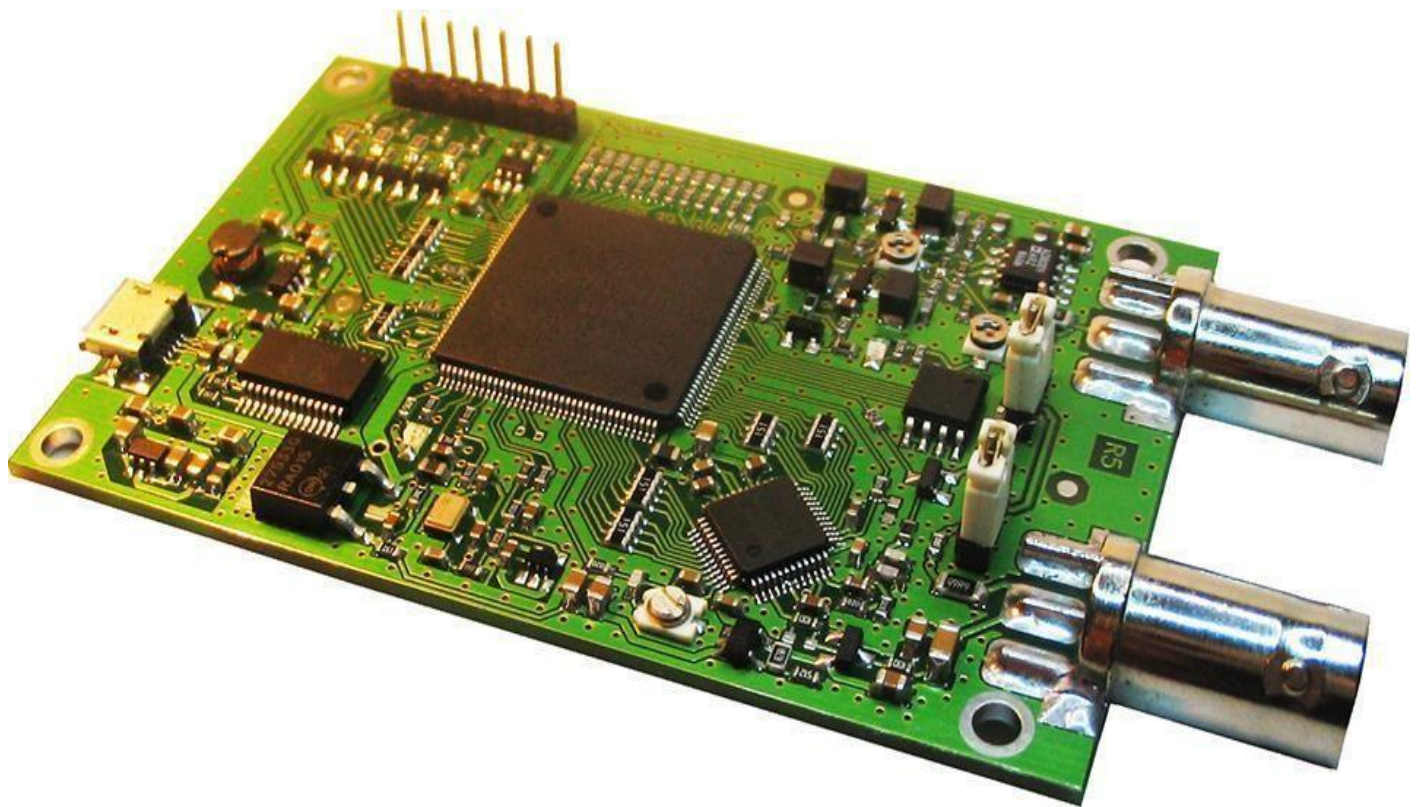


# OSA103 Mini

## PC-basiertes USB-Multifunktions-Messgerät

- Mehrkanal-Oszilloskop (analoge und digitale Eingänge)
- Multifunktionsgenerator
- Frequenzmesser
- Spektrum Analysator
- Frequenz- und Phase Response-Analysator (Zwei-Port-Netzwerk)
- Vektor Antennen Analysator (Single Port VNA)
- LC Meter
- Reflektometer
- SDR Sende-Empfänger
- Systemuhr-Oszillator (VCTCXO) besser als 1 PPM
- Wird an den Computer angeschlossen und über USB mit Strom versorgt.



# Software Version – 3.21

## Inhalt

Übersich	1
Oszilloskop	1
Generator	1
Frequenzmesser	1
Spektrumanalysator	1
Frequenz- und Phasengang-Analysator	1
Vektor-Antennenanalysator	2
LC Meter	2
SDR Sende-Empfänger	2
Parameter im Empfangsmodus	2
Parameter im Übertragungsmodus	2
Systemuhr	2
Netzteil	2
Modulanschlüsse	3
USB-Verbindung	3
Analoger Kanalanschluss	3
Digitale Kanalverbindungen	3
Haupt- und Nebenausgänge des Generators	4
Generator Virtual Analog Channel	4
LC-Meter, Vektorantennenanalysator und Reflektometeranschlüsse	4
Modus-Einstellung	4
Modus-Einstellung	5
Software Installation	6
Systemanforderungen	6
Vorgehensweise	6
Software Update	6
Benutzeroberfläche	6
Betriebsarten und Steuerprogramm	7
Hauptfenster	7
Anzeigebereich	7
Oszilloskop-Bedienfeld	9
Generator-Bedienfeld	9
Anzeige der Generator-Bedientafel	10
Kompaktansicht	10
Immer im Vordergrund	10

Sampling-Einstellungen	10
Speicher und Anzahl der Samples	10
Spitzenwertdetektor	10
Mittelung (Hi Res)	11
Äquivalenter Zeitabtastmodus (ETS)	11
Signalanzeigemodi	11
Persistenz	11
Anzeige des Scanmodus	11
Trace-Typen	12
Hintergrund Wellenformen	12
Empfindlichkeit von 50, 20, 10, 5 mV/Div	12
Wellenformen pro Sekunde Einstellung	12
Subtraktiver Dither	12
Erweiterte Trigger Einstellungen	12
Zusätzliche Auslösebedingungen	13
Trigger Modul Auto-Messung	14
Generatormodi	15
Funktions- und modulierende Generatoren	15
Modulieren mit einer externen Quelle	15
Arbiträrer Wellenform-Generator	15
Sin (x) / x Korrektur	15
Gleichzeitiger Betrieb	15
Amplitudeneinstellung	16
Funktionsgeneratorsteuerungen	16
Frequenzgang-Steuerung	16
Steuerung des Impulsgebers	16
Arbitrary Waveform Generator (AWG) Kontrollen	17
Generatoreinstellungen	18
Hilfsausgänge	18
Kanaleinstellungen des virtuellen Generators	18
Modulationseinstellungen	18
Generatorparameter-Eingabeblock	19
Erweiterte Einstellungen	20
Serieller Decoder	22
Decoderspuren im Hauptfenster	22
Einstellungen des seriellen Decoders Fenster	22
Binärschreiber	23
Einstellungen des Binärschreibers Fenster	23
Frequenzmesser	24
Frequenzmesser-Einstellfenster	24

Spektrum Analysator	25
Messung schwacher Signale	25
Kombinierte Mehrfrequenz-FFT	25
Fortschrittlicher Algorithmus für genaue Messungen von Spitzenpegel und Frequenz	25
Anzeigefenster des Spektrum Analysators	26
FFT-Einstellungsfenster	27
LC Meter	28
LC Meter Fenster	28
Frequenzgang-Analysator	29
Anzeigefenster des Frequenzganganalysators	29
Einstellungen für den Frequenzgang Fenster	30
Standard-FRA-Einstellungen	30
Kalibrierung (Amplitude und Phasennormalisierung)	30
Anschluss für Kalibrierung	30
FRA-Kalibrierungsfenster	31
Ändern der Sweep-Geschwindigkeit und der Anzahl der Proben	31
Ändern des Pegels der Generatorleistung und des Referenzpegels	31
FRA als Spektrumanalysator	31
Vektorantennenanalysator	32
Anzeigefenster des Antennenanalysators	32
Einstellungsfenster des Antennenanalysators	33
Auto-Einstellung des Antennenanalysators	33
Offen/Kurz/Last (OSL) Kalibrierung	33
Ändern der Scangeschwindigkeit und der Anzahl der Proben	34
Ändern des Oszillatorausgangspegels und der Eingangsempfindlichkeit	34
Erreichen einer maximalen Messgenauigkeit	34
Reflektometer	35
Durchführung von Messungen	35
Kalibrierung	36
Nullpunktkalibrierung	36
Kalibrieren der Systemuhrfrequenz	36
Öffnen und Speichern von Dateien	36
Datendateien	36
Konfigurationsdateien	36
Skriptdateien für AWG	37
Drag & Drop von PVD-, PVS- und PVG-Dateien	37
Bild exportieren (Screen Shot Saver)	37
Textdatei exportieren	37
CSV-Datei exportieren	37
Binärdatei exportieren	37

Anpassen von Farben und Sprache	37
Tastenkombinationen	38
Schneller Zugriff auf die Menüs	38
Generator	38
Oszilloskop	38
Spektrum Analysator (FFT)	39
Frequenz- / Phasengang-Analysator und Antennenanalysator	39
Gegenseitig exklusive Funktionen	39
Technische Merkmale	40
Mehrkanal-Oszilloskop	40
Allgemeines	40
Auslösung	40
Protokolldecoder	40
Multifunktionsgenerator	40
Allgemeines	40
Funktionsgenerator	40
Impulsgeber	41
Arbiträrer Wellenform-Generator	41
Zusätzlicher Digitalausgang	41
Frequenzmesser	41
Spektrum Analysator	41
Allgemeines	41
Kombinierter Mehrfrequenz-FFT-Modus	42
LC Meter	42
Frequenzgang-Analysator	42
Vektorantennenanalysator	42
Reflektometer	42
Allgemeine Parameter	42
<b>Anhang</b>	1
Beliebige Wellenform-Generator-Skriptbefehle	1
Liste der Befehle	2
Makros	2
Makroparameter	2
Richtlinien	2
Erweiterung des Frequenzbereichs für FRA und AA	7
Installation der Software unter Linux (Ubuntu)	8
Systemkalibrierung und Debug-Informationen	9
Systemkalibrierungsfenster	9
Kalibrierverfahren	9

Vorbereitung	9
Generator-Kalibrierung	9
Phasen-, Offset- und Verstärkungsanpassung für verschachtelte ADCs	10
Einstellung der subtraktiven Dither-Kompensation	10
Kalibrierung der Systemfrequenz (VCTCXO)	10
Überprüfen der Digitalkanäle	10
DAC Verzerrungskorrektur	10
Verlassen und Speichern der Kalibrierung	10
Debug-Informationen	10
USB	10
Strobemodus (ETS)	10

# Übersicht

## Oszilloskop

Ein analoger Kanal (A1) + vier digitale Kanäle (D1 .... D4) + ein virtueller analoger Generator-Kanal (A2).  
Analoger Kanal (A1):

- Impedanz 50 Ohm.
- Bandbreite 1 Hz..... 400 MHz (unterstützt nur AC-Kopplung).
- Abtastrate 200 MHz (Echtzeit), 10 GHz (Strobemodus)
- Grundeingangsempfindlichkeit 0,1 V / Div. (Benutzereinstellungen für Skalenvergrößerung z.B. für externe Sonde).

Speichert bis zu 40.000 Proben pro Kanal.

Digitale Kanäle (D1 .... D4) haben einstellbare Auslöseschwellen zwischen 0.... 13 V und einer Echtzeit-Abtastrate von 1,6 GHz.

Der analoge Generatorkanal dient zur Visualisierung des Generatorsausgangs und kann auch als Triggerquelle verwendet werden.

Zusätzliche flexible digitale Triggermodi.

Volldigitaler äquivalenter Zeitabtastmodus (ETS), der eine stabile Triggerung von verrauschten und hochfrequenten (bis zu 1 GHz) Signalen ermöglicht.

Spitzenwertdetektor und ein hochauflösender Modus.

## Generator

Funktionsgenerator (Sinus, Quadrat, Dreieck, Säge): 0,001 Hz ..... 50 MHz innerhalb von +/- 0,5 dB Ebenheit. Einsetzbar bis 100 MHz mit geringerer Ebenheit.

AM, FM, PM Modulator.

Signalsummierung und zusätzlicher eingebauter modulierender Signalgenerator 0,001 Hz ..... 100 MHz.  
Frequenzsweep synchron mit dem Oszilloskop-Sweep.

Umschaltbare Sin (x) / x Korrektur.

Impulsgeber 5 ns .... 5 s

Rauschgenerator.

Arbiträrer Wellenformgenerator mit einer Skriptsprache, die Wellenformen beschreibt.

Kleine Unter- und Überschwinger sowie Pulssignale mit hoher Anstiegsrate.

Zusätzlicher multifunktionaler Digitalausgang.

## Frequenzmesser

Messung der Frequenz vom Eingang eines beliebigen Kanals und von der Oszilloskop-Synchronisation.

8-stellige Anzeige im Frequenzmessmodus.

Konstante relative Genauigkeit der Frequenzmessung im gesamten Bereich (reziproke Zählung).

Impulszählmodus

Periodenmessung

## **Spektrum Analysator**

Funktionsprinzip - FFT, Kombinierte Mehrfrequenz-FFT, die ein Spektrogramm bis 1 GHz bildet.  
Einstellbare Größe, 9 Fensterfunktionen, Mittelung und Skalierung.  
Auswahl von Einheiten für vertikale Messungen mit unterschiedlichen Impedanz Anschlüssen.  
Fortschrittlicher Algorithmus für genaue Messungen von Spitzenpegel und Frequenz.  
Reines eigenes Spektrum (keine internen parasitären Spektralkomponenten).  
Subtraktive dither Technik.

## **Frequenz- und Phasengang-Analysator**

Funktionsprinzipien - Sweep und Tracking synchroner digitaler Quadraturempfänger.  
Messung des Übertragungskoeffizienten von Netzwerken mit zwei Anschlüssen.  
Misst Amplituden- und Phaseneigenschaften mit linearer oder logarithmischer Skala und anpassbarem Bereich.  
Kalibrierung (Amplituden- und Phasennormierung).  
Frequenzbereich - 100 Hz ..... 100 MHz.  
Dynamikbereich - 90 dB (10 kHz .... 60 MHz).

## **Vektor-Antennenanalysator**

Funktionsprinzipien - Sweep und Tracking synchroner digitaler Quadraturempfänger. Messung der komplexen Impedanz eines Prüflings (Device under Test) nach dem Shunt-thru-Verfahren.  
Frequenzbereich - 10 kHz 100 MHz. Open/Short/Load (OSL) Kalibrierung und "mathematische Subtraktion" des Anschlusskabels.  
Messung (Berechnung) von VSWR, Rückflusdämpfung für Kabel (Leitungen) mit benutzerdefiniertem  $Z_0$  im Bereich von 10...320 Ohm. Berechnungs- und Konstruktionspläne SWR, Rückflusdämpfung, Q,  $R_s$ ,  $X_s$ ,  $|Z|$ , Phase Z,  $R_p$ ,  $X_p$ .

## **LC Meter**

Misst Kapazität, effektiven Serienwiderstand (ESR) und Induktivität des Kondensators.  
Kapazitätsbereich: 0,5 pF ..... 30000 uF.  
ESR-Bereich ( $C > 0,5$  uF): 50 Milliohms .... 1 Ohm. Induktivitätsbereich: 50nH ..... 3 H.

## **SDR Sende-Empfänger**

Das Gerät kann als Transceiver (DDC / DUC-Transceiver) in Verbindung mit Programmen, die das digitale Funkprotokoll Winrad unterstützen, betrieben werden.  
Getestet mit HDSDR-Programmen, Zeus Radio ver 2.9.3, SDRUno, SDRSharp ver 1361.

## **Parameter im Empfangsmodus**

ADC-Sampling: 200 MSPS, 8-Bit.  
Minimales wahrnehmbares Signal MDS (500 Hz): -97 dBm.  
ADC-Überlaufpegel: +2 dBm  
Eingangsfrequenzbereich: 1 Hz ..... 400 MHz mit 3 dB Ebenheit (ungefilterter Eingang, Anti-Alias-Filter erforderlich)  
Intermodulation (IMD3): 60 ..... 70 dB.  
Panadapter maximaler Spanne: 65 kHz



## **Parameter im Übertragungsmodus**

Maximale Ausgangsleistung: +5 dBm.

Ausgangsfrequenzbereich: DC .... 60 MHz mit 1 dB Ebenheit.

AM, FM, LSB, USB, CW Modi.

Der Übertragungsmodus ist im Modul implementiert und erfordert den Anschluss eines externen Mikrofonverstärkers für Sprache.

## **Systemuhr**

Spannungsgesteuerter temperaturkompensierter Quarzoszillator (VCTCXO) mit Genauigkeit < 1 PPM.

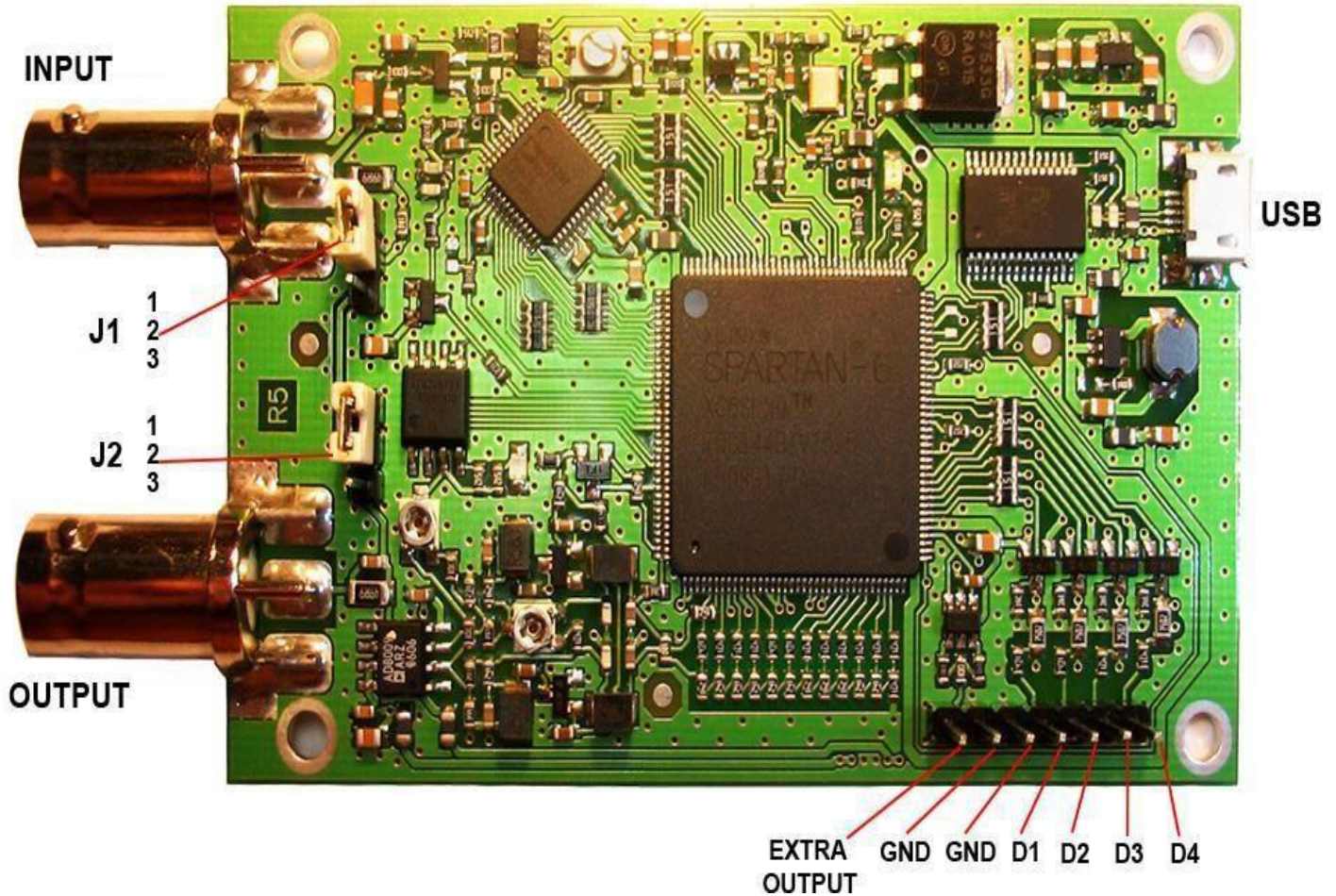
Systemuhr-Kalibrierungsfunktion über Software verfügbar.

## **Netzteil**

Das Modul wird über den USB-Anschluss mit Strom versorgt und benötigt keine zusätzliche Stromversorgung.

## Modulanschlüsse

- Verbindung von Modul zu PC über Micro-USB.
- Anschluss des analogen Eingangskanals über BNC (optional SMA).
- Anschluss des Generators Ausgangs über BNC (optional SMA).
- Hilfsausgangsanschluss (2x Stiftleisten im Abstand von 2,54 mm).
- Anschluss der digitalen Eingangskanäle (5x Stiftleisten im Abstand von 2,54 mm).
- Jumper zur Einstellung der Betriebsart (2 x 3-Wege-Stiftleisten im Abstand von 2,54 mm).



## USB-Verbindung

Die Modulverbindung zum PC erfolgt über einen USB-Mikro-B-Stecker. Das Modul wird über den USB-Anschluss mit Strom versorgt, und in einigen Betriebsarten kann die Stromaufnahme bis zu 420 mA betragen. Es sollte ein hochwertiges USB-Kabel verwendet werden. Minimieren Sie die Kabellänge (nicht mehr als 1,5 m) und den Stromleiterwiderstand (nicht mehr als  $2 \times 0,3 \text{ Ohm}$ ). Es wird empfohlen, Ferritfilter am Kabel zu verwenden. Auch auf die Sauberkeit der Kontakte und die Zuverlässigkeit der Steckverbinder ist zu achten.

## Analoger Channel Connecting

Der analoge Kanaleingang (A1) verwendet eine koaxiale BNC-Buchse (oder eine optionale SMA-Buchse). Die Eingangsimpedanz beträgt 50 Ohm. Die besten Ergebnisse werden bei Verwendung eines Koaxialkabels mit einem Wellenwiderstand von 50 Ohm erzielt. Der Eingang kann mit einer hohen Impedanz ( $5 \text{ k}\Omega$  ||| 8 pF) konfiguriert werden, siehe auch: Jumper zur Modusauswahl.

**Ein Überschreiten der folgenden Werte am Analogeingang kann das Modul beschädigen:**

- **Maximaler AC-Eingang 0,15 W (22 dBm).**
- **Maximale DC-Eingangsspannung 3,5 Vdc.**

## Digitale Channel Connecting

Es gibt vier digitale Anschlüsse, die eine gemeinsame Basis haben. Die Anschlüsse erfolgen über 2,54 mm Stiftleisten. Die Kabel für digitale Verbindungen sollten eine Mindestlänge aufweisen. Bei der Messung von hochfrequenten digitalen Signalen und / oder Signalen mit hoher Anstiegsrate darf die Drahtlänge 15-20 cm nicht überschreiten. Erdungsleitungen sollten so kurz wie möglich sein.

**Ein Überschreiten von 100 Vdc an den digitalen Eingängen kann das Modul beschädigen.**

## Haupt- und Nebenausgänge des Generators

Es gibt einen Hauptgenerator und einen Hilfsgeneratorausgang. Der Ausgang des Hauptgenerators verwendet eine koaxiale BNC-Buchse (oder eine optionale SMA-Buchse). Der Ausgang des Hilfsgenerators verwendet 2,54 mm Stiftleisten (Ausgang und Masse). Die Ausgangsimpedanz dieser Ausgänge beträgt 50 Ohm. Die besten Ergebnisse werden bei der Verwendung von Kabeln mit einem Wellenwiderstand von 50 Ohm erzielt. In einigen Fällen (z.B. bei niedrigen Frequenzen und / oder einer kurzen Verbindungsleitung) kann ein unpassendes Kabel verwendet werden.

**Der Generatorausgang ist kurzschlussfest. Schließen Sie jedoch keine Spannungsquellen an den Generatorausgang an, z.B. im LC-Modus, stellen Sie sicher, dass die Kondensatoren vor dem Anschluss entladen werden.**

## Generator Virtueller Analogkanal

Emuliert einen zweiten analogen Generatorausgangskanal (A2-Kanal), der virtuell mit dem Generatorausgang verbunden ist. Die digitale Verbindung des Generatorausgangs zu einem virtuellen Analogkanal erfolgt auf der untersten Ebene innerhalb des FPGA-Chips. Dies ermöglicht eine Visualisierung der Hauptgeneratorausgangswelle sowie eine alternative Triggerquelle.

### **Unterstützte Emulationen:**

- Alle Sweeps, alle Empfindlichkeiten, alle Arten der Kanalabtastung.
- AC/DC-Kopplung.
- Begrenzung der Kanalbandbreite.
- Alle Triggereinstellungen.
- Generatorwellenformen und Amplitude in allen Modi.
- Umschaltbare Sinus (x) / x Korrektur der Generatorleistung.
- Die einstellbare Außenlast des Generators wird nachgebildet.
- Exakte Anpassung und Anpassung des Zeitversatzes an den realen Kanal (bis zu Bruchteilen einer Nanosekunde).

