

Kommunikations- und Softwaretechnik

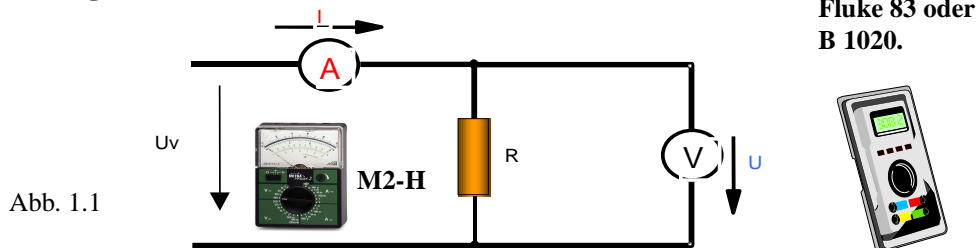
Versuchsbeschreibung:

Versuch 3: Grundlagen Messtechnik

1. Ohmsches Gesetz.

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

Schaltungsaufbau:



Bauteile:

1 Widerstand $R = 1k\Omega$, 1 Widerstand $R = 47\Omega$, 2W

Messmittel:

1 Multimeter Typ M2- H, 1 Multimeter Fluke 83 oder B1020.

Messaufgabe:

1.1.M1 Nehmen Sie zwei Messreihen für $R = 47\Omega$ und $R = 1k\Omega$ zur Bestimmung des Zusammenhanges $R = U/I$ mit dem Messgerät M2-H auf.

Durchführung:

Schaltung nach Abb.1.1 aufbauen. Die Spannung U durch Einstellung der Versorgungsspannung U_v in Schritten von z.B. 1V erhöhen und die Messwerte U und I protokollieren.

Tab:1.1T1 Messtabelle zur Messaufgabe 1.1M1.

	47 Ohm			1KOhm		
	U (V)	I (mA)	U/I (V/A)	U (V)	I (mA)	U/I (V/A)
1	1	21		1	1	1000
2	2	41		2	2	1000
3	3	65		3	3	1000
4	4	83		4	4	1000
5	5	104		5	5	1000
6	6	125		6	6	1000
7	7	145		7	7	1000
8	8	165		8	8	1000
9	9	188		9	9	1000
10	10	207		10	10	1000

Auswertung:

Versuch 3

1.1.A1: Stellen Sie die Messreihen für $I = f(U)$ und $R = \text{konstant}$ aus M1 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.

1.1.A2: Wie ist der Proportionalitätsfaktor zu interpretieren ?

2. Eigenschaften von Messgeräten.

Rechenaufgaben und Erklärungen von 2.0.0 bis 2.1.

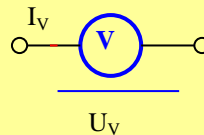
2.0.0 Mit einem **Multimeter**, einem der einfachsten elektrischen Messgeräte, können i.d.R. mehrere elektrische Größen gemessen werden.

Gleichspannung (DC), Gleichstrom, Wechselspannung (AC), Wechselstrom, Widerstand

Spannungsmesser (Voltmeter)

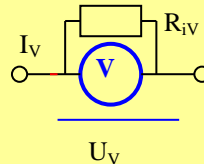
Idealer Spannungsmesser

- Symbol
- Eigenschaften:
- Das Messgerät zeigt genau den Wert U_V an. Der Innenwiderstand des Messgeräts ist unendlich hoch, d.h. $I_V = 0$.



Realer Spannungsmesser

- Symbol
- Eigenschaften:



Das Messgerät zeigt genau den Wert U_V an. Der Innenwiderstand des Messgeräts ist R_{iV} .

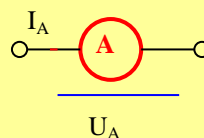
Aufgabe 2.0.1 (Rechenaufgabe)

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

Strommesser (Amperemeter)

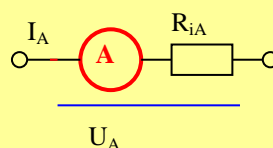
Idealer Strommesser

- Symbol
- Eigenschaften:
- Das Messgerät zeigt genau den Wert I_A an. Der Innenwiderstand des Messgeräts ist null, d.h. $U_A = 0$.



