

HOCHSCHULE ALBSTADT-SIGMARINGEN
STUDIENGANG TECHNISCHE INFORMATIK

Praktikum Elektrotechnik

Versuch 3

Grundlagen Messtechnik

24. November 2018

Inhaltsverzeichnis

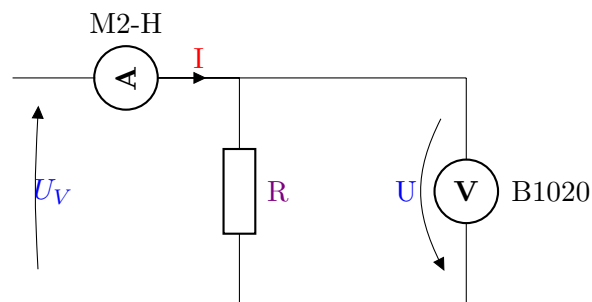
1	Ohmsches Gesetz	3
1.1	Bestätigen Sie den Zusammenhang $R = U/I$ (Ohmsche Gesetz)	3
1.1.1	Messaufgaben	3
1.1.2	Auswertung	4
2	Eigenschaften von Messgeräten	5
2.1	Rechenaufgaben und Erklärungen	5
2.1.1	Spannungsmesser	5
2.1.2	Strommesser (Amperemeter)	6
2.1.3	Spannungsrichtige Messung	6
2.1.4	Aufgabe:	7
2.1.5	Stromrichtige Messung	7
2.2	Spannungsrichtiges Messen bei Strom- Spannungs- Messung	7
2.2.1	Messaufgaben	8
2.2.2	Auswertung	8
2.3	Stromrichtiges Messen bei gleichzeitiger Strom- Spannungs- Messung	9
2.3.1	Messaufgaben	9
2.3.2	Auswertung	10
2.4	Einfluss des Messgeräteinnenwiderstandes auf die Messgenauigkeit	10
2.4.1	Messaufgaben	11
2.4.2	Auswertung	11
2.5	Kurvenformfehler bei Messgeräten	12
2.5.1	Messaufgaben	12
2.5.2	Auswertung	13
3	Kennwerte harmonischer Wechselgrößen	14
3.1	Rechenaufgaben	14
3.1.1	Aufgabe 1:	14
3.2	Speisung eines ohmschen Verbrauchers mit einer Sinusspannung	14
3.2.1	Messaufgaben	15
3.2.2	Auswertung	15
3.3	Speisung eines kapazitiven Verbrauchers mit einer Sinusspannung	16
3.3.1	Messaufgaben	16
3.3.2	Auswertung	17
3.4	Bestimmen der Größe eines Kondensators anhand der Auf- bzw. Entladekurve	17
3.4.1	Messaufgaben	18
3.4.2	Auswertung	18

1 Ohmsches Gesetz

1.1 Bestätigen Sie den Zusammenhang $R = U/I$ (Ohmsche Gesetz)

Messaufbau:

- 1 Widerstand $R = 1\text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand $R = 47\text{ }\Omega$
- 1 Multimeter Typ M2-H
- 1 Multimeter Typ B1020



1.1.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1

Aufgabe: Nehmen Sie zwei Messreihen für $R = 47\text{ }\Omega$ und $R = 1\text{ k}\Omega$ zur Bestimmung des Zusammenhanges $R = \frac{U}{I}$ mit dem Messgerät M2-H auf.

Durchführung: Schaltung aufbauen. Die Spannung U durch Einstellung der Versorgungsspannung U_V in Schritten von z.B. 1 V erhöhen und die Messwerte U und I protokollieren.

Ergebnisse:

Tabelle 1.1: Messwertetabelle zur Messaufgabe 1.1.M1

47 Ω			1 k Ω		
U [V]	I [mA]	$\frac{U}{I}$ [$\frac{V}{A}$]	U [V]	I [mA]	$\frac{U}{I}$ [$\frac{V}{A}$]

1.1.2 Auswertung

Aufgabe 1:

Stellen Sie die Messreihen für $I = f(U)$ und $R = \textit{konstant}$ aus Messaufgabe 1 graphisch dar. Ermitteln Sie daraus für jeweils 2 Kurvenpunkte den Proportionalitätsfaktor m . Geben Sie die Funktionsverläufe in der Form von $I = m \cdot U$ an.