### **Einschränkungen:**

- Die genaue Emulation von Generatoramplitude und -phase erfolgt bis zu einer Frequenz von 50 MHz.
- Aufgrund des Implementierungsprinzips wird der virtuelle Kanal im stroboskopischen Modus nicht angezeigt.
- Der Rauschpegel wird nicht vollständig emuliert (weniger als das tatsächliche Kanalrauschen).
- Verzerrungen und Oberwellen, die durch reale DAC-, ADC- und Analogpfade verursacht werden, werden nicht nachgebildet.

### **LC Meter, Vector Antenna Analyzer and Reflectometer Connections**

Die Modi LC Meter, Vektorantennenanalysator und Reflektometer verwenden den analogen Kanaleingang. Jeder Modus wird entsprechend den Jumpers für die Modusauswahl und der jeweiligen Werkzeugauswahl im Softwareprogramm konfiguriert.

### **Modus-Einstellung**

Es gibt 2 Modeschalter J1 und J2. Die Schalter sind Jumper, die sich in einem von 3 Zuständen befinden können:

- nur Pins 1-2
- nur Pins 2-3
- keine Verbindung.

### Mode Jumper Settings

J1	J2	Mode
1-2	1-2	Oscilloscope (analog channel input impedance: 50 ohms).
		Generator
		Frequency Meter
		Spectrum Analyzer.
		Frequency Response Meter
none	1-2	Oscilloscope (analog channel increased input impedance: ~ 5 kohms    8 pF).
		Generator.
		Frequency Meter.
		Spectrum Analyzer.
		Frequency Response Analyzer (input impedance- ~ 5 kohms    8 pF, with a reduction of the dynamic range)
2-3	2-3	LC Meter.
		Vector Antenna Analyzer.
		Reflectometer.
2-3	none	LC meter (small capacity measuring mode)

# Software-Installation

## Systemanforderungen

Die Software ist kompatibel mit dem Betriebssystem Windows (von XP bis Win 10). Es kann auch in der Wine Linux-Umgebung ausgeführt werden (siehe: Softwareinstallation unter Linux Ubuntu).

Die Software stellt keine zusätzlichen Hardwareanforderungen an den Computer, erfordert keine Installation zusätzlicher Softwarepakete und benötigt ca. 10 MB auf der Festplatte.

Die Software muss nicht auf dem PC installiert werden. Das Programm wird einfach in einen Benutzerordner auf der Festplatte oder auf Wechselmedien abgelegt. Das Programm erzeugt automatisch eine .ini-Datei im Programmordner, um die Einstellungen zu speichern. Eine Protokolldatei für beliebige Wellenform-Skripte wird ebenfalls im Programmordner gespeichert. Der Programmordner sollte sich in einem benutzerzugänglichen Bereich befinden, nicht im Verzeichnis Programm Files oder anderen Verzeichnissen mit eingeschränkten Zugriffsrechten.

Das Anzeigefenster kann über einen weiten Bereich skaliert werden. Die empfohlene Mindestauflösung für den Computerbildschirm beträgt 800 x 600.

## Vorgehensweise

- Laden Sie die Zip-Datei der Software und Treiber von [www.osa103.ru/en/software](http://www.osa103.ru/en/software) herunter.
- Entpacken Sie den heruntergeladenen Ordner in einen benutzerzugänglichen Ordner ("yourName") auf der Festplatte / Wechselplatte.
- Verbinden Sie das Modul mit dem USB. Die Stromleuchte leuchtet auf und der PC erkennt automatisch ein neues Gerät.
- Installieren Sie die USB-Treiber. Das Betriebssystem sollte die Treiber für das neue Gerät automatisch einrichten. Gerätetreiber sind digital signiert und können über Windows Update automatisch installiert werden. Die Treiber befinden sich ebenfalls im Programmordner oder Unterverzeichnis../Treiber oder können von der Website des Herstellers heruntergeladen werden USB-Chip [www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm](http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm).
- Um die Software zu starten, öffnen Sie den Ordner "yourName" und führen Sie die ausführbare Datei Osa103.exe aus. Erstellen Sie aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit eine Verknüpfung zu Osa103.exe und legen Sie diese auf den Desktop.
- Der Initialisierungsvorgang dauert weniger als 10 Sekunden.
- Wenn der Modus für das Oszilloskop eingestellt ist, drücken Sie die Taste[RUN], um das Oszilloskop zu starten.

In einigen Fällen muss Windows XP möglicherweise eine frühere Version des Treibers installieren. Die empfohlene Version ist der CDM 2.08.14 Treiber.

Um mehr als ein Modul auf demselben PC auszuführen, ist es notwendig, eine Kopie der ausführbaren Datei mit einem anderen Namen zu erstellen.

## Software-Update

Das Gerät speichert die Firmware nicht im ausgeschalteten Zustand. Die vollständige Installation der Firmware wird vom Steuerprogramm bei jedem Start durchgeführt (dauert weniger als 10 Sekunden). Um die gesamte Software zu aktualisieren, genügt es daher, die ausführbare Datei file.exe durch eine neuere Version zu ersetzen.

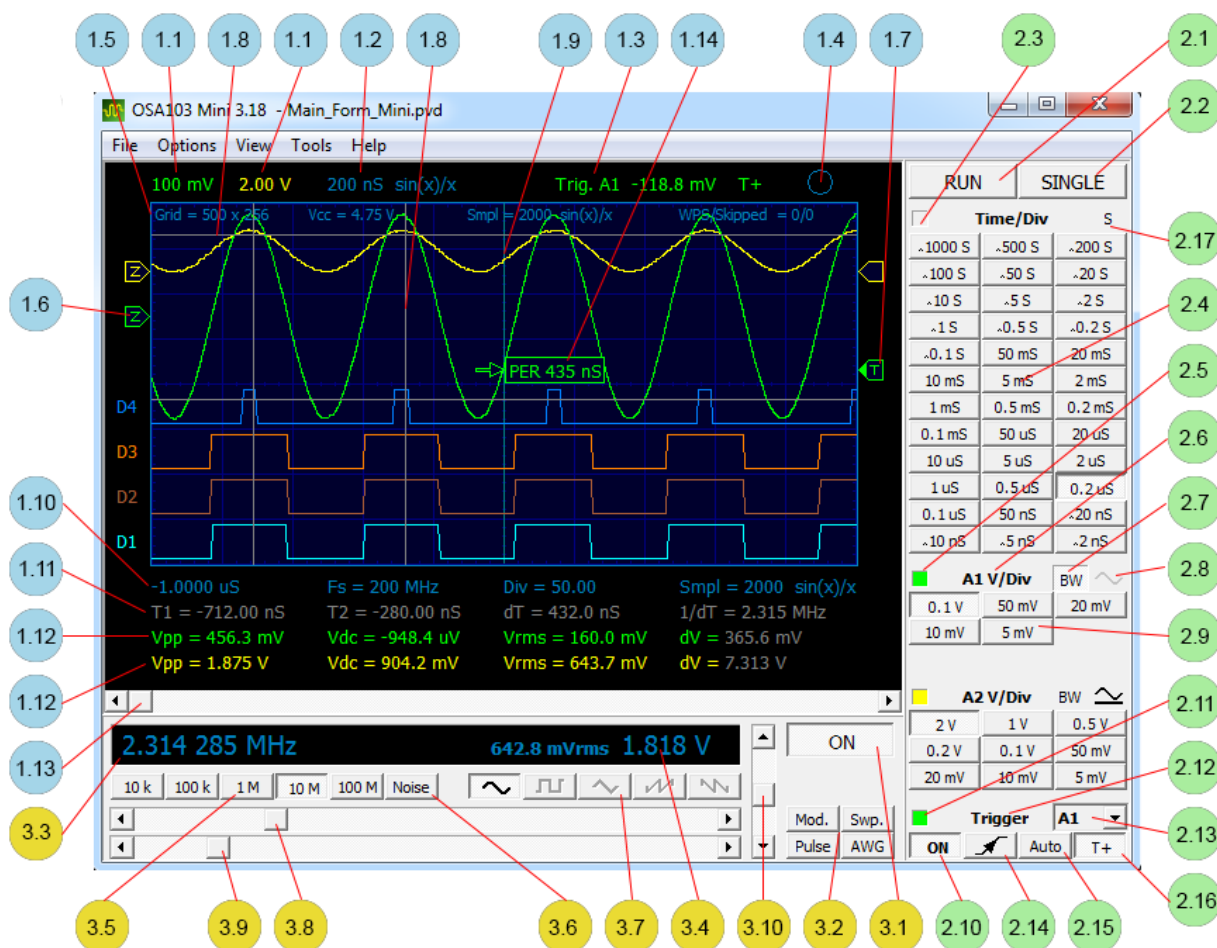
## Benutzeroberfläche

Die Software verwendet hauptsächlich herkömmliche UI-Widgets für Controls und Menüauswahlen (Buttons, Chooser, Scrollbars etc.). Die Benutzeraktionen (z.B. Mausbedienungen) für diese intuitiven Widgets sind daher in diesem Handbuch nicht beschrieben. Es gibt jedoch bestimmte UI-Widgets, die spezifisch für die Signalspuren (z.B. Cursor) sind und vollständig beschrieben werden.

## Betriebsarten und Steuerprogramm

### Hauptfenster

Der folgende Screenshot zeigt das Hauptfenster bei aktiviertem Oszilloskop-Modus. Dies ist die Standardbetriebsart, wenn alle anderen Modi (LC Meter, Spectrum Analyzer (A1), Frequency Response Analyzer und Antenna Analyzer) in Menu->Tools nicht aktiviert sind. Die anderen Betriebsarten werden in den jeweiligen Abschnitten später im Handbuch beschrieben.



## Anzeigebereich

- 1.1. Vertikale Empfindlichkeit (Spannung pro Division).
- 1.2. Sweepgeschwindigkeit (Zeit pro Division). Informationen über den aktivierten Mittelungsmodus (Hi Res) und die Nummer von gemittelten Proben (HR ....), Spitzendetektor (PD), Stroboskop-Modus (ETS - Equivalent Time Sampling) oder mit  $\sin(x) / x$ .
- 1.3. Identifies the trigger channel, trigger level and whether extended triggering is enabled (T+).
- 1.4. Statusanzeige:
  - Modulinitialisierung.
  - Leerlauf (Sweep läuft nicht).
  - Warten auf Trigger und das Ende eines Samplesatzes.
  - Empfangen und Anzeigen von Wellenformen.
- 1.5. Zusätzliche Informationszeile. Aktivieren / deaktivieren Sie die Zeile über Menü->View->View-> View-> Extra Info oder Strg + I.

Von links nach rechts:

- Die Gesamtgröße des Oszilloskop-Rasters in Pixeln.
  - Versorgungsspannung des Primärsystems über den USB-Anschluss.
  - Die Anzahl der Proben. Zu den Informationen gehören: Mittelungsmodus (Hi Res) und die Anzahl der gemittelten Proben (HR ..), Spitzendetektor (PD), Stroboskop-Modus (Equivalent Time Sampling -ETS) oder  $\sin(x)/x$  in Verwendung.
  - Die Anzahl der Wellenformen, die pro Sekunde angezeigt werden (WPS - Wellenformen pro Sekunde) oder die Anzahl der verworfenen Wellenformen (vom Gerät empfangen, aber aufgrund der fehlenden Computergeschwindigkeit nicht angezeigt). Für WPS-Einstellungen Datei-> WPS (max.).
- 1.6. Schieberegler zur Einstellung des Nullpegels der Analogkanäle auf der vertikalen Skala. Ziehen Sie mit der linken Maustaste nach oben / unten und halten Sie das Symbol gedrückt.
    - Die Buchstabe "Z" hat bei Überschreitung der Eingangssignale (Abweichung vom Netz oder Abweichung von einer DC-Komponente von mehr als 0,45 V) die Helligkeit reduziert.
  - 1.7. Schieberegler zur Einstellung des Triggerpegels des Analogkanals (A1 oder A2.). Ziehen Sie mit der linken Maustaste nach oben / unten und halten Sie das Symbol gedrückt. Das Symbol enthält einen Buchstaben "T", wenn die Triggerung für diesen Kanal aktiviert ist, ansonsten ist das Symbol leer.
  - 1.8. Vertikale Zeit- und horizontale Spannungsmesscursor (siehe 1.11 und 1.12). Die angezeigten Cursor können als einfach, doppelt oder gar nicht eingestellt werden. Einzelne Cursor bieten einen vertikalen Zeitcursor und einen horizontalen Spannungscursor. Doppelcursor bieten zwei vertikale Zeitcursor und zwei horizontale Spannungscursor. Cursors werden über Menü->Ansicht-> Cursors oder Double Cursors oder none aktiviert / deaktiviert. Positionieren Sie die Cursor auf / ab oder links / rechts von links mit Klick und halten Sie den Mauszeiger gedrückt.
  - 1.9. Vertikale Linie am Triggerzeitpunkt.
  - 1.10. Anzeige der Parameter / Messungen (erste Zeile unter dem Gitter zeigt bis zu 4 Datenelemente). Wenn der Frequenzmesser ausgeschaltet ist, werden die Daten von links nach rechts angezeigt:
    - Beginn der Betrachtungszeit (linker Rand des Gitters) in Bezug auf die Triggerzeit.
    - Die Abtastfrequenz.
    - Die Anzahl der Rasterteilungen, die von der Signalspur belegt werden (kann von 10 schnellen Abtastungen oder 0 mit gezoomter Wellenform abweichen).
    - Die digitalisierende Abtastrate.

Die zweiten, dritten und vierten Datenelemente oben werden über Menü->Ansicht->Ansicht->Ansicht->Sampling Info oder Strg + Y aktiviert / deaktiviert.

Wenn der Frequenzmesser im Frequenzmodus eingeschaltet ist, wird das vierte Datenelement ersetzt, um die gemessene Frequenz (F(T)) anzuzeigen.



Wenn das Frequenzmessgerät im Perioden- und Zählmodus eingeschaltet ist, wird das zweite Datenelement zur Periodenmessung ( $T(T)$ ) und das vierte Datenelement zum Ereigniszähler ( $N(T)$ ). In diesem Fall ist das dritte Datenelement leer.

1.11. Die zweite Textzeile unter dem Gitter sind Cursor-Messungen in Bezug auf die Zeit. Die Daten auf dieser Linie hängen davon ab, ob Einzelcursor, Doppelcursor oder keine Cursor ausgewählt sind (siehe 1.8). Mit einem einzigen Cursor von links nach rechts:

- Zeit an der Cursorposition ( $T$ ).
- Der Umkehrwert der Zeit ( $1/T$ ) in Frequenzeinheiten.

Mit Doppelcursor von links nach rechts:

- Zeit an der linken Cursorposition ( $T1$ ).
- Zeit an der rechten Cursorposition ( $T2$ )
- Zeitdifferenz zwischen den Cursors ( $dT$ )
- Der Umkehrwert der Zeitdifferenz ( $1/dT$ ) in Frequenzeinheiten.

1.12. Die dritte und vierte Textzeile unter dem Gitter sind Auto-Messungen und Cursor-Messungen in Bezug auf die Spannung für die Analogeingänge A1 und A2. Diese Zeilen werden nur angezeigt, wenn A1 und/oder A2 über Menü->Ansicht-> A1 und/oder A2 (Generator) aktiviert sind.

Die ersten drei Datenelemente auf den Linien von links nach rechts:

- Signal von Spitze zu Spitze Spannung ( $V_{pp}$ ).
- Die Konstantspannungskomponente des Signals ( $V_{dc}$ ).
- Signal RMS-Spannung ohne DC-Anteil ( $V_{rms}$ ).

Das vierte Datenelement auf den Zeilen hängt von der Cursorposition ab (siehe 1.8). Es ist entweder die Spannung an der horizontalen Einzeigerposition ( $V$ ) oder die Spannungsdifferenz zwischen den horizontalen Doppelcursorpositionen ( $dV$ ).

1.13. Scrollbar zur Einstellung der horizontalen Position der angezeigten Wellenformen.

1.14. Anzeige, die die automatische Messung des Auslösers anzeigt. In diesem Fall wird die Signalperiode automatisch gemessen. Aktiviert über Menü->Ansicht->Ansicht->Ansicht->Trig. Ereigniszeit oder Strg + E.

## Bedienfeld des Oszilloskops

2.1. Taste[RUN], um den kontinuierlichen Suchlauf ein- und auszuschalten. Ungedrückt ist aus, gedrückt ist ein.

2.2. Taste[SINGLE] zum Starten eines einzelnen Sweeps (nur wenn[RUN] ausgeschaltet ist).

2.3. Sweep-Statusanzeige.

2.4. Tasten zur Einstellung der gewünschten Sweepgeschwindigkeit (Zeit/Div). Kann auch durch Zeigen in den Rasterbereich und mit dem Mousrad angepasst (gezoomt) werden.

2.5. Anzeige für Kanal A1 aktiviert / deaktiviert. Kann auch verwendet werden, um den Kanal durch Doppelklick auf die Anzeige zu aktivieren / deaktivieren. Alternativ können Sie Menü->Ansicht-> A1 oder Strg + 1 verwenden.

2.6. Taste zur Auswahl des A1-Teilungsverhältnisses ( $V/Div$  oder  $\times 10$ ). Nicht komprimiert ist  $V/Div$ , gedrückt ist  $\times 10$ . Alternativ können Sie auch Menü->Optionen->Sonde A1 verwenden, um den Wert der Sonde einzustellen.

2.7. Taste zum Aktivieren / Deaktivieren des eingebauten 25MHz LPF auf dem A1-Kanal. Das LPF befindet sich im digitalen Bereich und unterdrückt keine Aliase über 100 MHz. Ausgedrückt ist der Filter deaktiviert, gedrückt ist der Filter aktiviert.

2.8. Taste zur Auswahl der AC / DC Eingangskopplung (nicht aktiv bei OSA103 Mini - Eingang ist immer AC gekoppelt).

2.9. Tasten zur Einstellung der erforderlichen Spannungsempfindlichkeit für den A1-Kanal. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.

- 2.10. Taste[ON], um die Auslösung ein- und auszuschalten. Ungedrückt ist Auslösung aus, gedrückt ist Auslösung ein. Wenn eingeschaltet, ist auch der Schieberegler für den Triggerpegel (1.7 oben) aktiviert.
- 2.11. Auslösezustandsanzeige (beleuchtet zeigt Auslösung an, grau zeigt Auslösung aus).
- 2.12. Taste [Auslöser], um das Fenster Triggereinstellungen zu öffnen. Alternativ können Sie Menü->Optionen->Auslöser oder Strg + T verwenden.
- 2.13. Klappen Sie das Dropdown-Menü auf, um den Kanal für die Triggerquelle auszuwählen. Das Feld zeigt die aktuelle Einstellung an.
- 2.14. Taste zur Auswahl der positiven oder negativen Flankentriggerung. Nicht gedrückt ist positive Steigung, gedrückt ist negative Steigung.
- 2.15. Taste[Auto], um die automatische Auslösung ein- und auszuschalten. Nicht gedrückt ist der normale Auslösemodus, bei dem das Oszilloskop unter der gewünschten Auslösebedingung auslöst. Gedrückt wird der Autotrigger-Modus, bei dem das Oszilloskop seine eigenen automatischen Trigger erzeugt (nicht synchron zum zu testenden Signal), wenn die erforderliche Triggerbedingung nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne eintritt.
- 2.16. Taste [T+], um zusätzliche Triggermodi zu aktivieren. Nicht gedrückt ist normale Auslösung, gedrückt ermöglicht zusätzliche Auslösung. Siehe auch: Erweiterte Triggereinstellungen.
- 2.17. Taste[S], um den Strobemodus einzuschalten (Extended Time Sampling ETS). Nicht gedrückt ist der Strobemodus aus, gedrückt ist der Strobemodus an. Nur verfügbar für Sweepraten von 0,2 ns/Div..... 0,2  $\mu$ s/Div).

## Generator-Bedienfeld

Der Screenshot zeigt den Funktionsgenerator-Modus. Siehe Generatormodi für andere Modi.

3.1. Taste[ON] zum Ein- und Ausschalten des Generators. Nicht gedrückt, Generator ist aus, gedrückt, Generator ist eingeschaltet.

3.2. Tasten zur Auswahl des Generator-Modus. Ungepresst befindet sich der Generator im Funktionsgeneratormodus.

Drücke den Generator einen der folgenden Modi an:

- Modulation [Mod.] (siehe Generatoreinstellungen).
- Sweep-Generator[Swp.] synchron mit dem Oszilloskop-Sweep.
- Impulsgenerator[Impuls].
- Arbiträrer Wellenform-Generator[AWG].

3.3. Anzeige der aktuellen Generatorfrequenz-Einstellung. Um die Frequenz einzustellen, verwenden Sie Bildlaufleiste unterhalb der Frequenzanzeige oder doppelklicken Sie mit der linken Maustaste auf die Frequenzziffern, um ein Tastaturfenster für die Parametereingabe aufzurufen.

3.4. Anzeige der aktuellen Amplitudeneinstellung des Generators. Standardmäßig ist der angezeigte Wert  $V_{pp}$  (Spitze-Spitze-Spannung) und  $V_{rms}$  (Effektivspannung) für den Fall, dass keine Last am Generatorausgang anliegt. Um die Amplitude einzustellen, verwenden Sie die Bildlaufleiste rechts neben der Amplitudenanzeige oder doppelklicken Sie mit der linken Maustaste auf die Amplituden-ziffern, um das Tastenfeld Parameter Input aufzurufen. Die angezeigten Einheiten können geändert werden (siehe Erweiterte Einstellungen).

3.5. Tasten zur Auswahl des Generatorfrequenzbandes (obere Frequenz des Bandes). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.

3.6. Taste zum Ein- und Ausschalten des Rauschgenerators. Ungedrückt ist aus, gedrückt ist ein.

3.7. Tasten zur Auswahl der Generatorwellenform. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt. Siehe Generator-Modi.

3.8. Scrollbar zur Grobeinstellung der Funktionsgeneratorfrequenz innerhalb des gewählten Frequenzbandes. Für die Modulations-, Sweep-, Puls- und AWG-Modi siehe Steuerbeschreibungen in den Generatormodi.

3.9. Scrollbar zur Feineinstellung der Funktionsgeneratorfrequenz innerhalb des gewählten Frequenzbandes. Für Modulations-, Sweep-, Puls- und AWG-Modi siehe Steuerbeschreibungen Generator-Modus.

3.10. Scrollbar zur Einstellung der Generatoramplitude (Spannung).

### Anzeige der Generator-Bedientafel

Menu-> View-> Generator. Blendet das Bedienfeld des Generators im Hauptfenster aus / ein (vergrößert den Signalanzeigebereich). Aktivieren Sie diese Option zum Anzeigen, deaktivieren Sie sie zum Ausblenden. Alternativ können Sie mit einem Doppelklick mit der linken Maustaste unten im Signalanzeigebereich die Panelanzeige umschalten.

### Kompakt Ansicht

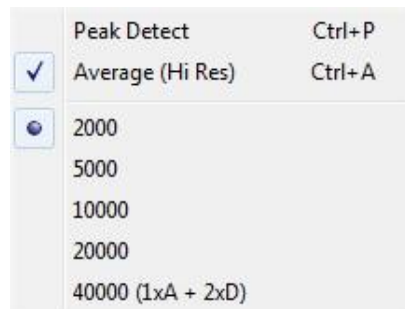
Menu-> View-> Compact view. Blendet die Bedienfelder des Generators und des Oszilloskops aus / ein. Ermöglicht es, dass der Signalanzeigebereich den gesamten Bildschirm ausfüllt. Aktivieren Sie diese Option zum Anzeigen, deaktivieren Sie sie zum Ausblenden. Alternativ können Sie auch mit einem Doppelklick mit der linken Maustaste oben im Signalanzeigebereich die Ansicht umschalten. Das Programm merkt sich die Position und Größe eines kompakten Fensters und ermöglicht so ein einfaches Umschalten zwischen den Ansichten, um Einstellungen vorzunehmen.

### Immer im Vordergrund

Menu-> View-> Always On Top. Stellt das Hauptfenster über andere Anwendungsfenster. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen zum Aktivieren, deaktivieren Sie es zum Deaktivieren.

### Sampling-Einstellungen

Öffnen Sie mit Menu-> Options-> Sampling.



### Speicher und Anzahl der Samples

Aktivieren Sie diese Option, um die gewünschte Anzahl von Proben auszuwählen (eine von 2000 ... 40000).

Der Wert entspricht der Anzahl der Abtastwerte während der normalen Digitalisierung ohne Spitzendetektor oder Mittelung von Hi Res (und ist tatsächlich die Anzahl der für den Analogkanal zugeordneten Bytes).

Wenn die Spitze Detektor ist eingeschaltet, jedes Sample besteht aus 2 Samples, und wenn die Mittelung der Hochauflösung eingeschaltet ist, sind die Samples 16-Bit-Werte. Die Anzahl der Samples in diesen Modi entspricht der Hälfte des eingestellten Wertes.

Bei eingeschalteten Digitalkanälen und einer Sweep Geschwindigkeit von 2 ns / div..... 0,1 µs / div, digitale Kanäle Abtastrate ist

1,6 GHz. In diesem Fall beträgt die Abtastfrequenz des Analogkanals 200 MHz (d.h. 8 mal weniger), so dass die Anzahl der Analogkanalabtastungen um das 8-fache reduziert wird.

