

Zurich
Instruments

MFIA 5 MHz Impedanzanalysator und Präzisions-LCR-Meter

Produktbeschreibung
Datum: November 2018

Hauptmerkmale

- DC bis 5 MHz, 1 m Ω bis 1 T Ω
- 0,05% typische Genauigkeit bei 20 ms/Messpunkt
- LabOne[®] Sweeper für Frequenz, Bias-Spannung und Sprungantwort
- Compensation Advisor und Confidence Advisor für genaue Messungen
- 25 s Startzeit und hohe Wiederholgenauigkeit
- APIs für C, MATLAB[®], LabVIEW[®], Python, .NET
- Umfassende MFLI-Lock-in-Verstärker Funktionalität: Zeitkonstanten von 336 ns bis 83 s



Übersicht

Innovative Technologie

Der MFIA 5 MHz ist ein Präzisions-LCR-Meter und Impedanzanalysator, der schnelle und genaue Messungen über einen grossen Impedanzbereich ermöglicht. Im Gegensatz zu anderen Impedanzanalysatoren misst der MFIA Spannung und Strom direkt und benötigt keine Rückkopplungsschleife. Dadurch ist der MFIA in der Lage, Frequenzen bis zu 1 MHz zu messen und zuverlässige Impedanzmessungen bis zu 1 T Ω durchzuführen.

Die Software macht den Unterschied

Die LabOne Benutzeroberfläche hilft dem Benutzer Messungen effizient durchzuführen. Dem Anwender steht ein vollständiges Toolset zur Verfügung ohne Installation von Software; bestehend aus einem flexiblen parametrischen Sweeper, einem DAQ (Data Acquisition) Modul und einer konfigurierbaren numerischen Anzeige mit den relevanten Impedanzparametern. Alle Einstellungen können gespeichert und geladen werden, um Messungen zu einem späteren Zeitpunkt zu wiederholen. Sämtliche Messfunktionen sind auch auf API-Ebene verfügbar. Diese erlaubt, das Gerät durch C, MATLAB[®], Python, LabVIEW[®] und .NET zu steuern.

Der LabOne Compensation Advisor unterstützt den Anwender Schritt für Schritt bei der Kompensation von unerwünschten Nebeneffekten des Messaufbaus oder der Verkabelung, um zuverlässig genaue Messergebnisse zu erzielen. Jeder Datenpunkt wird durch den LabOne Confidence Indicator validiert und eine Warnung angezeigt, falls die Datenpunkte unzuverlässig sind.

Detaillierte Beschreibung

LabOne Toolset

Der MFIA verfügt über die LabOne Gerätesteuersoftware. Mittels integriertem Daten- und Webserver wird die grafische Benutzeroberfläche in jedem Webbrowser dargestellt. Der MFIA kann einfach per Ethernet in das Netzwerk eingebunden oder direkt über USB verbunden werden. Durch Eingabe der Geräteadresse im Webbrowser wird direkt auf LabOne zugegriffen und die Messdaten können mit einem einzigen Mausklick als Vektorgrafik oder als Textdatei gespeichert werden. Zur weiteren Analyse in anderer Software werden ZView[®], MATLAB[®] sowie kundenspezifische CSV-Exportdatenformate unterstützt. Für eine erste Datenanalyse im Zeit- oder Frequenzbereich stehen Cursor- und Statistikfunktionen zur Verfügung.

Ein Überblick über die wichtigsten LabOne-Tools:

Sweeper

Mit dem Sweeper können Messungen über einen definierten Parameterbereich automatisiert werden. Beispiele sind die Charakterisierung der Frequenzabhängigkeit oder der Abhängigkeit von Bias-Spannungen oder Signalamplituden. Dabei ist die Anzahl der Messpunkte frei wählbar und die Einteilung des Messbereichs kann logarithmisch oder linear erfolgen. Eine Vielzahl von anwendungsbezogenen Voreinstellungen helfen dem Benutzer, in kürzester Zeit die genauesten Messergebnisse dank optimaler Einstellungen zu erhalten ohne umständliches manuelles Optimieren.