Realer Strommesser

- Symbol
- Eigenschaften: Das Messgerät zeigt genau den Wert I_A an. Der Innenwiderstand des Messgeräts ist R_{iA} .



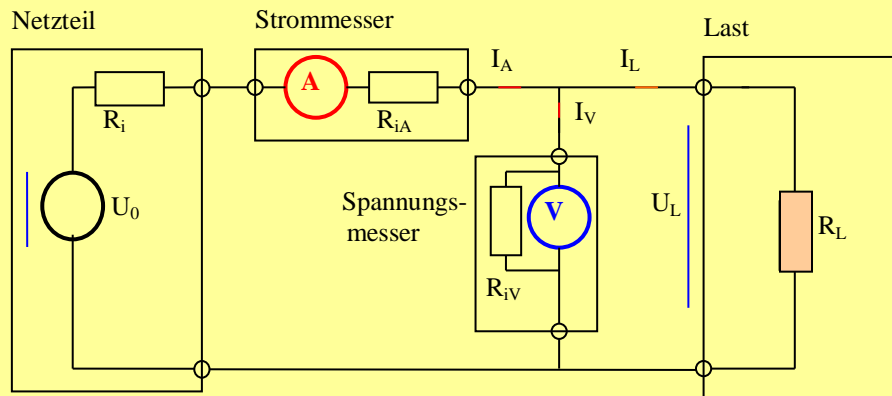
Aufgabe 2.0.2 (Rechenaufgabe)

Versuch 3

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?

Spannungsrichtige Messung.

Messanordnung



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.

Aufgabe 2.0.3 (Rechenaufgabe)

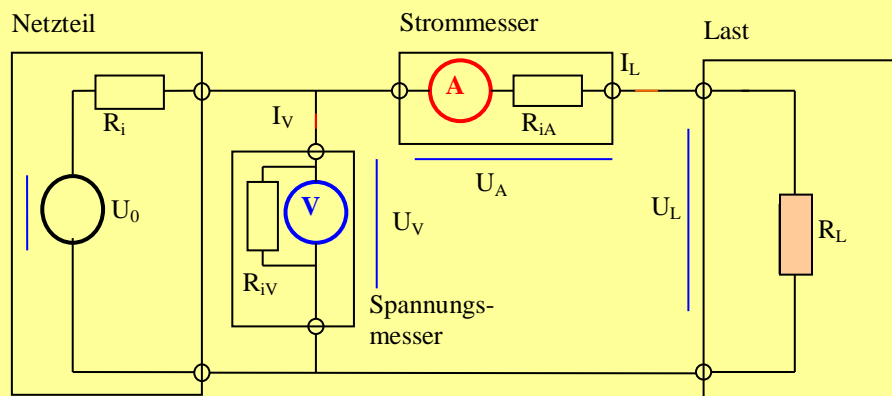
Das Netzteil hat einen Innenwiderstand $R_i = 1\Omega$. Die Innenwiderstände der Messgeräte sind $R_{iA} = 100\Omega$ und $R_{iV} = 1 \text{ M}\Omega$.

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 .

Stromrichtige Messung

Messanordnung



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 2.0.4 (Rechenaufgabe)

Das Netzteil hat einen Innenwiderstand $R_i = 1\Omega$. Die Innenwiderstände der Messgeräte sind $R_{iA} = 1\Omega$ und $R_{iV} = 1\text{ M}\Omega$.

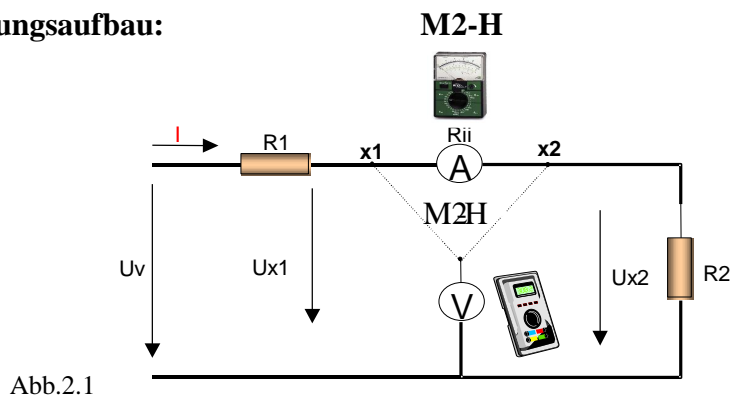
Die angezeigten Messwerte sind $U_V = 4.8\text{ V}$ und $I_L = 100\text{ mA}$.