Der Maximalwert von 40000 wird nur erreicht, wenn nicht mehr als 1 analoger Kanal + 2 digitale Kanäle (Paar D1, D2 oder D3, D4) vorhanden sind. Wenn alle 6 Kanäle aktiviert sind, beträgt der Maximalwert 20000 pro Kanal.

Die Einstellung der Anzahl der Proben hat eine hohe Priorität. Beim "schnellen" Sweep reduziert das Oszilloskop nicht automatisch die Anzahl der Samples (um das Signal in 10 horizontale Teilungen zu legen). Gleichzeitig kann das aufgenommene Signal bei schnellen Sweeps Tausende von horizontalen Teilungen annehmen. Um das gesamte Signal anzuzeigen, kann die horizontale Positionssteuerung verwendet werden, um entlang der Wellenformen zu scrollen oder den Sweep zu stoppen und das Signal durch Umschalten der Scangeschwindigkeitstaste zu komprimieren. Dies geschieht, um das Ergebnis bei der Verwendung unauffällig zu machen: der Spektrumanalysator-Modus (FFT-Samples), der Protokolldecoder (die Anzahl der decodierbaren Daten), die Sweep-Frequenz synchron zum Sweep, um die Genauigkeit der automatischen Messungen zu verbessern usw.

## **Spitzendetektor**

Aktivieren Sie diese Option, deaktivieren Sie sie, um sie zu deaktivieren. Alternativ können Sie mit Strg + P umschalten.

Signaldigitalisierungsmodus zum Registrieren von kurzen garantierten Emissionen (Glitches) und Unterdrücken von Aliasing.

Immer enthaltene maximale Abtastfrequenz (200 MHz bis 1,6 GHz analoge und digitale Kanäle) im Speicher werden die maximalen und minimalen Signalwerte über jedes Abtastintervall aufgezeichnet und diese Werte werden zur Anzeige der Wellenform verwendet. Dieser Modus ist sowohl für analoge als auch für digitale Kanäle geeignet. Aufgrund des Funktionsprinzips kann das Wellenformrauschen optisch vergrößert werden. Der Modus ist nur aktiviert (und sinnvoll), wenn die Abtastfrequenz weniger als 200 MHz beträgt.

## **Mittelung (Hi Res)**

Aktivieren Sie diese Option, deaktivieren Sie sie, um sie zu deaktivieren. Alternativ können Sie mit Strg + A umschalten.

Der hochauflösende Mittelungsmodus (Hi Res) ermöglicht es, die Auflösung des Oszilloskops zu erhöhen und das Rauschen durch automatische Reduzierung der Bandbreite zu reduzieren. In diesem Modus wird immer die maximale Abtastrate (200 MHz) verwendet und die gemittelten 16-Bit-Signalwerte über jedes Abtastintervall werden in den Speicher geschrieben und zur Anzeige der Wellenform verwendet. Die Anzahl der Mittelwerte wird vom Oszilloskop automatisch in Abhängigkeit von der eingestellten Sweep Geschwindigkeit und der Anzahl der Abtastwerte gewählt und kann 16777216 ( $2^{24}$ ) erreichen. Der Wirkungsgrad steigt mit abnehmender Sweep Geschwindigkeit. Dieser Modus gilt nur für analoge Kanäle. Der Modus kann nur aktiviert werden, wenn die Abtastfrequenz 200 MHz beträgt.

## **Äquivalenter Zeitabtastmodus (ETS)**

Die ETS dient zur Beobachtung hochfrequenter periodischer Signale (eine Frequenz größer als 5 MHz). Das Modul nutzt ein volldigitales Prinzip der stroboskopischen Triggerung, das eine stabile Synchronisation von verrauschten und komplexen Impulssignalen ermöglicht. Es ermöglicht das Auslösen, Auswählen und Überwachen von Signalen in der Nähe der Rauschgrenze. Es bietet eine Erhöhung der effektiven Anzahl von Digitalisierungsbits. Synchronisiert Signale stabil auf Hunderte von Megahertz (hat keine Einschränkungen im Zusammenhang mit einer Komparatorgeschwindigkeit oder im klassischen TDC).

- Der Modus kann mit Sweep Geschwindigkeiten von 2 ns / div.... verwendet werden. 0,2 µs/Div.
- Die ETS ist bei Sweep Geschwindigkeiten 2 ns/Div ... 20 ns/Div (wenn digitale Kanäle ausgeschaltet sind) automatisch eingeschaltet.
- Die ETS kann mit der Strobe-Taste[S] auf dem Bedienfeld des Oszilloskops ein- und ausgeschaltet werden.
- Der Frequenzdurchlauf des Generators sollte synchron zum Oszilloskop durchlauf abgeschaltet werden.

- Es wird empfohlen, die Anzahl der Signalabtastungen zu erhöhen (insbesondere für Signale bei Frequenzen unter 10 MHz und / oder bei Verwendung der digitalen Kanaltriggerung).
- Erweiterte Triggermodi[T+] sind nicht anwendbar.
- Der virtuelle Kanal des Generators kann im stroboskopischen Modus nicht angezeigt werden.
- Wenn der Spektrumanalysator (FFT A1) aktiviert ist, wird die kombinierte Mehrfrequenz-FFT durchgeführt.

## Signalanzeigemodi

Beginnen Sie mit: Menu-> View-> Draw Mode.



### Persistence

Aktivieren Sie diese Option, deaktivieren Sie sie, um sie zu deaktivieren. Alternativ können Sie mit Strg + H umschalten. Verursacht die Persistenz der Signalspur (emuliert Phosphorschirm).

### Anzeige des Scan-Modus

Wenn die Sweepgeschwindigkeit auf 0,1 sec/Div.... eingestellt ist. 1000 sec/Div und Triggerung ausgeschaltet ist, schaltet das Oszilloskop den Scan Acquisition Modus ein, um Signale, die sich langsam ändern, kontinuierlich zu überwachen.

Die Scrollauswahl im Menü des Anzeigemodus aktiviert / deaktiviert die Scrollansicht im Modus Scan Acquisition. Aktivieren Sie diese Option, deaktivieren Sie sie, um sie zu deaktivieren. Alternativ können Sie mit Strg + L umschalten.

Wenn das Scrollen deaktiviert ist, wird die angezeigte Wellenform von links nach rechts auf dem Bildschirm aktualisiert und alte Punkte gelöscht, während neue Punkte angezeigt werden. Ein beweglicher, leerer Abschnitt des Bildschirms trennt die neuen Wellenform-Punkte von den alten.

Wenn das Scrollen aktiviert ist, scrollt die angezeigte Wellenform nach links (z.B. wie ein Diagrammschreiber).

### Trace-Typen

Aktivieren Sie das Kontrollkästchen zum Aktivieren, deaktivieren Sie das Kontrollkästchen, um einen der folgenden Signalspurtypen zu deaktivieren:

- Punkte.
- Vektorwerte.
- Sin (x)/x kompensiert (nur analoge Kanäle für Signale mit einer Abtastfrequenz von 200 MHz).

## Hintergrund Wellenformen

Die folgenden Menüpunkte dienen zur Steuerung der Hintergrundwellenform:

- Menu-> View-> B.G. Oscillogram (aktivieren, deaktivieren, deaktivieren, um BG zu deaktivieren).
- Menu-> View-> Main <-> B.G. Oscillogram (drücken Sie, um zwischen Haupt- und BG umzuschalten, alternativ Strg + B).
- Menu-> View-> Clear B.G. Oscillogram löschen (drücken, um BG-Wellenformen zu löschen).

Bietet einen Mechanismus zum schnellen Speichern und Anzeigen von Wellenformen zum Vergleich mit neu erfassten Wellenformen. Die Hintergrundwellenformen werden gedimmt dargestellt. Ausgerichtet auf die Hauptwellenformen zum Zeitpunkt der Triggerung. Die Anzeigen sind unabhängig von der vertikalen Position (Ebene Null) einstellbar. Skaliert horizontal (Zeit) und vertikal (Spannung) im Einklang mit der Basiswellenform. Wenn die Daten in einer Datei gespeichert werden, werden sie zusammen mit der Basiswellenform gespeichert.

Beim Arbeiten mit Hintergrundwellenformen zeigt der Fenstertitel die Sequenznummern (gezählt ab Beginn des Modulstarts) für die aktuelle und die Hintergrundwellenform an. Beim Speichern oder Öffnen einer Datendatei ist der Name im Fenstertitel ebenfalls doppelt. Das Suffix \_BG (Background) wird dem Namen der Hintergrundwellenformen hinzugefügt.

## Empfindlichkeit von 50, 20, 10, 5 mV/Div.

Die Modulhardware hat eine einzige Basisempfindlichkeit von 100 mV/Div. Andere Empfindlichkeitswerte werden mit dem Digitalzoom erreicht. Diese Werte sind in erster Linie für den Betrieb im Mittelwertmodus (Hi Res) und im ETS-Modus vorgesehen, wo der Geräuschpegel durch das Funktionsprinzip deutlich reduziert wird.

## Wellenformen pro Sekunde Einstellung

Beginnen Sie mit: Menu-> File-> WPS (max.).

In einigen Einstellungen kann die Anzahl der angezeigten Wellenformen pro Sekunde mehr als 100 betragen. Um die CPU-Auslastung zu reduzieren, ist es nicht empfehlenswert, "No Limit" zu setzen. Der empfohlene Wert ist 40.

## Subtraktiver Dither

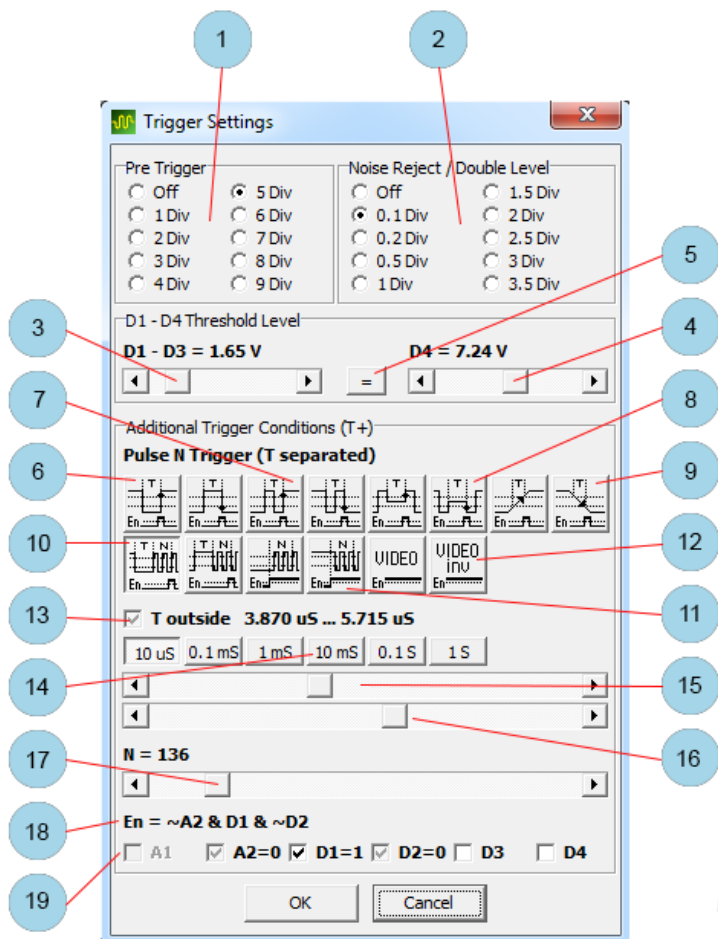
Das Modul verwendet eine subtraktive Dither-Technik. Dadurch wird dem Analogsignal am ADC-Eingang ein Pseudozufallsrauschen hinzugefügt und dieses Rauschen nach dem ADC digital subtrahiert.

- Reduziert drastisch die differentielle Nichtlinearität des ADC.
- Entkorreliert die unvermeidliche Durchführung von den digitalen Ausgängen des ADC zu seinem Eingang.
- Reduziert die Anzahl und den Pegel von ADC-Sporen, erhöht die SFDR bei der Spektralanalyse (insbesondere bei Low-Level-Signalen).
- Erhöht die Effizienz des Hi-Res-Modus und ermöglicht die Beobachtung von Low-Pegel-Signalen.
- Erhöht praktisch nicht den ADC-Rauschpegel.
- Hilft, den FRA-Dynamikbereich von mehr als 90 dB (unter Verwendung der Prozessorverstärkung) zu erhalten.

# Erweiterte Triggereinstellungen

Die volldigitale Triggerung wird mit hoher Genauigkeit, ohne Kalibrierung, Fähigkeit zum Betrieb unter schwierigen Bedingungen und flexiblen Einstellungen eingesetzt.

Beginnen Sie mit: Menu-> Options-> Trigger or Ctrl + T.



1. Der Pre-Trigger stellt die Anzahl der Rasterteilungen vor dem Triggern ein.
2. Noise Rejects / Double Trigger setzt die Trigger-Rauschunterdrückung (Hysterese) oder den doppelten Pegel für Zwerg und Schwenkzeittrigger.
3. Scrollbar zur Einstellung des Triggerschwellenpegels an den Kanälen D1, D2, D3.
4. Scrollbar zur Einstellung des Schwellenwerts auf dem D4-Kanal.
5. Taste zur gleichmäßigen Einstellung der digitalen Kanäle (sperrt die beiden Scrollbalken). Ausgedrückt ist deaktiviert, eingedrückt ist aktiviert.

### **Zusätzliche Auslöserbedingungen**

Aktiviert durch Drücken der Taste [T+] auf dem Oszilloskop-Panel.

6. Tasten zur Auswahl der Impulsauslösung (steigende oder fallende Flanke). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.
  - Startet den Sweep nur, wenn die Impulsdauer das Intervall T erfüllt und das Signal  $E_n = 1$  zum Zeitpunkt des Überschreitens des Triggerpegels.
  - Für alle Modi gibt es zwei Tasten (eine für Aufwärts- und eine für Abwärtsflankentriggerung). Diese Tasten und die Auf-/Abfalltaste Trigger auf dem Bedienfeld des Oszilloskops ändern sich gemeinsam.
7. Tasten zur Auswahl der Periodentriggerung (steigende oder fallende Flanke). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.
  - Startet den Sweep nur, wenn die Impulsperiode das Intervall T erfüllt und das Signal  $E_n = 1$  zum Zeitpunkt des Überschreitens des Triggerpegels.
8. Tasten zur Auswahl der Triggerung bei der Zungenlänge (steigende oder fallende Flanke). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt. Ein Zwerg ist eine Bedingung, bei der das Signal einen ersten Schwellenwert überschreitet, aber keinen zweiten Schwellenwert überschreitet, bevor es den ersten wieder überschreitet (z.B. fällt ein steigendes Logiksignal auf den Pegel für 1 oder wenn der Abfall den Pegel für 0 nicht erreicht).
  - Der Sweep beginnt nur, wenn die Zwergendauer das Intervall T erfüllt und das Signal  $E_n = 1$  zum Zeitpunkt des Überschreitens des Triggerpegels.
  - Gilt nur für analoge Kanäle.
9. Tasten zur Auswahl der Schwenkzeittriggerung (steigende oder fallende Flanke). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.
  - Der Sweep beginnt nur, wenn die Anstiegs-/Fallzeit des Signals zwischen den Schwellenwerten das Intervall T und das Signal  $E_n = 1$  zum Zeitpunkt des Überschreitens des Triggerpegels erfüllt.
  - - Gilt nur für analoge Kanäle.
10. Tasten zur Auswahl der Triggerung durch die Impulszahl N getrennt durch die Periode T (Anzahl N bei steigender oder fallender Flanke). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.
  - Impulse, deren Dauer die Dauer T erfüllt, setzen den internen Zähler zurück. Impulse, deren Dauer die Dauer T nicht erfüllt, erhöhen den internen Zähler. Ein Triggerimpuls wird erzeugt, wenn der Zähler den vorgegebenen Wert N erreicht und die Bedingung  $E_n = 1$  ist.
11. Tasten zur Auswahl der Triggerung durch die Impulszahl N getrennt durch  $E_n$ -Signale (Anzahl N bei steigender oder fallender Flanke). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.
  - Ein niedriger  $E_n$ -Pegel setzt den internen Zähler zurück. Ein hoher Pegel ermöglicht es dem Zähler, dass Impulse den Wert des internen Zählers erhöhen können. Ein Triggerimpuls wird erzeugt, wenn der Zähler den angegebenen Wert N erreicht.
12. Tasten zur Auswahl der Triggerung über die Nummer der Videosignalleitung (PAL, SECAM, NTSC). Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.
  - Das VideosignalfORMAT wird automatisch erkannt.
  - Der Triggerpegel muss manuell auf den Sync-Teil eines Composite-Videosignals eingestellt werden (normalerweise ist es ein unteres Drittel der Videosignalamplitude).



Die Punkte 6 bis 12 sind einander ausschließende Selektionen.

- 13 Taste zur Einstellung des Zeitintervalls T (mit den Punkten 14, 15 und 16 unten).
- Ungeprüft: T ignoriert
  - Grau: T außerhalb des eingestellten Intervalls.
  - Überprüft: T innerhalb des eingestellten Intervalls.
14. Tasten zur Auswahl des Bereichs für T. Grau (inaktiv), wenn 13 nicht angehakt ist. Wenn aktiv, nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, wird gedrückt und ausgewählt.
15. Scrollbar zur Einstellung des Startwertes für T.
16. Scrollbar zur Einstellung des Endwertes für T.
17. Scrollbar, um die gewünschte Anzahl der Impulse zum Zählen von N oder Videozeilenzahl einzustellen (abhängig von der gewählten Triggerart).
- 18 Kontrollkästchen, um den logischen Ausdruck für das En-Signal auszuwählen. Nicht angehakt ist nicht ausgewählt, angehakt ist ausgewählt.
- Darüber hinaus wird der logische Pegel anderer Kanäle zum Zeitpunkt der steigenden oder fallenden Flanke berücksichtigt, um die Entscheidung zu treffen, einen Triggerimpuls zu erzeugen oder nicht. Wenn der logische Ausdruck für En = 1 (true) ist, kann ein Triggerimpuls erzeugt werden (und das Sweeping kann beginnen). Analoge Kanäle werden auf logische Pegel mit entsprechenden Triggerpegeln und Hysterese gebracht (wenn das Signal über dem Triggerpegel liegt, ist der Logikpegel für den Kanal 1 oder wahr).
19. Steuerelemente zur Angabe des in 18 oben verwendeten logischen Ausdrucks.

## Triggermodul Automatische Messung

Beginnen Sie mit Menu-> View-> View-> Trig Event Time.

Bietet eine Anzeige der Triggerzeit auf der Wellenform-Trace. Für diese Messung muss die Triggerung eingeschaltet sein und die Triggerbedingungen müssen erfüllt sein. Das Einschalten weiterer Triggermodi ist optional (Drücken der Taste[T+]). Die Dauer wird von einem Hardwarezähler mit hoher Genauigkeit unabhängig von der Sweeprate des Oszilloskops gemessen. Der Messbereich beträgt 5(10) ns .... 21 s (mit einer Auflösung von 5 ns).

Der gemessene Parameter wird durch Drücken des Auslösers bestimmt.

- 6 Dauer des positiven oder negativen Impulses.
- 7 Periode.
- 8 die Dauer des positiven oder negativen runt.
- 9 die Slew-Zeit.

## Generator-Modi

In dem Modul sind fünf unabhängige digitale Generatoren implementiert.

- Funktionsgenerator.
- Modulierender Generator (ähnlich dem Funktionsgenerator).
- Impulsgeber.
- Arbitrary Waveform Generator (geskriptete Wellenformen).
- Rauschgenerator

## Funktions- und modulierende Generatoren

Verwendet die DDS-Technologie (Direct Digital Synthesis) mit einer Phasenwortlänge von 48 Bit und arbeitet mit einer Taktfrequenz von 400 MHz. Alle Arten von Modulation und Frequenzgang sind voll digital. Für Frequenzen unter 1 MHz ist es möglich, eine von fünf Standardwellenformen sowohl als Trägerfrequenz als auch als modulierendes Signal (Sinus, Quadrat, Dreieck, Dreieck, Vorwärtsneigung, Sägezahn und Abwärtsneigung) auszuwählen. Für Frequenzen über 1 MHz wird nur die sinusförmige Wellenform unterstützt.

## Modulation mit einer externen Quelle

Es ist möglich, ein Funktionssignal von einem externen Signal zu modulieren, das über den analogen Oszilloskop-Eingangskanal empfangen wird. Die Modulation und die modulierten Signale können gleichzeitig auf dem Oszilloskop mit dem Virtual Analog Channel Generator beobachtet werden. Alternativ kann es auch durch ein am Eingang eines digitalen Kanals empfangenes Signal moduliert (shift keyed) werden.

Die Modulation erfolgt digital nach der Digitalisierung des Modulationssignals. Um den Dynamikbereich des ADC zu maximieren, stellen Sie die vertikale Empfindlichkeit und den Pegel Null so ein, dass das modulierende Signal die maximale Anzahl von Teilungen vertikal einnimmt, aber nicht außerhalb der Skala. Es wird empfohlen, den Modus mit begrenzter Bandbreite zu aktivieren. Die Modulation durch ein externes Signal hat keinen Einfluss auf diesen Oszilloskopkanal. Das Aktivieren / Deaktivieren der Kanalanzeige, das Ausschalten des Sweeps, das Ändern der Sweepgeschwindigkeit und das Ändern des Abtastmodus (Mittelwertbildung oder Spitzenwertdetektor) haben keinen Einfluss auf das Modulationsergebnis. Das Modulationssignal wird immer mit der maximalen Abtastrate von 200 MHz aufgenommen. Die Modulation durch ein externes Signal funktioniert im Strobemodus nicht.

## Arbiträrer Wellenform-Generator

Führt die Skriptbefehle (siehe Arbitrary Wave Generator Script Commands im Anhang) mit einer Frequenz von bis zu 200 MHz aus und kann komplexe und langlebige Signale mit minimalen Befehlen und Speicher erzeugen. Der Skriptgenerator verfügt über einen Mechanismus zur Ausgabe von Marken (kurze positive Impulse) an den Oszilloskopkanal D1. Ein Label wird erzeugt, wenn ein Skriptbefehl an einer bestimmten Adresse ausgeführt wird. Adressen (Namen) aller verfügbaren Labels sind in der Skriptdatei enthalten und werden beim Laden (Kompilieren) der Skriptdatei in die Dropdown-Liste geladen. Labels sind praktisch beim Debuggen eines Skripts zu verwenden, zur Synchronisation, ein Frequenzzähler und Zähler können an den Labels arbeiten, etc. Für eine garantierte Beobachtung der Markierungen wird empfohlen, den Spitzendetektor-Modus zu aktivieren.

## Sin (x) / x Korrektur

Das Modul verwendet eine Hardware-Sin (x) / x Frequenzgangkorrektur. Standardmäßig ist die Korrektur für sinusförmige Ausgangssignale zur Erzeugung einer konstanten Amplitude von bis zu 50 MHz automatisch eingeschaltet und für Impulssignale zur Erzielung besserer transients Eigenschaften abgeschaltet. Sin (x) / x kann manuell ein- und ausgeschaltet werden (siehe Generatoreinstellungen).

## Gleichzeitiger Betrieb

In einigen Modi arbeiten verschiedene digitale Generatoren gleichzeitig und liefern Signale an den Haupt- und Hilfsausgängen. Es sind verschiedene Kombinationen möglich, z.B. ist es möglich, die Modulation eines Funktionsgenerators mit einem Skriptgenerator beliebiger Wellenform einzuschalten und den Impulsgeber an einem anderen Ausgang zu verwenden. Da sich verschiedene Generatoren ein Bedienfeld teilen, ist es in einigen Fällen erforderlich, während der Einstellungen den Generator mit der Taste[ON] auszuschalten, um zu verhindern, dass falsche Signale in den Ausgang gelangen.

## Amplitudeneinstellung

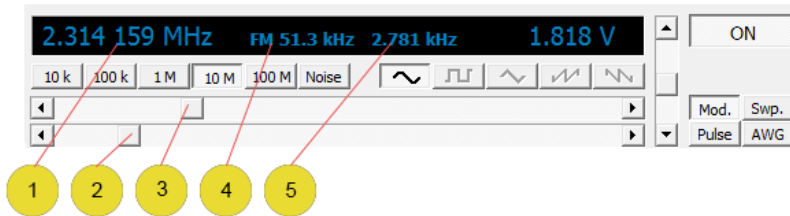
Die Generatoramplitude ist bis auf 0V einstellbar, aber es ist zu beachten, dass die Anpassung auf Kosten der DAC-Bitbreite erfolgt. Für Signale mit kleiner Amplitude wird die Verwendung eines externen Dämpfungsglieds empfohlen.

## Funktionsgeneratorsteuerungen

Die Steuerung des Funktionsgenerators wurde zuvor beschrieben (siehe Generator-Steuertafel im Hauptfenster).

## Modulationssteuerung

(siehe auch Modulationseinstellungen in den Generatoreinstellungen).

