Universität Stuttgart

Fakultät Informatik, Elektrotechnik
und Informationstechnik

Umdruck zum Versuch

Basis 1 Eigenschaften einfacher Bauelemente und Anwendung von Messgeräten

Bitte bringen Sie zur Versuchsdurchführung folgendes mit:

- Schreibutensilien
- Geodreieck
- Taschenrechner

Ohne ausreichende Vorbereitung und der schriftlichen Beantwortung der Vorbereitungsfragen ist eine Teilnahme an diesem Grundlagenpraktikumsversuch ausgeschlossen. Weiter ist die Recherche unbekannter Begriffe bzw. unbekannter Verwendungen Teil der Vorbereitung.

Einleitung

Im diesem Grundlagenpraktikumsversuch sollen eigenständig die Grundgesetze der Elektrotechnik erarbeitet und nachgemessen werden. Im Vordergrund steht hierbei ein eigenständiges Arbeiten.

In einem ersten Versuchsteil sollen die Kirchhoff'schen Gesetze an einem ohmschen Spannungsteiler (unbelastet und belastet) und an einer Brückenschaltung nachgemessen werden. In weiteren Aufgabenteilen wird versucht, durch einfache Strom- und Spannungsmessungen anhand des Gleich- und Wechselstromverhaltens verschiedene Zweipole zu identifizieren. Bislang nicht identifizierbare Zweipole werden anschließend gesondert untersucht. Es wird auf eine praktische Anwendung dieser Zweipole eingegangen. Abschließend werden Zweipole zu einfachen Schaltungen (Vierpole) verschaltet und deren Übertragungsfunktion bestimmt und nachgeprüft.

Im Versuch werden Multimeter, ein Netzgerät, ein Funktionsgenerator, ein Scopemeter und folgende Schalttafel verwendet:

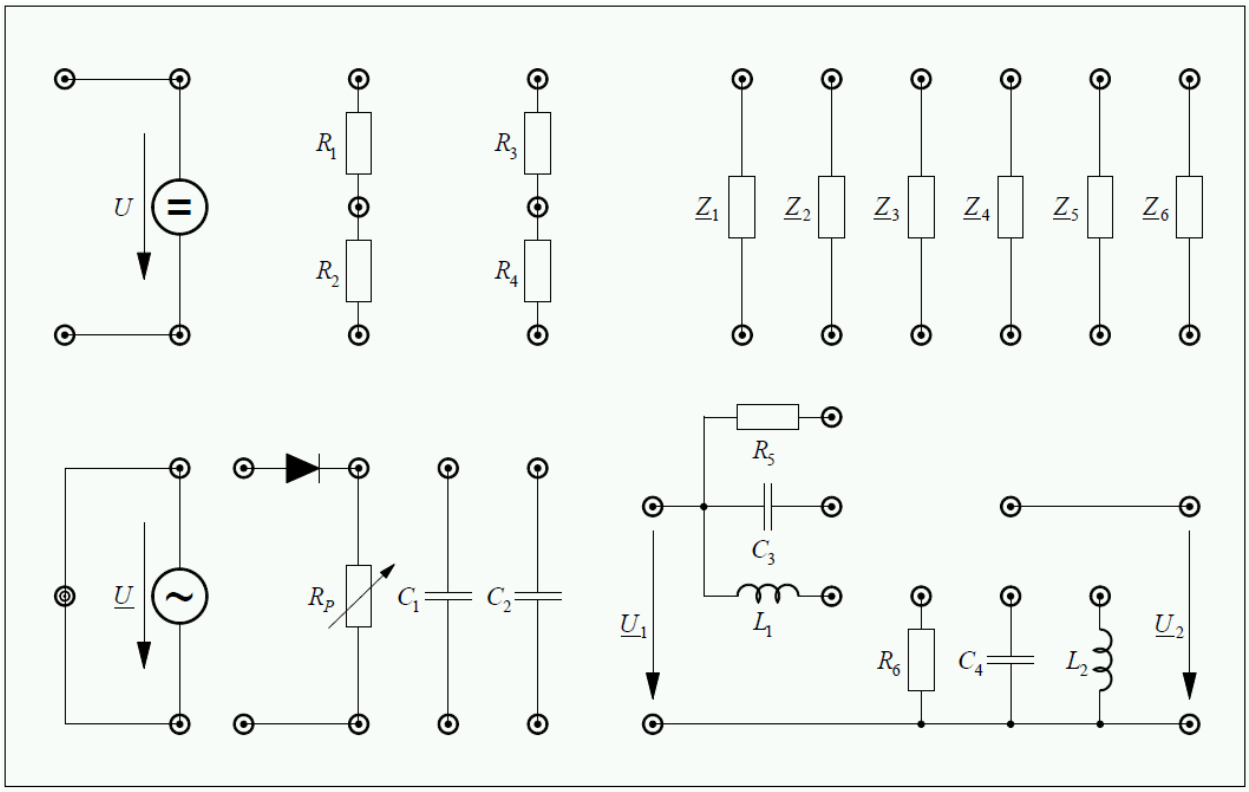


Bild 1 Schalttafel zum Versuch Basis 1

1. Messen von Widerständen, Spannungen und Strömen

Aufgabe 1.1:

Prüfen Sie durch Messung mit einem Multimeter die Widerstandswerte $R_1 = 150\ \Omega$, $R_2 = 300\ \Omega$, $R_3 = 100\ \Omega$ und $R_4 = 200\ \Omega$ nach:

R_1 = _____Ω (gemessen) R_3 = _____Ω (gemessen)

R_2 = _____Ω (gemessen) R_4 = _____Ω (gemessen)

Hinweis:
Verwenden Sie für alle nachfolgenden Berechnungen die angegebenen Nennwerte der ohmschen Widerstände ($R_1 = 150\ \Omega$, $R_2 = 300\ \Omega$, $R_3 = 100\ \Omega$ und $R_4 = 200\ \Omega$).

Vorbereitungsfrage 1.1:

Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild eines Spannungsteilers aus zwei ohmschen Widerständen und versehen Sie dies mit Zählpfeilen für die Spannungen und leiten Sie die Spannungsteilerregel her.

Ersatzschaltbild: Spannungsteilerregel:

Aufgabe 1.2:

Berechnen und messen Sie die Teilspannungen an den beiden Spannungsteilern R_1, R_2 und R_3, R_4 für eine Eingangsspannung U = 10 V.

Berechnet		**Gemessen**
U_{R1} =	= _____V	U_{R1} = _____V
U_{R2} =	= _____V	U_{R2} = _____V
U_{R3} =	= _____V	U_{R3} = _____V
U_{R4} =	= _____V	U_{R4} = _____V

Vorbereitungsfrage 1.2:

Erweitern Sie den Spannungsteiler aus Vorbereitungsfrage 1.1 mit einem Lastwiderstand R_L. Wie verhält sich der Teilstrom I_L durch den Lastwiderstand R_L zum Gesamtstrom I_G (Stromteilerregel)?

Ersatzschaltbild: Stromteilerregel:

Aufgabe 1.3:

Bauen Sie den belasteten Spannungsteiler aus den Widerständen R_1, R_2 und $R_L = R_4$ auf. Berechnen und messen Sie die Teilspannungen an den Widerständen R_1, R_2 und R_L für eine Eingangsspannung U = 9 V. Wie groß ist der Teilstrom I_L für die vorgegebene Spannung U (Rechnung und Messung)?

Berechnet		**Gemessen**
U_{R1} =	= _____V	U_{R1} = _____V
U_{R2} =	= _____V	U_{R2} = _____V
U_{RL} =	= _____V	U_{RL} = _____V
I_L =	= _____A	I_L = _____A

Vorbereitungsfrage 1.3:

Zeichnen Sie eine Brückenschaltung ohne Widerstand im Brückenzweig aus den Widerständen R_1, R_2 und R_3, R_4. Wie lautet die Abgleichbedingung, das heißt die Spannung im Brückenzweig nimmt null Volt an?

Ersatzschaltbild: Abgleichbedingung:

Aufgabe 1.4:

Bauen Sie die Brückenschaltung aus den Widerständen R_1, R_2 und R_3, R_4. auf und legen Sie die Eingangsspannung $U = 12\ V$ an. Prüfen Sie durch Rechnung und Messung, ob die Abgleichbedingung erfüllt ist. Wie groß ist folglich der Strom im Brückenzweig?