Numerische Anzeige

Die numerische Anzeige stellt alle Messwerte und Modellparameter in einer konfigurierbaren Übersicht dar. Die An-

sicht kann auf für die Messung relevanten Parameter reduziert werden. Jede Impedanzmesseinheit ermöglicht die gleichzeitige Betrachtung des Impedanzwertes sowie der zugrunde liegenden Strom- und Spannungsmessungen und der modellbasierten abgeleiteten Parameter (L,C,R, etc.).

Plotter und DAQ Modul

Der Plotter und der DAQ Modul sind Werkzeuge zur Analyse von Messdaten und Modellparametern im Zeitbereich. Der Plotter kann mehrere Datensätze gleichzeitig anzeigen. Die zeitliche Auflösung in einem Messfenster von 10 s beträgt 10 μ s. Der Software-Trigger erfasst einzelne Aufnahmen, die durch unterschiedliche interne und externe Triggerbedingungen ausgelöst werden, und zeigt diese an.

Messsicherheits-Indikator

Alle Messdaten durchlaufen eine Zuverlässigkeits-schätzung, bevor sie dem Anwender in den verschiedenen Analysetools angezeigt werden. Wann immer die Messung beispielsweise durch zu kleine Messsignale oder Kompensationsfehler beeinträchtigt wird, erscheint ein Warnhinweis. Dieser informiert den Benutzer darüber, dass die Daten ungenau sein könnten. Je nach Art der Warnung werden Vorschläge zur Verbesserung des Messergebnisses unterbreitet.

Schritt-für-Schritt Kompensation

Um eine hohe Messgenauigkeit zu erreichen, müssen parasitäre Effekte des Messaufbaus kompensiert werden. Diese

können durch die Probeaufnahme oder Verkabelung zwischen dem Gerät und dem Prüfling (DUT) verursacht werden. Der LabOne "Compensation Advisor" unterstützt den Anwender mit einer Schritt-für-Schritt-Anleitung und einem effizienten Arbeitsablauf, um eine optimale Qualität der Messergebnisse zu erzielen. Neben der Short-Open (SO) und Short-Open-Load (SOL) Kompensation werden weitere Kompensationsmodelle angeboten. Die Messungen für jeden Kompensationsschritt werden vor der Verwendung überprüft und vom Benutzer bestätigt.

Probeaufnahmen und zusätzliche Schnittstellen

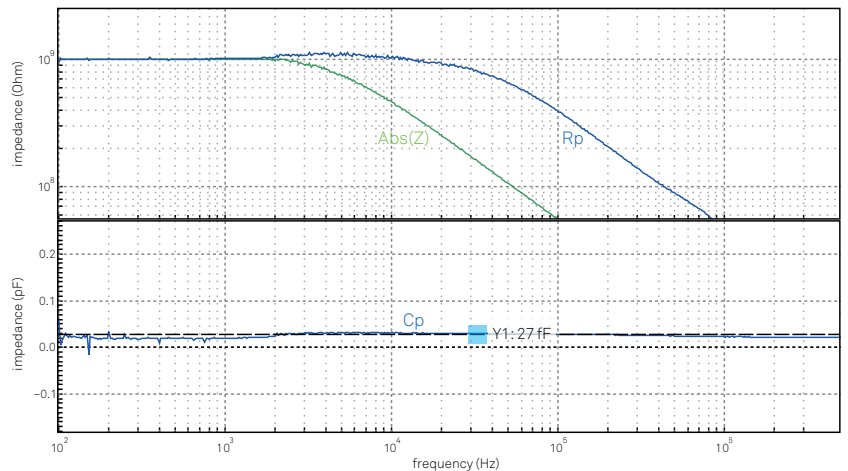
Die besten Messergebnisse werden mit der MFITF-Probeaufnahme erzielt. Sowohl die Probeaufnahme als auch die Prüflingsträger sind so konzipiert, dass sie minimale parasitäre Einflüsse und Dämpfung aufweisen. Das Gerät ist außerdem vollständig kompatibel mit handelsüblichen Probeaufnahmen und Impedanzmessaufbauten.