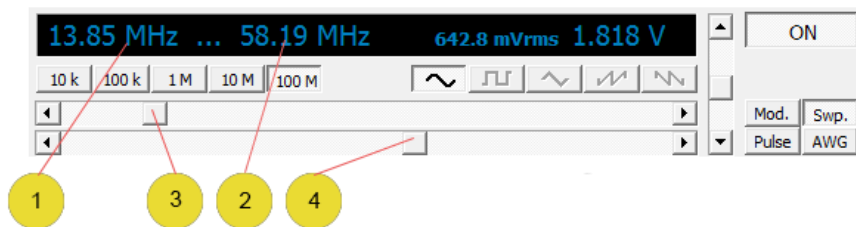


1. Trägerfrequenz einstellen.
2. Scrollbar der Trägerfrequenz (Feineinstellung).
3. Scrollbar der Trägerfrequenz (Grobeinstellung).
4. Informationen über das Modulationssignal (in diesem Fall - die FM-Hublänge).
5. Informationen über das Modulationssignal (in diesem Fall - die Modulationsfrequenz).

Doppelklicken Sie auf die Datenelemente 4 oder 5, um das Fenster Generatoreinstellungen zu öffnen. Das Einschalten des Rauschgenerators ist nur bei AM-Modulation oder Summierung von Signalen sinnvoll.

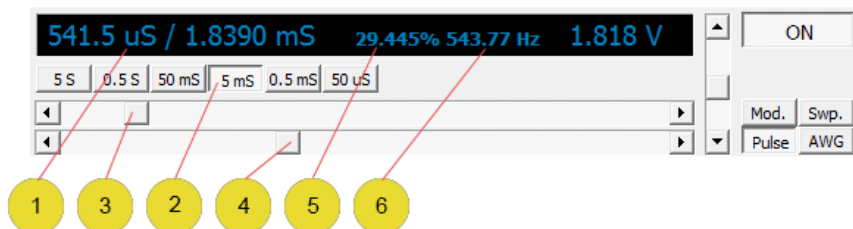
### Frequenzgang-Steuerung

- In diesem Modus ist die Auslösung deaktiviert.
- Das erste Datenelement auf der ersten Messlinie unterhalb des Gitters zeigt die Startfrequenz des Sweeps an.
- Cursor-Messungen in der zweiten Zeile unterhalb des Gitters werden in den Frequenzmessmodus geschaltet.



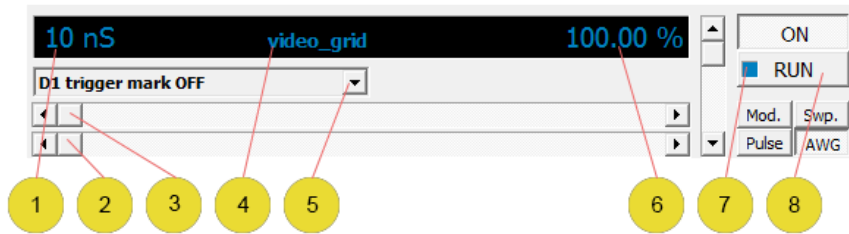
1. Sweep Startfrequenz.
2. Sweep-Stoppfrequenz.
3. Scrollbar zur Einstellung der Startfrequenz des Sweeps.
4. Scrollbar zur Einstellung der Sweep-Stoppfrequenz.

## Pulsgeneratorsteuerungen



1. Impulsbreite / Wiederholungsperiode.
  2. Tasten zur Auswahl der Impulsbreite / des Wiederholungsbereichs.
  3. Scrollbar zur Einstellung der Impulsbreite.
  4. Scrollbar zur Einstellung der Impulsfolgezeit.
  5. Verhältnis von Pulsbreite zu Periode, ausgedrückt in Prozent.
  6. Die Pulsfolgefrequenz.
- Doppelklicken Sie auf die Punkte 5 oder 6, um das Fenster Generatoreinstellungen zu öffnen.

## Beliebige AWG-Steuerelemente (Arbitrary Waveform Generator)

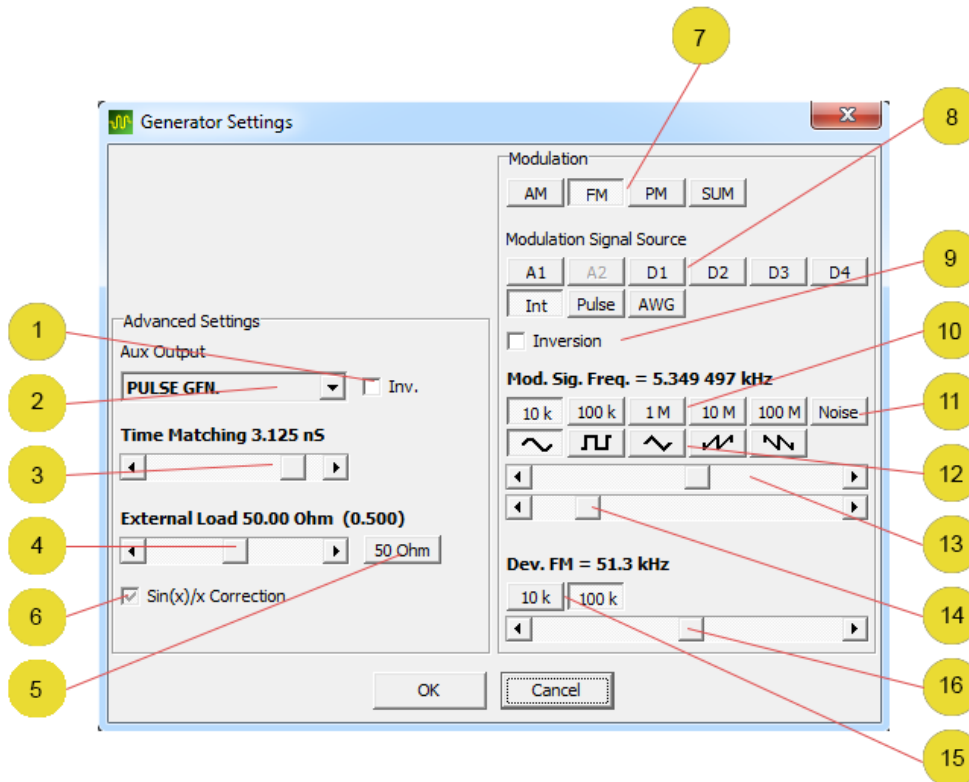


Siehe Anhang für Skriptbefehle des Arbitrary Wave Generator.

1. Im Skript definierter Wellenformzeitraum. Doppelklicken Sie auf die Ziffern, um den Skriptwert neu zu laden.
2. Scrollbar zur Feineinstellung der Periode.
3. Scrollbar zur Grobeinstellung der Periode.
4. Der Name der heruntergeladenen Skriptdatei. Doppelklicken Sie auf den Namen, um den Datei-Dialog zu öffnen.
5. Auswahl, um eine Markierung für D1 auszuwählen.
6. Der Ausgangspegel in Prozent des im Skript definierten Pegels. Doppelklicken Sie, um den Skriptwert neu zu laden.
7. Kennzeichen für die Skriptaussführung.
  - Helles Blau: Skriptbefehle werden ausgeführt.
  - Blau: Skript hat den Befehl wait ausgeführt.
  - Keine Farbe - das Skript wird gestoppt oder läuft nicht.
8. Skript-Starttaste[RUN]. Kurz drücken, um das Skript auszuführen.

# Generator-Einstellungen

Beginnen Sie mit: Menu-> Options-> Generator Settings.



## Zusätzliche Ausgänge

1. Kontrollkästchen zum Invertieren des Hilfsausgangssignals. Nicht angehakt ist normal, angehakt ist umgekehrt.
2. Auswahlmeneü zur Auswahl der Quelle für den Hilfsausgang.

Wählen Sie eine der folgenden Optionen:

- LOG 0 0 0 0 V.
- LOG 1 3.3 V.
- TRIG. OUT Schaltsignal.
- IMPULS GEN. Impulsgeber.
- AWG GEN. Arbiträrer Wellenform-Generator.
- Rauschen Rauschgenerator.
- 100 MHz Systemtaktfrequenz.
- D1 EINGANG Digitaler Signaleingang an D1.

## Kanaleinstellungen des virtuellen Generators

3. Scrollbar zum Einstellen der Zeitanpassung des virtuellen Kanals des Generators (A2) an den realen Kanal (A1). Die Anpassung erfolgt innerhalb des FPGA-Chips mit digitalen Verzögerungsleitungen und Phasenschiebern.
4. Scrollbar zum Einstellen der effektiven Generatorausgangslast (Null bis Unendlich).
5. Taste zum schnellen Einstellen der Last auf 50 Ohm.
6. Kontrollkästchen zum Einstellen der sin (x)/x-Korrektur.
  - Nicht angehakt Immer aus.
  - Grau Automatik je nach Betriebsart (empfohlen).
  - Immer aktiviert.

## Modulationseinstellungen

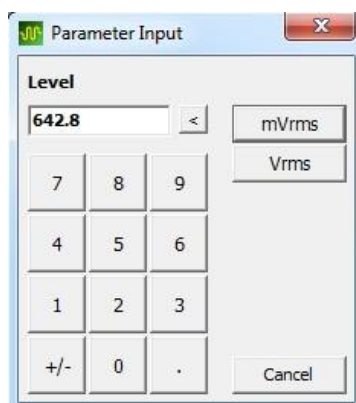
7. Tasten zur Auswahl der Modulationsart. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist einer von: Amplitude[AM], Frequenz[FM], Phase[PM] und Summierung[SUMME].
8. Tasten zur Auswahl der Modulationssignalquelle. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist einer von: A1, A2, D1..... D4, Intern, Impuls und AWG.
9. Kontrollkästchen, um das modulierende Signal zu invertieren. Nicht angehakt ist normal, angehakt ist umgekehrt.
10. Tasten zur Auswahl des Frequenzbandes (obere Frequenz) für die interne Modulationsquelle. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist einer von: 10k, 100k, 1M, 10M, 100M.
11. Taste zur Auswahl des Rauschgenerators als Modulationsquelle. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist ausgewählt.
12. Tasten zur Auswahl der modulierenden Signalwellenform. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist einer von: Sinus, Quadrat, Dreieck, Vorwärtsneigung Sägezahn oder Downslope Sawtooth.
13. Scrollbar zur Grobeinstellung der Modulationsfrequenz innerhalb des eingestellten Bandes.
14. Scrollbar zur Feineinstellung der Modulationsfrequenz innerhalb des eingestellten Bandes.
15. Tasten zur Auswahl des FM-Hubbereichs. Nicht komprimiert ist nicht ausgewählt, gedrückt ist einer von 2k / 20k auf A1 oder 10k / 100k auf anderen Kanälen. Geknickt, wenn der FM-Modus nicht ausgewählt ist.
16. Scrollbar zur Einstellung des Modulationsgrades in Abhängigkeit von der gewählten Modulationsart.
  - AM-Koeffizient (% oder %/Div)
  - FM-Hub (Hz oder Hz oder Hz/Div)
  - PM-Index (x90 Grad oder x90 Grad/Div.)
  - Summenpegel (% oder %/Div.).

## Generatorparameter-Eingabe-Tastatur

Bietet eine Bildschirmtastatur zur Eingabe von Frequenz- und Signalpegelparametern des Generators. Zum Öffnen der Frequenzeinstellungen: Doppel-Linksklick auf die aktuelle Generatorfrequenz (große Ziffern auf dem Generator-Bedienfeld).

Zum Öffnen der Pegeleinstellungen Vpp: Doppel-Linksklick auf die aktuelle Generatorspannung (große Ziffern auf dem Generator-Bedienfeld).

Um die Pegeleinstellung Vrms (wie im Screenshot gezeigt) oder dBm zu öffnen: Doppelklicken Sie mit der linken Maustaste auf den aktuellen Generatorpegel (kleine Ziffern links neben den Vpp-Zahlen auf dem Generator-Bedienfeld, wenn Sie sich im entsprechenden Modus befinden).



Über die Tastatur können die folgenden Generatoreinstellungen vorgenommen werden:

- Frequenz (Funktions- und Betriebsarten)
- Start-/Stoppfrequenzen (Swp-Modus)
- Ausgangspegel (alle Modi)

Die Ziffern können über die Tasten der Tastatur oder über die Tastatureingabe des PCs bearbeitet werden.

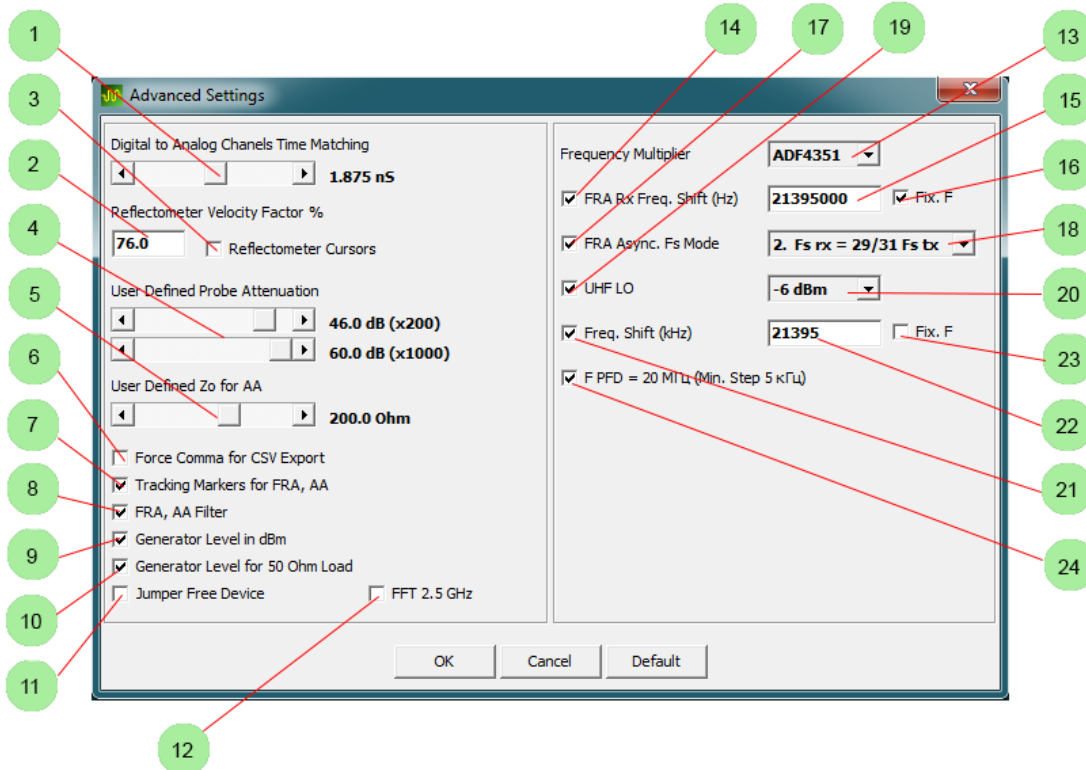
Die Taste [**<**] löscht die letzte Ziffer.

Die Tasten ["Einheiten"] (in diesem Beispiel z.B.[mVrms] und[Vrms]) stellen den Parameter auf den gewünschten Wert und die gewünschte Einheit ein und schließen das Fenster.

Wenn Sie das Fenster mit[X] oder[Cancel] schließen, bleibt die vorherige Einstellung erhalten.

## Erweiterte Einstellungen

Beginnen Sie mit: Menu-> Options-> Advanced Settings or Ctrl + X.



1. Scrollbar zur zeitlichen Ausrichtung des analogen und digitalen Kanals. Die Ausrichtung erfolgt innerhalb des FPGA über digitale Verzögerungsleitungen.
2. Eingabefeld zur Einstellung des gewünschten Velocity Factors (in Prozent) für die Reflektormessung. Das Feld zeigt die aktuelle Einstellung an.
3. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen, um die Entfernungsmessung mit Doppel cursoren unter Berücksichtigung des eingestellten Velocity-Faktors zu aktivieren. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.
4. Scrollbars zur Einstellung der benutzerdefinierten Dämpfungs- / Verstärkungskompensation für externe Sonden oder Dämpfungsglieder. Alle Werte, Grafiken, Cursor und automatischen Messungen in allen Modi werden entsprechend neu berechnet. Um die gewünschte Sondereinstellung für den A1-Kanal auszuwählen, verwenden Sie Menü->Optionen->Sonde A1 und überprüfen Sie den gewünschten Wert.
5. Scrollbar, um den benutzerdefinierten Wert von Zo für den Antennenanalysator-Modus einzustellen. Um die gewünschte Zo-Einstellung auszuwählen, verwenden Sie Menü->Werkzeuge-> AA-Einstellungen-> Zo und überprüfen Sie den gewünschten Wert.
6. Aktivieren / Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen, um beim Export von CSV-Dateien die Komma-Trennzeichen zu aktivieren / deaktivieren. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.
7. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren der automatischen Pegelmarkierung im FRA- und AA-Modus. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.

8. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen, um das DSP-Filterfenster im FRA- und AA-Modus einzustellen. Wenn das Kontrollkästchen deaktiviert ist, handelt es sich bei dem Fenster um ein rechteckiges Fenster im Zeitbereich. Das geprüfte Fenster ist Blackman-Nutall, was die Störsicherheit verbessert, aber den Dynamikbereich im unteren Bereich leicht verringert (2..3 dB erhöhter Rauschpegel). Es wird empfohlen, dieses Kontrollkästchen zu aktivieren, wenn der maximale Dynamikbereich nicht benötigt wird.
9. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren der Generatorpegelanzeige in dBm (50 Ohm Last). Nicht angehakt befindet sich die Anzeige in Vrms (der angezeigte Pegel hängt vom hohen Widerstand ab oder die Einstellung der 50 Ohm Last im unteren Teil). Überprüft, die Anzeige ist unabhängig von der Einstellung von Punkt 10 in dBm (50 Ohm Last).
10. Aktivieren / Deaktivieren des angezeigten Generatorpegels (Vpp oder Vrms) bei einer 50 Ohm Last. Nicht angehakt wird der Füllstand bei hoher Widerstandsbelastung angezeigt. Geprüft wird der Pegel unter der Annahme einer 50 Ohm Last angezeigt.
11. Das Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren des Modultyps hat keine Jumper für die Moduseinstellung. Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen für Module mit Steckbrücken, überprüfen Sie das Modul ohne Steckbrücken.
12. Aktivieren / Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen, um den erweiterten Frequenzbereich von 2,5 GHz der kombinierten Multifrequenz-FFT zu aktivieren / deaktivieren. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.
13. Auswahlmöglichkeit zur Auswahl eines externen Frequenzmultiplikators oder zum Betrieb mit externen Modulen mit ADF4351, MAX2870, MAX2871 Chips.
14. Kontrollkästchen, um einen Empfangsfrequenzoffset im FRA-Modus zu aktivieren / deaktivieren. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.
15. Eingabefeld zum Bearbeiten des gewünschten Empfangsfrequenzoffsets oder der Festfrequenz des Detektors im FRA-Modus. Das Feld zeigt die aktuelle Einstellung an. Wert aktiviert durch Überprüfung von Punkt 14 oben. Grau, wenn Punkt 14 oben nicht markiert ist.
16. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren der festen Empfangsfrequenz des Detektors für den FRA-Modus (wählt den IF-Wert für den Betrieb in Verbindung mit externen Modulen mit zwei ADC4351, ADF4351, MAX2870, MAX2871 Chips und einem Mischer). Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert. Grau, wenn Punkt 14 oben nicht markiert ist.
17. Kontrollkästchen zum Aktivieren/Deaktivieren von asynchronen Fs im FRA-Modus. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert. Es wird empfohlen, die Aktivierung immer dann vorzunehmen, wenn keine Informationen über die Phase des Signals benötigt werden.
18. Auswahlmenü zur Auswahl der asynchronen Fs im FRA-Modus. Empfohlener Wert ist 2. ausgegraut, wenn Punkt 17 oben nicht angekreuzt ist.
19. Aktivieren / Deaktivieren eines zweiten ADF4351, MAX2870, MAX2871 (LO). Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.
20. Auswahlmenü zur Auswahl des Ausgangspegels des zweiten ADF4351, MAX2870, MAX2871 (LO).
21. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren des Frequenz-Offsets des Lokaloszillators gegenüber dem Generator (Auswahl des ZF-Wertes für den Betrieb in Verbindung mit einem externen Modul mit zwei ADF4351, MAX2870, MAX2871 Chips und einem Mischer). Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert....
22. Eingabefeld zum Bearbeiten des Frequenzoffsets oder der Festfrequenz des LO (Wert in kHz). Grau, wenn Punkt 21 oben nicht angehakt ist.
23. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren der festen LO-Frequenz. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert. Grau, wenn Punkt 21 oben nicht angehakt ist.



23. Kontrollkästchen zum Aktivieren/Deaktivieren der PLL PFD-Frequenz bis 20 MHz. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert. Reduziert den Pegel des Phasenrauschens und die Zeit der Verriegelung der PLL-Schleife. Der Frequenzschritt in diesem Modus wird von 1 auf 5 kHz erhöht. Es wird empfohlen, die Aktivierung zu aktivieren, wenn der minimale Schritt nicht erforderlich ist.

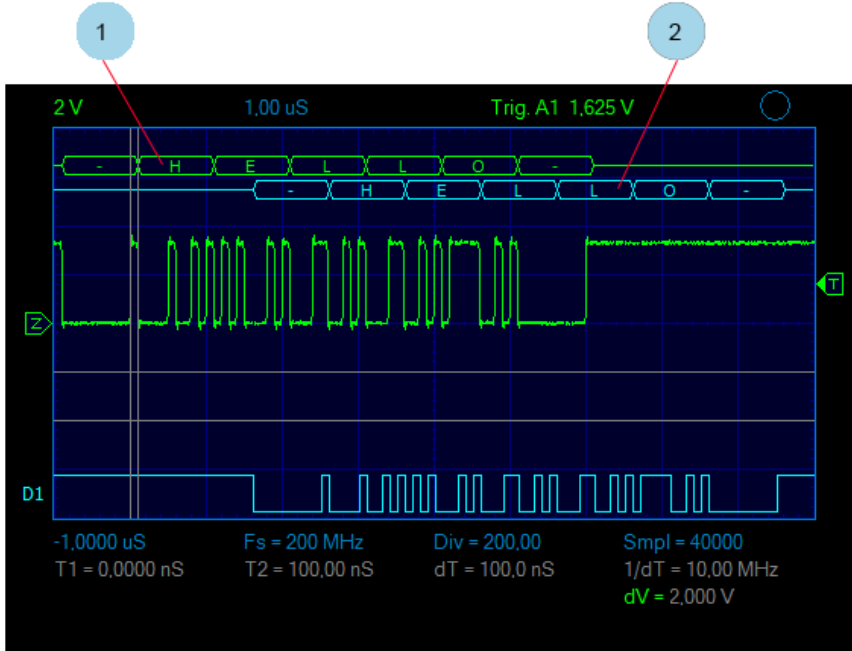
Die obigen Punkte 13, 16 und 19 ... 24 sind für den Einsatz mit zusätzlichen externen Modulen zur Erweiterung des Frequenz- und Phasenganganalysators und des Antennenanalysators ausgelegt (für weitere Details siehe FRA- und AA-Modus).

# Serieller Decoder

Für eine erfolgreiche Dekodierung muss die Abtastrate des Oszilloskops mindestens das Vierfache der Bitrate betragen. Für die maximale Menge an dekodierten Daten sollte die Abtastrate des Oszilloskops die Bitrate nicht mehr als 10 mal überschreiten.

## Decoder-Traces im Hauptfenster

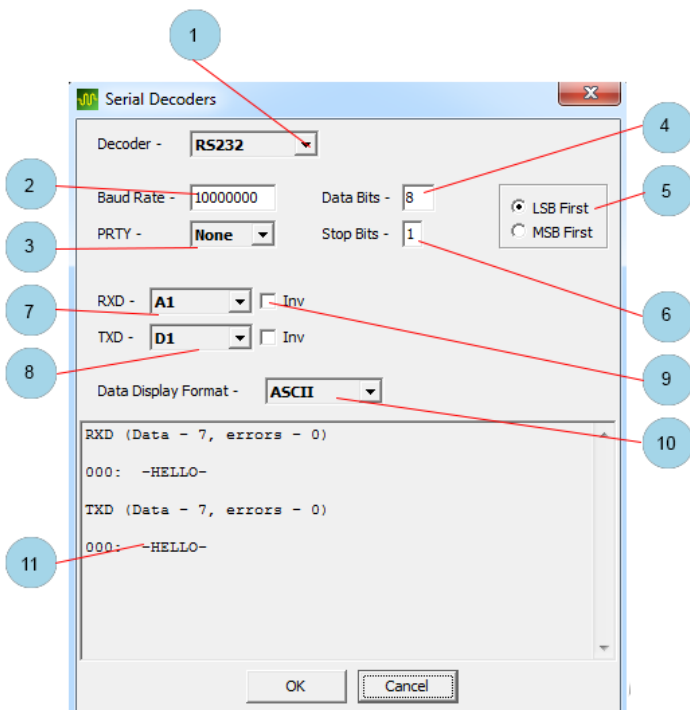
Wenn der Decoder aktiviert ist (siehe unten).



1. Dekodierte Daten RXD.
2. Dekodierte Daten TXD.

## Fenster: Einstellungen des seriellen Decoders

Beginnen Sie mit: Menu-> Tools-> Serial Decoder or Ctrl + F2.