Berechnen Sie U_L , R_L und U_0 .

Die Rechenaufgaben sind durchzuführen!

Übung 2.1: Spannungsrichtiges Messen bei gleichzeitiger Strom- Spannungs- Messung.

Schaltungsaufbau:



Bauteile:

1 Widerstand $R1 = 47\text{ Ohm}$, 2W

1 Widerstand $R2 = 100\text{ Ohm}$, 2W

Meßmittel:

1 Strommesser, Typ M2-H

1 Spannungsmesser, Typ Fluke 83 oder B1020.

Messaufgabe:

2.1.M1: Messen und protokollieren Sie die Spannungswerte U_{x1} und U_{x2} , sowie die Stromwerte I_{x1} und I_{x2} bei Spannungsmessung an den Messpunkten x_1 und x_2 .

Durchführung:

Schaltung Abb. 2.1 aufbauen. Betriebsspannung $U_V = 6\text{V}$ einstellen.

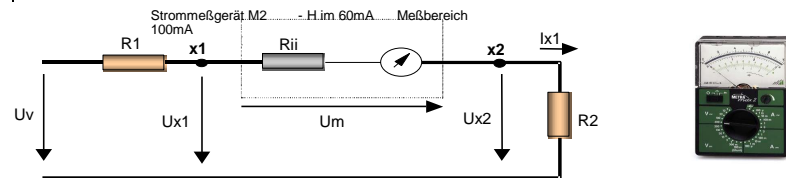
Tab: 2.1.T1 Messwertetabelle zur Messaufgabe 2.1.M1.

$U_{x1} [\text{V}]$	4,09
$U_{x2} [\text{V}]$	3,92
$I_{x1} [\text{mA}]$	39,5
$I_{x2} [\text{mA}]$	39,2

Auswertung:

Versuch 3

- 2.1.A1:** An welchem Messpunkt wird bezogen auf den Widerstand R2 **spannungsrichtig** gemessen (Begründung) ? Abb. 2.1.
- 2.1.A2:** Berechnen Sie den Innenwiderstand R_{ii} des Multimeters **M2- H** im Strommessbereich 60mA anhand der Messwerte.



M2 - H

Übung 2.2: Stromrichtiges Messen bei gleichzeitiger Strom- Spannungs- Messung. Schaltungsaufbau:

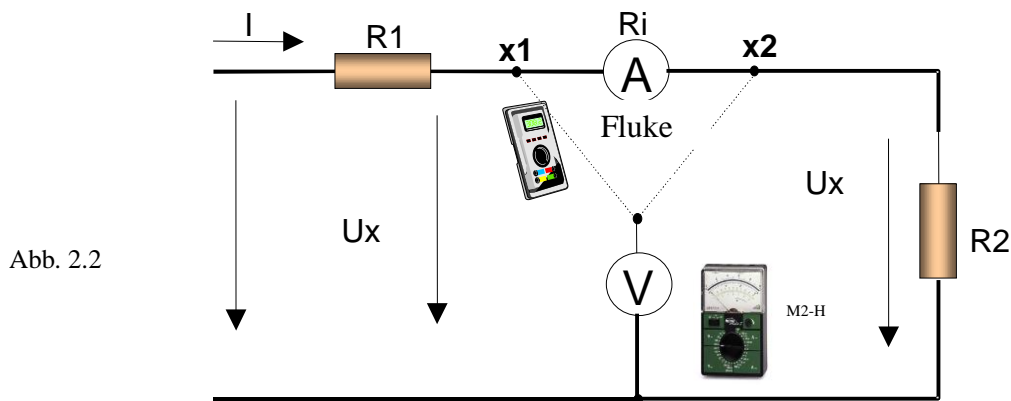


Abb. 2.2

Bauteile:

- 1 Widerstand $R1 = 10k\Omega$
- 1 Widerstand $R2 = 33k\Omega$

Messmittel:

- 1 Spannungsmesser, Typ M2-H
- 1 Strommesser, Typ Fluke 83 oder B1020.