Die Auxiliary Eingänge und Ausgänge können zum Empfangen und Senden zusätzlicher Steuersignale an den Prüfling genutzt werden. Weiter können analoge Rückmeldungen an andere Instrumente erfolgen. DIO-Anschlüsse und Trigger-Ports ermöglichen Messmethoden, die eine präzise Synchronisation mit anderen Komponenten des Messaufbaus erfordern.

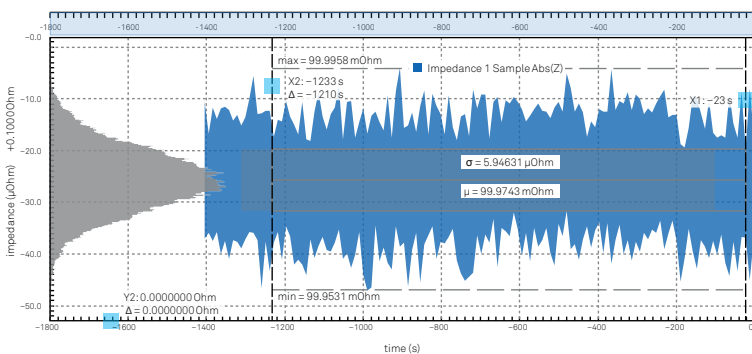
LabOne Benutzeroberfläche



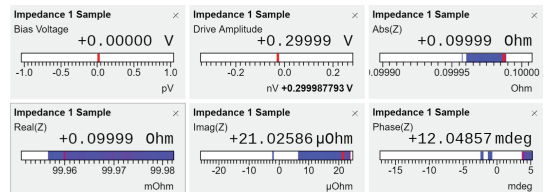
Mit dem **LabOne Sweeper** automatisieren Sie Ihre Messungen über mehrere Frequenzen, Bias-Spannungen oder Amplituden des Testsignals. Das Beispiel rechts ist der Frequenzgang eines 1 G Ω Widerstands von 100 Hz bis 5 MHz in einer Dual-Plot-Darstellung. Das obere Diagramm zeigt den Absolutwert der Impedanz $|Z|$ und den Widerstand R_p . Das untere Diagramm zeigt die Streukapazität C_p , die konstant bei etwa 30 fF im gesamten Messbereich liegt. Es können mehrere Parameter gleichzeitig visualisiert werden.



Der **LabOne-Plotter** stellt die Impedanzwerte kontinuierlich dar. Nachfolgend werden die Daten eines 100 m Ω Widerstands über einen Zeitraum von 20 Minuten angezeigt. Das Histogramm zeigt eine Standardabweichung von nur 6 $\mu\Omega$ an.



Das LabOne Register "**Numerical Tab**" zeigt alle impedanzbezogenen Parameter, einschliesslich Modellparameter, Vorspannung und Prüfsignalamplitude, auf einen Blick. Die Anordnung ist vom Benutzer mit wenigen Mausklicks beliebig konfigurierbar. Jeder Messwert wird zusätzlich in einer Balkenanzeige visualisiert.



Messgenauigkeit und Messbereiche

Das untenstehende Reaktanzdiagramm zeigt die Messgenauigkeit für bestimmte Frequenz- und Impedanzwerte. In dem weißen Kernbereich wird eine Messgenauigkeit von 0,05% zwischen 1 mHz und 500 kHz und 1 Ω und 1 MΩ angegeben (mit Einschränkungen gegenüber höheren Frequenzen). Der Messbereich erstreckt sich mit reduzierter Genauigkeit von 0,1% und 1% über einen Messbereich von 20 mΩ bis 50 GΩ. Es sind reproduzierbare Messungen auch ausserhalb dieses Bereichs möglich, aber die Genauigkeit kann unter 1% liegen.

