlen für Routine-Anwendungen.

```
*LRN?  
*OPC  
*OPC?  
*WAI
```

Die **fett** gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.

Befehle zum Konfigurieren der Schnittstellen

(weitere Informationen siehe Seite 272)

```
SYSTem:LOCal
SYSTem:REMote
SYSTem:RWLock
SYSTem:COMMunicate:RLState {LOCal|REMote|RWLock}
SYSTem:COMMunicate:GPIB
  :ADDReSS <Adresse>
  :ADDReSS?
SYSTem:COMMunicate:LAN
  :AUTOip[:STATE] {OFF|0|ON|1}
  :AUTOip[:STATE]?
  :IPADDress <Adresse>
  :IPADDress?
  :LIPAddress?
  :MAC?
  :MEDIAsense {OFF|0|ON|1}
  :MEDIAsense?
  :NETBios {OFF|0|ON|1}
  :NETBios?
  :TELNet:PROMpt <String>
  :TELNet:PROMpt?
  :TELNet:WMESSage <String>
  :TELNet:WMESSage?
```

PLL-Befehle

Diese Befehle benötigen Option 001, Externe Zeitbasis-Referenz.
Weitere Informationen finden Sie auf Seite 278.

```
PHASe {<Winkel>|MINimum|MAXimum}
PHASe? [MINimum|MAXimum]
PHASe:REFerence
PHASe:UNLock:ERRor:STATe {OFF|ON}
PHASe:UNLock:ERRor:STATe?
UNIT:ANGLE {DEGree|RADian}
UNIT:ANGLE?
```

Statusregisterbefehle

*Die fett gedruckten Parameter sind die Standardparameter, wie sie vom Befehl *RST (Reset) eingestellt werden.*

Kapitel 4 Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen Übersicht über die SCPI-Befehle

(weitere Informationen siehe Seite 290)

```
*STB?  
*SRE <Aktivierungswert>  
*SRE?  
STATus  
:QUEStionable:CONDITION?  
:QUEStionable[:EVENT]?  
:QUEStionable:ENABLE <Aktivierungswert>  
:QUEStionable:ENABLE?  
*ESR?  
*ESE <Aktivierungswert>  
*ESE?  
*CLS  
STATus:PRESet  
*PSC {0|1}  
*PSC?  
*OPC
```

Kalibrierbefehle

(weitere Informationen siehe Seite 294)

CAL?

CAL

:SECURE:STATE {OFF|ON},<Code>
:SECURE:STATE?
:SECURE:CODE <Neuer Code>
:SETUP <0|1|2|3| . . . |94>
:SETUP?
:VALUE <Wert>
:VALUE?
:COUNT?
:STRING <String in Anführungszeichen>
:STRING?

4

IEEE 488.2-Universalbefehle

*CLS

*ESR?

*ESE <Aktivierungswert>

*ESE?

*IDN?

*LRN?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}

*PSC?

*RST

*SAV {0|1|2|3|4}

Der Gerätezustand 0 ist der Zustand beim Ausschalten des Funktionsgenerators.
Die Gerätezustände 1, 2, 3 und 4 sind benutzerdefinierte Zustände.

*STB?

*SRE <Aktivierungswert>

*SRE?

*TRG

*TST?

Grundlagen der Programmierung

Dieser Abschnitt gibt eine Einführung in die Grundlagen der Programmierung des Funktionsgenerator über die Fernsteuerungsschnittstelle. Dieser Abschnitt soll nur einen Überblick vermitteln und enthält *nicht* alle Informationen, die Sie benötigen, um eigene Anwendungsprogramme für das Gerät zu schreiben. Weitere Informationen finden Sie in den übrigen Abschnitten dieses Kapitels sowie in Kapitel 6.

Anwendung des Befehls APPLy

Der Befehl APPLy bietet die einfachste Möglichkeit zur Programmierung des Funktionsgenerators über die Fernsteuerungsschnittstelle.

Beispiel: Der folgende Befehl bewirkt die Ausgabe eines Sinussignals mit einer Amplitude von 3 Vpp, einer Frequenz von 5 kHz und einer Offsetspannung von -2.5 Volt.

APPL:SIN 5.0E+3, 3.0, -2.5

4

Anwendung der Low-Level-Befehle

Der Befehl APPLy ist zwar sehr einfach anzuwenden, doch bieten die Low-Level-Befehle eine größere Flexibilität beim Ändern einzelner Parameter. Beispiel: Die folgenden Befehle bewirken die Ausgabe eines Sinussignals mit einer Amplitude von 3 Vpp, einer Frequenz von 5 kHz und einer Offsetspannung von -2.5 Volt.

FUNC SIN	
FREQ 5000	
VOLT 3.0	
VOLT:OFFS -2.5	

Wahl der Ausgangsfunktion Sinus	
Wahl der Frequenz 5 kHz	
Wahl der Amplitude 3 Vpp	
Wahl der Offsetspannung -2.5 Vdc	

Abfragebefehle

Nur die sogenannten Abfragebefehle (das sind solche, die mit „?“ enden) veranlassen den Funktionsgenerator zum Senden einer Antwort. Solche Antworten enthalten Informationen über Funktionsgenerator-Einstellungen. Die folgende Befehlsfolge, beispielsweise, liest die letzte in der Fehlerwarteschlange des Funktionsgenerators enthaltene Fehlermeldung ein.

Dimensionierungsanweisung	<i>String-Array (255 Elemente) dimensionieren</i>
SYST:ERR?	<i>Fehlerwarteschlange abfragen</i>
Enter-Befehl	<i>Fehler-String eingeben</i>

Wahl einer Triggerquelle

In der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ akzeptiert der Funktionsgenerator folgende Trigger: sofortiger interner Trigger, Hardware-Trigger über den rückseitigen Anschluss *Trig In*, manueller Trigger (Taste  *Trigger*) oder Software- (Bus-) Trigger. Standardmäßig ist die interne Triggerquelle gewählt. Wenn Sie das Gerät durch ein externes Triggersignal oder durch einen Software-Trigger triggern möchten, müssen Sie zunächst die betreffende Triggerquelle wählen. Beispiel: Die folgenden Befehle bewirken, dass das Funktionsgenerator bei jeder positiven TTL-Flanke am rückseitigen Anschluss *Trig In* einen aus drei Zyklen bestehenden Burst ausgibt.

BURS:NCYC 3	<i>Spezifizieren der Burst-Anzahl (drei Zyklen)</i>
TRIG:SLOP POS	<i>Wahl der Polarität (positiv)</i>
TRIG:SOUR EXT	<i>Wahl der externen Triggerquelle</i>
BURS:STAT ON	<i>Aktivieren der Burst-Betriebsart</i>

Anwendung des Befehls APPLy

Siehe auch „Ausgangskonfiguration“, beginnend auf Seite 64 in Kapitel 3.

Der Befehl APPLy bietet die einfachste Möglichkeit zur Programmierung des Funktionsgenerators über die Fernsteuerungsschnittstelle. Mit einem einzigen Befehl können Sie die Ausgangsfunktion, die Frequenz, die Amplitude und die Offsetspannung wählen:

APPLy:<Funktion> [<Frequenz> [, <Amplitude> [, <Offset>]]]

Beispiel: Der folgende Befehl bewirkt die Ausgabe eines Sinussignals mit einer Amplitude von 3 Vpp, einer Frequenz von 5 kHz und einer Offsetspannung von -2.5 Volt.

APPL:SIN 5 KHZ, 3.0 VPP, -2.5 V

Der Befehl APPLy bewirkt folgende Operationen:

- Es wird die Triggerquelle *Immediate* gewählt (äquivalent zum Befehl TRIG:SOUR IMM).
- Falls eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv ist, wird diese deaktiviert und das Gerät für die Ausgabe eines kontinuierlichen Signals konfiguriert.
- Der Ausgang *Output* wird aktiviert (Befehl OUTP ON); die Lastwiderstand-Einstellung wird *nicht* verändert (Befehl OUTP:LOAD).
- Die automatische Spannungsbereichswahl wird aktiviert (Befehl VOLT:RANG:AUTO).
- Für Rechtecksignale wird ein Tastverhältnis von 50 % gewählt (Befehl FUNC:SQU:DCYC).
- Für Sägezahnsignale wird ein Symmetrieverhältnis von 100 % gewählt (Befehl FUNC:RAMP:SYMM).

Eine Beschreibung der Syntax des Befehls APPLy finden Sie auf Seite 187.

Ausgangsfrequenz

- Der für den Parameter *Frequenz* des Befehls APPLy verfügbare Frequenzbereich ist von der spezifizierten Ausgangsfunktion abhängig. Für den Parameter *Frequenz* können Sie statt eines bestimmten Wertes auch „MINimum“, „MAXimum“ oder „DEFault“ spezifizieren. MIN spezifiziert die niedrigste Frequenz und MAX die höchste Frequenz, die für die jeweilige Ausgangsfunktion zulässig ist. *Die Standardfrequenz ist für alle Ausgangsfunktionen 1 kHz.*

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 MHz
Puls	500 µHz	5 MHz
Rauschen, DC	–	–
Arb	1 µHz	6 MHz

- Einschränkungen durch die Ausgangsfunktion:* Der verfügbare Frequenzbereich ist von der im Befehl APPLy spezifizierten Ausgangsfunktion abhängig. Mit dem Befehl APPLy werden immer sowohl Funktion als auch Frequenz eingestellt; die spezifizierte Frequenz muss entsprechend der Funktion gewählt sein. Der Befehl APPL:RAMP 20 MHz führt beispielsweise zu dem Fehler „Data out of range“. Die Frequenz wird anschließend auf 200 kHz eingestellt und somit auf das Maximum für ein Sägezahnsignal.

Ausgangsamplitude

- Der für den Parameter *Amplitude* des Befehls APPLy verfügbare Amplitudenbereich ist von der spezifizierten Ausgangsfunktion und dem spezifizierten Lastwiderstand abhängig. Für den Parameter *Amplitude* können Sie statt eines bestimmten Wertes auch „MINimum“, „MAXimum“ oder „DEFault“ spezifizieren. MIN spezifiziert den kleinstmöglichen Amplitudenwert (10 mVpp an 50 Ohm). MAX spezifiziert den größten Amplitudenwert, der für die spezifizierte Funktion zulässig ist (maximal 10 Vpp an 50 Ohm, je nach Funktion und Offsetspannung). *Der Standardwert für die Ausgangsamplitude ist 100 mVpp (an 50 Ohm); dieser Wert gilt für alle Ausgangsfunktionen.*
- Einschränkungen durch den Lastwiderstandswert:* Der verfügbare Ausgangsamplitudenbereich ist von der aktuellen Lastwiderstand-

Einstellung abhängig. (Der Befehl APPLy hat keine Auswirkungen auf die Lastwiderstand-Einstellung). Beispiel: Wenn Sie die Amplitude auf 10 Vpp einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf „high impedance“ ändern, verdoppelt sich der angezeigte Amplitudenwert auf 20 Vpp (ohne dass ein Fehler gemeldet wird). Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm abändern, halbiert sich der angezeigte Amplitudenwert. Weitere Informationen hierzu siehe unter OUTP:LOAD auf Seite 201.

- Mit dem Befehl APPLy können Sie die Ausgangsamplitude in der Einheit Vpp, Vrms oder dBm spezifizieren. Beispiel:

```
APPL:SIN 5.0E+3, 3.0 VRMS, -2.5
```

Alternativ können Sie mit dem Befehl VOLT:UNIT (siehe Seite 203) die Ausgangseinheit für alle nachfolgenden Befehle spezifizieren. Sofern Sie diese Einheit nicht mit dem Befehl APPLy spezifizieren, gilt die mit dem Befehl VOLT:UNIT spezifizierte Einheit. Beispiel: Wenn Sie mit dem Befehl VOLT:UNIT die Einheit „Vrms“ spezifizieren und im Befehl APPLy den Parameter *Amplitude* nicht angeben, spezifiziert der Befehl APPLy implizit die Einheit „Vrms“.

- Die Amplitudenmaßeinheit „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn Sie den Lastwiderstand „high impedance“ spezifiziert haben. In diesem Fall wird die Amplitude automatisch in Vpp umgerechnet. Weitere Informationen hierzu siehe unter VOLT:UNIT auf Seite 203.
- *Einschränkungen durch die Maßeinheit:* In bestimmten Fällen wird der Amplitudenbereich durch die gewählte Amplitudenmaßeinheit eingeschränkt. Dies kann geschehen, wenn Sie die Amplitudeneinheit Vrms oder dBm gewählt haben, und ist darauf zurückzuführen, dass der Scheitelfaktor des Ausgangssignals von der Signalform abhängig ist. Beispiel: Das Gerät ist für die Ausgabe eines Rechtecksignals mit einer Effektivspannung von 5 Vrms (an 50 Ohm) konfiguriert. Wenn Sie dann auf Sinus umschalten, wird die Amplitude automatisch auf 3.536 Vrms abgeändert (dies ist die maximal mögliche Effektivspannung für Sinussignale). Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und die Amplitude wird automatisch wie beschrieben abgeändert.
- *Einschränkungen bei Arbiträrsignalen:* Bei Arbiträrsignalen ist der Amplitudenbereich eingeschränkt, falls die Amplitudenwerte, aus denen sich das Signal zusammensetzt, nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträr-

Anwendung des Befehls APPLy

signal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Amplitudenbereich auf 6.087 Vpp (an 50 Ohm) ein.

- Wenn Sie die Amplitude ändern und der neue Wert eine Umschaltung des Ausgangsabschwächerbereichs erfordert, wird das Ausgangssignal u. U. kurzzeitig unterbrochen. Die interne Amplituderegelung gewährleistet jedoch, dass die Ausgangsspannung bei einer Bereichsumschaltung niemals den gewählten Wert überschreitet. Sie können diese Unterbrechung verhindern, indem Sie die automatische Spannungsbereichswahl mit dem Befehl VOLT:RANG:AUTO deaktivieren. (Weitere Informationen hierzu siehe Seite 198). Der Befehl APPLy aktiviert die automatische Bereichswahl.

DC-Offsetspannung

- Für den Parameter *Offset* des Befehls APPLy können Sie statt eines expliziten Wertes auch „MINimum“, „MAXimum“ oder „DEFault“ spezifizieren. MIN spezifiziert den größten negativen Offsetspannungswert, der für die spezifizierte Funktion und Amplitude zulässig ist. MAX spezifiziert den größten positiven Offsetspannungswert, der für die spezifizierte Funktion und Amplitude zulässig ist. *Der Standardwert für die DC-Offsetspannung ist 0 Volt (für alle Funktionen).*
- *Einschränkungen durch die Amplitude:* Der Zusammenhang zwischen Offsetspannung und Ausgangsamplitude wird durch die nachfolgende Gleichung beschrieben. Vmax ist die maximal mögliche Spitzenspannung bei dem gewählten Lastwiderstand (5 Volt für 50 Ω bzw. 10 Volt für hochohmige Last).

$$|VOffset| \leq Vmax - \frac{Vpp}{2}$$

Falls der spezifizierte Offsetspannungswert unzulässig ist, wird er automatisch auf den maximalen Wert abgeändert, der für die spezifizierte Amplitude zulässig ist. *Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und die Offsetspannung wird automatisch wie beschrieben abgeändert.*

- *Einschränkungen durch den Lastwiderstandswert:* Der verfügbare Offsetspannungsbereich ist von der aktuellen Lastwiderstand-Einstellung abhängig. (Der Befehl APPLy hat keine Auswirkungen auf die Lastwiderstand-Einstellung). Beispiel: Wenn Sie die Offsetspannung auf 100 mVdc einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf „high impedance“ ändern, verdoppelt sich der ange-

zeigte Offsetspannungswert auf 200 mVdc. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm ändern, halbiert sich der angezeigte Offsetspannungswert. Weitere Informationen hierzu siehe unter OUTP:LOAD auf Seite 201.

- *Einschränkungen bei Arbiträrsignalen:* Bei Arbiträrsignalen sind die Offsetspannungs- und Amplitudenbereiche eingeschränkt, falls die Amplitudenwerte, aus denen sich das Signal zusammensetzt, nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträrsignal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Offsetspannungsbereich auf 4.95 V (an 50 Ohm) ein. Der DAC-Wert „0“ wird auch dann als Offset-Referenz verwendet, wenn die Signaldatenpunkte nicht den gesamten Wertebereich des Ausgangs-DACs umspannen.

Syntax des Befehls APPLy

- Weil der Befehl APPLy optionale Parameter zulässt (diese sind in eckige Klammern eingeschlossen), müssen Sie den Parameter *Frequenz* spezifizieren, wenn Sie den Parameter *Amplitude* verwenden möchten; wenn Sie den Parameter *Offset* verwenden möchten, müssen Sie die Parameter *Frequenz* und *Amplitude* spezifizieren. Der folgende Befehl, beispielsweise, ist gültig (*Frequenz* und *Amplitude* werden spezifiziert; *Offset* wird weggelassen, es gilt dann der Standardwert).

```
APPL:SIN 5.0E+3, 3.0
```

Es wäre jedoch unzulässig, den Parameter *Amplitude* oder *Offset* zu spezifizieren, ohne den Parameter *Frequenz* zu spezifizieren.

- Für die Parameter *Frequenz*, *Amplitude* und *Offset* können Sie statt expliziter Werte auch „MINimum“, „MAXimum“ oder „DEFault“ spezifizieren. Beispiel: Der folgende Befehl bewirkt die Ausgabe eines Sinussignals mit einer Amplitude von 3 Vpp, einer Frequenz von 20 MHz (der maximal zulässigen Frequenz für Sinussignale) und einer Offsetspannung von -2.5 Volt.

```
APPL:SIN MAX, 3.0, -2.5
```

- Der Befehl APPLy bewirkt folgende Operationen:
 - Es wird die Triggerquelle *Immediate* gewählt (äquivalent zum Befehl TRIG:SOUR IMM).

Anwendung des Befehls APPLy

- Falls eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv ist, wird diese deaktiviert und das Gerät für die Ausgabe eines kontinuierlichen Signals konfiguriert.
- Der Ausgang *Output* wird aktiviert (Befehl OUTP ON); die Lastwiderstand-Einstellung wird *nicht* verändert (Befehl OUTP:LOAD).
- Die automatische Spannungsbereichswahl wird aktiviert (Befehl VOLT:RANG:AUTO).
- Für Rechtecksignale wird ein Tastverhältnis von 50 % gewählt (Befehl FUNC:SQU:DCYC).
- Für Sägezahnsignale wird ein Symmetrieverhältnis von 100 % gewählt (Befehl FUNC:RAMP:SYMM).

APPLy:SINusoid [*<Frequenz>* [, *<Amplitude>* [, *<Offset>*]]]

Dieser Befehl bewirkt die Ausgabe eines Sinussignals mit der spezifizierten Frequenz, Amplitude und Offsetspannung. Das Signal wird sofort bei Ausführung des Befehls ausgegeben.

APPLy:SQUare [*<Frequenz>* [, *<Amplitude>* [, *<Offset>*]]]

Dieser Befehl bewirkt die Ausgabe eines Rechtecksignals mit der spezifizierten Frequenz, Amplitude und Offsetspannung. Dieser Befehl wählt, unabhängig von der aktuellen Tastverhältnis-Einstellung, ein Tastverhältnis von 50 %. Das Signal wird sofort bei Ausführung des Befehls ausgegeben.

APPLy:RAMP [*<Frequenz>* [, *<Amplitude>* [, *<Offset>*]]]

Dieser Befehl bewirkt die Ausgabe eines Sägezahnsignals mit der spezifizierten Frequenz, Amplitude und Offsetspannung. Dieser Befehl wählt, unabhängig von der aktuellen Symmetrieverhältnis-Einstellung, ein Symmetrieverhältnis von 100 %. Das Signal wird sofort bei Ausführung des Befehls ausgegeben.

APPLy:PULSe [*<Frequenz>* [, *<Amplitude>* [, *<Offset>*]]]

Dieser Befehl bewirkt die Ausgabe eines Pulssignals mit der spezifizierten Frequenz, Amplitude und Offsetspannung. Das Signal wird sofort bei Ausführung des Befehls ausgegeben.

- Dieser Befehl hat keine Auswirkungen entweder auf die aktuelle Einstellung der Pulsbreite (Befehl FUNC:PULS:WIDT) oder die Einstellung des Tastverhältnisses des Pulssignals (Befehl FUNC:PULS:DCYC), je nachdem, welche Einstellung als unverän-

derlich festgelegt wurde (Befehl FUNC:PULS:HOLD). Auch die Einstellung der Flankenzeit (Befehl FUNC:PULS:TRAN) wird beibehalten. Jedoch wird die Pulsbreite oder Flankenzeit automatisch angepasst, falls der Wert für die spezifizierte Frequenz unzulässig ist. Weitere Informationen über das Einstellen der Pulsbreite und Flankenzeit finden Sie auf Seite 204.

APPLY:NOISE [*<Frequenz|Default>* [,*<Amplitude>* [,*<Offset>*]]]

Dieser Befehl bewirkt die Ausgabe eines Gaußschen Rauschsignals mit der spezifizierten Amplitude und Offsetspannung. Das Signal wird sofort bei Ausführung des Befehls ausgegeben.

- Der Parameter *Frequenz* ist bei diesem Befehl zwar ohne Bedeutung, aber Sie müssen dennoch einen Wert oder „Default“ spezifizieren (das Rauschen hat eine Bandbreite von 10 MHz). Falls Sie einen expliziten Frequenzwert spezifizieren, hat dieser keinen Einfluss auf das Rauschsignal, aber der Funktionsgenerator „erinnert“ sich an diesen Wert, wenn später eine andere Ausgangsfunktion gewählt wird. Das folgende Beispiel demonstriert die Anwendung des Befehls APPLy auf Rauschsignale.

```
APPL:NOIS DEF, 5.0, 2.0
```

APPLY:DC [*<Frequenz|Default>* [,*<Amplitude>|Default>* [,*<Offset>*]]]

Dieser Befehl bewirkt die Ausgabe einer Gleichspannung mit dem durch den Parameter *Offset* spezifizierten Wert. Der zulässige Bereich für die Gleichspannung ist ± 5 Vdc an 50 Ohm bzw. ± 10 Vdc im Leerlauf. Die Gleichspannung wird sofort bei Ausführung des Befehls ausgegeben.

- Die Parameter *Frequenz* und *Amplitude* sind bei diesem Befehl ohne Bedeutung; Sie müssen dennoch aus Syntax-Gründen einen expliziten Wert oder „Default“ spezifizieren. Falls Sie eine Frequenz und eine Amplitude spezifizieren, haben diese Werte zwar keinen Einfluss auf die ausgegebene Gleichspannung, aber der Funktionsgenerator „erinnert“ sich an diese Werte, wenn später eine andere Ausgangsfunktion gewählt wird. Das folgende Beispiel demonstriert die Anwendung des Befehls APPLy auf die Funktion Gleichspannung.

```
APPL:DC DEF, DEF, -2.5
```

APPLY:USER [*<Frequenz>* [,*<Amplitude>* [,*<Offset>*]]]

Anwendung des Befehls APPLy

Dieser Befehl bewirkt die Ausgabe des mit dem Befehl FUNC:USER gewählten Arbiträrsignals. Das Signal wird mit der spezifizierten Frequenz, Amplitude und Offsetspannung ausgegeben. Das Signal wird sofort bei Ausführung des Befehls ausgegeben. *Informationen über das Herunterladen von Arbiträrsignalen in den Internspeicher des Funktionsgenerators siehe Seite 250.*

APPLY?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Funktionsgenerator-Konfiguration ab und liefert einen in Anführungszeichen eingeschlossenen String zurück. Das Ergebnis der Abfrage können Sie dazu verwenden, um den Funktionsgenerator später mit dem APPL: wieder in den gleichen Zustand zu bringen. Der zurückgelieferte String enthält Informationen über die Funktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung. Das Format ist aus dem nachfolgenden Beispiel ersichtlich. (Die Anführungszeichen sind Bestandteil des Strings).

"SIN +5.000000000000E+03,+3.000000000000E+00,-
2.500000000000E+00"

Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs

Siehe auch „Ausgangskonfiguration“, beginnend auf Seite 64 in Kapitel 3.

Dieser Abschnitt beschreibt die Low-Level-Befehle zur Programmierung des Funktionsgenerators. (Dies sind Befehle, mit denen Sie einzelne Parameter und Systemeinstellungen spezifizieren können). Der Befehl APPLy ist zwar einfacher anzuwenden, doch bieten die Low-Level-Befehle eine größere Flexibilität beim Ändern einzelner Parameter.

FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|PULSE|NOISE|DC|USER}
FUNCTION?

Dieser Befehl dient zur Wahl der Ausgangsfunktion. Die gewählte Signalform wird unter Verwendung der zuletzt spezifizierten Frequenz-, Amplituden- und Offsetspannungswerte ausgegeben. The Die Abfrage FUNC? liefert den Wert „SIN“, „SQU“, „RAMP“, „PULS“, „NOIS“, „DC“ oder „USER“ zurück.

- Wenn Sie „USER“ wählen, gibt der Funktionsgenerator das zuvor mit dem Befehl FUNC:USER gewählte Arbiträrssignal aus.
- Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche Ausgangsfunktionen mit Modulation, Wobbelung bzw. Burst kombiniert werden können. Alle durch „•“ gekennzeichneten Kombinationen sind zulässig. Wenn Sie auf eine Ausgangsfunktion umschalten, die nicht mit Modulation, Wobbelung oder Burst kombinierbar ist, wird die Modulations-, Wobbel- oder Burst-Funktion gegebenenfalls abgeschaltet.

	„Sine“	„Square“	„Ramp“	„Pulse“	„Noise“	„DC“	„User“
AM-, FM-, PM-, FSK-Trägersignal	•	•	•				•
PWM-Trägersignal				•			
Wobbelbetriebsart	•	•	•				•
Burst-Betriebsart	•	•	•	•	• ¹		•

¹ Nur in der Betriebsart „External Gated Burst“ erlaubt.

- *Einschränkung des Frequenzbereichs:* Wenn Sie auf eine Funktion umschalten, deren maximale Frequenz niedriger ist als die der aktuellen Funktion, wird die Frequenz gegebenenfalls automatisch auf die Obergrenze für die neue Funktion reduziert. Wenn Sie das Gerät beispielsweise für die Ausgabe eines Sinussignals mit einer Frequenz von 200 kHz konfiguriert haben und dann auf die Ausgangsfunktion Sägezahn umschalten, wird die Frequenz automatisch auf 1 MHz reduziert (dies ist die maximale Frequenz für Sägezahnsignale). *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und die Frequenz wird wie beschrieben abgeändert.*
- *Einschränkung des Amplitudengrenzbereichs:* Wenn Sie auf eine Funktion umschalten, deren maximale Amplitude niedriger ist als die der aktuellen Funktion, wird die Amplitude gegebenenfalls automatisch auf die maximale Amplitude für die neue Funktion reduziert. Dies kann wegen der je nach Signalform unterschiedlichen Scheitelfaktoren geschehen, wenn Sie die Amplitudeneinheit Vrms oder dBm gewählt haben.

4

Beispiel: Das Gerät ist für die Ausgabe eines Rechtecksignals mit einer Effektivspannung von 5 Vrms (an 50 Ohm) konfiguriert. Wenn Sie dann auf Sinus umschalten, wird die Amplitude automatisch auf 3.536 Vrms abgeändert (dies ist die maximale Effektivspannung für Sinussignale). *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und die Amplitude wird wie beschrieben abgeändert.*

Frequenz {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
FREQuency? [MINimum|MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Ausgangsfrequenz. MIN spezifiziert die niedrigste Frequenz und MAX die höchste Frequenz, die für die jeweilige Ausgangsfunktion zulässig ist. Die Standard-Ausgangsfrequenz ist für alle Funktionen 1 kHz. Der Befehl FREQ? liefert die aktuelle Frequenzeinstellung (in Hertz) für die derzeit gewählte Ausgangsfunktion zurück.

Funktion	Minimale Frequenz	Maximale Frequenz
Sinus	1 µHz	20 MHz
Rechteck	1 µHz	20 MHz
Sägezahn	1 µHz	200 MHz
Puls	500 µHz	5 MHz
Rauschen, DC	–	–
Arb	1 µHz	6 MHz

- *Einschränkung:* Wie Sie der obigen Tabelle entnehmen können, ist der verfügbare Frequenzbereich von der Funktion abhängig. Ist in einem Befehl eine Frequenz spezifiziert, die außerhalb des Frequenzbereiches der aktuellen Funktion liegt, so verursacht dies einen Fehler. Wenn Sie beispielsweise für die aktuelle Funktion „Sägezahn“ den Befehl FREQ 20 MHz20 ausgeben, verursacht dies den Fehler „Data out of range“. Die Frequenz wird anschließend auf 200 kHz und damit auf die Maximalfrequenz für ein Sägezahnignal gesenkt.
- *Einschränkung des Tastverhältnisbereichs:* Bei Rechtecksignalen gelten für höhere Frequenzen folgende Einschränkungen bezüglich des Tastverhältnisses:

20 % bis 80 % (Frequenz \leq 10 MHz)

40 % bis 60 % (Frequenz $>$ 10 MHz)

Wenn Sie auf eine Frequenz umschalten, die mit dem derzeit gewählten Tastverhältnis nicht kompatibel ist, wird das Tastverhältnis automatisch auf den maximal zulässigen Wert für die neue Frequenz abgeändert. Beispiel: Wenn Sie ein Tastverhältnis von 70 % wählen und dann die Frequenz auf 12 MHz ändern, wird das Tastverhältnis automatisch auf 60 % abgeändert (dies ist das maximal zulässige Tastverhältnis für diese Frequenz). *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und das Tastverhältnis wird automatisch wie beschrieben abgeändert.*

VOLTage {<Amplitude> | MINimum | MAXimum}
VOLTage? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Ausgangsamplitude. Der Standardwert für die Ausgangsamplitude ist 100 mVpp (an 50 Ω); dieser Wert gilt für alle Ausgangsfunktionen. MIN spezifiziert den kleinstmöglichen Amplitudenwert (10 mVpp an 50 Ω). MAX spezifiziert den größten Amplitudenwert, der für die spezifizierte Funktion zulässig ist (maximal 10 Vpp an 50 Ω , je nach Funktion und Offsetspannung). Der Befehl VOLT? liefert die aktuelle Ausgangsamplitudeneinstellung für die derzeit gewählte Ausgangsfunktion zurück, und zwar in der Einheit, die zuletzt mit dem Befehl VOLT:UNIT spezifiziert wurde.

- *Einschränkung des Offset-Spannungsbereichs:* Die Ausgangsamplitude und der Offset stehen mit Vmax wie unten dargestellt in Beziehung.

$$|V_{offset}| + V_{pp} \div 2 \leq V_{max}$$

Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs

Dabei ist Vmax die maximal mögliche Spitzenspannung für den gewählten Lastwiderstand (5 Volt für $50\ \Omega$ bzw. 10 Volt für hochohmige Last). Die mit dem Befehl VOLT spezifizierte neue Amplitude wird angewendet; *möglicherweise wird jedoch die Offset-Spannung entsprechend reduziert, was zu dem Fehler „Settings conflict“ führt.*

- *Einschränkungen durch den Lastwiderstandswert:* Wenn Sie die Lastwiderstandswert-Einstellung ändern, ändert sich die Amplitudenanzeige entsprechend (wobei keine Fehlermeldung angezeigt wird). Beispiel: Wenn Sie die Amplitude auf 10 Vpp einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf „high impedance“ ändern, verdoppelt sich der angezeigte Amplitudenwert auf 20 Vpp. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm abändern, halbiert sich der angezeigte Amplitudenwert. *Weitere Informationen siehe unter OUTP:LOAD auf Seite 201.*
- Mit dem Befehl VOLT können Sie die Ausgangsamplitude in der Einheit Vpp, Vrms oder dBm spezifizieren. Beispiel:

VOLT 3.0 VRMS

Alternativ können Sie mit dem Befehl VOLT:UNIT (siehe Seite 203) die Ausgangseinheit für alle nachfolgenden Befehle spezifizieren.

- Die Amplitudenmaßeinheit „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn Sie den Lastwiderstand „high impedance“ spezifiziert haben. In diesem Fall wird die Amplitude automatisch in Vpp umgerechnet. *Weitere Informationen hierzu siehe unter VOLT:UNIT auf Seite 203.*
- *Einschränkungen durch die Maßeinheit:* In bestimmten Fällen wird der Amplitudengrenzbereich durch die gewählte Amplitudenmaßeinheit eingeschränkt. Dies kann geschehen, wenn Sie die Amplitudeneinheit Vrms oder dBm gewählt haben, und ist darauf zurückzuführen, dass der Scheitelfaktor des Ausgangssignals von der Signalform abhängig ist. Beispiel: Das Gerät ist für die Ausgabe eines Rechtecksignals mit einer Effektivspannung von 5 Vrms (an 50 Ohm) konfiguriert. Wenn Sie dann auf Sinus umschalten, wird die Amplitude automatisch auf 3.536 Vrms abgeändert (dies ist die maximal mögliche Effektivspannung für Sinussignale). *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und die Amplitude wird wie beschrieben abgeändert.*

- *Einschränkungen bei Arbiträrsignalen:* Bei Arbiträrsignalen ist der Amplitudenbereich eingeschränkt, falls die Amplitudenwerte, aus denen sich das Signal zusammensetzt, nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträr-signal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Amplitudenbereich auf 6.087 Vpp (an 50 Ohm) ein.
- Wenn Sie die Amplitude ändern und der neue Wert eine Umschaltung des Ausgangsabschwächerbereichs erfordert, wird das Ausgangssignal u. U. kurzzeitig unterbrochen. Die interne Amplituden-regelung gewährleistet jedoch, dass die Ausgangsspannung bei einer Bereichsumschaltung niemals den gewählten Wert überschreitet. Sie können diese Unterbrechung verhindern, indem Sie die automatische Spannungsbereichswahl mit dem Befehl VOLT:RANG:AUTO deaktivieren (*Weitere Informationen siehe Seite 198*).
- Sie können die Amplitude (zusammen mit einer Offsetspannung) auch durch Vorgabe eines oberen und eines unteren Spannungs-pegs spezifizieren. Beispiel: Wenn Sie den oberen Spannungspiegel („high“) auf +2 Volt einstellen und den unteren Spannungspiegel („low“) auf -3 Volt, ergibt sich eine Amplitude von 5 Vpp und eine Offsetspannung von -500 mV. *Weitere Informationen siehe unter VOLT:HIGH und VOLT:LOW auf Seite 197.*
- Zur Ausgabe einer *Gleichspannung* müssen Sie mit dem Befehl FUNC DC die Ausgangsfunktion „DC“ wählen und dann mit dem Befehl VOLT:OFFS eine entsprechende Offsetspannung spezifizieren. Der DC-Ausgangsspannungsbereich beträgt ± 5 Vdc an 50 Ohm oder ± 10 Vdc im Leerlauf.

```
VOLTage:OFFSet {<Offset>|MINimum|MAXimum}  
VOLTage:OFFSet? [MINimum|MAXimum]
```

Dieser Befehl spezifiziert die DC-Offsetspannung. Der Standardwert für die DC-Offsetspannung ist 0 Volt (für alle Funktionen). MIN spezifi-ziert den größten negativen Offsetspannungswert, der für die spezifi-zierte Funktion und Amplitude zulässig ist. MAX spezifiziert den größ-ten positiven Offsetspannungswert, der für die spezifizierte Funktion und Amplitude zulässig ist. Der Befehl :OFFS? liefert die aktuelle Off-setspannungseinstellung für die derzeit gewählte Ausgangsfunktion zurück.

Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs

- Einschränkungen durch die Amplitude: Die Ausgangsamplitude und der Offset stehen mit Vmax wie unten dargestellt in Beziehung.

$$|V_{offset}| + V_{pp} \div 2 \leq V_{max}$$

Dabei ist Vmax die maximal mögliche Spitzenspannung für den gewählten Lastwiderstand (5 Volt für $50\ \Omega$ bzw. 10 Volt für hochohmige Last). Der mit dem Befehl `VOLT:OFFS` spezifizierte neue Offset wird angewendet; *möglicherweise wird jedoch die Amplitude entsprechend reduziert, was zu einem Fehler „Settings conflict“ führt.*

- *Einschränkungen durch den Lastwiderstandswert:* Der Offsetspannungsbereich ist vom spezifizierten Lastwiderstand abhängig. Beispiel: Wenn Sie die Offsetspannung auf 100 mVdc einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf „high impedance“ ändern, verdoppelt sich der angezeigte Offsetspannungswert auf 200 mVdc. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm abändern, halbiert sich der angezeigte Offsetspannungswert. *Weitere Informationen hierzu siehe unter OUTP:LOAD auf Seite 201.*
- *Einschränkungen bei Arbiträrsignalen:* Bei Arbiträrsignalen sind die Offsetspannungs- und Amplitudenbereiche eingeschränkt, falls die Amplitudenwerte, aus denen sich das Signal zusammensetzt, nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträrsignal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Offsetspannungsbereich auf 4.95 V (an 50 Ohm) ein.
- Sie können die Offsetspannung auch durch Vorgabe eines oberen und eines unteren Pegels spezifizieren. Beispiel: Wenn Sie den oberen Spannungspiegel („high“) auf +2 Volt einstellen und den unteren Spannungspiegel („low“) auf -3 Volt, ergibt sich eine Amplitude von 5 Vpp und eine Offsetspannung von -500 mV. *Weitere Informationen siehe unter VOLT:HIGH und VOLT:LOW weiter unten in diesem Kapitel.*
- Zur Ausgabe einer *Gleichspannung* müssen Sie mit dem Befehl `FUNC DC` die Ausgangsfunktion „DC“ wählen und dann mit dem Befehl `VOLT:OFFS` eine entsprechende Offsetspannung spezifizieren. Der DC-Ausgangsspannungsbereich beträgt ± 5 Vdc an 50 Ohm oder ± 10 Vdc im Leerlauf.

VOLTage

```
:HIGH {<Spannung> | MINimum | MAXimum}
:HIGH? [MINimum | MAXimum]
:LOW {<Spannung> | MINimum | MAXimum}
:LOW? [MINimum | MAXimum]
```

Dieser Befehl spezifiziert den „High“- oder „Low“-Pegel. Der Standard-„High“-Pegel ist für alle Funktionen +50 mV, der Standard-„Low“-Pegel ist -50 mV. MIN spezifiziert den größtmöglichen negativen Spannungswert für die gewählte Funktion, und MAX den größtmöglichen positiven Spannungswert. Die Abfragebefehle :HIGH? und :LOW? liefern die aktuellen „High“- und „Low“-Pegel zurück.

- *Einschränkungen durch die Amplitude:* Sie können die positive oder negative „High“- bzw. „Low“-Spannungswerte spezifizieren. Der zulässige Wertebereich wird durch die nachfolgenden Formeln beschrieben. Vpp ist die maximal zulässige Spitze-Spitze-Amplitude für den gewählten Lastwiderstand (10 Vpp für 50 Ohm bzw. 20 Vpp für „high-impedance“).

$$V_{high} - V_{low} \leq V_{pp} \text{ (max)} \quad \text{und} \quad V_{high}, V_{low} \leq \frac{V_{pp} \text{ (max)}}{2}$$

Falls der spezifizierte Spannungswert ungültig ist, wird er automatisch auf den maximal zulässigen Wert abgeändert. *Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und die Amplitude wird automatisch wie beschrieben abgeändert.*

- Sie können für „High“ und „Low“ positive oder negative Werte spezifizieren. Beachten Sie jedoch, dass der „High“-Wert stets größer als der „Low“-Wert sein muss. Wenn Sie einen „Low“-Wert spezifizieren, der größer ist als der „High“-Wert, wird der „High“-Wert automatisch auf einen Wert von 1 mV über dem neuen „Low“-Wert gesetzt. *Dies führt zu einem Fehler „Settings conflict“.*
- Beachten Sie, dass Sie beim Spezifizieren der „High“- und „Low“-Werte implizit auch die Ausgangsamplitude spezifizieren. Beispiel: Wenn Sie „High“ auf +2 Volt und „Low“ auf -3 Volt einstellen, ergibt sich eine Amplitude von 5 Vpp und eine Offsetspannung von -500 mV.
- *Einschränkungen durch den Lastwiderstandswert:* Wenn Sie die Lastwiderstandswert-Einstellung ändern, ändern sich die angezeigten „High“- und „Low“-Werte entsprechend (wobei keine Fehlermeldung angezeigt wird). Beispiel: Wenn Sie die Amplitude auf +100 Vdc einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf

Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs

„high impedance“ ändern, *verdoppelt* sich der angezeigte Spannungswert auf +200 Vdc. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm abändern, halbiert sich der angezeigte Spannungswert. Weitere Informationen hierzu siehe unter OUTP:LOAD auf Seite 201.

- Mit dem Befehl OUTP:POL können Sie die Polarität des Ausgangssignals relativ zur Offsetspannung invertieren. *Weitere Informationen hierzu siehe Seite 202.*

VOLTage:RANGE:AUTO {OFF | ON | ONCE}

VOLTage:RANGE:AUTO?

Dieser Befehl aktiviert oder deaktiviert die automatische Spannungsbereichswahl für alle Funktionen. In der Grundeinstellung ist die automatische Spannungsbereichswahl aktiv („ON“); der Funktionsgenerator wählt dann automatisch die optimalen Ausgangsverstärker- und Abschwächer-Einstellungen. Wenn die automatische Bereichswahl deaktiviert („OFF“) ist, verwendet der Funktionsgenerator die aktuellen Verstärker- und Abschwächer-Einstellungen. Der Abfragebefehl :AUTO? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Befehl APPLy hat Vorrang gegenüber dem Befehl AUTO und aktiviert stets die automatische Spannungsbereichswahl.
- Das Abschalten der automatischen Bereichswahl bringt den Vorteil, dass die kurzzeitigen Signalunterbrechungen, die beim Ändern der Amplitudeneinstellung durch das Umschalten der Abschwächer hervorgerufen werden können, vermieden werden. Wenn allerdings bei abgeschalteter automatischer Bereichswahl die Amplitude auf einen Wert unterhalb der Bereichsumschaltgrenze reduziert wird, kann es vorkommen, dass die Amplituden- und Offsetspannungsgenauigkeit/-auflösung (und die Signalformgenauigkeit) beeinträchtigt werden.
- Der Parameter „ONCE“ hat die gleiche Wirkung wie die Befehlsfolge „VOLT:RANG:AUTO ON“, „VOLT:RANG:AUTO OFF“. Dieser Befehl ermöglicht eine einmalige Änderung der Verstärker/Abschwächer-Einstellung und schaltet dann wieder auf die VOLT:RANG:AUTO OFF Einstellung zurück.

```
FUNCTION:SQUARE:DCYCLE { <Prozent> | MINimum | MAXimum }
FUNCTION:SQUARE:DCYCLE? [MINimum | MAXimum]
```

Dieser Befehl spezifiziert das Tastverhältnis für *Rechtecksignale*. Das Tastverhältnis ist definiert als das Verhältnis (in Prozent) der Dauer des *HIGH*-Zustands zur Periodendauer. Diese Definition bezieht sich auf normale (nicht-invertierte) Signalpolarität. Der Standardwert ist 50. MIN spezifiziert das kleinste für die gewählte Frequenz zulässige Tastverhältnis und MAX das größte (siehe nachfolgend beschriebene Einschränkungen). Der Abfragebefehl :DCYC? liefert das aktuelle Tastverhältnis in Prozent zurück.



20 % Tastverhältnis



80 % Tastverhältnis

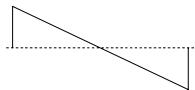
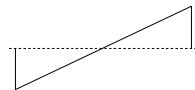
4

- Tastverhältnis: 20 % bis 80 % ($Frequenz \leq 10 \text{ MHz}$)
 $40 \% \text{ bis } 60 \% \text{ } (Frequenz > 10 \text{ MHz})$
- Bei Rechtecksignalen wählt der **APPLY**, unabhängig von der aktuellen Tastverhältnis-Einstellung, ein Tastverhältnis von 50 %.
- Die Tastverhältnis-Einstellung geht beim Umschalten von Rechteck auf eine andere Signalform nicht verloren. Sobald Sie wieder auf Rechteck umschalten, gilt wieder das zuvor gewählte Tastverhältnis.
- *Einschränkungen durch die Frequenz:* Wenn Sie die Funktion Rechteck gewählt haben und anschließend eine Frequenz wählen, die mit dem aktuellen Tastverhältnis nicht kompatibel ist, wird das Tastverhältnis automatisch auf den größtmöglichen Wert reduziert, der für die neue Frequenz zulässig ist. Beispiel: Wenn Sie ein Tastverhältnis von 70 % wählen und dann die Frequenz auf 12 MHz ändern, wird das Tastverhältnis automatisch auf 60 % abgeändert (dies ist das maximal zulässige Tastverhältnis für diese Frequenz). *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und das Tastverhältnis wird automatisch wie beschrieben abgeändert.*
- Wenn Sie ein Rechtecksignal als *Modulationssignal* für AM, FM, PM oder PWM wählen, ist die Tastverhältnis-Einstellung *ohne Bedeutung*. In diesem Fall wird stets ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 % verwendet.

Befehle zum Konfigurieren des Ausgangs

FUNCTION:RAMP:SYMMetry { <Prozent> | MINimum | MAXimum }
FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert das Symmetrieverhältnis für *Sägezahnsignale*. Das Symmetrieverhältnis ist definiert als das prozentuale Verhältnis der *Anstiegsdauer* des Sägezahnsignals zur Periodendauer. Diese Definition bezieht sich auf normale (nicht-invertierte) Signalpolarität. Der zulässige Wertebereich für das Symmetrieverhältnis ist 0 % bis 100 %. Der Standardwert ist 100 %. MIN = 0 %. MAX = 100 %. Der Abfragebefehl :SYMM? liefert das aktuelle Symmetrieverhältnis in Prozent zurück.

**0 % Symmetrieverhältnis****100 % Symmetrieverhältnis****4**

- Bei Sägezahnsignalen wählt der APPLy, unabhängig von der aktuellen Symmetrieverhältnis-Einstellung, ein Tastverhältnis von 100 %.
- Die Symmetrieverhältnis-Einstellung geht beim Umschalten von Sägezahn auf eine andere Funktion nicht verloren. Sobald Sie wieder auf Sägezahn umschalten, gilt wieder das zuvor gewählte Symmetrieverhältnis.
- Wenn Sie ein Sägezahnsignal als *Modulationssignal* für AM oder Frequenzmodulation wählen, ist die Symmetrieverhältnis-Einstellung *ohne Bedeutung*.

OUTPut {OFF|ON}**OUTPut?**

Der Befehl deaktiviert oder aktiviert den Signalausgang *Output* auf der Frontplatte. Der Standardwert ist „50“ OFF. Wenn der Ausgang aktiv ist, leuchtet die Taste **Output**. Der Abfragebefehl :OUTP? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Befehl APPLy hat Vorrang gegenüber der mit dem Befehl OUTP vorgenommenen Einstellung und aktiviert („ON“) automatisch den Ausgang *Output*.

- Wenn an den Ausgang *Output* eine unzulässig hohe externe Spannung angelegt wird, erscheint eine Fehlermeldung, und der Ausgang wird deaktiviert. Sie können den Ausgang *Output* wieder aktivieren, indem Sie die externe Überspannung entfernen und anschließend den Befehl OUTP ON senden.

Mit dem Befehl OUTPut {OFF|ON} ändern Sie den Status des Ausgangs-Anschlusses durch Umschalten des Ausgangrelais. Dieser Befehl setzt jedoch die Spannung, die vor dem Umschalten des Relais ausgegeben wird, nicht auf Null. Daher kann das Ausgangssignal für die Dauer ungefähr einer Millisekunde „Glitches“ (Störnadeln) aufweisen, bis sich das Signal stabilisiert. Diese Glitches können minimiert werden, wenn Sie erst die Amplitude (mit dem Befehl VOLTage) auf den Minimalwert und den Offset (mit dem Befehl VOLTage:OFFSET) auf Null setzen, bevor Sie den Status des Ausgangs ändern.

```
OUTPut:LOAD {<Ohm>|INFINITY|MINimum|MAXimum}  
OUTPut:LOAD? [MINimum|MAXimum]
```

Dieser Befehl spezifiziert den Lastwiderstand (d. h. den Widerstand der am Signalausgang des Agilent 33220A angeschlossenen Last). Der speziisierte Wert wirkt sich auf die Amplituden-, Offset- und „High“/„Low“-Pegel-Einstellungen aus. Sie können einen Lastwiderstand im Bereich von 1 Ω bis 10 kΩ spezifizieren. MIN spezifiziert 1 Ω. MAX spezifiziert 10 kΩ. INF ist äquivalent zu „high impedance“ (>10 kΩ). Der Standardwert ist 50 Ω. Der Abfragebefehl :LOAD? liefert die aktuelle Lastwiderstand-Einstellung in zurück oder den Wert „9.9E+37“ (für „high impedance“).

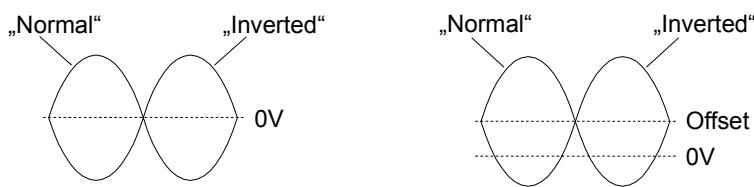
- Der Anschluss *Output* des Agilent 33220A hat eine unveränderliche Ausgangsimpedanz von 50 Ohm. Die im Display angezeigten Amplituden- und Offsetwerte gelten normalerweise für einen Lastwiderstand von 50 Ohm. Falls die Lastimpedanz von diesem Sollwert abweicht, müssen Sie dies dem Funktionsgenerator „mitteilen“, da sonst falsche Amplituden-, Offset- und „High“/„Low“-Werte angezeigt werden.
- Wenn Sie die Lastwiderstandswert-Einstellung ändern, ändern sich die angezeigten Amplituden-, Offsetspannungs- und „High“/„Low“-Werte entsprechend (wobei keine Fehlermeldung angezeigt wird). Beispiel: Wenn Sie die Amplitude auf 10 Vpp einstellen und anschließend den Lastwiderstand von 50 Ohm auf „high impedance“ abändern, verdoppelt sich der angezeigte Amplitudenwert auf 20 Vpp. Wenn Sie den Lastwiderstand von „high impedance“ auf 50 Ohm abändern, halbiert sich der angezeigte Amplitudenwert.

- Die Amplitudenmaßeinheit „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn Sie den Lastwiderstand „high impedance“ spezifiziert haben. In diesem Fall wird die Amplitude automatisch in Vpp umgerechnet. Weitere Informationen hierzu siehe unter VOLT:UNIT auf Seite 203.

OUTPut:POLarity {NORMAL|INVERTed}
OUTPut:POLarity?

Dieser Befehl invertiert das Signal relativ zur Offsetspannung. In der Betriebsart *Normal* (Standardeinstellung) verläuft das Signal im ersten Teil des Zyklus in positiver Richtung. In der Betriebsart *Inverted* verläuft das Signal im ersten Teil des Zyklus in negativer Richtung. Der Abfragebefehl :POL? liefert den Wert „NORM“ oder „INV“ zurück.

- Wie aus den nachfolgenden Beispielen ersichtlich ist, wird das Signal *relativ zur Offsetspannung* invertiert. Falls eine Offsetspannung ungleich Null vorgegeben wurde, bleibt diese beim Invertieren des Signals unverändert erhalten.



- Ohne Offsetspannung** **Mit Offsetspannung**
- Bei invertiertem Signal ist das mit dem Signal zugeordnete Sync-Signal *nicht* invertiert.

OUTPut:SYNC {OFF|ON}
OUTPut:SYNC?

Der Befehl deaktiviert oder aktiviert den Sync-Signal-Ausgang *Sync* auf der Frontplatte. Bei kleineren Amplituden können Sie die Signalverzerrungen reduzieren, indem Sie das Sync-Signal deaktivieren. Die Standardeinstellung ist „ON“. Der Abfragebefehl :SYNC? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Weitere Informationen über das Sync-Signal für die verschiedenen Signalformen siehe „Sync“-Ausgangssignal“ auf Seite 77.
- Wenn das Sync-Signal inaktiv ist, befindet sich der Ausgang *Sync* konstant im LOW-Zustand.

- Bei invertiertem Signal (Befehl OUTP:POL) ist das dem Signal zugeordnete Sync-Signal *nicht* invertiert.
- Der in Verbindung mit der Wobbelbetriebsart verwendete Befehl MARK (siehe Seite 238) hat Vorrang gegenüber der mit dem Befehl OUTP:SYNC vorgenommenen Einstellung. Das bedeutet, dass der Befehl OUTP:SYNC ignoriert wird, wenn die Markenfrequenz (und die Wobbelbetriebsart) aktiv ist.

VOLTage:UNIT {VPP | VRMS | DBM}

VOLTage:UNIT?

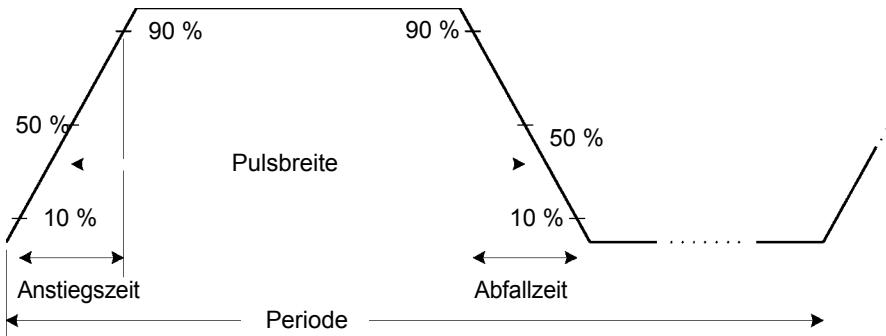
Dieser Befehl spezifiziert die Einheit für die Ausgangsamplitude. (Auf die Offsetspannung oder die „High“/„Low“-Pegel hat er keinen Einfluss). Die Standard-Einheit ist VPP. Der Abfragebefehl :UNIT? liefert den Wert „VPP“, „VRMS“ oder „DBM“ zurück.

- Die gewählte Amplitudeneinheit gilt sowohl für die manuelle als auch für die ferngesteuerte Betriebsart. Wenn Sie beispielsweise über die Fernsteuerungsschnittstelle mit dem Befehl VOLT:UNIT die Amplitudeneinheit „VRMS“ wählen, wird die aktuelle Ausgangsspannung auch im Display in der Einheit „VRMS“ angezeigt.
- Der Abfragebefehl :VOLT? (siehe Seite 193) liefert die Ausgangsamplitude in der mit dem jeweils letzten Befehl VOLT:UNIT spezifizierten Einheit.
- Die Amplitudeneinheit „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn Sie den Lastwiderstand „high impedance“ spezifiziert haben. In diesem Fall wird die Amplitude automatisch in Vpp umgerechnet. *Weitere Informationen hierzu siehe unter OUTP:LOAD auf Seite 201.*
- Sofern Sie die Einheit nicht mit dem Befehl APPLY oder VOLT spezifizieren, hat die mit dem Befehl VOLT:UNIT spezifizierte Vorrang. Beispiel: Wenn Sie mit dem Befehl VOLT:UNIT die Einheit „Vrms“ spezifizieren und im Befehl APPLy oder VOLT den Parameter *Amplitude nicht* spezifizieren, spezifiziert der Befehl APPLy implizit die Einheit „Vrms“.

Puls-Konfigurationsbefehle

Siehe auch „Pulssignale“, beginnend auf Seite 80 in Kapitel 3.

