

Verwendete Geräte der Versuche 350 bis 355

1 Keithley 2100

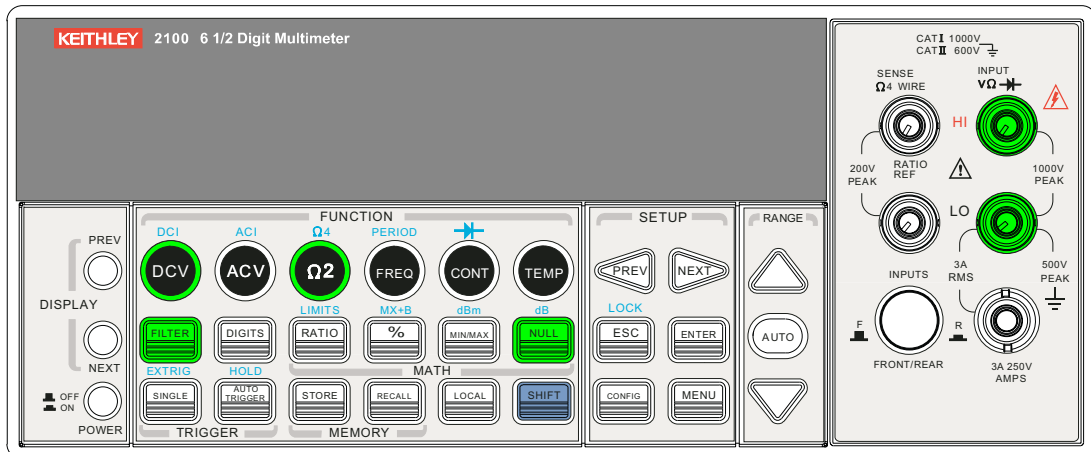


Abbildung 1: Front Panel des Digital Multimeters Keithley 2100, Quelle: User’s Manual 2100-900-01 Rev. B / July 2007. Die für die Messung von Gleichspannungen und Widerständen wichtigsten Anschlüsse und Tasten sind grün hervorgehoben.

Tabelle 1: Auszug aus dem [Datenblatt](#) des verwendeten KEITHLEY 2100 Multimeters.

Messgröße	Spezifikationen			additive Messunsicherheiten	
	Messbereich	Auflösung	Strom	vom Ablesewert	vom Messbereich
Widerstand	100 Ω	100 μΩ	1 mA	0.015 %	0.005 %
	1 kΩ	1 mΩ	1 mA	0.015 %	0.002 %
	10 kΩ	10 mΩ	100 μA	0.013 %	0.002 %
	100 kΩ	100 mΩ	10 μA	0.015 %	0.002 %
	1 MΩ	1 Ω	5 μA	0.017 %	0.002 %
	10 MΩ	10 Ω	500 nA	0.045 %	0.002 %
	100 MΩ	100 Ω	500 nA	1.000 %	0.020 %

Messgröße	Spezifikationen			additive Messunsicherheiten	
	Messbereich	Auflösung	R_{Eingang}	vom Ablesewert	vom Messbereich
DC-Spannung	100 mV	0.1 μV	> 10 GΩ	0.0055 %	0.0040 %
	1 V	1.0 μV	> 10 GΩ	0.0045 %	0.0008 %
	10 V	10 μV	> 10 GΩ	0.0038 %	0.0006 %
	100 V	100 μV	10 MΩ	0.0050 %	0.0007 %

Für Messungen von Spannungen und Widerständen mit dem Keithley 2100 Multimeter (Abb. 1) nutzen Sie die beiden Buchsen **HI** und **LO** rechts oben am Front Panel. Gleichspannungen werden mit der Taste **DCV**, Widerstände mit der Taste **Ω2** gemessen. Für 4-Draht-Messungen werden *zusätzlich* noch die beiden Buchsen rechts oben benötigt (SENSE Ω4 WIRE),

die Umschaltung der Anzeige erfolgt mit der Tastenkombination **SHIFT + Ω4**. Mit der Taste **NULL** wird der aktuell gemessene Wert numerisch auf 0 gesetzt ⇒ diese Funktion kann also genutzt werden, um einen eventuell vorhandenen Offset abzuziehen. Mit der Funktion **FILTER** lassen sich schnelle (hochfrequente) Schwankungen herausfiltern.