1. Auswahlmöglichkeit für den Decodertyp oder Aus (die aktuelle Softwareversion unterstützt nur RS232 (RS422, RS485)).
2. Eingabefeld zur Einstellung der Datenrate.
  - Bis zu 50 MBaud für analoge Kanäle.
  - 400 MBaud digitale Kanäle.
3. Auswahl, um das Paritätsbit als eines von auszuwählen.
  - Keine.
  - Gerade.
  - Seltsam.
  - Ignorieren (jeder akzeptierte Wert).
4. Eingabefeld zum Einstellen der Anzahl der Datenbits (2 ... 32).
5. Auswahlmenü zur Auswahl der Bitfolge (bei RS232-Standard LSB First).
6. Eingabefeld zum Einstellen der Anzahl der Stoppbits (1 .... 2).
7. Auswahlmenü zur Auswahl der RXD-Kanalquelle für die Dekodierung.
8. Auswahlmenü zur Auswahl der TXD-Kanalquelle für die Dekodierung.
9. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren der Invertierung von RXD- oder TXD-Signalen. Nicht angehakt in nicht invertiert, angehakt ist invertiert, bei invertiert ist das Startbit hoch und das Stoppbit niedrig.
10. Wählen Sie das Format der dekodierten Datenanzeige aus. Eine von HEX, DECIMAL oder ASCII.
11. Dekodiertes Datenanzeigefenster.

## Binär Rekorder

Speichert eine Langzeitaufzeichnung des Analogkanals A1 in einer Datei im Binärformat. Zusätzlich wird eine gleichnamige Textdatei (.txt) mit den Parametern der Binärdatei gespeichert. Im Spitzendetektor-Modus wird zuerst der Minimalwert und dann der Maximalwert geschrieben.

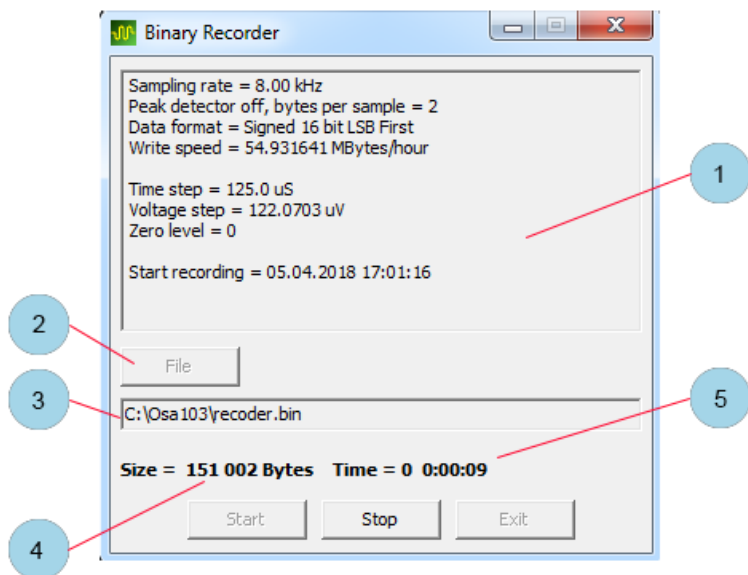
Funktioniert nur in der Anzeige des Scan-Modus (siehe Anzeige des Scan-Modus).

Die Daten in der Datei werden in allen Digitalisierungsmodi im 16-Bit-Signaturformat aufgezeichnet. Entspricht den Netzgrenzwerten von -32768 bis 32.767.

Das Aufzeichnungsfenster kann mit dem Hauptfenster des Programms minimiert werden.

## Fenster: Einstellungen des Binärschreibers

Beginnen Sie mit: Menu-> File-> Binary Recorder (A1).



1. Informationen über die Parameter der Aufzeichnungsdatei.
2. Schaltfläche zum Öffnen eines Windows-Dateidialogs, um die gewünschte Datei für die Aufnahme einzustellen.
3. Pfad und Name der aufgezeichneten Datei.
4. Die aktuelle Größe der aufgezeichneten Daten.
5. Aktuelle Aufnahmezeit in Tagen Stunden: Minuten: Sekunden. Tasten zum Starten und Stoppen der Aufnahme oder zum Verlassen des Recorders.

## Frequenzmesser

Wenn aktiviert, wird im Hauptfenster eine Frequenzmessung des Signals auf einem ausgewählten Eingangskanal angezeigt. Das Funktionsprinzip basiert auf der gleichzeitigen Messung von Frequenz und Periode des Signals, was eine konstante relative Messgenauigkeit über einen weiten Frequenzbereich ermöglicht. Der Zähler kann auch in den Modus Impulzzählung und Periodenmessung geschaltet werden und kann mit jedem beliebigen Eingang betrieben werden.

Bei der Arbeit mit einem analogen Eingangskanal des Oszilloskops arbeitet das Messgerät entsprechend dem eingestellten Triggerpegel. In diesem Fall ist es möglich, den Grad der Rauschunterdrückung (Hysterese) einzustellen.

Bei der Arbeit mit digitalen Eingängen arbeitet das Messgerät mit dem eingestellten Schwellenwert des entsprechenden Kanals. Hauptmerkmale:

- 8-stellige Frequenzanzeige.
- Der gemessene Frequenzbereich für einen analogen Eingangskanal beträgt 1 Hz..... 60 MHz.
- Der gemessene Frequenzbereich für einen digitalen Eingangskanal beträgt 1 Hz... 200 MHz.
- Die gemessene Zeitspanne beträgt 10 ns .... 21 s (mit 5 ns Auflösung). - Zählen Sie bis 4294967295 ( $2^{32} - 1$ ).

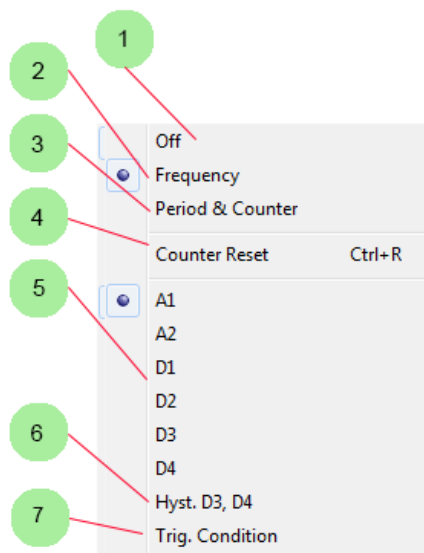
Es ist auch möglich, von der Oszilloskop-Triggerrung aus zu arbeiten, die in Kombination mit den zusätzlichen Triggereinstellungen T+ ein leistungsfähiges Werkzeug zur Analyse von Signalen bietet. Zum Beispiel:

- Messen Sie die Frequenz der folgenden Datenpakete und zählen Sie sie.
- Um schlechte Impulse zu berücksichtigen.
- Zählen Sie die Anzahl der Impulse einer bestimmten Dauer, etc.

Wenn der Oszilloskop-Sweep der Taste ([RUN] nicht gedrückt) ausgeschaltet ist, wird die Aktualisierung der Frequenzmesseranzeige gestoppt. In diesem Fall arbeitet der Frequenzzähler weiter (Frequenz oder Periode messen, Impulse zählen). Wenn Sie die Taste [RUN] drücken, wird die Aktualisierung der Frequenzmesseranzeige fortgesetzt. Die Digitalisierungsmodi des Oszilloskops, die Sweepgeschwindigkeit und der Kanal ein/aus haben keinen Einfluss auf den Betrieb des Frequenzmessers. Es ist nicht möglich, das Frequenzmessgerät im Stroboskop-Modus zu verwenden.

## Fenster Einstellungen Frequenzmesser

Beginnen Sie mit: Menu-> Options-> Freq. Meter.



1. Überprüfen Sie, ob der Frequenzmesser ausgeschaltet ist.
2. Überprüfen Sie, ob der Frequenzmesser eingeschaltet ist.
3. Überprüfen Sie, ob die Periode / der Impulszähler eingeschaltet ist.  
Die Punkte 1, 2 und 3 sind einander ausschließende Selektionen.
4. Taste zum Zurücksetzen des Impulszählers. Alternativ können Sie auch Strg + R zum Zurücksetzen verwenden.
5. Aktivieren Sie diese Option, um den gewünschten Kanal für die Messung auszuwählen.
6. Überprüfen Sie, ob die Frequenz gemäß der Hysterese zwischen den eingestellten Schwellenwerten auf den Kanälen D3 und D4 gemessen wird. Ermöglicht die Frequenzmessung von Signalen mit geringer Anstiegsrate. Das Signal muss gleichzeitig an den Eingängen D3 und D4 zugeführt werden.
7. Überprüfen Sie, ob die Frequenz oder die Dauer des Oszilloskop-Triggers gemessen wird.

Die Punkte 5, 6 und 7 sind einander ausschließende Selektionen.

Siehe auch Triggermodul Auto-Messung und Erweiterter Algorithmus für genaue Messungen des Spitzenpegels und der Frequenz im Spektrumanalysator-Modus.

# Spektrumanalysator

Der Spektrumanalysator verwendet FFT-Berechnungen, um Signale im Frequenzbereich zu überwachen.

## Messung schwacher Signale

Das Schaltungsdesign, das PCB-Layout und die subtraktive Dither-Technik bieten ein "sauberes" Spektrum an Eigenrauschen, frei von parasitären (internen) Spektralkomponenten. Dies ermöglicht die Erkennung und Messung kleiner Signale von Dutzenden von Mikrovolt (Vrms).

## Kombinierte Multifrequenz-FFT (Multi-Frequenz-FFT)

Die kombinierte Multifrequenz-FFT wird zur Beobachtung und Messung hochfrequenter Signale eingesetzt. Es beseitigt die Einschränkung im Bereich der ersten Nyquist-Zone (Hälfte der Abtastfrequenz). Es bestimmt die Nyquist-Zone aller Spektralkomponenten des Signals und unterdrückt Störsignale in den nicht arbeitenden Zonen (Spektral inversion). Dieses Verfahren ist anwendbar, vorausgesetzt, dass das Spektrum des beobachteten Signals ein endlicher Satz von relativ schmalen Band von Spektralkomponenten ist, d.h. es gibt keine rauschartigen, breitbandigen (breiter als ein paar MHz) Signale im Spektrum.

- Wird gleichzeitig mit dem Oszilloskop-Strobmodus eingeschaltet.
- Ermöglicht die Beobachtung und Messung von Signalen im Band bis 400 MHz (Oszilloskopbandbreite) ohne Spektralumkehr.
- Ermöglicht die Signalerkennung bis zu Hunderten von MHz.
- Erzeugt ein Spektrogramm mit 1 GHz Bandbreite und einer Frequenzauflösung von 10 kHz mit 163.840 Punkten.

Der kombinierte FFT-Modus funktioniert nicht mit dem virtuellen Analogkanal. Es wird immer eine Flat Top FFT Fensterfunktion und ein Auto-Modus für die Anzahl der Punkte für die FFT-Berechnung verwendet.

## Fortschrittlicher Algorithmus für genaue Messungen von Spitzenpegel und Frequenz

Für die automatischen Messungen der FFT wird ein erweiterter Algorithmus verwendet. Es ermöglicht die Messung der Frequenz und des Pegels des Hauptspektrums mit hoher Genauigkeit (besser als der Schritt zwischen den FFT-Bins und besser als der einfache maximale Bin-Pegel).

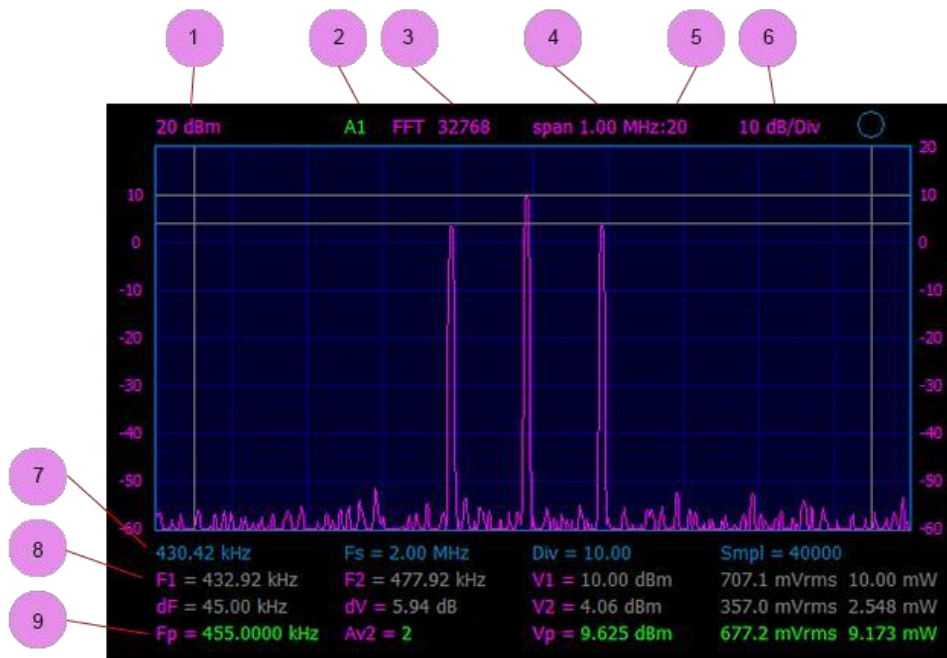
Der Algorithmus basiert auf einer gewichteten Mittelung von Bins in der Nähe des Frequenzmaximums unter Berücksichtigung der Rauschbandbreite des ausgewählten Fensters.

Für beste Ergebnisse wird empfohlen, die maximale Anzahl der Oszilloskopabtastungen einzustellen und den Auto-Modus für die Anzahl der FFT-Punkte zu aktivieren. Stellen Sie das FFT-Fenster auf eines der folgenden Fenster ein: Blackman, Blackman-Harris, Nutall oder Blackman-Nutall, und aktivieren Sie den Spektralprogramm-Mittelwertmodus.

Die Genauigkeit der Frequenzmessung kann um eine oder mehrere Stufen steigen (abhängig vom Signal/Rausch-Verhältnis des Signals). Dieser Algorithmus kann in einigen Fällen eine gute Alternative zum Frequenzmesser sein und (in Verbindung mit der kombinierten Mehrfrequenz-FFT) Frequenzen von bis zu Hunderten von MHz genau messen.

# Anzeigefenster des Spektrumanalysators

Aktivieren mit: Menu-> Tools-> Spectrum Analyzer (FFT A1) or F4.

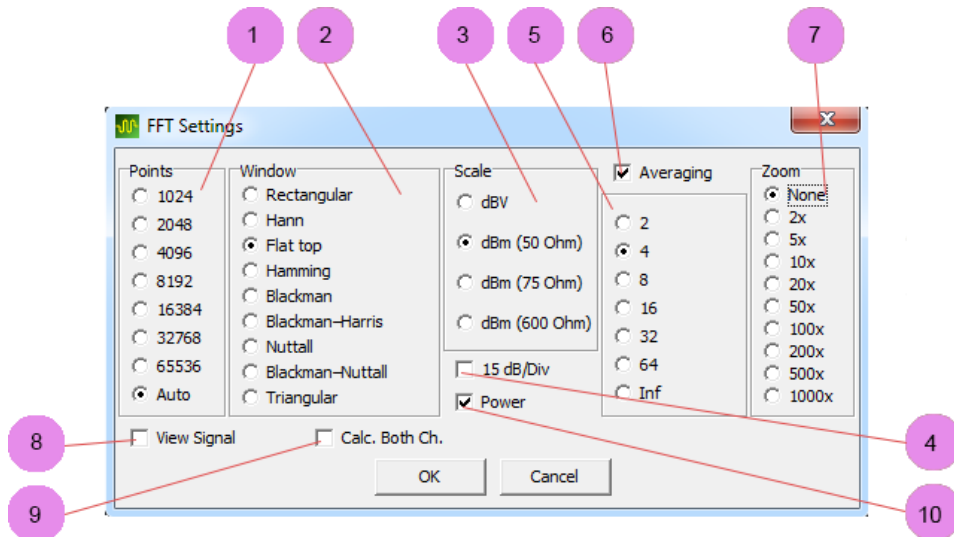


1. Skalenpegel in der oberen Gitterlinie (maximaler Eingangspegel).
  2. Eingangskanal für FFT.
  3. Die Anzahl der FFT-Punkte.
  4. Frequenzbereich des Spektrogramms (entspricht der Hälfte des Abtastfrequenzsignals im Zeitbereich).
  5. Horizontale Zoomstufe. Kein Wert für x1 angezeigt.
  6. Die vertikale Skala (dB/Div).
  7. Die Startfrequenz des Spektrogramms (entspricht dem linken Rand des Gitters).
  8. Messungen der Cursorfrequenz (falls aktiviert Menu-> View-> Double Cursors).
  9. Automatische und Cursor-Amplitudenmessung. (wenn aktiviert Menu-> View-> View-> Measure (Ctrl + M) and Menu->View-> Double Cursors) Von links nach rechts:
    - Die Frequenz des Hauptpeaks.
    - Die eingestellte und aktuelle Anzahl der Durchschnitte. - Der Pegel des Hauptpeaks.
  10. Zusätzliche Informationen (Nicht dargestellt ist der Screenshot oben). Menu->View-> View-> Extra Info und ohne Cursor oder einzelne Cursor. Zeigt die folgenden Informationen oben im Anzeigegitter von links nach rechts an.
    - Art des FFT-Fensters, das angezeigt wird.
    - Rauschleistungsbandbreite (NPBW) des FFT-Bins.
    - $10 \cdot \lg(\text{NPBW})$ .
    - Verarbeitungsgewinn der FFT.
- Im Doppelcursor-Modus zusätzliche Messungen. Von links nach rechts.
- P, die integrierte Signalleistung zwischen vertikalen Cursors.
  - Die spektrale Dichte der Signalleistung zwischen vertikalen Markern.
  - Pn, das Verhältnis der integrierten Signalleistung zwischen vertikalen Cursors und dem Pegel der Hauptspitze. Ermöglicht die Messung des Phasenrauschens.
  - Offset ist der Frequenzabstand zwischen der Hauptspitze und dem Mittelwert der Frequenzen von vertikalen Cursors.

Siehe auch Spektrum Analysator im FRA-Modus.

## FFT-Einstellungsfenster

Beginnen Sie mit: Menu->Tools-> FFT Settings or Ctrl + F4.



1. Tasten zur Auswahl der gewünschten Anzahl von FFT-Punkten. Die Taste Auto wählt das Maximum für die aktuelle Anzahl der Samples aus.
2. Tasten zur Auswahl der gewünschten FFT-Fensterfunktion.
3. Tasten zur Auswahl der gewünschten vertikalen Maßeinheiten mit unterschiedlichen Impedanzen.
4. Kontrollkästchen zum Aktivieren/Deaktivieren des 15 dB/Div Vertikalzooms. Nicht angehakt ist 10 dB/Div (Standard), angehakt ist aktiviert.
5. Tasten zur Auswahl der gewünschten Anzahl von Spektrogrammen für den gleitenden Durchschnitt.
6. Kontrollkästchen zum Aktivieren/Deaktivieren eines Spektrogramms mit gleitendem Mittelwert. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.
7. Tasten zur Auswahl des gewünschten horizontalen Zooms (auch das Mausrad kann verwendet werden, wenn Sie auf den gewünschten Bereich zeigen).
8. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren der gleichzeitigen Anzeige des Zeitbereichssignals. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.
9. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren der gleichzeitigen FFT-Berechnung für zwei Kanäle. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert. Ermöglicht die Messung von Phasenbeziehungen bei Maximalfrequenzen (bei ausgeschalteter Mittelwertbildung).
10. Kontrollkästchen zum Aktivieren/Deaktivieren der Anzeige der Leistung (Watt) für Cursor und automatische Messungen. Nicht angehakt ist deaktiviert, aktiviert ist aktiviert.



# LC Meter

Werkzeug zur Messung von Induktivität und Kapazität.

LC-Meterbereiche:

- Induktivität: 50 nH ..... 3 H
- Kapazität: 0,5 pF ..... 30.000  $\mu$ F
- ESR (C > 0,5  $\mu$ F): 50 mOhm .... 1kOhm

Der Messalgorithmus basiert auf der Messung der komplexen Impedanz der angeschlossenen Schaltung nach dem Shunt-thru-Verfahren. Die Messungen werden bei festen Frequenzen über einen weiten Bereich durchgeführt. Die Art der Reaktanz des Prüflings wird automatisch bestimmt. Bei der Messung einer Kapazität von weniger als 100 pF wird empfohlen, den Messmodus für kleine Kapazitäten zu aktivieren (siehe Modusauswahl). Nach dem Wechsel des Modus ist eine Kalibrierung erforderlich.

Das Messgerät verwendet ein vereinfachtes und schnelles offenes Kalibrierungsverfahren mit der Taste [Calibrate], während die Prüfkabel offen sind. Die Genauigkeit bei der Messung kleiner Induktivitätswerte hängt von der Art des Steckverbinders und der Anschlusstechnik an den Prüfling ab. Es wird empfohlen, den Prüfling mit Kabeln von minimaler Länge anzuschließen. Bei der Messung kleiner Induktivitätswerte wird empfohlen, die Eigeninduktivität der Steckverbinder und Anschlussdrähte zu messen und dann zu subtrahieren.

Es ist möglich, die Cursor-Messungen im Antennenanalysator-Modus (nach der OSL-Kalibrierung) zu verwenden, um kleine Werte der Induktivität oder Kapazität genauer zu messen (siehe Vektor-Antennenanalysator).

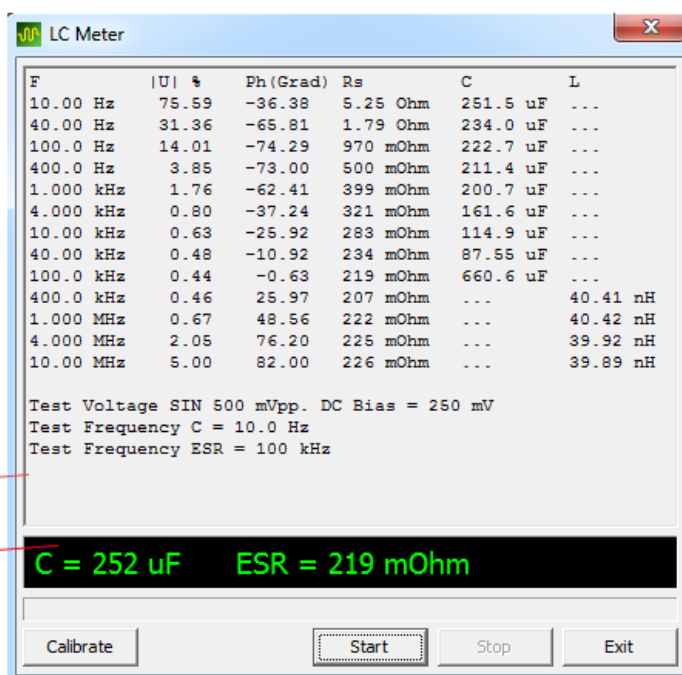
Bei der Messung des ESR-Wertes von hochwertigen Elektrolyt- oder Polymerkondensatoren ist es notwendig, zuverlässige niederohmige Verbindungen mit minimaler Länge zu haben. In diesem Fall sind geschätzte ESR-Messungen <50 Milliohms möglich.

**Wichtig! Entladen Sie die Kondensatoren, bevor Sie sie an den Zähler anschließen. Die Generatorleistung kann keine Rückspannung tolerieren. Der Anschluss eines Hochspannungsladekondensators kann das Modul beschädigen.**

## LC Meter Fenster

Beginnen Sie mit: Menu-> Tools-> LC Meter of F3

Hinweis: Das LC-Meter benötigt spezielle Jumper-Einstellungen für den Modus (siehe Modusschalter).



1. Ergebnisse der Spottfrequenz-Messung (grobe Schätzung).
2. Berechnetes Messergebnis.

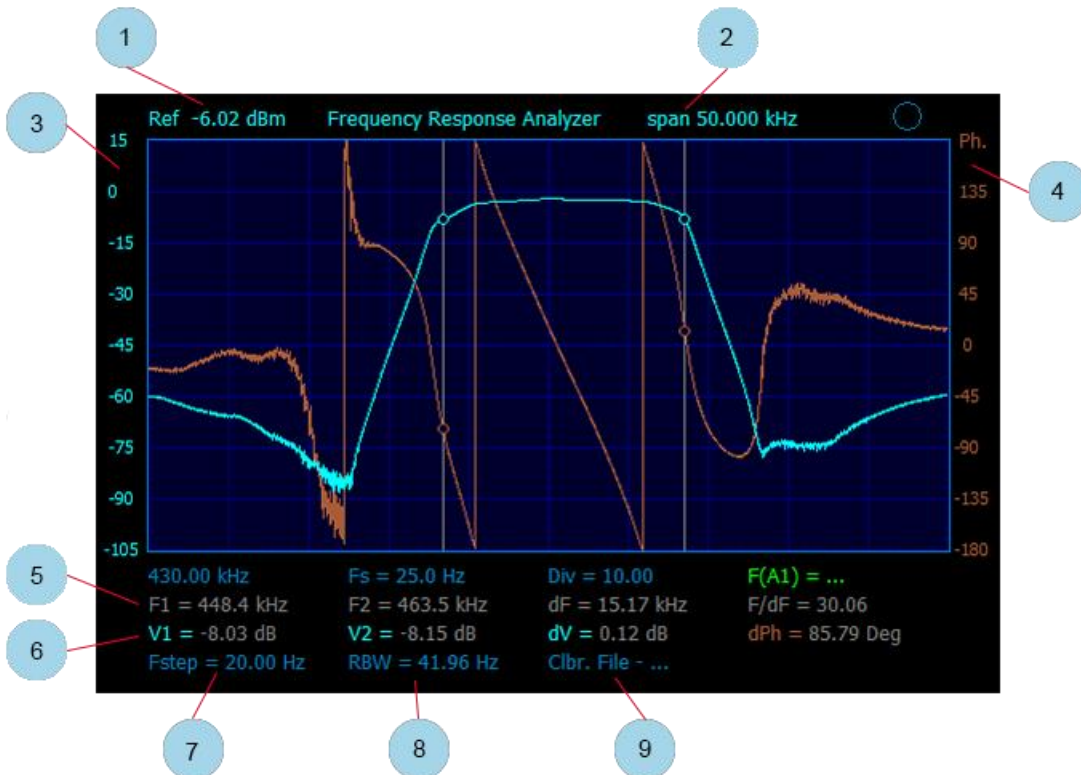
## Frequenzgang-Analysator

Der FRA verwendet einen Frequenz-Sweep-Generator mit einem synchron nachlaufenden digitalen Quadratur-Empfänger. Unterstützt die Messung der Zwei-Port-Übertragungsfunktion. Die Hauptmerkmale sind:

- Misst Amplituden- und Phaseneigenschaften über die Frequenz.
- Frequenzbereich: 100 Hz ..... 100 MHz.
- Dynamikbereich (10 kHz .... 60 MHz): > 90 dB.
- Dynamikbereich (100 Hz.... 100 MHz): > 75 dB.
- Anpassbare lineare und logarithmische Skalen.
- Kalibrierung (Amplituden- und Phasennormierung).