Dieser Abschnitt beschreibt die Low-Level-Befehle zum Konfigurieren der Ausgangsfunktion „Pulse“. Verwenden Sie zur Wahl der Ausgangsfunktion „Pulse“ den Befehl FUNC PULS (siehe Seite 191). Das untenstehende Diagramm erläutert die Parameter der nachfolgend beschriebenen Befehle.



PULSE:PERiod {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}
PULSE:PERiod? [MINimum|MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Pulsperiode. Der Wert muss zwischen 200 ns und 2000 Sekunden liegen. Der Standardwert ist 1 ms. MIN = 200 ns. MAX = 2000 s. Der Abfragebefehl :PULS :PER? liefert die Pulsperiode in Sekunden zurück.

- Die spezifizierte Periode muss größer sein als die Summe der *Pulsbreite* und der *Flankenzeit*. Gegebenenfalls passt der Funktionsgenerator die Flankenzeit und die Pulsbreite automatisch der spezifizierten Periode an. Über die Fernsteuerungsschnittstelle wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert. Als Erstes wird die Flankenzeit minimiert und anschließend die Pulsbreite (oder das Tastverhältnis) wie unten dargestellt angepasst:

$$\text{Periode} \geq \text{Pulsbreite} + (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

oder bezogen auf das Tastverhältnis des Pulssignals:

$$\text{Periode} \geq (\text{Periode} \times \text{Tastverhältnis} \div 100) + 1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

- Dieser Befehl beeinflusst die Periode (und Frequenz) aller Ausgangsfunktionen (nicht nur der Ausgangsfunktion „Pulse“). Beispiel: Wenn Sie mit dem Befehl PULS:PER eine Periode spezifizieren und dann auf die Ausgangsfunktion „Sine“ umschalten, gilt die spezifizierte Periode auch für die neue Ausgangsfunktion.
- *Einschränkung des Periodenbereichs:* Wenn Sie auf eine Ausgangsfunktion umschalten, deren minimale Periode größer als die für ein Pulssignal zulässige ist, wird die Periode automatisch auf den minimalen Wert abgeändert, der für die neue Funktion zulässig ist. Beispiel: Wenn Sie den Funktionsgenerator für die Ausgabe eines Pulssignals mit einer Periode von 200 ns konfiguriert haben und dann auf die Ausgangsfunktion „Ramp“ umschalten, wird die Periode automatisch auf 5 µs abgeändert (dies ist die minimal zulässige Periode für Sägezahnsignale). *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und die Periode wird wie beschrieben abgeändert.*

```
FUNCTION:PULSE:HOLD {WIDTH|DCYCle}  
FUNCTION:PULSE:HOLD? [WIDTH|DCYCle]
```

Mit diesem Befehl stellen Sie den Funktionsgenerator so ein, dass der Wert entweder der Pulsbreite oder des Tastverhältnisses unverändert bleibt.

- WIDTH: Die Einstellung der Pulsbreite (in Sekunden) bleibt gleich, während die Periode geändert wird. (Die Einschränkungen in Bezug auf minimale Pulsbreite und Flankenzeit sind gültig.) Wenn ein Befehl zum Einstellen des Tastverhältnisses empfangen wird, wird das Tastverhältnis in die entsprechende Pulsbreite in Sekunden umgewandelt. Ist die Pulsbreitenmodulation (PWM) eingeschaltet, so bleiben Pulsbreite und Pulsbreitenabweichung gleich, während die Periode geändert wird. Eingaben zur Abweichung des Tastverhältnisses werden in Werte für die Pulsbreitenabweichung umgerechnet.
- DCYCle: Die Einstellung des Tastverhältnisses (in Prozent) bleibt gleich, während die Periode geändert wird. (Die Einschränkungen in Bezug auf minimale Pulsbreite und Flankenzeit sind gültig.) Wenn ein Befehl zum Einstellen der Pulsbreite empfangen wird, wird die Pulsbreite in das entsprechende Tastverhältnis in Prozent umgewandelt. Ist die Pulsbreitenmodulation (PWM) eingeschaltet, so bleiben Tastverhältnis und Abweichung des Tastverhältnisses gleich, während die Periode geändert wird. Eingaben zur Pulsbreitenabweichung werden in Werte für die Abweichung des Tastverhältnisses umgerechnet.

Hinweis: Der Befehl FUNC:PULS:HOLD beschränkt **nicht** die Einstellung der **Periode**. Pulsbreite oder Tastverhältnis werden nötigenfalls einem neuen Periodenwert angepasst.

Dieser Befehl führt dazu, dass im Pulsmenü der Softkey **Width/DtyCyc** gegebenenfalls von einem positiven zu einem negativen Vorzeichen wechselt oder umgekehrt. Eine Änderung des Softkeys **Width/DtyCyc** auf der Frontplatte bewirkt zudem, dass die HOLDAuswahl für nachfolgende Programmschritte geändert wird.

FUNCTION:PULSE:WIDTH {<Sekunden> | MINimum | MAXimum}
FUNCTION:PULSE:WIDTH? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Pulsbreite in Sekunden. Die Pulsbreite ist definiert als das Zeitintervall zwischen den 50 %-Punkten der positiven Flanke und dem 50 %-Punkt der nächstfolgenden negativen Flanke. Für die Pulsbreite sind Werte zwischen 8 ns und 2000 Sekunden zulässig (siehe nachfolgend beschriebenen Einschränkungen). Der Standardwert für die Pulsbreite ist 100 µs. MIN = 20 ns. MAX = 1999,99 s. Der Abfragebefehl :WIDT? liefert die Pulsbreite in Sekunden zurück.

- Die *minimale Pulsbreite* (Wmin) ist von der Periode abhängig.
 - Wmin = 20 ns für eine Periode von \leq 10 s.
 - Wmin = 200 ns für eine Periode von > 10 s und \leq 100 s.
 - Wmin = 2 µs für eine Periode von > 100 s und \leq 1000 s.
 - Wmin = 20 µs für eine Periode von > 1000 s.
- Die spezifizierte Pulsbreite muss ebenfalls kleiner sein als die Differenz zwischen der *Periode* und der *minimalen Pulsbreite*; siehe nachfolgende Gleichung. Gegebenenfalls passt der Funktionsgenerator die Flankenzeit und dann die Pulsbreite automatisch der spezifizierten Periode an. Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und die Pulsbreite wird wie beschrieben abgeändert.

$$\text{Pulsbreite} \leq \text{Periode} - \text{Wmin}$$

- Die spezifizierte Pulsbreite muss kleiner sein als die Differenz zwischen der *Periode* und der *Flankenzeit*; siehe nachfolgende Gleichung. Gegebenenfalls beschränkt der Funktionsgenerator erst den Wert der Flankenzeit und dann die Pulsbreite und passt sie so automatisch der spezifizierten Periode an. Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und die Pulsbreite wird automatisch wie beschrieben eingeschränkt.

Pulsbreite \leq Periode – (1,6 X Flankenzeit)

- Die Pulsbreite muss außerdem größer sein als die Gesamtzeit einer Flanke; siehe nachfolgende Gleichung.

Pulsbreite \geq 1,6 X Flankenzeit

Hinweis: Die Funktion wird durch den Befehl FUNC:PULS:HOLD beeinflusst. Mit diesem Befehl legen Sie fest, welcher Wert bei einer Anpassung der Periode gleich bleiben soll: der spezifizierte Wert der **Pulsbreite** oder der spezifizierte Wert des **Tastverhältnisses**. Weitere Informationen finden Sie in der Erläuterung des Befehls FUNC:PULS:HOLD.

FUNCTION:PULSE:DCYCLe { <Prozent> | MINimum | MAXimum }
FUNCTION:PULSE:DCYCLe? [MINimum | MAXimum]

Geben Sie das Tastverhältnis des Pulssignals in Prozent ein. Das Tastverhältnis eines Pulssignals ist folgendermaßen definiert:

$$\text{Tastverhältnis} = 100 \times \text{Pulsbreite} \div \text{Periode}$$

Dabei ist die Pulsbreite definiert als das Zeitintervall zwischen dem 50 %-Punkt der positiven Flanke und dem 50 %-Punkt der nächstfolgenden negativen Flanke.

Der mögliche Bereich des Tastverhältnisses liegt zwischen 0 Prozent und 100 Prozent. Es gelten jedoch die Einschränkungen für minimale Pulsbreite und Flankenzeit, so dass das Tastverhältnis nicht auf genau 0 Prozent oder genau 100 Prozent eingestellt werden kann. Bei beispielsweise einem Pulssignal von 1 kHz ist das Tastverhältnis normalerweise auf eine Bereich zwischen 0,002 Prozent und 99,998 Prozent beschränkt, was durch die minimale Pulsbreite von 20 ns verursacht wird.

Der Standardwert für das Tastverhältnis ist 10 Prozent. MIN ist circa 0 %. MAX ist circa 100 %. Die Abfrage mit dem Befehl :DCYC? liefert das aktuelle Tastverhältnis des Pulssignals in Prozent zurück. *Die Beschränkungen für Pulsbreite und Flankenzeit werden im Folgenden beschrieben.*

- Das spezifizierte Tastverhältnis eines Pulssignals muss die folgenden Einschränkungen aufweisen, die durch die *minimale Pulsbreite* (Wmin) bedingt sind. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls das Tastverhältnis des Pulssignals automatisch der spezifizierten

Puls-Konfigurationsbefehle

Periode an. Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und das Tastverhältnis wird automatisch wie beschrieben abgeändert.

$$\text{Tastverhältnis} \geq 100 \times W_{\min} \div \text{Periode}$$

und

$$\text{Tastverhältnis} \leq 100 \times (1 - W_{\min} \div \text{Periode})$$

Dabei ist:

$W_{\min} = 20 \text{ ns}$ für eine Periode von $\leq 10 \text{ s}$.

$W_{\min} = 200 \text{ ns}$ für eine Periode von $> 10 \text{ s}$ und $\leq 100 \text{ s}$.

$W_{\min} = 2 \mu\text{s}$ für eine Periode von $> 100 \text{ s}$ und $\leq 1000 \text{ s}$.

$W_{\min} = 20 \mu\text{s}$ für eine Periode von $> 1000 \text{ s}$.

- Der spezifizierte Wert des Tastverhältnisses hat möglicherweise Auswirkungen auf die Flankenzeit. Zuerst wird die Flankenzeit und dann das Tastverhältnis an die spezifizierte Periode angepasst, wobei die folgende Beschränkung gültig ist. Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert; Flankenzeit und Tastverhältnis werden automatisch wie beschrieben begrenzt.

$$\text{Tastverhältnis} \geq 100 \times (1,6 \times \text{Flankenzeit}) \div \text{Periode}$$

und

$$\text{Tastverhältnis} \leq 100 \times (1 - (1,6 \times \text{Flankenzeit}) \div \text{Periode})$$

Hinweis: Dieser Befehl wird durch den Befehl FUNC:PULS: HOLD beeinflusst, mit dem Sie festlegen, welcher Wert bei einer Anpassung der Periode gleich bleiben soll: der spezifizierte Wert der **Pulsbreite** oder der spezifizierte Wert des **Tastverhältnisses**. Weitere Informationen finden Sie in der Erläuterung des Befehls FUNC:PULS: HOLD.

```
FUNCTION:PULSE:TRANSition { <Prozent> | MINimum | MAXimum }
FUNCTION:PULSE:TRANSition? [ MINimum | MAXimum ]
```

Dieser Befehl spezifiziert die Flankenzeit in Sekunden; der Wert gilt für die positive und die negative Flanke. Die Flankenzeit ist definiert als das Zeitintervall vom 10 %-Punkt bis zum 90 %-Punkt der positiven bzw. negativen Flanke (der Wert ist immer für beide Flanken gleich). Für die Flankenzeit sind Werte zwischen 5 ns und 100 ns zulässig (siehe nachfolgend beschriebene Einschränkungen). Der Standardwert für die Flankenzeit ist 5 ns. MIN = 5 ns. MAX = 100 ns. Der Abfragebefehl :TRAN? liefert die Flankenzeit in Sekunden zurück.

- Die spezifizierte Flankenzeit muss kleiner sein als die spezifizierte Pulsbreite; siehe nachfolgende Formel. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls die Flankenzeit dem spezifizierten Wert für Pulsbreite oder Tastverhältnis an. *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und die Flankenzeit wird wie beschrieben abgeändert.*

Flankenzeit $\leq 0,625 \times$ Pulsbreite

oder bezogen auf das Tastverhältnis:

Flankenzeit $\leq 0,625 \times$ Periode \times Tastverhältnis $\div 100$

Befehle zum Konfigurieren der Amplitudenmodulation (AM)

Siehe auch „Amplitudenmodulation“, beginnend auf Seite 84 in Kapitel 3.

Überblick über die AM-Befehle

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren der AM-Funktion erforderlichen Schritte. Anschließend werden die zugehörigen Befehle beschrieben.

1 Konfigurieren Sie die Trägersignalform.

Wählen Sie mit dem Befehl APPLY oder den Low-Level-Befehlen FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS die Ausgangsfunktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Trägersignals. Für das Trägersignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“, „Noise“ und „DC“).

2 Wählen Sie die Modulationsquelle.

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Wählen Sie mit dem Befehl AM:SOUR die gewünschte Modulationsquelle. Bei Verwendung einer externen Quelle können Sie die Schritte 3 und 4 überspringen.

3 Wählen Sie die Form des Modulationssignals.

Für das Modulationssignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Noise“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“ und „DC“). Wählen Sie mit dem Befehl AM:INT:FUNC die gewünschte Modulationssignalform.

4 Wählen Sie die Modulationsfrequenz.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl AM:INT:FREQ eine Modulationsfrequenz zwischen 2 mHz und 20 kHz.

5 Wählen Sie den Modulationsgrad.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl AM:DEPT einen Modulationsgrad zwischen 0 % und 120 %.

6 Aktivieren Sie die Amplitudenmodulation.

Nachdem Sie die Modulationsparameter konfiguriert haben, aktivieren Sie die Amplitudenmodulation mit dem Befehl AM:STAT ON.

AM-Befehle

Konfigurieren Sie das Trägersignal mit Hilfe des Befehls APPLy oder der Low-Level-Befehle FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS.

AM:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}

AM:SOURce?

Dieser Befehl wählt die Modulationssignalquelle. Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Die Standard-Modulationssignalquelle ist INT. Der Abfragebefehl :SOUR? liefert den Wert „INT“ oder „EXT“ zurück.

- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Modulationsgrad wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ±5 V) bestimmt. Beispiel: Wenn Sie den Modulationsgrad Mit dem Befehl AM:DEPT auf 100 % eingestellt haben, ergibt sich bei einer Modulationssignalspannung von +5 Volt die *maximale* Ausgangsamplitude. Bei einer Modulationssignalspannung von -5 Volt ergibt sich die *minimale* Ausgangsamplitude.

AM:INTERNAL

:FUNCTION

{ SINusoid | SQUare | RAMP | NRAMP | TRIangle | NOISE | USER }

:FUNCTION?

Dieser Befehl wählt die Form des *Modulationssignals*. Dieser Befehl wird nur benötigt, wenn die *interne* Modulationssignalquelle gewählt wurde (Befehl AM:SOUR INT). „Noise“ ist zwar als Modulationssignalform verwendbar, aber – ebenso wie „Pulse“ oder „DC“ – nicht als Trägersignalform. Die Standard-Modulationssignalform ist SIN. Der Abfragebefehl :FUNC? liefert den Wert „SIN“, „SQU“, „RAMP“, „NRAM“, „TRI“, „NOIS“ oder „USER“ zurück.

- Der Parameter „SQU“ spezifiziert ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „RAMP“ spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 100 %. 
- Der Parameter „TRI“ spezifiziert ein Dreiecksignal mit einem Symmetrieverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „NRAM“ (“negative ramp”) spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* („USER“) wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalknoten werden mittels Dezimierung entfernt.

AM:INTERNAL:FREQuency {<Frequenz> | **MINimum** | **MAXimum**}
AM:INTERNAL:FREQuency? [**MINimum** | **MAXimum**]

4

Dieser Befehl spezifiziert die Frequenz des *Modulationssignals*. Dieser Befehl wird nur benötigt, wenn die *interne* Modulationssignalquelle gewählt wurde (Befehl **AM:SOUR INT**). Select from 2 mHz to 20 kHz. Der Standardwert ist 100 Hz. MIN = 2 mHz. MAX = 20 kHz. Der Abfragebefehl :FREQ? liefert die interne Modulationsfrequenz in Hertz zurück.

AM:DEPTH {<Modulationsgrad in Prozent> | **MINimum** | **MAXimum**}
AM:DEPTH? [**MINimum** | **MAXimum**]

Dieser Befehl spezifiziert den Modulationsgrad in Prozent für interne Modulation. Der Wert muss im Bereich von 0 % bis 120 % liegen. Der Standardwert ist 100 %. MIN = 0 %. MAX = 120 %. Der Abfragebefehl :DEPT? liefert den Modulationsgrad in Prozent zurück.

- Beachten Sie, dass der Funktionsgenerator auch bei einem Modulationsgrad von mehr als 100 % nicht mehr als ± 5 Vs Ausgangsspannung (an 50Ω) liefert.
- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen (Befehl **AM:SOUR EXT**), wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Modulationsgrad wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Beispiel: Wenn Sie mit dem Befehl **AM:DEPTH** einen Modulationsgrad von 100 % spezifiziert haben, ergibt sich bei einer Modulationssignalspannung von +5 Volt die *maximale* Aus-

gangsamplitude. Bei einer Modulationssignalspannung von -5 Volt ergibt sich die *minimale* Ausgangsamplitude.

AM:STATE {OFF|ON}

AM:STATE?

Dieser Befehl aktiviert oder deaktiviert die Amplitudenmodulation. Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „AM“ erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter wählen. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen AM und FM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie AM wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp „AM“ kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie AM wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.

Befehle zum Konfigurieren der Frequenzmodulation (FM)

Siehe auch „Frequenzmodulation“, beginnend auf Seite 89 in Kapitel 3.

Überblick über die FM-Befehle

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren der FM-Funktion erforderlichen Schritte. Anschließend werden die zugehörigen Befehle beschrieben.

1 Konfigurieren Sie die Trägersignalform.

Wählen Sie mit dem Befehl APPLY oder den Low-Level-Befehlen FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS die Ausgangsfunktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Trägersignals. Für das Trägersignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“, „Noise“ und „DC“).

2 Wählen Sie die Modulationsquelle.

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Wählen Sie mit dem Befehl FM:SOUR die gewünschte Modulationsquelle. Bei Verwendung einer externen Quelle können Sie die Schritte 3 und 4 überspringen.

3 Wählen Sie die Form des Modulationssignals.

Für das Modulationssignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Noise“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“ und „DC“). Wählen Sie mit dem Befehl FM:INT:FUNC die gewünschte Modulationssignalform.

4 Spezifizieren Sie die Modulationsfrequenz.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl FM:INT:FREQ eine Modulationsfrequenz zwischen 2 mHz und 20 kHz.

5 Spezifizieren Sie den Spitzen-Frequenzhub.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl FM:DEV einen Spitzen-Frequenzhub zwischen 1 µHz und 10,05 MHz. Für Sägezahnsignale ist der Maximalwert auf 150 kHz begrenzt, für Arbiträrsignale auf 3,05 MHz.

6 Aktivieren Sie die Frequenzmodulation.

Nachdem Sie die Modulationsparameter konfiguriert haben, aktivieren Sie die Frequenzmodulation mit dem Befehl FM:STAT ON.

FM-Befehle

Konfigurieren Sie das Trägersignal mit Hilfe des Befehls APPLy oder der Low-Level-Befehle FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS.

FM:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}
FM:SOURce?

Dieser Befehl wählt die Modulationssignalquelle. Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Die Standardeinstellung ist INT. Der Abfragebefehl :SOUR? liefert den Wert „INT“ oder „EXT“ zurück.

- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Frequenzhub wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Beispiel: Wenn der Frequenzhub Mit dem Befehl FM:DEV auf 100 kHz eingestellt wurde, ergibt eine Spannung von +5 V am Modulationseingang eine Frequenzerhöhung um 100 kHz. Eine kleinere positive Spannung ergibt eine entsprechend kleinere Frequenzerhöhung. Eine negative Spannung ergibt eine Ausgangsfrequenz unterhalb der Trägerfrequenz.

FM:INTERNAL
:FUNCTION
{SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISE|USER}
:FUNCTION?

Dieser Befehl wählt die Form des *Modulationssignals*. Dieser Befehl wird nur benötigt, wenn die *interne* Modulationssignalquelle gewählt wurde (Befehl FM:SOUR INT). „Noise“ ist zwar als Modulationssignalform verwendbar, aber – ebenso wie „Pulse“ oder „DC“ *nicht* als Trägersignalform. Die Standardeinstellung ist SIN. Der Abfragebefehl :FUNC? liefert den Wert „SIN“, „SQU“, „RAMP“, „NRAM“, „TRI“, „NOIS“ oder „USER“ zurück.

- Der Parameter „SQU“ spezifiziert ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „RAMP“ spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 100 %. 
- Der Parameter „TRI“ spezifiziert ein Dreiecksignal mit einem Symmetrieverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „NRAM“ („negative ramp“) spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* („USER“) wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalknoten werden mittels Dezimierung entfernt.

FM:INTERNAL:FREQuency { <Frequenz> | **MINimum** | **MAXimum** }
FM:INTERNAL:FREQuency? [**MINimum** | **MAXimum**]

4

Dieser Befehl spezifiziert die Frequenz des *Modulationssignals*. Dieser Befehl wird nur benötigt, wenn die *interne Modulationssignalquelle* gewählt wurde (Befehl FM:SOUR INT). Der Wert muss zwischen 2 mHz und 20 kHz liegen. Der Standardwert ist 10 Hz. MIN = 2 mHz. MAX = 20 kHz. Der Abfragebefehl :FREQ? liefert die interne Modulationsfrequenz in Hertz zurück.

FM:DEVIation { <Spitzen-Frequenzhub in Hz> | **MINimum** | **MAXimum** }
FM:DEVIation? [**MINimum** | **MAXimum**]

Dieser Befehl spezifiziert den Spitzen-Frequenzhub in Hertz. Dieser Wert gibt die maximale Abweichung der Frequenz des *modulierten Signals* von der Trägerfrequenz an. Spezifizieren Sie einen Wert zwischen 1 µHz und 10,05 MHz (bzw. bis 150 kHz für Sägezahn und bis 3,05 MHz für Arbiträrsignale). Der Standardwert ist 100 Hz. MIN = 1 µHz. MAX = abhängig von der Trägerfrequenz (siehe nachfolgende Formeln). Der Abfragebefehl :DEV? liefert den Frequenzhub in Hertz zurück.

$$\text{Max. Frequenzhub} = \frac{\text{Trägerfrequenz}}{2}$$

für Trägerfrequenzen < 10 MHz

$$\text{Max. Frequenzhub} = \frac{\text{Max. Frequenz} - \text{Trägerfrequenz}}{2}$$

für Trägerfrequenzen > 10 MHz

- Die *Trägerfrequenz* darf nicht kleiner als der Frequenzhub sein. Wenn Sie versuchen, bei aktiver Frequenzmodulation den Frequenzhub auf einen Wert oberhalb der Trägerfrequenz einzustellen, wird der Frequenzhub automatisch auf den größten Wert abgeändert, der für die derzeitige Trägerfrequenz zulässig ist. *Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und der Frequenzhub wird automatisch wie beschrieben abgeändert.*
- Die Summe aus *Trägerfrequenz* und Frequenzhub darf nicht größer sein als die maximal zulässige Frequenz für die gewählte Funktion **plus 100 kHz** (20,1 MHz für Sinus und Rechteck; 300 kHz für Sägezahn; 6,1 MHz für Arbiträrsignale). Wenn Sie versuchen, den Frequenzhub auf einen unzulässigen Wert einzustellen, wird er automatisch auf den größten Wert abgeändert, der für die derzeitige Trägerfrequenz zulässig ist. *Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und der Frequenzhub wird automatisch wie beschrieben abgeändert.*
- Wenn bei Modulation mit einem Rechtecksignal das modulierte Trägersignal aufgrund des spezifizierten Frequenzhubes eine Frequenzgrenze für das aktuelle Tastverhältnis überschreiten würde, wird das Tastverhältnis automatisch auf den größtmöglichen Wert abgeändert, der für die aktuelle Trägerfrequenz zulässig ist. *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und das Tastverhältnis wird wie beschrieben abgeändert.*
- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen (Befehl FM:SOUR EXT), wird der Frequenzhub durch das Signal (± 5 V) am rückseitigen Eingang *Modulation In* bestimmt. Beispiel: Wenn der Frequenzhub auf 100 kHz eingestellt wurde, ergibt eine Spannung von +5 V am Modulationseingang eine Frequenzerhöhung um 100 kHz. Eine kleinere positive Spannung ergibt eine entsprechend kleinere Frequenzerhöhung. Eine negative Spannung ergibt eine Ausgangsfrequenz unterhalb der Trägerfrequenz.

FM:STATE {OFF | ON}

FM:STATE?

Dieser Befehl aktiviert oder deaktiviert die Frequenzmodulation. Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „FM“ erst *nach dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter* wählen. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen FM und AM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie FM wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp „FM“ kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie FM wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.

Befehle zum Konfigurieren der Phasenmodulation (PM)

Siehe auch „Phasenmodulation“ auf Seite 85 in Kapitel 3.

Überblick über die PM-Befehle

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren der PM-Funktion erforderlichen Schritte. Die zugehörigen Befehle werden im Anschluss beschrieben.

1 Konfigurieren Sie die Trägersignalform.

Wählen Sie mit dem Befehl **APPLY** oder den Low-Level-Befehlen **FUNC**, **FREQ**, **VOLT** und **VOLT:OFFS** die Ausgangsfunktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Trägersignals. Für das Trägersignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“ und „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“, „Noise“ und „DC“).

4

2 Wählen Sie die Modulationsquelle.

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Wählen Sie mit dem Befehl **PM:SOUR** die gewünschte Modulationsquelle. Bei Verwendung einer externen Quelle können Sie die Schritte 3 und 4 überspringen.

3 Wählen Sie die Form des Modulationssignals.

Für das Modulationssignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Noise“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“ und „DC“). Wählen Sie mit dem Befehl **PM:INT:FUNC** die gewünschte Modulationssignalform.

4 Wählen Sie die Modulationsfrequenz.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl **PM:INT:FREQ** eine Modulationsfrequenz zwischen 2 mHz und 20 kHz.

5 Stellen Sie den Phasenhub ein.

Geben Sie hierfür mit dem Befehl **PM:DEV** einen Wert zwischen 0 und 360 Grad ein.

6 Aktivieren Sie die Phasenmodulation.

Nachdem Sie die Modulationsparameter konfiguriert haben, aktivieren Sie die Phasenmodulation mit dem Befehl PM:STAT ON.

PM-Befehle

Konfigurieren Sie das Trägersignal mit Hilfe des Befehls APPLy oder der Low-Level-Befehle FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS.

PM:SOURce {INTERNAL | EXTERNAL}

PM:SOURce?

Mit diesem Befehl wählen Sie die Quelle des Modulationssignals. Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Die Standardeinstellung ist INT. Die Abfrage mit dem Befehl :SOUR? liefert den Wert „INT“ oder „EXT“ zurück.

- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Der Phasenhub wird in diesem Fall durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Wenn Sie beispielsweise mit dem Befehl PM:DEV einen Phasenhub von 180 Grad gewählt haben, so entspricht einem Signalpegel von +5 V ein Phasenhub von 180 Grad. Ein niedrigerer externer Signalpegel verursacht einen geringeren und ein negativer Signalpegel einen negativen Phasenhub.

PM:INTERNAL

:FUNCTION {SINusoid | SQuare | RAMP | NRAMP | TRIangle | NOISE | USER}
:FUNCTION?

Mit diesem Befehl wählen Sie die Form des *Modulationssignals*. Er wird nur benötigt, wenn mit dem Befehl PM:SOUR INT die interne Modulationssignalquelle gewählt wurde. „Noise“ ist zwar als Modulationssignalform verwendbar, aber – ebenso wie „Pulse“ oder „DC“ – nicht als Trägersignalform. Die Standard-Modulationssignalform ist SIN. Die Abfrage mit dem Befehl :FUNC? liefert den Wert „SIN“, „SQU“, „RAMP“, „NRAM“, „TRI“, „NOIS“ oder „USER“ zurück.

- Der Parameter „SQU“ spezifiziert ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „RAMP“ spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 100 %. 
- Der Parameter „TRI“ spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „NRAM“ („negative ramp“) spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* („USER“) wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.

```
PM:INTERNAL:FREQuency {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}
PM:INTERNAL:FREQuency? [MINimum | MAXimum]
```

Mit diesem Befehl spezifizieren Sie die Frequenz des *Modulationssignals*. Er wird nur benötigt, wenn mit dem Befehl PM:SOUR INT die interne Modulationssignalquelle gewählt wurde. Wählen Sie einen Wert zwischen 2 mHz und 20 kHz. Der Standardwert ist 10 Hz. MIN = 2 mHz. MAX = 20 kHz. Die Abfrage mit dem Befehl :FREQ? liefert die interne Modulationsfrequenz in Hertz zurück.

```
PM:DEViation {<Phasenhub in Grad> | MINimum | MAXimum}
PM:DEViation? [MINimum | MAXimum]
```

Stellen Sie den Phasenhub in Grad ein. Dieser Wert gibt die maximale Abweichung der Phase des *modulierten Signals* von der Trägerfrequenz an. Wählen Sie einen Wert zwischen 0 und 360 Grad. Der Standardwert ist 180 Grad. MIN = 0 Grad. MAX = 360 Grad. Die Abfrage mit dem Befehl :DEV? liefert den Phasenhub in Grad zurück.

- Wenn Sie mit dem Befehl PM:SOUR EXT die Modulationsquelle *External* wählen, so wird der Phasenhub durch das Signal (± 5 V) am rückseitigen Eingang *Modulation In* bestimmt. Wenn Sie beispielsweise einen Hub von 180 Grad gewählt haben, so entspricht einem Signalpegel von +5 V ein Phasenhub von 180 Grad. Ein niedrigerer externer Signalpegel verursacht einen geringeren und ein negativer Signalpegel einen negativen Phasenhub.

PM:STATE {OFF|ON}

PM:STATE?

Mit diesem Befehl deaktivieren oder aktivieren Sie die Phasenmodulation. Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „PM“ erst *nach* dem Konfigurieren aller Modulationsparameter aktivieren. Die Standardeinstellung ist OFF. Die Abfrage mit dem Befehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen PM und AM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie PM wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp PM kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie PM wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.

Befehl zum Konfigurieren der FSK- (Frequency-Shift Keying) Modulation

Siehe auch „FSK-Modulation“, beginnend auf Seite 99 in Kapitel 3.

Überblick über die FSK-Befehle

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren der FSK-Modulation erforderlichen Schritte. Anschließend werden die zugehörigen Befehle beschrieben.

1 Konfigurieren Sie die Trägersignalform.

Wählen Sie mit dem Befehl **APPLY** oder den Low-Level-Befehlen **FUNC**, **FREQ**, **VOLT** und **VOLT:OFFS** die Ausgangsfunktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Trägersignals. Für das Trägersignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“, „Noise“ und „DC“).

4

2 Wählen Sie die FSK-Modulationsquelle.

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Signal FSK-moduliert werden. Wählen Sie mit dem Befehl **FSK:SOUR** die gewünschte Modulationsquelle.

3 Spezifizieren Sie die FSK „Hop“-Frequenz.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl **FSK:FREQ** eine alternative („Hop“-) Frequenz zwischen 1 µHz und 20 MHz (bzw. bis 200 kHz für Sägezahnsignale oder 6 MHz für Arbiträrsignale).

4 Spezifizieren Sie die FSK-Rate.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl **FSK:INT:RATE** eine FSK-Rate zwischen 2 mHz und 100 kHz (betrifft nur interne FSK-Quelle). Die FSK-Rate spezifiziert die Rate, mit der die Ausgangsfrequenz zwischen der Trägerfrequenz und der „Hop“-Frequenz wechselt.

5 Aktivieren Sie die FSK-Modulation.

Nachdem Sie die FSK-Modulationsparameter konfiguriert haben, aktivieren Sie die FSK-Modulation mit dem Befehl **FSK:STAT ON**.

FSK-Befehle

Konfigurieren Sie das Trägersignal mit Hilfe des Befehls APPLy oder der Low-Level-Befehle FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS.

FSKey:SOURce { INTernal | EXTERNAL }
FSKey:SOURce?

Wählen Sie eine interne oder externe FSK-Modulationsquelle. Die Standardeinstellung ist INT. Der Abfragebefehl :SOUR? liefert den Wert „INT“ oder „EXT“ zurück.

- Wenn die Quelle *Internal* gewählt wurde, wird die Rate, mit welcher die Ausgangsfrequenz zwischen der Trägerfrequenz und der „Hop“-Frequenz wechselt, durch die spezifizierte *FSK-Rate* (Befehl FSK: INT: RATE) bestimmt.
- Wenn die Modulationsquelle *External* gewählt wurde, wird die Ausgangsfrequenz durch das Signal am rückseitigen Eingang *Trig In* bestimmt. Wenn das externe Signal sich im *LOW*-Zustand befindet, wird die *Trägerfrequenz* ausgegeben. Wenn das externe Signal sich im *HIGH*-Zustand befindet, wird die „*Hop*“-Frequenz ausgegeben.
- Die maximal zulässige FSK-Rate bei externer Modulation ist 1 MHz.
- Beachten Sie, dass der für die externe FSK-Modulation verwendete Anschluss (*Trig In*) nicht der gleiche ist wie für externe AM-, FM-, PM- und PWM-Signale (*Modulation In*). Wenn der Anschluss *Trig In* zur externen FSK-Modulation verwendet wird, kann die Triggerflankenpolarität *nicht* verändert werden und wird von dem Befehl TRIG: SLOP nicht beeinflusst.

FSKey:FREQuency { <Frequenz> | MINimum | MAXimum }
FSKey:FREQuency? [MINimum | MAXimum]

Spezifizieren Sie die alternative („*Hop*“-) Frequenz für FSK-Modulation. Wählen Sie einen Wert im Bereich von 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz bei Sägezahnsignalen oder 6 MHz bei Arbiträrsignalen). Der Standardwert ist 100 Hz. MIN = 1 µHz. MAX = 20 MHz. Der Abfragebefehl :FREQ? liefert die „*Hop*“-Frequenz in Hertz zurück.

FSKey:INTERNAL:RATE {<Rate in Hz> | MINimum | MAXimum}
FSKey:INTERNAL:RATE? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Rate, mit der die Ausgangsfrequenz zwischen der Trägerfrequenz und der „Hop“-Frequenz wechselt. Spezifizieren Sie einen Wert zwischen 2 mHz und 100 kHz. Der Standardwert ist 10 Hz. MIN = 2 mHz. MAX = 100 kHz. Der Abfragebefehl :RATE? liefert die FSK-Rate in Hertz.

- Die FSK-Rate ist nur von Bedeutung, wenn die Modulationsquelle *Internal* gewählt wurde (Befehl FSK:SOUR INT); wenn die externe Modulationsquelle gewählt wurde (Befehl FSK:SOUR EXT), wird die FSK-Rate ignoriert.
- Zur internen Modulation wird ein *Rechtecksignal* mit einem Tastverhältnis von 50 % verwendet.

FSKey:STATE {OFF | ON}
FSKey:STATE?

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die FSK-Modulation. Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „FSK“ erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Modulationsparameter wählen. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen FSK und AM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie FSK wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp „FSK“ kann auch nicht mit der Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie FSK wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.

Befehle zum Konfigurieren der Pulsbreitenmodulation (PWM)

Siehe auch „Pulsbreitenmodulation“ auf Seite 93 in Kapitel 3.

Überblick über die PWM-Befehle

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren der PWM-Funktion erforderlichen Schritte. Die PWM-Befehle werden im Anschluss beschrieben.

1 Konfigurieren Sie die Trägersignalform.

Wählen Sie mit dem Befehl APPLy oder den Low-Level-Befehlen FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS die Ausgangsfunktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Trägersignals. PWM ist nur für die Signalform *Pulse* verfügbar.

4

2 Wählen Sie die Modulationsquelle.

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Wählen Sie mit dem Befehl PWM:SOUR die gewünschte Modulationsquelle. *Bei Verwendung einer externen Quelle können Sie die Schritte 3 und 4 überspringen.*

3 Wählen Sie die Form des Modulationssignals.

Für das Modulationssignal sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Noise“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“ und „DC“). Wählen Sie mit dem Befehl PWM:INT:FUNC die gewünschte Modulationssignalform.

4 Wählen Sie die Modulationsfrequenz.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl PWM:INT:FREQ eine Modulationsfrequenz zwischen 2 mHz und 20 kHz.

5 Stellen Sie die Abweichung der Pulsbreite oder des Tastverhältnisses ein.

Geben Sie für die **Pulsbreitenabweichung** mit dem Befehl PWM:DEV einen Wert zwischen 0 und der aktuellen **Pulsbreite** oder der aktuellen

Periode – Pulsbreite ein. Für die Obergrenze gilt der kleinere der beiden möglichen Werte. Sie können auch für die **Abweichung des Tastverhältnisses** mit dem Befehl **PWM: DEV : DCYC** einen Wert zwischen 0 % und dem aktuellen **Tastverhältnis** oder dem **100 % – Tastverhältnis** einstellen. Für die Obergrenze gilt der kleinere der beiden möglichen Werte.

6 Aktivieren Sie die Pulsbreitenmodulation.

Nachdem Sie die Modulationsparameter konfiguriert haben, aktivieren Sie die Pulsbreitenmodulation mit dem Befehl **PWM: STAT ON**.

PWM-Befehle

Konfigurieren Sie das Trägersignal mit Hilfe des Befehls **APPLy** oder der Low-Level-Befehle **FUNC**, **FREQ**, **VOLT** und **VOLT:OFFS**.

4

PWM: SOURCE {INTERNAL|EXTERNAL}
PWM: SOURCE?

Dieser Befehl wählt die Quelle des Modulationssignals. Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem internen oder externen Modulationssignal moduliert werden. Die Standardeinstellung ist INT. Die Abfrage mit dem Befehl :SOUR? liefert den Wert „INT“ oder „EXT“ zurück.

- Wenn Sie die Modulationsquelle *External* wählen, wird das Trägersignal mit einem externen Signal moduliert. Die Abweichung von Pulsbreite oder Tastverhältnis wird durch die Amplitude des am rückseitigen Eingang *Modulation In* anliegenden Signals (maximal ± 5 V) bestimmt. Wenn Sie beispielsweise mit dem Befehl **PWM: DEV** für die Pulsbreitenabweichung einen Wert von 50 μ s eingegeben haben, so entspricht einem Signalpegel von +5 V eine Erhöhung der Pulsbreite um 50 μ s. Ein niedriger externer Signalpegel verursacht eine geringere Abweichung.

PWM: INTERNAL
:FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|TRIangle|NOISE|USER}
:FUNCTION?

Dieser Befehl wählt die Form des *Modulationssignals*. Er wird nur benötigt, wenn mit dem Befehl **PWM: SOUR INT** die *interne* Modulations-

signalquelle gewählt wurde. (Für PWM muss das Trägersignal ein Pulssignal sein.) Die Standard-Modulationssignalform ist SIN. Die Abfrage mit dem Befehl :FUNC? liefert den Wert „SIN“, „SQU“, „RAMP“, „NRAM“, „TRI“, „NOIS“ oder „USER“ zurück.

- Der Parameter „SQU“ spezifiziert ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „RAMP“ spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 100 %. 
- Der Parameter „TRI“ spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 50 %. 
- Der Parameter „NRAM“ (“negative ramp”) spezifiziert ein Sägezahnsignal mit einem Symmetrieverhältnis von 0 %. 
- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* („USER“) wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 4K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.

4

PWM:INTERNAL:FREQuency {<Frequenz> | MINimum | MAXimum}
PWM:INTERNAL:FREQuency? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Frequenz des *Modulationssignals*. Er wird nur benötigt, wenn mit dem Befehl PWM:SOUR INT die *interne Modulationssignalquelle* gewählt wurde. Geben Sie einen Wert zwischen 2 mHz und 20 kHz an. Der Standardwert ist 10 Hz. MIN = 2 mHz. MAX = 20 kHz. Die Abfrage mit dem Befehl :FREQ? liefert die interne Modulationsfrequenz in Hertz zurück.

PWM:DEViation {<Abweichung in Sekunden> | MINimum | MAXimum}
PWM:DEViation? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Pulsbreitenabweichung in Sekunden. Dieser Wert ist definiert als die Breite der Abweichung (in Sekunden) von der Pulsbreite des Trägersignals. Der Standardwert ist 10 µs. MIN = 0 s. MAX = 1000 s (begrenzt durch Periode, minimale Pulsbreite und Flankenzeit). Die Abfrage mit dem Befehl :DEV? liefert die Abweichung von der Pulsbreite in Sekunden zurück.

- Die Pulsbreitenabweichung kann die aktuelle Pulsbreite nicht überschreiten.

- Sie ist ebenfalls durch die minimale Pulsbreite (W_{min}) beschränkt.

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Pulsbreite} - W_{min}$$

und

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Periode} - \text{Pulsbreite} - W_{min}$$

Dabei ist:

$$W_{min} = 20 \text{ ns für eine Periode von } \leq 10 \text{ s.}$$

$$W_{min} = 200 \text{ ns für eine Periode von } > 10 \text{ s und } \leq 100 \text{ s.}$$

$$W_{min} = 2 \mu\text{s für eine Periode von } > 100 \text{ s und } \leq 1000 \text{ s.}$$

$$W_{min} = 20 \mu\text{s für eine Periode von } > 1000 \text{ s.}$$

- Die Pulsbreitenabweichung ist durch die aktuelle Einstellung der Flankenzeit begrenzt.

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Pulsbreite} - (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

und

$$\text{Pulsbreitenabweichung} \leq \text{Periode} - \text{Pulsbreite} - (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

- Wenn Sie mit dem Befehl `PWM:SOUR EXT` die Modulationsquelle *External* wählen, so wird der Phasenhub durch das Signal ($\pm 5 \text{ V}$) am rückseitigen Eingang *Modulation In* bestimmt. Wenn Sie beispielsweise eine Pulsbreitenabweichung von $10 \mu\text{s}$ gewählt haben, so entspricht einem Signalpegel von $+5 \text{ V}$ eine Abweichung von $10 \mu\text{s}$. Ein niedrigerer externer Signalpegel verursacht eine geringere und ein negativer Signalpegel eine negative Pulsbreitenabweichung.

Hinweis: Die Ausführung des Befehls `PWM:DEV` wird durch den Befehl `FUNC:PULS:HOLD` beeinflusst. Weitere Informationen finden Sie unter Puls-Konfigurationsbefehle auf Seite 204.

Der Befehl `FUNC:PULS:HOLD` legt fest, ob die Werte für die Pulsbreite (Standardeinstellung) oder für das Tastverhältnis des Pulssignals gleich bleiben, während die Periode geändert wird. Wenn die Pulsbreite unverändert bleibt, gilt dies auch für die Pulsbreitenabweichung. Wird das Tastverhältnis beibehalten, so gilt dies auch für die Abweichung des Tastverhältnisses. In diesem Fall werden die Werte für die Pulsbreitenabweichung mit dem Befehl `PWM:DEV` spezifiziert und automatisch in die entsprechende Abweichung des Tastverhältnisses in Prozent umgerechnet.

PWM:DEVIATION:DCYCLE
{<Abweichung in Prozent> | MINimum | MAXimum}
PWM:DEVIATION:DCYCLE? [MINimum | MAXimum]

Mit diesem Befehl stellen Sie die Abweichung des Tastverhältnisses in Prozent (Prozent der Periode) ein. Dieser Wert ist definiert als die maximale Abweichung des Tastverhältnisses vom Tastverhältnis des zugrunde liegenden Pulssignals. Wenn beispielsweise das Tastverhältnis 10 % und die Abweichung des Tastverhältnisses 5 % betragen, schwankt das Tastverhältnis des modulierten Signals zwischen 5 % und 15 %. Der Standardwert ist 1 Prozent. MIN ist circa 0 %. MAX ist ca. 100 % (begrenzt durch Periode, minimale Pulsbreite und Flankenzeit). Die Abfrage mit dem Befehl :DEV:DCYC? liefert die aktuelle Abweichung des Tastverhältnisses in Prozent zurück.

- Die Abweichung des Tastverhältnisses kann nicht das Tastverhältnis des aktuellen Pulssignals übersteigen.
- Sie ist ebenfalls durch die minimale Pulsbreite (Wmin) beschränkt.

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{\text{Tastverhältnis}}{\text{Periode}} - \frac{100}{\text{Wmin}}$$

und

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{100}{\text{Periode}} - \frac{\text{Tastverhältnis}}{\text{Wmin}}$$

Dabei ist:

$$\text{Wmin} = 20 \text{ ns für eine Periode von} \leq 10 \text{ s.}$$

$$\text{Wmin} = 200 \text{ ns für eine Periode von} > 10 \text{ s und} \leq 100 \text{ s.}$$

$$\text{Wmin} = 2 \mu\text{s für eine Periode von} > 100 \text{ s und} \leq 1000 \text{ s.}$$

$$\text{Wmin} = 20 \mu\text{s für eine Periode von} > 1000 \text{ s.}$$

- Die Abweichung des Tastverhältnisses ist auch durch die aktuelle Einstellung der Flankenzeit beschränkt.

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{\text{Tastverhältnis}}{\text{Periode}} - \frac{(160 \times \text{Flankenzeit})}{\text{Periode}}$$

und

$$\text{Abweichung des Tastverhältnisses} \leq \frac{100}{\text{Periode}} - \frac{\text{Tastverhältnis}}{(160 \times \text{Flankenzeit})}$$

- Wenn Sie mit dem Befehl PWM:SOUR EXT die Modulationsquelle *External* wählen, so wird der Phasenhub durch das Signal (± 5 V) am rückseitigen Eingang *Modulation In* bestimmt. Wenn Sie beispielsweise die Abweichung des Tastverhältnisses mit 5 Prozent angegeben haben, so entspricht einem Signalpegel von +5 V eine Abweichung von 5 Prozent; dem Tastverhältnis des Pulssignals werden also zusätzliche 5 % Periode hinzugefügt. Ein niedrigerer externer Signalpegel verursacht eine geringere Abweichung, ein negativer Signalpegel führt zu einer Verringerung des Tastverhältnisses.

Hinweis: Die Ausführung des Befehls PWM:DEV:DCYC wird durch den Befehl FUNC:PULS:HOLD beeinflusst. Weitere Informationen finden Sie unter Puls-Konfigurationsbefehle auf Seite 204. Der Befehl FUNC:PULS:HOLD legt fest, ob die Werte für die Pulsbreite (Standardeinstellung) oder für das Tastverhältnis des Pulssignals gleich bleiben, während die Periode geändert wird. Wenn die Pulsbreite unverändert bleibt, gilt dies auch für die Pulsbreitenabweichung. Wird das Tastverhältnis beibehalten, so gilt dies auch für die Abweichung des Tastverhältnisses. Wenn die Werte für Pulsbreite und ihre Abweichung gleich bleiben, werden die Werte für die Abweichung des Tastverhältnisses mit dem Befehl PWM:DEV:DCYC spezifiziert und automatisch in die entsprechende Pulsbreitenabweichung in Sekunden umgerechnet.

PWM:STATE {OFF | ON}
PWM:STATE?

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die Pulsbreitenmodulation. Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie den Modulationstyp „PWM“ erst nach dem Konfigurieren aller Modulationsparameter wählen. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Funktionsgenerator bietet mehrere Modulationstypen zur Auswahl, von denen jedoch immer nur einer aktiv sein kann. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Modulationstypen PWM und AM miteinander zu kombinieren. Wenn Sie PWM wählen, wird der zuvor gewählte Modulationstyp deaktiviert.
- Der Modulationstyp PWM kann auch nicht mit den Betriebsarten „Sweep“ oder „Burst“ kombiniert werden. Wenn Sie PWM wählen, wird die Betriebsart „Sweep“ oder „Burst“ gegebenenfalls deaktiviert.
- PWM kann nur mit der Signalform „Pulse“ durchgeführt werden.

Befehle zum Konfigurieren der Wobbelbetriebsart

Siehe auch „Frequenzwobbelung“, beginnend auf Seite 109 in Kapitel 3.

Überblick über die Wobbelbetriebsart

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren der Wobbelbetriebsart erforderlichen Schritte. Auf Seite 233 werden die zugehörigen Befehle beschrieben.

1 Spezifizieren Sie die Signalform, die Amplitude und die Offsetspannung.

Wählen Sie mit dem Befehl `APPLY` oder den Low-Level-Befehlen `FUNC`, `FREQ`, `VOLT` und `VOLT:OFFS` die Ausgangsfunktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung. Es sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“ oder „Arbitrary“ verfügbar (nicht jedoch „Pulse“, „Noise“ und „DC“).

2 Spezifizieren Sie die Frequenzgrenzen für die Wobbelung.

Sie können die Frequenzgrenzen auf zweierlei Weise spezifizieren:

- a *Start-Frequenz/Stop-Frequenz*: Der Befehl `FREQ:STAR` spezifiziert die Start-Frequenz und der Befehl `FREQ:STOP` die Stop-Frequenz für die Wobbelung.

Für **Aufwärtswobbelung** muss die Start-Frequenz < Stop-Frequenz sein.

Für **Abwärtswobbelung** muss die Start-Frequenz > Stop-Frequenz sein.

- b *Mittenfrequenz/Wobbelbandbreite*: Der Befehl `FREQ:CENT` spezifiziert die Mittenfrequenz und der Befehl `FREQ:SPAN` die Wobbelbandbreite.

Spezifizieren Sie für **Aufwärtswobbelung** eine *positive* Wobbelbandbreite.

Spezifizieren Sie für **Abwärtswobbelung** eine *negative* Wobbelbandbreite.

3 Wählen Sie die Wobbelcharakteristik.

Wählen Sie mit dem Befehl `SWE:SPAC` die Wobbelcharakteristik (linear oder logarithmisch).

4 Spezifizieren Sie die Wobbelzeit.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl SWE:TIME die Zeit (in Sekunden) für die Wobbelung von der Start-Frequenz bis zur Stop-Frequenz.

5 Wählen Sie die Wobbeltriggerquelle.

Wählen Sie mit dem Befehl TRIG:SOUR die Wobbeltriggerquelle.

6 Spezifizieren Sie die Markenfrequenz. (Optional)

Bei Bedarf können Sie den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass er bei Erreichen einer spezifizierten Frequenz, der sogenannten Markenfrequenz, über den Anschluss Sync auf der Frontplatte ein Sync-Signal ausgibt. Spezifizieren Sie mit dem Befehl MARK:FREQ für die Markenfrequenz einen Wert zwischen der Start-Frequenz und der Stop-Frequenz. Aktivieren Sie mit dem Befehl MARK ON die Frequenzmarke.

7 Aktivieren Sie die Wobbelbetriebsart.

Nachdem Sie die Modulationsparameter konfiguriert haben, aktivieren Sie die Wobbelbetriebsart mit dem Befehl SWE:STAT ON.

Wobbelbefehle

FREQuency:START { <Frequenz> | MINimum | MAXimum }
FREQuency:START? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Start-Frequenz (die zusammen mit der Stop-Frequenz den Wobbelbereich bestimmt). Wählen Sie einen Wert im Bereich von 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz bei Sägezahnsignalen oder 6 MHz bei Arbiträrsignalen). Der Standardwert ist 100 Hz. MIN = 1 µHz. MAX = 20 MHz. Der Abfragebefehl :STAR? liefert die Start-Frequenz in Hertz zurück.

- Für **Aufwärtswobbelung** muss die Start-Frequenz < Stop-Frequenz sein.
Für **Abwärtswobbelung** muss die Start-Frequenz > Stop-Frequenz sein.

FREQuency:STOP { <Frequenz> | MINimum | MAXimum }
FREQuency:STOP? [MINimum | MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Stop-Frequenz (die zusammen mit der Start-Frequenz den Wobbelbereich bestimmt). Wählen Sie einen Wert im Bereich von 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz bei Sägezahnsignalen

oder 6 MHz bei Arbiträrsignalen). Der Standardwert ist 1 kHz. MIN = 1 µHz. MAX = 20 MHz. Der Abfragebefehl :STOP? liefert die Stop-Frequenz in Hertz zurück.

FREQuency:CENTer {<Frequenz> | **MINimum** | **MAXimum**}
FREQuency:CENTer? [**MINimum** | **MAXimum**]

Dieser Befehl spezifiziert die Mittenfrequenz (die zusammen mit der *Wobbelbandbreite* den Wobbelbereich bestimmt). Wählen Sie einen Wert im Bereich von 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz bei Sägezahnsignalen oder 6 MHz bei Arbiträrsignalen). Der Standardwert ist 550 Hz. MIN = 1 µHz. MAX ist von der Wobbelbandbreite und der für die gewählte Funktion maximal zulässigen Frequenz abhängig. Der Abfragebefehl :CENT? liefert die Mittenfrequenz in Hertz zurück.

$$\text{Mittenfrequenz (max)} = \text{Max. Frequenz} - \frac{\text{Wobbelbandbreite}}{2}$$

- Die folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen der Mittenfrequenz und den Start/Stop-Frequenzen.

$$\text{Mittenfrequenz} = \frac{\text{Stop-Frequenz} - \text{Start-Frequenz}}{2}$$

FREQuency:SPAN {<Frequenz> | **MINimum** | **MAXimum**}
FREQuency:SPAN? [**MINimum** | **MAXimum**]

Dieser Befehl spezifiziert die Wobbelbandbreite (die zusammen mit der *Mittenfrequenz* den Wobbelbereich bestimmt). Wählen Sie einen Wert im Bereich von 0 Hz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz bei Sägezahnsignalen oder 6 MHz bei Arbiträrsignalen). Der Standardwert ist 900 Hz. MIN = 0 Hz. MAX ist von der Mittenfrequenz und der für die gewählte Funktion maximal zulässigen Frequenz abhängig. Der Abfragebefehl :SPAN? liefert die Wobbelbandbreite in Hertz (der Wert kann positiv oder negativ sein).

$$\text{Wobbelbandbreite (max)} = 2 \times (\text{Max. Frequenz} - \text{Mittenfrequenz})$$

- Wählen Sie für eine **Aufwärtswobbelung** eine *positive* Wobbelbandbreite. Wählen Sie für eine **Abwärtswobbelung** eine *negative* Wobbelbandbreite.
- Die folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen der Wobbelbandbreite und den Start/Stop-Frequenzen.

$$\text{Wobbelbandbreite} = \text{Stop-Frequenz} - \text{Start-Frequenz}$$

SWEep:SPACing {LINEar|LOGarithmic}

SWEep:SPACing?

Dieser Befehl wählt die Wobbelcharakteristik (linear oder logarithmisch). Die Standardeinstellung ist linear. Der Abfragebefehl :SPAC? liefert den Wert „LIN“ oder „LOG“ zurück.

- Bei *linearer* Wobbelung wird die Frequenz linear in Abhängigkeit von der Zeit verändert.
- Bei *logarithmischer* Wobbelung wird die Frequenz logarithmisch in Abhängigkeit von der Zeit verändert.

SWEep:TIME {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}

SWEep:TIME? [MINimum|MAXimum]

Dieser Befehl spezifiziert die Zeit (in Sekunden) für die Wobbelung von der Start-Frequenz bis zur Stop-Frequenz. Der Wert muss zwischen 1 ms und 500 Sekunden liegen. Der Standardwert ist 1 Sekunde. MIN = 1 ms. MAX = 500 seconds. Der Abfragebefehl :TIME? liefert die Wobbelzeit in Sekunden zurück.