Aufgabe 2:

Wie ist der Proportionalitätsfaktor zu interpretieren ?

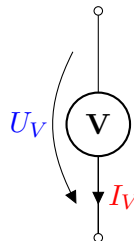
2 Eigenschaften von Messgeräten

2.1 Rechenaufgaben und Erklärungen

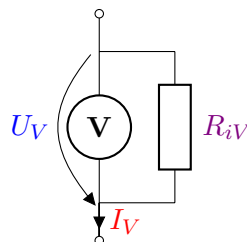
2.1.1 Spannungsmesser

Mit einem **Multimeter**, einem der einfachsten elektrischen Messgeräte, können i.d.R. mehrere elektrische Größen gemessen werden. Gleichspannung (DC), Gleichstrom, Wechselspannung (AC), Wechselstrom und Widerstand.

Idealer Spannungsmesser Ein idealer Spannungsmesser zeigt genau den Wert U_V an. Der Innenwiderstand des Messgeräts ist unendlich hoch. Dadurch: $I_V = 0$



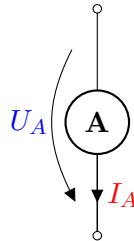
Realer Spannungsmesser Ein realer Spannungsmesser zeigt genau den Wert U_V an. Der Innenwiderstand des Messgeräts ist R_{iV} .



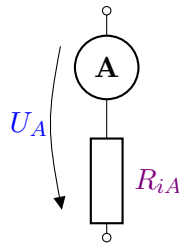
Aufgabe: Wie groß ist der Innenwiderstand eines Voltmeters, wenn in das Voltmeter ein Strom von $I_V = 1 \mu\text{A}$ fließt und ein Wert von 1 V angezeigt wird?

2.1.2 Strommesser (Amperemeter)

Idealer Strommesser Ein Idealer Strommesser zeigt genau den Wert I_A an. Der Innenwiderstand des Messgerätes ist null.

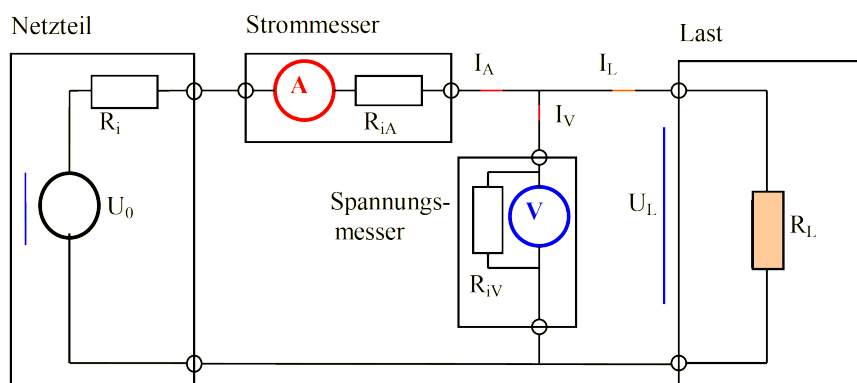


Realer Strommesser Ein realer Strommesser zeigt genau den Wert I_A an. Der Innenwiderstand des Messgeräts ist R_{iA} .



Aufgabe: Wie groß ist der Innenwiderstand eines Amperemeters, wenn über dem Amperemeter eine Spannung von $U_A = 100 \text{ mV}$ abfällt und ein Wert von 50 mA angezeigt wird?