Messaufgabe:

- 2.2.M1:** Messen und protokollieren Sie die Spannungswerte U_{x1} und U_{x2} , sowie die Stromwerte I_{x1} und I_{x2} bei Spannungsmessung an den Messpunkten x_1 und x_2 .

Durchführung:

Schaltung Abb.2.2 aufbauen. Betriebsspannung $U_v = 6V$ einstellen

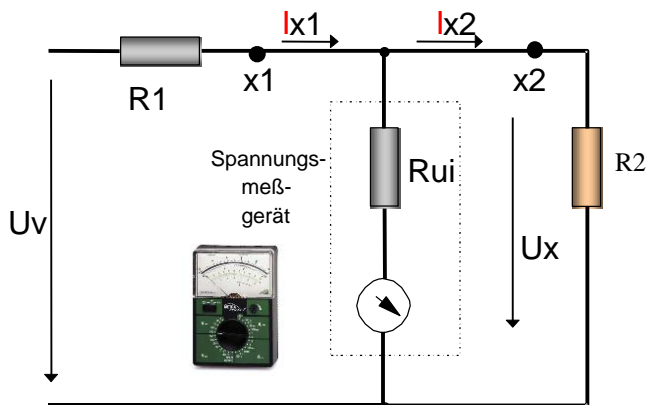
Tab: 2.2.T1 Messwertetabelle zur Messaufgabe 2.2M1.

U_{x1} [V]	4,4
U_{x2} [V]	4,4
I_{x1} [mA]	0,16
I_{x2} [mA]	0,16

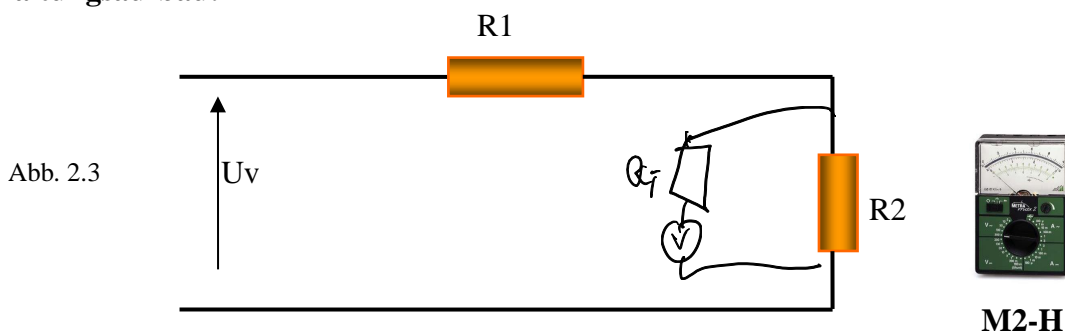
Auswertung:

2.2.A1: An welchem Messpunkt wird bezogen auf den Widerstand R2 **stromrichtig** gemessen (Begründung)? Abb. 2.2.

2.2.A2: Berechnen Sie den Innenwiderstand R_{ui} des Spannungsmessers **M 2- H** anhand der Messwerte.



$$U_x = \quad \text{V}, \quad I_{x1} = \quad \text{mA}, \quad I_{x2} = \quad \text{mA}$$

Übung 2.3: Einfluss des Messgeräte- Innenwiderstandes auf die Messgenauigkeit.**Schaltungsaufbau:****Bauteile:**

- 1 Widerstand R1 = 100kOhm
- 1 Widerstand R2 = 100kOhm

Messaufgabe:

2.3.M1: Zeichnen Sie eine Messschaltung nach Abb.2.3. zur Spannungsmessung an R2. Stellen Sie den Spannungsmesser in seinem Ersatzschaltbild dar. Verwenden Sie dazu die Werte aus Übung 2.2. für das Messgerät **M2- H**. Messen Sie die Spannung an R2. $U \approx 1,9 \text{ V}$

Auswertung:

2.3.A1: Erläutern Sie die Ergebnisse aus Messaufgabe 2.3.M1. Berechnen Sie daraus den Innenwiderstand des Multimeters **M2- H** im verwendeten Messbereich.