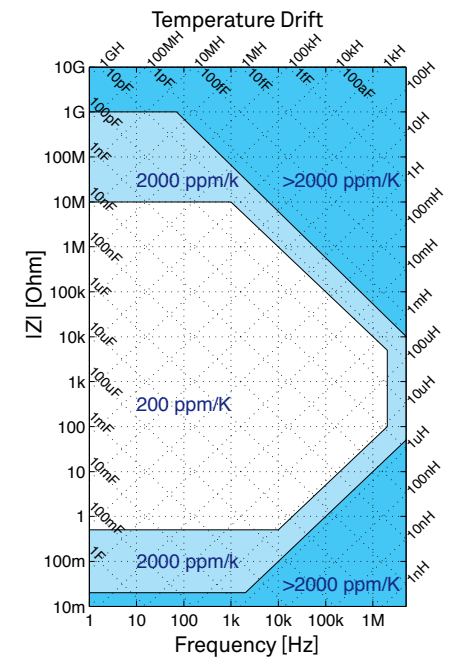
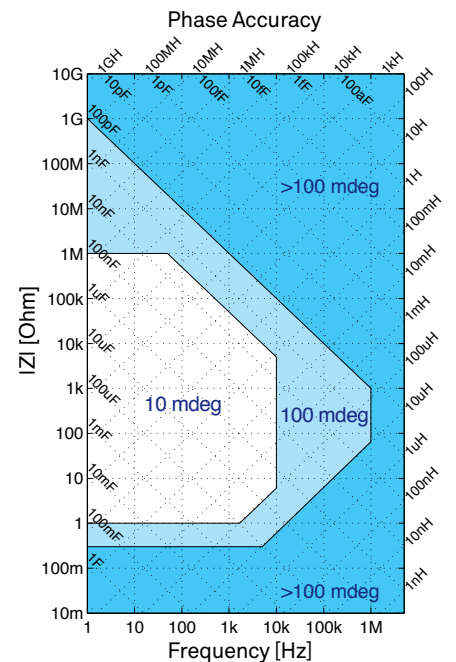
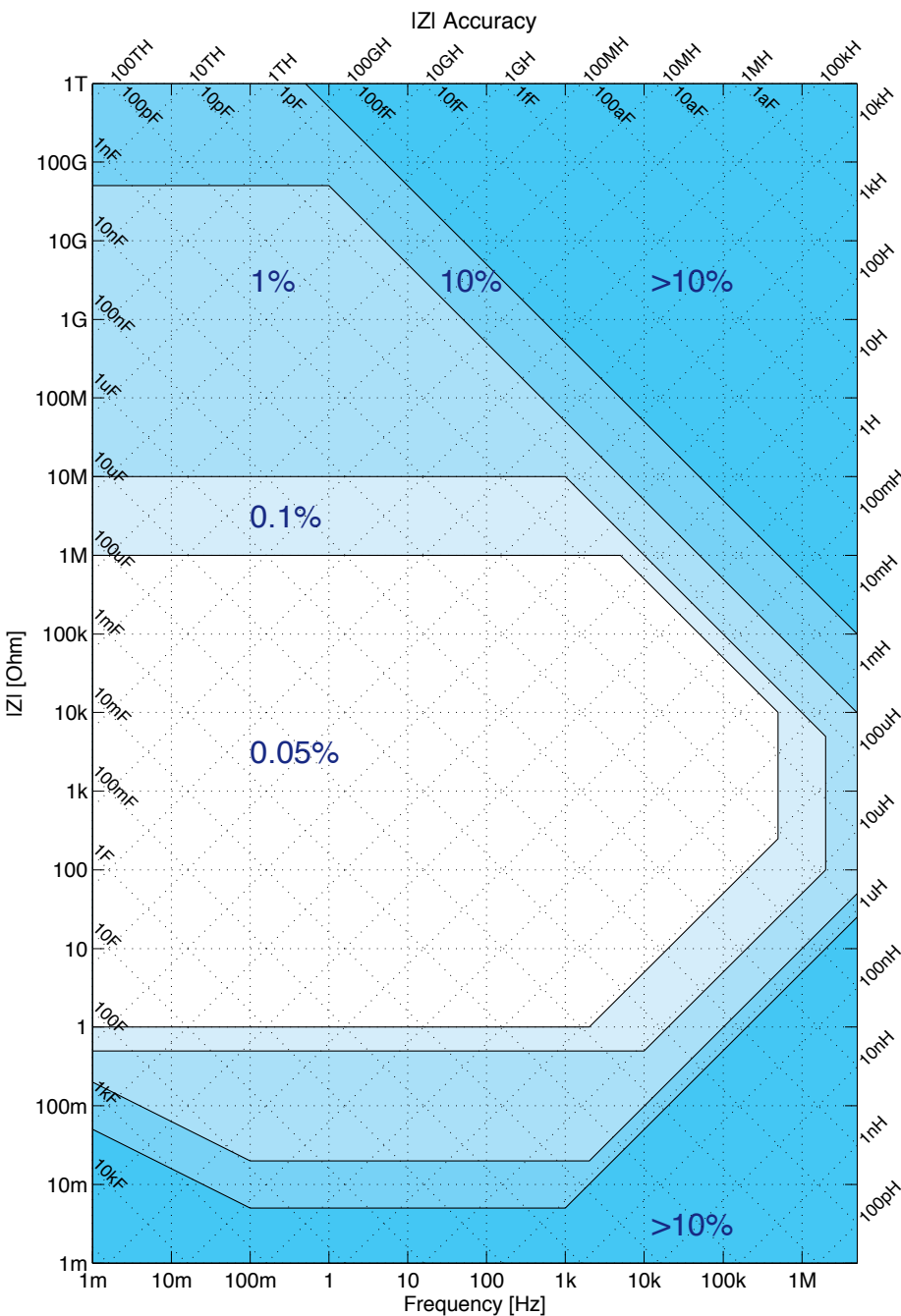
Die Messung hoher Impedanzen bei Frequenzen nahe der Netzfrequenz kann sehr anspruchsvoll sein. Eine entsprechende Probenabschirmung in Kombination mit einem Tiefpassfilter und der Möglichkeit zum Batteriebetrieb liefern dabei die genauesten Ergebnisse.