- Die Anzahl der diskreten Frequenzpunkte eines Wobbelzyklus wird vom Funktionsgenerator automatisch berechnet und ist von der gewählten Wobbelzeit abhängig.

SWEep:STATE {OFF|ON}

SWEep:STATE?

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die Wobbelbetriebsart. Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie die Wobbelbetriebsart erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Wobbelparameter wählen. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Die Wobbelbetriebsart kann nicht mit der Burst-Betriebsart oder einer Modulationsbetriebsart kombiniert werden. Wenn Sie die Wobbelbetriebsart wählen, wird die Burst-Betriebsart oder eine Modulationsbetriebsart gegebenenfalls automatisch deaktiviert.

TRIGger:SOURce { IMMEDIATE | EXTERNAL | BUS }

TRIGger:SOURce?

Dieser Befehl wählt die Triggerquelle. Der Funktionsgenerator akzeptiert einen sofortigen internen Trigger, einen Hardware-Trigger über den rückseitigen Eingang *Trig In* oder einen Software- (Bus-) Trigger. Die Standardeinstellung ist IMM. Der Abfragebefehl :SOUR? liefert den Wert „IMM“, „EXT“ oder „BUS“ zurück.

- Wenn Sie die Triggerquelle *Immediate* (Interne Triggerquelle) wählen, gibt der Funktionsgenerator eine kontinuierliche Folge von Wobbelzyklen aus, deren Rate durch die spezifizierte Wobbelzeit (Befehl **SWE:TIME**) **plus** 1 ms bestimmt wird.
- Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle *External* wählen, wartet der Funktionsgenerator auf ein Triggersignal über den rückseitigen Eingang *Trig In*. Der Funktionsgenerator gibt jedesmal, wenn er über den Eingang *Trig In* eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität (Befehl **TRIG:SLOP**, siehe Seite 237) empfängt, einen Wobbelzyklus aus. Die Triggerperiode muss größer gleich der spezifizierten Wobbelzeit **plus** 1 ms sein.
- Wenn die Triggerquelle *Bus* (Software) gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator jedesmal, wenn er einen Bus-Trigger-Befehl empfängt, einen Wobbelzyklus aus. Mit dem Befehl *TRG (Trigger) können Sie den Funktionsgenerator über die Fernsteuerungsschnittstelle (GPIB, USB oder LAN) triggern. Wenn der Funktionsgenerator auf einen Bus-Trigger wartet, leuchtet die Taste  **Trigger**.
- Der Befehl **APPLY** wählt automatisch die Triggerquelle *Immediate* (äquivalent zum Befehl **TRIG:SOUR IMM**).
- Wenn die Triggerquelle *Bus* gewählt wurde, können Sie durch Senden des Befehls *WAI (Wait) die Synchronisation gewährleisten. Nach Empfang des Befehls *WAI wartet der Funktionsgenerator mit der Ausführung weiterer Befehle so lange, bis alle in Gang befindlichen Operationen ausgeführt sind. Beispiel: Der folgende Befehlsstring gewährleistet, dass der erste Trigger akzeptiert und die Operation ausgeführt wird, bevor der zweite Trigger erkannt wird.

TRIG:SOUR BUS ; *TRG ; *WAI ; *TRG ; *WAI

- Mit dem Abfragebefehl *OPC? (Operation Complete Query) oder *OPC (Operation Complete) können Sie signalisieren, wann ein Wobbelzyklus abgeschlossen ist. Der Abfragebefehl *OPC? bewirkt, dass nach

Abschluss des Wobbelzyklus der Wert „1“ in den Ausgangspuffer geschrieben wird. Der Befehl *OPC setzt nach Abschluss des Wobbelzyklus das Bit „Operation Complete“ (Bit 0) im Standard-Ereignisregister.

```
TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
TRIGger:SLOPe?
```

Dieser Befehl spezifiziert, auf welche Flanke (positiv oder negativ) des Signals am rückseitigen Eingang *Trig In* der Funktionsgenerator bei externer Triggerung triggert. Die Standardeinstellung ist POS (positive Flanke, Anstiegsflanke). Der Abfragebefehl :SLOP? liefert den Wert „POS“ oder „NEG“ zurück.

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger:SLOPe?
```

Dieser Befehl wählt die Flankenpolarität (positiv oder negativ) für das Signal am rückseitigen Ausgang „Trigger out“. Wenn der Ausgang *Trig Out* mit dem Befehl OUTP:TRIG (siehe weiter unten) aktiviert wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Wobbelzyklus über diesen Ausgang eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität aus. „POS“ wählt positive Flankenpolarität (Anstiegsflanke); „NEG“ wählt negative Flankenpolarität (Abfallflanke). Die Standardeinstellung ist POS. Der Abfragebefehl :SLOP? liefert den Wert „POS“ oder „NEG“ zurück.

- Wenn die Triggerquelle *Immediate* (interne Triggerung) gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR IMM), gibt der Funktionsgenerator über den Anschluss *Trig Out* ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 % aus. Dabei ist die positive Flanke der Wobbeltrigger. Die Periode dieses Signals ist gleich der spezifizierten Wobbelzeit (Befehl SWE:TIME).
- Wenn die Triggerquelle *External* gewählt wird (Befehl TRIG:SOUR EXT), wird das „Trigger out“-Signal automatisch deaktiviert. In diesem Fall dient der Anschluss *Trig In/Out* zur Triggerung der Wobbelung durch ein externes Signal.
- Wenn die Triggerquelle *Bus* (Software) gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR BUS), gibt der Funktionsgenerator am Anfang des Wobbelzyklus über den Anschluss *Trig Out* einen Puls mit einer Breite >1 µs aus.

Befehle zum Konfigurieren der Wobbelbetriebsart**OUTPut:TRIGger {OFF|ON}****OUTPut:TRIGger?**

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert das „Trigger out“-Signal. Wenn der rückseitige Ausgang *Trig Out* aktiviert wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Wobbelzyklus über diesen Ausgang eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität (Befehl OUTP:TRIG:SLOP) aus. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :TRIG? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

MARKer:FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}**MARKer:FREQuency? [MINimum|MAXimum]**

Dieser Befehl spezifiziert die Markenfrequenz. Sobald die Ausgangsfrequenz während eines Wobbelzyklus die Markenfrequenz erreicht, geht das Signal am Frontplatteneingang *Sync* in den LOW-Zustand über.

Das Sync-Signal geht am Anfang des Wobbelzyklus immer vom LOW-Zustand in den HIGH-Zustand über. Wählen Sie einen Wert im Bereich von 1 µHz bis 20 MHz (bzw. bis 200 kHz bei Sägezahnsignalen oder 6 MHz bei Arbiträrsignalen). Der Standardwert ist 500 Hz. MIN = Start- oder Stop-Frequenz (je nachdem, welcher Wert kleiner ist). MAX = Start-Frequenz oder Stop-Frequenz (je nachdem, welcher Wert größer ist). Der Abfragebefehl :FREQ? liefert die Markenfrequenz in Hertz zurück.

- Beim Aktivieren der Wobbelbetriebsart *muss* die Markenfrequenz zwischen der Start-Frequenz und der Stop-Frequenz liegen. Falls Sie versuchen, eine außerhalb dieses Bereichs liegende Markenfrequenz zu spezifizieren, wird die Markenfrequenz automatisch gleich der Start-Frequenz oder der Stop-Frequenz eingestellt (je nachdem, welche dieser beiden Frequenzen der gewünschten Markenfrequenz näher liegt). *Es wird die Fehlermeldung „Settings conflict“ generiert, und die Markenfrequenz wird wie beschrieben abgeändert.*

MARKer {OFF|ON}**MARKer?**

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die Frequenzmarke. Wenn die Frequenzmarke deaktiviert wurde, wird über den Anschluss *Sync* das normale Sync-Signal für die gewählte Trägersignalform ausgegeben (siehe „Sync“-Ausgangssignal“ auf Seite 77). Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :MARK? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Der Befehl MARK hat Vorrang gegenüber dem Befehl OUTP:SYNC. Das bedeutet, dass der Befehl OUTP:SYNC ignoriert wird, wenn die Markenfrequenz (und die Wobbelbetriebsart) aktiv ist.

Befehle zum Konfigurieren der Burst-Betriebsart

Siehe auch „Betriebsart „Burst““, beginnend auf Seite 115 in Kapitel 3.

Überblick über die Burst-Betriebsart

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren der Burst-Betriebsart erforderlichen Schritte. Der Signalgenerator verfügt über zwei Burst-Betriebsarten: „Triggered Burst“ und „External Gated Burst“. Der Funktionsgenerator kann nicht beide Burst-Betriebsarten gleichzeitig aktivieren.

- *Betriebsart „Triggered Burst“:* Dies ist die Standardbetriebsart. In dieser Betriebsart gibt der Signalgenerator nach dem Empfang eines Triggers ein Signal mit einer spezifizierten Anzahl von Zyklen („Burst count“) aus. Danach wartet der Signalgenerator auf den nächsten Trigger. Es stehen folgende Burst-Triggerquellen zur Auswahl: interner Trigger, manueller Trigger (Betätigung der Taste ), externer Trigger (ein Signal am rückseitigen Anschluss *Trig In*) oder Software-Trigger (Triggerbefehl über die Fernsteuerungsschnittstelle).
- *Betriebsart „External Gated Burst“:* In dieser Betriebsart wird das Ausgangssignal durch ein externes Torsignal am rückseitigen Anschluss *Trig In* aus- oder eingeschaltet. Solange das Torsignal *TRUE* ist, gibt der Funktionsgenerator ein kontinuierliches Signal aus. Wenn das Torsignal in den Zustand *FALSE* übergeht, wird die Signalausgabe nach dem Ende des aktuellen Signalzyklus beendet. Die Ausgangsspannung bleibt auf dem durch die Start-Burst-Phase der gewählten Signalform vorgegebenen Wert.

	„Burst Mode“ (BURS:MODE)	„Burst Count“ (BURS:NCYC)	„Burst Period“ (BURS:INT:PER)	„Burst Phase“ (BURS:PHAS)	„Trigger Source“ (TRIG:SOUR)
Betriebsart „Triggered Burst“: Intern Trigger	TRIGgered	Verfügbar	Verfügbar	Verfügbar	IMMEDIATE
Betriebsart „Triggered Burst“: Extern Trigger	TRIGgered	Verfügbar	–	Verfügbar	EXTERNAL, BUS
Betriebsart „Gated Burst“: Extern Trigger	GATED	–	–	Verfügbar	–

1 Konfigurieren Sie die Burst-Signalform.

Wählen Sie mit dem Befehl APPLy oder den Low-Level-Befehlen FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS die Funktion, Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Signals. Für die Betriebsart „Burst“ sind die Signalformen „Sine“, „Square“, „Ramp“, „Pulse“ oder „Arbitrary“ verfügbar. (Die Signalform „DC“ ist nicht verfügbar und die Signalform „Noise“ nur in der Betriebsart „Gated burst“). Die minimale Frequenz für intern getriggerte Bursts ist 2,001 mHz. Für Sinus- und Rechtecksignale sind Frequenzen oberhalb von 6 MHz nur in der Betriebsart „infinite burst count“ zulässig.

2 Wählen Sie die Betriebsart „Triggered burst“ oder „Gated Burst“.

Wählen Sie mit dem Befehl BURS:MODE die Betriebsart *Triggered* (auf der Frontplatte als „N Cycle“ bezeichnet) oder *Gated*.

3 Wählen Sie die Burst-Anzahl.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl BURS:NCYC für die Burst-Anzahl (Anzahl der Zyklen pro Burst) einen Wert zwischen 1 und 50 000 Zyklen (oder „infinite“). *Dieser Parameter betrifft nur die getriggerte Burst-Betriebsart.*

4 Spezifizieren Sie die Burst-Periode.

Spezifizieren Sie für die Burst-Periode (das Zeitintervall zwischen je zwei intern getriggerten Bursts) mit dem Befehl BURS:INT:PER einen Wert zwischen 1 µs und 500 Sekunden. *Dieser Parameter betrifft nur die intern getriggerte Burst-Betriebsart.*

5 Spezifizieren Sie die Burst-Start-Phase.

Spezifizieren Sie für die Burst-Start-Phase mit dem Befehl BURS:PHAS einen Wert zwischen -360 Grad und +360 Grad.

6 Wählen Sie die Triggerquelle.

Wählen Sie mit dem Befehl TRIG:SOUR die Triggerquelle. *Dieser Parameter betrifft nur die getriggerte Burst-Betriebsart.*

7 Aktivieren Sie die Burst-Betriebsart.

Nachdem Sie die Burst-Parameter konfiguriert haben, aktivieren Sie mit dem Befehl BURS:STAT ON die Burst-Betriebsart.

Befehle zum Konfigurieren der Burst-Betriebsart

Konfigurieren Sie das Signal mit Hilfe des Befehls APPLy oder der Low-Level-Befehle FUNC, FREQ, VOLT und VOLT:OFFS. Die minimale Frequenz für intern getriggerte Bursts ist 2,001 mHz. Für Sinus- und Rechtecksignale sind Frequenzen oberhalb von 6 MHz nur in der Betriebsart „infinite burst count“ zulässig.

BURSt:MODE {TRIGgered|GATED}
BURSt:MODE?

Wählen Sie die Burst-Betriebsart. In der Burst-Betriebsart *Triggered* gibt der Funktionsgenerator nach dem Empfang eines Triggers aus der spezifizierten Quelle (Befehl TRIG:SOUR) ein Signal mit der spezifizierten Anzahl von Bursts (*burst count*) aus. In der Betriebsart *Gated* wird das Ausgangssignal durch ein externes Torsignal am rückseitigen Anschluss *Trig In* ein-/ausgeschaltet. Die Standardeinstellung ist TRIG. Der Abfragebefehl :MODE? liefert den Wert „TRIG“ oder „GAT“ zurück.

- In der Betriebsart *gated* wird das Ausgangssignal durch ein externes Torsignal am rückseitigen Anschluss *Trig In* ein-/auseingeschaltet. Mit dem Befehl BURS:GATE:POL (siehe Seite 245) können Sie die Polarität des Signals am Anschluss *Trig In* spezifizieren. Solange das Torsignal *TRUE* ist, gibt der Funktionsgenerator ein kontinuierliches Signal aus. Wenn das Torsignal in den Zustand *FALSE* übergeht, wird die Signalausgabe nach dem Ende des aktuellen Signalzyklus beendet. Die Ausgangsspannung bleibt auf dem durch die Start-Burst-Phase der gewählten Signalform vorgegebenen Wert. Bei der Signalform „Noise“ wird die Signalausgabe beim TRUE/FALSE-Übergang des Torsignals sofort beendet.
- In der Betriebsart „*Gated*“ sind die Parameter „Burst count“, „Burst period“ und „Trigger source“ ohne Bedeutung. (Diese Parameter betreffen nur die Betriebsart „Triggered burst“). Falls der Funktionsgenerator einen manuellen Trigger (Befehl TRIG), empfängt, ignoriert er diesen, ohne eine Fehlermeldung anzuzeigen.

BURSt:NCYCles { <# Zyklen> | **INFinity** | **MINimum** | **MAXimum** }
BURSt:NCYCles? [**MINimum** | **MAXimum**]

Dieser Befehl spezifiziert die Anzahl der Zyklen pro Burst (betrifft nur die Burst-Betriebsart *Triggered*). Spezifizieren Sie einen beliebigen Wert zwischen 1 und 50 000 (siehe nachfolgend beschriebene Einschränkungen). Der Standardwert ist 1 Zyklus. MIN = 1 Zyklus. MAX ist von der Burst-Periode und Frequenz abhängig (siehe Formel weiter unten). INF spezifiziert ein kontinuierliches Burst-Signal. Der Abfragebefehl :NCYC? liefert die spezifizierte Anzahl von Zyklen (1 bis 50 000 oder „9.9E+37“ für „infinite“) zurück.

- Falls die Triggerquelle *Immediate* gewählt wurde (Befehl **TRIG:SOUR IMM**), muss die Burst-Anzahl kleiner als das Produkt aus maximaler Burst-Periode und Signalfrequenz sein:

$$\text{Burst-Anzahl} < \text{Maximale Burst-Periode} \times \text{Signalfrequenz}$$

- Falls diese Bedingung nicht erfüllt ist, vergrößert der Funktionsgenerator die Burst-Periode automatisch bis zum Maximalwert. (Die Signalfrequenz bleibt dabei *unverändert*). Es wird die Fehlermeldung „*Settings conflict*“ generiert, und die Burst-Periode wird wie beschrieben abgeändert.
- Für Sinus- und Rechtecksignale sind Frequenzen oberhalb von 6 MHz nur in der Betriebsart „infinite burst count“ zulässig.
- In der Burst-Betriebsart *Gated* ist die spezifizierte Burst-Anzahl ohne Bedeutung. Wenn Sie jedoch die Burst-Anzahl ändern, während der Funktionsgenerator sich in der Burst-Betriebsart „Gated“ befindet, behält der Funktionsgenerator die neue Burst-Anzahl „im Gedächtnis“ und verwendet nach dem Umschalten in die Betriebsart „Triggered“ diesen Wert.

BURSt:INTERNAL:PERiod { <Sekunden> | **MINimum** | **MAXimum** }
BURSt:INTERNAL:PERiod? [**MINimum** | **MAXimum**]

Dieser Befehl spezifiziert die Burst-Periode für intern getriggerte Bursts. Die Burst-Periode ist das Zeitintervall zwischen dem Anfang eines Bursts und dem Anfang des nächsten Bursts. Spezifizieren Sie einen Wert zwischen 1 µs und 500 Sekunden. Der Standardwert ist 10 ms. MAX = 500 s. MIN ist von der Burst-Anzahl und der Signalfrequenz abhängig (siehe Formel weiter unten). Der Abfragebefehl :PER? liefert die Burst-Periode in Sekunden zurück.

- Die Burst-Perioden-Einstellung ist nur von Bedeutung, wenn die Triggerquelle *Immediate* gewählt wurde (Befehl **TRIG:SOUR IMM**). Bei manueller oder externer Triggerung (oder in der Burst-Betriebsart *Gated*) ist die Burst-Periode ohne Bedeutung.
- Es ist *nicht* möglich, eine Burst-Periode zu spezifizieren, die so kurz ist, dass die spezifizierte Anzahl von Bursts mit der spezifizierten Frequenz nicht ausgegeben werden kann (siehe untenstehende Formel). Falls Sie versuchen, eine zu kurze Burst-Periode zu spezifizieren, wird sie automatisch auf einen geeigneten Wert abgeändert. *Es wird die Fehlermeldung „Data out of range“ generiert, und die Burst-Periode wird automatisch wie beschrieben abgeändert.*

$$\text{Burst-Periode} > \frac{\text{Burst-Anzahl}}{\text{Signalfrequenz}} + 200 \text{ ns}$$

```
BURSt:PHASe {<Winkel> | MINimum | MAXimum}
BURSt:PHASe? [MINimum | MAXimum]
```

Dieser Befehl spezifiziert die Start-Phase für den Burst in Grad oder rad (je nachdem, welche Einheit zuvor mit dem Befehl **UNIT:ANGL** spezifiziert wurde). Spezifizieren Sie einen Wert zwischen -360 Grad und +360 Grad oder -2π bis $+2\pi$ rad. Der Standardwert ist 0 Grad (0 rad). MIN = -360 Grad (-2π rad). MAX = +360 Grad ($+2\pi$). Der Abfragebefehl :PHAS? liefert die Start-Phase in Grad bzw. rad zurück.

- Bei den Signalformen „Sine“, „Square“ und „Ramp“ entspricht 0 Grad dem Punkt, an dem das Signal die Nulllinie (bzw. die Offsetspannungslinie) von unten nach oben schneidet. Bei Ausgangssignalen entspricht 0 Grad dem ersten in den Signalspeicher heruntergeladenen Signalpunkt. Bei den Signalformen „Pulse“ und „Noise“ ist die Burst-Phase ohne Bedeutung.
- Die Burst-Phase ist auch in der Burst-Betriebsart *Gated* signifikant. Wenn das Torsignal in den *FALSE*-Zustand übergeht, wird der aktuelle Signalzyklus noch zu Ende geführt; anschließend wird die Signalausgabe gestoppt. Die Ausgangsspannung verbleibt auf dem der Burst-Start-Phase entsprechenden Wert.

```
BURSt:STATE {OFF | ON}
BURSt:STATE?
```

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die Burst-Betriebsart. Um ein mehrmaliges Umschalten der Signalform zu vermeiden, sollten Sie die Burst-Betriebsart erst *nach* dem Konfigurieren der übrigen Burst-

Parameter aktivieren. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Die Burst-Betriebsart kann nicht mit der Wobbelbetriebsart oder einer Modulationsbetriebsart kombiniert werden. Wenn Sie die Burst-Betriebsart wählen, wird die Wobbelbetriebsart oder eine Modulationsbetriebsart gegebenenfalls automatisch deaktiviert.

UNIT:ANGLE {DEGree|RADian}

UNIT:ANGLE?

Dieser Befehl spezifiziert die Einheit (Grad oder rad) für die mit dem Befehl BURS:PHAS zu spezifizierende Start-Phase für den Burst (nur im Fernsteuerungsbetrieb verfügbar). Die Standard-Einheit ist DEG. Der Abfragebefehl :ANGL? liefert den Wert „DEG“ oder „RAD“ zurück.

- Im Display wird die Start-Phase stets in Grad angezeigt (die Einheit rad ist nicht verfügbar). Wenn Sie die Start-Phase über die Fernsteuerungsschnittstelle spezifizieren und dann auf manuelle Bedienung umschalten, wird der Start-Phasenwert automatisch in Grad umgerechnet.

TRIGger:SOURce {IMMEDIATE|EXTERNAL|BUS}

TRIGger:SOURce?

Dieser Befehl wählt die Triggerquelle für die Burst-Betriebsart *Triggered*. In der Burst-Betriebsart „Triggered“ gibt der Signalgenerator nach dem Empfang eines Triggers einen Burst mit der spezifizierten Anzahl von Zyklen (*Burst count*) aus. Danach wartet der Signalgenerator auf den nächsten Trigger. Die Standardeinstellung ist IMM. Der Abfragebefehl :SOUR? liefert den Wert „IMM“, „EXT“ oder „BUS“ zurück.

- Wenn die Triggerquelle *Immediate* (intern) gewählt wurde, wird die Frequenz, mit welcher der Burst ausgegeben wird, durch die *Burst-Periode* (Befehl BURS:INT:PER) bestimmt.
- Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle *External* wählen, wartet der Funktionsgenerator auf ein Triggersignal über den rückseitigen Eingang *Trig In*. Der Funktionsgenerator gibt jedesmal, wenn er über den Eingang *Trig In* eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität (Befehl TRIG:SLOP, siehe Seite 245) empfängt, die spezifizierte Anzahl von Zyklen aus. Externe Trigger, die während eines Bursts empfangen werden, werden ignoriert.

- Wenn die Triggerquelle *Bus* (Software) gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator jedesmal, wenn er einen Bus-Trigger-Befehl empfängt, einen einzelnen Burst aus. Mit dem Befehl *TRG (Trigger) können Sie den Funktionsgenerator über die Fernsteuerungsschnittstelle (GPIB, USB oder LAN) triggern. Wenn der Funktionsgenerator auf einen Bus-Trigger wartet, leuchtet die Taste .
- Wenn die Triggerquelle *External* oder *Bus* gewählt wurde, sind die Parameter *Burst count* und *Burst phase* wirksam, aber der Parameter *Burst period* wird ignoriert.
- Der Befehl APPLy wählt automatisch die Triggerquelle *Immediate* (äquivalent zum Befehl TRIG:SOUR IMM).
- Wenn die Triggerquelle *Bus* gewählt wurde, können Sie durch Senden des Befehls *WAI (Wait) die Synchronisation gewährleisten. Nach Empfang des Befehls *WAI wartet der Funktionsgenerator mit der Ausführung weiterer Befehle so lange, bis alle in Gang befindlichen Operationen ausgeführt sind. Beispiel: Der folgende Befehlsstring gewährleistet, dass der erste Trigger akzeptiert und die Operation ausgeführt wird, bevor der zweite Trigger erkannt wird.

TRIG:SOUR BUS; *TRG; *WAI; *TRG; *WAI

- Mit dem Abfragebefehl *OPC? (Operation Complete Query) oder *OPC (Operation Complete) können Sie signalisieren, wann ein Burst abgeschlossen ist. Der Abfragebefehl *OPC? bewirkt, dass nach Abschluss des Bursts der Wert „1“ in den Ausgangspuffer geschrieben wird. Der Befehl *OPC setzt nach Abschluss des Wobbelzyklus das Bit „Operation Complete“ (Bit 0) im Standard-Ereignisregister.

TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
TRIGger:SLOPe?

Dieser Befehl spezifiziert, auf welche Flanke (positiv oder negativ) des Signals am rückseitigen Eingang *Trig In* der Funktionsgenerator bei externer Burst-Triggerung triggert. Die Standardeinstellung ist POS (positive Flanke, Anstiegsflanke). Der Abfragebefehl :SLOP? liefert den Wert „POS“ oder „NEG“ zurück.

BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}
BURSt:GATE:POLarity?

Dieser Befehl spezifiziert die Logik-Polarität (TRUE = HIGH oder TRUE = LOW) für das Torsignal am rückseitigen Anschluss *Trig In* (betrifft die

Betriebsart „externally-gated burst“). Die Standard-Polarität ist NORM (TRUE = HIGH). Der Abfragebefehl :POL? liefert den Wert „NORM“ oder „INV“ zurück.

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger:SLOPe?
```

Dieser Befehl wählt die Flankenpolarität (positiv oder negativ) für das Signal am rückseitigen Ausgang „Trigger out“. Wenn der rückseitige Ausgang *Trig Out* mit dem Befehl OUTP:TRIG (siehe weiter unten) aktiviert wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Bursts über diesen Ausgang eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität aus. „POS“ wählt positive Flankenpolarität (Anstiegsflanke); „NEG“ wählt negative Flankenpolarität (Abfallflanke). Die Standardeinstellung ist POS. Der Abfragebefehl :SLOP? liefert den Wert „POS“ oder „NEG“ zurück.

- Wenn die Triggerquelle *Immediate* (interne Triggerung) gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR IMM), gibt der Funktionsgenerator über den Anschluss *Trig Out* ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 % aus. Die Periode dieses Signals ist gleich der (mit dem Befehl BURS:INT:PER) spezifizierten Burst-Periode.
- Wenn die Triggerquelle *External* (Befehl TRIG:SOUR EXT) **oder** die Betriebsart *Gated* (Befehl BURS:MODE GAT) gewählt wird, deaktiviert der Funktionsgenerator automatisch das „Trigger out“-Signal. In diesem Fall dient der rückseitige Anschluss *Trig In/Out* zur Triggerung des Bursts durch ein externes Signal.
- Wenn die Triggerquelle *Bus* (Software) gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR BUS), gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Bursts über den Anschluss *Trig Out* einen Puls mit einer Breite >1 µs aus.

```
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}  
OUTPut:TRIGger?
```

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert das „Trigger out“-Signal (wird nur in Verbindung mit den Burst- und Wobbelbetriebsarten verwendet). Wenn der rückseitige Ausgang *Trig Out* aktiviert wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Bursts über diesen Ausgang eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität (Befehl OUTP:TRIG:SLOP) aus. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :TRIG? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

Triggerbefehle

Die nachfolgend beschriebenen Befehle betreffen nur die Wobbel- und Burst-Betriebsarten. Siehe auch „Triggerung“, beginnend auf Seite 123 in Kapitel 3.

TRIGger:SOURce { IMMEDIATE | EXTERNAL | BUS }
TRIGger:SOURce?

Dieser Befehl wählt die Triggerquelle. Der Funktionsgenerator akzeptiert einen sofortigen internen Trigger, einen Hardware-Trigger über den rückseitigen Eingang *Trig In* oder einen Software- (Bus-) Trigger. Die Standardeinstellung ist IMM. Der Abfragebefehl :SOUR? liefert den Wert „IMM“, „EXT“ oder „BUS“ zurück.

- Wenn die Triggerquelle *Immediate* (intern) gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator ein kontinuierliches Signal aus, wenn die Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiviert wird.
- Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle *External* wählen, wartet der Funktionsgenerator auf ein Triggersignal über den rückseitigen Eingang *Trig In*. Der Funktionsgenerator gibt jedesmal, wenn er über den Eingang *Trig In* eine TTL-Flanke mit der durch den Befehl TRIG:SLOP (siehe Seite 248) spezifizierten Position empfängt, einen Wobbelzyklus oder Burst aus.
- Wenn die Triggerquelle *Bus* (Software) gewählt wurde, gibt der Funktionsgenerator jedesmal, wenn er einen Bus-Trigger-Befehl empfängt, einen Wobbelzyklus oder Burst aus. Wenn der Funktionsgenerator sich in der Triggerbetriebsart *Bus* befindet, können Sie ihn triggern, indem Sie den Befehl *TRG über die Fernsteuerungsschnittstelle (GPIB, USB oder LAN) senden. Wenn der Funktionsgenerator auf einen Bus-Trigger wartet, leuchtet die Taste .
- Der Befehl APPLy wählt automatisch die Triggerquelle *Immediate* (äquivalent zum Befehl TRIG:SOUR IMM).
- Wenn die Triggerquelle *Bus* gewählt wurde, können Sie durch Senden des Befehls *WAI (Wait) die Synchronisation gewährleisten. Nach Empfang des Befehls *WAI wartet der Funktionsgenerator mit der Ausführung weiterer Befehle so lange, bis alle in Gang befindlichen Operationen ausgeführt sind. Beispiel: Der folgende Befehls-

Triggerbefehle

string gewährleistet, dass der erste Trigger akzeptiert und die Operation ausgeführt wird, bevor der zweite Trigger erkannt wird.

TRIG:SOUR BUS ; *TRG ; *WAI ; *TRG ; *WAI

- Mit dem Abfragebefehl *OPC? (Operation Complete Query) oder *OPC (Operation Complete) können Sie signalisieren, wann ein Wobbelzyklus oder Burst abgeschlossen ist. Der Abfragebefehl *OPC? bewirkt, dass nach Abschluss des Wobbelzyklus oder Bursts der Wert „1“ in den Ausgangspuffer geschrieben wird. Der Befehl *OPC setzt nach Abschluss des Wobbelzyklus oder Bursts das Bit „Operation Complete“ (Bit 0) im Standard-Ereignisregister.

TRIGger

Dieser Befehl löst einen Wobbelzyklus oder Burst aus. Er wird unabhängig davon ausgeführt, welche Triggerquelle mit dem Befehl TRIG:SOUR gewählt wurde. So können Sie beispielsweise durch TRIG eine sofortige Triggerung auslösen, während der Funktionsgenerator auf einen externen Trigger wartet.

***TRG**

Dieser Befehl löst *nur dann* einen Wobbelzyklus oder Burst aus, wenn die Triggerquelle „Bus“ (Software) gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR BUS).

TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

TRIGger:SLOPe?

Dieser Befehl spezifiziert, auf welche Flanke (positiv oder negativ) des Signals am rückseitigen Eingang *Trig In* der Funktionsgenerator triggert. Die Standardeinstellung ist POS (positive Flanke, Anstiegsflanke). Der Abfragebefehl :SLOP? liefert den Wert „POS“ oder „NEG“ zurück.

BURSt:GATE:POLArity {NORMal|INVersed}

BURSt:GATE:POLArity?

Dieser Befehl spezifiziert die Logik-Polarität (TRUE = HIGH oder TRUE = LOW) für das Torsignal am rückseitigen Anschluss *Trig In* (betrifft die Betriebsart „externally-gated burst“). Die Standard-Polarität ist NORM (TRUE = HIGH). Der Abfragebefehl :POL? liefert den Wert „NORM“ oder „INV“ zurück.

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger:SLOPe?
```

Dieser Befehl wählt die Flankenpolarität (positiv oder negativ) für das Signal am rückseitigen Ausgang „Trigger out“. Wenn der rückseitige Anschluss *Trig Out* mit dem Befehl OUTP:TRIG (siehe weiter unten) aktiviert wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Wobbelzyklus oder Bursts über diesen Anschluss eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität aus. „POS“ wählt positive Flankenpolarität (Anstiegsflanke); „NEG“ wählt negative Flankenpolarität (Abfallflanke). Die Standardeinstellung ist POS. Der Abfragebefehl :SLOP? liefert den Wert „POS“ oder „NEG“ zurück.

- Wenn die Triggerquelle *Immediate* (interne Triggerung) gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR IMM), gibt der Funktionsgenerator über den Anschluss *Trig Out* ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 % aus. Die Periode dieses Signals ist gleich der spezifizierten Wobbelzeit (Befehl SWE:TIME) oder Burst-Periode (Befehl BURS:INT:PER) **plus** 1 ms.
- Wenn die Triggerquelle *External* gewählt wird (Befehl TRIG:SOUR EXT), wird das „Trigger out“-Signal automatisch deaktiviert. In diesem Fall dient der rückseitige Anschluss *Trig In/Out* zur Triggerung des Wobbelzyklus oder Bursts durch ein externes Signal.
- Wenn die Triggerquelle *Bus* (Software) gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR BUS), gibt der Funktionsgenerator am Anfang des Wobbelzyklus oder Bursts über den Anschluss *Trig Out* einen Puls mit einer Breite >1 µs aus.

```
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}  
OUTPut:TRIGger?
```

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert das „Trigger out“-Signal (wird nur in Verbindung mit den Burst- und Wobbelbetriebsarten verwendet). Wenn der rückseitige Ausgang *Trig Out* aktiviert wurde, gibt der Funktionsgenerator am Anfang eines jeden Wobbelzyklus oder Bursts über diesen Ausgang eine TTL-Flanke mit der spezifizierten Polarität (Befehl OUTP:TRIG:SLOP) aus. Die Standardeinstellung ist OFF. Der Abfragebefehl :TRIG? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

Arbiträrsignal-Befehle

Siehe auch „Arbiträrsignale“, beginnend auf Seite 129 in Kapitel 3.

Überblick über die Arbiträrsignale-Befehle

Es folgt ein Überblick über die zum Konfigurieren von Arbiträrsignalen erforderlichen Schritte. Auf Seite 251 werden die zugehörigen Befehle beschrieben. *Informationen über das Herunterladen und Ausgeben von Arbiträrsignalen siehe Kapitel 7, „Tutorial“.*

Hinweis: Sie können Signale mit bis zu 65 536 (64 K) Datenpunkten von Ihrem PC in den Funktionsgenerator Agilent 33220A laden. Signale mit mehr als 16 384 (16 K) Datenpunkten können jedoch nicht über die Frontplatte des Agilent 33220A bearbeitet werden.

Unter „Anwendungsprogramme“ (Kapitel 6) finden Sie ein Programmbeispiel für das Laden eines Arbiträrsignals in den Funktionsgenerator Agilent 33220A.

4

1 Laden Sie die Signalpunkte in den flüchtigen Speicher herunter.

Sie können Signale mit einer Länge zwischen einem Punkt (= DC-Signal) und 65536 (64 K) Punkten herunterladen. Sie können die Signalpunkte als Gleitkommawerte, binäre Integer-Werte oder dezimale Integer-Werte herunterladen. Der Befehl DATA lädt Signalpunkte im Gleitkommaformat (Wertebereich -1.0 bis +1.0) herunter. Der Befehl DATA:DAC lädt Signalpunkte im binären oder dezimalen Integer-Format (Wertebereich -8191 bis +8191) herunter.

Um sicherzustellen, dass die Binärdaten korrekt heruntergeladen werden, müssen Sie die Byte-Reihenfolge mit dem Befehl FORM:BORD spezifizieren.

2 Spezifizieren Sie die Frequenz, die Amplitude und die Offsetspannung des Signals.

Wählen Sie mit dem Befehl APPLY oder den Low-Level-Befehlen FREQ, VOLT und VOLT:OFFS die Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Signals.

3 Kopieren Sie das Arbiträrsignal in den nichtflüchtigen Speicher.

Sie können das Arbiträrsignal direkt aus dem flüchtigen Speicher heraus ausgeben oder es mit dem Befehl DATA: COPY in den nichtflüchtigen Speicher kopieren.

4 Wählen Sie das auszugebende Arbiträrsignal.

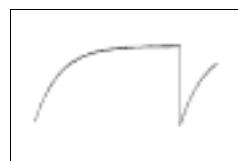
Sie können eines der fünf internen Arbiträrsignale, eines von vier benutzerdefinierten Arbiträrsignalen oder das im flüchtigen Speicher enthaltene Arbiträrsignal wählen. Wählen Sie das gewählte Arbiträrsignal mit dem Befehl FUNC: USER.

5 Starten Sie die Ausgabe des gewählten Arbiträrsignals.

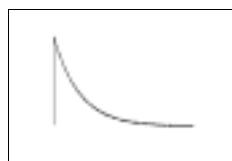
Starten Sie mit dem Befehl FUNC USER die Ausgabe des mit dem Befehl FUNC: USER gewählten Arbiträrsignals.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die fünf internen Arbiträrsignale.

4



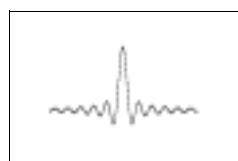
Exponentieller Anstieg



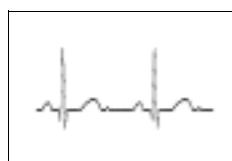
Exponentieller Abfall



Negativer Sägezahn



Sinc



EKG

Arbiträrsignal-Befehle

DATA VOLATILE, <Wert>, <Wert>, . . .

Dieser Befehl lädt Signalkomplexe im *Gleitkommaformat* mit Werten von –1 bis +1 in den flüchtigen Speicher. Sie können Signale mit einer Länge zwischen einem Punkt und 65536 (64 K) Punkten herunterladen. Falls weniger Signalkomplexe heruntergeladen werden, als der Speicher aufnehmen kann, füllt der Funktionsgenerator den Speicher automatisch mit

Arbiträrsignal-Befehle

zusätzlichen Punkten auf. Wenn *weniger als* 16 384 (16 K) Punkte heruntergeladen werden, wird automatisch ein Signal mit 16 384 Punkten erzeugt. Wenn *mehr als* 16 384 Punkte heruntergeladen werden, wird automatisch ein Signal mit 65 536 Punkten erzeugt.

- Die Werte -1 und +1 entsprechen den *Spitzenwerten* des Signals (falls die Offsetspannung 0 Volt beträgt). Wenn Sie beispielsweise die Amplitude auf 10 Vpp (0 V Offset) einstellen, entspricht der Wert „+1“ einer Spannung von +5 V und der Wert „-1“ einer Spannung von -5 V.
- Der Amplitudenbereich ist eingeschränkt, falls die Signalpunkte nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträrsignal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Amplitudenbereich auf 6.087 Vpp (an 50 Ohm) ein.
- Das Herunterladen von Signalpunkten im Gleitkommaformat (Befehl DATA VOLATILE) dauert länger als das Herunterladen von Signalpunkten im Binärformat (Befehl DATA:DAC VOLATILE), ist jedoch im Falle von trigonometrischen Funktionen, die Werte im Bereich von -1 bis +1 ergeben, bequemer.
- Der Befehl DATA überschreibt das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal (ohne dass eine Fehlermeldung erfolgt). Der Befehl DATA:COPY kopiert das Signal in den *nichtflüchtigen* Speicher.
- Es können bis zu vier benutzerdefinierte Arbiträrsignale im nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden. Der Befehl DATA:DEL löscht das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal oder eines der vier benutzerdefinierten Signale im nichtflüchtigen Speicher. Der Befehl DATA:CAT? listet alle im flüchtigen und im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen Signale (sowie die fünf internen Arbiträrsignale) auf.
- Wählen Sie nach dem Herunterladen der Signaldaten in den Speicher mit dem Befehl FUNC:USER das auszugebende Signal, und starten Sie dann die Ausgabe mit dem Befehl FUNC USER.
- Im folgenden Beispiel lädt der Befehl DATA sieben Signalpunkte in den flüchtigen Speicher.

```
DATA VOLATILE, 1, .67, .33, 0, -.33, -.67, -1
```

DATA:DAC VOLATILE, { <Binärdatenblock> | <Wert>, <Wert>, . . . }

Dieser Befehl lädt Signaldaten im *binären* oder *dezimalen* Integer-Format mit Werten zwischen -8191 und +8191 in den flüchtigen Speicher. Sie können Signale mit 1 bis 65 536 (64 K) Punkten im IEEE-488.2 Binärdatenblock-Format oder als Werteliste herunterladen. Der Wertebereich ist gleich dem Eingangswertebereich des internen 14-Bit Digital/Analog-Wandlers. Falls weniger Signalpunkte heruntergeladen werden, als der Speicher aufnehmen kann, füllt der Funktionsgenerator den Speicher automatisch mit zusätzlichen Punkten auf. Wenn *weniger als* 16 384 (16 K) Punkte heruntergeladen werden, wird automatisch ein Signal mit 16 384 Punkten erzeugt. Wenn *mehr als* 16 384 Punkte heruntergeladen werden, wird automatisch ein Signal mit 65 536 Punkten erzeugt.

- Die Werte -8191 und +8191 entsprechen den Spitzenwerten des Signals (falls die Offsetspannung 0 Volt beträgt). Wenn Sie beispielsweise die Amplitude auf 10 Vpp einstellen, entspricht der Wert „+8191“ einer Spannung von +5 V und der Wert „-8191“ einer Spannung von -5 V.
- Der Amplitudenbereich ist eingeschränkt, falls die Signalpunkte nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträrsignal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich ($\pm 8\,191$) aus; dies schränkt den Amplitudenbereich auf 6087 Vpp (an 50 Ohm) ein.
- Der Befehl DATA:DAC überschreibt das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal (ohne dass eine Fehlermeldung erfolgt). Der Befehl DATA: COPY kopiert das Signal in den *nichtflüchtigen* Speicher.
- Es können bis zu vier benutzerdefinierte Arbiträrsignale im nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden. Der Befehl DATA:DEL löscht das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal oder eines der vier benutzerdefinierten Signale im nichtflüchtigen Speicher. Der Befehl DATA:CAT? listet alle im flüchtigen und im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen Arbiträrsignale (und die fünf internen Arbiträrsignale) auf.
- Wählen Sie nach dem Herunterladen der Signaldaten in den Speicher mit dem Befehl FUNC:USER das auszugebende Signal, und starten Sie dann die Ausgabe mit dem Befehl FUNC USER.

Arbiträrsignal-Befehle

- In dem folgenden Beispiel lädt der Befehl DATA:DAC sieben Integer-Signalpunkte im Binärdatenblock-Format herunter (*siehe auch „IEEE-488.2-Binärdatenblock-Format“ weiter unten*).

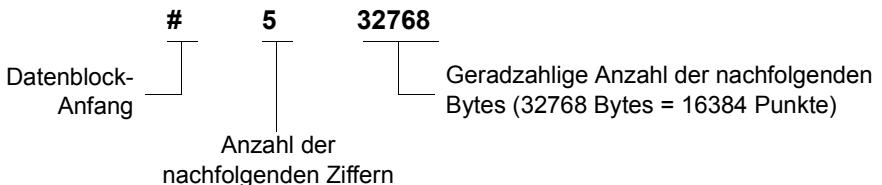
DATA:DAC VOLATILE, #214 *Binärdaten*

- In dem folgend Beispiel lädt der Befehl DATA:DAC fünf Integer-Signalpunkte im Dezimalformat herunter.

DATA:DAC VOLATILE, 8191, 4096, 0, -4096, -8191

IEEE-488.2-Binärdatenblock-Format

Beim Binärdatenblock-Format ist den Signaldaten ein „*Block header*“ vorangestellt. Der „*Block header*“ hat das folgende Format:



Der Funktionsgenerator stellt Binärdaten als 16-Bit-Integer-Werte dar, die als zwei Bytes gesendet werden. Daher ist die **Gesamtzahl der Bytes stets doppelt so groß wie die Anzahl der Datenpunkte des Signals** (und stets eine **gerade Zahl**). Beispiel: Zum Herunterladen eines Signals mit 16 384 Punkten sind 32768 Bytes erforderlich.

Spezifizieren Sie mit dem Befehl FORM:BORD die Byte-Reihenfolge für die Übertragung von Binärdatenblöcken. Wenn Sie FORM:BORD NORM (Standard-Reihenfolge) spezifizieren, interpretiert der Funktionsgenerator das erste Byte eines jeden Datenpunkts als das höchstwertige Byte (MSB, most-significant byte). Wenn Sie FORM:BORD SWAP spezifizieren, interpretiert der Funktionsgenerator das erste Byte eines jeden Datenpunkts als das niedrigstwertige Byte (LSB, least-significant byte). Die meisten Computer verwenden die „Swapped“-Reihenfolge.

FORMAT:BORDer {NORMAL | SWAPPED}

FORMAT:BORDer?

Dieser Befehl wird nur für Binärdatenblock-Übertragung benötigt. Er spezifiziert die Byte-Reihenfolge für Binärdatenblock-Übertragung (Befehl DATA:DAC). Die Standardeinstellung ist NORM. Der Abfragebefehl :BORD? liefert den Wert „NORM“ oder „SWAP“ zurück.

- In der Einstellung *NORM* (Standard-Einstellung) interpretiert der Funktionsgenerator das erste Byte eines jeden Datenpunkts als das höchstwertige Byte (MSB, most-significant byte).
- In der Einstellung *SWAP* interpretiert der Funktionsgenerator das erste Byte eines jeden Datenpunkts als das niedrigstwertige Byte (LSB, least-significant byte). Die meisten Computer verwenden die „Swapped“-Reihenfolge.
- Der Funktionsgenerator stellt Binärdaten als vorzeichenbehaftete 16-Bit-Integer-Werte dar, die als zwei Bytes gesendet werden. Daher erfordert jeder Signaldatenpunkt 16 Bit, die über die 8-Bit-Schnittstelle des Funktionsgenerators als zwei Bytes übertragen werden müssen.

DATA:COPY <Ziel-Arb-Name> [,VOLATILE]

Dieser Befehl kopiert das Signal aus dem flüchtigen Speicher unter dem spezifizierten Namen in den nichtflüchtigen Speicher. Die Quelle für den Kopiervorgang ist stets „volatile“ (flüchtiger Speicher). Es ist nicht möglich, **aus** einer anderen Quelle zu kopieren oder **in** das Ziel „volatile“ zu kopieren.

- Der Arb-Name kann bis zu 12 Zeichen enthalten. Das erste Zeichen muss ein Buchstabe (A-Z) sein; die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern (0-9) oder das Unterstrich-Zeichen („_“) sein. Leerzeichen sind nicht erlaubt. Wenn Sie einen Namen mit mehr als 12 Zeichen spezifizieren, erfolgt die Fehlermeldung „Program mnemonic too long“ (Programmier-Mnemonic zu lang).
- Der Parameter VOLATILE kann weggelassen werden. Beachten Sie, dass es für das Schlüsselwort „VOLATILE“ keine Abkürzung gibt.

Arbiträrsignal-Befehle

- Die folgenden Namen für interne Arbiträrsignale sind reserviert und können nicht im Befehl DATA: COPY verwendet werden: „EXP_RISE“, „EXP_FALL“, „NEG_RAMP“, „SINC“ und „CARDIAC“. Wenn Sie in diesem Befehl eines der internen Arbiträrsignale spezifizieren, erfolgt die Fehlermeldung „Cannot overwrite a built-in waveform“ (internes Signal kann nicht überschrieben werden).
- Der Funktionsgenerator unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinbuchstaben. **ARB_1** und **arb_1** sind daher gleichwertig. Alle Buchstaben werden in Großbuchstaben umgewandelt.
- Wenn Sie für „Ziel-Arb-Name“ einen bereits existierenden Namen spezifizieren, wird das unter diesem Namen gespeicherte Signal überschrieben (ohne dass eine Fehlermeldung erfolgt). Die fünf internen Standard-Arbiträrsignale können nicht überschrieben werden.
- Es können bis zu vier benutzerdefinierte Arbiträrsignale im nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden. Wenn der nichtflüchtige Speicher voll ist und Sie versuchen, ein weiteres Signal hinein zu kopieren, erfolgt die Fehlermeldung „Not enough memory“ (nicht genügend Speicher vorhanden). Der Befehl DATA: DEL löscht das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal oder eines der vier benutzerdefinierten Signale im nichtflüchtigen Speicher. Der Befehl DATA: CAT? listet alle im flüchtigen und im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen Signale auf.
- In dem folgenden Beispiel kopiert der Befehl DATA: COPY das VOLATILE-Signal unter dem Namen „ARB_1“ in den nichtflüchtigen Speicher.

```
DATA: COPY ARB_1, VOLATILE
```

```
FUNCTION:USER {<Arb-Name> | VOLATILE}
FUNCTION:USER?
```

Dieser Befehl wählt eines der fünf internen Arbiträrsignale, eines von vier benutzerdefinierten Arbiträrsignalen oder das im flüchtigen Speicher enthaltene Arbiträrsignal. Der Abfragebefehl :USER? liefert einen der Werte „EXP_RISE“, „EXP_FALL“, „NEG_RAMP“, „SINC“, „CARDIAC“, „VOLATILE“ oder den Namen eines benutzerdefinierten, im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen Signals zurück.

- Beachten Sie, dass dieser Befehl *nicht* die Ausgabe des gewählten Arbiträrsignals bewirkt. Zur Ausgabe des gewählten Signals müssen Sie den Befehl FUNC USER senden (siehe weiter unten).
- Die fünf internen Arbiträrsignale haben folgende Namen: „EXP_RISE“, „EXP_FALL“, „NEG_RAMP“, „SINC“ und „CARDIAC“.
- Wenn Sie das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal wählen möchten, spezifizieren Sie den Parameter VOLATILE. Für das Schlüsselwort „VOLATILE“ gibt es *keine* Abkürzung.
- Wenn Sie den Namen eines Signals spezifizieren, das derzeit nicht heruntergeladen ist, erfolgt die Fehlermeldung „Specified arb waveform does not exist“ (spezifiziertes Arbiträrsignal existiert nicht).
- Der Funktionsgenerator unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinbuchstaben. **ARB_1** und **arb_1** sind daher gleichwertig. Alle Buchstaben werden in Großbuchstaben umgewandelt.
- Der Befehl DATA :CAT? listet folgende Namen auf: die Namen der fünf internen (nichtflüchtigen) Arbiträrsignale; den „VOLATILE“, falls der flüchtige Speicher ein Signal enthält; die Namen der heruntergeladenen benutzerdefinierten (nichtflüchtigen) Signale.

FUNCTION USER
FUNCTION?

Dieser Befehl Bewirkt die Ausgabe des derzeit gewählten benutzerdefinierten Arbiträrsignals. Bei Ausführung dieses Befehls wird das mit dem Befehl FUNC:USER (siehe weiter oben) gewählte Arbiträrsignal ausgegeben. Das gewählte Signal wird unter Verwendung der zuletzt spezifizierten Frequenz-, Amplituden- und Offsetspannungs-Einstellungen ausgegeben. Der Abfragebefehl :FUNC? liefert einen der Werte „SIN“, „SQU“, „RAMP“, „PULS“, „NOIS“, „DC“ oder „USER“ zurück.

- Wählen Sie mit dem Befehl APPLy oder den Low-Level-Befehlen FREQ, VOLT und VOLT:OFFS die Frequenz, Amplitude und Offsetspannung des Signals.
- Der Amplitudengrenzen ist eingeschränkt, falls die Signalpunkte nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträrsignal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich (± 1) aus; dies schränkt den Amplitudengrenzen auf 6 087 Vpp (an 50 Ohm) ein.

Arbiträrsignal-Befehle

- Wenn Sie ein Arbiträrsignal als *Modulationssignal* („USER“) wählen, wird die Länge des Arbiträrsignals automatisch auf 8 K Punkte begrenzt. Überzählige Signalpunkte werden mittels Dezimierung entfernt.

DATA:CATalog?

Dieser Befehl listet die Namen *aller* derzeit verfügbaren Signale auf. Folgende Namen werden aufgelistet: die Namen der fünf internen (nichtflüchtigen) Arbiträrsignale; der Namen „VOLATILE“, falls ein Signal in den nichtflüchtigen Speicher heruntergeladen wurde; die Namen aller im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen benutzerdefinierten Signale.

- Die Liste besteht aus einer Folge von in Anführungszeichen eingeschlossenen Strings. Beispiel:
- ```
"VOLATILE", "EXP_RISE", "EXP_FALL", "NEG_RAMP",
"SINC", "CARDIAC", "TEST1_ARB", "TEST2_ARB"
```
- Der Befehl DATA:DEL löscht das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal oder eines der benutzerdefinierten Signale im nichtflüchtigen Speicher.

**DATA:NVOLatile:CATalog?**

Dieser Befehl listet die Namen aller in den *nichtflüchtigen* Speicher heruntergeladenen benutzerdefinierten Arbiträrsignale auf. Es werden maximal vier Signatnamen aufgelistet.

- Die Liste besteht aus einer Folge von in Anführungszeichen eingeschlossenen Strings. Beispiel: Falls derzeit keine benutzerdefinierten Arbiträrsignale heruntergeladen sind, liefert der Befehl einen leeren String („“) zurück.

