

E 11 „Phasenbeziehungen und RC-Filter“

Aufgaben

1. Phasenbeziehungen in Reihenschaltkreisen

- a. Messen Sie die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung in einer RLC-Reihenschaltung als Funktion der Frequenz. Führen Sie die Messung mit dem Zweikanal-Oszilloskop einmal in der Zeitdarstellung und einmal in der XY-Darstellung mit Hilfe von Lissajous-Figuren durch.
- b. Messen Sie die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung für eine RC- und eine RL-Reihenschaltung als Funktion der Frequenz mittels Lissajous-Figuren.
- c. Stellen Sie die Phasenwinkel für die drei Schaltungen in einem gemeinsamen Diagramm als Funktion der Frequenz graphisch dar.
- d. Berechnen Sie die Induktivität der Spule durch Fit der Theoriekurve an die Daten der RL-Reihenschaltung sowie aus der Resonanzfrequenz der RLC-Reihenschaltung.

2. Untersuchung eines RC-Tiefpasses

- a. Messen Sie die Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung eines RC-Tiefpasses bei konstanter Eingangsspannung mit einem Zweikanal-Oszilloskop.
- b. Stellen Sie die Übertragungsfunktion graphisch dar und ermitteln Sie daraus die Grenzfrequenz des Filters.
- c. Messen Sie bei der Grenzfrequenz die Phasenverschiebung zwischen Ausgangs- und Eingangsspannung mit dem Zweikanal-Oszilloskop.

Literatur

Physikalisches Praktikum, 14. Auflage, Hrsg. W. Schenk, F. Kremer, Elektrizitätslehre, 3.0.2, 3.0.3, 3.1, 3.2
Gerthsen Physik, D. Meschede, 24. Auflage, 8.3.3

Schwerpunkte zur Vorbereitung

- Funktionen eines Oszilloskops
- Kapazitiver und induktiver Widerstand, Frequenzabhängigkeit, Phasenverschiebung, Reihen- und Parallelschaltung
- RC-, RL- und RCL-Reihenschaltung, Frequenzabhängigkeit des Widerstandes und des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung
- Ortskurvendarstellung in der komplexen Zahlenebene
- Hoch- und Tiefpass (Filter), Frequenzverhalten, Übertragungsfunktion
- Lissajous-Figur
- Kirchhoffsche Regeln, Ohmsches Gesetz