### Anzeigefenster des Response Analyzer

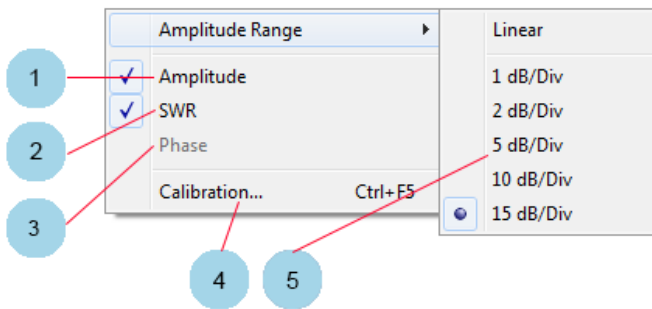
Aktivieren mit: Menu-> Tools-> Freq. Response Analyzer or F5.



1. Der Referenzpegel entspricht 0 dB (ausgewählt über die Tasten zur Einstellung der A1-Kanalempfindlichkeit).
2. Der gewählte Frequenzbereich (eingestellt über die Start- und Stoppfrequenz-Einstellungen des Generators, siehe Frequenzgang-Steuerung).
3. Signalamplitudenskala (in diesem Fall in dB bezogen auf den Referenzpegel).
4. Die Signalphasenskala (Grad).
5. Cursor-Messungen für die Frequenz (horizontale Skala).
6. Cursor-Messungen für Amplitude und Phase (vertikale Skala).
7. Änderung der Schrittfrequenz (abhängig vom Sweep-Bereich und der eingestellten Anzahl der Samples).
8. Digitale Empfängerbandbreite (abhängig von der Sweepgeschwindigkeit und der Anzahl der Abtastungen).
9. Der Name der Kalibrierdatei.

# Fenster mit den Einstellungen für den Frequenzgang

Beginnen Sie mit: Menu-> Tools-> FRA Settings



1. Kontrollkästchen zum Aktivieren / Deaktivieren von Amplitudenskalenwerten. Nicht angehakt ist deaktiviert, angehakt ist aktiviert.
2. Aktivieren / Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen, um die VSWR-Skala und die Messung bei Verwendung einer externen HF-Messbrücke zu aktivieren / deaktivieren (wenn die Hauptskala das Gefühl der Rückflusdämpfung hat). Nicht angehakt ist deaktiviert, angehakt ist aktiviert.
3. Kontrollkästchen zum Aktivieren/Deaktivieren der Phasenskala und der Messung. Nicht angehakt ist deaktiviert, angehakt ist aktiviert.
4. Taste [Kalibrierung....], um das Kalibrierungsfenster zu öffnen. Siehe Kalibrierung (Amplituden- und Phasennormierung) weiter unten.
5. Auswahllisten zur Auswahl des Amplitudenbereichs. Aktivieren Sie diese Option, um einen der dB/Div-Werte oder die lineare Skala auszuwählen.

## Standard-FRA-Einstellungen

Wenn der FRA-Modus ausgewählt ist, sind einige der Bedienelemente des Generators und des Oszilloskop-Panels nicht verfügbar (grau), andere sind auf Standardwerte eingestellt, die später angepasst werden können.

- Generatorausgang 0 dBm, d.h.: 1.265 Vpp oder 447 mVrms ohne Last und 224 mVrms mit 50 Ohm Last. (einstellbar).
- Generator-Modus auf Sweep eingestellt (kann für den Zero-Span-Modus ausgeschaltet werden).
- Generatorwellenform auf Sinuswelle eingestellt (fest).
- Anzahl der Samples auf 1000 eingestellt (einstellbar).
- Kanalempfindlichkeit auf 0,1 V/Div eingestellt, um den Referenzpegel 0 dBm zu erhalten. (einstellbar) - Teilungsverhältnis der externen Sonde auf x1 (einstellbar) eingestellt
- Durchlassbandbegrenzung auf aus (fest) eingestellt.
- Eingangsart auf AC gekoppelt (fest) eingestellt.
- Triggerung auf aus (fest) gesetzt.
- Sweepgeschwindigkeit auf 0,2 s/Div eingestellt (einstellbar, aber Sweepgeschwindigkeit von 0,2ms/Div und schneller ist nicht verfügbar).

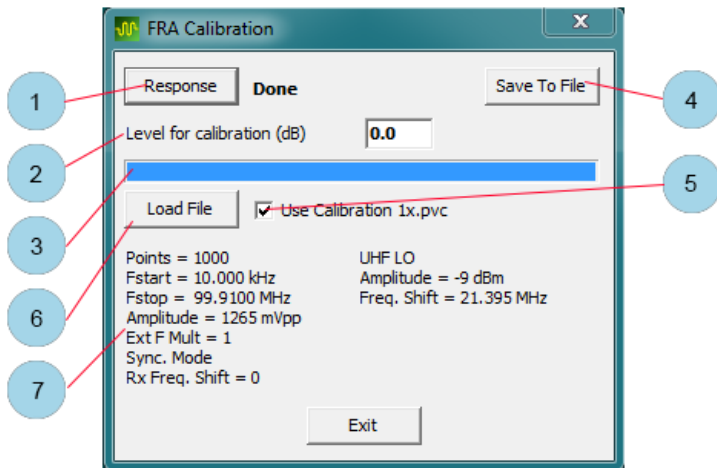
## Kalibrierung (Amplitude und Phasennormalisierung)

### Anschluss für die Kalibrierung

- Schließen Sie ein Kabel mit einer Impedanz von 50 Ohm an den Eingang des Oszilloskops an.
- Schließen Sie ein Kabel mit einem Wellenwiderstand von 50 Ohm an den Generatorausgang an.
- Verbinden Sie die beiden Kabel über einen Koax-Koaxialstecker miteinander.
- Kalibrieren.
- Ersetzen Sie den Koax-Koaxialstecker durch das Messobjekt.

### FRA-Kalibrierungsfenster

Beginnen Sie mit: Tools-> FRA Settings-> Calibration or Ctrl + F5.



1. Taste zum Starten der Kalibrierung (die Kalibrierung dauert ca. 15 Sekunden).
2. Eingabefeld zur Einstellung des Kalibrier-Referenzpegels (Standard 0 dB).
3. Fortschrittsanzeige während der Kalibrierung.
4. Taste zum Speichern der Kalibrierdatei auf der PC-Festplatte (die Kalibrierung muss für die Verwendung gespeichert werden).
5. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen, um eine Kalibrierdatei zu verwenden. Nicht angehakt ist nicht verwendet, angehakt ist verwendet.
6. Taste zum Laden einer gespeicherten Kalibrierdatei.
7. Parameterwerte, mit denen die Kalibrierung durchgeführt wird.

Die Kalibrierung erfolgt im Frequenzbereich 10 kHz ...100 MHz mit 1000 Punkten. Der Kalibrierschritt beträgt 100 kHz (Interpolation wird für Zwischenwerte angewendet). Bei Verwendung des externen Frequenzmultiplikators sind die Datenwerte unterschiedlich.

Die Standarderweiterung der Kalibrierdatei lautet .pvc.

### Ändern der Sweep-Geschwindigkeit und der Anzahl der Proben

Die Bandbreite des Empfängers (siehe 4. Zeile unter dem Gitter - RBW) und damit der resultierende Verarbeitungsgewinn und Dynamikbereich (Rauschspurgepegel) hängen von der Wahl der Sweepgeschwindigkeit und der Anzahl der Samples ab. Die Reduzierung der Scangeschwindigkeit und / oder der Anzahl der Proben ermöglicht Messungen mit einem hohen Dynamikbereich. Bei niedrigen (Audio-)Frequenzen wird empfohlen, den FRA, AA Filter zu aktivieren (siehe Erweiterte Einstellungen) und sicherzustellen, dass die Empfängerbandbreite (RBW) um ein Vielfaches niedriger ist als die anfängliche Betrachtungsfrequenz.

## Ändern des Pegels der Generatorleistung und des Referenzpegels

Es ist akzeptabel, andere Generatorausgangspegelwerte sowie die Empfindlichkeit (Referenzpegel) der Analogkanäle (andere als die Standardwerte) auszuwählen. Folgendes sollte berücksichtigt werden:

- Beim Ändern des Generatorausgangspegels und / oder des Referenzpegels nach der Kalibrierung kann die Messgenauigkeit abnehmen (Kalibrierungsverletzung).
- Bei der Einstellung eines hohen Ausgangspegels des Generators ( $>500 \text{ mV}_{\text{rms}}$ ) kann der Dynamikbereich bei hohen Frequenzen reduziert werden (aufgrund der endlichen Innenisolierung).
- Für eine korrekte Messung der absoluten Spannungswerte und um den maximalen Dynamikbereich zu erhalten, wählen Sie den Ausgangspegel des Generators gleich dem gewählten Referenzpegel.

## FRA als Spektrumanalysator

Der digital abstimmbare Empfänger ermöglicht es, den FRA als Spektrumanalysator zu nutzen. In dieser Anwendung wird empfohlen, die Kalibrierung zu deaktivieren (da die Unebenheiten des Frequenzgangs und des Phasengangs des Generators und nicht des Analogeingangs stärker kalibriert werden).

Es ist auch notwendig, den FRA-, AA-Filter einzuschalten (siehe Erweiterte Einstellungen), um eine hohe Unterdrückung über das Durchlassband hinaus zu gewährleisten.

Durch die Änderung der Anzahl der Abtastwerte und der Scangeschwindigkeit wird die Empfängerbandbreite angepasst (siehe 4. Zeile unter dem Gitter - RBW).

Bei der Auswahl einer Bandbreite ist darauf zu achten, dass der Frequenzschritt (siehe 4. Zeile unter dem Gitter - Fstep) kleiner ist als die Bandbreite (RBW), da sonst die Wahrscheinlichkeit besteht, dass Spektralkomponenten fehlen.

# Vektor-Antennenanalysator

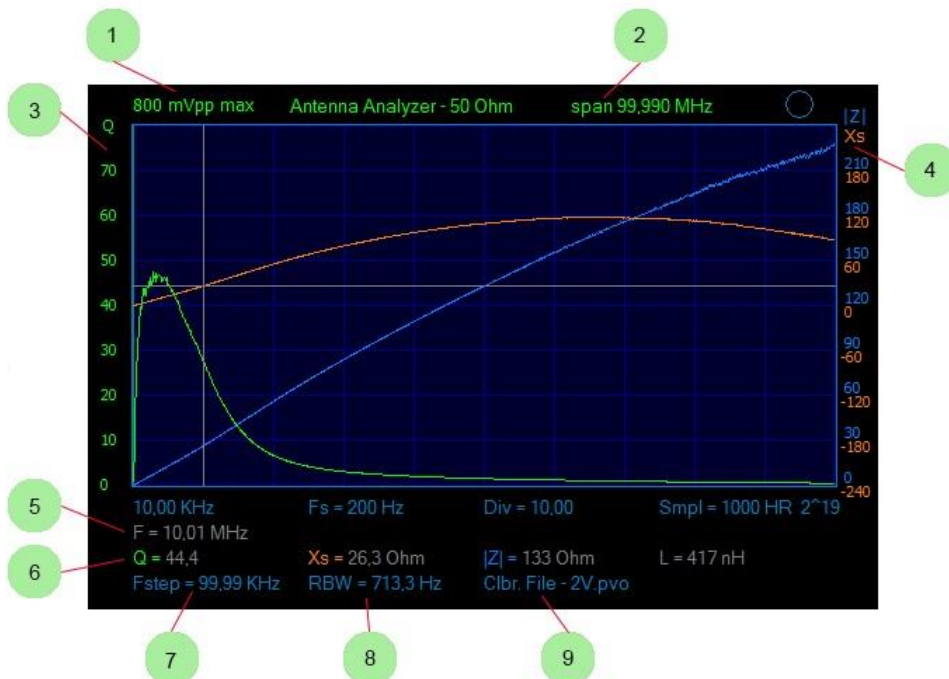
Der Vektorantennenanalysator verwendet einen Frequenzdurchlaufgenerator mit einem synchron nachlaufenden digitalen Quadraturempfänger. Der Analysator misst die komplexe Impedanz eines Messobjekts nach dem Shunt-thru-Verfahren. Merkmale des AA:

- Frequenzbereich: 10 kHz ..... 100 MHz.
- OSL-Kalibrierung und "mathematische Subtraktion" des Anschlusskabels.
- Messung (Berechnung) von SWR und Rückflusdämpfung für Kabel (Leitungen) mit  $Z_0 = 10 \dots 320 \text{ Ohm}$ .
- Berechnen und Plotten: SWR, Rückflusdämpfung, Q, Rs, Xs,  $|Z|$ ,  $|Z|$ , Phase Z, Rp, Xp.

## Anzeigefenster des Antennenanalysators

Aktivieren mit: Menu-> Tools-> Antenna Analyzer or F6.

Beachten Sie, dass der AA spezifische Modus-Jumper-Einstellungen erfordert (siehe: Modusschalter).

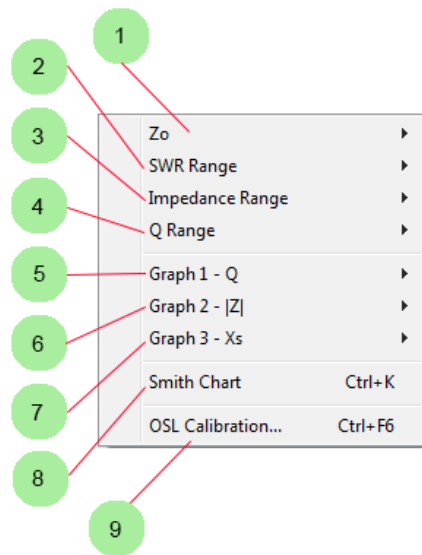


1. Der maximale Signalpegel vor Überlastung (ausgewählt über die Tasten zur Einstellung der V/Div-Empfindlichkeit).
2. Der Frequenzbereich des Sweeps (entsprechend den Einstellungen der Start- und Stoppfrequenz des Generators, siehe Frequenzsteuerung)....
3. Die Skala der ersten Spur.
4. Die Skalen der zweiten und dritten Spur.
5. Messungen der Cursorfrequenz (horizontale Achse).
6. Amplituden- und Phasenmessungen des Cursors (vertikale Achse).
7. Frequenzschritt. Abhängig vom Sweep-Bereich und der eingestellten Anzahl der Samples).
8. Digitaler Bandpassfilter des Empfängers. Abhängig von der Sweepgeschwindigkeit und der eingestellten Anzahl der Samples).
9. Der Name der Kalibrierdatei.



# Einstellungsfenster des Antennenanalysators

Beginnen Sie mit: Menu-> Tools-> AA Settings.



1. Auswahl zur Auswahl der Impedanz Zo.
2. Auswahlmenü zur Auswahl des Skalenbereichs für das SWR.
3. Auswahlmenü zur Auswahl des Skalenbereichs für die Impedanz.
4. Auswahlmenü zur Auswahl des Skalenbereichs Q.
5. Auswahl, um die Art der Anzeige für das erste Diagramm auszuwählen. Zeigt die aktuelle Einstellung an (Q)
6. Auswahl, um die Art der Anzeige für die zweite Grafik auszuwählen. Zeigt die aktuelle Einstellung an (|Z|)
7. Auswahl, um die Art der Anzeige für das erste Diagramm auszuwählen. Zeigt die aktuelle Einstellung (Xs) an.
8. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen, um die Hauptanzeige in ein Smith-Diagramm zu verwandeln. Nicht angehakt ist das normale AA-Fenster, angehakt ist das Smith-Diagramm. Alternativ können Sie mit Strg + K das Smith-Diagramm ein- und ausschalten.
9. Taste zum Öffnen des OSL-Kalibrierungsfensters. Alternativ können Sie auch Strg + F6 zum Öffnen verwenden.

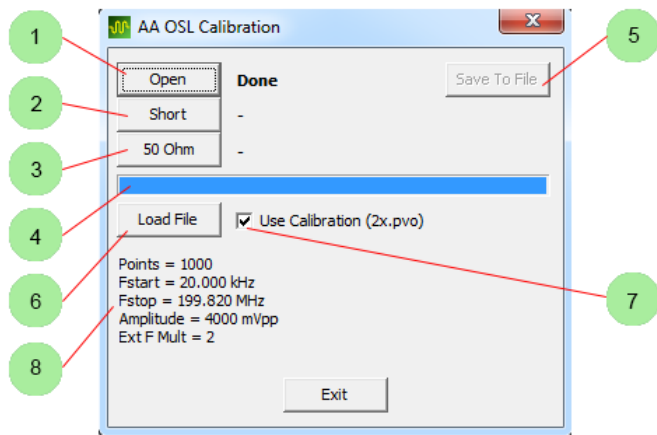
## Auto-Einstellung des Antennenanalysators

Einige Bedienelemente auf dem Bedienfeld des Generators und des Oszilloskops sind nicht verfügbar, und einige sind in einem Standardzustand.

- Spannungsgenerator 566 mVpp = 200 mVrms (ohne Last).
- Generator-Modus - Sweep.
- Oszillatorsignal bilden - Sinus (nicht editierbar).
- Anzahl der Proben - 1000.
- Kanalempfindlichkeit 0,1 V / Teilung (maximal 0,8 Vss Eingangssignal).
- Teilungsfaktor externe Sonde x1 (nicht editierbar).
- Durchlassbandbegrenzung - aus (nicht editierbar).
- Input Type - geschlossen (nicht editierbar).
- Auslösung - aus (kann nicht bearbeitet werden).
- Sweepgeschwindigkeit - 0,2 s / div (einstellbar, aber Sweepgeschwindigkeit von 0,2ms / Div und schneller sind nicht verfügbar).

## Open/Short/Load (OSL) Kalibrierung

Öffnen Sie das Kalibrierfenster mit: Menu-> Tools-> AA Settings-> OSL Calibration or Ctrl + F6.



1. Taste zum Starten der Kalibrierung bei offenem Kalibrierstandard.
2. Taste zum Starten der Kalibrierung mit kurzem Kalibrierstandard.
3. Taste zum Starten der Kalibrierung mit 50 Ohm Kalibrierstandard.
4. Fortschrittsanzeige während der Kalibrierung.
5. Taste zum Speichern der Kalibrierungsdatei auf der PC-Festplatte (die Kalibrierung muss für die Verwendung gespeichert werden).
6. Schaltfläche zum Laden einer Kalibrierdatei (öffnet den Datei-Dialog).
7. Kontrollkästchen, um die Verwendung der Kalibrierung zu aktivieren. Das Label zeigt den aktuellen Dateinamen an. Nicht angehakt ist nicht verwenden, angehakt ist verwenden.
8. Parameter, mit denen die Kalibrierung durchgeführt wird.

Die Kalibrierung erfolgt immer im Frequenzbereich 10 kHz.... 100 MHz, 1000 Punkte. Kalibrierschritt 100 kHz und um Zwischenwerte der Kalibrierung zu erzeugen, wird interpoliert. Bei Verwendung der externen Frequenzmultiplikatoren sind die Datenwerte unterschiedlich. Die Standarderweiterung der Kalibrierdatei lautet .pvo.

## Ändern der Scangeschwindigkeit und der Anzahl der Proben

Die Bandbreite des Empfängers (siehe 4. Zeile unter dem Gitter - RBW) und damit die resultierende Verarbeitungsverstärkung und der Dynamikbereich hängen von der Wahl der Scangeschwindigkeit und der Anzahl der Abtastungen ab.

Die Standardwerte bieten in den meisten Fällen geeignete Parameter (der Dynamikumfang des Empfängers beträgt >80 dB). Es wird empfohlen, die Abtastgeschwindigkeit bei einer großen Anzahl von Proben oder bei niederfrequenten (<10 kHz) Messungen zu reduzieren.

## Ändern des Oszillatorausgangspegels und der Eingangsempfindlichkeit

Es ist möglich, andere Generatorausgangspegel sowie die Empfindlichkeit des Analogkanals (abweichend von den Standardwerten) auszuwählen. Es ist notwendig, die OSL-Kalibrierung nach der Änderung erneut durchzuführen.



## Erreichen einer maximalen Messgenauigkeit

Bei der Messung von niedrigem VSWR (z.B. Rückflussdämpfung <-40 dB, Kapazitätswerte < 1 pF und dergleichen) wird empfohlen, die folgenden Schritte für eine optimale Genauigkeit durchzuführen:

- Stellen Sie eine sichere Verbindung des USB-Kabels sicher, indem Sie die primäre Versorgungsspannung überprüfen (siehe Menu-> View-> View-> Extra Info). Bringen Sie das Modul und die Software in den Modus Antennenanalysator.
- Stellen Sie den gewünschten Bereich für den Frequenzdurchlauf ein und schalten Sie den Generator ein.
- Lassen Sie das Gerät einige Minuten aufwärmen.
- Führen Sie die OSL-Kalibrierung durch.
- Erhöhen Sie bei der Durchführung der Messungen nicht die Scangeschwindigkeit und überprüfen Sie regelmäßig die VSWR-Werte mit angeschlossenen 50 Ohm-Kalibriernormal und die Reaktanzwerte mit einem angeschlossenen Kurzkalibriernormal.

## Reflektometer

Das Modul unterstützt die Grundfunktionen eines Zeitbereichsreflektometers (TDR). Siehe Modusschalter, um das Modul für den Reflektometer-Modus zu konfigurieren. Das Reflektometer ermöglicht Kabellängenmessungen, Abstände zu Impedanzunregelmäßigkeiten oder Kabelschäden und Geschwindigkeitsfaktoren.

- Minimale gemessene Kabellänge = 2 Meter.
- Die Mindestdauer des Sondenimpulses beträgt 10 ns.
- Die maximale Amplitude des Sondenimpulses bei angepasster Last beträgt 1,65 V.
- Geschwindigkeitsfaktor = 0 .... 100% (Schritt 0,1%).

## Durchführung von Messungen

1. Stellen Sie den Velocity Factor ein und schalten Sie die Reflektometer-Cursor-Messungen ein (siehe Erweiterte Einstellungen).
2. Schalten Sie den Generator ein und wählen Sie den Impulsmodus.
3. Stellen Sie die gewünschte Amplitude, Dauer, Impulsfolgezeit und die Abtastgeschwindigkeit ein. Bei der Prüfung eines nicht angepassten Kabels muss die Impulsfolgezeit auf mindestens das 10-fache der Marge für die erwartete Kabellänge eingestellt werden. Dadurch wird die Überlappung von Mehrfachreflexionen an den Kabelenden vermieden.
4. Stellen Sie die gewünschte Empfindlichkeit des Analogkanals ein (vertikale Skalierung). Es ist akzeptabel, dass der Sondenimpuls den Eingangsspannungsbereich des Oszilloskops übersteuert. Darüber hinaus wird empfohlen, für Trigger- und Cursormessungen den virtuellen Analogkanal des Generators zu verwenden.
5. Aktivieren und konfigurieren Sie die Auslösung durch die Sondenimpulse. Es wird empfohlen, die Vortriggerlänge auf 1 Div. einzustellen, in einigen Fällen ist es sinnvoll, den virtuellen Analogkanal des Generators zur Triggerung zu verwenden.
6. Führen Sie Messungen mit Doppelcursoren durch.

# Kalibrierung

## Nullkalibrierung

Bei Änderung des Spannungsniveaus oder des USB-Kabels oder bei einer großen Änderung der Umgebungstemperatur kann es erforderlich sein, eine Nullkalibrierung durchzuführen.