```
"TEST1_ARB", "TEST2_ARB", "TEST3_ARB", "TEST4_ARB"
```

- Mit dem Befehl DATA:DEL können Sie ein beliebiges der im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen benutzerdefinierten Arbiträrsignale löschen.

**DATA:NVOLatile:FREE?**

Dieser Abfragebefehl liefert die Anzahl der für benutzerdefinierte Arbiträrsignale verfügbaren nichtflüchtigen Speicherbereiche zurück. Dieser Abfragebefehl liefert die Anzahl der für benutzerdefinierte

Arbiträrsignale verfügbaren nichtflüchtigen Speicherbereiche zurück. Der Befehl liefert einen der folgenden Werte: „0“ (Speicher voll), „1“, „2“, „3“ oder „4“.

**DATA:DELETE <Arb-Name>**

Dieser Befehl löscht das spezifizierte Arbiträrsignal aus dem Speicher. Sie können das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal oder eines der maximal vier im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen Signale löschen.

- Es ist nicht möglich, das derzeit ausgegebene Arbiträrsignal zu löschen. Wenn Sie versuchen, dieses Signal zu löschen, erfolgt die Fehlermeldung „Not able to delete the currently selected active arb waveform“ (gewähltes Arbiträrsignal kann nicht gelöscht werden).
- Die fünf internen Standard-Arbiträrsignale können ebenfalls nicht gelöscht werden. Wenn Sie versuchen, eines dieser Signale zu löschen, erfolgt die Fehlermeldung „Not able to delete a built-in arb waveform“ (ein internes Arbiträrsignal kann nicht gelöscht werden).
- Mit dem Befehl DATA:DEL:ALL können Sie alle im flüchtigen Speicher enthaltenen Signale und alle im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen benutzerdefinierten Signale *gleichzeitig* löschen. Wenn eines dieser Signale derzeit ausgegeben wird, erfolgt die Fehlermeldung „Not able to delete the currently selected active arb waveform“ (das gewählte Arbiträrsignal kann nicht gelöscht werden, weil es ausgegeben wird).

**DATA:DELETE:ALL**

Dieser Befehl löscht alle benutzerdefinierten Arbiträrsignale aus dem Speicher. Es werden sowohl das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal als auch die im nichtflüchtigen Speicher enthaltenen benutzerdefinierten Signale gelöscht. Die fünf internen Arbiträrsignale werden *nicht* gelöscht.

- Der Doppelpunkt vor dem Parameter ALL ist obligatorisch (DATA:DELetE:ALL). Wenn Sie den Doppelpunkt durch ein Leerzeichen ersetzen, versucht der Funktionsgenerator, ein Arbiträrsignal mit dem Namen „ALL“ zu löschen. Wenn ein solches Signal nicht existiert, erfolgt die Fehlermeldung „Specified arb waveform does not exist“ (spezifiziertes Arbiträrsignal existiert nicht.)
- Mit dem Befehl DATA:DEL <Arb-Name> können Sie heruntergeladene Signale *einzeln* löschen.

- Es ist nicht möglich, das derzeit ausgegebene Arbiträrsignal zu löschen. Wenn Sie versuchen, dieses Signal zu löschen, erfolgt die Fehlermeldung „Not able to delete the currently selected active arb waveform“ (gewähltes Arbiträrsignal kann nicht gelöscht werden).
- Die fünf internen Standard-Arbiträrsignale können ebenfalls nicht gelöscht werden. Wenn Sie versuchen, eines dieser Signale zu löschen, erfolgt die Fehlermeldung „Not able to delete a built-in arb waveform“ (ein internes Arbiträrsignal kann nicht gelöscht werden).

**DATA:ATTRibute:AVERAGE? [ <Arb-Name> ]**

Dieser Abfragebefehl liefert den *arithmetischen Mittelwert* aller Datenpunkte des spezifizierten Arbiträrsignals zurück ( $-1 \leq \text{Mittelwert} \leq +1$ ). Der Standard-*Arb-Name* ist der Name des derzeit aktiven (mit dem Befehl FUNC:USER gewählten) Arbiträrsignals.

- Wenn Sie den Namen eines Signals spezifizieren, das derzeit nicht im Speicher enthalten ist, erfolgt die Fehlermeldung „Specified arb waveform does not exist“ (spezifiziertes Arbiträrsignal existiert nicht).

**DATA:ATTRibute:CFACTOR? [ <Arb-Name> ]**

Dieser Abfragebefehl liefert den *Scheitelfaktor* aller Datenpunkte des spezifizierten Arbiträrsignals zurück. Der Scheitelfaktor ist das Verhältnis des Spitzenwertes zum Effektivwert des Signals. Der Standard-*Arb-Name* ist der Name des derzeit aktiven (mit dem Befehl FUNC:USER gewählten) Arbiträrsignals.

- Wenn Sie den Namen eines Signals spezifizieren, das derzeit nicht im Speicher enthalten ist, erfolgt die Fehlermeldung „Specified arb waveform does not exist“ (spezifiziertes Arbiträrsignal existiert nicht).

**DATA:ATTRibute:POINTS? [ <Arb-Name> ]**

Dieser Abfragebefehl liefert die *Anzahl der Punkte* des spezifizierten Arbiträrsignals zurück. Das Abfrageergebnis ist ein Wert zwischen 1 und 65 536. Der Standard-*Arb-Name* ist der Name des derzeit aktiven (mit dem Befehl FUNC:USER gewählten) Arbiträrsignals.

- Wenn Sie den Namen eines Signals spezifizieren, das derzeit nicht im Speicher enthalten ist, erfolgt die Fehlermeldung „Specified arb waveform does not exist“ (spezifiziertes Arbiträrsignal existiert nicht).

**DATA:ATTRibute:PTPeak? [ <Arb-Name> ]**

Dieser Abfragebefehl liefert den *Spitze-Spitze*-Wert aller Datenpunkte des spezifizierten Arbiträrsignals zurück. Der Standard-*Arb-Name* ist der Name des derzeit aktiven (mit dem Befehl FUNC:USER gewählten) Arbiträrsignals.

- Der Befehl liefert einen Wert zwischen „0“ und „+1.0“, wobei „+1.0“ der maximal möglichen Amplitude entspricht.
- Der Amplitudenbereich ist eingeschränkt, falls die Signalpunkte nicht den vollen Bereich des Ausgangs-D/A-Wandlers ausnutzen. Beispiel: Das interne Arbiträrsignal „Sinc“ nutzt nicht den vollen Wertebereich ( $\pm 1$ ) aus; dies schränkt den Amplitudenbereich auf 6087 Vpp (an 50 Ohm ) ein.
- Wenn Sie den Namen eines Signals spezifizieren, das derzeit nicht im Speicher enthalten ist, erfolgt die Fehlermeldung „Specified arb waveform does not exist“ (spezifiziertes Arbiträrsignal existiert nicht).

## Befehle zum Abspeichern/ Zurückrufen von Gerätezuständen

Der Funktionsgenerator besitzt fünf nichtflüchtige Register zum Speichern von Gerätezuständen. Diese Register sind von 0 bis 4 nummeriert. Beim Ausschalten des Funktionsgenerators wird der aktuelle Gerätezustand automatisch in das Register „0“ abgespeichert. In der manuellen Betriebsart können Sie den Registern „1“ bis „4“ benutzerdefinierte Namen zuordnen.

**\*SAV { 0 | 1 | 2 | 3 | 4 }**

Dieser Befehl speichert den aktuellen Gerätezustand in das spezifizierte nichtflüchtige Speicherregister. Falls dieses Register bereits einen Gerätezustand enthält, wird dieser überschrieben (ohne dass eine Fehlermeldung erfolgt).

4

- Sie können den aktuellen Gerätezustand in jedes beliebige der fünf Speicherregister abspeichern. Sie können jedoch einen Gerätezustand nur aus einem solchen Register zurückrufen, in das zuvor ein Gerätezustand abgespeichert wurde.
- *Über die Fernsteuerungsschnittstelle* (aber nicht in der manuellen Betriebsart) können Sie zusätzlich einen fünften Gerätezustand in das Register „0“ abspeichern. Dabei müssen Sie jedoch beachten, dass das Register „0“ beim Ausschalten des Gerätes durch den dann aktuellen Zustand überschrieben wird.
- Ein gespeicherter Gerätezustand beinhaltet folgende Informationen: Ausgangsfunktion (einschließlich dem gewählten Arbiträrsignal), Frequenz, Amplitude, DC-Offsetspannung, Tastverhältnis, Symmetrieverhältnis und Modulationsparameter.
- Wenn Sie nach dem Abspeichern des Gerätezustands ein Arbiträrsignal aus dem nichtflüchtigen Speicher löschen, gehen die Signaldaten verloren, und der Funktionsgenerator gibt bei einem späteren Zurückrufen des Gerätezustands das Signal *nicht* aus. Statt des gelöschten Signals wird das interne Arbiträrsignal „exponential rise“ ausgegeben.

- Beim Ausschalten des Gerätes wird der aktuelle Zustand automatisch in das Register „0“ abgespeichert. Sie können den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass dieser Zustand beim Einschalten des Gerätes automatisch wiederhergestellt wird. *Weitere Informationen siehe unter MEM:STAT:REC:AUTO auf Seite 264.*
- Beim Abspeichern des Gerätezustands wird auch der aktuelle Display-Zustand (Befehl DISP) abgespeichert. Wenn Sie den Gerätezustand zurückrufen, wird auch der Display-Zustand wiederhergestellt.
- Ein Reset (Befehl \*RST) beeinflusst die gespeicherten Gerätezustände *nicht*. Ein gespeicherter Zustand bleibt so lange erhalten, bis er von einem anderen Gerätezustand überschrieben oder explizit gelöscht wird.

**\*RCL { 0 | 1 | 2 | 3 | 4 }**

Dieser Befehl ruft den im spezifizierten Speicherregister enthaltenen Gerätezustand zurück. Es ist nicht möglich, einen Gerätezustand aus einem leeren Speicherregister zurückzurufen.

- Im Auslieferungszustand des Gerätes sind die Register „1“ bis „4“ leer. (Das Register „0“ enthält den Gerätezustand zum Zeitpunkt des Ausschaltens).
- Über die *Fernsteuerungsschnittstelle* (aber nicht in der manuellen Betriebsart) können Sie zusätzlich einen fünften Gerätezustand in das Register „0“ abspeichern. Dabei müssen Sie jedoch beachten, dass das Register „0“ beim Ausschalten des Gerätes durch den dann aktuellen Zustand überschrieben wird.

**MEMORY:STATE:NAME { 0 | 1 | 2 | 3 | 4 } [ ,<Name> ]**

**MEMORY:STATE:NAME? { 0 | 1 | 2 | 3 | 4 }**

Dieser Befehl ordnet dem spezifizierten Speicherregister den spezifizierten Namen zu. Die Zuordnung von Namen kann sowohl in der manuellen Betriebsart als auch über die Fernsteuerungsschnittstelle erfolgen.

Allerdings ist es nur in der manuellen Betriebsart möglich, gespeicherte Gerätezustände unter ihrem Namen zurückzurufen. (Der Befehl \*RCL erfordert einen numerischen Parameter). Der Abfragebefehl :NAME? liefert den Namen des spezifizierten Speicherregisters in Form eines in Anführungszeichen eingeschlossenen Strings zurück. Wenn dem spezifizierten Speicherregister kein benutzerdefinierter Name zugeordnet wurde, wird dessen Standardname zurückgeliefert („AUTO\_RECALL“, „STATE\_1“, „STATE\_2“, „STATE\_3“, or „STATE\_4“).

- Der benutzerdefinierte Name kann bis zu 12 Zeichen enthalten. Das erste Zeichen *muss ein Buchstabe (A-Z) sein*; die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern (0-9) oder das Unterstrich-Zeichen („\_“) sein. Leerzeichen sind nicht erlaubt. Wenn Sie einen Namen mit mehr als 12 Zeichen spezifizieren, erfolgt eine Fehlermeldung.  
Beispiel:

**MEM:STATE:NAME 1 , TEST\_WFORM\_1**

- Es ist nicht möglich, dem Speicherregister „0“ über die Frontplatte einen benutzerdefinierten Namen zuzuordnen.
- Wenn Sie keinen Namen spezifizieren (beachten Sie, dass der Parameter *Name* optional ist), wird dem betreffenden Gerätezustand der Standardname zugeordnet. Auf diese Weise können Sie einen Namen löschen (der betreffende Gerätezustand bleibt dabei *erhalten*).
- Beachten Sie, dass der Funktionsgenerator Sie *nicht* daran hindert, mehreren Registern den *gleichen* benutzerdefinierten Namen zuzuordnen. Beispielsweise können Sie den Registern „1“ und „2“ den gleichen Namen zuordnen.

**MEMORY:STATE:DELETE { 0 | 1 | 2 | 3 | 4 }**

Dieser Befehl löscht den Inhalt des spezifizierten Speicherregisters. Wenn Sie dem spezifizierten Speicherregister einen benutzerdefinierten Namen zugeordnet haben (Befehl **MEM:STAT:NAME**), überschreibt dieser Befehl außerdem den benutzerdefinierten Namen durch den Standardnamen („AUTO\_RECALL“, „STATE\_1“, „STATE\_2“ usw.). Beachten Sie, dass es nicht möglich ist, einen Gerätezustand aus einem leeren Speicherregister zurückzurufen. Wenn Sie versuchen, einen gelöschten Gerätezustand zurückzurufen, erfolgt eine Fehlermeldung.

**MEMORY:STATE:RECALL:AUTO {OFF | ON}**

**MEMORY:STATE:RECALL:AUTO?**

Mit diesem Befehl können Sie wählen, ob beim Einschalten des Funktionsgenerators automatisch der im Speicherregister „0“ gespeicherte Ausschalt-Zustand wiederhergestellt wird oder nicht. Wenn Sie „ON“ wählen, wird beim Einschalten des Gerätes automatisch der Ausschalt-Zustand wiederhergestellt. Wenn Sie „OFF“ (Standardwert) wählen, wird beim Einschalten des Gerätes ein Reset (Befehl \*RST) durchgeführt und der Gerätezustand „0“ nicht automatisch wiederhergestellt. Der Abfragebefehl :AUTO? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

**MEMORY:STATE:VALID?** {0 | 1 | 2 | 3 | 4}

Dieser Abfragebefehl ermittelt, ob das spezifizierte Speicherregister einen gültigen Gerätezustand enthält. Sie können diesen Befehl dazu verwenden, um vor dem Senden des Befehls \*RCL zu ermitteln, in dem betreffenden Speicherregister ein Gerätezustand abgelegt wurde. Der Befehl liefert den Wert „0“ zurück, falls kein Gerätezustand in das Speicherregister abgespeichert wurde oder ein dort abgelegter Gerätezustand gelöscht wurde. Falls das Speicherregister einen gültigen Gerätezustand enthält, liefert der Befehl den Wert „1“ zurück.

**MEMORY:STATE:CATalog?**

Dieser Befehl liefert die Namen zurück, die den Speicherregistern 0 - 4 zugewiesen sind. Wenn keine benutzerdefinierten Namen zugewiesen worden sind, liefert dieser Abfragbefehl die Werkseinstellungen zurück: „AUTO\_RECALL“, „STATE\_1“, „STATE\_2“, „STATE\_3“, „STATE\_4“.

*Dieser Befehl liefert den Namen der Werkseinstellung für das Register 0 („AUTO\_RECALL“) zurück, bis ein neuer Name festgelegt worden ist. Obwohl ein Name für Register 0 festgelegt werden kann, wird der Name überschrieben, wenn das Gerät aus- und wiedereingeschaltet wird und ein neuer Ausschalt-Zustand in diesen Register gespeichert wird.*

**MEMORY:NStates?**

Dieser Abfragebefehl ermittelt die Gesamtzahl der zum Speichern von Gerätezuständen verfügbaren Speicherregister. Der Befehl liefert stets den Wert „5“ zurück (das Speicherregister „0“ wird mitgezählt).

## Systembefehle

Siehe auch „Übergeordnete Systemfunktionen“, beginnend auf Seite 136 in Kapitel 3.

### **SYST:ERRor?**

Dieser Abfragebefehl liest und entfernt eine Fehlermeldung aus der *Fehlerwarteschlange*. Die Fehlerwarteschlange kann bis zu 20 Befehlsyntax- oder Hardware-Fehlermeldungen aufnehmen. Eine vollständige Liste der möglichen Fehlermeldungen finden Sie in Kapitel 5.

- Den Inhalt der Fehlerwarteschlange können Sie abfragen. Bei der Fehlerwarteschlange handelt es sich um einen FIFO- (First-in-first-out) Speicher. Das bedeutet, dass die erste eingespeicherte Fehlermeldung auch als erste ausgegeben wird. Beim Abfragen der Fehlermeldungen werden diese aus der Fehlerwarteschlange gelöscht. Bei jedem Fehler piept der Funktionsgenerator einmal (es sei denn, Sie haben das akustische Signal mit dem Befehl SYST:BEEP:STAT deaktiviert).
- Wenn mehr als 20 Fehler aufgetreten sind, wird die als letzte gespeicherte Fehlermeldung (über den zuletzt aufgetretenen Fehler) durch die Meldung „*Queue overflow*“ (FIFO-Speicher-Überlauf) ersetzt. Ab diesem Zeitpunkt werden so lange keine weiteren Fehlermeldungen mehr abgespeichert, bis Sie gespeicherte Fehlermeldungen abfragen und dadurch aus der Fehlerwarteschlange löschen. Falls die Fehlerwarteschlange beim Auslesen keine Fehlermeldungen enthält, erfolgt die Meldung „*No error*“ (kein Fehler).
- Die Fehlerwarteschlange wird durch den Befehl \*CLS (Clear Status) sowie beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes gelöscht. Auch durch das Auslesen von Fehlermeldungen werden diese aus der Fehlerwarteschlange gelöscht. Durch einen Reset (Befehl \*RST) wird die Fehlerwarteschlange *nicht* gelöscht.
- Fehlermeldungen haben das folgende Format (der Fehlerstring kann bis zu 255 Zeichen enthalten):

-113, "Undefined header"

**\*IDN?**

Dieser Befehl liest den Identifikationsstring des Funktionsgenerators ein. Der Identifikationsstring besteht aus vier durch Kommas getrennten Feldern. Das erste Feld enthält den Herstellernamen, das zweite die Modellnummer, das dritte ist unbenutzt (immer „0“) und das vierte einen Versionscode. Der Versionscode besteht aus fünf, durch Bindestriche getrennten Zahlen.

- Der Befehl liefert einen String in folgendem Format zurück (zum Einlesen müssen Sie eine String-Variable mit mindestens 50 Zeichen dimensionieren).

Agilent Technologies, 33220A, <serial number>, **f.ff-b.bb-aa-p**

**f.ff** = Firmware-Versionsnummer

**b.bb** = Versionsnummer des Boot-Kernel

**aa** = ASIC-Versionsnummer

**p** = Versionsnummer der Leiterplatte

4

**DISPlay {OFF | ON}**

**DISPlay?**

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert das Display. Im abgeschalteten Zustand werden im Display keinerlei Informationen angezeigt; die Hintergrundbeleuchtung bleibt jedoch eingeschaltet. Der Abfragebefehl :DISP? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Bei abgeschaltetem Display werden die Fernsteuerungsbefehle etwas schneller ausgeführt.
- Wenn das Gerät über die Fernsteuerungsschnittstelle den Befehl zum Anzeigen einer Meldung empfängt (Befehl DISP:TEXT) wird die betreffende Meldung auch bei abgeschaltetem Display angezeigt. Ebenso werden Fehler, die mit der Fernsteuerungsschnittstelle zusammenhängen, auch bei abgeschaltetem Display angezeigt.
- Beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes, bei einem Reset (Befehl \*RST) und beim Umschalten vom Fernsteuerungsbetrieb auf manuelle Bedienung wird das Display automatisch reaktiviert. Um das Gerät vom Fernsteuerungsbetrieb auf manuelle Bedienung umzuschalten, müssen Sie die Taste **Local** drücken oder den IEEE-488-Befehl GTL (*Go To Local*) senden.

- Wenn Sie den Gerätezustand mit Hilfe des Befehls \*SAV abspeichern, wird auch der Display-Zustand mit abgespeichert. Wenn Sie einen gespeicherten Gerätezustand mit Hilfe des Befehls \*RCL zurückrufen, wird auch der Display-Zustand wiederhergestellt.

**DISPLAY:TEXT <String in Anführungszeichen>**  
**DISPLAY:TEXT?**

Dieser Befehl zeigt eine Textmeldung im Display des Funktionsgenerators an. Die Meldung wird auch dann angezeigt, wenn das Display zuvor mit dem Befehl DISP abgeschaltet wurde. Der Abfragebefehl :TEXT? liefert die im Display angezeigte Meldung in Form eines in Anführungszeichen eingeschlossenen Strings zurück.

- Die Meldung kann Groß- und Kleinbuchstaben (A-Z), Ziffern (0-9) und alle übrigen druckbaren Zeichen enthalten, die auf einer Computer-tastatur vorhanden sind. Je nach Anzahl der Zeichen wählt der Funktionsgenerator automatisch eine von zwei möglichen Schriftgrößen. In der großen Schrift können etwa 12 Zeichen angezeigt werden, in der kleinen Schrift etwa 40 Zeichen. Beispiel:

DISP:TEXT 'Test wird ausgeführt...'

- Während einer Meldungsanzeige werden im Display keine Ausgangs-signal-Informationen wie Frequenz oder Amplitude angezeigt.

**DISPLAY:TEXT:CLEAR**

Dieser Befehl löscht die im Display des Funktionsgenerators angezeigte Textmeldung.

- Falls das Display aktiv ist (Befehl DISP ON), schaltet der Befehl DISP:TEXT:CLEAR das Display in die normale Betriebsart zurück.
- Falls das Display abgeschaltet ist (Befehl DISP OFF), löscht der Befehl DISP:TEXT:CLEAR das Display, ohne das Display zu aktivieren. Sie können das Display aktivieren, indem Sie den Befehl DISP ON senden und die Taste **Local** drücken. Sie können auch über die GPIB- oder die USB-Schnittstelle den Befehl GTL (*Go To Local*) senden. Bei einer Steuerung über LAN lautet der Befehl SYST:COMM:RLST LOC.

**\*RST**

Dieser Befehl bringt den Funktionsgenerator in die Grundeinstellung und zwar unabhängig von der mit dem Befehl **MEM:STAT:REC:AUTO** vorgenommenen Einstellung. Der Befehl **\*RST** hat jedoch keinen Einfluss auf gespeicherte Gerätezustände, gespeicherte Arbitrarsignale oder I/O-Einstellungen, die *nichtflüchtig* gespeichert sind. Dieser Befehl bewirkt gegebenenfalls den Abbruch eines Wobbelzyklus oder Bursts und die Reaktivierung des Displays, falls dieses mit dem Befehl **DISP OFF** deaktiviert wurde.

**\*TST?**

Dieser Befehl startet einen vollständigen Selbsttest. Nach Abschluss des Selbsttests wird der Wert „+0“ (PASS) oder „+1“ (FAIL) zurückgeliefert. Falls beim Selbsttest ein Fehler auftritt, werden eine oder mehrere Fehlermeldungen mit Informationen über die Fehlerursache generiert. Mit dem Befehl **SYST:ERR?** können Sie die Fehlerwarteschlange auslesen (siehe Seite 266).

**SYSTem:VERSION?**

Dieser Abfragebefehl bestimmt die installierte SCPI-Version. Dieser Befehl liefert einen String in folgendem Format zurück: „JJJJ.V“. „JJJJ“ steht für das Jahr, in dem die Version freigegeben wurde; „V“ ist eine Versionsnummer für das betreffende Jahr (Beispiel: 1999.0).

**SYSTem:BEEPer**

Dieser Befehl bewirkt die sofortige Ausgabe eines Pieptons.

**SYSTem:BEEPer:STATE {OFF|ON}**

**SYSTem:BEEPer:STATE?**

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert den Piepton, der (sowohl in der manuellen Betriebsart als auch im Fernsteuerungsbetrieb) ertönt, wenn ein Fehler auftritt. Die aktuelle Einstellung wird *nichtflüchtig* gespeichert. Der Abfragebefehl **:STAT?** liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

**SYSTem:KLOCK[:STATE] {OFF|ON}**

Mit diesem Befehl setzen Sie die Tastensperre der Frontplatte auf OFF (die Standardeinstellung) oder ON. Im Zustand **:KLOC ON** sind die Tasten der Frontplatte einschließlich der Taste **[Local]**, falls diese nicht ausgenommen wurde, gesperrt. Wenn Sie alle Tasten *außer* der Taste **[Local]** sperren möchten, müssen Sie *erst* den Befehl **SYST:KLOC:EXCL LOC** und dann den Befehl **SYST:KLOC ON** senden.

**SYSTem:KLOCK:EXCLude {NONE|LOCAL}**  
**SYSTem:KLOCK:EXCLude?**

- Im Zustand :EXCL NONE (der Standardeinstellung) ist keine Ausnahme vorgesehen; mit dem Befehl SYST:KLOC ON werden *alle* Tasten der Frontplatte einschließlich der Taste **Local** gesperrt.
- Mit :EXCL LOC wird die Taste **Local** ausgenommen; in Zustand SYST:KLOC ON sind alle Tasten der Frontplatte *außer* der Taste **Local** gesperrt.

**SYSTem:SECurity:IMMEDIATE**

Der gesamte Inhalt des Gerätespeichers außer den Boot-Parametern und den Kalibrierdaten wird gelöscht. Alle Geräteeinstellungen werden auf ihre \*RST-Werte gesetzt. **Mit diesem Befehl werden alle benutzerdefinierten Zustandsdaten, Arbiträrsignale und I/O-Einstellungen wie die IP-Adresse gelöscht.** Der Befehl dient üblicherweise dazu, den gesamten Speicherinhalt zu löschen, bevor das Gerät aus einem gesicherten Arbeitsbereich entfernt wird. **Wegen der Möglichkeit eines unbeabsichtigten Datenverlusts wird nicht empfohlen, diesen Befehl für Routine-Anwendungen zu benutzen.**

#### **\*LRN?**

Dieser Abfragebefehl liefert einen „Learn-String“ zurück, der eine Folge von SCPI-Befehlen enthält, die den aktuellen Gerätezustand repräsentieren. Zu einem späteren Zeitpunkt können Sie diesen String wieder zum Funktionsgenerator senden, um den gleichen Gerätezustand wiederherzustellen. Zur Vermeidung von Fehlfunktionen sollten Sie den String nicht verändern, bevor Sie ihn wieder zum Funktionsgenerator senden. Der „Learn-String“ besteht aus etwa 1500 Zeichen. Führen Sie erst den Befehl \*RST aus und senden Sie *dann* den „Learn-String“ an das Gerät, um Gerätefehler auszuschließen.

#### **\*OPC**

Dieser Befehl setzt das Bit „Operation Complete“ (Bit 0) des Standardereignisregisters, sobald die vorangegangenen Befehle vollständig ausgeführt wurden. Bevor dieses Bit gesetzt wird, können noch andere Befehle ausgeführt werden. Dieser Befehl kann in der getriggerten Wobbel- oder Burst-Betriebsart dazu verwendet werden, nach Abschluss des Befehls \*TRG einen Computer-Interrupt auszulösen.

**\*OPC?**

Dieser Befehl bewirkt, dass der Wert „1“ in den Ausgangspuffer geschrieben wird, sobald die vorangegangenen Befehle vollständig ausgeführt wurden. Weitere Befehle können erst nach Ausführung dieses Befehls ausgeführt werden.

**\*WAI**

Dieser Befehl weist den Funktionsgenerator an, mit der Ausführung weiterer Fernsteuerungsbefehle so lange zu warten, bis alle in Gang befindlichen Operationen ausgeführt wurden.

## Schnittstellen-Konfigurationsbefehle

*Siehe auch „Konfiguration der Fernsteuerungsschnittstelle“ auf Seite 145 in Kapitel 3.*

**Befehle für die Fern-/Lokalsteuerung des Gerätezustands:** Die folgenden Befehle stellen den Betrieb über Fernsteuerung bzw. die lokale Betriebsart des Funktionsgenerators aus einer Telnet- oder Socket-Sitzung über die LAN-Schnittstelle ein. Die Steuerung erfolgt ähnlich wie bei IEEE-488.2-Befehlen wie GTL (Go To Local) über die GPIB- und USB- Schnittstellen.

### **SYSTem:LOCal**

Der Gerätezustand wird auf lokale Betriebsart (standardmäßiger Einschaltstatus) gesetzt. Alle Anzeigen werden ausgeblendet und die Tasten der Frontplatte werden entsperrt.

### **SYSTem:REMote**

Der Gerätezustand wird auf Betrieb über Fernsteuerung gesetzt. Die Anzeige für Fernbetrieb wird eingeblendet, die Tasten der Frontplatte (außer der Taste **Local**) werden gesperrt.

### **SYSTem:RWLock**

Der Gerätezustand wird auf Betrieb über Fernsteuerung mit Tastensperre gesetzt. Die Anzeige RWL wird eingeblendet, alle Tasten der Frontplatte (einschließlich der Taste **Local**) werden gesperrt.

### **SYSTem:COMMUnicatE:RLState {LOCal|REMote|RWLock}**

Diese Befehle ermöglichen die gleichen Funktionen wie die vorherigen drei einzelnen Befehle.

- LOCal – (Standardeinstellung). Der Gerätezustand wird auf lokale Betriebsart gesetzt. Alle Anzeigen werden ausgeblendet und die Tasten der Frontplatte werden entsperrt.
- REMote – Der Gerätezustand wird auf Betrieb über Fernsteuerung gesetzt. Die Anzeige für Fernbetrieb wird eingeblendet, die Tasten der Frontplatte (außer der Taste **Local**) werden gesperrt.

- RWLock – Der Gerätezustand wird auf Betrieb über Fernsteuerung mit Tastensperre gesetzt. Die Anzeige RWL wird eingeblendet, alle Tasten der Frontplatte (einschließlich der Taste **Local**) werden gesperrt.

#### **GPIB Schnittstellen-Befehle:**

```
SYSTem:COMMUnicatE:GPIB:ADDress <Adresse>
SYSTem:COMMUnicatE:GPIB:ADDress?
```

Dieser Befehl legt die GPIB-Adresse (IEEE-488) für den Agilent 33220A fest. Die GPIB-Adresse kann einen Wert zwischen 0 und 30 haben. Die Werkseinstellung ist 10.

#### **LAN Schnittstellen-Befehle:**

```
SYSTem:COMMUnicatE:LAN:AUTOip[:STATe] {OFF|0|ON|1}
SYSTem:COMMUnicatE:LAN:AUTOip[:STATe]?
```

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die Verwendung des Auto-IP-Standards für die automatische Zuweisung einer IP-Adresse für den Agilent 33220A. Bei der Werkseinstellung ist die Verwendung (ON) aktiviert. Der Abfragebefehl liefert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Falls Sie die Auto-IP-Einstellung ändern, muss das Gerät aus- und wiedereingeschaltet werden, um die neue Einstellung zu aktivieren.
- Auto-IP verfügt über IP-Adressen aus dem Linklocal-Adressbereich (169.254.xxx.xxx).
- Die Auto-IP-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder beim Reset nicht (\*RST).

```
SYSTem:COMMUnicatE:LAN:IPADDress <Adresse>
SYSTem:COMMUnicatE:LAN:IPADDress?
```

Dem Agilent 33220A wird eine statische Internet-Protokoll-Adresse (IP) zugewiesen, die verwendet wird, wenn weder DHCP noch Auto-IP in der Lage sind, eine IP-Adresse zuzuweisen. Wenden Sie sich wegen einer gültigen IP-Adresse an Ihren Netzwerkadministrator. Der Abfragebefehl liefert die aktuelle statische IP-Adresse zurück.

- Falls Sie die Einstellung der IP-Adresse ändern, muss das Gerät aus- und wiedereingeschaltet werden, um die neue Einstellung zu

aktivieren.

- Die IP-Adresse wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder beim Reset nicht (\*RST).

**Weitere Informationen zu IP-Adressen und zur Punktnotation:** Adressen in Punktnotation („nnn.nnn.nnn.nnn“, wobei „nnn“ ein Byte-Wert ist), etwa IP-Adressen, müssen mit besonderer Sorgfalt eingegeben werden. Der Grund hierfür: Die meisten auf einem PC installierten Web-Software-Programme interpretieren Byte-Werte mit führenden Nullen als Oktalzahlen. Folglich entspricht „255.255.020.011“ der Dezimalzahl „255.255.16.9“ (und nicht der Dezimalzahl „255.255.20.11“), da „020“ ausgedrückt als Oktalzahl als „16“ und „011“ als „9“ interpretiert wird. Um Missverständnisse auszuschalten, empfiehlt es sich, ausschließlich dezimal ausgedrückte Byte-Werte (von 0 bis 255) ohne führende Nullen zu verwenden.

*Der Agilent 33220A geht davon aus, dass alle IP-Adressen sowie sonstigen Adressen mit Punktnotation als dezimale Byte-Werte ausgedrückt werden, und entfernt sämtliche führenden Nullen von diesen Byte-Werten. Wenn Sie also versuchen, in das IP-Adressfeld den Wert „255.255.020.011“ einzugeben, wird daraus der Wert „255.255.20.11“ (einen reinen Dezimalausdruck). Mit exakt dem gleichen Ausdruck, „255.255.20.11“, sollten Sie in der Web-Software Ihres PCs das Gerät adressieren. Verwenden Sie keinesfalls den Ausdruck „255.255.020.011“. Der PC interpretiert diese Adresse aufgrund der führenden Nullen anders als gewünscht.*

#### **SYSTem:COMMUnicatE:LAN:LIPaddress?**

Die „zuletzt verwendete gültige Auto-IP-Adresse“ in Punktnotation (z. B. „169.254.20.11“) wird zurückgeliefert.

#### **SYSTem:COMMUnicatE:LAN:MAC?**

Die MAC-Adresse (Media Access Control) des Agilent 33220A wird zurückgeliefert. Die 48-Bit-Adresse ist unveränderlich, und wird vom Hersteller jedem einzelnen Internetgerät zugewiesen. Die MAC-Adresse wird als 12 hexadezimale Zeichen in der Form „XX-XX-XX-XX-XX-XX“ (z. B. „00-30-D3-00-10-41“) dargestellt.

#### **SYSTem:COMMUnicatE:LAN:MEdiasense {OFF|0|ON|1}**

#### **SYSTem:COMMUnicatE:LAN:MEdiasense?**

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die Funktion MEDiasense. Bei Aktivierung erkennt diese Funktion den Verlust von LAN-Konnektivität ab 20 Sekunden, sucht nach einer Wiederverbindung, und startet das LAN neu. Bei der Werkseinstellung ist die Verwendung (ON) aktiviert. Der Abfragebefehl liefert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Falls Sie die Einstellung für MEDiasense ändern, muss das Gerät aus- und wiedereingeschaltet werden, um die neue Einstellung zu aktivieren.
- Die MEDiasense-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder beim Reset nicht (\*RST).

**SYSTem:COMMunicate:LAN:NETBios {OFF|0|ON|1}**  
**SYSTem:COMMunicate:LAN:NETBios?**

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert die Verwendung von NETBios zur automatischen Zuweisung einer IP-Adresse für den Agilent 33220A für die Peer-to-Peer-Bezeichnung auf einem privaten Netzwerk, das den NETBios Naming Service verwendet. Bei der Werkseinstellung ist die Verwendung (ON) aktiviert. Der Abfragebefehl liefert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

- Falls Sie die Einstellung für NETBios ändern, muss das Gerät aus- und wiedereingeschaltet werden, um die neue Einstellung zu aktivieren.
- Die NETBios-Einstellung wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder beim Reset nicht (\*RST).

```
SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:PROMpt <String>
SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:PROMpt?
```

Diese Befehlsanzeige wird ausgewählt, wenn eine Telnet-Sitzung für die Kommunikation mit dem Agilent 33220A verwendet wird. Die Standardanzeige ist „33220A“.

- Der Agilent 33220A verwendet für Telnet-Sitzungen den LAN-Anschluss 5024.
- Telnet-Sitzungen werden normalerweise von der Shell eines Host-Computers aus gestartet:

```
telnet <IP_Adresse> <Anschluss>
```

Z. B.:

```
telnet 169.254.2.20 5024
```

4

Um eine Telnet-Sitzung zu beenden, drücken Sie auf <**Cntr-D**>.

- Die Anzeige besteht aus einem in Anführungszeichen gesetzten String mit bis zu 15 Zeichen.
- Die Befehlsanzeige wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder beim Reset nicht (\*RST).

```
SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:WMESSage <String>
SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:WMESSage?
```

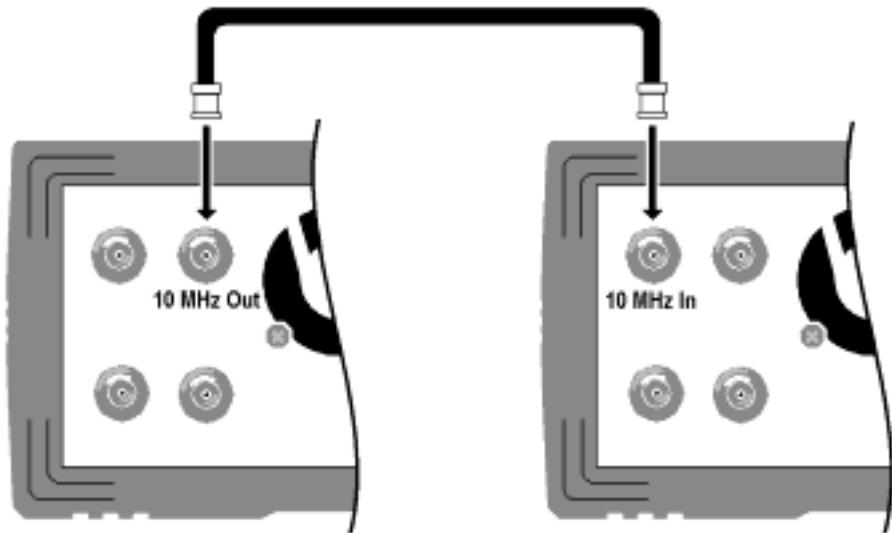
Dieser Befehl legt die Begrüßungsnachricht fest, wenn eine Telnet-Sitzung für die Kommunikation mit dem Agilent 33220A verwendet wird. Die Standard-Begrüßungsnachricht ist „Welcome to Agilent's 33220A Waveform Generator“.

- Der Agilent 33220A verwendet für Telnet-Sitzungen den LAN-Anschluss 5024.
- Die Nachricht besteht aus einem in Anführungszeichen gesetzten String mit bis zu 63 Zeichen.
- Die Begrüßungsnachricht wird *nichtflüchtig* abgespeichert und ändert sich beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes oder beim Reset nicht (\*RST).

**Verwenden des LAN-Anschlusses** Der Agilent 33220A verwendet den LAN-Anschluss 5024 für Telnet-Sitzungen, und den LAN-Anschluss 5025 für Socket-Sitzungen. Weitere Informationen zu Socket-Sitzungen, finden Sie auf der *Agilent 33220A Product Reference CD* unter dem White Paper „Socket Connections for LAN-enabled Instruments“.

## Phasensynchronisationsbefehle (Nur Option 001)

Die rückseitigen Steckverbinder *10 MHz In* und *10 MHz Out* (nur mit Option 001 verfügbar) ermöglichen es Ihnen, mehrere Funktionsgeneratoren Agilent 33220A miteinander oder mit einem externen 10 MHz-Taktsignal zu synchronisieren (siehe Abbildung). Dabei können Sie den Phasen-Offset zwischen den Geräten sowohl über die Frontplatte als auch über die Fernprogrammierungsschnittstelle steuern.



**Hinweis:** Sie können die unten beschriebenen Befehle zur Phasensynchronisierung nutzen, um mehrere Geräte des Typs 33220A zu synchronisieren. Dabei muss in **allen** Geräten Option 001 (Externe Zeitbasis-Referenz) installiert sein. Mit dieser Option sind die rückseitigen Steckverbinder „*10 MHz Out*“ und „*10 MHz In*“ sowie die für die Synchronisierung der Geräte nötigen Schaltungen verfügbar.

Weitere Informationen zur Verwendung dieser Funktionen siehe auch „Externe Zeitbasisreferenz (Option 001)“ auf Seite 153.

**PHASE { <Winkel> | MINimum | MAXimum }**  
**PHASE? [ MINimum | MAXimum ]**

Dieser Befehl spezifiziert die Phase des Ausgangssignals in Grad oder rad (je nachdem, welche Einheit zuvor mit dem Befehl **UNIT:ANGL** gewählt wurde). (Dieser Befehl ist für die Ausgangsfunktionen „Pulse“

und „Noise“ nicht verfügbar). Spezifizieren Sie einen Wert zwischen -360 Grad und +360 Grad oder  $-2\pi$  bis  $+2\pi$  rad. Der Standardwert ist 0 Grad (0 rad). MIN = -360 Grad ( $-2\pi$  rad). MAX = +360 Grad ( $+2\pi$  rad). Der Abfragebefehl :PHAS? liefert den Phasenoffset in Grad bzw. rad zurück.

- Die zur Phasensynchronisation mit dem externen Referenzsignal erforderliche Phasenänderung verursacht eine momentane Diskontinuität im Ausgangssignal.
- Die Phasensynchronisation hat nichts mit der mit dem Befehl BURS : PHAS (siehe Seite 243) spezifizierten Burst-Phase zu tun.

**UNIT:ANGLE {DEGree|RADian}**  
**UNIT:ANGLE?**

Dieser (nur im Fernsteuerungsbetrieb verfügbare) Befehl wählt die Einheit (Grad oder rad) für den mit dem Befehl PHAS spezifizierten Phasenoffset. Die Standard-Einheit ist DEG. Der Abfragebefehl :ANGL? liefert den Wert „DEG“ oder „RAD“ zurück.

- Im Display wird der Phasenoffset stets in Grad angezeigt (die Einheit rad ist nicht verfügbar). Wenn Sie die Start-Phase über die Fernsteuerungsschnittstelle spezifizieren und dann auf manuelle Bedienung umschalten, wird der Phasenoffsetwert automatisch in Grad umgerechnet.

#### **PHASE:REFERENCE**

Dieser Befehl legt einen neuen Null-Phasen-Referenzpunkt fest, ohne das Ausgangssignal des Funktionsgenerators zu verändern. Dieser Befehl setzt den mit dem Befehl PHAS? zurückgelieferten Phasenwert zurück, was jedoch *keine* Auswirkungen auf die Ausgangswellenform hat. Er entspricht dem Softkey **Set 0 Phase** des „Utility“-Menüs der Frontplatte. Weitere Informationen finden Sie unter „Externe Zeitbasisreferenz (Option 001)“ auf Seite 153. Zu diesem Befehl gibt es *keinen* entsprechenden Abfragebefehl.

**PHASE:UNLOCK:ERRor:STATE {OFF|ON}**  
**PHASE:UNLOCK:ERRor:STATE?**

Dieser Befehl spezifiziert, ob der Funktionsgenerator bei einem etwaigen Verlust der Phasensynchronisation eine Fehlermeldung generiert oder nicht. Die Standardeinstellung ist OFF. Wenn die Fehlermeldung aktiviert wurde, wird bei einem Verlust der Phasensynchronisation die Fehlermeldung „Reference phase-locked loop is unlocked“ generiert. Die

„Unlock error“-Einstellung wird *nicht* im *nichtflüchtigen* Speicher gespeichert. Dies bedeutet, dass die Einstellung beim Ausschalten des Geräts *nicht erhalten* bleibt. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

## SCPI-Statussystem

Dieser Abschnitt beschreibt die Struktur des vom Funktionsgenerator verwendeten SCPI-Statussystems. Das Statussystem zeichnet diverse Gerätezustände in mehreren Registergruppen auf (siehe Abbildung weiter unten). Jede dieser Registergruppen umfasst wiederum untergeordnete Register, nämlich „Condition“-Register, „Event“-Register und „Enable“-Register, welche die von bestimmten Bits innerhalb der Registergruppe ausgelösten Aktionen steuern.

### Was ist ein „Condition“-Register?

Ein „Condition“-Register überwacht kontinuierlich den Zustand des Gerätes. Die Bits des „Condition“-Registers werden in Echtzeit aktualisiert und sind weder selbsthaltend („latched“) noch gepuffert. Dies ist ein Nur-Lese-Register; die Bits dieses Registers werden beim Abfragen des Registers nicht zurückgesetzt. Die Abfrage eines „Condition“-Registers liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller gesetzten Register-Bits entspricht.

### Was ist ein „Event“-Register?

Ein „Event“-Register ist ein selbsthaltendes („Latch“-) Register, das die diversen Ereignisse aus Änderungen im „Condition“-Register festhält. Aufeinanderfolgende Ereignisse werden nicht gepuffert: Wenn ein „Event“-Bit gesetzt ist, werden weitere Ereignisse, die durch dieses Bit repräsentiert werden, ignoriert. Dies ist ein Nur-Lese-Register. Wenn ein Bit gesetzt ist, bleibt es so lange gesetzt, bis es durch einen Abfragebefehl (beispielsweise STAT:QUES:EVEN?) oder den Befehl \*CLS (Clear Status) zurückgesetzt wird. Die Abfrage dieses Registers liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller gesetzten Register-Bits entspricht.

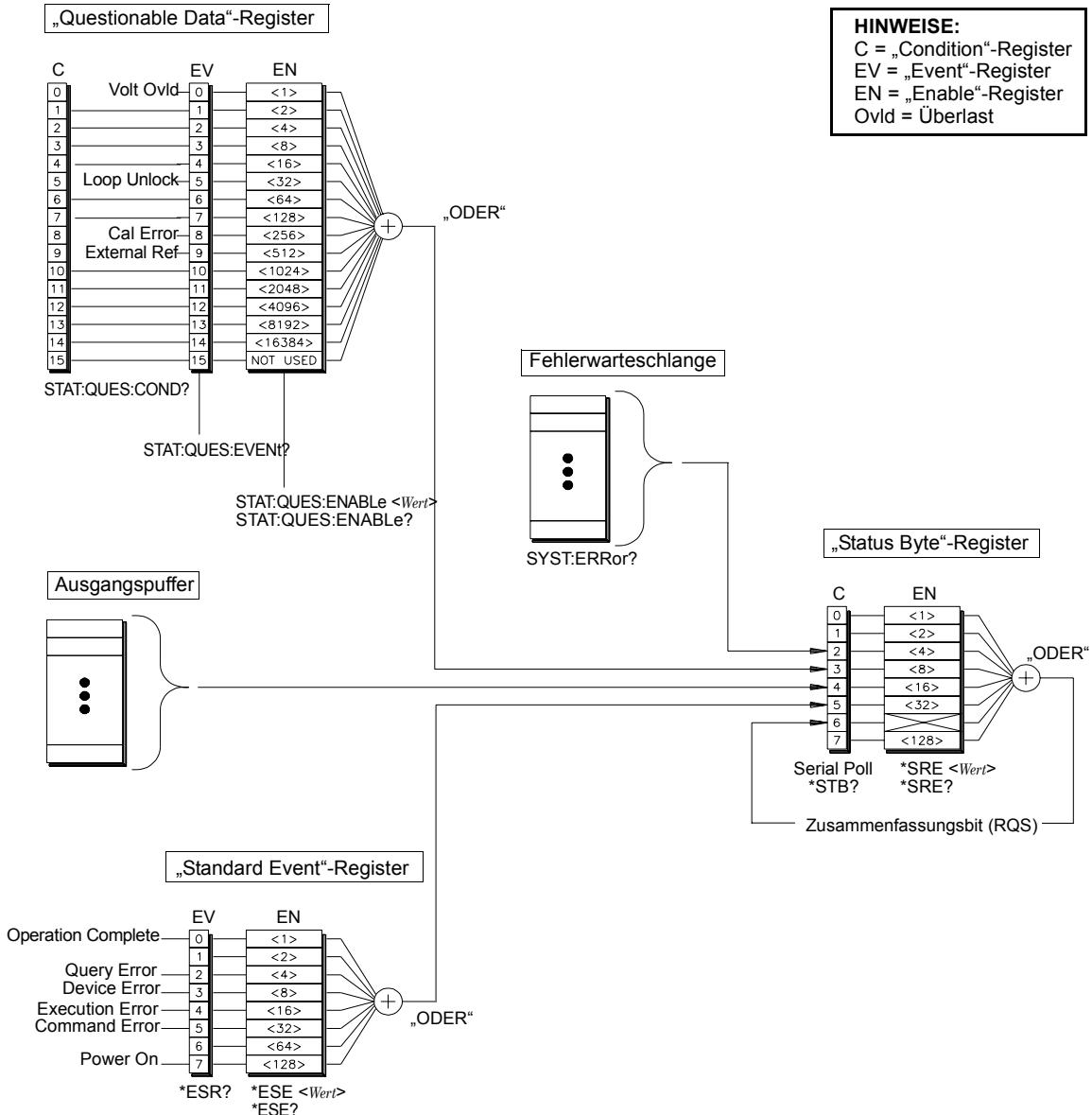
### Was ist ein „Enable“-Register?

Ein „Enable“-Register definiert, welche Bits im „Event“-Register an die Registergruppe „Status Byte“ gemeldet werden. Die Bits eines „Enable“-Registers können sowohl gelesen als auch gesetzt/zurückgesetzt werden. Der Befehl \*CLS (Clear Status) setzt alle Bits des „Event“-Registers zurück, *nicht* jedoch das „Enable“-Register. Der Befehl STAT:PRESET setzt alle Bits des „Enable“-Registers zurück. Zum Aktivieren der „Enable“-Register-Bits, die an das „Status Byte“-Register gemeldet werden sollen, müssen Sie einen Dezimalwert, welcher der binär gewichteten Summe der betreffenden Bits entspricht, in das Register schreiben.

## Kapitel 4 Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen

### SCPI-Statussystem

4



## „Status Byte“-Register

Das „Status Byte“-Register zeigt zusammenfassend die Zustände der anderen Status-Register an. Wann immer der Ausgangspuffer des Funktionsgenerators Daten enthält, ist das „Message Available“-Bit (Bit 4) gesetzt. Wenn ein „Event“-Register aus einer der übrigen Registergruppen zurückgesetzt wird, werden auch die entsprechenden Bits im „Status Byte“-Register zurückgesetzt. Durch das Lesen aller Daten aus dem Ausgangspuffer (einschließlich wartender Abfragen) wird das „Message Available“-Bit zurückgesetzt. Um die „Enable“-Register-Maske zu setzen und einen SRQ (Service Request, Bedienungsanforderung) zu generieren, müssen Sie mit dem Befehl \*SRE einen entsprechenden Dezimalwert in das Register schreiben.

### Bit-Definitionen – „Status Byte“-Register

| Bit-Nummer            | Dezimalwert | Definition                                                                                                                        |
|-----------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 <i>Unbenutzt</i>    | 1           | <i>Dieses Bit ist unbenutzt.<br/>Es hat stets den Wert „0“.</i>                                                                   |
| 1 <i>Unbenutzt</i>    | 2           | <i>Dieses Bit ist unbenutzt.<br/>Es hat stets den Wert „0“.</i>                                                                   |
| 2 „Error Queue“       | 4           | Die Fehlerwarteschlange enthält eine oder mehrere Fehlermeldungen.                                                                |
| 3 „Questionable Data“ | 8           | Ein oder mehrere Bits des „Questionable Data“-Registers sind gesetzt (die betreffenden Bits müssen aktiviert – „enabled“ – sein). |
| 4 „Message Available“ | 16          | Im Ausgangspuffer stehen Daten bereit.                                                                                            |
| 5 „Standard Event“    | 32          | Ein oder mehrere Bits des „Standard Event“-Registers sind gesetzt (die betreffenden Bits müssen aktiviert – „enabled“ – sein).    |
| 6 „Master Summary“    | 64          | Ein oder mehrere Bits des „Status Byte“-Registers sind gesetzt (die betreffenden Bits müssen aktiviert – „enabled“ – sein).       |
| 7 <i>Unbenutzt</i>    | 128         | <i>Dieses Bit ist unbenutzt.<br/>Es hat stets den Wert „0“.</i>                                                                   |

Das „Status Byte Condition“-Register wird gelöscht, wenn:

- das Gerät den Befehl \*CLS (Clear Status) empfängt;
- Wenn ein „Event“-Register aus einer der übrigen Registergruppen abgefragt wird (im „Condition“-Register werden nur die entsprechenden Bits zurückgesetzt).

Das „Status Byte Enable“-Register wird gelöscht, wenn:

- das Gerät den Befehl \*SRE 0 empfängt;
- das Gerät eingeschaltet wird und zuvor mit dem Befehl \*PSC 1 konfiguriert wurde. Beachten Sie, dass das „Enable“-Register beim Einschalten des Gerätes *nicht* zurückgesetzt wird, wenn das Gerät zuvor mit dem Befehl \*PSC 0 konfiguriert wurde.

## **Bedienungsanforderung (SRQ) und serielle Abfrage (POLL)**

Wenn Sie diese Funktionen benutzen wollen, müssen Sie Ihren Computer so konfigurieren, dass er IEEE-488 „Service Request“ (SRQ) Interrupts verarbeitet. Spezifizieren Sie mit dem Befehl \*SRE durch Setzen der entsprechenden Bits des „Status Byte Enable“-Registers die Bedingungen, unter denen der Funktionsgenerator die SRQ-Leitung setzt. Wenn Bit 6 (RQS) von „0“ auf „1“ wechselt, wird eine Bedienungsanforderung an den Computer gesendet. Der Computer kann dann mittels einer seriellen Abfrage der am Bus angeschlossenen Geräte herausfinden, welches Gerät die Bedienungsanforderung gesendet hat (nämlich dasjenige, bei dem das Bit 6 gesetzt ist).

Durch eine serielle Abfrage werden das Bit 6 (RQS) und die SRQ-Leitung zurückgesetzt. Auf die übrigen Bits hat die serielle Abfrage keinen Einfluss. Das „Master Summary Bit“ in der \*STB?-Antwort wird nicht zurückgesetzt.

Senden Sie zur Durchführung einer seriellen Abfrage die IEEE-488-Nachricht „Serial Poll“. Das Gerät antwortet mit einem Ein-Byte-Binärwert. Die serielle Abfrage wird von der IEEE-488-Bus-Interface-Hardware automatisch abgewickelt.

Im Gegensatz zu ASCII-Befehlen und einigen anderen GPIB-Befehlen wird eine serielle Abfrage sofort und ohne Zutun des geräteinternen Hauptprozessors ausgeführt. Der bei einer seriellen Abfrage gemeldete Status zeigt daher nicht unbedingt die Auswirkung des zuletzt gesendeten Befehls an. Mit dem Befehl \*OPC? können Sie vor einer seriellen Abfrage sicherstellen, dass alle Befehle, die vorher an das Gerät gesendet wurden, ausgeführt wurden.

## **Lesen des „Status Byte“-Registers mit dem Befehl \*STB?**

Der Befehl \*STB? ähnelt einer seriellen Abfrage, wird jedoch wie jeder andere ASCII-Gerätebefehl ausgeführt. Der Befehl \*STB? liefert das gleiche Ergebnis wie eine serielle Abfrage, setzt aber das Bit 6 *nicht* zurück, solange die Zustände, die zum Setzen dieses Bits geführt haben, weiterhin bestehen.

Der Befehl \*STB? wird von der IEEE-488 Bus-Interface-Hardware nur dann ausgeführt, wenn alle vorangegangenen Befehle vollständig ausgeführt wurden. Es ist nicht möglich, eine bestehende Bedienungsanforderung mit dem Befehl \*STB? zurückzusetzen.

### **„Message Available“-Bit (MAV)**

Mit Hilfe des „Message Available“-Bits (Bit 4) des „Status Byte“-Registers können Sie feststellen, wann Daten zum Einlesen in den Computer bereitstehen. Das Gerät setzt das Bit 4 erst dann zurück, wenn alle Nachrichten aus dem Ausgangspuffer gelesen wurden.

## **Unterbrechung des Computers durch eine Bedienungsanforderung (SRQ)**

1. Senden Sie eine „Device Clear“-Nachricht (beispielsweise CLEAR 710) an den Funktionsgenerator, um den Ausgangspuffer zu löschen und sicherzustellen, dass das Gerät nachfolgende Befehle empfängt und verarbeitet.
2. Setzen Sie die „Event“-Register und die Fehlerwarteschlange mit dem Befehl \*CLS zurück.
3. Konfigurieren Sie die „Enable“-Register-Masken. Konfigurieren Sie das „Standard Event Enable“-Register mit dem Befehl \*ESE und das „Status Byte Enable“-Register mit dem Befehl \*SRE.
4. Senden Sie zur Gewährleistung der Synchronisation den Befehl \*OPC? (Operation Complete Query) und lesen Sie das Ergebnis ein.
5. Aktivieren Sie an Ihrem Computer den IEEE-488 SRQ-Interrupt.

## Überprüfung der vollständigen Ausführung einer Befehlsfolge

1. Senden Sie eine „Device Clear“-Nachricht (beispielsweise CLEAR 710) an den Funktionsgenerator, um den Ausgangspuffer zu löschen und sicherzustellen, dass das Gerät nachfolgende Befehle empfängt und verarbeitet.
2. Setzen Sie die „Event“-Register und die Fehlerwarteschlange mit dem Befehl \*CLS zurück.
3. Setzen Sie mit dem Befehl \*ESE 1 das „Operation Complete“-Bit (Bit 0) des „Standard Event“-Registers.
4. Senden Sie zur Gewährleistung der Synchronisation den Befehl \*OPC? (Operation Complete Query) und lesen Sie das Ergebnis ein.
5. Senden Sie die gewünschte Befehlsfolge und danach den Befehl \*OPC (Operation Complete). Nach vollständiger Ausführung aller Befehle wird das „Operation Complete“-Bit (Bit 0) des „Standard Event“-Registers gesetzt.
6. Überprüfen Sie durch eine serielle Abfrage, ob das Bit 5 („Standard event“) des Registers „Status Byte“ gesetzt ist. Alternativ könnten Sie den Funktionsgenerator mit dem Befehl \*SRE 32 („Status Byte Enable“-Register, Bit 5) für einen SRQ-Interrupt konfigurieren.

## „Questionable Status“-Register

Die „Questionable Data“-Registergruppe liefert Informationen über die Qualität oder Integrität des Funktionsgenerators. Einzelne dieser Bedingungen, oder auch alle, werden bei entsprechender Programmierung des „Enable“-Registers an das „Questionable Data“-Bit gemeldet. Zum Programmieren der „Enable“-Registermaske müssen Sie mit dem Befehl STAT:QUES:ENABLE einen entsprechenden Dezimalwert in das Register schreiben.

### Bit-Definitionen – „Questionable Data“-Register

| Bit-Nummer             | Dezimalwert | Definition                                                                                                                                                     |
|------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 „Voltage Overload“   | 1           | Externe Überspannung am Anschluss OUTPUT. Der Ausgang wurde deaktiviert.                                                                                       |
| 1 Unbenutzt            | 2           | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 2 Unbenutzt            | 4           | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“                                                                                                         |
| 3 Unbenutzt            | 8           | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 4 Unbenutzt            | 16          | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 5 „Loop Unlocked“      | 32          | Die Phasensynchronisation ist verloren gegangen. Hierdurch wird die Frequenzgenauigkeit beeinträchtigt.                                                        |
| 6 Unbenutzt            | 64          | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 7 Unbenutzt            | 128         | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 8 „Calibration Error“  | 256         | Der Fehler trat während einer Kalibrierung auf, oder der Inhalt des Kalibrierdatenspeichers ist verloren gegangen, oder der Kalibrierschutz wurde deaktiviert. |
| 9 „External Reference“ | 512         | Es wird eine externe Zeitbasis verwendet.                                                                                                                      |
| 10 Unbenutzt           | 1024        | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 11 Unbenutzt           | 2048        | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 12 Unbenutzt           | 4096        | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 13 Unbenutzt           | 8192        | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 14 Unbenutzt           | 16384       | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |
| 15 Unbenutzt           | 32768       | Dieses Bit ist unbenutzt.<br>Es hat stets den Wert „0“.                                                                                                        |

Das „Questionable Data Event“-Register wird zurückgesetzt, wenn

- das Gerät den Befehl \*CLS (Clear Status) empfängt;
- das Register mit dem Befehl STAT:QUES:EVEN? abgefragt wird.

Das „Questionable Data Enable“-Register wird zurückgesetzt, wenn

- das Gerät eingeschaltet wird (der Befehl \*PSC hat keinen Einfluss);
- das Gerät den Befehl STAT: PRES empfängt;
- das Gerät den Befehl STAT: QUES: ENAB 0 empfängt.

### **„Standard Event“-Register**

Die „Standard Event“-Registergruppe meldet folgende Ereignistypen: „Power-on detected“, Befehlssyntaxfehler, Befehlsausführungsfehler, Selbsttest- oder Kalibrierfehler, Abfragefehler. Außerdem meldet diese Registergruppe, wenn der Befehl \*OPC ausgeführt wurde. Einzelne dieser Bedingungen, oder auch alle, werden bei entsprechender Programmierung des „Enable“-Registers an das „Standard Event“-Bit gemeldet. Zum Konfigurieren der „Enable“-Register-Maske schreiben Sie mit dem Befehl \*ESE einen entsprechenden Dezimalwert in das Register.

## 4

### **Bit-Definitionen – „Standard Event“-Register**

| Bit-Nummer             | Dezimalwert | Definition                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 „Operation Complete“ | 1           | Alle Befehle bis einschließlich *OPC wurden ausgeführt <u>und</u> der überlappte Befehl (beispielsweise *TRG für Burst) wurde ausgeführt.                                                                                                                                                 |
| 1 <i>Unbenutzt</i>     | 2           | <i>Dieses Bit ist unbenutzt.</i>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2 „Query Error“        | 4           | <i>Es hat stets den Wert „0“.</i><br>Das Gerät versuchte, den Ausgangspuffer zu lesen, aber dieser war leer. Oder: Das Gerät hat eine neue Befehlszeile empfangen, bevor eine vorangehende Abfrage eingelesen war. Oder: Sowohl der Eingangspuffer als auch der Ausgangspuffer sind voll. |
| 3 „Device Error“       | 8           | Es ist ein Selbsttest-, Kalibrier- oder gerätespezifischer Fehler aufgetreten (siehe Kapitel 5).                                                                                                                                                                                          |
| 4 „Execution Error“    | 16          | Es ist ein Ausführungsfehler aufgetreten (siehe Kapitel 5).                                                                                                                                                                                                                               |
| 5 „Command Error“      | 32          | Es ist ein Befehlssyntaxfehler aufgetreten (siehe Kapitel 5).                                                                                                                                                                                                                             |
| 6 <i>Unbenutzt</i>     | 64          | <i>Dieses Bit ist unbenutzt.</i><br><i>Es hat stets den Wert „0“.</i>                                                                                                                                                                                                                     |
| 7 „Power On“           | 128         | Das Gerät wurde aus- und wieder eingeschaltet, seit das „Event“-Register das letzte Mal gelesen oder zurückgesetzt wurde.                                                                                                                                                                 |

Das „Standard Event“-Register wird zurückgesetzt, wenn

- das Gerät den Befehl \*CLS empfängt;
- das „Event“-Register mit dem Befehl \*ESR? abgefragt wird.

Das „Standard Event Enable“-Register wird zurückgesetzt, wenn

- das Gerät den Befehl \*ESE 0 empfängt;
- das Gerät eingeschaltet wird und zuvor mit dem Befehl \*PSC 1 konfiguriert wurde. Beachten Sie, dass das „Enable“-Register beim Einschalten des Gerätes *nicht* zurückgesetzt wird, wenn das Gerät zuvor mit dem Befehl \*PSC 0 konfiguriert wurde.

## Statusregisterbefehle

*Mit den folgenden Befehlen können Sie auf das „Status System“-Registers zugreifen.*

### **„Status Byte“-Register-Befehle**

*Die Definitionen der Register-Bits sind in der Tabelle auf Seite 283 zusammengefasst.*

#### **\*STB?**

Dieser Befehl fragt das Zusammenfassungs- („Condition“) Register in dieser Registergruppe ab. Dieser Befehl ähnelt einer seriellen Abfrage, wird jedoch wie jeder andere Gerätebefehl ausgeführt. Er liefert das gleiche Ergebnis wie eine serielle Abfrage, setzt aber das „Master Summary“-Bit (Bit 6) *nicht* zurück.

#### **\*SRE <Aktivierungswert>**

#### **\*SRE?**

Dieser Befehl spezifiziert, welche Bits des „Status Byte“-Registers eine Bedienungsanforderung (SRQ) auslösen. Um bestimmte Bits SRQ-fähig zu machen, müssen Sie einen Dezimalwert in das Register schreiben, welcher der binär gewichteten Summe der betreffenden Register-Bits entspricht. Die gewählten Bits werden im „Master Summary“-Bit (Bit 6) des „Status Byte“-Registers zusammengefasst. Wenn eines der gewählten Bits von „0“ auf „1“ wechselt, wird ein SRQ ausgelöst. Der Abfragebefehl \*SRE? liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller mit dem Befehl \*SRE SRQ-fähig gemachten Bits entspricht.

- Der Befehl \*CLS (Clear Status) setzt alle Bits des „Event“-Registers zurück, *nicht* jedoch das „Enable“-Register.
- Der Befehl STATus:PRESet setzt *nicht* die Bits des „Status Byte Enable“-Registers zurück.
- Der Befehl \*PSC 0 bewirkt, dass der Inhalt des „Enable“-Registers beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes erhalten bleibt.

### „Questionable Data Register“-Befehle

*Die Definitionen der Register-Bits sind in der Tabelle auf Seite 287 zusammengefasst.*

#### **STATus:QUESTIONable:CONDITION?**

Dieser Befehl fragt das „Condition“-Register in dieser Registergruppe ab. Dies ist ein Nur-Lese-Register; die Bits dieses Registers werden beim Abfragen des Registers nicht zurückgesetzt. Die Abfrage dieses Registers liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller gesetzten Register-Bits entspricht.

#### **STATus:QUESTIONable[ :EVENT ]?**

Dieser Befehl fragt das „Event“-Register in dieser Registergruppe ab. Dies ist ein Nur-Lese-Register. Ein gesetztes Bit bleibt so lange gesetzt, bis es mit diesem Befehl oder mit dem Befehl \*CLS (Clear Status) zurückgesetzt wird. Die Abfrage dieses Registers liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller gesetzten Register-Bits entspricht.

#### **STATus:QUESTIONable:ENABLE <Aktivierungswert>**

#### **STATus:QUESTIONable:ENABLE?**

Dieser Befehl aktiviert die spezifizierten Bits im „Enable“-Register dieser Registergruppe. Die Werte der ausgewählten Bits werden dann dem Register „Status Byte“ gemeldet. Der Befehl \*CLS (Clear Status) setzt alle Bits des „Event“-Registers zurück, *nicht* jedoch das „Enable“-Register. Der Befehl STATus:PRESet setzt alle Bits des „Enable“-Registers zurück. Zum Aktivieren von Bits eines „Enable“-Registers müssen Sie einen Dezimalwert in das Register einspeichern, welcher der binär gewichteten Summe der zu setzenden Bits entspricht.

Der Abfragebefehl :ENAB? liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller mit dem Befehl STAT:QUES:ENAB aktivierte Bits entspricht.

**„Standard Event Register“-Befehle**

Die Definitionen der Register-Bits sind in der Tabelle auf Seite 288 zusammengefasst.

**\*ESR?**

Dieser Befehl fragt das „Standard Event Status“-Register ab. Ein gesetztes Bit bleibt so lange gesetzt, bis es mit diesem Befehl abgefragt oder mit dem Befehl \*CLS (Clear Status) zurückgesetzt wird. Die Abfrage dieses Registers liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller gesetzten Register-Bits entspricht.

**\*ESE <Aktivierungswert>**

**\*ESE?**

Dieser Befehl spezifiziert, welche Bits des „Standard Event Status“-Registers an das „Status Byte“-Register gemeldet werden. Die gewählten Bits werden im „Standard Event“-Bit (Bit 5) des „Status Byte“-Registers zusammengefasst. Der Abfragebefehl \*ESE? liefert einen Dezimalwert zurück, welcher der binär gewichteten Summe aller mit dem Befehl \*ESE SRQ-fähig gemachten Bits entspricht.

- Der Befehl \*CLS (Clear Status) setzt alle Bits des „Event“-Registers zurück, *nicht* jedoch das „Enable“-Register.
- Der Befehl STATus:PRESet setzt *nicht* die Bits des „Status Byte Enable“-Registers zurück.
- Der Befehl \*PSC 0 bewirkt, dass der Inhalt des „Enable“-Registers beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes erhalten bleibt.

### Sonstige „Status Register“-Befehle

#### \*CLS

Dieser Befehl setzt das „Event“-Register in allen Registergruppen zurück. Dieser Befehl leert außerdem die Fehlerwarteschlange und bringt eine \*OPC Operation ab.

#### STATus:PRESet

Dieser Befehl setzt alle Bits des „Questionable Data Enable“-Registers und des „register and the „Standard Operation Enable“-Registers zurück.

#### \*PSC {0|1}

#### \*PSC?

*Power-On Status Clear.* Dieser Befehl bewirkt, dass das „Standard Event Enable“-Register und das „Status Byte Condition“-Register beim Einschalten des Gerätes zurückgesetzt werden (\*PSC 1). Wenn das Gerät sich im Modus \*PSC 0 befindet, werden diese beiden Register beim Einschalten *nicht* zurückgesetzt. Der Standardmodus ist \*PSC 1. Der Abfragebefehl \*PSC? liefert den mit dem Befehl \*PSC spezifizierten Modus zurück: „0“ (Register wird beim Einschalten nicht zurückgesetzt) oder „1“ (Register wird beim Einschalten zurückgesetzt).

#### \*OPC

Dieser Befehl setzt das Bit „Operation Complete“ (Bit 0) des „Standard Event“-Registers, sobald die vorangegangenen Befehl ausgeführt wurden. In der Betriebsart bus-getriggerte Wobbelung oder bus-getriggter Burst kann es vorkommen, dass Befehle ausgeführt werden, *nachdem* das Gerät den Befehl \*OPC empfangen hat und *bevor* das „Operation Complete“-Bits im Register gesetzt wurde.

## Kalibrierbefehle

Eine Übersicht über die Kalibrierfunktionen finden Sie unter „Überblick über die Kalibrierung“ in Kapitel 3 ab Seite 158. Eine ausführliche Beschreibung der Kalibrierprozeduren finden Sie in Kapitel 4 des *Service Guide* zum Agilent 33220A.

**CAL:SECURE:STATE {OFF|ON},<Code>**  
**CAL:SECURE:STATE?**

Dieser Befehl deaktiviert oder aktiviert den Kalibrierschutz. Der Kalibrierschutzcode kann aus maximal 12 Zeichen bestehen. Der Abfragebefehl :STAT? liefert den Wert „0“ (OFF) oder „1“ (ON) zurück.

**CAL:SETUP <0|1|2|3| . . . |94>**  
**CAL:SETUP?**

Dieser Befehl konfiguriert den internen Status des Funktionsgenerators für jeden der auszuführenden Kalibrierschritte. Der Abfragebefehl :SET? fragt die Kalibrier-Setup-Nummer ab und meldet einen Wert zwischen „0“ und „94“.

**CAL:VALUE <Wert>**  
**CAL:VALUE?**

Dieser Befehl spezifiziert den Wert des bekannten Kalibriersignals. (Einzelheiten hierzu siehe Beschreibung der Kalibrierprozeduren im *Service Guide* zum Agilent 33220A). Konfigurieren Sie für jeden der auszuführenden Kalibrierschritte den internen Zustand des Funktionsgenerators mit dem Befehl CAL:SET. Der Abfragebefehl :VAL? liefert eine Zahl im Format „+1.000000000000E+01“ zurück.

**CAL?**

Dieser Befehl initiiert eine Kalibrierung unter Verwendung des mit dem Befehl CAL:VAL spezifizierten Kalibrierwertes. Erst nach Eingabe des richtigen Sicherheitscodes können Sie den Funktionsgenerator kalibrieren. Nach Abschluss der Kalibrierung wird der Wert „+0“ (PASS) oder „+1“ (FAIL) zurückgeliefert.

**CAL:SECURE:CODE <Neuer Code>**

Dieser Befehl gibt einen neuen Kalibrierschutzcode ein. Zum Ändern des Kalibrierschutzcodes müssen Sie zuerst den Kalibrierschutz unter

Verwendung des alten Codes deaktivieren und dann einen neuen Code eingeben. Der Kalibrierschutzcode wird *nichtflüchtig* gespeichert.

- Der Kalibrierschutzcode kann aus maximal 12 Zeichen bestehen. Das erste Zeichen *muss ein Buchstabe (A-Z) sein*; die übrigen Zeichen können Buchstaben, Ziffern (0-9) oder das Unterstrich-Zeichen („\_“) sein. Der Sicherheitscode kann auch kürzer als 12 Zeichen sein, aber das erste Zeichen *muss* auf jeden Fall ein Buchstabe sein.

#### **CAL:COUNT?**

Dieser Befehl fragt ab, wie oft der Funktionsgenerator kalibriert wurde. Beachten Sie, dass das Gerät auch vor der Auslieferung kalibriert wurde. Wenn Sie das Gerät erhalten, sollten Sie den Kalibrierungszähler ablesen und seinen anfänglichen Stand notieren.

- Der Kalibrierzählerstand wird *nichtflüchtig* gespeichert. Der Kalibrierungszähler zählt bis 65.535 und springt dann wieder auf 0 zurück. Da der Kalibrierungszähler bei jedem Kalibrierungspunkt um 1 erhöht wird, kann der Zählerstand durch eine Kalibrierung um mehrere Punkte steigen.

#### **CAL:STRING <String in Anführungszeichen>**

#### **CAL:STR?**

Dieser Befehl speichert eine Kalibrierungsmeldung in den *nichtflüchtigen* Kalibrierspeicher ab. Beim Abspeichern einer Kalibrierungsmeldung wird die vorige Kalibrierungsmeldung überschrieben. Der Abfragebefehl :STR? liefert die Kalibrierungsmeldung (in Form eines in Anführungszeichen eingeschlossenen Strings) zurück.

- Die Kalibrierungsmeldung kann bis zu 40 Zeichen enthalten (übergäliche Zeichen werden abgeschnitten). Beispiel:

```
CAL:STR 'Cal Due: 01 June 2003'
```

- Sie können die Kalibrierungsmeldung *nur* über die Fernsteuerungsschnittstelle einspeichern und *nur* wenn der Kalibrierschutz deaktiviert ist. Sie können die Kalibrierungsmeldung sowohl über die Frontplatte als auch über die Fernsteuerungsschnittstelle abfragen. Das *Lesen* der Kalibrierungsnachricht ist auch bei aktiviertem Kalibrierschutz möglich.

## Einführung in die Befehlssprache SCPI

SCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*) ist eine ASCII-basierte Befehlssprache zur Steuerung von Test- und Messgeräten. Der Abschnitt „Grundlagen der Programmierung“, beginnend auf Seite 181, bietet eine Einführung in die Grundtechniken der Fernprogrammierung des Funktionsgenerators.

SCPI-Befehle basieren auf einer hierarchischen Struktur, die auch als *Baumsystem* bezeichnet wird. Hierbei sind zusammengehörige Befehle jeweils unter einem gemeinsamen Knoten zu einem *Subsystem* zusammengefasst. Zur Veranschaulichung ist nachfolgend ein Ausschnitt aus dem SOURCE-Subsystem dargestellt.

```
SOURce:
 FREQuency
 :START {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
 :START? [MINimum|MAXimum]

 FREQuency
 :STOP {<Frequenz>|MINimum|MAXimum}
 :STOP? [MINimum|MAXimum]

 SWEep
 :SPACing {LINEar|LOGarithmic}
 :SPACing?

 SWEep
 :TIME {<Sekunden>|MINimum|MAXimum}
 :TIME? [MINimum|MAXimum]

 SWEep
 :STATe {OFF|ON}
 :STATe?
```

SOURCE ist das primäre Schlüsselwort dieses Befehls; Frequenz und SWEep sind sekundäre Schlüsselwörter, und START und STOP sind tertiäre Schlüsselwörter. Schlüsselwörter verschiedener Ebenen werden durch einen Doppelpunkt (:) voneinander getrennt.

## Konventionen zur Darstellung von SCPI-Befehlen in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden SCPI-Befehle in folgendem Format dargestellt:

FREQuency {<Frequency>|MINimum|MAXimum}

Die Befehlssyntax zeigt die meisten Befehle (und einige Parameter) in gemischter Groß-/Kleinschreibung. Die Großbuchstaben stellen die Kurzform des Befehls dar. Die Kurzform ergibt kürzere Programme, die Langform hingegen besser lesbare Programme.

Im obigen Beispiel ist sowohl die Kurzform **FREQ** als auch die Langform **FREQUENCY** zulässig. Sie können wahlweise Groß- oder Kleinbuchstaben verwenden. Die Formen **Frequenz**, **freq** und **Freq** sind beide zulässig. Andere Abkürzungsformen wie z. B. **FRE** oder **FREQUEN** führen zu einer Fehlermeldung.

- *Geschweifte Klammern* ({} ) umschließen die für einen Befehl verfügbaren Parameter. Die geschweiften Klammern sind *nicht* Bestandteil des Befehlsstrings.
- Ein *senkrechter Strich* ( | ) trennt mehrere alternative Parameter voneinander.
- *Spitze Klammern* (<>) zeigen an, dass für den betreffenden Parameter ein Wert spezifiziert werden muss. Im obigen Beispiel ist der Parameter **Frequenz** in spitze Klammern eingeschlossen. Die geschweiften Klammern sind *nicht* Bestandteil des Befehlsstrings. Sie müssen deshalb für diesen Parameter einen Wert spezifizieren (beispielsweise "FREQ 5000").
- Einige Parameter sind in *eckige Klammern* ( [] ) eingeschlossen. Die eckigen Klammern zeigen an, dass der betreffende Parameter optional ist, also weggelassen werden kann. Die geschweiften Klammern sind *nicht* Bestandteil des Befehlsstrings. Wenn Sie für einen optionalen Parameter keinen Wert spezifizieren, verwendet der Funktionsgenerator den jeweiligen Standardwert.

## Befehlstrennzeichen

Ein Befehlsschlüsselwort wird von einem Schlüsselwort der darunterliegenden Ebene durch einen *Doppelpunkt* (:) getrennt. Zwischen Schlüsselwort und Parameter muss ein *Leerzeichen* stehen. Wenn ein Befehl mehrere Parameter erfordert, müssen diese jeweils durch ein *Komma* voneinander getrennt werden. Beispiel:

```
"APPL:SIN 5 KHZ, 3.0 VPP, -2.5 V"
```

Zwei Befehle innerhalb des gleichen Subsystems werden durch einen *Strichpunkt* (;) voneinander getrennt. Dadurch ist es möglich, mehrere Befehle in einer Zeile zusammenzufassen. Beispielsweise ist der folgende Befehlsstring:

```
"FREQ:START 10; STOP 1000"
```

... gleichwertig zu den beiden folgenden Befehlen:

```
"FREQ:START 10"
"FREQ:STOP 1000"
```

Befehle aus *unterschiedlichen Subsystemen* müssen durch einen Doppelpunkt *und* einen Strichpunkt voneinander getrennt werden. Das nachfolgende Beispiel demonstriert dies. (Wenn Sie in diesem Beispiel nicht Doppelpunkt *und* Strichpunkt zusammen verwenden, erhalten Sie eine Fehlermeldung):

```
"SWE:STAT ON;:TRIG:SOUR EXT"
```

## Parameter *MIN* und *MAX*

Bei vielen Befehlen können Sie anstelle eines expliziten Parameterwertes auch „*MINimum*“ oder „*MAXimum*“ einsetzen. Beispiel:

```
FREQuency {<Frequency>|MINimum|MAXimum}
```

Statt einen bestimmten Frequenzwert zu spezifizieren, können Sie durch „*MINimum*“ den minimal möglichen Frequenzwert oder durch „*MAXimum*“ den maximal möglichen Frequenzwert programmieren.

## Abfrage von Parameterwerten

Sie können die Werte der meisten Parameter abfragen, indem Sie an den betreffenden Befehl ein *Fragezeichen* („?“) anfügen. Der nachfolgende Befehl, beispielsweise, spezifiziert eine Ausgangsfrequenz von 5 kHz:

```
"FREQ 5000"
```

Mit dem folgenden Befehl können Sie die Ausgangsfrequenz abfragen:

"FREQ? "

Mit folgenden Befehlen können Sie die minimal oder maximal zulässige Ausgangsfrequenz abfragen:

"FREQ? MIN"  
"FREQ? MAX"

## SCPI-Befehlsabschlusszeichen

Ein an den Funktionsgenerator gesendeter Befehlsstring *muss* mit einem <Zeilenvorschub>-Zeichen enden. Die IEEE-488-Nachricht *EOI* (End-Or-Identify) wird als ein <Zeilenvorschub>-Zeichen interpretiert und kann anstelle eines <Zeichenvorschub>-Zeichens zum Abschließen eines Befehls verwendet werden. Ein <Wagenrücklauf>-Zeichen, gefolgt von einem <Zeilenvorschub>-Zeichen ist ebenfalls zulässig. Der Abschluss eines Befehlsstrings setzt *immer* den momentanen SCPI-Pfad auf die oberste Ebene zurück.

## IEEE 488.2-Universalbefehle

Der Standard IEEE-488.2 definiert einen Satz von *Universalbefehlen* („common commands“) für Funktionen wie z. B. Reset, Selbsttest oder Status-Operationen. Universalbefehle beginnen stets mit einem Sternchen (\*), sind drei Zeichen lang und können einen oder mehrere Parameter enthalten. Das Befehlsschlüsselwort ist vom ersten Parameter durch ein *Leerzeichen* getrennt. Mehrere aufeinanderfolgende Universalbefehle werden durch *Strichpunkte* (;) voneinander getrennt. Beispiele:

"\*RST; \*CLS; \*ESE 32; \*OPC? "

## SCPI-Parametertypen

Die Befehlssprache SCPI definiert verschiedene Datenformate für die Verwendung in Programmier- und Antwortnachrichten.

**Numerische Parameter** Befehle mit numerischen Parametern akzeptieren alle gängigen dezimalen Zahlendarstellungen einschließlich optionalem Vorzeichen, Dezimalpunkt und wissenschaftlicher Darstellung (Fließkomma). Auch generische Werte für numerische Parameter wie **MINimum**, **MAXimum** oder **DEFault** werden akzeptiert. Numerische Parameter können zusammen mit einer Maßeinheit (beispielsweise **Mhz** oder **Khz**) gesendet werden. Falls nur bestimmte numerische Werte

zulässig sind und ein davon abweichender Wert spezifiziert wird, wird dieser vom Funktionsgenerator automatisch auf den nächstliegenden zulässigen Wert gerundet. Hier ein Beispiel für einen Befehl mit numerischem Parameter:

```
FREQuency {<Frequency>|MINimum|MAXimum}
```

**Diskrete Parameter** Diskrete Parameter werden dazu verwendet, Einstellungen zu programmieren, für die nur eine begrenzte Anzahl von Werten zur Auswahl stehen (beispielsweise BUS, IMMEDIATE, EXTERNAL). Für diskrete Parameter existiert – wie für Befehlsschlüsselwörter – jeweils eine Kurzform und eine Langform. Groß- oder Kleinbuchstaben dürfen miteinander kombiniert werden. Rückmeldungen auf Abfragen ergeben stets die Kurzschreibweise in Großbuchstaben. Hier ein Beispiel für einen Befehl mit diskreten Parametern:

```
SWEep:SPACing {LINEar|LOGarithmic}
```

**Boolesche Parameter** Boolesche Parameter repräsentieren einen binären Zustand und können den Wert TRUE (wahr) oder FALSE (falsch) haben. Anstelle des Wertes FALSE akzeptiert der Funktionsgenerator auch den Wert „OFF“ oder „0“. Anstelle des Wertes TRUE akzeptiert der Funktionsgenerator auch den Wert „ON“ oder „1“. Bei der Abfrage eines Boolschen Parameters liefert der Funktionsgenerator *stets* den Wert „0“ oder „1“ zurück. Hier ein Beispiel für einen Befehl mit booleschem Parameter:

```
AM:STATE {OFF|ON}
```

**String-Parameter** String-Parameter können fast jede beliebige Folge von ASCII-Zeichen enthalten. Ein String *muss* von zueinander passenden Anführungszeichen eingeschlossen sein; es sind sowohl einfache als auch doppelte Anführungszeichen zulässig. Sie können das gleiche Anführungszeichen auch innerhalb des Strings als Zeichen verwenden, indem Sie es zweimal nacheinander ohne Zwischenraum schreiben. Hier ein Beispiel für einen Befehl mit String-Parameter:

```
DISPlay:TEXT <String in Anführungszeichen>
```

---

## Der Befehl „Device Clear“

Mit der IEEE-488-Low-Level-Busnachricht „Device Clear“ können Sie die GPIB-Schnittstelle des Funktionsgenerators initialisieren, um sicherzustellen, dass nachfolgende Befehle korrekt empfangen und verarbeitet werden. Mit welchem hochsprachlichen Befehl Sie auf diesen Low-Level-Befehl zugreifen können, ist von der verwendeten Programmiersprache und IEEE-488-Schnittstellenkarte abhängig. Statusregister, Fehlermeldungspuffer und Konfigurationsdaten werden durch den Befehl „Device Clear“ nicht beeinflusst. Der Befehl „Device Clear“ bewirkt folgendes:

- Die Eingangs- und Ausgangspuffer des Frequenzs werden geleert.
- Der Funktionsgenerator wird für den Empfang eines neuen Befehlsstrings vorbereitet.
- Falls gerade ein überlappter Befehl ausgeführt wird, wird dieser beendet, ohne dass „Operation Complete“ angezeigt wird (betrifft den Befehl \*TRG). Falls gerade ein Wobbelzyklus oder Burst ausgeführt wird, wird dieser sofort abgebrochen.

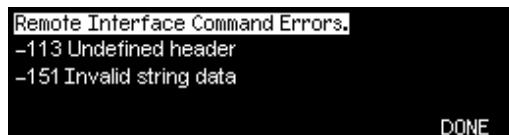


---

## Meldungen und Fehlermeldungen

## Fehlermeldungen

- Den Inhalt der Fehlerwarteschlange können Sie abfragen. Bei der Fehlerwarteschlange handelt es sich um einen FIFO- (First-in-first-out) Speicher. Das bedeutet, dass die erste eingespeicherte Fehlermeldung auch als erste ausgegeben wird. Beim Abfragen der Fehlermeldungen werden diese aus der Fehlerwarteschlange gelöscht. Beim Auftreten eines Fehlers ertönt ein Piepton (es sei denn, Sie haben den Piepton deaktiviert).
- Wenn mehr als 20 Fehler aufgetreten sind, wird die als letzte gespeicherte Fehlermeldung (über den zuletzt aufgetretenen Fehler) durch die Meldung „*Queue overflow*“ (FIFO-Speicher-Überlauf) ersetzt. Ab diesem Zeitpunkt werden so lange keine weiteren Fehlermeldungen mehr abgespeichert, bis Sie gespeicherte Fehlermeldungen abfragen und dadurch aus der Fehlerwarteschlange löschen. Falls die Fehlerwarteschlange beim Auslesen keine Fehlermeldungen enthält, erfolgt die Meldung „*No error*“ (kein Fehler).
- Die Fehlerwarteschlange wird durch den Befehl \*CLS (Clear Status) sowie beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes gelöscht. Auch durch das Auslesen von Fehlermeldungen werden diese aus der Fehlerwarteschlange gelöscht. Durch einen Reset (Befehl \*RST) wird die Fehlerwarteschlange *nicht* gelöscht.
- *Manuelle Bedienung:* Drücken Sie **Help**, und wählen Sie dann den Menüpunkt „*Fehlerwarteschlange für externe Befehle anzeigen*“ (zweiter Menüpunkt). Drücken Sie anschließend zur Anzeige der Fehlermeldungen den Softkey **SELECT**. Der erste Fehler in der Liste (d. h. der Fehler an oberster Stelle der Liste) ist der als erster aufgetretene Fehler.



- *Fernsteuerung:*

**SYSTem:ERRor?**    *Dieser Abfragebefehl liest eine Fehlermeldung aus der Fehlerwarteschlange.*

Fehlermeldungen haben das folgende Format (der Fehlermeldungsstring kann bis zu 255 Zeichen enthalten).

-113 , "Undefined header"

**Hinweis:** Manche Fehlernummern können mehrere Ursachen haben.  
Der String hat einen festen Anfangsteil, den alle Fehler mit der gleichen  
Nummer gemeinsam haben. In vielen Fällen werden zusätzliche situa-  
tionsbedingte Informationen nach einem Strichpunkt („;“) angefügt.  
So liegen etwa für den Fehler Nummer -221 mehrere Ursachen vor.

Beispiel:

-221, "Settings conflict; burst count reduced"  
(widersprüchliche Einstellungen; Burst-Anzahl verkleinert)

## Syntaxfehler

-101

### Invalid character

Der Befehlsstring enthält ein ungültiges Zeichen. Das Befehls-Schlüsselwort oder ein Parameter enthält ein ungültiges Zeichen, beispielsweise #, \$ oder %. *Beispiel:* TRIG:SOUR BUS#

-102

### Syntax error

Der Befehl enthält einen Syntaxfehler. Eventuell enthält das Schlüsselwort ein Leerzeichen vor oder nach einem Doppelpunkt, oder vor einem Komma. *Beispiel:* APPL:SIN ,1

-103

### Invalid character

Der Befehlsstring enthält ein ungültiges Trennzeichen. Eventuell enthält der Befehl ein Komma anstelle eines Doppelpunkts, Strichpunkts oder Leerzeichens; oder ein Leerzeichen anstelle eines Kommas.

*Beispiele:* TRIG:SOUR,BUS or APPL:SIN 1 1000

-105

### GET not allowed

Ein Group Execute Trigge (GET) ist innerhalb eines Befehlsstrings nicht erlaubt.

5

-108

### Parameter not allowed

Der Befehlsstring enthält mehr Parameter als erlaubt sind. Es wurde eventuell ein überzähliger Parameter spezifiziert, oder für einen Befehl, der keinen Parameter erlaubt, ein Parameter spezifiziert.

*Beispiel:* APPL? 10

-109

### Missing parameter

Der Befehlsstring enthält weniger Parameter als erwartet. Es wurden ein oder mehrere obligatorische Parameter weggelassen.

*Beispiel:* OUTP:LOAD

-112

### Program mnemonic too long

Das Befehlsschlüsselwort enthält mehr als die maximal zulässige Anzahl von Zeichen (12). Dieser Fehler wird auch gemeldet, wenn ein alphabetischer Parameter zu lang ist.

*Beispiel:* OUTP:SYNCHRONIZATION ON

- 113 Undefined header**  
Es wurde ein Befehl empfangen, der für dieses Gerät nicht gültig ist.  
Eventuell handelt es sich um einen Tippfehler, oder es wurde ein unzulässiger Befehl verwendet. Falls Sie die Kurzform eines Befehls verwenden, versichern Sie sich, dass die Abkürzung korrekt ist.  
*Beispiel:* TRIGG:SOUR BUS
- 123 Exponent too large**  
Der Exponent eines numerischen Parameters ist größer als 32 759.  
*Beispiel:* BURS:NCYCL 1E34000
- 124 Too many digits**  
Die Mantisse eines numerischen Parameters enthält mehr als 255 Ziffern (ausschließlich führender Nullen).
- 128 Numeric data not allowed**  
Es wurde ein numerischer Parameter empfangen, jedoch ein String erwartet. *Beispiel:* DISP:TEXT 123
- 131 Invalid suffix**  
Zu einem numerischen Parameter wurde ein ungültiger Suffix spezifiziert. Eventuell handelt es sich um einen Tippfehler.  
*Beispiel:* SWE:TIME 0.5 SECS
- 138 Suffix not allowed**  
Dieser Befehl erlaubt keinen Suffix. *Beispiel:* BURS:NCYC 12 CYC
- 148 Character data not allowed**  
Es wurde ein diskreter Parameter empfangen, jedoch ein String oder numerischer Parameter erwartet. Überprüfen Sie die Parameterliste.  
*Beispiel:* DISP:TEXT ON
- 151 Invalid string data**  
Es wurde ein ungültiger String empfangen. Überprüfen Sie, ob der String in Anführungszeichen eingeschlossen ist und ausschließlich gültige ASCII-Zeichen enthält.  
*Beispiel:* DISP:TEXT 'TESTING' (das schließende Anführungszeichen fehlt)
- 158 String data not allowed**  
Es wurde ein String empfangen, obwohl für den Befehl kein String zulässig ist. Überprüfen Sie die Parameterliste dahingehend, ob ein gültiger Parametertyp verwendet wurde. *Beispiel:* BURS:NCYC 'TEN'

**-161**

**Invalid block data**

*Betrifft nur den Befehl DATA:DAC VOLATILE.*

Bei einem Block bestimmter Länge stimmt die Anzahl der gesendeten Bytes nicht mit der im Block-Header spezifizierten Anzahl von Bytes überein. Bei einem Block unbestimmter Länge wurde ein EOI- (End-or-Identify) Signal ohne zugehöriges <Zeilenvorschub>-Zeichen empfangen.

**-168**

**Block data not allowed**

Es wurden Daten im Arbiträr-Blockformat zum Funktionsgenerator gesendet, aber dieses Format ist für den betreffenden Befehl nicht zulässig. Überprüfen Sie, ob der zum Befehl passende Datentyp gesendet wurde.

*Beispiel:* BURS:NCYC #10

**-170 bis -178**

**Expression errors**

Der Funktionsgenerator akzeptiert keine mathematischen Ausdrücke.

## Ausführungsfehler

-211

### **Trigger ignored**

Ein „Group Execute Trigger“-Befehl (GET) oder \*TRG-Befehl wurde empfangen, der Trigger wurde jedoch ignoriert. Vergewissern Sie sich, dass Sie die korrekte Triggerquelle gewählt haben und die Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv ist.

-223

### **Too much data**

Es wurde ein Arbiträrsignal spezifiziert, das mehr als 65536 Signalpunkte enthält. Überprüfen Sie die Anzahl der Punkte im Befehl DATA VOLATILE oder DATA:DAC VOLATILE.

-221

### **Settings conflict;**

#### **turned off infinite burst to allow immediate trigger source**

Eine unendliche Anzahl von Bursts ist nur in der Triggerbetriebsart *external* oder *bus* (Software) erlaubt. Die Burst-Anzahl wurde auf den Maximalwert für N Cycle (50 000 Zyklen) reduziert.

-221

### **Settings conflict;**

#### **infinite burst changed trigger source to BUS**

Eine unendliche Anzahl von Bursts ist nur in der Triggerbetriebsart *external* oder *bus* (Software) erlaubt. Der Funktionsgenerator hat den Befehl BURS:NCYC INF empfangen; die Triggerquelle wurde automatisch von *immediate* auf *bus* abgeändert.

-221

### **Settings conflict;**

#### **burst period increased to fit entire burst**

Die mit dem Befehl BURS:NCYC spezifizierte Anzahl von Zyklen hat Vorrang gegenüber der Burst-Periode (solange die Burst-Periode kleiner als der Maximalwert ist). Die Burst-Periode wurde automatisch vergrößert, damit sie mit der spezifizierten Burst-Anzahl oder Signalfrequenz vereinbar ist.

-221

### **Settings conflict;**

#### **burst count reduced to fit entire burst**

Weil die Burst-Periode nicht weiter vergrößert werden kann, wurde die Burst-Anzahl automatisch reduziert, damit sie mit der spezifizierten Signalfrequenz vereinbar ist.

-221

**Settings conflict;**

**triggered burst not available for noise**

Die Ausgangsfunktion „Noise“ ist in der Burst-Betriebsart *triggered* nicht verfügbar. Die Ausgangsfunktion „Noise“ ist nur in der Burst-Betriebsart *gated* verfügbar.

-221

**Settings conflict;**

**amplitude units changed to Vpp due to high-Z load**

Die Ausgangseinheit (Befehl VOLT:UNIT) „dBm“ ist nicht verfügbar, wenn der Lastwiderstand „high impedance“ (Befehl OUTP:LOAD) spezifiziert wurde. Die Einheit wurde automatisch auf „Vpp“ abgeändert.

-221

**Settings conflict;**

**trigger output disabled by trigger external**

Wenn die Triggerquelle *external* gewählt wird (Befehl TRIG:SOUR EXT), wird das „Trigger out“-Signal automatisch deaktiviert. Der rückwärtige *Trig*-Anschluss kann nicht für beide Operationen gleichzeitig verwendet werden.

-221

**Settings conflict;**

**trigger output connector used by FSK**

Wenn die FSK-Modulation aktiv ist und die Quelle *external* gewählt wurde (Befehl FSK:SOUR EXT), kann das „Trigger out“-Signal nicht aktiviert werden (Befehl OUTP:TRIG ON). Der rückseitige Anschluss *Trig* kann nicht gleichzeitig als Ein- und Ausgang verwendet werden.

5

-221

**Settings conflict;**

**trigger output connector used by burst gate**

Wenn die Burst-Betriebsart „gated“ gewählt wurde (Befehl BURS:MODE GAT) und der Burst aktiv ist, kann das „Trigger out“-Signal nicht aktiviert werden (Befehl OUTP:TRIG ON). Der rückseitige Anschluss *Trig* kann nicht gleichzeitig als Eingang und als Ausgang verwendet werden.

-221

**Settings conflict;**

**trigger output connector used by trigger external**

Wenn die Triggerquelle *external* gewählt wird (Befehl TRIG:SOUR EXT), wird das „Trigger out“-Signal automatisch deaktiviert. Der rückwärtige Anschluss *Trig* kann nicht gleichzeitig als Eingang und als Ausgang verwendet werden.

-221

**Settings conflict;  
frequency reduced for user function**

Die maximale Ausgangsfrequenz für Arbiträrsignale beträgt 6 MHz. Wenn Sie von einer Ausgangsfunktion, die eine höhere Frequenz erlaubt, auf die Arbiträrsignalfunktion umschalten (Befehl APPL:USER oder FUNC:USER) und eine Ausgangsfrequenz von mehr als 25 MHz eingestellt ist, wird die Ausgangsfrequenz automatisch auf 6 MHz reduziert.

-221

**Settings conflict;  
frequency changed for pulse function**

Die maximale Ausgangsfrequenz für Pulssignale beträgt 5 MHz. Wenn Sie von einer Ausgangsfunktion, die eine höhere Frequenz erlaubt, auf die Pulsfunktion umschalten (Befehl APPL:PULS oder FUNC:PULS) und eine Ausgangsfrequenz von mehr als 5 MHz eingestellt ist, wird die Ausgangsfrequenz automatisch auf 5 MHz reduziert.

-221

**Settings conflict;  
frequency reduced for ramp function**

Die maximale Ausgangsfrequenz für Sägezahnsignale beträgt 200 kHz. Wenn Sie von einer Ausgangsfunktion, die eine höhere Frequenz erlaubt, auf die Pulsfunktion umschalten (Befehl APPL:RAMP oder FUNC:RAMP) und eine Ausgangsfrequenz von mehr als 200 kHz eingestellt ist, wird die Ausgangsfrequenz automatisch auf 200 kHz reduziert.

-221

**Settings conflict;  
frequency made compatible with burst mode**

Die minimale Frequenz für intern getriggerte Bursts beträgt 2,001 mHz. Die Frequenz wurde automatisch abgeändert, damit sie mit den aktuellen Einstellungen verträglich ist.

-221

**Settings conflict;  
burst turned off by selection of other mode or modulation**

Es kann immer nur jeweils eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv sein. Wenn Sie eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktivieren, werden alle anderen deaktiviert.

## Ausführungsfehler

-221

**Settings conflict;**

**FSK turned off by selection of other mode or modulation**

Es kann immer nur jeweils eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv sein. Wenn Sie eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktivieren, werden alle anderen deaktiviert.

-221

**Settings conflict;**

**FM turned off by selection of other mode or modulation**

Es kann immer nur jeweils eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv sein. Wenn Sie eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktivieren, werden alle anderen deaktiviert.

--221

**Settings conflict;**

**AM turned off by selection of other mode or modulation**

Es kann immer nur jeweils eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv sein. Wenn Sie eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktivieren, werden alle anderen deaktiviert.

-221

**Settings conflict;**

**PM turned off by selection of other mode or modulation**

Es kann immer nur jeweils eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv sein. Wenn Sie eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktivieren, werden alle anderen deaktiviert.

5

-221

**Settings conflict;**

**PWM turned off by selection of other mode or modulation**

Es kann immer nur jeweils eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv sein. Wenn Sie eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktivieren, werden alle anderen deaktiviert.

-221

**Settings conflict;**

**sweep turned off by selection of other mode or modulation**

Es kann immer nur jeweils eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktiv sein. Wenn Sie eine Modulations-, Wobbel- oder Burst-Betriebsart aktivieren, werden alle anderen deaktiviert.

-221

**Settings conflict;**

**not able to modulate this function**

Die Signalformen „Pulse“, „Noise“ und „DC“ können nicht AM-, FM-, PM- oder FSK-moduliert werden.

- 221** **Settings conflict;**  
**PWM only available in pulse function**  
Nur die Signalform „Pulse“ kann PWM-moduliert werden.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to sweep this function**  
Die Signalformen „Pulse“, „Noise“ und „DC“ können nicht gewobbelt werden.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to burst this function**  
Die Signalform „DC“ kann nicht als Burst ausgegeben werden.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to modulate noise, modulation turned off**  
Die Signalform „Rauschen“ kann nicht moduliert werden. Die gewählte Modulationsbetriebsart wurde deaktiviert.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to sweep pulse, sweep turned off**  
Die Signalform „Pulse“ kann nicht gewobbelt werden. Die Wobbelbetriebsart wurde deaktiviert.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to modulate dc, modulation turned off**  
Die Signalform „DC“ kann nicht moduliert werden. Die gewählte Modulationsbetriebsart wurde deaktiviert.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to sweep dc, sweep turned off**  
Die Signalform „DC“ kann nicht gewobbelt werden. Die Wobbelbetriebsart wurde deaktiviert.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to burst dc, burst turned off**  
Die Signalform „DC“ kann nicht als Burst ausgegeben werden. Die Burst-Betriebsart wurde deaktiviert.
- 221** **Settings conflict;**  
**not able to sweep noise, sweep turned off**  
Die Signalform „Noise“ kann nicht gewobbelt werden. Die Wobbelbetriebsart wurde deaktiviert.

-221

**Settings conflict;**

**pulse width decreased due to period**

Falls in der Pulsbetriebsart die spezifizierte Kombination von Signalparametern ungültig ist, werden die Parameter automatisch so abgeändert, dass sich eine gültige Kombination ergibt. Die Änderung erfolgt in der folgenden Reihenfolge: (1) Flankenzeit, (2) Pulsbreite oder Tastverhältnis, (3) Periode.

Die obige Fehlermeldung besagt, dass der Funktionsgenerator die Pulsbreite automatisch reduziert hat, damit sie mit der spezifizierten Periode vereinbar ist (die Flankenzeit kann nicht weiter verringert werden).

-221

**Settings conflict;**

**pulse duty cycle decreased due to period**

Falls in der Pulsbetriebsart die spezifizierte Kombination von Signalparametern ungültig ist, werden die Parameter automatisch so abgeändert, dass sich eine gültige Kombination ergibt. Die Änderung erfolgt in der folgenden Reihenfolge: (1) Flankenzeit, (2) Pulsbreite oder Tastverhältnis, (3) Periode.

Die obige Fehlermeldung besagt, dass der Funktionsgenerator das Pustastverhältnis automatisch reduziert hat, damit es mit der spezifizierten Periode vereinbar ist (die Flankenzeit kann nicht weiter verringert werden).

5

-221

**Settings conflict;**

**edge time decreased due to pulse period**

Falls in der Pulsbetriebsart die spezifizierte Kombination von Signalparametern ungültig ist, werden die Parameter automatisch so abgeändert, dass sich eine gültige Kombination ergibt. Die Änderung erfolgt in der folgenden Reihenfolge: (1) Flankenzeit, (2) Pulsbreite oder Tastverhältnis, (3) Periode.

Die obige Fehlermeldung besagt, dass der Funktionsgenerator die Flankenzeit automatisch verringert hat, damit sie unter Beibehaltung der Pulsbreite mit der spezifizierten Periode vereinbar ist.

-221

**Settings conflict;**

**pulse width increased due to large period**

Bei einem Pulssignal beträgt die minimale Pulsbreite 20 ns für Perioden bis zu 10 Sekunden. Für Periodenwerte über 10 Sekunden ist die minimale Pulsbreite größer. Der Funktionsgenerator hat die Pulsbreite automatisch auf das neue, durch die aktuelle Periode festgelegte Minimum gesetzt. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 4, „Puls-Konfigurationsbefehle“.

-221

**Settings conflict;  
edge time decreased due to pulse width**

Falls in der Pulsbetriebsart die spezifizierte Kombination von Signalparametern ungültig ist, werden die Parameter automatisch so abgeändert, dass sich eine gültige Kombination ergibt: Die Änderung erfolgt in der folgenden Reihenfolge: (1) Flankenzeit, (2) Pulsbreite oder Tastverhältnis, (3) Periode.

Die obige Fehlermeldung besagt, dass der Funktionsgenerator die Flankenzeit automatisch verringert hat, damit sie mit der spezifizierten Pulsbreite vereinbar ist.

$$\text{Flankenzeit} \leq 0,625 \times \text{Pulsbreite}$$

-221

**Settings conflict;  
edge time decreased due to pulse duty cycle**

Falls in der Pulsbetriebsart die spezifizierte Kombination von Signalparametern ungültig ist, werden die Parameter automatisch so abgeändert, dass sich eine gültige Kombination ergibt: Die Änderung erfolgt in der folgenden Reihenfolge: (1) Flankenzeit, (2) Pulsbreite oder Tastverhältnis, (3) Periode.

Die obige Fehlermeldung besagt, dass der Funktionsgenerator die Flankenzeit automatisch verringert hat, damit sie mit dem spezifizierten Tastverhältnis des Pulssignals vereinbar ist.

$$\text{Flankenzeit} \leq 0.625 \times \text{Periode} \times \text{Tastverhältnis} \div 100$$

5

-221

**Settings conflict;  
amplitude changed due to function**

In bestimmten Fällen wird der Amplitudenbereich durch die gewählte Amplitudenmaßeinheit eingeschränkt. Dies kann geschehen, wenn Sie die Amplitudeneinheit  $V_{rms}$  oder  $dBm$  gewählt haben, und ist darauf zurückzuführen, dass der Scheitelfaktor des Ausgangssignals von der Signalform abhängig ist. Beispiel: Das Gerät ist für die Ausgabe eines Rechtecksignals mit einer Effektivspannung von 5  $V_{rms}$  (an 50 Ohm) konfiguriert. Wenn Sie dann auf Sinus umschalten, wird die Amplitude automatisch auf 3.536  $V_{rms}$  abgeändert (dies ist die maximal mögliche Effektivspannung für Sinussignale).

-221

**Settings conflict;**

**offset changed on exit from dc function**

Wenn die Ausgangsfunktion „DC“ gewählt wurde, wird der auszugebende Gleichspannungswert durch den Offsetspannungswert bestimmt (die spezifizierte Amplituden ist in diesem Fall ohne Bedeutung). Wenn Sie auf eine andere Ausgangsfunktion umschalten, wird die Offsetspannung, falls erforderlich, automatisch auf einen mit der aktuellen Amplitudeneinstellung vereinbaren Wert abgeändert.

-221

**Settings conflict;**

**FM deviation cannot exceed carrier**

Die Trägerfrequenz darf nicht kleiner als der Frequenzhub sein. Wenn Sie bei aktiver Frequenzmodulation die Trägerfrequenz auf einen Wert unterhalb des Frequenzhub einstellen, wird der Frequenzhub automatisch auf den größten Wert abgeändert, der für die derzeitige Trägerfrequenz zulässig ist.

-221

**Settings conflict;**

**FM deviation exceeds max frequency**

Die Summe aus Trägerfrequenz und Frequenzhub darf nicht größer sein als die maximal zulässige Frequenz für die gewählte Funktion **plus 100 kHz** (20,1 MHz für Sinus und Rechteck; 300 kHz für Sägezahn; 5,1 MHz für Arbiträrsignale). Wenn Sie versuchen, die Trägerfrequenz auf einen unzulässigen Wert einzustellen, wird sie automatisch auf den größten Wert abgeändert, der für den derzeitigen Frequenzhub zulässig ist.

5

-221

**Settings conflict;**

**PWM deviation decreased due to pulse parameters**

Die im Zusammenhang mit der PWM auftretende Abweichung ist durch die Pulsbreite bzw. das Tastverhältnis, die Flankenzeit und die Periode beschränkt. Diese Abweichung (Pulsbreiten- oder Tastverhältnisabweichung) wird so angepasst, dass sie innerhalb dieser Grenzwerte bleibt. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 4, „PWM-Befehle“.

-221

**Settings conflict;**

**frequency forced duty cycle change**

Wenn Sie die Funktion Rechteck gewählt haben und anschließend eine Frequenz wählen, die mit dem aktuellen Tastverhältnis nicht kompatibel ist, wird das Tastverhältnis automatisch auf den größtmöglichen Wert reduziert, der für die neue Frequenz zulässig ist. Beispiel: Wenn Sie ein Tastverhältnis von 70 % wählen und dann die Frequenz auf

15 MHz abändern, wird das Tastverhältnis automatisch auf 60 % abgeändert (dies ist das maximal zulässige Tastverhältnis für diese Frequenz).

Tastverhältnis: 20 % bis 80 % (*Frequenz*  $\leq$  10 MHz)  
40 % bis 60 % (*Frequenz*  $>$  10 MHz)

-221

**Settings conflict;**

**marker forced into sweep span**

Die Marke muss innerhalb der Wobbelbandbreite, zwischen Start-Frequenz und Stopp-Frequenz liegen. Die Markenfrequenz wird in diesen Bereich gezwungen.

-221

**Settings conflict;**

**selected arb is missing, changing selection to default**

Wenn Sie nach dem Abspeichern des Gerätezustands ein Arbiträrsignal aus dem nichtflüchtigen Speicher löschen, gehen die Signaldaten verloren, und der Funktionsgenerator gibt bei einem späteren Zurückrufen des Gerätezustands das Signal *nicht* aus. Statt des gelöschten Signals wird das interne Arbiträrsignal „exponential rise“ ausgegeben.

-221

**Settings conflict;**

**offset changed due to amplitude**

Der Zusammenhang zwischen Offset-Spannung und Ausgangsamplitude wird durch die nachfolgende Gleichung beschrieben. Vmax ist die maximal mögliche Spitzenspannung bei dem gewählten Lastwiderstand (5 Volt für  $50\ \Omega$  bzw. 10 Volt für hochohmige Last).

Falls die bestehende Offsetspannung nicht gültig ist, wird sie automatisch auf den maximalen Wert abgeändert, der für die spezifizierte Amplitude zulässig ist.

$$|V_{offset}| \leq V_{max} - \frac{V_{pp}}{2}$$

-221

**Settings conflict;**

**amplitude changed due to offset**

Der Zusammenhang zwischen Ausgangsamplitude und Offset-Spannung wird durch die untenstehende Gleichung beschrieben. Vmax ist die maximal mögliche Spitzenspannung bei dem gewählten Lastwiderstand (5 Volt für  $50\ \Omega$  bzw. 10 Volt für hochohmige Last).

Falls die bestehende Amplitude nicht gültig ist, wird sie automatisch auf den maximalen Wert abgeändert, der für die spezifizierte Offsetspannung zulässig ist.

$$V_{pp} \leq 2 \times (V_{max} - |V_{offset}|)$$

## Ausführungsfehler

-221

**Settings conflict;**

**low level changed due to high level**

Sie können für „High“ und „Low“ positive oder negative Werte spezifizieren. Beachten Sie jedoch, dass der „High“-Wert stets größer als der „Low“-Wert sein muss. Wenn Sie einen „High“-Wert spezifizieren, der kleiner als der bestehende „Low“-Wert ist, wird der „Low“-Wert automatisch auf einen Wert 1 mV unter dem „High“-Wert eingestellt.

-221

**Settings conflict;**

**high level changed due to low level**

Sie können für „High“ und „Low“ positive oder negative Werte spezifizieren. Beachten Sie jedoch, dass der „High“-Wert stets größer als der „Low“-Wert sein muss. Wenn Sie einen „Low“-Wert spezifizieren, der größer als der bestehende „High“-Wert ist, wird der „High“-Wert automatisch auf einen Wert 1 mV über dem „Low“-Wert eingestellt.

-222

**Data out of range;**

**value clipped to upper limit**

Der spezifizierte Wert liegt außerhalb des vom Funktionsgenerator unterstützten Wertebereichs. Der Wert wurde automatisch auf den maximal zulässigen Wert abgeändert. *Beispiel:* PHAS 1000

-222

**Data out of range;**

**value clipped to lower limit**

Der spezifizierte Wert liegt außerhalb des vom Funktionsgenerator unterstützten Wertebereichs. Der Wert wurde automatisch auf den minimal zulässigen Wert abgeändert. *Beispiel:* PHAS -1000

5

-222

**Data out of range;**

**pulse edge time limited by period; value clipped to upper limit**

Die spezifizierte Flankenzeit muss mit der bestehenden Periode und Breite vereinbar sein. Der Funktionsgenerator beschränkt gegebenenfalls die Flankenzeit automatisch entsprechend der bestehenden Periode.

-222

**Data out of range;**

**pulse width limited by period; value clipped to ...**

Die spezifizierte Pulsbreite muss kleiner sein als die Differenz zwischen der *Periode* und der *Flankenzeit*; siehe nachfolgende Gleichung. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls die Pulsbreite automatisch der spezifizierten Periode an.

$$\text{Pulsbreite} \leq \text{Periode} - (1,6 \times \text{Flankenzeit})$$

-222

**Data out of range;**

**pulse duty cycle limited by period; value clipped to ...**

Das spezifizierte Tastverhältnis des Pulssignals muss mit den folgenden Perioden- und Flankenzeitbeschränkungen vereinbar sein. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls das Pulstastverhältnis automatisch der spezifizierten Periode an.

$$\text{Tastverhältnis} \leq 100 \times (\text{Periode} - (1,6 \times \text{Flankenzeit})) \div \text{Periode}$$

-222

**Data out of range;**

**large period limits minimum pulse width**

Bei einem Pulssignal beträgt die minimale Pulsbreite 20 ns für Perioden bis zu 10 Sekunden. Für Periodenwerte über 10 Sekunden ist die minimale Pulsbreite größer. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 4, „Puls-Konfigurationsbefehle“.

-222

**Data out of range;**

**pulse edge time limited by width; value clipped to ...**

Die spezifizierte Flankenzeit muss kleiner sein als die spezifizierte Pulsbreite; siehe nachfolgende Formel. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls die Flankenzeit der spezifizierten Pulsbreite an.

$$\text{Flankenzeit} \leq 0,625 \times \text{Pulsbreite}$$

-222

**Data out of range;**

**pulse edge time limited by duty cycle; value clipped to ...**

Die spezifizierte Flankenzeit muss mit dem spezifizierten Tastverhältnis des Pulssignals vereinbar sein; siehe nachfolgende Formel. Der Funktionsgenerator passt gegebenenfalls die Flankenzeit dem spezifizierten Tastverhältnis des Pulssignals an.

$$\text{Flankenzeit} \leq 0,625 \times \text{Periode} \times \text{Tastverhältnis} \div 100$$

-222

**Data out of range;**

**period; value clipped to ...**

Diese generische Meldung besagt, dass die Pulspериode automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert begrenzt wurde.

-222

**Data out of range;**

**frequency; value clipped to ...**

Diese generische Meldung besagt, dass die Frequenz automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert begrenzt wurde.

**-222****Data out of range;****user frequency; value clipped to upper limit**

Diese generische Meldung besagt, dass die Frequenz automatisch auf einen oberen Grenzwert begrenzt wurde, der durch das gewählte Arbitrarsignal (Befehl APPL:USER oder FUNC:USER) vorgegeben ist.

**-222****Data out of range;****ramp frequency; value clipped to upper limit**

Diese generische Meldung besagt, dass die Frequenz automatisch auf einen oberen Grenzwert begrenzt wurde, der durch die gewählte Ausgangsfunktion „Ramp“ (Befehl APPL:RAMP oder FUNC:RAMP) vorgegeben ist.

**-222****Data out of range;****pulse frequency; value clipped to upper limit**

Diese generische Meldung besagt, dass die Frequenz automatisch auf einen oberen Grenzwert begrenzt wurde, der durch die gewählte Ausgangsfunktion „Pulse“ (Befehl APPL:PULS **oder** FUNC:PULS) vorgegeben ist.

**-222****Data out of range;****burst period; value clipped to ...**

Diese generische Meldung besagt, dass die Burst-Periode automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert begrenzt wurde.

**5****-222****Data out of range;****burst count; value clipped to ...**

Diese generische Meldung besagt, dass die Burst-Anzahl automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert begrenzt wurde.

**-222****Data out of range;****burst period limited by length of burst;****value clipped to lower limit**

Es ist *nicht* möglich, eine Burst-Periode zu spezifizieren, die so kurz ist, dass die spezifizierte Anzahl von Bursts mit der spezifizierten Frequenz nicht ausgegeben werden kann (*siehe untenstehende Formel*). Falls Sie versuchen, eine zu kurze Burst-Periode zu spezifizieren, wird sie automatisch auf einen geeigneten Wert abgeändert.

$$\text{Burst-Periode} > \frac{\text{Burst-Anzahl}}{\text{Signalfrequenz}} + 200 \text{ ns}$$

- 222** **Data out of range;**  
**burst count limited by length of burst;**  
**value clipped to upper limit**  
Falls die Triggerquelle *Immediate* gewählt wurde (Befehl TRIG:SOUR IMM), muss die Burst-Anzahl kleiner als das Produkt aus Burst-Periode und Signalfrequenz sein:
- $$\text{Burst-Anzahl} < \text{Burst-Periode} \times \text{Signalfrequenz}$$
- 222** **Data out of range;**  
**amplitude; value clipped to ...**  
Diese generische Meldung besagt, dass die Amplitude automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert begrenzt wurde.
- 222** **Data out of range;**  
**offset; value clipped to ...**  
Diese generische Meldung besagt, dass die Offsetspannung automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert begrenzt wurde.
- 222** **Data out of range;**  
**frequency in burst mode; value clipped to ...**  
Diese generische Meldung besagt, dass die Frequenz automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert begrenzt wurde, der durch die spezifizierte Burst-Periode vorgegeben ist.
- 222** **Data out of range;**  
**frequency in FM; value clipped to ...**  
Diese generische Meldung besagt, dass die Trägerfrequenz automatisch auf einen unteren Grenzwert begrenzt wurde, der durch den spezifizierten Frequenzhub (Befehl FM:DEV) vorgegeben ist. Die Trägerfrequenz darf nicht kleiner als der Frequenzhub sein.
- 222** **Data out of range;**  
**marker confined to sweep span; value clipped to ...**  
Diese generische Meldung besagt, dass die spezifizierte Markenfrequenz außerhalb des Bereichs zwischen der Start-Frequenz und der Stop-Frequenz liegt. Die Markenfrequenz *muss* zwischen der Start-Frequenz und der Stop-Frequenz liegen. Falls Sie versuchen, eine außerhalb dieses Bereichs liegende Markenfrequenz zu spezifizieren, wird die Markenfrequenz automatisch gleich der Start-Frequenz oder der Stop-Frequenz eingestellt (je nachdem, welche dieser beiden Frequenzen der gewünschten Markenfrequenz näher liegt). Dieser Fehler tritt nur auf, wenn sowohl die Wobbelbetriebsart als auch die Markenfrequenz aktiv ist.

-222

**Data out of range;**

**pulse width; value clipped to ...**

Diese generische Meldung besagt, dass die Pulsbreite automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert abgeändert wurde, der durch die Geräte-Hardware vorgegeben ist.

-222

**Data out of range;**

**pulse edge time; value clipped to ...**

Diese generische Meldung besagt, dass die Flankenzeit automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert abgeändert wurde, der durch die Geräte-Hardware vorgegeben ist.

-222

**Data out of range;**

**FM deviation; value clipped to ...**

Diese generische Meldung besagt, dass der FM-Frequenzhub automatisch auf einen oberen oder unteren Grenzwert abgeändert wurde, der durch die Frequenz vorgegeben ist.

-222

**Data out of range;**

**FM deviation limited by minimum frequency**

Der Frequenzhub ist durch den unteren Grenzwert ( $1 \mu\text{Hz}$ ) beschränkt.

5

**Data out of range;**

**FM deviation limited by maximum frequency;**

**value clipped to upper limit**

Der Frequenzhub kann nicht höher als die Trägerfrequenz sein und ist folgendermaßen beschränkt: 10,05 MHz für Sinus- oder Rechteckträger-Signale, 150 kHz für ein Sägezahnsignal oder 3,05 MHz für eine Arbiträr-Signal.

-222

**Data out of range;**

**PWM deviation**

Die im Zusammenhang mit der PWM auftretende Abweichung ist begrenzt. Die Pulsbreitenabweichung kann zwischen 0 (einschl.) und der Breite (einschl.) des zugrunde liegenden Pulssignals liegen. Die Tastverhältnisabweichung kann zwischen 0 (einschl.) und dem Tastverhältnis (einschl.) des zugrunde liegenden Pulssignals liegen. Beide Werte sind zusätzlich durch die minimale Pulsbreiten- und Flankenzeitparameter begrenzt.

-222

**Data out of range;**

**PWM deviation limited by pulse parameters**

Die im Zusammenhang mit der PWM auftretende Abweichung ist begrenzt durch die momentan geltenden Pulssignalparameter. Die im Zusammenhang mit der PWM auftretende Abweichung (Pulsbreite oder Tastverhältnis) wird so eingestellt, dass sie mit den gültigen Werten für die Pulsbreite bzw. das Tastverhältnis, für die Flankenzeit und für die Periode vereinbar ist.

-222

**Data out of range;**

**duty cycle; value clipped to ...**

Das Tastverhältnis des Rechtecksignals ist durch die Geräte-Hardware auf Werte zwischen 20 % und 80 % beschränkt.

-222

**Data out of range;**

**duty cycle limited by frequency; value clipped to upper limit**

Das Tastverhältnis des Rechtecksignals ist auf Werte zwischen 40 % und 60 % beschränkt, wenn die Frequenz größer als 10 MHz ist.

Tastverhältnis: 20 % bis 80 % ( $Frequenz \leq 10 \text{ MHz}$ )

40 % bis 60 % ( $Frequenz > 10 \text{ MHz}$ )

-224

**Illegal parameter value;**

Es wurde ein exakter Parameterwert erwartet (aus einer Liste der möglichen Werte).

## Geräteabhängige Fehler

-313

### **Calibration memory lost; memory corruption detected**

In dem nichtflüchtigen Kalibrierdatenspeicher ist ein Prüfsummenfehler aufgetreten. Dieser Fehler kann auf einen defekten Speicherbaustein oder auf extreme äußere Einflüsse wie z. B. Netzüberspannung durch Blitzeinschlag oder starke Magnetfelder zurückzuführen sein.

-314

### **Save/recall memory lost; memory corruption detected**

In dem nichtflüchtigen Speicher für Geräezustände ist ein Prüfsummenfehler aufgetreten. Dieser Fehler kann auf einen defekten Speicherbaustein oder auf extreme äußere Einflüsse wie z. B. Netzüberspannung durch Blitzeinschlag oder starke Magnetfelder zurückzuführen sein.

-315

### **Configuration memory lost; memory corruption detected**

In dem nichtflüchtigen Speicher für Konfigurationseinstellungen (beispielsweise die Fernsteuerungsschnittstellen-Parameter) ist ein Prüfsummenfehler aufgetreten. Dieser Fehler kann auf einen defekten Speicherbaustein oder auf extreme äußere Einflüsse wie z. B. Netzüberspannung durch Blitzeinschlag oder starke Magnetfelder zurückzuführen sein.

5

-350

### **Queue overflow**

Der Fehlermeldungspuffer ist voll, weil mehr als 20 Fehler aufgetreten sind. Ab diesem Zeitpunkt werden so lange keine weiteren Fehlermeldungen mehr abgespeichert, bis Sie gespeicherte Fehlermeldungen abfragen und dadurch aus der Fehlerwarteschlange löschen. Die Fehlerwarteschlange wird durch den Befehl \*CLS (Clear Status) sowie beim Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes gelöscht. Auch durch das Auslesen von Fehlermeldungen werden diese aus der Fehlerwarteschlange gelöscht. Durch einen Reset (Befehl \*RST) wird die Fehlerwarteschlange *nicht* gelöscht.

---

## Abfragefehler

**-410****Query INTERRUPTED**

Es wurde ein Befehl empfangen, während der Ausgangspuffer Daten enthielt, die aus einem vorangegangenen Abfragebefehl resultieren (die frühere Daten sind verloren gegangen).

**-420****Query UNTERMINATED**

Der Funktionsgenerator wurde als Sender adressiert, aber es wurde kein Befehl empfangen, der bewirkt, dass Daten in den Ausgangspuffer geschrieben werden. Der Controller hat beispielsweise den Befehl APPLY (der keine Daten generiert) gesendet und anschließend versucht, Daten mittels „ENTER“ einzulesen.

**-430****Query DEADLOCKED**

Es wurde ein Befehl empfangen, der mehr Daten generiert, als in den Ausgangspuffer passen, und der Eingangspuffer ist ebenfalls voll. Der Befehl wird zwar ausgeführt, aber alle Daten gehen verloren.

**-440****Query UNTERMINATED after indefinite response**

Der Befehl \*IDN? muss der letzte Befehl eines Befehlsstrings sein.

*Example:* \*IDN?; :SYST:VERS?

---

## Interne Fehler

**501 bis 502**

**501: Cross-isolation UART framing error**

**502: Cross-isolation UART overrun error**

Diese Fehlermeldungen deuten auf einen Fehler in der internen Hardware. Die Isolation zwischen den am Gehäuse geerdeten Stromkreisen und den unabhängigen Stromkreisen wird über eine optische Trennwand (optical isolation barrier) und eine seriellen Verbindung gesteuert.

**580**

**Reference phase-locked loop is unlocked**

Die Betriebsart PHAS:UNL:ERR:STAT ist aktiv („on“), und Synchronisation der internen PLL-Schaltung, welche die Frequenz regelt, ist verloren gegangen. Die Ursache dieses Fehlers liegt meist darin, dass die Frequenz der externen Frequenzreferenz außerhalb des Synchronisationsbereichs liegt.

## Selbsttest-Fehler

Die nachfolgend aufgelisteten Fehler können während des Selbsttests auftreten. Weitere Informationen hierzu siehe *Service Guide* zum Agilent 33220A.

**601**

### **Self-test failed; system logic**

Diese Meldung zeigt einen Defekt des Hauptprozessors (U101), des System-RAM (U102) oder des System-ROM (U103) an.

**603**

### **Self-test failed; waveform logic**

Diese Fehlermeldung besagt, dass die Signalform-Logik der Synthesis-IC (U501) fehlgeschlagen ist.

**604**

### **Self-test failed; modulation memory bank**

Diese Meldung zeigt an, dass entweder die Signalform RAM (U502) oder Synthesis-IC (U501) fehlgeschlagen ist.

**605**

### **Self-test failed; modulation memory bank**

Diese Fehlermeldung besagt, dass die Modulation Memory Bank in der Synthesis-IC (U501) fehlerhaft arbeitet.

**6063**

### **Self-test failed; cross-isolation interface**

Diese Fehlermeldung besagt, dass die Schnittstelle (Cross-Isolation) zwischen Hauptprozessor (U101) und der Synthesis-IC (U501) oder die Synthesis-IC selbst fehlerhaft arbeitet.

**616**

### **Self-test failed; pulse phase locked loop**

Diese Meldung zeigt an, dass eine PLL-Schaltung im Pulssignalsynthesizer nicht richtig synchronisiert wird und die Frequenz der Pulssignale (ausschließlich dieser) somit möglicherweise nicht stimmt. Dies weist auf einen Fehler bei der Synthesis-IC (U501) oder bei den entsprechenden Schaltungen hin.

**619 bis 621**

### **619: Self-test failed; leading edge DAC**

**623 bis 625**

### **620: Self-test failed; trailing edge DAC**

### **621: Self-test failed; square-wave threshold DAC**

### **623: Self-test failed; dc offset DAC**

### **624: Self-test failed; null DAC**

### **625: Self-test failed; amplitude DAC**

Diese Meldungen zeigen eine Fehlfunktion beim System-D/A-Wandler (U801), bei den DAC-Multiplexer-Kanälen (U803) oder den zugehörigen Schaltungen an.

**622**

**Self-test failed; time base calibration DAC**

Diese Fehlermeldung besagt, dass der Zeitbasiskalibrierungs-D/A-Wandler in der Synthesis-IC (U501) oder der spannungsgesteuerte Oszillatator (U602) nicht funktioniert haben.

**626 bis 629**

**626: Self-test failed; waveform filter path select relay**

**627: Self-test failed; -10 dB attenuator path**

**628: Self-test failed; -20 dB attenuator path**

**629: Self-test failed; +20 dB amplifier path**

Diese Fehlermeldungen besagen, dass das spezifizierte Relais nicht ordnungsgemäß schaltet oder der Abschwächer/Verstärker nicht die erwartete Abschwächung bzw. Verstärkung bringt. Diese Selbsttests überprüfen mit Hilfe des internen A/D-Wandlers, ob die Ausgangsrelais, der Ausgangsverstärker (+20 dB) und die Ausgangsabschwächer ordnungsgemäß funktionieren.

**630**

**Self-test failed; internal ADC over-range condition**

Diese Meldung zeigt ein wahrscheinliches Versagen des A/D-Wandlers an. Dabei kann es sich um den System-A/D-Wandler (U703), den A/D-Wandler-Eingangs-Multiplexer (U701) oder auch den A/D-Wandler-Eingangspuffer-Verstärker (U702) handeln.

**631**

**Self-test failed; internal ADC measurement error**

Diese Meldung zeigt ein wahrscheinliches Versagen des A/D-Wandlers an. Dabei kann es sich um den System-A/D-Wandler (U703), den A/D-Wandler-Eingangs-Multiplexer (U701) oder auch den A/D-Wandler-Eingangspuffer-Verstärker (U702) handeln.

**5**

**632**

**Self-test failed; square/pulse DAC test failure**

Diese Meldung zeigt ein wahrscheinliches Versagen des Rechteck-/Puls-signal-A/D-Wandlers (U1002) an.

## Kalibrierungsfehler

Die nachfolgend beschriebenen Fehler können während einer Kalibrierung auftreten (siehe Kapitel 4 des *Service Guide* zum Agilent 33220A).

- 701 Calibration error; security defeated by hardware jumper**  
Der Kalibrierschutz des Funktionsgenerators ist vorübergehend durch Kurzschlüsse der beiden „CAL ENABLE“-Elemente auf der internen Leiterplatte deaktiviert worden; siehe Beschreibung im Handbuch *Agilent 33220A Service Guide*.
- 702 Calibration error; calibration memory is secured**  
Die Kalibrierung kann nicht durchgeführt werden, weil der Kalibrierschutz aktiv ist. Deaktivieren Sie den Kalibrierschutz mit dem Befehl CAL:SEC:STAT ON und dem korrekten Sicherheitscode.
- 703 Calibration error; secure code provided was invalid**  
Der im Befehl CAL:SEC:STAT ON spezifizierte Sicherheitscode ist ungültig.
- 706 Calibration error; provided value is out of range**  
Der mit dem Befehl CAL:VAL spezifizierte Kalibrierwert ist außerhalb des zulässigen Bereichs.
- 707 Calibration error; signal input is out of range**  
Der interne A/D-Wandler (ADC) hat festgestellt, dass das am rückseitigen Anschluss *Modulation In* anliegende Signal außerhalb des zulässigen Bereichs liegt.
- 707: Calibration error; cal edge time: rise time cal error**  
**707: Calibration error; cal edge time: fall time cal error**  
**707: Calibration error; cal edge time: default values loaded**  
Zeigt an, dass ein Versagen der Anstiegszeit- oder Abstiegszeitschaltung die Kalibrierung verhindert hat. Die Flankenzeit wurde unter Verwendung der Standardwerte kalibriert, wodurch die Genauigkeit beeinträchtigt worden ist. Weitere Informationen hierzu entnehmen Sie bitte dem Handbuch *Agilent 33220A Service Guide*.
- 850 Calibration error; setup is invalid**  
Die im Befehl CAL:SET spezifizierte Setup-Nummer ist ungültig. Weitere Informationen über die Kalibrierprozeduren finden Sie im *Service Guide* zum Agilent 33220A.

851

**Calibration error; setup is out of order**

Einige Kalibrier-Einstellungen müssen in einer bestimmten Reihenfolge vorgenommen werden, damit die Kalibrierung gültig ist. Weitere Informationen über die Kalibrierprozeduren finden Sie im *Service Guide* zum Agilent 33220A.

5

## Arbiträrsignal-Fehler

Die nachfolgend beschriebenen Fehler können in der Arbiträrsignal-Betriebsart auftreten. Weitere Informationen hierzu siehe unter „Arbiträrsignal-Befehle“ auf Seite 250.

- 770 Nonvolatile arb waveform memory corruption detected**  
In dem nichtflüchtigen Arbiträrsignal-Speicher ist ein Prüfsummenfehler aufgetreten. Das Arbiträrsignal kann nicht wiedergegeben werden.
- 781 Not enough memory to store new arb waveform; use DATA:DELETE**  
Die vier nichtflüchtigen Speicherbereiche enthalten bereits Arbiträrsignale. Bevor Sie ein weiteres Arbiträrsignal speichern können, müssen Sie eines der gespeicherten Arbiträrsignals mit dem Befehl DATA:DELETE löschen.
- 781 Not enough memory to store new arb waveform; bad sectors**  
Infolge eines Hardware-Fehlers sind keine weiteren Speicherbereiche mehr für das Speichern von Arbiträrsignalen verfügbar. Die Ursache dieses Fehlers ist wahrscheinlich ein defekter Flash-Memory-Baustein.
- 782 Cannot overwrite a built-in waveform**  
Die folgenden Namen für interne Signale sind reserviert und können nicht im Befehl DATA: COPY verwendet werden: „EXP\_RISE“, „EXP\_FALL“, „NEG\_RAMP“, „SINC“ und „CARDIAC“.
- 784 Name of source arb waveform for copy must be VOLATILE**  
Im Befehl DATA: COPY ist als Quelle ausschließlich „VOLATILE“ zulässig.
- 785 Specified arb waveform does not exist**  
Der Befehl DATA: COPY kopiert das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal unter dem spezifizierten Namen in den nichtflüchtigen Speicher. Vor Ausführung des Befehls DATA: COPY müssen Sie das Signal mit dem Befehl DATA VOLATILE oder DATA: DAC VOLATILE herunterladen.
- 786 Not able to delete a built-in arb waveform**  
Die fünf internen Signale können nicht gelöscht werden: „EXP\_RISE“, „EXP\_FALL“, „NEG\_RAMP“, „SINC“ und „CARDIAC“.

- 787 Not able to delete the currently selected active arb waveform**  
Das (mit dem Befehl FUNC:USER gewählte) derzeit ausgegebene Arbiträrsignal kann nicht gelöscht werden.
- 788 Cannot copy to VOLATILE arb waveform**  
Der Befehl DATA: COPY kopiert das im flüchtigen Speicher enthaltene Signal unter dem spezifizierten Namen in den nichtflüchtigen Speicher. Die Quelle für den Kopiervorgang ist stets „VOLATILE“ (flüchtiger Speicher). Es ist nicht möglich, **aus** einer anderen Quelle zu kopieren oder **in** das Ziel „VOLATILE“ zu kopieren.
- 800 Block length must be even**  
Der Funktionsgenerator stellt Binärdaten als 16-Bit-Integer-Werte dar, die als zwei Bytes gesendet werden (Befehl DATA:DAC VOLATILE).
- 810 State has not been stored**  
Der im Befehl \*RCL spezifizierte Speicherbereich wurde noch nicht in einem vorangegangen Befehl \*SAV verwendet. Es ist nicht möglich, einen Gerätezustand aus einem leeren Speicherregister zurückzurufen.

---

## Anwendungsprogramme

## Anwendungsprogramme

Dieses Kapitel enthält diverse Anwendungsprogramme, die Sie bei der Entwicklung eigener Anwendungsprogramme für den Funktionsgenerator als Muster verwenden können.

Kapitel 4, „Fernsteuerungsschnittstelle – Referenzinformationen“, das auf Seite 165 anfängt, enthält eine Beschreibung der Syntax der vom Funktionsgenerator unterstützten SCPI-Befehle (*SCPI: Standard Commands for Programmable Instruments*).

### Einführung



Die in diesem Kapitel beschriebenen Anwendungsprogramme sollen die Steuerung des Agilent 33220A mittels SCPI-Befehlen demonstrieren. All diese Programme sind in Microsoft® Visual BASIC® 6.0 unter Verwendung von Agilent VISA-COM geschrieben.

Die in diesem Kapitel beschriebenen BASIC-Programme sowie andere Beispielprogramme, die die Verwendung verschiedener Treiber und Umgebungen illustrieren, befinden sich auf der im Produktumfang des Funktionsgenerators enthaltenen CD-ROM „Agilent 33220A Product Reference“. Eine genaue Beschreibung dieser Programme finden Sie im Verzeichnis „Examples“ in der „Readme“-Datei. Die in diesem Kapitel behandelten Programme sind im Unterverzeichnis „Examples\chapter6“ abgelegt.

Wenn Sie die Beispielprogramme modifizieren oder Ihre eigenen Programme schreiben und kompilieren möchten, müssen Sie die I/O-Bibliotheken-Software von Agilent installieren. Die Software ist auf der CD-ROM Agilent E2094 Automation-Ready enthalten, die Sie mit der Lieferung des Agilent 33220A erhalten haben.

*Falls Sie bereits die I/O-Bibliotheken-Software eines anderen Agilent-Produkts (z. B. einer Agilent GPIB-Karte) installiert haben, benötigen Sie dennoch die Agilent IO Libraries Suite 14.0 oder eine aktuellere Version, um die Beispiele auf der Product Referenz CD-ROM zu unterstützen.*

Informationen darüber, wie Sie die IO Libraries Suite Software beziehen können, finden Sie unter:

**[www.agilent.com/find/iolib](http://www.agilent.com/find/iolib)**

Microsoft® und Visual BASIC® sind in den USA eingetragene Warenzeichen der Microsoft Corporation.

Wenn Sie die geeigneten Software-Komponenten installiert haben, konfigurieren Sie anhand der Angaben in Kapitel 3, „Konfiguration der Fernsteuerungsschnittstelle“, die Schnittstelle.

Die nachfolgenden Programme sind urheberrechtlich geschützt.

Copyright © 2003, 2007 Agilent Technologies, Inc.

Sie haben das unentgeltliche Recht, die Sample Application Files (und/oder jegliche modifizierten Versionen) in einer beliebigen Ihnen sinnvoll erscheinenden Weise zu nutzen, zu ändern, zu vervielfältigen und zu verteilen, vorausgesetzt, Sie sind damit einverstanden, dass Agilent keinerlei Garantie, Verpflichtungen oder Haftung für die Sample Application Files übernimmt.

Agilent Technologies stellt die Programmbeispiele ausschließlich zu Illustrationszwecken bereit. Alle Beispielprogramme setzen voraus, dass Sie mit der Programmiersprache, die demonstriert wird, sowie mit den zum Erstellen und Debuggen von Prozeduren eingesetzten Werkzeugen vertraut sind. Die Support-Ingenieure von Agilent helfen bei Bedarf, die Funktionalität der Agilent Software-Komponenten und der dafür relevanten Befehl zu erklären, modifizieren diese Beispiele jedoch nicht mit dem Ziel, eine zusätzliche Funktionalität bereitzustellen und erstellen ferner keine Prozeduren, die auf Ihre spezifischen Anforderungen zugeschnitten sind.

Sämtliche Beispielanwendungsprogramme in diesem Kapitel sind zur Verwendung mit Microsoft Visual Basic 6.0 und Agilent VISA-COM vorgesehen.

So verwenden Sie das IO-Objekt in Visual Basic:

1. Setzen Sie die Referenz, um die Bibliotheken in das Project/References-Menü einzuschließen. Für VISA COM ist eine COM-Referenz zur VISA COM 3.0 Type Library erforderlich. Erstellen Sie eine Referenz im Menü:  
`Project > References ...`
2. Erstellen Sie die formatierte I/O-Referenz mit einer Anweisung, wie etwa „`Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488`“. Verwenden Sie „`Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488`“, um das eigentliche Objekt zu erstellen.

## Programmbeispiel

### Beispiel: Einfache Sinus-Signalform

Dieses Programm (auf der CD-ROM im Unterverzeichnis „Examples\chapter6\SimpleSine“ zu finden) wählt für die Funktion „Sine“ und stellt anschließend die Frequenz, die Amplitude und den Offset für das Signal ein.