Geräte und Zubehör

Oszilloskop Hameg HM303

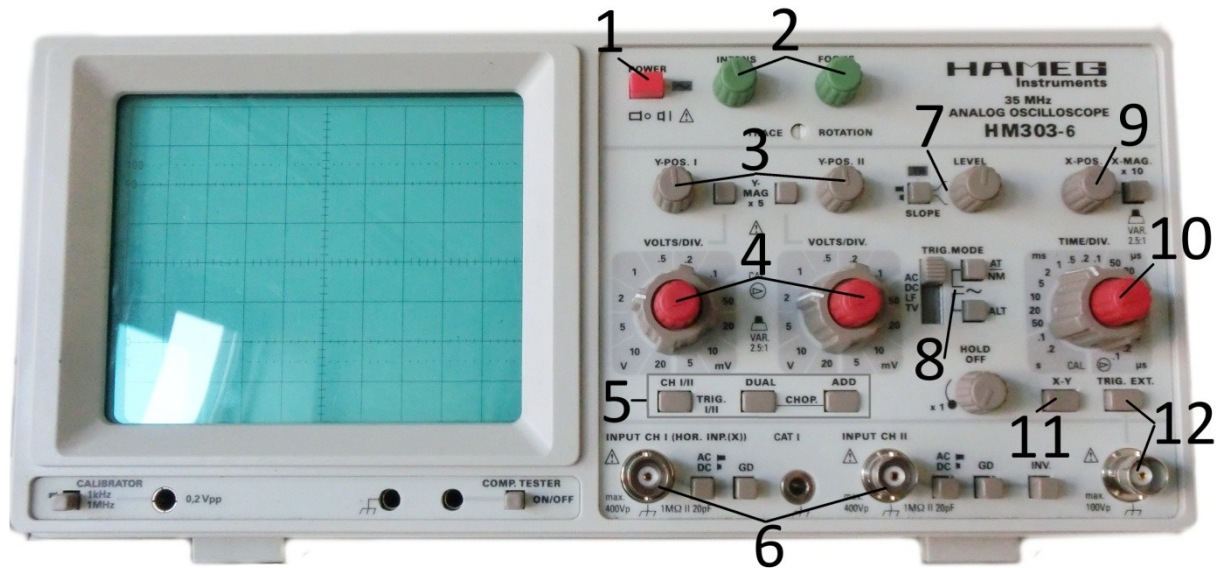


Abb. 1 Frontansicht des Oszilloskops HM303-6

Tabelle zu den Bedienelementen aus Abbildung 1.

1	Netzschalter mit Netzanzeige.
2	Einstellregler für Intensität und Fokus des Elektronenstrahls.
3	Positionsverstellung entlang der Y-Achse für Kanal 1 (links) und Kanal 2 (rechts) mit Tastern (x5) für 5-fache Verstärkung der Ablenkung.
4	Einstellung der Ablenkung des Elektronenstrahls in Volt pro Division (Rasterabstand) für beide Kanäle mit Feineinstellung über die roten Drehregler. Bei Rechtsanschlag der Drehregler gilt der eingestellte Volt/Div.-Wert.
5	Einstellung für die Darstellung von Kanal 1 und 2. -CHI/II Umschaltung zwischen den Kanälen (DUAL und ADD nicht gedrückt) -DUAL Anzeige beider Kanäle (Trigger auf CHI/II zwischen den Kanälen wählbar; wenn ADD gedrückt, Darstellung im "Chopper"-Betrieb) -ADD Darstellung der Summe der Kanäle (nur bei CHI/II und DUAL nicht gedrückt)
6	Eingänge für Kanal 1 und 2. Ausführung als BNC-Buchse mit Bajonettverschluss; dabei sollte am inneren Pol die zu messende Spannung anliegen und am äußeren das Vergleichspotential (Masse). Die äußeren Pole sind mit dem PE-Leiter der Versorgungsspannung und somit miteinander verbunden. Der Schalter (AC/DC) dient zur Wahl zwischen Wechsel- und Gleichspannungskopplung und der Schalter GND legt den Eingang auf Masse.
7	Einstellungen für die Flanke (Slope) und den Spannungswert (Level) des Triggers.
8	Einstellungen für die Kopplung und den Modus des Triggers.
9	Positionsverstellung entlang der X-Achse mit Taster (X-MAG) für eine 10-fache Verstärkung der Ablenkung.
10	Einstellung für die Zeitablenkung in Zeit pro Division mit Feineinstellung über den roten Drehregler. Bei Rechtsanschlag des Drehreglers gilt der eingestellte Zeit/Div.-Wert
11	Umschaltung zwischen Darstellungsarten: Spannung über Zeit sowie Spannung (Kanal 2) über Spannung (Kanal 1).
12	Anschluss und Umschalter zur Nutzung eines externen Triggersignals.