2.3.A2: Wie beeinflusst der Innenwiderstand des Spannung- Messgerätes das Messergebnis?

2.3.A3 Zeichnen Sie eine Messschaltung nach Abb.2.1. zur Strommessung des Stromes durch R2 (ohne Spannungsmessung). Stellen Sie den Strommesser in seinem Ersatzschaltbild dar. Verwenden Sie dazu die Werte aus Übung 2.1. für das Messgerät **M2- H**.

2.3.A4 Wie beeinflusst der Innenwiderstand des Strom- Messgerätes die Messung ?

Übung 2.4: Kurvenformfehler bei Messgeräten.

Schaltungsaufbau:

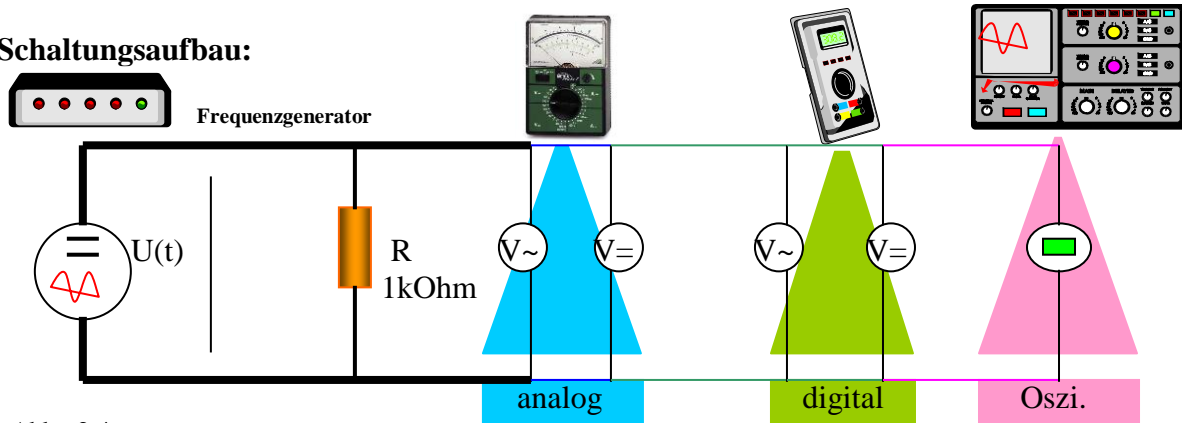


Abb.: 2.4

(Nur immer **ein Messgerät** anschließen!)

Bauteile:

1 Widerstand $R = 1k\Omega$

Messmittel:

1 Analog-Multimeter, Typ M2-H
1 Digital-Multimeter, Typ Fluke 83 oder B1020.
1 Oszillograph, 1 Frequenzgenerator

Messaufgabe:

2.4.M1: Messen Sie die unten angegebenen Spannungssignale $U(t)$ mit einem analogen und digitalen Messgerät jeweils im Gleich- und Wechselspannungsbereich.

Durchführung:

Schaltung Abb. 2.4. aufbauen. Versorgungsspannung $U(t)$ mit dem **Netzteil** (Kurve 1) bzw. dem **Frequenzgenerator** (Kurve 2 bis 4) einstellen. Messwerte in Tabelle 2.4.T1. eintragen.



Beachte:

Nur immer mit **einem** Messgerät gleichzeitig messen.

Kurvenformen für $U(t)$:

Kurve 1: Gleichspannung: (**vom Netzteil nehmen**)

$$U = U_{\max} = 6V$$

Kurve 2: Sinus- Wechselspannung;

$$U_{ss} = 8V, T = 5ms$$

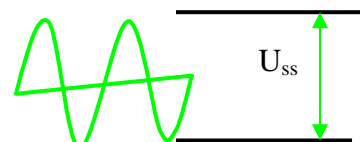
Kurve 3: Dreieck- Wechselspannung; symm.;




$$U_{ss} = 8V, T = 5ms$$

Kurve 4: Rechteck- Wechselspannung; symm.;

$$U_{ss} = 8V, T = 5ms$$

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



Messgerät	Messwerk- prinzip	Messbe- reich	1 Kurve =	2 Kurve 	3 Kurve 	4 Kurve 
M2-H	Drehspul	6V=	5,9	0	0	0
M2-H	Drehspul	6V~	0	2,7	2,1	4,3
Fluke 83 oder B 1020	Digital	6V=	5,9	0	0	0
Fluke 83 oder B 1020	Digital	6V~	0	2,74	2,15	4,3