2 Metrix MX22

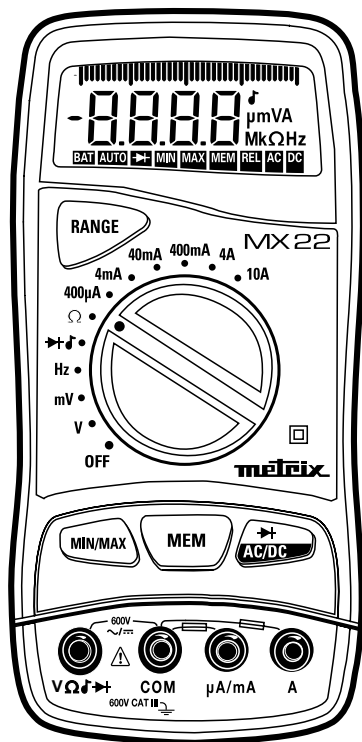


Abbildung 2: Digitalmultimeter Metrix MX22.

Tabelle 2: Auszug aus dem [Datenblatt](#) des verwendeten Metrix MX22 Multimeters.

Messgröße	Spezifikationen			additive Messunsicherheiten	
	Messbereich	Auflösung	R_{Eingang}	vom Ablesewert	Digits
DC-Spannung	40 mV	0.01 mV	1.5 MΩ	0.8 %	4
	400 mV	0.1 mV	40 MΩ	0.3 %	2
	4 V	1 mV	≥ 8 MΩ	0.3 %	2
	40 V	10 mV	≥ 8 MΩ	0.3 %	2
Messgröße	Spezifikationen			additive Messunsicherheiten	
	Messbereich	Auflösung	Buchse	vom Ablesewert	Digits
DC-Strom	400 μA	0.1 μA	μA/mA	1.0 %	3
	4 mA	0.001 mA	μA/mA	1.0 %	3
	40 mA	0.01 mA	μA/mA	1.0 %	3
	400 mA	0.1 mA	μA/mA	1.0 %	3
	4 A	1 mA	A	1.5 %	7

3 Hameg HM8030 und HM8040

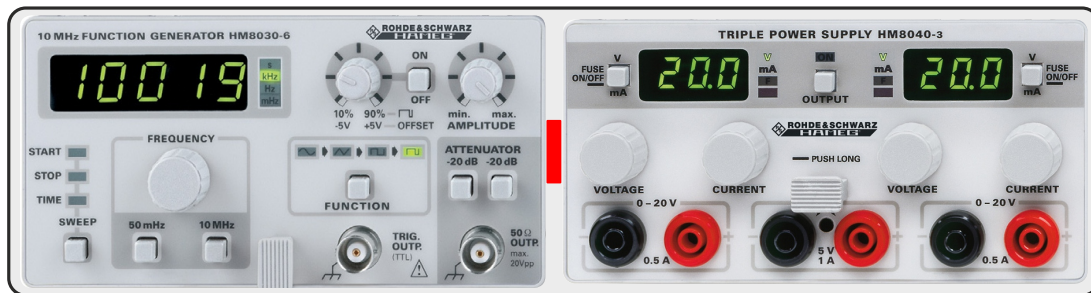


Abbildung 3: Front Panel des Frequenzgenerators HM8030 (links) sowie der DC-Spannungsversorgung HM8040 (rechts) von Hameg. Beide Module sind in ein Gehäuse eingebaut, der An/Aus Schalter ist die in der Mitte befindliche rote Taste.

Frequenzgenerator HM8030: Die Drehknöpfe **AMPLITUDE** und **FREQUENCY** sind selbsterklärend. Unmittelbar unter dem **FREQUENCY**-Drehknopf befinden sich 2 Tasten, mit denen man in die nächstniedrigere bzw. nächsthöhere Größenordnung von f gelangt. Für die meisten Anwendungen im Praktikum schließen Sie Ihr BNC-Kabel an die **rechte BNC-Buchse** des Frequenzgenerators an (**50 Ω OUTPUT**). Die Ausgangsamplitude kann hier zusätzlich noch über **-20 dB ATTENUATOR** abgeschwächt werden. Die Pulsform (\sim , \sphericalangle , \square) wird im Panel **FUNCTION** gewählt. Im Gegensatz dazu liefert die linke BNC-Buchse des Frequenzgenerators (**TRIGGER OUTPUT**) immer eine Rechteck-Spannung.

DC-Spannungsversorgung HM8040: Beim Einschalten sind die Ausgänge immer ausgeschaltet. Dies dient der Sicherheit der angeschlossenen Verbraucher. Es sollte immer zuerst die benötigte Ausgangsspannung eingestellt werden. Danach werden die Ausgänge mit der Taste **OUTPUT** zugeschaltet. Das mittige Buchsenpaar liefert eine feste Spannung von 5 V. Die beiden anderen Buchsenpaare liefern die separat zwischen 0 und 20 V einstellbaren Spannungen.