Funktionsgenerator Toellner TOE7402

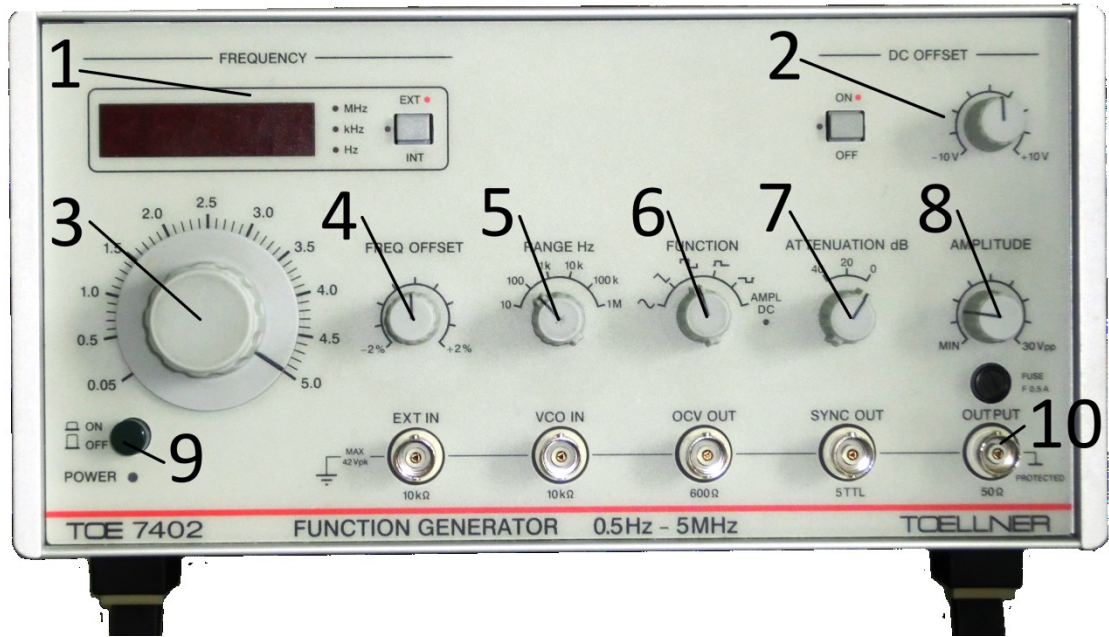


Abb. 2 Frontansicht des Funktionsgenerators TOE7402

Tabelle zu den Bedienelementen in Abbildung 2.

1	Frequenzanzeige mit Umschalter zwischen internem Generator oder einer an EXT IN angeschlossenen Quelle.
2	Einstellung eines Gleichspannungsoffsets.
3	Frequenzeinstellung grob.
4	Frequenzeinstellung fein ($\pm 2\%$ vom Grobwert).
5	Einstellung des Frequenzbereichs.
6	Auswahl der Signalform.
7	Einstellung der Dämpfung des Ausgangssignals.
8	Einstellung der Amplitude des Ausgangssignals.
9	Netzschalter
10	Ausgangsbuchse (BNC). Der Generator ist eine reale Spannungsquelle mit einem Innenwiderstand von 50Ω .

Versuchsschaltung

1	Widerstand
2	Spule
3	Kondensator

Anschlussmöglichkeiten über 4 mm Laborbuchsen.