Wiederholgenauigkeit und Betriebsbereitschaft

Temperaturänderungen des Gerätes können die Startzeit und die Wiederholgenauigkeit von Messungen stark einschränken. Der MFIA zeigt für beide Aspekte ein exzellentes Verhalten, wie aus dem Reaktanzdiagramm unten und dem Start-up-Driftdiagramm auf der nächsten Seite ersichtlich ist. Die ersten Messungen können bereits 25 s nach dem Einschalten des Gerätes durchgeführt werden.

Betrieb bei zwei Frequenzen

Die MF-MD-Option erweitert das Gerät um eine zweite vollständige 4-Terminal-Messeinheit und ermöglicht es dem Benutzer, sein Messobjekt bei 2 Frequenzen gleichzeitig zu untersuchen. Wenn regelmäßig Messungen bei mehreren Frequenzen durchgeführt werden, kann diese Funktion dazu beitragen, den Aufbau zu vereinfachen und die Messungen um den Faktor 2 zu beschleunigen.



Die Reaktanzdiagramme zeigen die Messgenauigkeit und den Temperatur-Drift für unterschiedliche Messbereiche vom MFIA.

Spezifikationen

Allgemeine Parameter

Dimensionen	28.3 × 23.2 × 10.2 cm 11.1 × 9.2 × 4 in
Gewicht	3.8 kg; 8.4 lbs
Stromversorgung	AC: 100–240 V; DC: 12 V, 2 A
Schnittstelle	USB 2.0, LAN 1GbE