4 Agilent 33210A



Abbildung 4: Front Panel des Funktionsgenerators Agilent (bzw. Keysight) 33210A, entnommen aus dem Datenblatt. Der BNC-Ausgang ist mit **Output** beschriftet. Die mit **Sync** bezeichnete BNC-Buchse gibt ein Rechteck-Signal synchron zur eingestellten Grundfrequenz aus. Die **Output**-Taste muss gedrückt werden und grün leuchten, um den Ausgang zu aktivieren.

Mit dem Agilent (bzw. Keysight) 33210A (Abb. 4) steht Ihnen ein leistungsfähiger Funktionsgenerator zur Verfügung (Frequenzen bis 10 MHz, beliebige Pulsformen, Rauschen, Modulation, Ansteuerung über USB mittels LabVIEW möglich, ...). Für die meisten Anwendungen im Praktikum schließen Sie Ihr BNC-Kabel an die **rechte BNC-Buchse** des Frequenzgenerators an (**50 Ω Output**). Im Gegensatz dazu liefert die linke BNC-Buchse des Frequenzgenerators (**Sync**) immer eine Rechteck-Spannung, gleichbedeutend mit dem **Trigger Output** des HM8030 Frequenzgenerators von Hameg.

5 Hameg HM1508

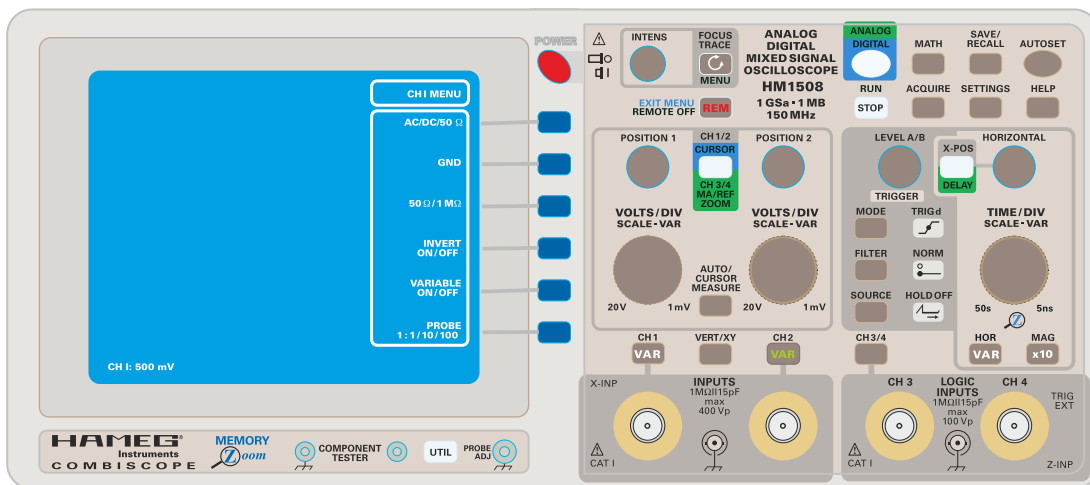


Abbildung 5: Front Panel des Oszilloskops Hameg HM1508, entnommen aus dem Handbuch 150 MHz Mixed Signal CombiScope (Deutsch).

Mit dem Oszilloskop Hameg HM1508 (Abb. 5) können 2 Kanäle (**CH 1** und **CH 2**) gleichzeitig dargestellt werden. Für die Umschaltung zwischen AC-Kopplung (d.h., Gleichspannungsanteile werden mittels Hochpass herausgefiltert) und DC-Kopplung (d.h., Wechselspannungs- und Gleichspannungsanteile werden ungefiltert angezeigt) benutzen Sie die Taste **VAR** oberhalb der BNC-Eingangsbuchse des entsprechenden Kanals und nehmen dann die Einstellungen im On-Screen Menü mit Hilfe der blauen Tasten vor. Mit der Taste **VERT/XY** kann man im On-Screen Menü die Bandbreite auf 20 MHz stellen, um hochfrequentes Rauschen zu unterdrücken.

5.1 National Instruments NI BNC-2120

Analog-Digital-Wandler (ADW bzw. ADC für *analog-to-digital converter*) setzen analoge Eingangssignale in digitale Daten um. Digital-Analog-Wandler (DAW bzw. DAC für *digital-to-analog converter*) sind das Gegenstück und setzen digitale Daten in quasi-analoge Signale um.