Auswertung:

- 2.4.A1:** Wie kommt der Formfaktor **F** für Sinusgrößen zustande (math. Herleitung) ?
2.4.A2: Was messen Sie mit den Multimetern im Gleichspannungsbereich, was im Wechselspannungsbereich ? **Warum ?**
2.4.A3: Wie kommen die Anzeigewerte für Dreieck- und Rechteckspannung zustande ? (Rechnung).
2.4.A4: Berechnen Sie aus den Anzeigewerten die tatsächlichen Effektivwerte für die obige Dreieck- und Rechteckspannung. Geben Sie die Umrechnungsfaktoren an.

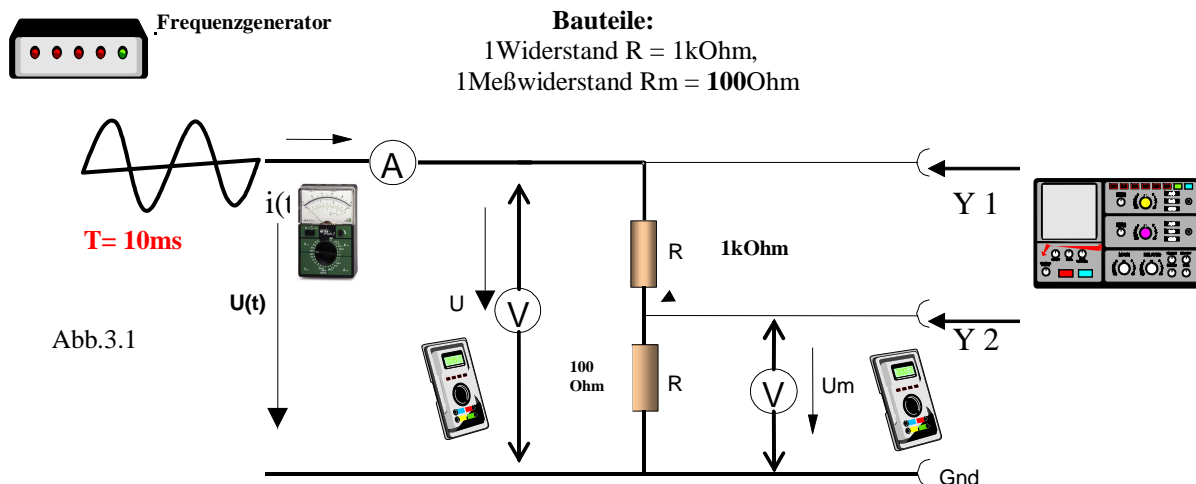
3. Kennwerte harmonischer Wechselgrößen.

Aufgabe 3.0: Rechenaufgabe

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

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

Übung 3.1: Speisung eines **ohmschen** Verbrauchers mit einer **Sinusspannung**.



Messaufgabe:

Versuch 3

Durchführung:

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

3.1.M1:

Messen Sie mit dem **Multimeter**

$$\begin{aligned} U_{\sim} &= 2,2\text{ V} \\ I_{\sim} &= 2,75\text{ mA} \\ U_{m\sim} &= 0,24\text{ V} \end{aligned}$$

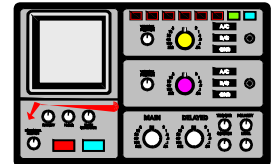


Fluke 83 oder B1020.