2.1.3 Spannungsrichtige Messung



Messfehler Die Spannung U_L an der Last wird mit dem Spannungsmesser korrekt gemessen und angezeigt. Dagegen zeigt der Strommesser nicht den Strom I_L in die Last an, sondern

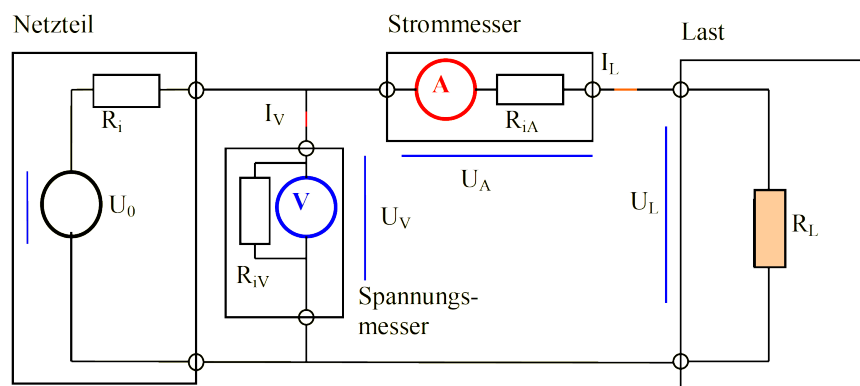
$$I_A = I_L + I_V$$

Der zusätzliche Strom I_V kann aus dem angezeigten Wert U_L und aus R_{iV} bestimmt werden, womit auf den eigentlich interessierenden Strom I_L zurückgerechnet werden kann.

2.1.4 Aufgabe:

Das Netzteil hat einen Innenwiderstand $R_i = 1\ \Omega$. Die Innenwiderstände der Messgeräte sind $R_{iA} = 100\ \Omega$ und $R_{iV} = 1\ \text{M}\Omega$. Die angezeigten Messwerte sind $U_L = 4,95\ \text{V}$ und $I_A = 500\ \mu\text{A}$. Berechnen Sie I_L , R_L und U_0 .

2.1.5 Stromrichtige Messung



Messfehler Der Strom I_L durch die Last wird mit dem Strommesser korrekt gemessen und angezeigt. Dagegen zeigt der Spannungsmesser nicht die korrekte Spannung U_L an der Last an, sondern

$$U_V = U_L + U_A$$

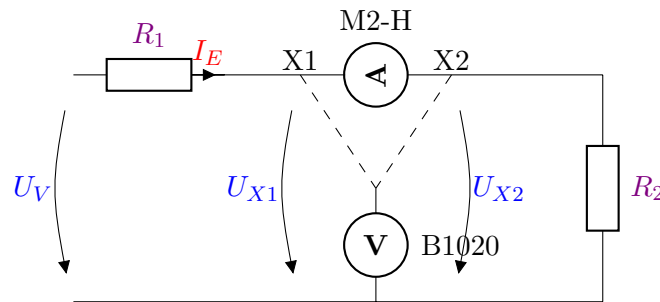
Die zusätzliche Spannung U_A kann aus dem angezeigten Wert I_L und aus R_{iA} bestimmt werden, womit die eigentlich interessierende Spannung U_L berechnet werden kann.

Aufgabe: Das Netzteil hat einen Innenwiderstand $R_i = 1\ \Omega$. Die Innenwiderstände der Messgeräte sind $R_{iA} = 1\ \Omega$ und $R_{iV} = 1\ \text{M}\Omega$. Die angezeigten Messwerte sind $U_L = 4,8\ \text{V}$ und $I_L = 100\ \mu\text{A}$. Berechnen Sie U_L , R_L und U_0 .

2.2 Spannungsrichtiges Messen bei Strom- Spannungs- Messung

Messaufbau:

- 1 Widerstand $R_1 = 47\ \Omega$
- 1 Widerstand $R_2 = 100\ \Omega$
- 1 Multimeter Typ M2-H
- 1 Multimeter Typ B1020



2.2.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1

Aufgabe: Messen und protokollieren Sie die Spannungswerte U_{X1} und U_{X2} , sowie die Stromwerte I_{X1} und I_{X2} bei Spannungsmessung an den Messpunkten X1 und X2.

Durchführung: Messschaltung aufbauen. Betriebsspannung $U_V = 6\text{ V}$ einstellen.