Berechnet		**Gemessen**
$U_{Brücke}$ =	= _____V	$U_{Brücke}$ = _____V
$I_{Brücke}$ =	= _____A	$I_{Brücke}$ = _____A

2. Identifikation von unbekannten Zweipolen anhand des Gleichstromverhaltens

Vorbereitungsfrage 2.1:

Welche Zweipole kennen Sie?

Vorbereitungsfrage 2.2:

Welche Größen müssen Sie zur Identifikation eines unbekannten Zweipols messen?

Aufgabe 2.1:

Schließen Sie die unbekannten Zweipole $\underline{Z}_1$ bis $\underline{Z}_6$ nacheinander über den Vorwiderstand $R_3 = 100\ \Omega$ an die Spannungsquelle U an und füllen Sie die nachfolgenden Messtabellen aus (Spannung U stets kleiner 12 V).

U_{Z1} [V]			
I_{Z1} [mA]			

U_{Z2} [V]			
I_{Z2} [mA]			

U_{Z3} [V]			
I_{Z3} [mA]			

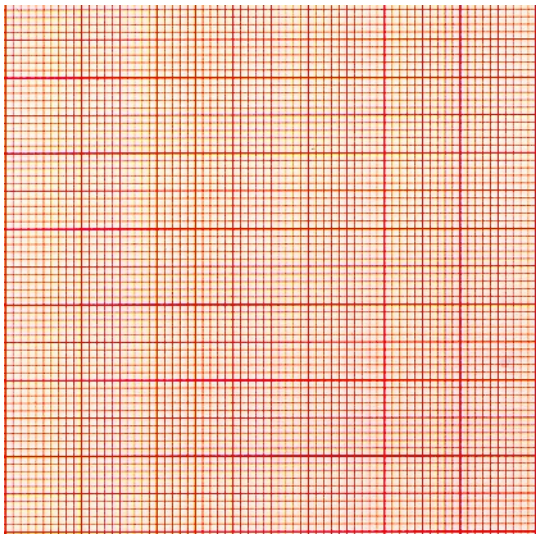
U_{Z4} [V]			
I_{Z4} [mA]			

U_{Z5} [V]			
I_{Z5} [mA]			

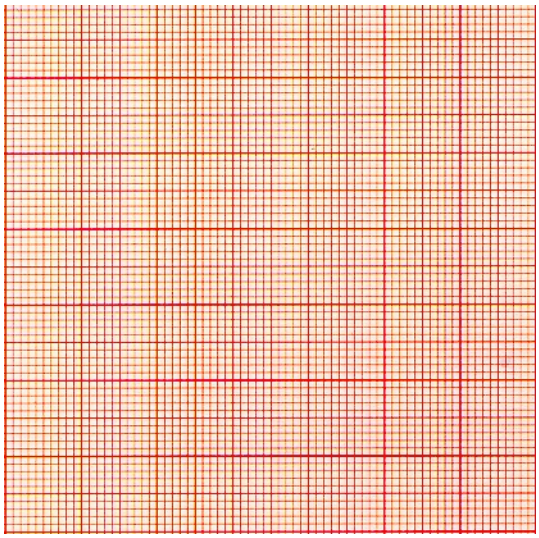
U_{Z6} [V]			
I_{Z6} [mA]			

Aufgabe 2.2:

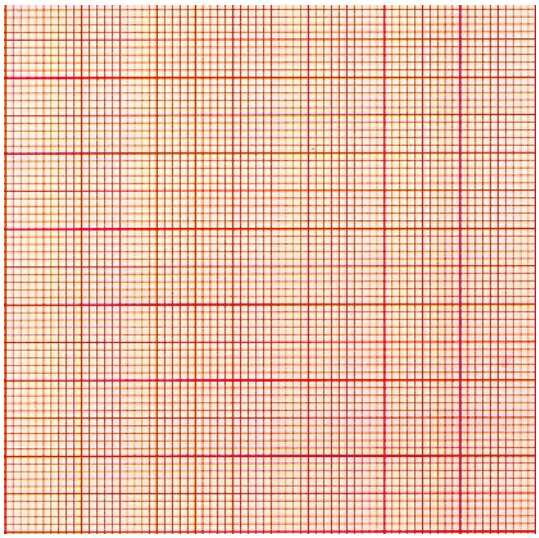
Erstellen Sie die Strom-Spannungskennlinien der identifizierten Zweipole im nachfolgenden Bild 2. Zeichnen, beschriften und kennzeichnen Sie die Achsen. Wählen Sie für die Darstellung einen zu Ihren Messungen geeigneten Maßstab.