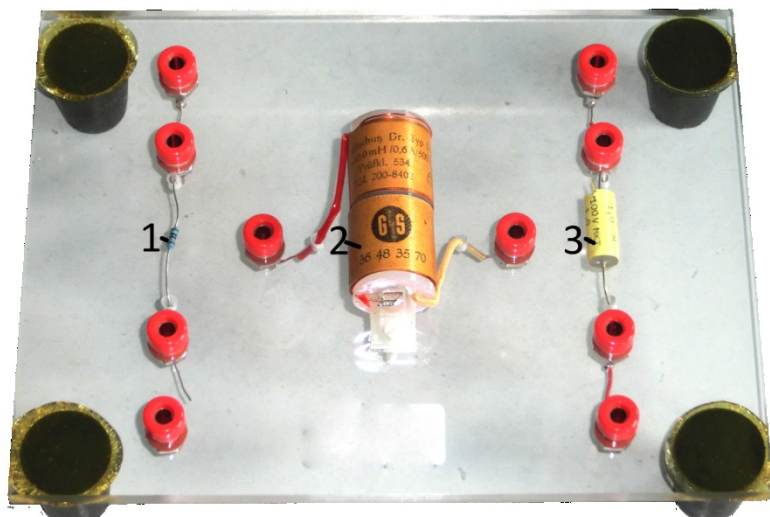


Abb. 3 Steckplatine für Versuchsschaltungen

Zähler Hameg HM 8021

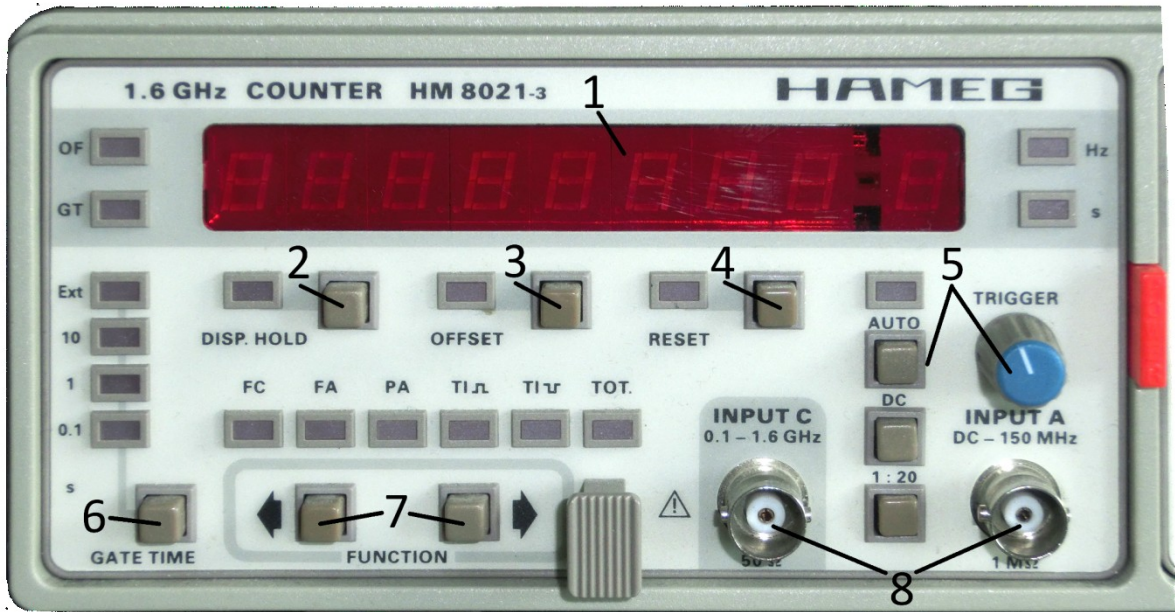


Abb. 4 Frontansicht des Zählers HM 8021

1	LED- Display zur Anzeige des Messwerts mit LED zur Anzeige der Einheit
2	Schalter mit Indikator-LED zum Halten des angezeigten Messwerts
3	Schalter mit Indikator-LED zum Festlegen eines Offsets (für Differenzmessung)
4	Schalter mit Indikator-LED zum Zurücksetzen der Anzeige
5	Triggeroptionen: Schalter zur Wahl des Modus (Automatisch / Manuell), Schalter für die Signalkopplung (AC/DC), Schalter für die Abschwächung des Messsignals um den Faktor 1:20, Drehregler zur Wahl des Triggerpegels.
6	Schalter zur Auswahl der Torzeit, also der Zeit, in der das Signal zur Auswertung erfasst wird. Indikator-LED für die ausgewählte Torzeit.
7	Auswahl der Funktion mit Indikator-LED zur Anzeige der gewählten Funktion. (FC: Frequenz von Eingang C, FA: Frequenz von Eingang A, PA: Periodendauer von Eingang A, TI ⁺ : Pulsweite positiv, TI ⁻ : Pulsweite negativ, TOT.: Impulszählung)
8	Eingang A (DC-150 MHz) und Eingang C (0,1-1,6 GHz). Ausführung als BNC-Buchse mit Bajonettverschluss; dabei sollte am inneren Pol die zu messende Spannung anliegen und am äußeren das Vergleichspotential (Masse). Die äußeren Pole sind mit dem PE-Leiter (Erdpotential) der Versorgungsspannung verbunden.

Kabel

Zum Anschließen der Schaltungen an das Oszilloskop und den Funktionsgenerator, sowie zur direkten Verbindung der Geräte untereinander stehen zwei Typen von Verbindungskabeln zur Verfügung.

Geräte mit BNC-Buchsen können direkt über BNC-Kabel (A) miteinander verbunden werden. Die Schaltungen hingegen werden typischerweise auf Steckbrettern realisiert, auf denen nur Laborbuchsen vorhanden sind. Zum Anschluss an die Messgeräte dienen die Adapterkabel (B) und (C) mit BNC-Steckern an einem und 4 mm Laborsteckern am anderen Ende. Im Fall der Variante B ist die Signalleitung mit dem größeren Stecker und die Masse mit dem kleineren, an der Seite herausgeführten, Stecker verbunden; im Fall der Variante C ist die Signalleitung mit dem roten und die Masse mit dem schwarzen Laborstecker verbunden.



Abb. 4 Kabel mit BNC-Anschluss