- Stellen Sie den Modusschalter J1 auf 1-2 (siehe: Modusschalter).
- Trennen Sie alles vom analogen Eingangskanal.
- Für eine maximale Genauigkeit wird empfohlen, den Mittelungsmodus (Hi Res), einen Sweep von 5 ms/Div und eine Empfindlichkeit von 5 mV/Div zu verwenden.
- Öffnen Sie das Kalibrierfenster mit: Menu-> Options-> Zero Calibration oder Strg + Z.
- Verwenden Sie die Bildlaufleiste, um den eingestellten Nullpegel mit dem tatsächlichen Pegel (basierend auf der Vdc-Automessung) abzugleichen.

Die Kalibrierwerte werden im nichtflüchtigen Speicher abgelegt.

## Kalibrieren der Systemuhrfrequenz des Systems

Beginnen Sie mit: Menu-> Options-> System Freq. Calibration.

Kalibriert die Frequenz des Systemtaktgenerators.

## Gleichzeitige Kalibrierung:

- Oszilloskop-Sweep-Geschwindigkeit.
- Generatorfrequenz (alle Modi).
- Frequenzmesser.

Bei der Kalibrierung gegen einen externen Referenzoszillator ist es sinnvoll, Messwerte des Frequenzmessers zu verwenden. Bei der Kalibrierung mit einem externen Frequenzzähler wird empfohlen, den Modus Impulsgeber zu verwenden.

## Öffnen und Speichern von Dateien

### Datendateien

Um Dateien zu öffnen, verwenden Sie: Menu-> File-> Open.

Um Dateien zu speichern, verwenden Sie: Menu-> File-> Save Settings As.

Öffnet den Windows-Dateidialog. Dateien haben die Endung.pvd.

Ermöglicht das Speichern und Wiederherstellen aller erfassten Oszillogramme, Spektrogramme, FRA-Grafiken, AA-Grafiken, Frequenzmesserauslesungen, alle automatischen Messungen, etc. Beim Speichern und Öffnen einer Datendatei wird auch die zugehörige gleichnamige Konfigurationsdatei (.pvs) gespeichert und geöffnet.

## Konfigurationsdateien

Um Dateien zu öffnen, verwenden Sie: Menu-> File-> Open Settings.

Um Dateien zu speichern, verwenden Sie: Menu-> File-> Save Settings As.

Öffnet den Windows-Dateidialog. Dateien haben die Endung.pvs.

Ermöglicht das Speichern und Wiederherstellen des Zustands aller Programmsteuerungen mit Ausnahme von:

- Sprache der Benutzeroberfläche.
- Farbeinstellungen.
- Kalibrierung der Systemfrequenz.
- Zeitabgleich von virtuellen und Echtzeit-Kanälen.
- Zeitanpassung von digitalen und analogen Zeitkanälen.
- Steuerung der Wellenformbegrenzung pro Sekunde.
- Benutzerdefinierte Dämpfungs- / Verstärkungseinstellungen für externe Sonden oder Dämpfungsglieder.
- Anpassung der Zo-Werte für AA.
- Exportieren Sie die Einstellungen des CSV-Formats.
- Aktivieren des Persistenzmodus.
- Aktivierung der Kompaktansicht.
- Aktivierung des Always-On-Top-Modus.
- Durchsuchen der Starttaste.
- Generator auf Taste.

## Script Files For AWG

Beginnen Sie mit: Menu-> File-> Open AWG File.

Öffnet, kompiliert und lädt eine beliebige Wellenform-Generator-Datei. Die Datei hat die Erweiterung.pvg und verfügt über einen Mechanismus, um die Datei automatisch neu zu laden und zu starten, wenn der Inhalt geändert wird. Dieser Mechanismus ermöglicht eine schnelle Änderung der Signale am Ausgang des Generators und speichert den Text des Skripts in einem Texteditor. Im Ordner des ausführbaren Programms wird eine pvg.lst-Datei erstellt, die detaillierte Informationen über das Kompilierungsskript enthält (Listing-Datei).

## Drag & Drop von PVD-, PVS- und PVG-Dateien

Daten, Generatoreinstellungen und AWG-Dateien werden per Drag & Drop im Fenster unterstützt. Auch beim Einrichten der Zuordnung der Betriebssystem-Erweiterungen zum Programm ist es möglich, diese Dateien durch Doppelklick zu öffnen.

## Bild exportieren (Screen Shot Saver)

Mit aktivieren: Menu-> File-> Export-> Image.

Öffnet den Windows-Dateidialog, damit der aktuelle Anzeigebereich im PNG-Format gespeichert werden kann. Es ist auch möglich, das Bild im BMP-Format zu speichern. Fügen Sie dazu manuell die Erweiterung .bmp an den Dateinamen an.

## Textdatei exportieren

Mit aktivieren: Menu-> File-> Export-> Text. Wird nur im Oszilloskop-Modus unterstützt.

Öffnet den Windows-Dateidialog, um alle aktiven und datenhaltigen Oszilloskopkanäle im Textformat zu exportieren. Der Text wird als Tabelle mit der Anzahl der Samples und den entsprechenden Spannungswerten formatiert.

## CSV-Datei exportieren

Mit aktivieren: Menu-> File-> Export-> CSV. Wird nur für den FRA- und AA-Modus unterstützt Öffnet den Windows-Dateidialog zum Exportieren von Daten im CSV-Format (Comma Separated Values).

## Binäre Datei exportieren

Mit aktivieren: Menu-> File-> Export-> Row Binary. Wird nur im Oszilloskop-Modus unterstützt.

Öffnet den Windows-Dateidialog, um einen ausgewählten Oszilloskopkanal in ein Binärformat zu exportieren.

Das Exportformat für analoge Kanäle ist ähnlich dem Format des Binärschreibers (siehe: Binärschreiber). Für digitale Kanäle ist ein logischer Nullcode 0x000000 und ein logischer Code 0x0100. Zusätzlich wird eine Textdatei mit dem gleichen Namen und der gleichen Erweiterung.txt gespeichert, die die aufgezeichneten Parameter der Binärdatei enthält. Im Spitzendetektor-Modus wird zuerst der Minimalwert und dann der Maximalwert geschrieben.

## Anpassen von Farben und Sprache

Öffnen Sie das Farbeinstellungsfenster mit: Menu-> Options-> Colors or Ctrl + J. Öffnen Sie das Spracheinstellungsfenster mit: Menu-> Options-> Language.

## Shortcut Keys

### Quick Access To Menus

Strg + O öffnet die Datendatei.

Strg + S speichert die Datendatei.

Strg + T öffnet die erweiterten Synchronisierungseinstellungen.

Strg + G öffnet die erweiterten Generatoreinstellungen.

Strg + X öffnet das Fenster für erweiterte Einstellungen.

Strg + P schaltet den Spitzenwertdetektor-Modus ein / aus.

Strg + A schaltet den Mittelungsmodus (Hi Res) ein / aus.

Strg + R setzt den Frequenzzähler zurück.

Strg + Z öffnet das Fenster zur Kalibrierung des Nullniveaus.

Strg + 1 schaltet den Anzeigekanal A1 ein / aus.

Strg + 2 schaltet die Anzeige des Kanals A2 ein / aus.

1 schaltet den Anzeigekanal D1 ein / aus.

2 schaltet die Anzeige des Kanals D2 ein / aus.

3 schaltet den Anzeigekanal D3 ein / aus.

4 schaltet die Anzeige des Kanals D4 ein / aus.

Strg + M schaltet die Anzeige Auto-Messung ein / aus.

Strg + Y schaltet die Anzeige der Digitalisierungsparameter ein / aus.

Strg + I schaltet die Anzeige von Zusatzinformationen ein / aus.

Strg + E schaltet die automatische Anzeige der Triggermessung ein / aus.

Strg + B tauscht den Strom und die Hintergrundwellenform.

Strg + H schaltet den Persistenzmodus ein / aus.

Strg + L schaltet den Anzeigemodus "Ribbon" ein / aus.

Strg + Q schaltet den Kompaktmodus ein / aus.

F1 öffnet die Protokolldecoderbox.

F2 öffnet das Fenster LC-Meter.

F3 schaltet den Spektrumanalysator-Modus (FFT) ein / aus (siehe auch: Strg + F, F, F).

Strg + F4 öffnen die FFT-Einstellungen.

F5 schaltet den FRA-Modus ein / aus.

Strg + F5 öffnet das FRA-Kalibrierungsfenster.

F6 schaltet den AA-Modus ein / aus.

Strg + K schaltet die Anzeige des Smith Chart ein / aus.

Strg + F6 öffnet das Fenster AA OSL Kalibrierung.

F1 öffnet die Hilfedatei.

## **Generator**

Strg + Leertaste schaltet den Generator ein / aus.

F7 schaltet die FRA-Frequenzerweiterung für MAX2871 ein / aus.

F8 Einstellung der Startfrequenz für den Sweep.

F9 Einstellung der Stoppfrequenz für den Sweep.

F11 Einstellung der Amplitude als Vrms oder dBm.

F12 Einstellung der Amplitude als Vpp.

Strg + U Das Oszilloskop schaltet die Anzeige des Generatorpegels als Vrms / dBm um.

## **Oscilloscope**

Leertaste Start/Stop Scannen. [Start]-Taste.

Geben Sie Start/Stop eines einzelnen Sweeps ein. [Wiedergabe]-Taste

Die Pfeile nach links / rechts stellen die Suchgeschwindigkeit ein.

Die Pfeiltasten nach oben / unten stellen die A1-Kanalempfindlichkeit ein.

Shift + Auf/Ab-Pfeile stellen die A2-Kanalempfindlichkeit ein.

Shift + Pfeile nach links / rechts stellen die horizontale Betrachtungsposition ein.

## **Spektrumanalysator (FFT)**

Strg + F Schaltet den Spektrumanalysator (FFT)-Modus ein /aus.

F schaltet den Spektrumanalysator (FFT)-Modus ein und schaltet zwischen den Kanälen um.

Strg + N schaltet Spektrogramme ein und aus, die die Mittelwertbildung ein und ausschalten.

N Änderung der zahlengemittelten Spektrogramme.

Strg + W schaltet die Stromanzeige ein / aus.

Strg + V schaltet die FFT-Berechnung für zwei Kanäle (A1 und A2) ein / aus.

Strg + D schaltet die vertikale Skala 10 / 15 dB / div. um.

Strg + Pfeil links / rechts Anzeige Horizontalzoom einstellen.

## Frequenz- / Phasengang-Analysator und Antennenanalysator

Die Pfeile nach oben / unten ändern den Bereich (Skala) des ersten Diagramms.

Strg + Pfeile nach oben / unten ändern den Bereich (Skala) der zweiten und dritten Grafik für AA. Strg + Pfeil links / rechts Anzeige Horizontalzoom einstellen.

### Mutually Exclusive Functions

Die Synchronisation wird nicht eingeschaltet (der Netzschalter ist nicht aktiv).	Einer der folgenden Modi ist aktiviert: Frequenz-Sweep-Modus-Generator synchron mit dem Sweep. Frequenz-/Phasenzähler.
	Antennenanalysator-Modus.
Virtueller Kanal des Generators wird nicht angezeigt.	Strobemodus aktiviert.
Der Scroll-Anzeigemodus funktioniert nicht.	Der Frequenz-Sweep ist synchron mit dem Oszilloskop-Sweep eingeschaltet.
Erzeugt nur Sinuswelle (andere Formen nicht vorhanden).	10 M oder 100 M Frequenzbereich ausgewählt (Taste gedrückt).
20.000 Samples sind eingestellt und die FFT befindet sich im Auto-Modus, aber die FFT berechnet nur über 2048 Samples.	Es werden digitale Kanäle mit einer Abtastfrequenz von 1,6 GHz eingeschaltet (die Anzahl der analogen Abtastungen für die FFT ist also 8 mal geringer).
Spitzendetektor-Modus oder Mittelung (Hi Res) nicht aktiviert.	Schneller Sweep ist eingeschaltet, die Abtastfrequenz ist maximal (200 MHz), so dass diese Modi ihre Bedeutung verlieren.
Die Endfrequenz des synchronen Frequenzgangs des Oszilloskops des Generators sieht auf dem Display falsch aus.	Der schnelle Sweep ist eingeschaltet und das Signal nimmt mehr als 10 Teilungen an. "Scrollen" Sie horizontal bis zum Ende der Anzeige.
RS232-Protokolldecoder funktioniert nicht. Es werden keine dekodierten Daten angezeigt.	Die Abtastrate ist zu niedrig ( $<4 \cdot \text{Baudrate}$ ) oder zu groß (der gesamte Scan ist kleiner als die Dauer eines dekodierten Bytes). Ändern Sie die Sweepgeschwindigkeit.
Bei aktivierter Triggerung wird das Signal nicht synchronisiert.	Falsche Einstellung von Quelle, Pegel oder Triggerhysterese. Versehentlich gedrückte Taste[T+], um zusätzliche Triggermodi zu aktivieren.
Der Strobemodus wird nicht eingeschaltet (der Netzschalter ist nicht aktiv).	Der Frequenz-Sweep ist synchron mit dem Oszilloskop-Sweep eingeschaltet.

# Technische Merkmale

## Mehrkanal-Oszilloskop

Allgemeines

Anzahl der analogen Kanäle: 1 Anzahl der digitalen Kanäle: 4

Generator virtueller analoger Kanal.

Analoge Kanalbandbreite: 1 Hz ..... 400 MHz.

Maximale Abtastrate des analogen Kanals (Echtzeit): 200 MHz.

Maximale Abtastrate des digitalen Kanals (Echtzeit): 1,6 GHz.

Maximale Abtastfrequenz (für periodische Signale - Stroboskop): 10 GHz.

Anstiegsrate des Analogkanals: 0,9 ns.

Probenspeicher: bis zu 40.000 Proben pro Kanal.

Spitzenwertdetektor-Modus: 5 ns für Analogkanal und 625 ps für Digitalkanal (ohne Anstiegsrate).

Mittelungsmodus (Hi Res): bis zu  $2^{24}$  mal.

ADC: 8 Bit (effektiv bis zu 16 Bit im Hi-Res-Modus und bis zu 12 Bit im Stroboskop-Modus).

Impedanz des analogen Kanals: 50 Ohm.

Eingangsimpedanz des digitalen Kanals: 100 kOhm ||| 3,5 pF.

Begrenzte Grenzfrequenz des Analogkanals: 25 MHz.

Sweep rate: 2 ns / div ... 1000 s / div.

Empfindlichkeit des Analogkanals: 0,1 V / div (bis zu 5 mV / div im Hi Res und Strobe Modus).

Einstellbare Triggerschwelle für den digitalen Kanal: 0 .... 13 V (Einstellgenauigkeit +/- 0,1V + 1%) mit 10 mV Auflösung).

Unabhängige Einstellung eines digitalen Kanal-D4-Schwellenwerts: 0 ...13 V.

Einstellschritt zur Zeitanpassung von digitalen und analogen Kanälen: 625 ps.

Maximal zulässige Eingangsspannung auf dem analogen Eingangskanal: 3.5 V.

Maximal zulässige Eingangsspannung auf dem Digitalkanal (DC .... 1 kHz): 100 V.

## Triggering

Normal- und Automatikbetrieb, bei positiver oder negativer Steigung.

Durch die Impulsbreite, Periode, Steigung und Anstiegszeit.

Nach Impulszahl in einer Reihe von Impulsen.

Berücksichtigt den Pegel der anderen Kanäle (logische Funktion).

Gemäß der Videoleitungsnummer PAL, SECAM, NTSC. Einstellbare Hysterese, Rauschunterdrückung, Doppelpiegel.

## Protokolldecoder

RS232 (RS422, RS485).



## **Multifunktionaler Generator**

### **Allgemeines**

Maximaler Ausgangspegel bei hochohmiger Last: 3.3 Vpp. DC-Komponente:  $\frac{1}{2}$  Vpp.

Ausgangsbereich des Arbitrary Waveform Generators: 0 .... +3,3 V. Ausgangsimpedanz: 50 Ohm. DAC (maximal): 12 Bit.

### **Funktionsgenerator**

Abtastfrequenz: 400 MHz.

DDS-Phasenakkumulator: 48 Bit.

Frequenzbereich (Sinus): 0,001 Hz .... 50 MHz (reduzierte Planheit max. 100 MHz). Frequenzbereich (Rechteck, Säge, Dreieck): 0,001 Hz..... 1 MHz.

Ebenheit (0,001 Hz .... 50 MHz): <0,5 dB. (bis zu 100 MHz <10 dB)

Amplitude, Frequenz, Phasenmodulation / Keying, die Summensignale, interne und externe Quellen.

Modulationsfrequenzbereich: 0,001 Hz..... 100 MHz.

Modulierbarkeit durch den eingebauten Impulsgenerator und den Arbitrary Waveform Generator. Der Frequenzgang des Generators kann mit dem Oszilloskop-Sweep synchronisiert werden.

### **Impulsgeber**

Einstellbare Einschaltdauer.

Pulsdauer: 5 (10) ns .... 5 s.

Impulsperiode: 10 ns .... 5s.

Ausgangsanstiegsrate: 6 ns.

Unter-/Überschreitung: < 3%.

### **Beliebiger Wellenform-Generator**

Wellenform-Skriptsprache.

Integrierter Skript-Compiler.

15 Befehle. Befehlszeit von 5 ns.

Von einfachen Ausgabewerten aus dem Speicher über Zyklen, Unterprogrammaufrufe, Verzögerungen etc. Speicher für Skriptbefehle: 2048.

### **Zusätzlicher Digitalausgang**

Ausgangspegel: 0 ..... 3.3 V.

Ausgangsimpedanz: 50 Ohm. Konfigurierbar als:

- Synchroausgabe
- Impulsgeneratorausgang.
- Beliebige Wellenform-Generator-Ausgabe.
- Rauschgenerator.
- Systemfrequenz-Ausgang

## Frequenzmesser

Verwendet Hardwarezähler für Frequenz und Periode (reziproke Zählung).

Der Analogeingang verwendet einen Triggerpegel mit einstellbarem Schwellenwert und Hysterese.

Digitale Eingänge verwenden die jeweils eingestellten Triggerpegel.

Zählt oder misst die Frequenz oder den Zeitraum von Auslöserereignissen im Oszilloskop.

8-stellige Frequenzanzeige.

Frequenzmessbereich für den analogen Eingangskanal: 1 Hz ..... 60 MHz.

Frequenzmessbereich für den digitalen Eingangskanal: 1 Hz .... 200 MHz.

Periodenmessbereich: 10 ns .... 21 s (mit einer Auflösung von 5 ns).

Impulszähler zu:  $2^{32} - 1$ .

Messgenauigkeit bezogen auf die System-VCTCXO-Uhr: <1PPM

## Spektrumanalysator

Allgemeines

Funktionsprinzipien: FFT und kombinierte FFT.

Anpassbare FFT-Größe.

9 Fensterfunktionen.

Mittelwertbildung und Skalierung.

Vertikale Geräteauswahl für Schaltungen mit unterschiedlichen Impedanzen.

Algorithmus zur genauen Bestimmung der Frequenz und der maximalen Amplitude durch das Verfahren der Amplitudengewichtung benachbarter Behälter.

## Kombinierter Multi-Frequenz-FFT-Modus

Angenommen, das Signalspektrum ist ein endlicher Satz von relativ schmalbandigen Komponenten.

Korrekte Bestimmung des Nyquist-Bandes und Unterdrückung von außerbänderlichen Störsignalen.

3dB Frequenzbereich: bis zu 400 MHz (ohne Spektralversion).

FFT-Größe: bis zu 163840 Punkte (Frequenzauflösung bis zu 10 kHz, Spektrogrammbandbreite: 1 GHz).

## LC Meter

Messen Sie Kapazität und Induktivität nach dem Shunt-Thru-Verfahren.

Messung des Elektrolytkondensators ESR.

Kapazitätsmessbereich: 0,5 pF ... 30.000 uF.

ESR-Messbereich ( $C > 0,5 \text{ uF}$ ): 50 Milliohms .... 1kOhm. Induktivitätsmessbereich: 50 nH ..... 3H.

## Frequenzgang-Analysator

Verwendet Sweep und synchrones Tracking des digitalen Quadratur-Empfängers.

Messung der vierpoligen Übertragungsfunktion. Misst Amplituden- und Phaseneigenschaften.

Frequenzbereich: 100 Hz ..... 60 MHz (bis zu 100 MHz mit reduziertem Dynamikbereich)

Dynamikbereich (10 kHz .... 60 MHz): > 90 dB.

Dynamikbereich (100 Hz ...100 MHz): > 75 dB.

Lineare und logarithmische Skalen mit anpassbarem Bereich.

Kalibrierung (Amplituden- und Phasennormierung). Fähigkeit, als Spektrumanalysator zu arbeiten.

## Vektor-Antennenanalysator

Verwendet Sweep und synchrones Tracking des digitalen Quadratur-Empfängers.

Messung der komplexen Lastimpedanz nach der hunt-thru-Methode.

Frequenzbereich: 10 kHz ..... 60 MHz ... (bis zu 100 MHz mit reduzierter Genauigkeit).

OSL-Kalibrierung und "mathematische Eliminierung" des Anschlusskabels.

Misst VSWR und Rückflusdämpfung für Kabel/Leitungen mit  $Z_0 = 25, 50, 75$  oder 100 Ohm.

Berechnet und stellt dar: VSWR, Rückflusdämpfung, Q,  $R_s$ ,  $X_s$ ,  $|Z|$ , Phase Z,  $R_p$  und  $X_p$ .

## Reflektometer

Das Modul unterstützt die Grundfunktionen eines Kabelreflektometers (TDR).

Minimale gemessene Kabellänge: 2 m.

Mindestdauer des Testimpulses: 10 ns.

Maximale Amplitude des Prüfimpulses bei der angepassten Last: 1.65 V.

Einstellbereich des Geschwindigkeitsfaktors: 0 .... 100% (in 0,1%-Schritten).

## Allgemeine Parameter

Stromaufnahme vom USB: < 420 mA.

Empfohlene Versorgungsspannung: 4,7 ..... 5.0 V.

USB-Datenrate: bis zu 3 Mbit/s.

Analog channel typical bandwidth (0.1 V / div. Test voltage = 200 mVrms)

100 MHz	200 MHz	300MHz	400 MHz	500 MHz	600 MHz	700 MHz	800 MHz	900 MHz	1 GHz
0 dB	-0.4 dB	-1.3 dB	-2.7 dB	-4.6 dB	-6.8 dB	-9.3 dB	-11.6 dB	-13.9 dB	-17.7 dB

Analog channel intrinsic noise level for different values of sensitivity and different bandwidths. Typical RMS voltage (Vrms) with 50 Ohms termination.

	400 MHz	25 MHz (BW Limit)
0.1 V / div	1.85 mV	1.3 mV
50 mV / Div	1.7 mV	1.2 mV
20 mV / Div	1.6 mV	1.1 mV
10 mV / Div	1.6 mV	1.1 mV

5 mV / Div	1.6 mV	1.1 mV
------------	--------	--------

Typical signal distortion of generator sinusoidal output at different frequencies. V<sub>pp</sub> with no load = 2.0 V. DC with no load = 1V. Load of 50 Ohms.

	2nd harmonic (dB)	3rd harmonic (dB)	4th harmonic or worst spur (dB).
1.03 kHz (600 Ohm load)	- 65	- 65	- 70
103 kHz	- 65	- 65	- 70
1.03 MHz	- 60	- 65	- 60
10.3 MHz	- 49	- 54	- 51
41 MHz	- 41	- 49	- 53
76 MHz	- 39	- 50	- 47

Typical signal distortion of generator sinusoidal output at different amplitudes V<sub>pp</sub> with no load. F = 10.3 MHz. V<sub>dc</sub> = ½ V<sub>pp</sub>. Load of 50 ohms.

	2nd harmonic (dB)	3rd harmonic (dB)	4th harmonic or worst spur (dB)
2 V	- 49	- 54	- 51
1 V	- 51	- 56	- 52
100 mV	- 41	- 49	- 47
30 mV	- 38	- 49	- 42
10 mV	- 30	- 39	- 33
3 mV	- 34	- 31	- 22
1 mV	- 35	- 10	- 14

Typical levels of generator phase noise (dBc / Hz) at 10.3 MHz and 30.3 MHz for various frequency offsets. V<sub>pp</sub> with no load = 2.0 V. V<sub>dc</sub> with no load = 1V. Load of 50 ohms.

	3 kHz	30 kHz	300 kHz	3 MHz
10.3 MHz	- 120	- 124	- 119	- 126
30.3 MHz	- 114	- 118	- 112	- 123

# Anhang

Beliebige Skriptbefehle des Wellenform-Generators

Die Wellenform-Generator-Datei ist im einfachsten Fall eine Textdatei, die die durch ein Semikolon getrennten Werte Spannungen auflistet. Die Werte werden in Millivolt von 0 bis 4095 angegeben. Die Werte werden nacheinander am Generatorausgang angezeigt. Maximale Anzahl der Werte in der Datei: 2048. Die maximale Geschwindigkeit der Ausgangswerte beträgt 200MHz. Nach dem Zurückziehen des 2048-ten Wertes wird der erste wieder ausgegeben, dann wird der zweite, usw. Zyklus wiederholt.

Um die Werte der Ausgangsdrehzahlregelung zu ändern, verwenden Sie das Generator-Bedienfeld und / oder den in der Datei eingestellten Wert mit der Anweisung #CLOCK N - wobei N - 200 MHz Frequenzteiler.