Grundspezifikationen

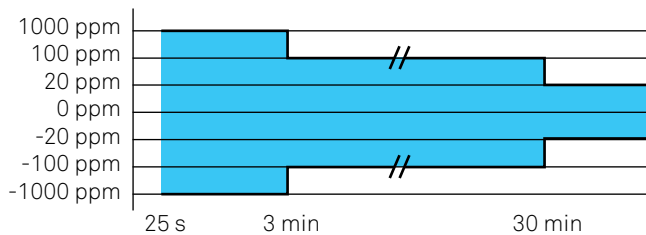
Frequenzbereich	DC bis 5 MHz
Frequenzauflösung	1 µHz
Typische Genauigkeit	0.05% (1 mHz to 500 kHz)
Typische Temp.-stabilität	<200 ppm/K
Testsignalspannung	0 V to 2.1 V _{rms}
Bandbreite	276 µHz to 206 kHz
DC Bias-Spannung	2T: ±10 V, 4T: ±3 V
Kompensation	SO, SOL, LLL, SL, L, OL

Messparameter, Bereich und typ. Genauigkeit

Impedanz Z	1 mΩ to 1 TΩ, 0.05%
Komplexer Leitwert Y	100 pS to 1 kS, 0.05%
Spannung V	0 V to 3 V, 1%
Strom I	0 mA to 10 mA, 2%
Phase $\theta_Z, \theta_Y, \theta_V, \theta_I$	±180 deg, 10 µdeg Auflösung
Widerstand R _s , R _p	1 mΩ to 1 TΩ, max(10 µΩ, 0.05%) ¹
Kapazität C _s , C _p	10 fF to 1 F, max(10 fF, 0.05%) ¹
Induktivität L _s , L _p	100 nH to 1 H, max(10 nH, 0.05%) ¹
DC Widerstand R _{DC}	1 mΩ to 1 TΩ, 2%
Blindwiderstand X	1 mΩ to 1 TΩ, 0.05%
Leitfähigkeit G, Suszeptanz B	1 nS to 1 kS, max(100 nS, 0.05%)
Verlustkoeffizient D	10 ⁻⁵ to 100'000
Q Faktor	10 ⁻⁵ to 100'000

¹Die Genauigkeit wird bei einem dominanten Parameter des Ersatzschaltbildes erreicht.

Einschaltdrift



LabOne Sweeper

Sweeper Parameter	Frequenz, Signalampl., Bias-Spannung, etc.
Messpunkte	2 to 100'000
Sweeper Auflösung	frei wählbar, definiert durch Startwert, Stoppwert und Anzahl der Messpunkte
Anzeigeparameter	Z _X , Z _Y , Z _R , Z _θ , V _X , V _Y , V _R , V _θ , I _X , I _Y , I _R , I _θ , Modellparameter 1/2, Frequenz, Aux. Input
Anzeigeoptionen	Inline-Plot, Dual-Plot (z.B. für Bode-Plots), Multitrace
Applikationsarten	Impedanz, FRA, 3-omega, etc.
Sweep-Modus	sequentiell, binär, bidirektional, invertiert
Messbereich	logarithmisch oder linear
Sweep Geschwindigkeit	20 ms/pt für f > 10 kHz

Zusätzliche Tools und Funktionen

LabOne Toolset	Numerische Anzeige, Spektrumanalyzer, Plotter, DAQ Modul, Oszilloskop
APIs	C, MATLAB®, LabVIEW®, Python, .NET
Modes	2-Terminal, 4-Terminal
Confidence Indicator	Suppression, compensation, open, underflow, overflow
Eingangsbereichregler	auto, Impedanz, manuell
Testsignalamplitude	auto, manuell
Bandbreitenregler	auto, manuell
Ersatzschaltbild	R _p C _p , R _p L _p , R _s +C _s , R _s +L _s , G-B, D-C _s , Q-C _s , D-L _s , Q-L _s
DCR Messungen	ja
Probeaufnahme	ja
Kompatibilität	

Upgrade-Optionen und Zubehör

Option	Beschreibung
MFITF	Die Probeaufnahme zeigt minimale parasitäre Effekte und wird mit 12 Prüflingsträger geliefert.
MF-MD	Die Option Multi-Demodulator erlaubt ein DUT bei einer zweiten Frequenz im 4-Terminal-Modus zu analysieren.
MF-DIG	Digitizer Option erweitert das Oszilloskop um einen zweiten Kanal, kontinuierliches Streaming und Cross-Domain-Triggerring.