Messen Sie mit dem **Oszillograph:**

Phasenwinkel $\varphi(u, i)$ für:

10 Augenblickswerte für $u(t)$ und $i(t) = u(t)/R$



Verwenden Sie zunächst folgende Geräteeinstellungen:

Oszillograph:

Kanal Y1: 1V/Teil, Signal $u(t)$, 10: 1 Probe

Kanal Y2: 10mV/Teil, Signal $u_m(t)$, 1: 1 Probe

Time basis ms

Frequenzgenerator:

Kurvenform: Sinus DC- Offset



Tab.: 3.1.T1

Messwertetabelle zu 3.1.M1

t [ms]	u(t) [V]	u _m (t) [mV]	i(t)= u _m (t)/R _m [mA]	p(t) [mW]
0	2,61	300		
2	3,28	350		
4	-0,65	-22		
6	-3,85	-255		
8	-1,88	-54		
10	2,61	305		
12	3,30	-28		
14	-0,675	-255		
16	-3,85	-72,5		
18	-1,6	285		

Auswertung:

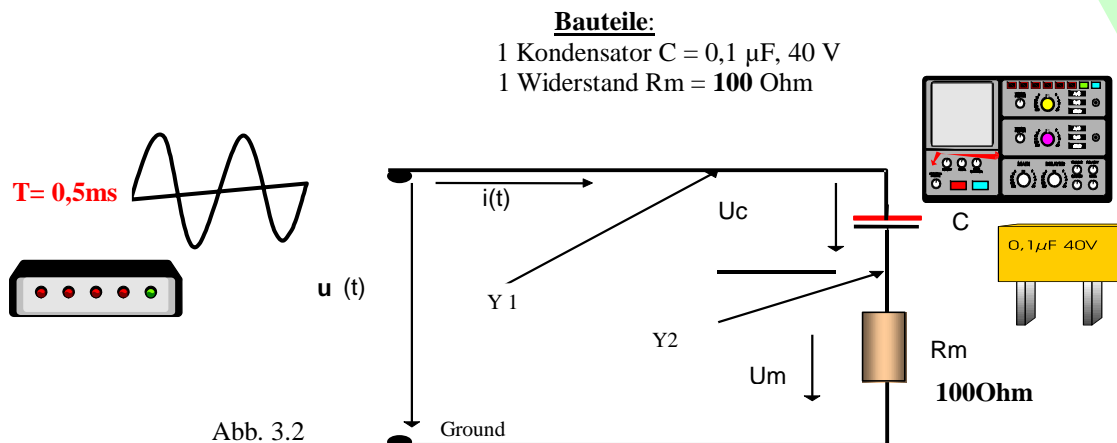
3.1.A1: Berechnen Sie zu den einzelnen Punkten die Momentan Leistung $p(t) = u(t) \cdot i(t)$

3.1.A2: Stellen Sie $u(t)$, $i(t)$ und $p(t)$ graphisch dar. (In einer Zeichnung, verschieden farbig)

3.1.A3: Was messen Sie mit den Strom- und Spannungsmessern im Wechselstrombereich ? Welche Leistung können Sie daraus berechnen. (Multimeter benutzen)

3.1.A4: Erläutern Sie die Begriffe **Schein**-, **Blind**- und **Wirkleistung**.
 $P=?$; $Q=?$; $S=?$

Übung 3.2: Speisung eines kapazitiven Verbrauchers mit einer Sinusspannung.



Messaufgabe:

Durchführung:

Schaltung aufbauen. Die Speisespannung $U(t)$ am Frequenzgenerator einstellen:
 U_{ss} (Spitze/Spitze) = 8V, Periodendauer $T = 0,5 \text{ ms}$.

3.2.M1: Messen Sie mit dem **Multimeter:**

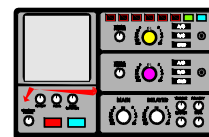
$U = 2,9 \text{ V}$
 $I = 3,2 \text{ mA}$
 $U_m = 0,365 \text{ V}$
 Werte eintragen. $U_C = 2,9$

Fluke 83
oder B1020



Bestimmen Sie mit dem **Oszilloskop:**

Stromamplitude i_{max} :
 Phasenwinkel $\phi(u, i)$ für:
 10 Augenblickswerte für $u(t)$ und $i(t) = u_m(t)/R_m$.
 innerhalb einer Periode