Ergebnisse:

Tabelle 2.1: Messwertetabelle zur Messaufgabe 2.2.M1

$U_{X1}[\text{V}]$	
$U_{X2}[\text{V}]$	
$I_{X1}[\text{mA}]$	
$I_{X2}[\text{mA}]$	

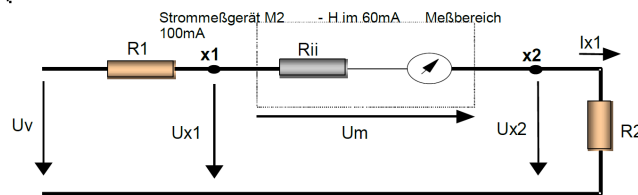
2.2.2 Auswertung

Aufgabe 1:

An welchem Messpunkt wird bezogen auf den Widerstand R_2 spannungsrichtig gemessen?

Aufgabe 2:

Berechnen Sie den Innenwiderstand R_I des Multimeters M2-H im Strommessbereich 60 mA anhand der Messwerte.

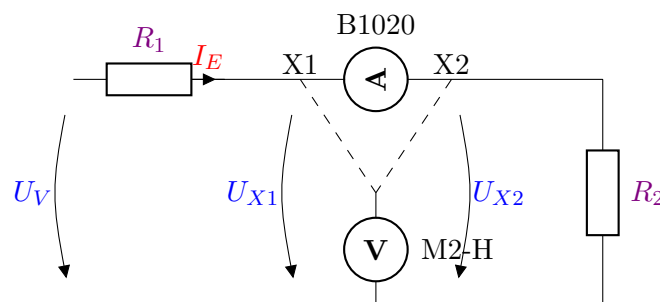


M2 - H

2.3 Stromrichtiges Messen bei gleichzeitiger Strom- Spannungs- Messung

Messaufbau:

- 1 Widerstand $R_1 = 10\text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand $R_2 = 33\text{ k}\Omega$
- 1 Spannungsmessgerät Typ M2-H
- 1 Strommessgerät Typ B1020



2.3.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1

Aufgabe: Messen und protokollieren Sie die Spannungswerte U_{X1} und U_{X2} , sowie die Stromwerte I_{X1} und I_{X2} bei Spannungsmessung an den Messpunkten X1 und X2.

Durchführung: Messschaltung aufbauen. Betriebsspannung $U_V = 6\text{ V}$ einstellen

Ergebnisse:

Tabelle 2.2: Messwertetabelle zur Messaufgabe 2.3.M1

U_{X1} [V]	
U_{X2} [V]	
I_{X1} [mA]	
I_{X2} [mA]	

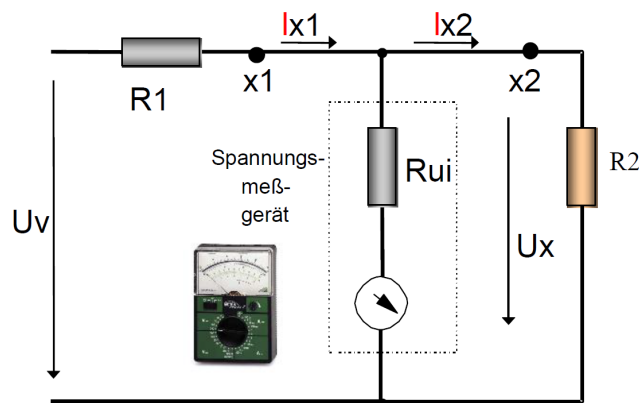
2.3.2 Auswertung**Aufgabe 1:**

An welchem Messpunkt wird bezogen auf den Widerstand R_2 stromrichtig gemessen?

Aufgabe 2:

Berechnen Sie den Innenwiderstand R_{UI} des Multimeters M2-H anhand der Messwerte.

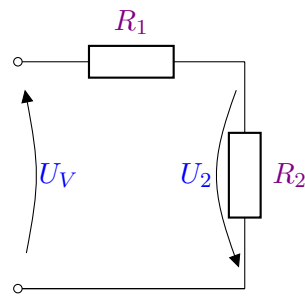
$$U_X = \quad I_{X1} = \quad I_{X2} =$$



2.4 Einfluss des Messgeräteinnenwiderstandes auf die Messgenauigkeit

Messaufbau:

- 1 Widerstand $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$
- 1 Messgerät Typ M2-H