Es ist möglich, eine kleinere Anzahl von Werten auszugeben. Verwenden Sie dazu den Befehl LOOP U - wobei U - den letzten Ausgabewert, bevor Sie mit dem ersten fortfahren.

```
//=====
// Beispiel für einen einfachen Datei-Generator zur Ausgabe einer 1 MHz Rechteckwelle:
# CLOCK 100 // Stellen Sie die Taktfrequenz von 2 MHz (200 MHz / 100) ein.
0; // Stellen Sie die Spannung 0 mV ein.
LOOP 3300; // Stellen Sie die Spannung auf 3300 mV und gehen Sie zum Ausgang des ersten Wertes.
//=====
```

Text, der nach // kommt, ist ein Kommentar und wird ignoriert. Für die Einzelzyklusausgabe verwenden Sie den Befehl STOP U - wobei U - der letzte Ausgabewert vor dem Stopp. Nach dem Stopp kann der Generator über das Bedienfeld des Generators wieder gestartet werden.

```
=====
// Beispiel einer Datei zur Ausgabe von 5 Rechteckimpulsen mit einer Dauer von 0,1 µs und einer Pause
zwischen ihnen von 0,1 µs:
# CLOCK 20 // Setzt die Wiederholungsperiode des Taktsignals = 100 ns.
3300; // Stellen Sie die Spannung von 3,3 V ein.
0; // Stellen Sie die Spannung von 0 V ein.
3300;
0;
3300;
0;
3300;
0;
3300;
STOP 0; 0V einstellen und Ausgang stoppen. //
=====
```

**Die AWG-Funktionen sind nicht auf STOP- und LOOP-Befehle beschränkt.**

## List Of Commands

Command Pairs	Range	Function	Voltage	Runtime (cycles)
OUT U	0...4095	the output voltage.	U mV	one
DIFF dU	-4095...4095	voltage change.	Change to dU mV	one
STOP U	0...4095	stop.	U mV	to rep. run.
LOOP U	0...4095	cycling.	U mV	one
DELAY N	0...4095	N cycles delay.	without change	N
REPEAT N	0...4095	repeated N times.	without change	one
eNDREP dU	-4095...4095	end of the repeat unit.	change to dU mV	one
CALL N	0...2047	subroutine call at N. unchanged		one
RET dU	-4095...4095	return from the subroutine.	change to dU mV	one
JMP N	0...2047	transition at N.	without change	one
WAIT F	0...1	waiting for sweep or sync.	without change	until sync or sweep.
LOADN T	0...4095	loading delay.	without change	one
OUTN U	0...4095	output voltage. + Delay.	U mV	T (load command LOADN).
DIFFN dU	0...4095	eg changing. + Delay.	change to dU mV	T (load command LOADN)
OUTAUX U	0...1	voltage output (additional output) log.	0 or log. one	one

## Macros

_SIN N	1...2048	Output N sine samples (points)	change using DIFFN	N
_COM N	0...511	Output in RS232 format.	rev. to App. OUTN	7-12 - parameter dependent

## Macro Parameters

For macro _SIN				
# SINF	F	0...100000	Sets sine frequency in kHz (excluding #CLOCK and LOADN 1). Real frequency = F / # CLOCK / T kHz. (Default 1000).	

# SINA A		0...2047	Sets the amplitude of the sine mV (default 1000).
# SINPH PH		0...359	Sets phase of the sine in degrees (default: 0).
For macro _COM			
# IOG0 U		0...4095	Sets the logic zero and start bit level (default 0).
# LOG1 U		0...4095	Sets the logic 1 level and stop bit level (default 3300).
# BITS N		5...8	Sets the number of bits for transmission. (Default 8).
# PRTY N		0...2	Sets parity bit 0 = off, 1 = odd, 2 = even. (Default 0).
# SBITS N		1...2	Sets number of stop bits (1 by default).
# DCOM N		0...1	The default command that can be skipped (omitted) 1 = _COM, 0 = OUT (default: 0).

## Directives

# CLOCK		N	0...100000000	Set generator control controls to clock period = $5 * N$ nS.  If not specified, control. elements do not change when loading a file.
# AMP		A	0...100	Set generator control output amplitude = A% of that specified by the file.  If not specified, control. elements do not change when loading a file.
# NOMSG		N	0...2	- Do not display a modal window with the results of the file compilation. - Do not display even in case of an error (not recommended). By default, N = 0 - display a modal window.
# BAUD		N	100...200000000	Set generator control panel for the clock frequency = N Hz.  It has priority over the #CLOCK directive It is not always possible to set the desired frequency accurately. A message is displayed about the actual frequency and the error percentage.
# AUTOR		N	0..1	1 - Automatically start the downloaded file (default = 1). 0 - Start by pressing the generator "ON" button.

//=====

// Die Aufgabe, 5 Impulse auszugeben, kann auch durch die Befehle REPEAT, ENDREPEAT gelöst werden.

// Diese Lösung benötigt weniger Speicherplatz.

# CLOCK 20; // Stellen Sie die Wiederholungsperiode des Taktsignals auf = 100 nS ein.

REPEAT 5; // Setzt die Anzahl der Wiederholungen = 5.

OUT 3300; // Stellen Sie die Spannung von 3,3 V ein.

ENDREP -3300; // Setzen. 0v, gehen Sie 4 mal zu dem Befehl nach dem REPEAT. STOP

0; // 0V einstellen und Ausgang stoppen

// =====

Der Befehl OUT kann übersprungen werden, er ist standardmäßig voreingestellt. Wenn der Befehl REPEAT ausgeführt wird, ändert sich die Ausgangsspannung des Generators nicht. Die Verschachtelung der Befehle REPEAT, ENDREPEAT wird nicht unterstützt. Mit REPEAT 0 werden 4096 Wiederholungen durchgeführt.

=====

//Beispiel für den DIFF-Befehl. Generator-Datei für die Sägezahn-Ausgabe. Die Spannung variiert alle 10 ns. TAKT 1;  
OUT 0;

MAIN\_LOOP:

DIFF 1; // Erhöhen Sie die Spannung an der 1 mV.  
REPEAT 2998; // Setzt die Anzahl der Wiederholungen auf 2998.  
DIFF 1; // Erhöhen Sie die Spannung an der 1 mV.  
ENDREP 0;  
DIFF 1; // Erhöhen Sie die Spannung an der 1 mV.  
REPEAT 2999; // Setzt die Anzahl der Wiederholungen = 2999.  
DIFF -1; // Reduzieren Sie die Spannung an den 1 mV.  
ENDREP 0;  
DIFF -1; // Reduzieren Sie die Spannung an den 1 mV.  
JMP MAIN\_LOOP;

//=====

//=====

Beispiel einer Generator-Datei zur Ausgabe von 5 Rechteckimpulsen // von 0,1 ms mit 100 Mikrosekundenpause.

# CLOCK 20; // Stellen Sie die Wiederholungsperiode des Taktsignals ein = 100 ns.  
REPEAT 5; // Setzt die Anzahl der Wiederholungen = 5.  
OUT 3300; // Stellt die Spannung von 3,3 V ein.  
OUT 0;  
VERZÖGERUNG 998;  
ENDREP 0; // Ändert die Spannung nicht, gehen Sie 4 mal zu dem Befehl nach dem REPEAT.  
STOP 0; // Auf 0V einstellen und Ausgang stoppen.

// =====

Wenn N = 0, Verzögerung = 4096. Ändert nicht die Spannung am Generatorausgang.

//=====

// Beispiel für einen Aufruf eines Unterprogramms. Eine exemplarische Generator-Datei zur Ausgabe von 5 Rechteckimpulsen // von 0,1 ms mit 100 Mikrosekundenpause.

# CLOCK 20; // Stellen Sie die Wiederholungsperiode des Taktsignals ein = 100 ns.  
REPEAT 5; // Setzt die Anzahl der Wiederholungen = 5.  
OUT 3300; // Stellen Sie die Spannung von 3,3 V ein.  
OUT 0;  
CALL my\_sub; // Aufruf des Unterprogramms (in diesem Fall Ausführungsverzögerung von 9998 Zyklen).



ENDREP 0; // Ändert die Spannung nicht, gehen Sie 4-mal zu dem Befehl nach dem REPEAT. STOP 0; // 0V einstellen und Ausgang stoppen.

// -----

my\_sub: // Bezeichnung des Unterprogramms (Buchstaben, Zahlen und Unterstriche).

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 1996; // 1 Taktzyklus geht an den Aufruf des Unterprogramms, 1 Taktzyklus geht an die Rückkehr.

RET 0; // dU = 0 - ändert nicht die Spannung des Generators.

// =====

CALL N - ruft ein Unterprogramm an der Adresse N auf. Einmaliges Verschachteln von Aufrufen ist erlaubt (Rückgabestapel = 2 Wörter). Ändert nicht die Spannung am Ausgang des Generators.

RET dU - Spannungsänderung auf dU und Rückkehr aus dem Unterprogramm.

JMP N - gehen Sie zu Adresse N. Ändert nicht die Spannung am Ausgang des Generators.

//=====

// Beispiel für die Implementierung großer DELAY.

//Verzögerung von 1.000.000.000 Zyklen.

Wiederholen 1001;

DELAY 998;

ENDREP 0;

// DELAY von 10.000.000 Zyklen

Wiederholen 3999;

DELAY 2499;

Endreaktion 0;

DELAY 2499;

DELAY von 100.000.000.000 Zyklen.

Wiederholung 4000;

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 4000;

DELAY 998;

Endreaktion 0;

DELAY 3999;

// =====

Hinweis: Befehle können in Kleinbuchstaben geschrieben werden.

Semikolons am Ende von Zeilen können weggelassen werden.

//=====

// Beispiel für die Verwendung des \_SIN-Makros

# NOMSG 1; //Do nicht anzeigen, ein modales Fenster mit den Ergebnissen der Dateikompilierung.

# CLOCK 50; // Taktperiode = 5 \* 50 = 250 nS.

# AMP 100;

```

LOADN 2; // Ausführungszeit OUTN, DIFFN (in Zyklen).
// die Parameter eines sinusförmigen Signals einstellen.
# SINPH 0; // Phase des Sinus in Grad.
# SINA 1000; // Amplitude des Sinus in mV.
# SINF 1000; // Frequenz in kHz (außer #CLOCK und LOADN Teiler)
// In diesem Fall ist die Frequenz = 1000 / # CLOCK / LOADN = 1000/50/2 = 10 kHz.

```

```

MAIN_LOOP:

```

```

// Ausgabe des Anfangspegels. Sie entspricht dem Punkt auf der Sinuswelle in der #SINPH-Phase.
// Wenn #SINPH = 0 oder 180 ist - passt es zur DC-Komponente des Sinus.
// Wenn #SINPH = 90 oder 270 - ist es der maximale Pegel des sinusförmigen Signals, etc.

```

```

OUT 1500;

```

```

// Ausgabe eines Sinussignals. Das Makro wird mit dem Befehl DIFFN bereitgestellt.
// Der letzte Punkt wird mit dem Befehl DIFF ausgegeben (mit LOADN> 1 bleibt Zeit für das Verlassen
eines Unterprogramms oder wenn Sie das Skript schleifen müssen usw.).
// Anzahl der Speicherplätze = 200. Makro-Ausführungszeit = 99,75 Mikrosekunden (199 * 500 ns + 250
ns)
_SIN 200; // 200 Punkte (Stichproben). Eine Periode. DELAY 100; //
Verzögerung 100 Zyklen = 25 ms.
JMP MAIN_LOOP;
//=====

```

```

// Example of using _COM macro.
# AMP 100;
# AUTOR 0; // Deaktivieren Sie den Autorun nach dem Herunterladen der Datei (Standard ist 1).
# DCOM 1; // Standardbefehl ist _COM (statt OUT).
# BAUD 9600; // Exchange Baud rate (gesetzter Takt hat Vorrang vor #CLOCK).
# PRTY 0; // Paritätsbit 0 - aus, 1 - ungerade, 2 - gerade. (Standard 0).
# BITS 8; // Datenbits (5...9, Standard 8).
# SBITS 1; // Anzahl der Stoppbits (standardmäßig 1).
# LOG0 0; // Der Pegel der logischen Null und das Startbit (Standard 0).
# LOG1 3300; // Der Pegel von logischem Eins und Stoppbit (Standard ist 3300).
OUT 3300;
LOADN 1; // _ _COM-Makro wird mit OUTN bereitgestellt.
BYTE_0:
_COM 0xA5; // Ausgang 0xA5 im RS232-Format.
BYTE_1:
0xA5; // Ausgabe 0xA5 im RS232-Format (_COM kann weggelassen werden, da #DCOM 1). BYTE_2:
0x00; // Ausgabe 0x00 im RS232-Format.
STOP 3300;

// =====

```

# Erweiterung des Frequenzbereichs für FRA und AA

Das Gerät in den Modi FRA und AA kann mit den Oberwellen des Generatorsignals arbeiten. Um ein hohes Maß an Oberwellen im Spektrum zu erreichen, können Sie einen rechteckigen Impulsformer mit digitaler Logik aus der LVC-Familie verwenden. Die schnelle Anstiegsrate der ICs sorgt für einen hohen Anteil an ungeraden Oberwellen im Ausgangssignal auch bei hohen Frequenzen. Ein solcher Impuls, ein Shaper, erweitert den Frequenzbereich bis zu 500 MHz. Weitere Informationen unter <http://www.osa103.ru/en/hardware>

Externe Module auf Basis von ADF4351, MAX2870, MAX2871 Chips und RF-Mischerchip werden ebenfalls unterstützt. Die Module erweitern den Frequenzbereich im FRA-Modus auf bis zu 4,4 GHz oder 6,2 GHz. Weitere Informationen finden Sie unter OSA-6G-Modul online <http://www.osa103.ru>.

## Installation der Software unter Linux (Ubuntu)

Das Programm kann unter Linux unter Verwendung der Wine Umgebung ausgeführt werden. Das USB-Gerät ist ein FT232R-Chip. Die Bibliothek libftd2xx.so ist erhältlich unter <http://www.ftdichip.com/>. Um mit dieser Bibliothek in Wine zu arbeiten, wird ein zusätzlicher Wrapper benötigt lin\_ftd2xx.dll.so von ASIX <http://www.asix.net/>. Alle notwendigen Installationsdateien befinden sich in einem Unterverzeichnis ../Drivers /Linux/.

### Schritt 1: Entfernen Sie ftd2xx.dll (empfohlen)

Beim Start versucht die Software, die Wrapper-Bibliotheksdatei lin\_ftd2xx.dll.so zu laden. Wenn das Laden erfolgreich ist, wird der Start unter Wein angenommen. Wenn das Laden fehlschlägt, versucht die Software, die Windows-Bibliotheksdatei ftd2xx.dll zu laden.

Um die Diagnose möglicher Installationsfehler zu erleichtern, wird empfohlen, die Datei ftd2xx.dll aus dem Ordner mit der ausführbaren Programmdatei zu löschen (oder sicherzustellen, dass sie nicht vorhanden ist).

### Schritt 2: Installieren Sie die FTDI libftd2xx.so.1.3.6 Bibliothek.

Verwenden Sie nicht das Kopieren aus diesem Dokument über die Zwischenablage, um Befehle einzugeben!

Kopieren Sie die Datei libftd2xx.so.1.3.6 nach /usr/lib (hier und unten /usr/lib32 - für die 64-Bit-Version von Linux).

```
> sudo cp libftd2xx.so.1.3.6 /usr/lib
```

Vergeben Sie die notwendigen Rechte (alle lesen und ausführen): > sudo chmod 0555 /usr/lib/lib/libftd2xx.so.1.3.6  
Symbolische Links erstellen:

```
> sudo ln -s /usr/lib/lib/libftd2xx.so.1.3.6 /usr/lib/lib/libftd2xx.so.0
```

```
> sudo ln -s /usr/lib/lib/libftd2xx.so.1.3.6 /usr/lib/libftd2xx.so.1
```

### Schritt 3: Installation der Wrapper-Bibliothek lin\_ftd2xx.dll.so

Kopieren Sie lin\_ftd2xx.dll.so Datei in /usr/lib/i386-linux-gnu/wine.

```
> sudo cp lin_ftd2xx.dll.so/usr/lib/i386-linux-gnu/wine
```

Geben Sie die notwendigen Rechte (alle lesen und ausführen):

```
> sudo chmod 0555 /usr/lib/i386-linux-gnu/wine/lin_ftd2xx.dll.so
```

## Schritt 4: Erstellen von file.rules

Die Datei wird verwendet, um den USB-Zugriff automatisch zu autorisieren und die nicht verwendeten und vorinstallierten Linux-Treiber für den COM-Anschluss dieses Chips zu entladen.

> sudo gedit /etc/udev/rules.d/osa103.rules Diese Datei enthält 2 Zeilen. Dateiinhalt:

```
ACTION == "add", ATTRS {idVendor} == "0403", ATTRS {idProduct} == "6001", MODE = "0666" ACTION
== "add", ATTRS {idVendor} == "0403", ATTRS {idProduct} == "6001", RUN + = "/ sbin / rmmod ftdi_sio
usbserial".
```

## Nützliche Befehle

Stellen Sie sicher, dass die COM-Port-Treiber entladen sind.

> dmesg | grep -i ftdi

Entladen Sie die COM-Port-Treiber manuell.

> sudo rmmod ftdi\_sio

> sudo rmmod usbserial

Holen Sie sich USB-Rechte.

> lsusb

>ls -R -l /dev/bus/usb/usb

Holen Sie sich die USB-Rechte manuell.

> lsusb

> sudo chmod 0666 /dev/bus/usb/\*\*\*\*/\*\*\*\*/\*\*\*\*

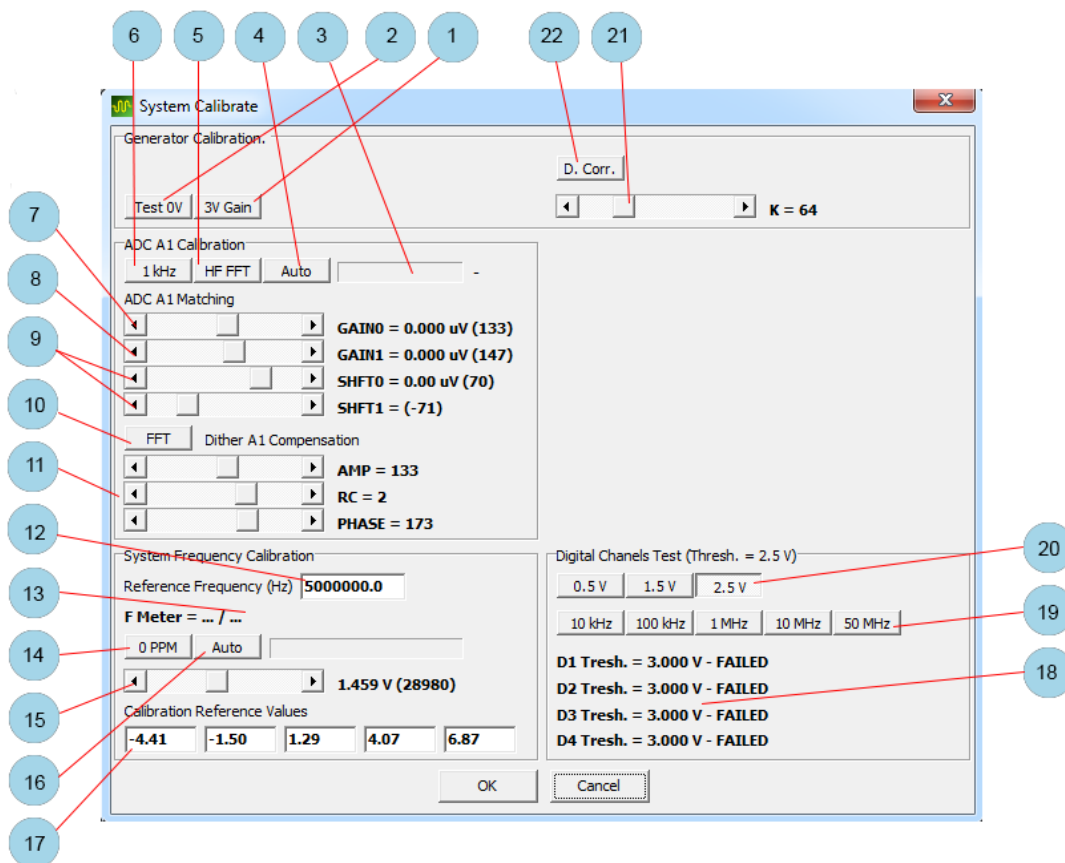
wo \* USB FT232 Dateiname einfügen)

# Systemkalibrierung und Debug-Informationen

Um auf die Informationen zur Systemkalibrierung und zum Debuggen zugreifen zu können, ist es notwendig, zuerst die Datei Osa103.ini zu bearbeiten. Öffnen Sie die Datei in einem Texteditor (z.B. Notepad) und fügen Sie unter[System] folgende Zeile hinzu: debug = 1  
Speichern Sie die Datei, starten Sie das Programm neu und verwenden Sie es dann: Menu-> File-> Debug Mode um das Kalibrier- und Debug-Menü zu aktivieren.  
Schließen Sie den Debug-Modus nur dann ein, wenn Sie absichtlich kalibrieren müssen. Bevor Änderungen vorgenommen werden, wird empfohlen, die Werkseinstellungen aus dem Systemkalibrierfenster zu notieren. Wenn Sie fertig sind, bearbeiten Sie die Datei Osa103.ini und löschen Sie den Debug = 1 Zeile.

## Systemkalibrierungsfenster

Beginnen Sie mit: Menu-> File-> System Calibration.



## Das Modul wird nach der Herstellung zunächst kalibriert.

Zur Durchführung der Kalibrierung ist es notwendig, einen Referenzspannungsmesser mit einem Fehler von nicht mehr als 0,2% bei der Messung einer Gleichspannung von 3 V und eine Referenzfrequenzquelle mit einem Fehler von nicht mehr als 10E-7 mit Vpp = 0,1 .... 1 V und einer Frequenz bis 60 MHz zu verwenden.

# Kalibrierungsverfahren

## Vorbereitung

- Stellen Sie die Modeschalter J1 und J2 auf die Position 1-2 (siehe: Modeschalter).
- Schließen Sie das Modul an und lassen Sie es 3 Minuten aufwärmen.

## Generator-Kalibrierung

- Schließen Sie das Referenzspannungsmesser an den Generatorausgang an.
- Drücken Sie die Taste [Test 0V] (Pos. 2) und drehen Sie den Trimmer R18, um die Spannung auf 0 V einzustellen.
- Drücken Sie die Taste [3V Gain] (Pos. 1) und drehen Sie den Trimmer R24, um die Spannung auf 3 V einzustellen.
- Trennen Sie das Voltmeter.

## Phase, Offset und Gain Matching für Interleaving ADCs

- Verbinden Sie den Generatorausgang mit dem Oszilloskop-Eingang.
- Drücken Sie die Taste [Auto] (Pos. 4) und warten Sie, bis die Kalibrierung abgeschlossen ist.
- Drücken Sie die Taste [HF FFT] (Pos. 5) und drehen Sie den Trimmerkondensator C18, um Spektralkomponenten mit einer Frequenz von 60 MHz auf ein Minimum zu bringen.
- Drücken Sie die Taste [Auto] (Pos. 4) erneut und warten Sie, bis die Kalibrierung abgeschlossen ist. - Trennen Sie den Generatorausgang vom Oszilloskop-Eingang.

## Einstellung der subtraktiven Dither-Kompensation

- Typische Werte von: AMP = 125, RC = 2 und Phase = 175.
- Drücken Sie die Taste [FFT] (Pos. 10) und verwenden Sie die Scrollbalken (Pos. 11), um ein minimales und gleichmäßiges Rauschen im Spektrogramm zu erreichen.

## Kalibrierung der Systemfrequenz (VCTCXO)

- Eine Referenzfrequenz-Signalquelle auf den analogen Eingangskanal legen.
- Verwenden Sie das Eingabefeld (Pos. 12), um die Frequenz der Referenzquelle einzustellen.
- Drücken Sie die Taste [Auto] (Pos. 16) und warten Sie, bis die Kalibrierung abgeschlossen ist.
- Trennen Sie die Referenzquelle.

## Überprüfen der digitalen Kanäle

- Verbinden Sie die digitalen Kanäle mit dem Ausgang des Generators mit vier Leitern von minimaler Länge.
- Verwenden Sie die Schwellentasten (Pos. 20), um den gewünschten digitalen Kanalschwellenwert auszuwählen.
- Verwenden Sie die Frequenz Tasten (Pos. 19), um die gewünschte Prüffrequenz auszuwählen.
- Die Testergebnisse werden unter Punkt 18 dargestellt.

## DAC Verzerrungskorrektur

Verwenden Sie die Taste [D. Corr.] und die Bildlaufleiste (Pos. 21 und 22), um die dynamische Verzerrungskorrektur der DAC R-2R Leiter einzustellen. Empfohlener Wert: 64.

## **Beenden und Speichern der Kalibrierung**

Drücken Sie die Taste[OK], um die Kalibrierung im nichtflüchtigen Speicher zu speichern und den Dialog Systemkalibrierung zu verlassen.

## **Debug-Informationen**

### **USB**

Verwenden: Menu-> File-> USB Debug Data um die Anzeige von USB Debugging Informationen zu ermöglichen.

### **Strobemodus (ETS)**

Verwenden Sie Menu-> File-> ETS Debug Data um die Anzeige von ETS Debugging Informationen zu ermöglichen.