Tab.: 3.2.T1 Messwertetabelle zu 3.2M1

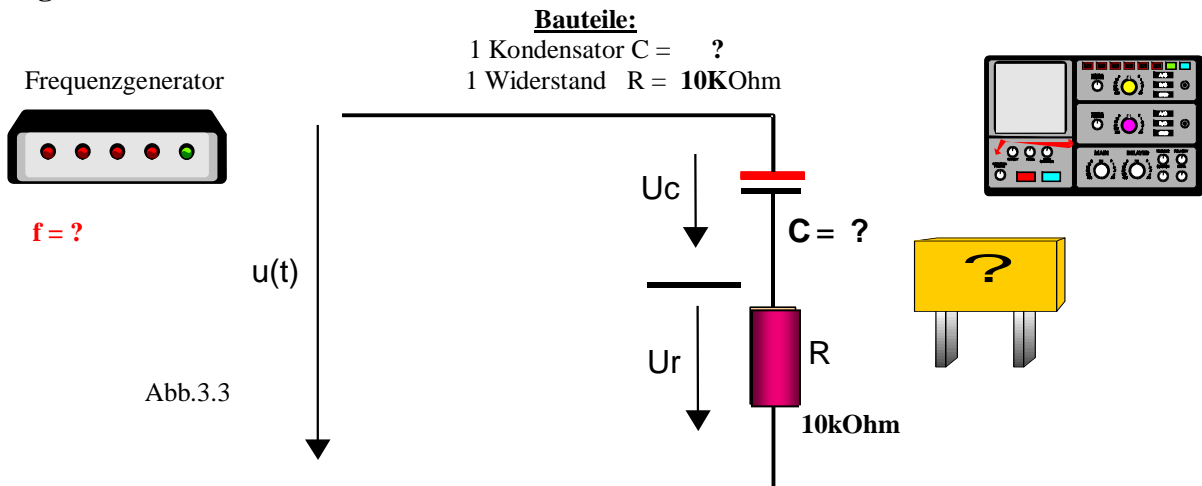
t [ms]	u(t) [V]	u _r (t) [mV] <i>u_m</i>	i(t) = <i>u_r</i> (t)/R _m [mA]	ϕ in Grad	p(t) [mW]
0	1,31	477			
0,05	3,48	284			
0,10	3,55	0			
0,15	2,15	-265			
0,20	-0,08	-422			
0,25	-2,45	-406			
0,30	-4	-223			
0,35	-4,05	20			
0,40	-2,3	346			
0,45	-0,6	502			

Auswertung:

Versuch 3

- 3.2.A1:** Berechnen Sie zu den Messwerten aus Tabelle 3.2.T1 die Momentan Leistung $p(t) = u(t) \cdot i(t)$.
- 3.2.A2:** Stellen Sie $u(t)$, $i(t)$ und $p(t)$ graphisch dar. (**In einer Zeichnung, farbig**)
- 3.2.A3:** Ermitteln Sie die mittlere Leistung P mitt aus der Leistungskurve $p(t)$ zeichnerisch. (resultierenden Flächeninhalt der Leistungskurve bilden).

Übung 3.3: Bestimmen der Größe eines Kondensators anhand der Auf- bzw. Entladekurve



Messaufgaben:

Durchführung:

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

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

Periodendauer $T = ?$

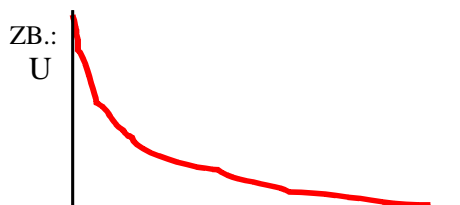
- 3.3.M1:** Bestimmen Sie die Ihrer Meinung nach beste Art (Sinus, Dreieck, Rechteck) und Größe der Frequenz (Hz, kHz, MHz), um eine gut sichtbare Auf- bzw. Entladekurve darzustellen und somit die Größe des Kondensators berechnen zu können. Geben Sie die gewählte Art an.

Tab.: 3.3.T1 Messwertetabelle zu 3.3M1

Art (?)	f (?)	t (?) Aufladung	t (?) Entladung
$\square L$	400Hz	$\frac{2,5\text{ms}}{2}$	$\frac{2,5\text{ms}}{2}$

Auswertung:

- 3.3.A1:** Auf- und Entladekurve **graphisch** darstellen. Berechnen Sie aus den Messwerten die Größe des Kondensators. **Mathematische Darstellung der Berechnung.**



Ende Versuch 3