2.4.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1

Aufgabe: Zeichnen Sie eine Messschaltung nach obiger Schaltung zur Spannungsmessung an R_2 . Stellen Sie den Spannungsmesser in seinem Ersatzschaltbild dar. Verwenden Sie dazu die Werte aus Übung 2.3 für das Messgerät M2- H. Messen Sie die Spannung an R_2

Durchführung: Messschaltung aufbauen. Betriebsspannung $U_V = 6\text{ V}$ einstellen

Ergebnisse:

$$U_2 =$$

2.4.2 Auswertung

Aufgabe 1:

Erläutern Sie die Ergebnisse aus Messaufgabe 1. Berechnen Sie daraus den Innenwiderstand des Multimeters M2-H im verwendeten Messbereich.

Aufgabe 2:

Wie beeinflusst der Innenwiderstand des Spannung- Messgerätes das Messergebnis?

Aufgabe 3:

Zeichnen Sie eine Messschaltung zur Strommessung des Stromes durch R_2 (ohne Spannungsmessung). Stellen Sie den Strommesser in seinem Ersatzschaltbild dar. Verwenden Sie dazu die Werte aus Übung 2.3. für das Messgerät M2-H.

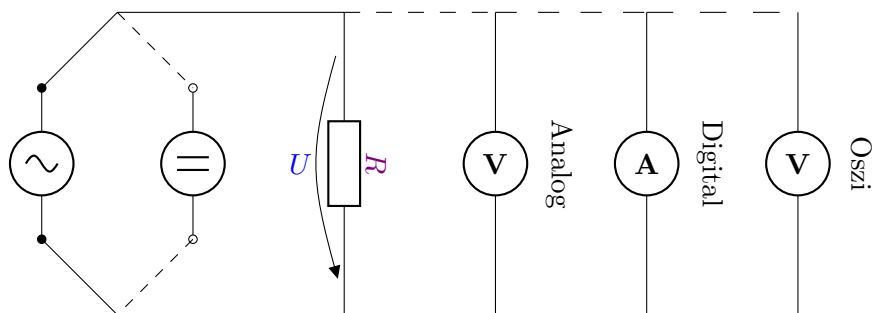
Aufgabe 4:

Wie beeinflusst der Innenwiderstand des Strom- Messgerätes die Messung?

2.5 Kurvenformfehler bei Messgeräten

Messaufbau:

- 1 Widerstand $R = 1\text{ k}\Omega$
- 1 Spannungsmessgerät Typ M2-H
- 1 Spannungsmessgerät Typ B1020
- 1 Oszillograph
- 1 Frequenzgenerator



2.5.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1

Aufgabe: Messen Sie die unten angegebenen Spannungssignale $U(t)$ mit einem analogen und digitalen Messgerät jeweils im Gleich- und Wechselspannungsbereich.

Durchführung: Messschaltung aufbauen. Versorgungsspannung $U(t)$ mit dem Netzteil (Kurve 1) bzw. dem Frequenzgenerator (Kurve 2 bis 4) einstellen. Messwerte in Tabelle eintragen.

Beachte: Nur immer mit einem Messgerät gleichzeitig messen.

Kurvenformen für $U(t)$:

Tabelle 2.3: Spannungskurven für Messaufgabe 2.5 M1

Kurvenformen für $U(t)$

Kurvenform	U_{SS}	T
Gleichspannung: (vom Netzteil nehmen) $U = U_{max} = 6V$		
Sinuswechselspannung	8V	5ms
Dreieckwechselspannung, symm.	8V	5ms
Rechteckwechselspannung, symm.	8V	5ms

(U_{ss} , $U_{pp} = U \text{ Spitze/Spitze oder } 2 * \hat{U}$)

Ergebnisse:

Tabelle 2.4: Messwertetabelle zur Messaufgabe 2.3.M1

Messgerät	Messprinzip	Messbereich	Gleichspannung	Sinuskurve	Dreieck	Rechteck
M2-H	Drehspul	6 V $\overline{\sim}$				
M2-H	Drehspul	6 V \sim				
B1020	Digital	6 V $\overline{\sim}$				
B1020	Digital	6 V \sim				

2.5.2 Auswertung

Aufgabe 1:

Wie kommt der Formfaktor F für Sinusgrößen zustande (math. Herleitung)

Aufgabe 2:

Was messen Sie mit den Multimetern im Gleichspannungsbereich, was im Wechselspannungsbereich? Warum?