```
Private Sub cmdSimpleSine_Click()
 Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
 Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

 Set io_mgr = New VisaComLib.ResourceManager
 Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
 Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

 On Error GoTo MyError

 ' This program sets up a waveform by selecting the waveshape
 ' and adjusting the frequency, amplitude, and offset.

 With Fgen
 .WriteString "*RST" ' Reset the function
 generator
 .IO.Clear ' Clear errors and status
 registers

 .WriteString "FUNCTION SINusoid" ' Select waveshape
 ' Other options are SQuare, RAMP, PULSe, NOISe, DC, and USER
 .WriteString "OUTPUT:LOAD 50" ' Set the load impedance
 in Ohms
 ' (50 Ohms default)
 ' May also be INFinity, as when using oscilloscope or DMM

 .WriteString "FREQuency 2500" ' Set the frequency.
 .WriteString "VOLTage 1.2" ' Set the amplitude in Vpp.
 ' Also see VOLTage:UNIT
 .WriteString "VOLTage:OFFSet 0.4" ' Set the offset in
 Volts
 ' Voltage may also be set as VOLTage:HIGH and VOLTage:LOW for
 low level
 ' and high level

 .WriteString "OUTPUT ON" ' Turn on the instrument
 output

 End With

 Exit Sub
 End Sub

 MyError:
 txtError = Err.Description & vbCrLf
 Resume Next
 End Sub
```

## Beispiel: Amplitudenmodulation

Dieses Programm (auf der CD-ROM im Unterverzeichnis „Examples\chapter6\AMLow-Level“ zu finden) konfiguriert unter Verwendung von Lower-Level-SCPI-Befehlen ein Signal mit Amplitudenmodulation. Das Programmbeispiel zeigt ferner, wie der \*SAV-Befehl zum Speichern der Gerätekonfiguration im internen Speicher des Funktionsgenerators verwendet wird.

```
Private Sub cmdAMLowLevels_Click()

 Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
 Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

 Set io_mgr = New VisaComLib.ResourceManager
 Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
 Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

 On Error GoTo MyError

 ' This program uses low-level SCPI commands to configure
 ' the function generator to output an AM waveform.
 ' This program also shows how to use "state storage" to
 ' store the instrument configuration in memory.

 With Fgen

 .WriteString "*RST" ' Reset the function generator
 .IO.Clear ' Clear errors and status registers

 .WriteString "OUTPut:LOAD 50" ' Output termination is 50 Ohms
 .WriteString "FUNCTION:SHAPe SINusoid" ' Carrier shape is sine
 .WriteString "FREQUency 5000;VOLTage 5" ' Carrier freq is 5 kHz @ 5 Vpp
 .WriteString "AM:INTERNAL:FUNCTION SINusoid" ' Modulating shape is sine
 .WriteString "AM:INTERNAL:FREQuency 200" ' Modulation freq = 200 Hz
 .WriteString "AM:DEPTH 80" ' Modulation depth = 80%
 .WriteString "AM:STATE ON" ' Turn AM modulation on

 .WriteString "OUTPut ON" ' Turn on the instrument output
 .WriteString "*SAV 1" ' Store state in memory location 1

 ' Use the "*RCL 1" command to recall the stored state

 End With

 Exit Sub

MyError:

 txtError = Err.Description & vbCrLf
 Resume Next

End Sub
```

## Beispiel: Lineare Wobbelung

Dieses Programm (auf der CD-ROM im Unterverzeichnis „Examples\chapter6\Linear-Sweep“ zu finden) erstellt eine lineare Wobbelung für ein Sinus-Signal. Es legt die Start- und die Stop-Frequenz sowie die Wobbelzeit fest.

```
Private Sub cmdLinearSweep_Click()

 Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
 Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

 Set io_mgr = New VisaComLib.ResourceManager
 Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
 Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

 On Error GoTo MyError

 ' This program sets up a linear sweep using a sinusoid
 ' waveform. It sets the start and stop frequency and sweep
 ' time.

 With Fgen

 .WriteString "*RST" ' Reset the function generator
 .IO.Clear ' Clear errors and status registers

 .WriteString "FUNCTION SINusoid" ' Select waveshape
 .WriteString "OUTPUT:LOAD 50" ' Set the load impedance to
 ' 50 Ohms (default)
 .WriteString "VOLTage 1" ' Set the amplitude to 1 Vpp.

 .WriteString "SWEep:SPACing LINEar" ' Set Linear or LOG spacing
 .WriteString "SWEep:TIME 1" ' Sweep time is 1 second
 .WriteString "FREQuency:STARt 100" ' Start frequency is 100 Hz
 .WriteString "FREQuency:STOP 20e3" ' Stop frequency is 20 kHz

 ' Frequency sweep limits may also be set as FREQuency:CENTER and
 ' FREQuency:SPAN on the 33250A
 ' For the 33250A, also see MARKer:FREQuency

 .WriteString "OUTPUT ON" ' Turn on the instrument output
 .WriteString "SWEep:STATE ON" ' Turn sweep on

 End With

 Exit Sub

MyError:

 txtError = Err.Description & vbCrLf
 Resume Next

End Sub
```

## Beispiel: Pulssignal

Dieses Programm (auf der CD-ROM im Unterverzeichnis „Examples\chapter6\Pulse“ zu finden) konfiguriert ein Pulssignal, indem es Pulsbreite, Periode sowie High-/Low-Level-Werte einstellt. Die Erhöhung der Flankenzeit erfolgt anschließend schrittweise.

```
Private Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)

Private Sub cmdPulse_Click()

 Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
 Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

 Set io_mgr = New VisaComLib.ResourceManager
 Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
 Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

 Dim I As Integer

 On Error GoTo MyError

 ' This program sets up a pulse waveshape and adjusts the edge
 ' time. It also shows the use of high and low voltage levels
 ' and period. The edge time is adjusted by 5 nsec increments.

 With Fgen

 .WriteString "*RST" ' Reset the function generator
 .IO.Clear ' Clear errors and status registers
 .WriteString "FUNCTION PULSE" ' Select pulse waveshape

 .WriteString "OUTPUT:LOAD 50" ' Set the load impedance to 50 Ohms
 ' (default)
 .WriteString "VOLTAGE:LOW 0" ' Low level = 0 V
 .WriteString "VOLTAGE:HIGH 0.75" ' High level = .75 V

 .WriteString "PULSE:PERIOD 1e-3" ' 1 ms intervals
 .WriteString "PULSE:WIDTH 100e-6" ' Pulse width is 100 us
 .WriteString "PULSE:TRANSITION 10e-9" ' Edge time is 10 ns
 ' (rise time = fall time)
 .WriteString "OUTPUT ON" ' Turn on the instrument output

 For I = 0 To 18
 ' Vary edge by 5 nsec steps
 .WriteString "PULSE:TRANSITION " & (0.00000001 + I * 0.000000005)
 ' Wait 300 msec
 Sleep 300

 Next I

 End With

 Exit Sub

MyError:

 txtError = Err.Description & vbCrLf
 Resume Next

End Sub
```

## Beispiel: Pulsbreitenmodulation (PWM)

Dieses Programm (auf der CD-ROM im Unterverzeichnis „Examples\chapter6\PulseWidthMod“ zu finden) konfiguriert ein Pulssignal mit einem Tastverhältnis, das anschließend langsam mit einem Dreieck-Signal moduliert wird.

```
Private Sub cmdPWM_Click()
 Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
 Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

 Set io_mgr = New VisaComLib.ResourceManager
 Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
 Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

 On Error GoTo MyError

 ' This program uses low-level SCPI commands to configure
 ' the function generator to output an PWM waveform.
 ' The pulse is set up with a duty cycle of 35% and a depth
 ' of 15%, and will vary in width from 20% to 50% with the
 ' modulation. The pulse may also be configured in time
 ' units (pulse width and deviation) rather than duty cycle
 ' if preferred.

 With Fgen
 .WriteString "*RST" ' Reset the function generator
 .IO.Clear ' Clear errors & status registers

 .WriteString "OUTPut:LOAD 50" ' Output termination is 50 Ohms
 .WriteString "FUNCTION:SHAPE PULSE" ' Carrier waveshape is pulse
 .WriteString "FREQuency 5000" ' Carrier frequency is 5 kHz
 .WriteString "VOLTage:LOW 0" ' Set parameters to 5 V TTL
 .WriteString "VOLTage:HIGH 5" ' Set parameters to 5 V TTL
 .WriteString "FUNCTION:PULSe:DCYCle 35" ' Begin with 35% duty cycle
 .WriteString "PWM:INTERNAL:FUNCTION TRIangle" ' Modulating waveshape
 ' is triangle
 .WriteString "PWM:INTERNAL:FREQuency 2" ' Modulation frequency is 2 Hz
 .WriteString "PWM:DEVIation:DCYCle 15" ' Modulation depth is 15%
 .WriteString "PWM:SOURCE INTERNAL" ' Use internal signal for
 ' modulation
 ' If using an external signal for PWM, connect the signal to the
 ' rear-panel BNC and use the command PWM:SOURce EXTERNAL
 .WriteString "PWM:STATE ON" ' Turn PWM modulation on

 .WriteString "OUTPut ON" ' Turn on the instrument output

 End With

 Exit Sub

MyError:
 txtError = Err.Description & vbCrLf
 Resume Next

End Sub
```

## Beispiel: Arbiträrsignal laden (ASCII)

Dieses Programm (auf der CD-ROM im Unterverzeichnis „Examples\chapter6\ASCII-Arb“ zu finden) lädt Arbiträrsignal-Daten im ASCII-Format in den Funktionsgenerator. Die Datenwerte liegen in einem Bereich von -1 bis +1.

```
Private Sub cmdASCIIArb_Click()
 Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
 Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488

 Set io_mgr = New VisaComLib.ResourceManager
 Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488
 Set Fgen.IO = io_mgr.Open(txtIO.Text)

 Dim Waveform() As String
 Dim I As Integer
 Dim DataStr As String
 ReDim Waveform(1 To 4000)

 On Error GoTo MyError

 ' This program uses the arbitrary waveform function to
 ' download and output a square wave pulse with a calculated
 ' rise time and fall time. The waveform consists of 4000
 ' points downloaded to the function generator as ASCII data.

 With Fgen
 .WriteString "*RST" ' Reset the function generator
 .IO.Clear ' Clear errors and status registers
 .IO.Timeout = 40000 ' Set timeout to 40 seconds for long
 ' download strings
 End With

 ' Compute waveform

 txtError.Text = ""
 txtError.SelText = "Computing Waveform..." & vbCrLf

 For I = 1 To 5
 Waveform(I) = Str$((I - 1) / 5) ' Set rise time (5 points)
 Next I

 For I = 6 To 205
 Waveform(I) = "1" ' Set pulse width (200 points)
 Next I

 For I = 206 To 210
 Waveform(I) = Str$((210 - I) / 5) ' Set fall time (5 points)
 Next I

 For I = 211 To 4000
 Waveform(I) = "0" ' Set remaining points to zero
 Next I

 DataStr = Join(Waveform, ",") ' Create string from data array
```

Fortzsetzung...

## Kapitel 6 Anwendungsprogramme

### Programmbeispiel Beispiel: Einfache Sinus-Signalform

```
' Download data points to volatile memory

txtError.SelText = "Downloading Arb..." & vbCrLf

With Fgen
 .WriteString "DATA VOLATILE, " & DataStr
End With

txtError.SelText = "Download Complete" & vbCrLf

' Set up arbitrary waveform and output

With Fgen

 .WriteString "DATA:COPY PULSE, VOLATILE" ' Copy arb to non-volatile
 ' memory
 .WriteString "FUNCTION:USER PULSE" ' Select the active arb waveform
 .WriteString "FUNCTION:SHAPE USER" ' Output the selected arb waveform

 .WriteString "OUTPut:LOAD 50" ' Output termination is 50 Ohms
 .WriteString "FREQuency 5000;VOLTage 5" ' Output frequency is 5 kHz
 ' @ 5 Vpp
 .WriteString "OUTPut ON" ' Enable Output

End With

Exit Sub

MyError:

txtError = Err.Description & vbCrLf
Resume Next

End Sub
```

---

Tutorial

# Tutorial

Damit Sie die Leistungsfähigkeit Ihres Agilent 33220A voll ausschöpfen können, empfehlen wir Ihnen, sich mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut zu machen. Dieses Kapitel beschreibt die zugrunde liegenden Konzepte der Signalerzeugung und die Funktionsweise der entsprechenden Baugruppen.

- Direkte digitale Synthese, *Seite 344*
- Erzeugen von Arbiträrsignalen, *Seite 348*
- Erzeugung von Rechtecksignalen, *Seite 350*
- Erzeugung von Pulssignalen, *Seite 351*
- Unzulänglichkeiten der erzeugten Signale, *Seite 352*
- Einstellung der Ausgangsamplitude, *Seite 354*
- Erdschleifen, *Seite 355*
- Eigenschaften von AC-Signalen, *Seite 357*
- Modulation, *Seite 359*
- Frequenzwobbelung, *Seite 363*
- Burst, *Seite 365*

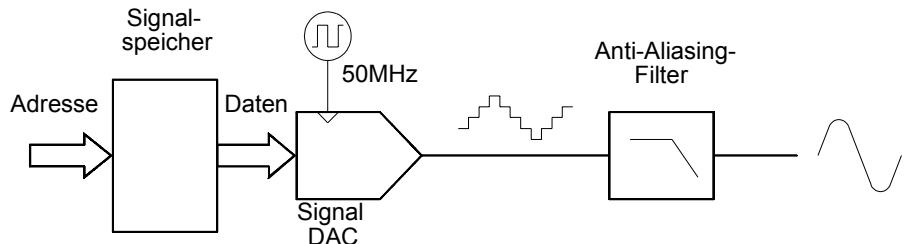
Sie können einen Arbiträrsignalgenerator in den unterschiedlichsten Anwendungen einsetzen, in denen komplexe Signale benötigt werden, die sich anders nicht (oder nur mit großem Aufwand) erzeugen lassen. Mit einem Arbiträrsignalgenerator können Sie Signalfehler wie z. B. verlängerte Anstiegs-/Abfallzeiten, Überschwingen, Rauschen oder Timing-Jitter reproduzierbar simulieren.

Ein Arbiträrsignalgenerator ist dadurch ein äußerst vielseitiges Werkzeug für zahlreiche Anwendungsbereiche wie z. B. Physik, Chemie, Biomedizin, Elektronik und Mechanik – um nur einige Beispiele zu nennen. Überall, wo etwas vibriert, pumpt, pulsiert, Blasen bildet, burstförmige Signale aussendet oder sich in irgend einer Weise zeitlich verändert, ergeben sich Anwendungsmöglichkeiten, die nur durch Ihre Fähigkeit begrenzt werden, die Signaldaten zu spezifizieren.

## Direkte digitale Synthese

Der Funktionsgenerator 33220A arbeitet bei allen Signalformen außer „Pulse“ mit dem Verfahren der *direkten digitalen Synthese* (DDS). Die nachfolgende Abbildung erläutert dieses Verfahren. Eine Folge digitaler Werte, die zeitdiskrete Spannungswerte eines Signals repräsentieren, wird sequentiell aus dem Signalspeicher ausgelesen und an den Eingang eines Digital/Analog-Wandlers (DAC) angelegt. Der DAC wird mit der

Abtastrate des Funktionsgenerators (50 MHz) getaktet und gibt eine Folge von analogen Spannungswerten aus, die das gewünschte Signal treppenförmig approximieren. Das treppenförmige Signal wird durch ein nachgeschaltetes Anti-Aliasing-Tiefpassfilter geglättet.

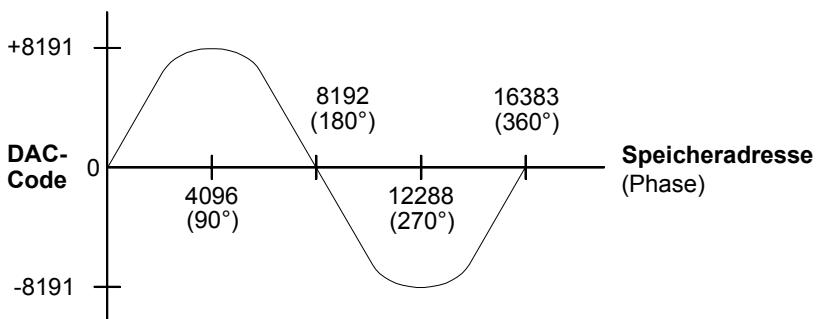


*Blockschaltbild der Baugruppe für die direkte digitale Synthese*

Der 33220A verwendet zwei verschiedene Anti-Alias-Filter. Für Sinus-signale wird ein elliptisches Filter eingesetzt, das sich durch minimale Welligkeit im Durchlassbereich und einen oberhalb seiner Grenzfrequenz (20 MHz) abrupt abfallenden Frequenzgang auszeichnet. Da elliptische Filter bei nicht-sinusförmigen Signalen ein starkes Über-schwingen produzieren, wird für die übrigen Signalformen statt dessen ein Linear-Phasen-Filter verwendet.

Für die Standardsignale sowie für Arbiträrsignale mit weniger als 16384 (16 K) Punkten wird ein Signalspeicher mit einer Tiefe von 16 K Wörtern verwendet. Für Arbiträrssignale mit mehr als 16 K Punkten wird ein Signalspeicher mit einer Tiefe von 65 536 (64 K) Wörtern verwendet.

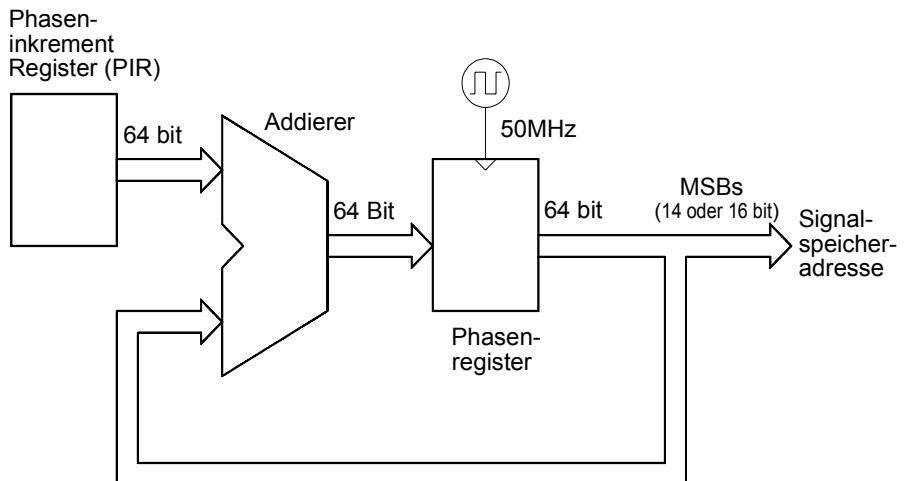
Jeder Spannungswert wird durch ein 14-Bit-Digitalwort repräsentiert; es können daher maximal 16 384 diskrete Spannungswerte dargestellt werden. Die Anzahl der Signalpunkte (Samples) wird so gewählt, dass eine Signalperiode den Signalspeicher vollständig ausfüllt (die nachfolgende Abbildung zeigt dies am Beispiel eines Sinussignals). Wenn Sie ein Signal definieren, das nicht aus genau 16 K oder 64 K Punkten besteht, wird es automatisch durch Wiederholen von Punkten oder durch Interpolating zwischen vorhanden Punkten so weit „gestreckt“, dass es den Speicher vollständig ausfüllt. Da der gesamte Signalspeicher mit einem einzigen Signalzyklus gefüllt ist, entspricht der zeitliche Abstand zwischen je zwei Datenpunkten einem Phasenwinkel von  $2\pi/16\,384$  rad oder  $2\pi/65\,536$  rad.



*Darstellung eines Sinussignals im Signalspeicher*

Bei der direkten digitalen Synthese (DDS) erfolgt die Speicheradressierung nach einem *Phasenakkumulationsverfahren*. Zum Generieren der sequentiellen Speicheradressen wird statt eines Zählers ein „Addierer“ verwendet (siehe nachfolgende Abbildung). Bei jedem Taktzyklus wird die im Phaseninkrement-Register (PIR) gespeicherte Konstante zum aktuellen Inhalt des Phasenakkumulators hinzugefügt. Die höchstwertigen Bits des Phasenakkumulator-Ausgangs werden zur Adressierung des Signalspeichers verwendet. Beim Ändern der PIR-Konstanten ändert sich entsprechend auch die Anzahl der zum sequentiellen Adressieren der Signalspeicherplätze erforderlichen Taktzyklen und damit auch die Ausgangsfrequenz.

Die PIR-Konstante bestimmt die Phasenänderungsgeschwindigkeit und somit die Frequenz des synthetisierten Signals. Je größer die Bitbreite des Phasenakkumulators ist, desto höher ist die Frequenzauflösung. Da die PIR-Konstante lediglich die Phasenänderungsgeschwindigkeit beeinflusst (und nicht die Phase selbst), erfolgen Frequenzänderungen phasenkontinuierlich.



### Phasenakkumulator

Der 33220A verwendet einen 64-bit-Phasenakkumulator und erzielt dadurch eine Interne Frequenzauflösung von  $2^{64} \times 50 \text{ MHz} = 2,7 \text{ Pico-}$  hertz. Beachten Sie, dass nur die 14 oder 16 höchstwertigen Bits des Phasenregisters zur Adressierung des Signalspeichers verwendet werden. Daher ändert sich beim Synthetisieren niedriger Frequenzen (d. h. unter 3,05 kHz für eine typische 16-K-Punkt-Signalform) die Adresse nicht bei jedem Taktzyklus. Bei höheren Frequenzen (größer als 3,05 kHz) ändert sich die Adresse bei jedem Taktzyklus um mehr als eine Stelle, sodass einige Punkte übersprungen werden. Wenn zu viele Punkte übersprungen werden, tritt ein als „Aliasing“ bezeichnetes Phänomen auf, und das Signal wird verzerrt.

Das Nyquistsche Abtasttheorem besagt, dass zur Vermeidung von Aliasing die Frequenz der höchsten Signalkomponente **kleiner als die halbe Abtastfrequenz** (25 MHz beim 33220A) sein muss. Der Agilent 33200A nimmt eine Abtastung bei 50 MHz vor; daher liegt die Grenze für die höchste Frequenz nach Nyquist bei 25 MHz.

## Erzeugen von Arbiträrsignalen

Das Gerät Agilent 33220A ermöglicht Ihnen, Arbiträrsignale von bis zu 64 K Punkten (65 536 Punkten) zu erzeugen und bietet überdies fünf interne Arbiträrsignale. Sie können ein Arbiträrsignal über die Frontplatte oder mit der Software Agilent IntuiLink erzeugen, die auf der mit dem Funktionsgenerator Agilent 33220A gelieferten CD-ROM enthalten ist. Mit der Software Agilent IntuiLink kann über eine grafische Benutzerschnittstelle auf Ihrem Rechner ein Arbiträrsignal definiert werden, das dann auf den Funktionsgenerator geladen wird. Signalformen können des Weiteren über das Agilent-Oszilloskop aufgezeichnet und nach IntuiLink importiert werden. Weitere Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Online-Hilfe, die im Lieferumfang der Software Agilent InfuiLink enthalten ist.

In den meisten Anwendungen ist es nicht erforderlich, ein Arbiträrsignal mit einer bestimmten Anzahl von Punkten zu spezifizieren, da der Funktionsgenerator fehlende Punkte durch Wiederholen oder Interpolieren vorhandener Punkte automatisch hinzufügt, falls die spezifizierten Punkte den Signalspeicher nicht vollständig ausfüllen. Wenn Sie beispielsweise 100 Punkte spezifizieren, wird jeder Punkt im Mittel  $16\,384 / 100 = 163,84$  mal wiederholt. Beim 33220A brauchen Sie zum Ändern der Frequenz die Länge des Signaldatensatzes nicht zu ändern. Sie können einfach einen Signaldatensatz beliebiger Länge spezifizieren und die Frequenz wie gewünscht einstellen. Zur Minimierung der (Amplituden-) Quantisierungsfehler sollten Sie den Amplitudenwertebereich des D/A-Wandlers möglichst voll ausnutzen.

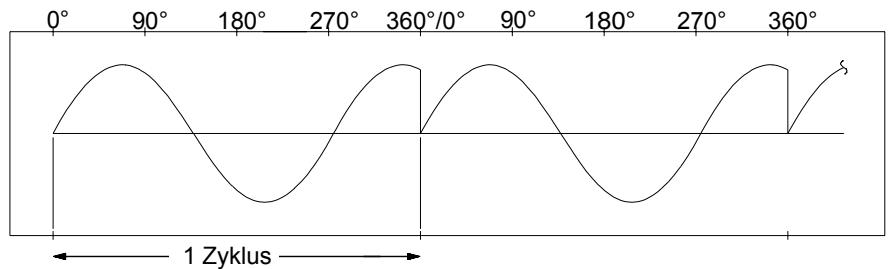
Wenn Sie Signalpunkte über die Frontplatte des Funktionsgenerators eingeben, brauchen diese nicht zeitlich äquidistant zu sein. An den Stellen, an denen das Signal besonders komplex ist, können Sie entsprechend mehr Punkte spezifizieren. In der manuellen Betriebsart (jedoch nicht im Fernsteuerungsbetrieb) haben Sie die Möglichkeit, die eingegebenen Signalpunkte automatisch linear interpolieren zu lassen, um die Übergänge zwischen den Punkten zu glätten. Auf diese Weise können Sie schon mit einer relativ kleinen Anzahl eingegebener Punkte ein glattes Signal erzeugen.

Der 33220A kann Arbiträrsignale mit einer Frequenz bis zu 6 MHz liefern. Beachten Sie jedoch, dass die *nutzbare* obere Frequenzgrenze unter Umständen durch die Bandbreite des Funktionsgenerators und durch Aliasing-Effekte begrenzt wird. Signalkomponenten mit Frequenzen oberhalb der -3 dB-Grenzfrequenz des Funktionsgenerator werden abgeschwächt.

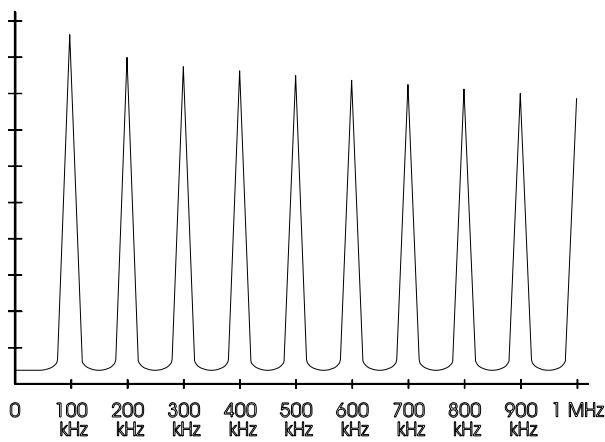
Betrachten Sie beispielsweise ein Arbiträrsignal, das aus zehn Zyklen eines Sinussignals besteht. Wenn Sie die Frequenz des Funktionsgenerators auf 1 MHz einstellen, beträgt die tatsächliche Ausgangsfrequenz 10 MHz; die Amplitude wird daher um etwa 3 dB abgeschwächt. Wenn Sie die Frequenz über 1 MHz hinaus erhöhen, verstärkt sich dieser Effekt. Ab etwa 2,5 MHz werden aliasing-bedingte Signalverzerrungen sichtbar. Bei den meisten Arbiträrsignalen treten (mehr oder weniger ausgeprägte) Aliasing-Effekte auf. Ob diese störend sind oder nicht, hängt von der jeweiligen Anwendung ab.

Beim Erstellen von Arbiträrsignalen versucht der Funktionsgenerator stets, den Signaldatensatz so in den Signalspeicher einzupassen, dass sich bei dessen wiederholter Ausgabe ein periodisches Signal ohne Diskontinuitäten ergibt. Je nach Signalform und Phase eines Signals können Diskontinuitäten jedoch nicht immer vermieden werden. Die Abbildung weiter unten zeigt ein Beispiel hierfür. Wenn dieser Signalabschnitt endlos wiederholt wird, verursacht die beim Übergang vom letzten zum ersten Signalpunkt vorhandene Diskontinuität hochfrequente Komponenten, die auf der Frequenzebene als Störspektrum („Leakage“) in Erscheinung treten.

Dieses Phänomen tritt immer dann auf, wenn der Signaldatensatz keine ganzzahligen Vielfachen von Grundfrequenzzyklen enthält. Sie können die „Leakage“-Fehler reduzieren, indem Sie die Fensterbreite auf ein ganzzahliges Vielfaches von Signalzyklen abändern oder eine größere Anzahl von Zyklen in dem Fenster unterbringen und dadurch das Ausmaß der Diskontinuität verringern. Einige Signale bestehen aus diskreten Frequenzen, die nicht in einem harmonischen Verhältnis zueinander stehen. Da solche Signale nicht-repetitiv sind, können auch nicht alle Frequenzkomponenten in einem harmonischen Verhältnis zur Fensterbreite stehen. In solchen Fällen sollten Sie der Endpunkt-Diskontinuität besondere Aufmerksamkeit widmen.



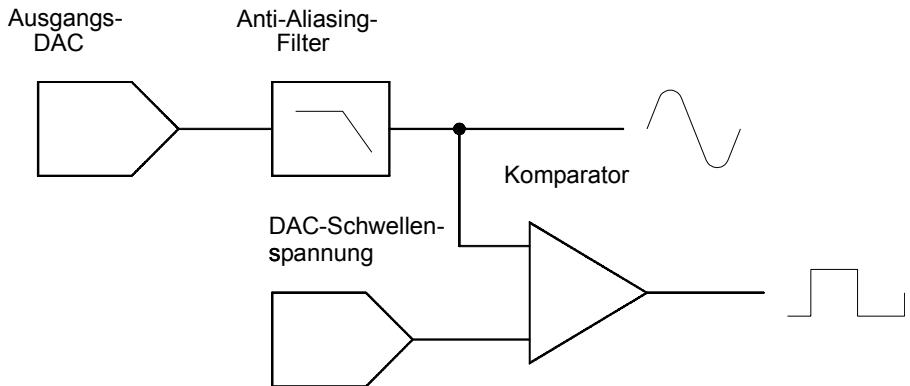
Arbiträrsignal mit Diskontinuität



*Spektrum des obigen Signals mit einer Grundfrequenz von 100 kHz*

### Erzeugung von Rechtecksignalen

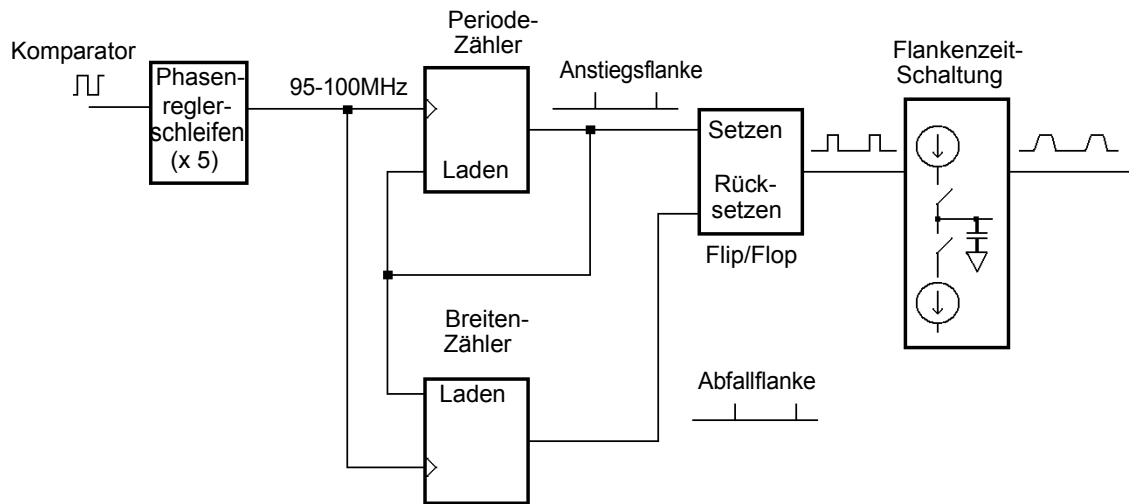
Zur Vermeidung von Alias-Verzerrungen bei höheren Frequenzen verwendet der 33220A zur Erzeugung von Rechtecksignalen ein spezielles Verfahren. Rechtecksignale werden erzeugt, indem ein DDS-generiertes Sinussignal mit Hilfe eines Komparators in ein Rechtecksignal umgewandelt wird. Das Tastverhältnis des Rechtecksignals wird durch Variieren des Komparator-Schwellenwertes eingestellt.



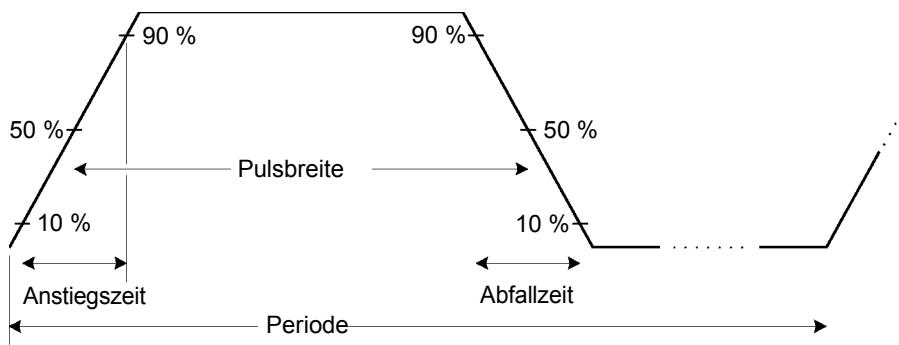
*Schaltung zur Erzeugung von Rechtecksignalen*

## Erzeugung von Pulssignalen

Zur Vermeidung von Alias-Verzerrungen bei höheren Frequenzen verwendet der 33220A auch zur Erzeugung von Pulssignalen ein spezielles Verfahren. Bei Pulssignalformen werden sowohl die Periode als auch die Pulsbreite mit Hilfe eines Zählers aus dem Taktsignal abgeleitet. Zur Erhöhung der Periodenauflösung wird die Taktfrequenz mit Hilfe einer PLL-Schaltung zwischen 95 MHz und 100 MHz variiert (was wiederum die eingehende Frequenz von der DDS [direkten digitalen Synthese] verfünffacht). Die Anstiegs- und Abfallzeiten werden von einer Schaltung gesteuert, die den Ladestrom einer Kapazität variiert. Periode, Pulsbreite und Flankenzeit sind, innerhalb bestimmter Grenzen, voneinander unabhängig einstellbar. Die Schaltung zur Erzeugung von Pulssignalen wird im folgenden Blockschaltbild dargestellt.



*Schaltung zur Erzeugung von Pulssignalen*



Pulssignal-Parameter

### Unzulänglichkeiten der erzeugten Signale

Bei Sinussignalen lassen sich die Unzulänglichkeiten am einfachsten beschreiben und in der Frequenzebene mit einem Spektrumanalysator beobachten. Alle Komponenten des Ausgangssignals mit einer von der Grundfrequenz („Trägerfrequenz“) abweichenden Frequenz werden als Störsignale betrachtet. Die Signal-Unzulänglichkeiten lassen sich in die Kategorien *Oberwellenverzerrungen*, (*nicht-harmonische*) *Nebenwellenverzerrungen* oder *Phasenrauschen* einteilen und werden in „Dezibel relativ zum Trägersignalpegel“ („dBc“) angegeben.

**Oberwellenverzerrungen** Oberwellenverzerrungen (oder Harmonische) sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre Frequenz stets ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz des erzeugten Signals beträgt. Sie entstehen durch Nichlinearitäten im Ausgangs-DAC und anderen Elementen des Signalpfades. Bei kleinen Amplituden stellt der Strom, der durch das am Ausgang *Sync* angeschlossene Kabel fließt, eine weitere potentielle Quelle von Oberwellenverzerrungen dar. Dieser Strom kann über dem Widerstand der Abschirmung dieses Kabels ein kleines Rechtecksignal hervorrufen. Ein Teil dieser Spannung kann sich dem Hauptsignal überlagern. Falls dieses Störsignal in Ihrer Anwendung Probleme bereitet, sollten Sie das Kabel vom Ausgang *Sync* abtrennen oder diesen Ausgang deaktivieren. Falls Ihre Anwendung die Benutzung des Ausgangs *Sync* erfordert, können Sie das Störsignal minimieren, indem Sie das Kabel hochohmig (statt mit  $50 \Omega$ ) abschließen.

**Nicht-harmonische Nebenwellenverzerrungen** Die dominierende Quelle von nicht-harmonischen Nebenwellenverzerrungen („spurs“) ist der Ausgangs-DAC. Nichlinearitäten im DAC verursachen Harmonische, die infolge von Aliasing in das Nutzband des Funktionsgenerators „gefaltet“ werden. Diese Nebenwellenverzerrungen sind besonders signifikant, wenn die Signalfrequenz in einem einfachen Zahlenverhältnis zur Abtastfrequenz des Funktionsgenerators (50 MHz) steht. Bei einer Signalfrequenz von 15 MHz, beispielsweise, produziert der DAC Oberwellen mit Frequenzen von 30 MHz und 45 MHz. Diese Oberwellen haben einen Abstand von 20 MHz bzw. 5 MHz von der Abtastfrequenz 50 MHz und erscheinen als Nebenwellen bei 20 MHz bzw. 5 MHz.

Eine weitere Quelle von nicht-harmonischen Nebenwellenverzerrungen sind Einstreuungen aus internen, nicht mit dem Ausgangssignal frequenzkorrelierten Störsignalquellen (beispielsweise dem Mikroprozessor-Taktsignal) auf das Ausgangssignal. Diese Nebenwellenverzerrungen haben meist eine konstante, von der Ausgangsamplitude des Nutzsignals unabhängige Amplitude ( $\leq -75$  dBm oder  $112 \mu\text{Vpp}$ ) und sind daher bei Ausgangsamplituden unterhalb etwa 100 mVpp besonders störend. Diese Verzerrungen können Sie reduzieren, indem Sie den Funktionsgenerator bei einer relativ hohen Ausgangsamplitude betreiben und das Ausgangssignal mit Hilfe eines externen Abschwächers abschwächen.

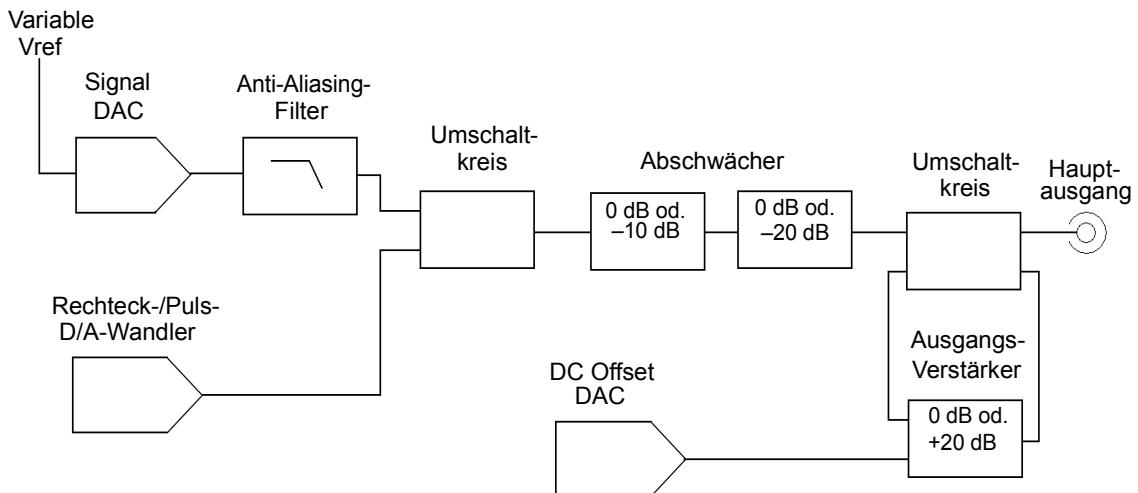
**Phasenrauschen** Phasenrauschen resultiert aus zufälligen Schwankungen („Jitter“) der Ausgangsfrequenz. Es erscheint im Spektrum als ein erhöhtes Grundrauschen im Bereich der Grundfrequenz. Der Pegel des Phasenrauschens steigt mit zunehmender Trägerfrequenz um 6 dBc/Octav an. Mit der Phasenrausch-Spezifikationen des 33220A wird die Amplitude des Rauschsignals in einer Bandbreite von 1 Hz angegeben, dies in einem Abstand von 10 kHz von der 20-MHz-Trägerfrequenz.

**Quantisierungsfehler** Die endliche Amplitudenauflösung des DACs (14 bit) führt zu Quantisierungsfehlern. Unter der Annahme, dass diese Fehler gleichmäßig über einen Bereich von  $\pm 0,5$  LSB (niedrigstwertiges Bit) verteilt sind, entspricht dies bei einem Sinussignal, das den Amplitudenwertebereich des DACs (16384 diskrete Werte) voll ausnutzt, einem äquivalenten Rauschpegel von -86 dBc. Analog hierzu führt die endliche Länge des Signalspeichers zu Phasenquantisierungsfehlern. Diese Fehler lassen sich als Phasen-Störmodulation betrachten. Unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung über einen Bereich von  $\pm 0,5$  LSB ergibt sich für ein Sinussignal mit einer Länge von 16 K ein äquivalenter Rauschpegel von -76 dBc. Alle internen Standardsignale

des 33220 nutzen den Amplitudenwertebereich des DACs voll aus und haben eine Länge von 16 K. Arbiträrsignale, die den Amplitudenwertebereich des DACs nicht voll ausnutzen oder eine Länge von weniger als 16 384 Punkte aufweisen, sind mit entsprechend größeren Quantisierungsfehlern behaftet.

### Einstellung der Ausgangsamplitude

Der 33220A verwendet eine variable Referenzspannung zur Feineinstellung der Ausgangsamplitude über einen Bereich von 10 dB. Wie Sie dem schematischen Blockschaltbild unten entnehmen können, wird das Ausgangssignal des Signalform-D/A-Wandlers durch einen Anti-Alias-Filter hindurchgeleitet. Der Umschaltkreis (Switching Circuitry) leitet das Signal entweder zum Hauptsignalaustritt oder zum Ausgang des separaten Rechteck-/Puls-D/A-Wandlers (Square/Pulse DAC) weiter. Zwei Stufenabschwächer (-10 dB und -20 dB) werden in verschiedenen Kombinationen dazu benutzt, die Ausgangsamplitude in 10 dB-Schritten über einen weiten Bereich (10 mVpp bis 10 Vpp) zu verändern.

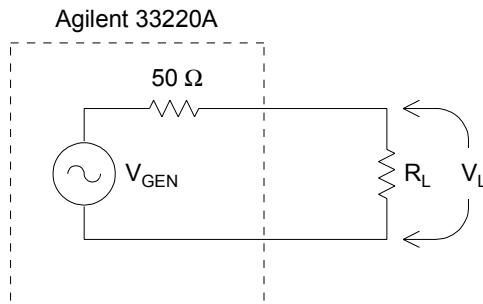


Beachten Sie, dass die DC-Offsetspannung im Ausgangsverstärker dem AC-Signal hinzugefügt wird. Dadurch ist es möglich, relativ kleinen AC-Signalen relativ große Offsetspannungen zu überlagern. So können Sie beispielsweise einem 100 mVpp-Signal eine Offsetspannung von fast 5 Vdc (an  $50 \Omega$ ) überlagern.

Beim Umschalten des Spannungsbereichs werden die Abschwächer stets in einer solchen Reihenfolge betätigt, dass die Ausgangsspannung nie-

mals den derzeit eingestellten Wert überschreitet. Allerdings kann es zu kurzzeitigen Unterbrechungen oder „Glitches“ kommen, die in bestimmten Anwendung eventuell stören. Aus diesem Grund wurde der 33220A mit einer *Range hold*-Funktion ausgestattet, die es ermöglicht, die Abschwächer und den Verstärker in ihrer aktuellen Einstellung „einzufrieren“. Wenn allerdings bei abgeschalteter automatischer Bereichswahl die Amplitude auf einen Wert unterhalb der Bereichsumschaltgrenze reduziert wird, kann es vorkommen, dass die Amplituden- und Offsetspannungsgenauigkeit/-auflösung (und die Signalformgenauigkeit) beeinträchtigt werden.

Der 33220A hat eine Ausgangsimpedanz von  $50 \Omega$ , die durch einen Festwiderstand vorgegeben wird. Diese bildet zusammen mit dem Lastwiderstand einen Spannungsteiler.



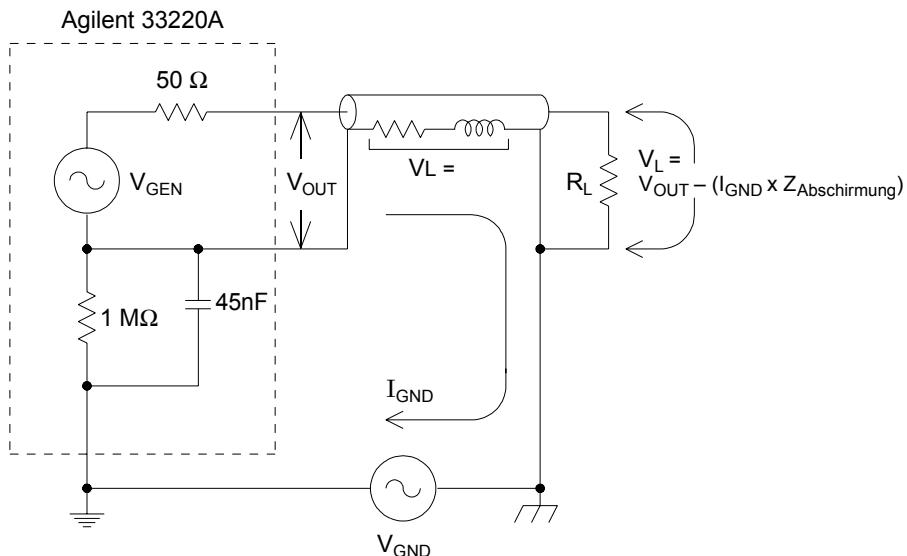
Die im Display angezeigten Amplituden- und Offsetwerte gelten normalerweise für eine Lastimpedanz von 50 Ohm. Falls die Lastimpedanz von diesem Sollwert abweicht, müssen Sie dies dem Funktionsgenerator „mitteilen“, da sonst falsche Amplituden-, Offset- und „High“/„Low“-Werte angezeigt werden. Bei der Kalibrierung werden Abweichungen des Quellenwiderstands vom Sollwert gemessen und berücksichtigt. Die Genauigkeit der angezeigten Ausgangsspannung ist daher in erster Linie von der Genauigkeit des eingegebenen Widerstandswertes ab:

$$\Delta V_L(\%) \equiv \frac{50}{R_L + 50} \times \Delta R_L(\%)$$

## Erdschleifen

Die Baugruppe zur Signalerzeugung des Agilent 33220A ist gegenüber der Chassis-Masse isoliert. Dies reduziert das Risiko von Erdschleifen und ermöglicht es, das Ausgangssignal auf ein von Chassis-Masse abweichendes Potential zu beziehen. Die nachfolgende Abbildung zeigt

eine Last, die über ein Koaxialkabel an den Ausgang des Funktionsgenerators angeschlossen ist. Falls die Massepotentiale der Last und des Funktionsgenerators voneinander abweichen (in der Abbildung durch die Spannungsquelle  $V_{GND}$  dargestellt), fließt durch die Abschirmung des Kabels ein Strom ( $I_{GND}$ ), der über der Impedanz der Kabelabschirmung ( $Z_{Shield}$ ) einen Spannungsabfall hervorruft. Dieser Spannungsabfall ( $I_{GND} \times Z_{Abschirmung}$ ) verfälscht die Spannung über der Last. Da das Gerät jedoch isoliert ist, wird der Strom  $I_{GND}$  durch eine hohe Serienimpedanz (üblicherweise  $1 \text{ M}\Omega$  parallel zu  $45 \text{ nF}$ ) auf sehr niedrige Werte begrenzt.



### Erdschleifeneffekte

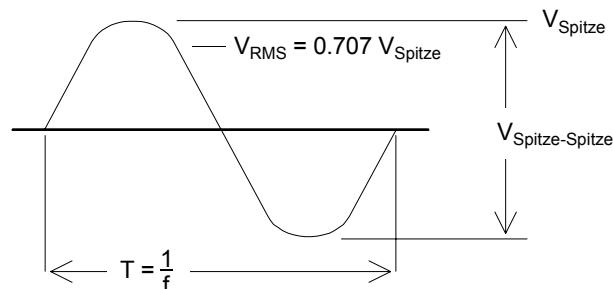
Bei Frequenzen oberhalb einiger Kilohertz ist die Abschirmung eines Koaxialkabels nicht mehr resistiv, sondern induktiv. Das Kabel wirkt in diesem Fall als Transformator. Dies führt tendenziell dazu, dass die Ströme durch die Abschirmung und durch den Mittelleiter gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet sind. Der durch den Strom  $I_{GND}$  verursachten Spannungsabfall über der Abschirmung wird durch den Spannungsabfall über dem Mittelleiter mehr oder weniger kompensiert. Dieser sogenannte *Balun-Effekt* reduziert die Auswirkungen von Erdschleifen bei höheren Frequenzen. Die Frequenzgrenze, ab welcher der Balun-Effekt wirksam ist, verschiebt sich mit abnehmendem Abschirmungswiderstand nach unten. Deshalb sind zwei- oder dreifach abgeschirmte

Koaxialkabel wesentlich besser als solche mit einfacher Abschirmung oder Folienabschirmung.

Zur Minimierung der Auswirkungen von Erdschleifen sollten Sie den Funktionsgenerator über ein hochwertiges Koaxialkabel mit der Last verbinden und ihn an der Last über die Abschirmung des Kabels erden. Zur Minimierung der Potentialdifferenzen zwischen Funktionsgenerator und Last sollten beide, falls möglich, an die gleiche Netzsteckdose angeschlossen werden.

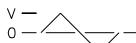
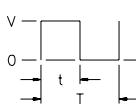
### Eigenschaften von AC-Signalen

Die am häufigsten verwendete AC-Signalform ist Sinus. Bekanntlich lässt sich jedes periodische Signal durch eine Summe von Sinussignalen mit unterschiedlichen Amplituden und Frequenzen darstellen. Die Stärke eines Sinussignals wird meistens durch Angabe des Spitzenwertes, des Spitz-Spitze-Wertes oder des Effektivwertes (RMS) spezifiziert. Alle diese Angaben setzen voraus, dass dem Signal keine Offsetspannung überlagert ist.



Die *Spitzenspannung* eines Signals ist der größte Absolutwert aller Signalpunkte. Die *Spitz-Spitze-Spannung* ist die Differenz zwischen dem maximalen und dem minimalen Wert. Die *Effektivspannung* erhält man, indem man die Spannungswerte aller Signalpunkte quadriert und dann addiert, die Summe durch die Anzahl der Signalpunkte dividiert und daraus dann die Quadratwurzel zieht. Der Effektivwert eines Signals ist proportional zu der über einen Zyklus gemittelten Leistung: Leistung =  $V_{RMS}^2 / R_L$ . Der *Scheitelfaktor* ist das Verhältnis des Spitzenwertes zum Effektivwert eines Signals; dieser Parameter ist von der Signalform abhängig. Die nachfolgende Tabelle zeigt einige häufig verwendete Signalformen und deren Effektivwerte und Scheitelfaktoren.

## Kapitel 7 Tutorial Erzeugung von Pulssignalen

| Waveform Shape                                                                    | Crest Factor (C.F.)  | AC RMS                                                           | AC+DC RMS         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|
|  | 1.414                | $\frac{V}{1.414}$                                                | $\frac{V}{1.414}$ |
|  | 1.732                | $\frac{V}{1.732}$                                                | $\frac{V}{1.732}$ |
|  | $\sqrt{\frac{T}{t}}$ | $\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$ | $\frac{V}{C.F.}$  |

**Hinweis:** Wird zur Messung der DC-Spannung („DC voltage“) eines Signals ein Voltmeter mit Mittelwertsanzeige verwendet, so stimmen die auf dem Voltmeter abgelesenen Werte unter Umständen nicht mit den DC-Offset-Einstellungen am Funktionsgenerator überein. Der Grund hierfür: Das Signal kann einen von Null verschiedenen Spannungs-mittelwert haben, der zum DC-Offset-Wert addiert würde.

AC-Spannungspegel werden gelegentlich in der Einheit „Dezibel bezogen auf 1 Milliwatt“ (dBm) angegeben. Da ein dBm-Wert eine Leistung angibt, ist eine Umrechnung solcher Angaben in eine Effektiv- oder Spitze-Spitze-Spannung nur möglich, wenn der Lastwiderstand bekannt ist. Es gelten folgende Zusammenhänge:

$$\text{dBm} = 10 \times \log_{10}(P/0.001) \quad \text{wobei } P = V_{\text{RMS}}^2 / R_L$$

Die nachfolgende Umrechnungstabelle gilt für Sinussignale und einen Lastwiderstand von  $50 \Omega$ .

| dBm        | Effektivspannung | Spitze-Spitze-Spannung |
|------------|------------------|------------------------|
| +23.98 dBm | 3.54 Vrms        | 10.00 Vpp              |
| +13.01 dBm | 1.00 Vrms        | 2.828 Vpp              |
| +10.00 dBm | 707 mVrms        | 2.000 Vpp              |
| +6.99 dBm  | 500 mVrms        | 1.414 Vpp              |
| 0.00 dBm   | 224 mVrms        | 632 mVpp               |
| -6.99 dBm  | 100 mVrms        | 283 mVpp               |
| -10.00 dBm | 70.7 mVrms       | 200 mVpp               |
| -36.02 dBm | 3.54 mVrms       | 10.0 mVpp              |

Für  $75\ \Omega$  oder  $600\ \Omega$  Lastwiderstand gelten folgende Umrechnungsfaktoren:

$$\begin{aligned}\text{dBm (75 } \Omega) &= \text{dBm (50 } \Omega) - 1.76 \\ \text{dBm (600 } \Omega) &= \text{dBm (5 } 0\Omega) - 10.79\end{aligned}$$

## Modulation

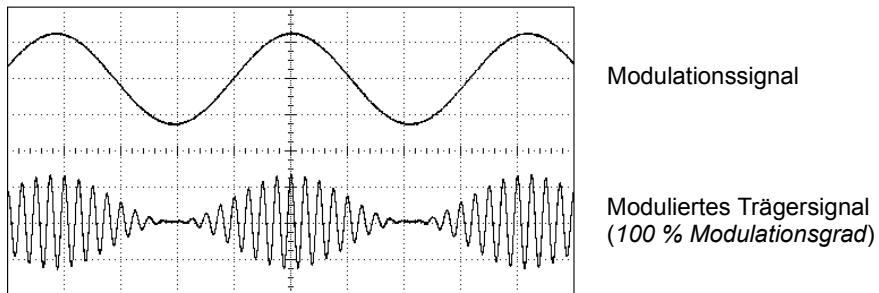
Modulation ist ein Prozess, bei dem einem hochfrequenten Signal (dem sogenannten *Trägersignal*) eine niederfrequente Information (das sogenannte *Modulatingssignal*) aufgeprägt wird. Das Trägersignal und das Modulationssignal können im Prinzip beliebige Signalformen haben; in der Regel wird als Trägersignal jedoch ein Sinussignal verwendet.

Die am häufigsten verwendeten Modulationstypen sind *Amplitudemodulation* (AM) und *Frequenzmodulation* (FM). Bei diesen Modulationstypen wird die Amplitude bzw. Frequenz des Trägersignals in Abhängigkeit von der momentanen Spannung des Modulationssignals verändert. Ein dritter häufig verwendeter Modulationstyp ist die *Phasenmodulation* (PM), die der Frequenzmodulation (FM) ähnlich ist und sich von dieser lediglich darin unterscheidet, dass die Phase des Trägersignals variiert wird und nicht dessen Frequenz. Ein weiterer Modulationstyp ist die *Frequenzumtastung* (FSK, Frequency Shift Keying). Bei diesem Verfahren wechselt die Frequenz des Trägersignals in Abhängigkeit von einem digitalen Modulationssignal zwischen zwei vorgegebenen Werten. Schließlich gibt es noch die Pulsbreitenmodulation (PWM), die ausschließlich für Pulssignale verfügbar ist. Bei der PWM wird die Pulsbreite bzw. das Tastverhältnis des Pulssignals entsprechend dem Modulationssignal variiert.

Das vom Funktionsgenerator erzeugte Trägersignal kann mit einem *internen* oder *externen* Modulationssignal moduliert werden. Wenn Sie die Modulationsquelle *Intern* wählen, wird das modulierte Signal von einem sekundären DDS-Synthesizer (d. h. mittels direkter digitaler Synthese) erzeugt. Bei *externer* Modulation wird das Trägersignal mit dem am rückseitigen Anschluss *Modulation In* anliegenden Signal moduliert. Das externe Signal wird mit Hilfe eines A/D-Wandlers (ADC) digitalisiert. In beiden Fällen liefert der digitale Signalprozessor einen Digitaldatenstrom, der das modulierte Signal repräsentiert.

Bei FSK-Modulation ist die Ausgangsfrequenz vom binären Zustand des am rückseitigen Anschluss *Trig In* anliegenden Signals abhängig.

**Amplitudenmodulation (AM)** Der Funktionsgenerator führt eine als „Zweiseitenband-AM mit Trägerübertragung“ bezeichnete Art der Amplitudenmodulation durch. Diese Modulation wird von den meisten AM-Radiosendern verwendet.



### Amplitudenmodulation

Die Stärke der Amplitudenmodulation wird als *Modulationsgrad* bezeichnet. Der Modulationsgrad ist ein Maß dafür, welcher Teil des Amplitudenbereichs für die Modulation genutzt wird. Bei einem Modulationsgrad von 80 %, beispielsweise, schwankt die Amplitude zwischen 10 % und 90 % ( $90\% - 10\% = 80\%$ ) der eingestellten Ausgangsamplitude. (Bei externer Modulation bezieht sich dies auf Vollaussteuerung des Modulationssignaleingangs; zur Vollaussteuerung ist ein Signal mit einer Spannung von  $\pm 5$  V erforderlich).

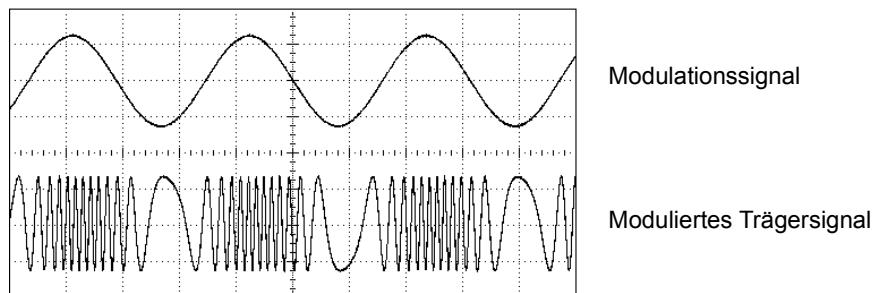
**Frequenzmodulation (FM)** Bei Frequenzmodulation steuert der vom Funktionsgenerator gelieferte digitale Datenstrom den Inhalt des PIR (siehe „*Direkte digitale Synthese*“ auf Seite 344) und variiert dadurch die Frequenz des Ausgangssignals. Da der rückseitige Anschluss *Modulation In DC*-gekoppelt ist, können Sie mit dem 33220A einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) emulieren.

Die maximale Abweichung der Frequenz des modulierten Signals von der des Trägersignals wird als *Frequenzhub* bezeichnet. Wenn der Frequenzhub weniger als 1 % der Signalbandbreite beträgt, spricht man von *Schmalband-FM*, anderenfalls von *Breitband-FM*. Die Bandbreite des modulierten Signals kann überschlägig nach den folgenden Gleichungen berechnet werden.

$$BW \approx 2 \times (\text{Modulationssignalbandbreite}) \quad \text{Für Schmalband-FM}$$

$$BW \approx 2 \times (\text{Frequenzhub} + \text{Modulationssignalbandbreite}) \quad \text{Für Breitband-FM}$$

In den USA arbeiten kommerzielle Rundfunkstationen in der Regel mit einer Modulationsbandbreite von 15 kHz und einem Frequenzhub von 75 kHz; es handelt sich daher um „Breitband-FM“. Die Modulationsbandbreite beträgt demnach:  $2 \times (75 \text{ kHz} + 15 \text{ kHz}) = 180 \text{ kHz}$ . Der Kanalabstand beträgt 200 kHz.



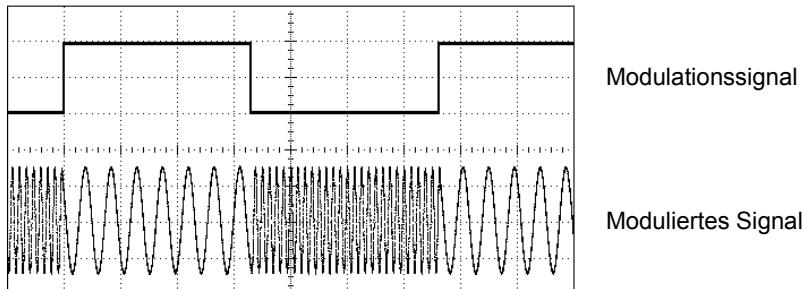
Frequenzmodulation

**Phasenmodulation (PM)** Die Phasenmodulation hat große Ähnlichkeit mit der Frequenzmodulation, wobei jedoch bei der PM die *Phase* des Trägersignals variiert wird und nicht die *Frequenz*. Die Abweichung der Phase des modulierten Signals von der des Trägersignals wird als *Phasenhub* bezeichnet und kann von 0 bis 360 Grad variieren.

**FSK-Modulation (Frequenzumtastung)** FSK-Modulation ist der Frequenzmodulation ähnlich. Der Unterschied besteht darin, dass bei FSK die Frequenz zwischen zwei vorgegebenen Werten wechselt, während sie bei FM beliebige Werte innerhalb eines bestimmten Bereichs annehmen kann. Die beiden Frequenzen werden als „Trägerfrequenz“ bzw. als „Hop“-Frequenz bezeichnet. Die Frequenzumschaltrate wird durch die Frequenz des internen Modulationssignals bzw. des Signals am Eingang Trig In bestimmt. Die Frequenzänderungen erfolgen sofort und sind phasenkontinuierlich.

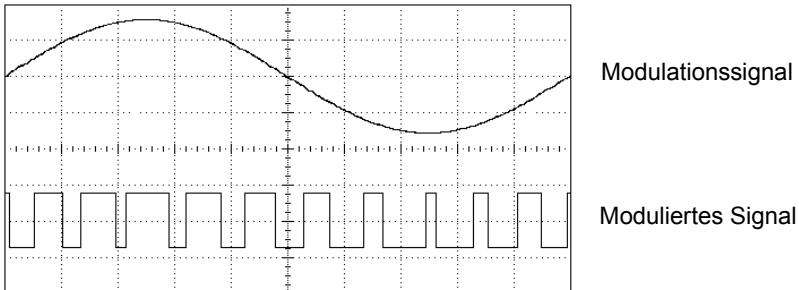
Bei dem internen Modulationssignal handelt es sich um ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %. Die Frequenz des internen FSK-Modulationssignals ist im Bereich von 2 mHz bis 100 kHz einstellbar.

## Kapitel 7 Tutorial Erzeugung von Pulssignalen



*FSK-Modulation*

**Pulsbreitenmodulation (PWM)** Die PWM wird bei digitalen Audioanwendungen, Motorsteuerungsschaltungen, Schaltnetzteilen sowie sonstigen Einheiten zur Steuerung eingesetzt. Der Agilent 33220A ermöglicht die Pulsbreitenmodulation (PWM) für Pulssignale. PWM ist der einzige Modulationstyp, der für Pulssignale verfügbar ist. Bei der PWM wird die Amplitude der Modulationssignalform digital erfasst und zum Steuern der Pulsbreite oder des Tastverhältnisses des Pulssignals verwendet.



*Pulsbreitenmodulation*

Die Abweichung der Pulsbreite des modulierten Signals von der des Pulssignals wird als *Pulsbreitenvariation* bezeichnet. Diese Abweichung kann auch durch das Tastverhältnis (als ein auf die Periode des Pulssignals bezogener Prozentsatz), die so genannte *Tastverhältnisabweichung*, ausgedrückt werden. Bei der PWM ist die Abweichung der Pulsbreite oder des Tastverhältnisses symmetrisch um die Pulsbreite oder das Tastverhältnis des ursprünglichen Pulssignals verteilt. Angenommen, Sie geben ein Pulssignal mit einem Tastverhältnis von 10 % vor und spezifizieren anschließend eine PWM mit einer Tastverhältnis-

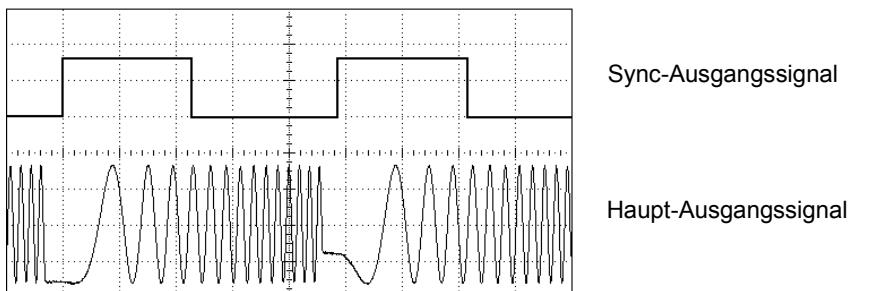
abweichung von 5 %, so wird der Puls des modulierten Signals hinsichtlich des Tastverhältnisses, gesteuert durch das Modulationssignal, zwischen 5 % und 15 % variieren.

### Frequenzwobbelung

Frequenzwobbelung ist der Frequenzmodulation ähnlich, wobei jedoch kein Modulationssignal verwendet wird. Statt dessen verändert der Funktionsgenerator die Ausgangsfrequenz gemäß einer linearen oder logarithmischen Funktion. Bei *linearer* Wobbelung ändert sich die Ausgangsfrequenz um einen konstanten Betrag pro Zeiteinheit („Hertz pro Sekunde“). Bei *logarithmischer* Wobbelung ändert sich die Ausgangsfrequenz um eine vorgegebene „Anzahl von Oktaven pro Sekunde“ oder „Anzahl von Dekaden pro Sekunde“. Logarithmische Wobbelung eignet sich für Messungen über weite Frequenzbereiche, weil sie auch bei niedrigen Frequenzen eine relativ hohe Frequenzauflösung ermöglicht.

Die Wobbelung kann durch ein *internes* Triggersignal oder einen *externen* Hardware-Trigger ausgelöst werden. Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle „*Internal*“ wählen, gibt der Funktionsgenerator eine kontinuierliche Folge von Wobbelzyklen aus, deren Rate durch die spezifizierte *Wobbelzeit* bestimmt wird. Wenn Sie die Wobbel-Triggerquelle *External* wählen, wartet der Funktionsgenerator auf ein Triggersignal über den rückseitigen Eingang *Trig In*. Jedesmal, wenn der Funktionsgenerator über den Eingang *Trig In* einen TTL-Impuls empfängt, gibt er einen einzelnen Wobbelzyklus aus.

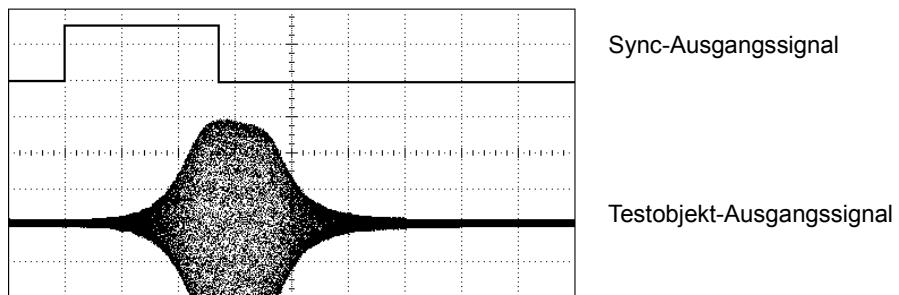
Ein Wobbelzyklus besteht aus einer endlichen Anzahl von kleinen Frequenzschritten. Da jeder Schritt die gleiche Zeit in Anspruch nimmt, verringert sich mit zunehmender Wobbelzeit die Schrittweite; entsprechend erhöht sich die Frequenzauflösung. Die Anzahl der diskreten Frequenzpunkte eines Wobbelzyklus wird vom Funktionsgenerator automatisch berechnet und ist von der gewählten *Wobbelzeit* abhängig.



Die Wobbeltriggerquelle für getrigerter Wobbelung kann ein externes Signal, die Taste **Trigger** oder ein Fernsteuerungsbefehl sein. Als Eingang für externe Triggersignale dient der rückseitige Anschluss *Trig In*. Dieser Eingang akzeptiert TTL-kompatible Signale und ist auf Chassis-Masse bezogen (nicht erdfrei). Der Anschluss *Trig In* kann auch als Triggersignalausgang konfiguriert. in diesem Fall gibt der 33220A jedesmal, wenn er intern getriggert wird, über diesen Anschluss ein Triggersignal zur Synchronisation externer Geräte aus.

**Synchronisations- und Markensignale** Am Anfang eines jeden Wobbelzyklus geht das Signal am Frontplattenanschluss Sync in den HIGH-Zustand über. Wenn die Markenfunktion deaktiviert wurde, geht das Sync-Signal in der Mitte des Wobbelzyklus in den LOW-Zustand über. Wenn die Markenfunktion aktiv ist, geht das Sync-Signal in den LOW-Zustand über, sobald die Frequenz die spezifizierte Markenfrequenz erreicht. Die Markenfrequenz muss zwischen der Start-Frequenz und der Stop-Frequenz liegen.

Sie können die Markenfunktion dazu benutzen, im Frequenzgang eines Testobjekts eine interessierende Frequenz – beispielsweise eine Resonanzfrequenz – zu identifizieren. Verbinden Sie hierzu den *Sync*-Ausgang mit einem Kanal Ihres Oszilloskops und den Ausgang des Testobjekts mit einem weiteren Oszilloskop-Kanal. Konfigurieren Sie das Oszilloskop so, dass es auf die Anstiegsflanke des Sync-Signals triggert. Die Start-Frequenz wird dann am linken Bildschirmrand des Oszilloskops dargestellt. Stellen Sie dann die Markenfrequenz so ein, dass die Abfallflanke des Sync-Signals mit dem interessierenden Punkt im Frequenzgang des Testobjekts zusammenfällt. Sie können die Frequenz dieses Punktes im Display des 33220A ablesen.

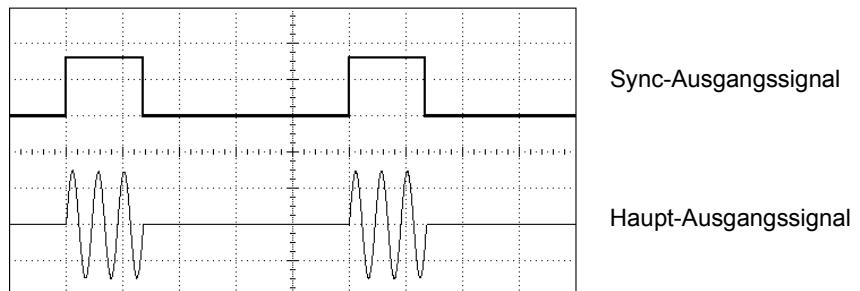


*Wobbelung mit Marke bei der Resonanzfrequenz des Testobjekts*

## Burst

Sie können den Funktionsgenerator so konfigurieren, dass er einen **Burst**, d. h. eine bestimmte Anzahl von Impulsen ausgibt. Der Funktionsgenerator bietet zwei Burst-Betriebsarten zur Auswahl: „*N-Cycle Burst*“ (auch als „triggered burst“ bezeichnet) oder „*Gated Burst*“.

**„N-Cycle Burst“** Ein „N-Cycle burst“ besteht aus einer spezifizierten Anzahl von Signalzyklen (1 bis 50000) und wird stets durch ein Triggerereignis ausgelöst. Sie können die Burst-Anzahl auch auf „Infinite“ einstellen. In diesem Fall gibt der Funktionsgenerator nach erfolgter Triggerung ein kontinuierliches Signal aus.



Burst mit drei Signalyzyklen

Die Triggerquelle für Bursts kann ein externes Signal, ein interner Timer, die Taste **Trigger** oder ein Fernsteuerungsbefehl sein. Als Eingang für externe Triggersignale dient der rückseitige Anschluss *Trig In*. Dieser Eingang akzeptiert TTL-kompatible Signale und ist auf Chassis-Masse bezogen (nicht erdfrei). Der Anschluss *Trig In* kann auch als Triggersignalausgang konfiguriert. in diesem Fall gibt der 33220A jedesmal, wenn er intern getriggert wird, über diesen Anschluss ein Triggersignal zur Synchronisation externer Geräte aus.

Ein „N-Cycle burst“ beginnt und endet stets an demselben Signalpunkt. Dieser wird als *Start-Phase* bezeichnet. Eine Start-Phase von  $0^\circ$  entspricht dem Anfang des Signaldatensatzes und eine Start-Phase von  $360^\circ$  dem Ende des Signaldatensatzes.

**Torgesteuerte Burst-Signale** In der Betriebsart „Gated Burst“ wird das Ausgangssignal durch ein externes Torsignal am rückseitigen Anschluss *Trig In* aus- oder eingeschaltet. Solange das Torsignal TRUE ist, gibt der Funktionsgenerator ein kontinuierliches Signal aus. Wenn das Torsignal in den Zustand FALSE übergeht, wird die Signalausgabe

## Kapitel 7 Tutorial **Erzeugung von Pulssignalen**

nach dem Ende des aktuellen Signalzyklus beendet. Die Ausgangsspannung bleibt auf dem durch die Start-Burst-Phase der gewählten Signalform vorgegebenen Wert. Bei der Signalform „Noise“ wird die Signalausgabe beim TRUE/FALSE-Übergang des Torsignals sofort beendet.

---

## Spezifikationen

Kapitel 8 Spezifikationen  
Agilent 33220A Funktions- / Arbiträrsignalgenerator

## Signale

|                                 |                                                                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Standardsignalformen:</b>    | Sinus, Rechteck, Sägezahn, Dreieck, Puls, Rauschen, DC (Gleichstrom)                   |
| <b>Interne Arbiträrsignale:</b> | exponentiell ansteigend, exponentiell abfallend, negativer Sägezahn, $\sin(x)/x$ , EKG |

## Signalcharakteristiken

### Sinus

Frequenz: 1 µHz bis 20 MHz,  
1 µHz-Auflösung

Frequenzgang (Amplitude): [1], [2]

|                   | (relativ zu 1 kHz) |
|-------------------|--------------------|
| <100 kHz          | 0,1 dB             |
| 100 kHz bis 5 MHz | 0,15 dB            |
| 5 MHz bis 20 MHz  | 0,3 dB             |

Oberwellenverzerrungen: [2], [3]

|                    | < 1 Vpp | ≥ 1 Vpp |
|--------------------|---------|---------|
| DC bis 20 kHz      | -70 dBc | -70 dBc |
| 20 kHz bis 100 kHz | -65 dBc | -60 dBc |
| 100 kHz bis 1 MHz  | -50 dBc | -45 dBc |
| 1 MHz bis 20 MHz   | -40 dBc | -35 dBc |

Harmonische Gesamtverzerrung: [2], [3]

DC bis 20 kHz 0,04 %

Nebenwellenverzerrungen (nicht-harmonisch): [2], [4]

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| DC bis 1 MHz     | -70 dBc              |
| 1 MHz bis 20 MHz | -70 dBc +6 dBc/Oktav |

Phasenrauschen  
(10 kHz Offset): -115 dBc/Hz, typisch

### Rechteck

|                                                 |                                                                |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Frequenz:                                       | 1 µHz bis 20 MHz,<br>1 µHz-Auflösung                           |
| Anstiegs-/Abfallzeit:                           | < 13 ns                                                        |
| Überschwingen:                                  | < 2 %                                                          |
| Variables Tastverhältnis:                       | 20 % bis 80 %<br>(bis 10 MHz)<br>40 % bis 60 %<br>(bis 20 MHz) |
| Asymmetrie (bei einem Tastverhältnis von 50 %): | 1 % der Periode + 5 ns                                         |
| Jitter (effektiv):                              | 1 ns + 100 ppm der Periode                                     |

### Sägezahn, Dreieck

|                                |                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------|
| Frequenz:                      | 1 µHz bis 200 kHz,<br>1 µHz-Auflösung  |
| Linearität:                    | < 0,1 % der maximalen Ausgangsspannung |
| Variables Symmetrieverhältnis: | 0,0 % bis 100,0 %                      |

### Puls

|                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Frequenz:                       | 500 µHz bis 5 MHz,<br>1 µHz-Auflösung |
| Pulsbreite<br>(Periode ≤ 10 s): | 20 ns Minimum,<br>Auflösung 10 ns     |
| Variable Flankenzeit:           | < 13 ns bis 100 ns                    |
| Überschwingen:                  | < 2 %                                 |
| Jitter (effektiv):              | 300 ps + 0,1 ppm der Periode          |

### Rauschen

Bandbreite: 10 MHz, typisch

### Arbiträrsignal

|                      |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| Frequenz:            | 1 µHz bis 6 MHz,<br>1 µHz-Auflösung |
| Signallänge:         | 2 bis 64 K Punkte                   |
| Amplitudenauflösung: | 14 bit (einschließlich Vorzeichen)  |

|                                |                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------|
| Abtastrate:                    | 50 MSa/s                               |
| Minimale Anstiegs-/Abfallzeit: | 35 ns, typisch                         |
| Linearität:                    | < 0,1 % der maximalen Ausgangsspannung |
| Einschwingzeit:                | < 250 ns bis 0,5 % der Restabweichung  |
| Jitter (effektiv):             | 6 ns + 30 ppm                          |
| Nicht-flüchtiger Speicher:     | vier Signale                           |

Hauptausgang wird automatisch durch Überlastungsschutz abgeschaltet

#### Interne Frequenzreferenz

Genauigkeit: [5]       $\pm 10 \text{ ppm}$  in 90 Tagen,  
 $\pm 20 \text{ ppm}$  in 1 Jahr

## Allgemeine Charakteristiken

### Frequenzgenauigkeit:

|          |                                        |
|----------|----------------------------------------|
| 90 Tage: | $\pm (10 \text{ ppm} + 3 \text{ pHz})$ |
| 1 Jahr:  | $\pm (20 \text{ ppm} + 3 \text{ pHz})$ |

### Amplitude

|                                       |                                                              |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Bereich:                              |                                                              |
| An 50 $\Omega$ :                      | 10 mVpp bis 10 Vpp                                           |
| Im Leerlauf:                          | 20 mVpp bis 20 Vpp                                           |
| Genauigkeit:<br>(bei 1 kHz): [1], [2] | $\pm (1 \% \text{ vom eingestellten Wert} + 1 \text{ mVpp})$ |
| Einheiten:                            | Vpp, Vrms, dBm                                               |
| Auflösung:                            |                                                              |
| 10.00 bis 20.00 Vpp:                  | 10 mVpp                                                      |
| 1.000 bis 9.999 Vpp:                  | 1 mVpp                                                       |
| <999.9 mVpp:                          | 0.1 mVpp                                                     |

### DC-Offsetspannung

|                                     |                                                                                                               |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bereich<br>(Spitzenspannung AC+DC): | $\pm 5 \text{ V}$ an 50 $\Omega$<br>$\pm 10 \text{ V}$ im Leerlauf                                            |
| Genauigkeit: [1], [2]               | $\pm 2 \% \text{ des eingestellten Offsetwertes}$<br>$\pm 0,5 \% \text{ der Amplitude}$<br>$\pm 2 \text{ mV}$ |
| Auflösung:                          | 4 Digits                                                                                                      |

### Haupt-Ausgangssignal

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| Impedanz:  | 50 $\Omega$ typisch   |
| Isolation: | max. 42 Vpk nach Erde |
| Schutz:    | Kurzschlussgeschützt, |

# Kapitel 8 Spezifikationen

## Agilent 33220A Funktions- / Arbiträrsignalgenerator

### Externe Frequenzreferenz (Option 001)

Rückwärtiger Signaleingang:

Synchronisationsbereich: 10 MHz ± 500 Hz

Eingangsspannung: 100 mVpp bis 5 Vpp

Impedanz: 1 kΩ, typisch,  
AC-gekoppelt

Synchronisationszeit: <2 Sekunden

Rückwärtiger Signalausgang:

Frequenz: 10 MHz

Ausgangsspannung: 632 mVpp (0 dBm),  
typisch

Impedanz: 50 Ω, typisch,  
AC-gekoppelt

Phasen-Offset:

Bereich: +360 bis -360 Grad

Auflösung: 0,001 Grad

Genauigkeit: 20 ns

### Modulation

#### AM

Trägersignalformen: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn,  
Arbiträrsignal

Quelle: Intern/extern

Interne Modulation: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn, Dreieck,  
Rauschen,  
Arbiträrsignal  
(2 mHz bis 20 kHz)

Modulationsgrad: 0,0 % bis 120,0 %

#### FM (Frequenzmodulation)

Trägersignalformen: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn,  
Arbiträrsignal

Quelle: Intern/extern

Interne Modulation: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn, Dreieck,  
Rauschen,  
Arbiträrsignal  
(2 mHz bis 20 kHz)

Frequenzhub: DC bis 10 MHz

### PM (Phasenmodulation)

Trägersignalformen: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn,  
Arbiträrsignal

Quelle: Intern/extern

Interne Modulation: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn, Dreieck,  
Rauschen,  
Arbiträrsignal  
(2 mHz bis 20 kHz)

Frequenzhub: 0,0 bis 360,0 Grad

### PWM (Pulsbreitenmodulation)

Trägersignalformen: Puls

Quelle: Intern/extern

Interne Modulation: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn, Dreieck,  
Rauschen,  
Arbiträrsignal (2 mHz  
bis 20 kHz)

Abweichung: 0 % bis 100 %  
der Pulsbreite

### FSK (Frequency Shift Keying = Frequenzumtastung)

Trägersignalformen: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn,  
Arbiträrsignal

Quelle: Intern/extern

Interne Modulation: Rechteck mit 50 %  
Tastverhältnis  
(2 mHz bis 100 kHz)

### Eingang für externe Modulation [6] (für die Modulationsarten AM, FM, PM, PWM)

Spannungsbereich: ± 5 V  
(Vollausssteuerung)

Eingangswiderstand: 5 kΩ, typisch

Bandbreite: DC bis 20 kHz

### Wobbelung

Signalformen: Sinus, Rechteck,  