Die BNC-Anschlussbox NI BNC-2120 (Abb. 6) dient in Kombination mit einem angeschlossenen PC der Messwerterefassung und Analog-Digital-Wandlung. Mittels LabVIEW lassen sich diese Anschlüsse komfortabel auslesen, die erhaltenen Signale können vielfältig analysiert und weiterverwendet werden.

Das gesamte Datenerfassungssystem (inkl. I/O-Karte im PC) hat eine limitierte Abtastrate (engl.: *sampling frequency*), sodass Sie hier mit LabVIEW Signalfrequenzen bis 100 kHz messen können, höher Frequenzen jedoch nicht (Stichwort: *Aliasing*).

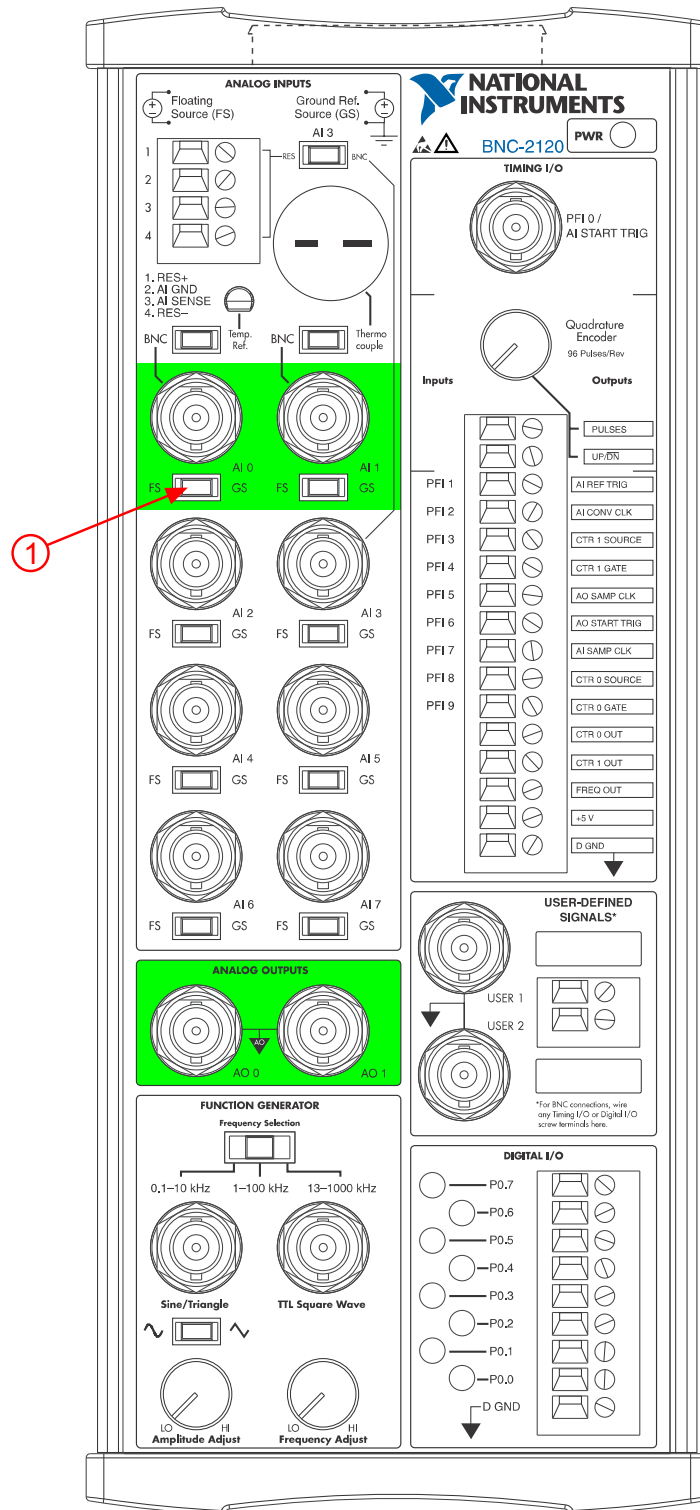


Abbildung 6: National Instruments (NI) BNC-2120, entnommen aus dem Installation Guide. Häufig benötigte BNC-Buchsen sind grün hinterlegt. Alle acht analogen Eingänge (AI 0 bis AI 7) haben einen Wahlschalter ① für Floating Source (FS) oder Ground Referenced Source (GS).