Aufgabe 3:

Wie kommen die Anzeigewerte für Dreieck- und Rechteckspannung zustande ? (Rechnung)

Aufgabe 4:

Berechnen Sie aus den Anzeigewerten die tatsächlichen Effektivwerte für die obige Dreieck- und Rechteckspannung. Geben Sie die Umrechnungsfaktoren an.

3 Kennwerte harmonischer Wechselgrößen

3.1 Rechenaufgaben

3.1.1 Aufgabe 1:

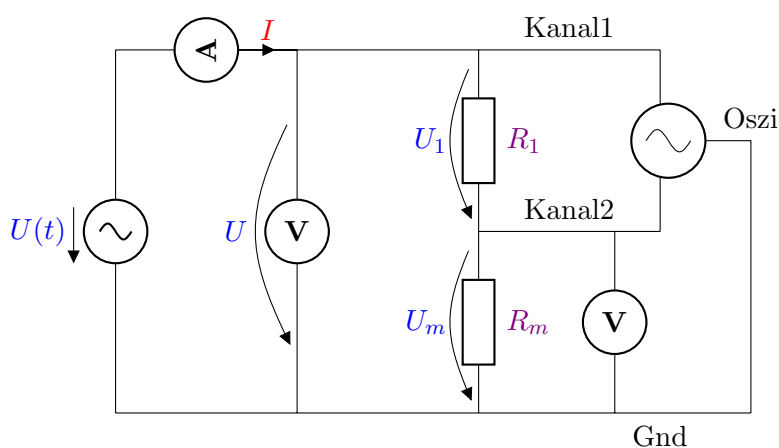
Eine sinusförmige Spannung $U(t)$ mit $f_1 = 50 \text{ Hz}$ hat den Scheitelwert $\hat{U} = 10 \text{ V}$

- Beschreiben Sie die Funktion $U(t)$
- Wie groß ist $U(t)$ bei $t_1 = 2 \text{ ms}$ nach dem Nulldurchgang?
- Skizzieren Sie das einseitige Spektrum $U(f)$
- Wie groß wäre die Phase φ , wenn der Nulldurchgang bei $t_2 = 5 \text{ ms}$ ist, wie lautet dann $U(t)$?

3.2 Speisung eines ohmschen Verbrauchers mit einer Sinusspannung

Messaufbau:

- 1 Widerstand $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$
- 1 Widerstand $R_m = 100 \Omega$



3.2.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1

Aufgabe: Messen Sie mit dem Multimeter:

$U =$

$I =$

$U_m =$

Messen Sie mit dem Oszillograph den Phasenwinkel $\varphi(u, I)$ für 10 Augenblickswerte für $U(t)$ und $I(t) = \frac{U_m(t)}{R}$

Durchführung: Schaltung aufbauen. Die Speisespannung $U(t)$ am Frequenzgenerator einstellen: Spannung $U_{SS} = 8\text{ V}$, Periodendauer $T = 10\text{ ms}$

Ergebnisse:

Tabelle 3.1: Messwertetabelle zur Messaufgabe 3.2.M1

t [ms]	$U(t)$ [V]	U_m [mV]	$I(t) = \frac{U_m}{R_m}$ [mA]	$P(t)$ [mW]

3.2.2 Auswertung

Aufgabe 1:

Berechnen Sie zu den einzelnen Punkten die momentane Leistung $P(t) = U(t) \cdot I(t)$

Aufgabe 2:

Stellen Sie $U(t)$, $I(t)$ und $P(t)$ graphisch dar. (In einer Zeichnung, verschieden farbig)

Aufgabe 3:

Was messen Sie mit den Strom- und Spannungsmessern im Wechselstrombereich ? Welche Leistung können Sie daraus berechnen. (Multimeter benutzen)