Sägezahn,  
Arbiträrsignal

|                 |                                                          |
|-----------------|----------------------------------------------------------|
| Charakteristik: | Linear oder logarithmisch                                |
| Richtung:       | Aufwärts oder abwärts                                    |
| Wobbelzeit:     | 1 ms bis 500 s                                           |
| Triggerung:     | Einzeltrigger, extern oder intern                        |
| Marke:          | Abfallflanke des Sync-Signals (programmierbare Frequenz) |

### Burst [7]

|                    |                                                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Signalformen:      | Sinus, Rechteck, Sägezahn, Dreieck, Puls, Rauschen, Arbiträrsignal |
| Typ:               | gezählt (1 bis 50000 Zyklen), unendlich, Gated (torgesteuert)      |
| Start-/Stop-Phase: | -360 bis +360 Grad                                                 |
| Interne Periode:   | 1 ms bis 500 s                                                     |
| Torsignalquelle:   | Extern-Trigger-Eingang                                             |
| Triggerquelle:     | Einzeltrigger, extern oder intern                                  |

### Triggercharakteristiken

|                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| Triggereingang:    |                                 |
| Eingangsspeigel:   | TTL-kompatibel                  |
| Flanke:            | Positive oder negative, wählbar |
| Pulsebreite:       | > 100 ns                        |
| Eingangsimpedanz:  | > 10 kΩ, DC-gekoppelt           |
| Latenzzeit:        | < 500 ns                        |
| Jitter (effektiv): | 6 ns (3,5 ns für Pulssignale)   |

|                   |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| Triggerausgang:   |                                             |
| Pegel:            | TTL-kompatibel an $\geq 1 \text{ k}\Omega$  |
| Pulsebreite:      | > 400 ns                                    |
| Ausgangsimpedanz: | 50 Ω, typisch                               |
| Maximale Rate:    | 1 MHz                                       |
| Fanout:           | < 4 Funktionsgeneratoren<br>Agilent 33220As |

### Programmierzeiten (typisch)

#### Konfigurationszeiten

|                                                | USB 2.0 | LAN (VXI-11) | GPIB   |
|------------------------------------------------|---------|--------------|--------|
| Funktionsumschaltung                           | 111 ms  | 111 ms       | 111 ms |
| Frequenzänderung                               | 1,5 ms  | 2,7 ms       | 1,2 ms |
| Amplitudenänderung                             | 30 ms   | 30 ms        | 30 ms  |
| Wahl eines benutzerdefinierten Arbiträrsignals | 124 ms  | 124 ms       | 123 ms |

#### Zeit für das Laden von Arbiträrsignalen (Binärdatenübertragung)

|             | USB 2.0 | LAN (VXI-11) | GPIB     |
|-------------|---------|--------------|----------|
| 64 K Punkte | 96,9 ms | 191,7 ms     | 336,5 ms |
| 16 K Punkte | 24,5 ms | 48,4 ms      | 80,7 ms  |
| 4 K Punkte  | 7,3 ms  | 14,6 ms      | 19,8 ms  |

In den Zeiten für das Herunterladen von Signalen sind weder Setup- noch Ausgabezeit enthalten.

### Allgemeine Spezifikationen

|                    |                                                                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stromversorgung:   | CAT II<br>100 bis 240 V bei 50/60 Hz (-5 %, +10 %)<br>100 bis 120 V bei 400 Hz ( $\pm 10\%$ ) |
| Leistungsaufnahme: | maximal 50 VA                                                                                 |

## Kapitel 8 Spezifikationen

### Agilent 33220A Funktions- / Arbiträrsignalgenerator

|                                                                                                    |                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Betriebsbedingungen:                                                                               | IEC 61010<br>Verschmutzungsgrad 2<br>Zur Verwendung in<br>Innenräumen                                                          |
| Betriebstemperatur:                                                                                | 0 °C bis 55 °C                                                                                                                 |
| Rel. Feuchte bei Betrieb:                                                                          | 5 % bis 80 %<br>nicht kondensierend                                                                                            |
| Betriebshöhe:                                                                                      | bis zu 3000 Meter                                                                                                              |
| Lagerungstemperatur:                                                                               | -30 °C bis 70 °C                                                                                                               |
| Floating Abschlussabschirmungen<br>(Nur <b>Output</b> , <b>Sync</b> und<br><b>Modulation In</b> ): | Zulässiges Floating für<br>Abschirmungen<br>± 42 V (Spitze) relativ<br>zur Erdung. <sup>[8]</sup>                              |
| Speicher für<br>Gerätezustände:                                                                    | Zustand beim<br>Ausschalten wird<br>automatisch<br>gespeichert. vier<br>benutzerdefinierbare<br>gespeicherte<br>Gerätezustände |
| Schnittstellen:                                                                                    | GPIB, USB und LAN<br>serienmäßig                                                                                               |
| Befehlssprachen:                                                                                   | SCPI – 1993,<br>IEEE-488.2                                                                                                     |
| Abmessungen (B x H x T):                                                                           |                                                                                                                                |
| Freistehend:                                                                                       | 261,1 x 103,8 x<br>303,2 mm                                                                                                    |
| Gestelleinbau:                                                                                     | 212,8 x 88,3 x<br>272,3 mm                                                                                                     |
| Gewicht:                                                                                           | 3,4 kg                                                                                                                         |
| Sicherheitsstandards:                                                                              | UL-1244, CSA 1010,<br>EN61010                                                                                                  |
| EMV-Standards:                                                                                     | MIL-461C, EN55011,<br>EN50082-1                                                                                                |
| Vibration und Stoß:                                                                                | nach MIL-T-28800, Typ<br>III, Klasse 5                                                                                         |
| Betriebsgeräusch:                                                                                  | 30 dBA                                                                                                                         |
| Warmlaufzeit:                                                                                      | 1 Stunde                                                                                                                       |
| LXI-Kompatibilität:                                                                                | LXI Klasse C, Version<br>1.3                                                                                                   |

**Hinweis:** Wir behalten uns vor, die Spezifikationen ohne vorherige Ankündigung zu ändern. Die jeweils aktuellen Spezifikationen entnehmen Sie dem entsprechenden Produkt-Datenblatt, das Sie über die Agilent 33220A-Produktseite finden.

[www.agilent.com/find/33220A](http://www.agilent.com/find/33220A)

Dieses ISM-Gerät ist mit dem kanadischen Standard  
ICES-001 konform.

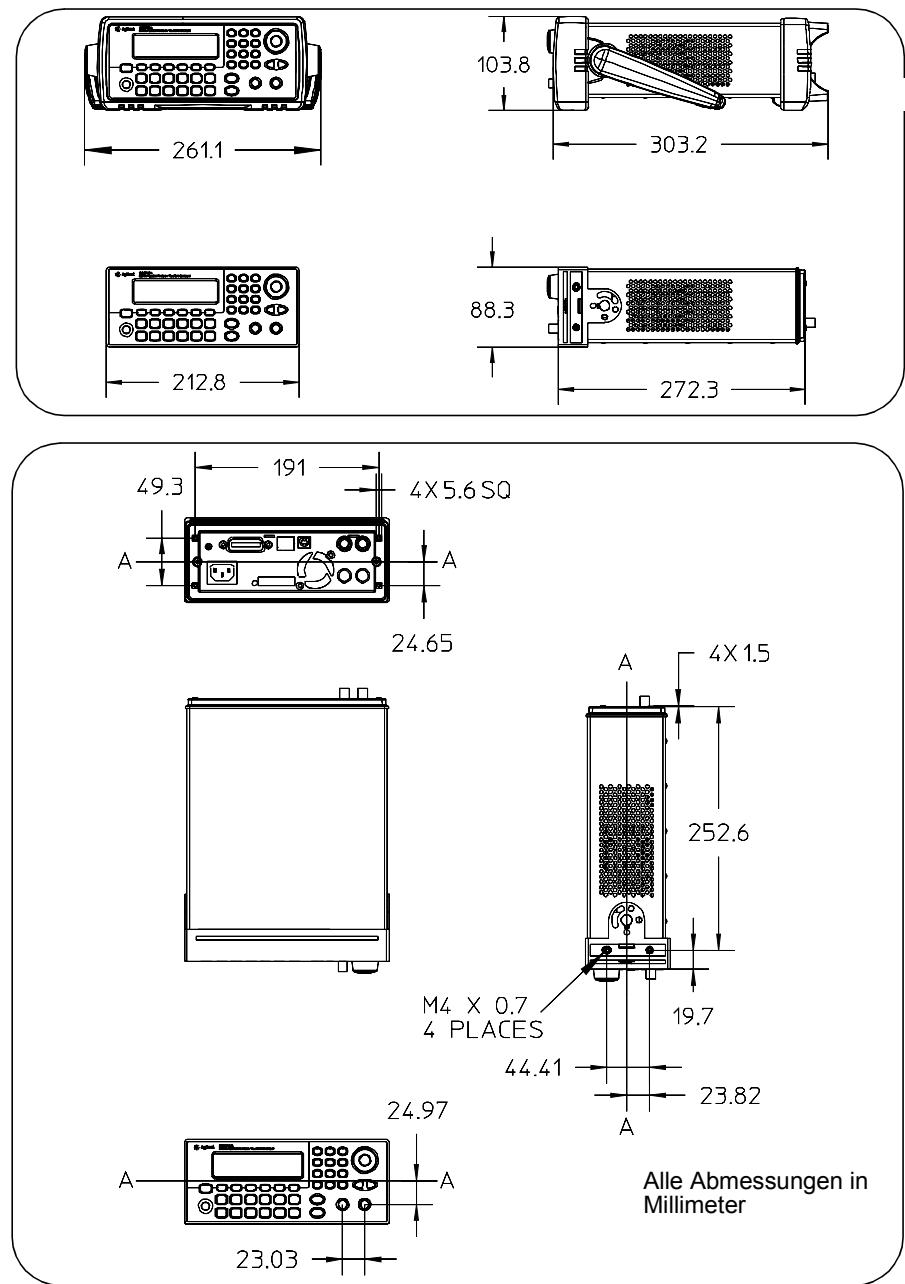


#### Fußnoten:

- 1 Wenn das Gerät außerhalb des Temperaturbereichs von 18 °C bis 28 °C betrieben wird, sind 1/10 der Ausgangsamplituden- und Offset-Spezifikation pro °C hinzuzufügen.
- 2 Autorange aktiviert
- 3 DC-Offset auf 0 V gesetzt
- 4 Bei kleinen Amplituden werden die Nebenwellenverzerrungen vom Eigenrauschpegel (-75 dBm) verdeckt.
- 5 Wenn das Gerät außerhalb des Temperaturbereichs von 18 °C bis 28 °C betrieben wird, ist 1 ppm / °C (Durchschnitt) hinzuzufügen.
- 6 FSK verwendet Triggereingang (Maximum 1 MHz).
- 7 Bei Frequenzen oberhalb von 6 MHz sind die Signalformen Sinus und Rechteck nur in Verbindung mit unendlicher Burst-Anzahl erlaubt.
- 8 Diese Abschirmungen müssen dasselbe Float-Potenzial aufweisen, um einen Geräteschaden zu vermeiden.

Kapitel 8 Spezifikationen  
**Agilent 33220A Funktions-/ Arbiträr signalgenerator**

**Abmessungen**





# Index

*Falls Sie Fragen zur Anwendung des Agilent 33220A haben, wählen Sie **01805-24-6330**, oder setzen Sie sich bitte mit dem nächstgelegenen Vertriebsbüro von Agilent Technologies in Verbindung.*

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Symbole</b>                 | Adresse einrichten<br>LAN 54<br>Aliasing 347<br>AM 84<br>DEPTH Befehl 212<br>INTernal<br>FREQuency Befehl 212<br>FUNCTION Befehl 211<br>manuelle Bedienung 40<br>Modulationsgrad 87<br>Modulationsquelle 88<br>Modulationssignalform 86<br>SOURce Befehl 211<br>STATE Befehl 213<br>Trägerfrequenz 85<br>Trägersignalform 85<br>Amplitude 19<br>Bereich fixieren 75<br>Einheiten 71<br>Einschränkungen bei<br>Arbiträrsignalen 68, 185<br>Einschränkungen durch<br>Lastwiderstand 67, 184,<br>193<br>Einschränkungen durch<br>Offsetspannung 67, 193<br>Einschränkungen für Einheit<br>dBm 193<br>Einschränkungen von<br>Einheiten 67<br>Erläuterungen 354<br>High / Low Level 195<br>Amplitudeneinheiten<br>umrechnen 20<br>Amplitudenmodulation 84<br>Erläuterungen 359<br>manuelle Bedienung 40<br>Modulationsfrequenz 212<br>Modulationsgrad 87, 360<br>Modulationsquelle 88, 211<br>Modulationssignalform 86,<br>211 | Trägerfrequenz 85<br>Trägersignalform 85<br>Überblick 210<br>Anschluss 278<br>„10 MHz In“ 278<br>„10 MHz Out“ 278<br>10 MHz In 155<br>10 MHz Out 155<br>Ausgang 200<br>Modulationseingang 88, 93,<br>102, 108<br>Sync-Ausgang 77, 238<br>Triggerausgang 127, 237,<br>246, 249<br>Triggereingang 126<br>Anschluss „10 MHz In“ 278<br>Anschluss „10 MHz Out“ 278<br>Anschluss 10 MHz In 278<br>Anschlüsse, LAN 277<br>Anstiegszeit, Puls 208<br>Anwendungsprogramme 333<br>Anzahl<br>Burst 118, 242<br>Anzahl der Zyklen, Burst 242<br>Anzahl von Fehlern, maximale<br>266<br>APPLY<br>DC Befehl 189<br>NOISe Befehl 189<br>PULSe Befehl 188<br>RAMP Befehl 188<br>SINusoid Befehl 188<br>SQUare Befehl 188<br>USER Befehl 189<br>APPLY Befehl 183<br>Wirkung 183<br>APPLY? Befehl 190<br>Arbiträrsignal<br>Herunterladen von<br>Binärwerten 253 |
| <b>Numerisch</b>               | 10 MHz In 278<br>10 MHz In Anschluss 155, 278<br>10 MHz Out Anschluss 155<br>33220A im Überblick 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>A</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Abmessungen                    | Produkt 373                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Abschluss                      | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Abschluss, Last-               | 355                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Abschlusswiderstand            | 38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Abschlusszeichen, Befehl       | 299                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Abschwächer-Einstellungen      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                | 198                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Abspeichern des Gerätezustands |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                | 136, 262                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Namen                          | 137                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Zurückrufen des Ausschalt-     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Gerätezustands                 | 136                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Adresse                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| GPIB                           | 53, 145                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

---

# Index

---

Herunterladen von  
   Gleitkommawerten 251  
 Herunterladen von Integer-  
   Werten 253  
   wählen 28  
 Arbiträrsignale  
   als Modulationssignal 134  
   aus Speicher löschen 259  
   Berechnung des  
     Scheitelfaktors 260  
   definieren (manuelle  
     Betriebsart) 129, 133  
   Einschränkung des  
     Amplitudenbereichs 185  
   Erläuterungen 348  
   Fehlermeldungen 331  
   interne Signalformen 28, 251  
   Namen 133  
   Punkte-Interpolation 131  
   Regeln 134  
   Überblick 250  
 Arbiträrsignale löschen 259  
 Ausgang  
   aktivieren/deaktivieren 76,  
   200  
   Anschluss 76  
   Polarität 76  
 Ausgangabschluss 38  
 Ausgangsamplitude  
   Bereich fixieren 75  
   Einheiten 71  
   Einschränkungen bei  
     Arbiträrsignalen 68, 185,  
     195  
   Einschränkungen durch  
     Lastwiderstand 67, 184,  
     193  
   Einschränkungen durch  
     Offsetspannung 67, 193  
   Einschränkungen für Einheit  
     dBm 193

Einschränkungen von  
   Einheiten 67  
   einstellen 19  
   Erläuterungen 354  
   High / Low Level 195  
 Ausgangsanschluss 200  
 Ausgangsfrequenz  
   Einschränkungen der Burst-  
     Funktion 66  
   Einschränkungen des  
     Tastverhältnisses 66, 192  
   Einschränkungen von  
     Funktionen 66, 184, 192  
   einstellen 18  
 Ausgangsfunktion  
   Einschränkung des  
     Amplitudenbereichs 65  
   Einschränkung des  
     Frequenzbereichs 65  
   Einschränkungen der  
     Pulsperiode 205  
   erlaubte  
     Modulationsbetriebsarten  
       191  
   Kompatibilität mit Modulation  
     64  
 Ausgangsimpedanz 355  
 Ausgangslast 72  
 Ausgangssignal  
   Polarität 76  
 Ausgangssignalperiode  
   einstellen 18  
 Ausgangsüberlastung 200  
 Ausgangswiderstand 38  
 Automatische Bereichswahl  
   198, 354  
 Automatische Bereichswahl,  
   Amplitude 75  
 Automatische  
   Spannungsbereichswahl 75  
 Automatisches Abschalten der

Hintergrundbeleuchtung 140  
 Automatisches Zurückrufen des  
   Ausschalt-Gerätezustands  
   264

**B**

Balun-Effekt 356  
 Befehlsabschlusszeichen 299  
 Befehlsparametertypen 299  
 Befehlsreferenz 165  
 Befehlsübersicht 168  
 Beispiele  
   für Programme 333  
 Benutzerdefinierter Name  
   Arbiträrsignale 133  
   gespeicherte Gerätezustände  
   137, 263  
 Bereich fixieren 198  
 Bereich fixieren, Amplitude 75  
 Binärdatenblock-Format 254  
 Binärwerte herunterladen,  
   Arbiträrsignale 253  
 Bit-Definitionen  
   Questionable data-Register  
     286  
   Standard event-Register 288  
   Status byte-Register 283  
 Blockformat, binäres 254  
 BNC  
   Modulationseingang 88, 93,  
   102, 108  
 Breitband-FM 360  
 Breite, Puls-  
   Definition 206  
 BURSt  
   GATE  
     POLarity Befehl 245, 248  
   INTernal  
     PERiod Befehl 242  
   MODE Befehl 241

- 
- # Index
- 
- NCYCles Befehl 242  
 PHASe Befehl 243  
 STATe Befehl 243  
 Burst 115, 118  
   „N-cycle burst“ 365  
 Betriebsart „external gated“ 115  
 Betriebsart „Gated“ 239  
 Betriebsart „Triggered“ 239  
 Betriebsart „triggered“ 115  
 Burst-Anzahl 118, 242  
 Burst-Betriebsarten 239  
 Burst-Periode 119, 242  
 Burst-Phase 120  
 Burst-Typ 115  
 externe Triggerquelle 126  
 manuelle Bedienung 48  
 Signalfrequenz 117  
 Start-Phase 242, 365  
 Torgesteuerter Burst 365  
 Torsignalpolarität 245, 248  
 Triggerausgang 127  
 Triggerausgangssignal 122  
 Triggerquelle 120  
 Triggervorzögerung 245  
 Überblick 239  
 Burst-Phase  
   Grad / rad 243  
 Bus  
   Schnittstellenkonfiguration 53, 145  
 Bus- (Software-) Triggerung 236, 244, 247  
 Bus-Triggerung 125, 248  
 Byte-Reihenfolge für Binärdatenblock-Übertragung 255
- C**
- CALibration  
 COUNT? Befehl 295  
 SECure  
   CODE Befehl 294
- STATe Befehl 294  
 SETup Befehl 294  
 STRing Befehl 295  
 VALue Befehl 294  
 CALibration? Befehl 294  
 CD-ROM mit Software für PC-Anbindung 15  
 CD-ROM, mit dem 33220A gelieferte 334  
 Chassis-Masse 6
- D**
- DATA  
 ATTRibute  
   CFACTOR? Befehl 260  
 CATalog? Befehl 258  
 COPY Befehl 255  
 DATA VOLATILE Befehl 253  
 DElete  
   ALL Befehl 259  
 DElete Befehl 259  
 NVOLatile  
   CATalog? Befehl 258  
   FREE? Befehl 258  
 DATA VOLATILE Befehl 251  
 dBc 352  
 dBm 71, 203, 358  
 DC-Offset  
   Einschränkung des Amplitudenbereichs 69, 186, 195  
   Einschränkungen bei Arbiträrsignalen 70, 186, 195  
   Einschränkungen durch Lastwiderstand 69, 186, 195  
   einstellen 21  
 DC-Spannung  
   einstellen 24  
 Device Clear 301  
 Dezimalpunkt 143
- DHCP 56  
 DHCP On/Off 147  
 Die 105, 106  
 DISPlay  
   TEXT  
     CLEAR Befehl 268  
     TEXT Befehl 268  
 Display 267  
   aktivieren/deaktivieren 142, 267  
   Helligkeit 141  
   Hintergrundbeleuchtung  
    automatisch abschalten 140  
   Kontrast 141  
   Meldung anzeigen 142, 268  
   Überblick 4  
   Zahlenformat 143  
 Display abschalten 140  
 Display aktivieren/deaktivieren 142, 267  
 DISPlay Befehl 267  
 Display, Graph-Modus 27  
 Display-Kontrast 141  
 DNS-Server 152  
 Domain-Name 151
- E**
- Effektivspannung 357  
 Eingabe von Werten 5  
 Eingangskontrolle 15  
 Einheiten 71  
   als Teil eines Befehls 203  
   Amplitude 71  
   Burst-Phase 243  
   Einschränkungen für Einheit  
   dBm 203  
 Einheiten, Spannung 184  
 Einschränkungen bei Arbiträrsignalen 195
-

---

# Index

---

- einstellen 19  
 Einstellungen  
     Standard 162  
 EKG-Signal 251  
 End-or-identify Nachricht 299  
 EOI 299  
 Erdschleifen 355  
 Exponentieller Abfall 251  
 Exponentieller Anstieg 251  
 Extern torgesteuerter Burst  
     115, 239  
 Externe Quelle  
     AM 88  
     FSK 102  
     PM 97  
     PWM 108  
 Externe Referenz 155, 278  
 Externe Triggerquelle 126, 127  
 Externe Triggerung 125, 236,  
     244, 247  
 Externe Zeitbasis 155
- F**
- Fehler 139, 266  
     „Data out of range“-Fehler 318  
     „Settings conflict“-Fehler 309  
 Abfragefehler 325  
 Arbiträrsignal-Fehler 331  
 Ausführungsfehler 309  
 bei Verlust der  
     Phasensynchronisation  
     279  
 geräteabhängige Fehler 324  
 Interne Fehler 326  
 Kalibrierungsfehler 329  
 maximal erlaubte Anzahl 266  
 Selbsttestfehler 327  
 Fehlermeldungen 303  
 Fehlerwarteschlange 139, 266  
 Fern-/Lokalsteuerung 272
- Fernsteuerungsbefehle 165  
 Fernsteuerungsfehler 139, 266  
     „Data out of range“-Fehler 318  
     „Settings conflict“-Fehler 309  
 Abfragefehler 325  
 Arbiträrsignal-Fehler 331  
 Ausführungsfehler 309  
 Interne Fehler 326  
 Kalibrierungsfehler 329  
 Selbsttestfehler 327  
 Fernsteuerungsschnittstelle  
     Befehlsreferenz 165  
     Befehlsübersicht 168  
     Konfiguration 53, 145  
 Firmware-Version 144  
 Flanke, Trigger- 237, 245, 248  
     Burst 120  
     Triggerausgang 237  
     Triggereingang 237  
     Wobbelung 113  
 Flankenzeit 83, 208  
     Definition 208  
 Flankenzeit, Puls 26  
 FM 89  
     DEViation Befehl 216  
     Frequenzhub 92  
     INTernal  
         FREQUENCY Befehl 216  
         FUNCTION Befehl 215  
     Modulationsfrequenz 91  
     Modulationsquelle 93  
     Modulationssignalform 91  
     SOURce Befehl 215  
     STATe Befehl 217  
     Trägerfrequenz 90  
     Trägersignalform 90  
     Überblick 214  
 FORMat  
     BORDer Befehl 255  
 FREQuency  
     CENTer Befehl 234  
     SPAN Befehl 234
- STARt Befehl 233  
 STOP Befehl 233  
 FREQuency Befehl 192  
 FREQuency? Befehl 192  
 Frequency-Shift Keying, siehe  
     FSK 42  
 Frequenz  
     Einschränkungen der Burst-  
         Funktion 66  
     Einschränkungen des  
         Tastverhältnisses 66, 192  
     Einschränkungen von  
         Funktionen 66, 184, 192  
 einstellen 18  
 Wobbelzeit 111  
 Frequenzhub (FM) 92, 216, 360  
 Frequenzmodulation 89  
     Erläuterungen 359  
 Frequenzhub 92, 216  
 Hub 360  
 Modulationsfrequenz 91, 216  
 Modulationsquelle 93, 215  
 Modulationssignalform 91,  
     215  
 Trägerfrequenz 90  
 Trägersignalform 90  
 Überblick 214  
 Frequenzumtastung  
     siehe FSK  
 Frequenzwobbelung 109  
     Charakteristiken 111  
     externe Triggerquelle 126  
     linear / logarithmisch 111,  
         235  
     manuelle Bedienung 46  
     Markenfrequenz 112, 238  
     Mittenfrequenz 110, 234  
     Start-Frequenz 109  
     Stop-Frequenz 109, 233  
     Sync-Signal 109, 110  
     Triggerausgang 127  
     Triggerausgangssignal 114

- 
- Triggerquelle 113  
über Frontplatte einstellen 44  
Überblick 232  
Wobbelbandbreite 110, 234  
Wobbelzeit 235
- Frontplatte  
Anschlüsse 3  
Definieren von  
Arbiträrsignalen 129  
Display aktivieren/  
deaktivieren 142, 267  
Eingabe von Werten 5  
Überblick 3  
Überblick über das Display 4  
Zahlenformat 143
- FSK  
„Hop“-Frequenz 42  
Erläuterungen 359  
FSK-Rate 43, 45, 101  
Hop-Frequenz 101, 224  
manuelle Bedienung 42  
Modulationsquelle 102, 224  
Modulationssignalform 99  
SOURce Befehl 224  
Trägerfrequenz 99  
Überblick 223
- FSK (Frequency Shift Keying =  
Frequenzumtastung) 99
- FSKey  
FREQuency Befehl 224  
INTernal  
RATE Befehl 225  
STATE Befehl 225
- FSK-Rate 43, 45
- FUNCTION  
PULSe  
DCYCLE Befehl 207  
HOLD Befehl 205  
TRANSition Befehl 208
- RAMP  
SYMMetry Befehl 200  
SYMMetry? Befehl 200
- SQUare  
DCYCLE Befehl 199  
DCYCLE? Befehl 199  
USER Befehl 256
- FUNCtion Befehl 191  
FUNCtion USER Befehl 257  
FUNCtion? Befehl 191
- Funktion  
Einschränkung des  
Amplitudenbereichs 65  
Einschränkung des  
Frequenzbereichs 65  
Einschränkungen der  
Pulsperiode 205  
erlaubte Modulations-  
betriebsarten 191  
Kompatibilität mit Modulation  
64
- Funktionsgenerator-Tutorial  
343
- G**  
Gated burst 365  
Gateway-Adresse 150  
Gaußsches Rauschen 189  
Geräte-ID-String 267  
Gerätespezifikationen 367
- Gerätezustand  
Ausschalt-Zustand  
zurückrufen 264
- Gerätezustand abspeichern  
136, 262  
Namen 137  
Register benennen 263  
Zurückrufen des Ausschalt-  
Gerätezustands 136
- Gerätezustände  
Namen zuordnen (manuelle  
Bedienung) 51  
speichern (manuelle  
Bedienung) 51
- Gespeicherte Gerätezustände  
136, 262  
aus Speicher löschen 264  
manuelle Bedienung 51  
Namen 137  
Namen zuordnen (manuelle  
Bedienung) 51  
Standardnamen 263  
Zurückrufen des Ausschalt-  
Gerätezustands 136
- Gespeicherte Gerätezustände  
löschen 264
- Gespeicherter Gerätezustand  
Ausschalt-Zustand  
zurückrufen 264
- Gestelleinbausatz 31
- Gleichspannung 195  
einstellen 21
- Gleitkommawerte herunter-  
laden, Arbiträrsignale 251
- GPIB  
Adresse 145  
Adresse einrichten 53  
Konfiguration 53  
Schnittstelle 6  
Standardadresse 53  
über Frontplatte konfigurieren  
53
- GPIB-Adresse 273  
GPIB-Konfiguration 53, 145
- Grad 242  
Grad (AM) 360  
Graph-Modus 27
- Griff  
Ändern der Position 17
- Griff, entfernen 31
- Grundlagen der  
Programmierung 181
- Gummistoßdämpfer, entfernen  
31

---

# Index

---

**H**

Header, Binärblock 254  
Helligkeit, Display 141  
High level 197  
Hintergrundbeleuchtung  
  automatisch abschalten 140  
Hochohmige Last 38, 72  
Hop-Frequenz 42  
Hop-Frequenz (FSK) 101, 224  
Host-Name 151  
Hub (FM) 92, 216, 360

**I**

ID-String 267  
IEEE-488  
  Adresse 53, 145  
  Adresse einrichten 53  
  Schnittstelle 6  
  Standardadresse 53  
  über Frontplatte konfigurieren  
    53  
IEEE-488 Binärdatenblock-  
  Format 254  
IEEE-488 Service Request 284  
Impedanz, Last- 38  
Inbetriebnahme 13  
Integer-Werte herunterladen,  
  Arbiträrsignale 253  
Integriertes Hilfe-System 29  
Interne Arbiträrsignale 251  
  Namen 256  
Interne Fehler 139, 266  
Interne Triggerung 124, 236,  
  244, 247  
Interpolation 131  
Invertiertes Signal 76  
IP-Adresse 56, 148  
Punktnotation 59, 149, 274  
weitere Informationen 59,  
  149, 274

**J**

Jitter 353

**K**

Kalibrierung  
  Befehle 294  
  Fehlermeldungen 329  
  Kalibrierschutz 294  
  Kalibrierschutz deaktivieren  
    294  
  Kalibrierungszähler 160, 295  
  Kalibrierungszähler abfragen  
    295  
  Meldung 161  
  Setups 294  
  Sicherheitscode 158  
  Textmeldung speichern 295  
Kalibrierzertifikat 15  
Katalog  
  Arbiträrsignale 258  
Komma als Trennzeichen 143  
Konfiguration  
  Fernsteuerungsschnittstelle  
    53, 145  
  GPIB 53, 145  
  LAN 53, 145, 153  
  USB 53, 54, 145  
Kontextsensitive Hilfe 29  
Kontrast, Display 141

**L**

LAN  
  Adresse einrichten 54  
  aktuelle Konfiguration 153  
  Anschlussverwendung 277  
  Auto-IP 273  
  DHCP 147  
  DNS-Server 152  
  Domain-Name 151  
  Gateway 150  
  Host-Name 151

IP-Adresse 148, 273  
Schnittstelle 6  
Schnittstellen-Befehle 273  
Sockets 277  
Subnet Mask 149  
über Frontplatte konfigurieren  
  54  
Landessprache, Online-Hilfe 30  
LAN-Konfiguration 53, 145  
Last 38, 72  
Lastwiderstand 38, 72, 355  
LCD-Display 4  
  Hintergrundbeleuchtung  
    automatisch abschalten  
    140  
Learn-String 269, 270  
Leeres Display 140  
Leerlauf 72  
Letzte IP-Adresse 274  
Lineare Interpolation 131  
Lineare Wobbelung 235  
Logarithmische Wobbelung 235  
Lokale Betriebsart (LAN) 272  
Low level 197  
Luftstrom 31

**M**

MAC-Adresse 274  
Manuelle Bedienung 33  
Manuelle Triggerung 124  
Markenfrequenz 112, 238  
Markensignal 364  
MARKer  
  FREQuency Befehl 238  
Maßeinheiten  
  Spannung umrechnen 20  
MAV 285  
MEDiasense 274  
Meldung  
  Kalibrierung 161, 295

- 
- # Index
- 
- Meldungen  
Fehler- 303
- MEMory  
NSTates? Befehl 265
- STATE  
DELETE Befehl 264  
NAME Befehl 263
- RECall  
AUTO Befehl 264  
VALid? Befehl 265
- Menüs 33  
Übersicht über Softkey-Menüs 35
- Message Available Bit (MAV) 285
- Mittenfrequenz, Wobbelung 234
- Modulation 40, 99  
AM 84  
Erläuterungen 359  
FM 89  
FSK 99  
PM 94  
PWM 103
- Modulationseingang 88, 93, 102, 108
- Modulationsgrad 40
- Modulationsgrad (AM) 87, 212, 360
- Modulationsgrad in Prozent (AM) 212
- Modulationsquelle  
AM 88  
FSK 102  
PM 97  
PWM 108
- N
- Name  
Arbiträrsignale 133
- gespeicherte Gerätezustände 137, 263
- Standard- für gespeicherte Gerätezustände 263
- Namen für gespeicherte Gerätezustände vergeben manuelle Bedienung 51
- N-cycle burst 365
- Nebenwellenverzerrungen 353
- Negative Triggerflanke 237, 245, 248
- Negativer Sägezahn 251
- NETBios 275
- Netzanschluss 6
- Netzkabel 6
- Netzschalter 15
- Null-Phasen-Referenz 279
- Nyquistsches Abtasttheorem 347
- O**
- Oberer Pegel  
einstellen 22
- Oberwellenverzerrungen 368
- Offset  
einstellen 21
- Offsetspannung  
Einschränkung des Amplitudengrenzenbereichs 69, 186, 195
- Einschränkungen bei Arbiträrsignalen 70, 186, 195
- Einschränkungen durch Lastwiderstand 69, 186, 195
- Online-Hilfe 29
- Sprache wählen 30
- Operation complete 270
- OUTPut  
TRIGger  
SLOPe Befehl 237, 246, 249
- TRIGger Befehl 237, 238, 246, 249
- OUTPut Befehl 200
- P**
- Parametertypen 299
- Passwort, Kalibrierung 158
- Periode  
Burst-Betriebsart 119  
einstellen 18  
Pulssignal 80
- Periode, Puls 204
- PHASe  
REFERENCE Befehl 279  
UNLock  
ERRor?  
STATE Befehl 279
- Phase (Burst) 120
- PHASe Befehl 278
- PHASe Befehle, Phasensperre  
Phasen-Offset 155
- Phase, Burst 242
- Phasen-Einheiten  
Burst-Phase 243
- Phasenfehler 353
- Phasenhub (PM) 221
- Phasenmodulation  
Modulationsfrequenz 221  
Modulationsquelle 97, 220  
Modulationssignalform 96, 220
- Phasenhub 97, 221
- Trägerfrequenz 95
- Trägersignalform 95
- Überblick 219
- Phasen-Offset  
Phasensperre 155  
Phasensynchronisation 278

---

# Index

---

- Phasen-Quantisierungsfehler 353  
 Phasenauschen 353, 368  
 Phasensperre 155  
 Phasensynchronisation 278  
     Fehler bei Synchronisationsverlust 279  
     Phasen-Offset 278  
     rückseitige Steckverbinder 278  
 Piepton  
     aktivieren/deaktivieren 269, 270  
 PM 96  
     DEViation Befehl 221  
     INT Befehl 220  
     INTernal  
         FREQuency Befehl 221  
         FUNCTION Befehl 220  
     Modulation 94  
     Modulationsfrequenz 221  
     Modulationsquelle 97, 220  
     Modulationssignalform 96, 220  
     Phasenhub 97, 221  
     SOURce Befehl 220  
     STATe Befehl 222  
     Trägerfrequenz 95  
     Trägersignalform 95  
     Überblick 219  
 PM-Befehle 220  
 Polarität 76  
 Polarität, Signal- 76  
 Polarität, Trigger- 237, 245, 248  
 Positive Triggerflanke 237, 245, 248  
 Produktabmessungen 373  
 Produktspezifikationen 367  
 Produktübersicht 2  
 Programmbeispiele 333
- Programmierung, Grundlagen 181  
 Puls  
     konfigurieren 26  
 Pulsbreite 26, 81, 82, 206  
     Definition 204, 206  
 Pulsbreitenmodulation 103  
     Abweichung des Tastverhältnisses 106, 230  
     Modulationsfrequenz 228  
     Modulationsquelle 108, 227  
     Modulationssignalform 104, 227  
     Pulsbreitenabweichung 105, 228  
     Pulssignal 104  
     Überblick 226  
 PULSe  
     PERiod Befehl 204  
     TRANSition Befehl 208  
     WIDTh Befehl 206  
 Pulsperiode 204  
     Einschränkungen von Funktionen 205  
 Pulssignal  
     Erläuterungen 350  
     Flankenzeit 208  
     Pulsperiode 80  
 Punkte-Interpolation 131  
 Punktnotation  
     und IP-Adressen 59, 149, 274  
 PWM 103  
     Abweichung des Tastverhältnisses 106  
     DEViation Befehl 228  
     INTernal  
         FREQuency Befehl 228  
         FUNCTION Befehl 227  
     Modulationsfrequenz 228  
     Modulationsquelle 108, 227  
     Modulationssignalform 104, 227
- Pulsbreitenabweichung 105, 228  
 Pulssignal 104  
 SOURce Befehl 227  
 Überblick 226  
 PWM (Pulsbreitenmodulation)  
     Abweichung des Tastverhältnisses 230  
     DEViation Befehl  
         DCYCle Befehl 230  
     STATe Befehl 231  
 PWM-Befehle 227
- Q**  
 Quantisierungsfehler 353  
 Questionable data-Register  
     Befehle 291  
     Betrieb 286  
     Bit-Definitionen 286
- R**  
 Range hold-Funktion 354  
 Rauschen 189  
 Rechteck  
     Tastverhältnis 199  
 Rechtecksignal  
     Erläuterungen 350  
     Tastverhältnis 73  
     Tastverhältnis dafür wählen 25  
 Referenz, Befehle 168  
 Referenz, extern 155, 278  
 Register, Status 281  
 Register-Diagram, Status-Register 283  
 Reset 39, 269  
 RMS (Root mean square) 357  
 Rückwand  
     Anschlüsse 6  
     Überblick 6

# Index

---

- S**
- Sägezahnignal
    - Symmetrieverhältnis 74, 200
  - Scheitelfaktor 357
  - Scheitelfaktor, Arbiträrsignale 260
  - Schmalband-FM 360
  - Schnittstelle
    - Web 153
  - Schnittstellenfehler 139, 266
  - Schnittstellenkonfiguration 53, 145
  - SCPI
    - Befehlsabschlusszeichen 299
    - Parametertypen 299
    - Überblick über die Sprache 296
  - SCPI-Befehlsreferenz 165
  - SCPI-Statussystem 281
  - SCPI-Version 144, 269
  - Selbsttest 141, 269
    - Fehlermeldungen 327
  - Serielle Abfrage 284
  - Service request- (SRQ-)
    - Interrupt 284
  - Sicherheit
    - Kalibrierung 158
  - Signal invertieren 76
  - Signalausgang
    - aktivieren/deaktivieren 76, 200
    - Anschluss 76
    - Polarität 76
  - Signale
    - Punkte-Interpolation 131
  - Signalpolarität 76
  - Signalton 140
    - aktivieren/deaktivieren 269, 270
  - Signal-Unzulänglichkeiten 352

- sin(x)/x-Signal 251
- Sinc-Signal 251
- Sockets
  - LAN 277
- Sofortige Triggerung 236, 244, 247
- Softkey-
  - Funktionsbezeichnungen 4
- Software- (Bus-) Triggerung 125, 236, 244, 247
- Software für PC-Anbindung 15
- Software-Version 144
- Spannungsbereichswahl,
  - automatische 198, 354
- Spannungseinheiten 71, 184, 203
  - umrechnen 20
- Speichern des aktuellen Gerätzustands
- manuelle Bedienung 51
- Namen zuordnen (manuelle Bedienung) 51
- Spektrale Reinheit bei Sinus 368
- Spezifikationen 367
- Spitzen-Frequenzhub (FM) 92, 216
- Spitzenspannung 357
- Spitze-Spitze-Spannung 357
- Sprache
  - SCPI-Überblick 296
- Sprache für Online-Hilfe 30
- SRQ 284
- Standard event-Register
  - Befehle 292
  - Betrieb 288
  - Bit-Definitionen 288
- Standardeinstellungen 162
- Start-Frequenz, Wobbelung 233
- Start-Phase, Burst 120, 242

- STATUs
  - PRESet Befehl 293
  - QUEstionable
    - CONDITION? Befehl 291
    - ENABLE Befehl 291
    - QUEstionable? Befehl 291
- Status byte-Register
  - Befehle 290
  - Betrieb 283
  - Bit-Definitionen 283
- Status-Register 281
  - Condition-Register 281
  - Enable-Register 281
  - Event-Register 281
  - Questionable data-Register 286
- Register-Diagramm 283
- Standard event-Register 288
- Status byte-Register 283
- Statussystem 281
- Steckverbinder
  - „10 MHz In“ 278
  - „10 MHz Out“ 278
  - 10 MHz In 278
  - 10 MHz Out 278
  - Ausgang 200
  - Modulationseingang 88, 93, 102, 108
  - Sync-Ausgang 77, 238
  - Triggerausgang 127, 237, 238, 246, 249
  - Triggereingang 126
- Stop-Frequenz, Wobbelung 233
- Störsignale infolge von
  - “Leakage”-Effekten 349
- Stoßdämpfer, entfernen 31
- Strings
  - Fehler- 303
- Stromschlaggefahr 6
- Subnet Mask 149

---

# Index

---

- SWEep**  
 SPACing Befehl 235  
 STATe Befehl 235  
 TIME Befehl 235  
**Symmetrieverhältnis** 74  
**Symmetrieverhältnis, Definition** 74, 200  
**Sync-Anschluss** 238  
**Sync-Signal** 364  
 aktivieren/deaktivieren 79  
 für alle Ausgangsfunktionen 77  
 Sync-Anschluss 77  
**Syntax, SCPI-Befehle** 168  
**Syntaxfehler** 139, 266  
**SYSTem**  
 BEEPer  
     STATe Befehl 269  
 BEEPer Befehl 269  
 COMMUnicatE  
     GPIB  
         ADDReSS Befehl 273  
 LAN  
     AUTOip Befehl 273  
     IPADDress Befehl 273,  
         274  
     LIPaddress? Befehl 274  
     MAC? Befehl 274  
     MEDIAsense Befehl 274  
     NETBios Befehl 275  
     TELNet  
         PROMpt Befehl 276  
         WMESsaget Befehl 276  
 ERRor? Befehl 266  
 LOCal Befehl 272  
 REMote Befehl 272  
 RWLock Befehl 272  
 VERSion? Befehl 269  
**SYSTem Befehl**  
 BEEPer Befehl 270
- COMMUnicatE**  
     RLSTate Befehl 272  
**Systemfehler** 139, 266
- T**  
**Tastverhältnis** 73  
 Definition 73, 199  
 Einschränkung des Frequenzbereichs 66, 73, 192, 199  
 Einschränkungen der Modulation 199  
 über Frontplatte wählen 25  
**Tastverhältnis für Pulssignale**  
 Definition 207  
**Technische Unterstützung** 7  
**Telnet-Anzeige** 276  
**Telnet-Nachricht** 276  
**Terminal**  
     10 MHz In 155  
     10 MHz Out 155  
**Test** 141, 269  
**Textmeldung**  
     Kalibrierung 161, 295  
**Ton (Pieps)** 140  
**Torgesteuerte Burst-Betriebsart** 239  
**Torgesteuerter Burst** 115  
**Torsignalpolarität (Burst)** 245, 248  
**Tragegriff**  
     Ändern der Position 17  
**Tragegriff, entfernen** 31  
**TRIGger**  
     DELy Befehl 245  
     SLOPe Befehl 237, 245, 248  
     SOURce Befehl 236, 244, 247  
**Trigger**  
     Quelle 236  
**TRIGger Befehl** 248
- Triggerausgang** 127, 237, 246, 249  
**Anschluss**  
     Triggerausgang 238  
**Triggerausgangssignal** 237, 238, 246, 249  
**Triggereingang** 126  
**Triggerflanke** 237, 245, 248  
 Burst 120  
**Triggerausgang** 237  
**Triggereingang** 237  
 Wobbelung 113  
**Triggerung**  
 Burst 120, 122  
 Bus (Software) 244, 247  
 externe 236, 244, 247  
 externe Quelle 125  
 interne Quelle 124  
 manuelle 124  
 sofortige (interne) 236, 244, 247  
**Software (Bus)** 236  
**Triggerausgang** 127  
**Triggerausgangssignal (Burst)** 122  
**Triggerausgangssignal (Wobbelung)** 114  
**Triggereingang** 126  
**Triggerquelle Software (Bus)** 125  
**Triggerquellen** 123, 236, 244, 247  
**Triggerverzögerung** 245  
 Wobbelung 113, 114  
**Triggerung per Befehl** 248  
**Triggerung über**  
     Fernsteuerungsschnittstelle 248  
**Tutorial** 343

# Index

---

**U**

Über Frontplatte konfigurieren  
  LAN 54  
Überblick  
  Display 4  
  Eingabe von Werten 5  
  Frontplatte 3  
  Menüs 35  
  Rückwand 6  
Überblick über Frontplatte und  
  Rückwand 2  
Überhitzung 31  
Überlastung, Ausgang 200  
Übersetzte Online-Hilfe 30  
Übersicht  
  Produkt 2  
Übersicht über die SCPI-Befehle  
  168  
Überspannung, externe 76  
Übertemperatur 31  
UNIT  
  ANGLE Befehl 279  
Unterer Pegel  
  einstellen 22  
Unterstützung, technische 7  
Unzulänglichkeiten, Signal-  
  352  
USB  
  Anschluss 6  
  Konfiguration 145  
USB-Konfiguration 53, 54, 154

**V**

Version, Firmware 144  
Version, SCPI 144, 269  
Vertauschte Byte-Reihenfolge  
  255  
Verzögerung  
  Triggerung 245

VOLTage  
  HIGH Befehl 197  
  HIGH? Befehl 197  
  LOW Befehl 197  
  LOW? Befehl 197  
  OFFSet Befehl 195  
  OFFSet? Befehl 195  
RANGE  
  AUTO Befehl 198  
  AUTO? Befehl 198  
UNIT Befehl 203  
VOLTage Befehl 193  
VOLTage? Befehl 193  
vpp 71, 203  
vrms 71, 203

**W**

Wagenrücklauf 299  
Web  
  Schnittstelle 153  
Werteeingabe 5  
Widerstand, Last- 38, 355  
Winkel  
  Burst-Phase 243  
Winkel, Phase (Burst) 242  
Wobbelbandbreite 234  
Wobbelung 109  
  Charakteristiken 111  
  externe Triggerquelle 126  
  linear / logarithmisch 111,  
    235  
  manuelle Bedienung 46  
  Markenfrequenz 112, 238  
  Mittenfrequenz 110, 234  
  Start-Frequenz 109, 233  
  Stop-Frequenz 109, 233  
  Triggerausgang 127  
  Triggerausgangssignal 114  
  Triggerquelle 113  
  über Frontplatte einstellen 44  
  Überblick 232

Wobbelbandbreite 110, 234  
Wobbelzeit 111, 235

Wobbelzyklen  
  Sync-Signal 110  
Wobbelzyklus  
  Sync-Signal 109

**Z**

Zeilenvorschub 299  
Zeit, Wobbel- 235  
Zeitbasis, extern 155  
Zeitbasisreferenz 155  
Zeitverzögerung, Trigger 245  
Zifferntastatur 5  
Zifferntrennzeichen 143  
Zurückrufen des Ausschalt-  
  Gerätezustands 136, 264  
Zurückrufen gespeicherter  
  Gerätezustände 263  
Zurücksetzen 39  
Zyklen-Anzahl  
  Burst 118  
Zyklenanzahl  
  Burst 242

# Index



**Agilent Technologies**

## KONFORMITAETSERKLAERUNG

Gemäß ISO/IEC Guide 22 und CEN/CENELEC EN 45014



|                                 |                                                       |                                                              |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Name des Herstellers:</b>    | Agilent Technologies, Inc.                            | Agilent Technologies (Malaysia) Sdn. Bhd.                    |
| <b>Adresse des Herstellers:</b> | 815 14th Street SW<br>Loveland, Colorado 80537<br>USA | Bayan Lepas Free Industrial Zone<br>11900 Penang<br>Malaysia |

### Der Hersteller erklärt, dass das Produkt

**Name des Produkts:** 20-MHz-Funktions-/Arbiträrsignalgenerator  
**Modellnummer:** 33220A  
**Produktoptionen:** Diese Erklärung bezieht sich auf alle Produktoptionen des oben genannten Produkts.

### den folgenden europäischen Direktiven entspricht:

Das vorliegende Produkt genügt den Anforderungen der Niederspannungsrichtlinie 73/23/EEC sowie der EMC-Richtlinie 89/336/EEC (einschließlich 93/68/EEC) und trägt demgemäß die CE-Kennzeichnung.

### den folgenden europäischen Produktnormen entspricht:

| EMC | Norm                                                  | Beschränkungen/Grenzwerte                    |
|-----|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|     | IEC 61326-1:1997+A1:1998 /<br>EN 61326-1:1997+A1:1998 | Gruppe 1 Klasse A<br>4kV CD, 8kV AD          |
|     | CISPR 11:1990 / EN 55011:1991                         | 3 V/m, 80-1000 MHz                           |
|     | IEC 61000-4-2:1995+A1:1998 / EN 61000-4-2:1995        | 0,5 kV Signalleitungen,<br>1kV Netzleitungen |
|     | IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1995                | 0,5 kV Ader-Ader, 1 kV Ader-Erde             |
|     | IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995                | 3 V; 0,15-80 MHz I Zyklus, 100 %             |
|     | IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995                | Spannungseinbrüche: 30 % 10 ms;              |
|     | IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996                | 60 % 100 ms                                  |
|     | IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994              | Spannungsunterbrechung ><br>95 bei 5000 ms   |
|     | Kanada: ICES-001:1998                                 |                                              |
|     | Australien/Neuseeland: AS/NZS 2064.1                  |                                              |

Das Produkt wurde in einer typischen Konfiguration mit Agilent Technologies Testsystemen geprüft.

|                   |                                                                                                                    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sicherheit</b> | IEC 61010-1:1990+A1:1992+A2:1995 / EN 61010-1:1993+A2:1995<br>Kanada: CSA C22.2 No. 1010.1:1992<br>UL 3111-1: 1994 |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

21. Februar 2003

Datum

Ray Corson  
Programmmanager für Produktrichtlinien

Wenn Sie weitere Informationen wünschen, setzen Sie sich mit dem zuständigen Ansprechpartner bei der nächstgelegenen Agilent Technologies Geschäftsstelle oder Distributionsniederlassung in Verbindung.  
Authorisierte EU-Vertretung: Agilent Technologies Deutschland GmbH, Herrenberger Straße 130, D-71034 Böblingen, Deutschland

© Copyright Agilent Technologies,  
Inc. 2003, 2005, 2007

Die Vervielfältigung, elektronische Speicherung, Anpassung oder Übersetzung dieses Handbuchs ist gemäß den Bestimmungen des Urheberrechts gesetzes ohne vorherige schriftliche Genehmigung durch Agilent Technologies verboten.

#### **Handbuch-Teilenummer**

33220-90002, Mai 2007  
(als Handbuchsatz 33220-90100  
bestellen)

#### **Ausgabe**

4. Ausgabe, Mai 2007

Gedruckt in Malaysia

Agilent Technologies, Inc.  
3501 Stevens Creek Blvd.  
Santa Clara, CA 95052 USA.

#### **Kundendienst**

Für Produkte von Agilent Technologies sind Wartungsverträge und andere Kundendienstleistungen verfügbar. Nähere Informationen erhalten Sie von der nächstgelegenen Vertriebs- und Service-Niederlassung von Agilent Technologies. Weitere Informationen finden Sie außerdem auf der Website [www.agilent.com/find/assist](http://www.agilent.com/find/assist).

#### **Warenzeichen**

Microsoft® und Windows® sind in den USA registrierte Warenzeichen der Firma Microsoft Corporation.

#### **Bestätigung**

Agilent Technologies bestätigt, daß dieses Produkt zum Zeitpunkt der Auslieferung ab Werk den veröffentlichten technischen Daten entspricht. Agilent bescheinigt weiter, daß die Kalibrierungsmessungen im United States National Institute of Standards and Technology – im Rahmen der Möglichkeiten der Kalibrierungseinrichtungen dieses Instituts – und an den Kalibrierungseinrichtungen anderer Mitglieder der International Standards Organization nachvollzogen werden können.

#### **Gewährleistung**

Agilent Technologies behält sich vor, die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern. Agilent Technologies übernimmt keinerlei Gewährleis-

tung für die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen, insbesondere nicht für deren Eignung oder Tauglichkeit für einen bestimmten Zweck. Agilent Technologies übernimmt keine Haftung für Fehler, die in diesem Handbuch enthalten sind, und für zufällige Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Ingebrauchnahme oder Benutzung dieses Handbuchs. Falls zwischen Agilent und dem Benutzer eine schriftliche Vereinbarung mit abweichenden Gewährleistungsbedingungen hinsichtlich der in diesem Dokument enthaltenen Informationen existiert, so gelten diese schriftlich vereinbarten Bedingungen.

#### **Technologielizenzen**

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird/werden unter einer Lizenz geliefert und dürfen nur entsprechend den Lizenzbedingungen genutzt oder kopiert werden.

#### **Restricted Rights Legend**

U.S. Government Restricted Rights. Software and technical data rights granted to the federal government include only those rights customarily provided to end user customers. Agilent provides this customary commercial license in Software and technical data pursuant to FAR 12.211 (Technical Data) and 12.212 (Computer Software) and, for the Department of Defense, DFARS 252.227-7015 (Technical Data - Commercial Items) and DFARS 227.7202-3 (Rights in Commercial Computer Software or Computer Software Documentation).

#### **Sicherheitshinweise**

Setzen Sie die Schutzerde für das Netzkabel nicht außer Kraft. Schließen Sie es an eine geerdete Steckdose an.

Setzen Sie das Produkt keinesfalls auf eine vom Hersteller nicht angegebene Weise ein.

Bauen Sie keine Ersatzteile ein, und nehmen Sie keine unbefugten Änderungen an dem Gerät vor. Schicken Sie das Gerät gegebenenfalls zur Wartung oder Reparatur an ein Service-Zentrum von Agilent ein, damit die Sicherheit des Gerätes weiterhin gewährleistet ist.

#### **WARNUNG**

Ein WARNUNG-Hinweis macht auf Arbeitsweisen, Anwendungen o. ä. aufmerksam, die bei falscher Ausfüh-

rung zu Personenschäden, u. U. mit Todesfolge, führen können. Wenn eine Prozedur mit dem Hinweis **WARNING** gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle angeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

#### **VORSICHT**

Ein **VORSICHT**-Hinweis macht auf Arbeitsweisen, Anwendungen o. ä. aufmerksam, die bei falscher Ausführung zur Beschädigung des Produkts oder zum Verlust wichtiger Daten führen können. Wenn eine Prozedur mit dem Hinweis **VORSICHT** gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle angeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

#### **Symbole**



Schutzerde



Gehäusemasse



Stromschlaggefahr

#### **WARNUNG**

**Das Produkt vom Netz nehmen:** Ziehen Sie das Netzkabel des Produkts aus der Netzsteckdose, bevor Sie es warten. Das Gerät darf nur von qualifizierten Service-Technikern geöffnet werden.

Zur Vermeidung von Brandgefahr darf die Netzsicherung nur durch eine Sicherung gleichen Typs, gleichen Nennstroms und gleicher Abschaltcharakteristik ersetzt werden.

#### **VORSICHT**

Das zulässige Floating für die Abschlussabschirmungen **Output**, **Sync** und **Modulation In** liegt bei ± 42 V (Spitze), relativ zur Erdung. Allerdings sind diese Abschirmungen durch einen internen Kreislauf miteinander verbunden. Der Versuch, unterschiedliche Potenziale zu verwenden, kann eine hohe Stromstärke zur Folge haben, die das Gerät beschädigen kann.