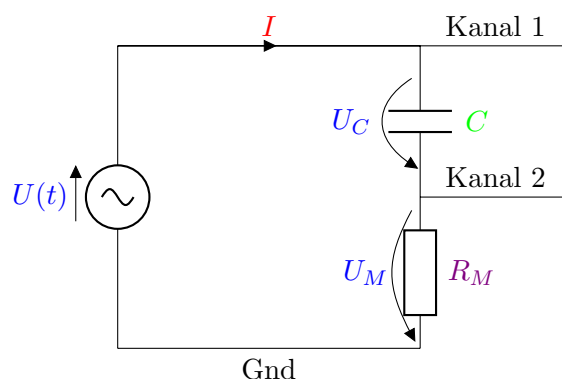
Aufgabe 4:

Erläutern Sie die Begriffe Schein-, Blind- und Wirkleistung. $P=?$; $Q=?$; $S=?$

3.3 Speisung eines kapazitiven Verbrauchers mit einer Sinusspannung

Messaufbau:

- 1 Kondensator $C = 0,1 \mu\text{F}$, 40 V
- 1 Widerstand $R_M = 100 \Omega$

**3.3.1 Messaufgaben****Messaufgabe M1**

Aufgabe: Messen Sie mit dem Multimeter:

$U =$

$I =$

$U_m =$

Messen Sie mit dem Oszillograph den Phasenwinkel $\varphi(u, I)$ für 10 Augenblickswerte für $U(t)$ und $I(t) = \frac{U_m(t)}{R}$

Durchführung: Schaltung aufbauen. Die Speisespannung $U(t)$ am Frequenzgenerator einstellen: Spannung $U_{SS} = 8 \text{ V}$, Periodendauer $T = 10 \text{ ms}$

Ergebnisse:

Tabelle 3.2: Messwertetabelle zur Messaufgabe 3.3.M1

$t[\text{ms}]$	$U(t)[\text{V}]$	$U_m[\text{mV}]$	$I(t) = \frac{U_m}{R_m}[\text{mA}]$	$\phi[^\circ]$	$P(t)[\text{mW}]$

3.3.2 Auswertung**Aufgabe 1:**

Berechnen Sie zu den einzelnen Punkten die momentane Leistung $P(t) = U(t) \cdot I(t)$

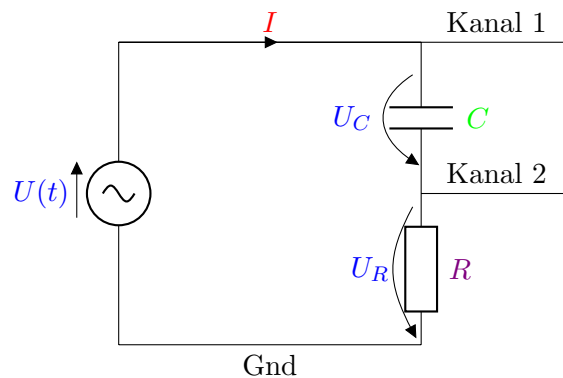
Aufgabe 2:

Stellen Sie $U(t)$, $I(t)$ und $P(t)$ graphisch dar. (In einer Zeichnung, verschieden farbig)

3.4 Bestimmen der Größe eines Kondensators anhand der Auf- bzw. Entladekurve

Messaufbau:

- 1 Kondensator $C = ?$
- 1 Widerstand $R = 10 \text{ k}\Omega$



3.4.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1

Durchführung: Schaltung aufbauen. Die Speisespannung $u(t)$ am Frequenzgenerator einstellen:

U_{ss} (Spitze/Spitze) = 4 V

Periodendauer $T = ?$

Aufgabe: Bestimmen Sie die Ihrer Meinung nach beste Art (Sinus, Dreieck, Rechteck) und Größe der Frequenz (Hz, kHz, MHz), um eine gut sichtbare Auf- bzw. Entladekurve darzustellen und somit die Größe des Kondensators berechnen zu können. Geben Sie die gewählte Art an.

Ergebnisse:

Tabelle 3.3: Messwertetabelle zur Messaufgabe 3.4.M1

Art	f	t Aufladung	t Entladung

3.4.2 Auswertung

Aufgabe 1: Auf- und Entladekurve graphisch darstellen. Berechnen Sie aus den Messwerten die Größe des Kondensators. Mathematische Darstellung der Berechnung.