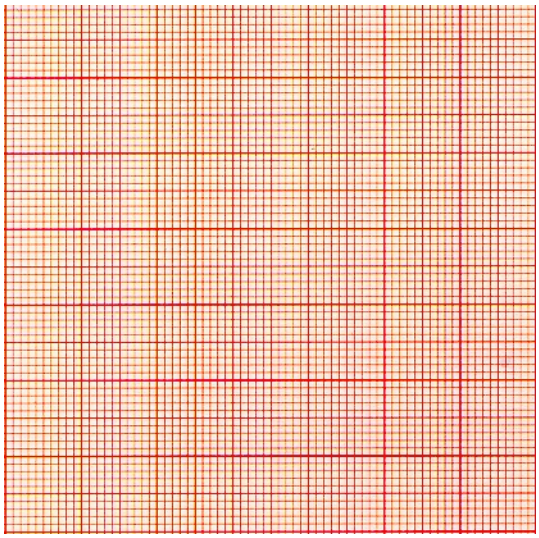
Strom-Spannungskennlinie von $\underline{Z}_1$



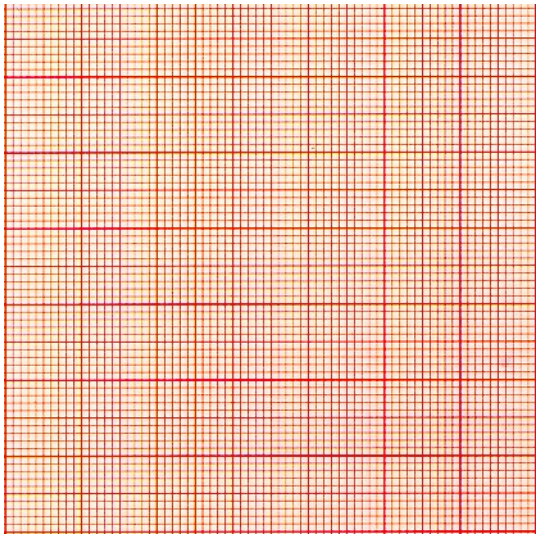
Strom-Spannungskennlinie von $\underline{Z}_2$



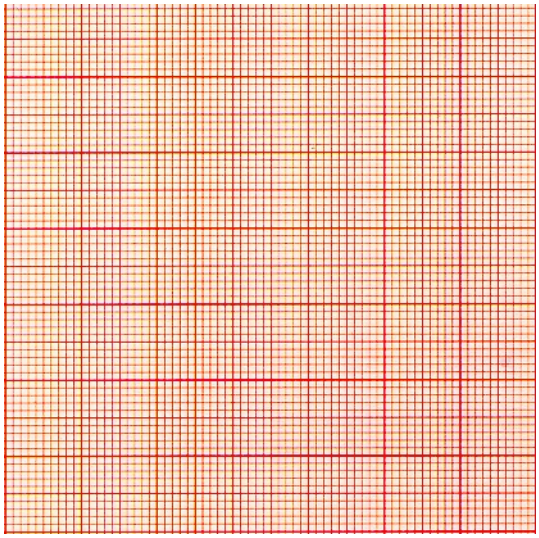
Strom-Spannungskennlinie von $\underline{Z}_3$



Strom-Spannungskennlinie von $\underline{Z}_4$



Strom-Spannungskennlinie von $\underline{Z}_5$



Strom-Spannungskennlinie von $\underline{Z}_6$

Bild 2 Strom-Spannungskennlinien der identifizierten Zweipole

Frage:

Interpretieren Sie die Strom-Spannungskennlinien der Zweipole. Welche Unterschiede erkennen Sie an den Strom-Spannungskennlinien? Was bedeutet dies für die Zweipole (Linearität)?

Frage:

Um welche Bauteile handelt es sich ihrer Meinung nach?

Bauteil $\underline{Z}_1$ ist:_____ Bauteil $\underline{Z}_2$ ist:_____

Bauteil $\underline{Z}_3$ ist:_____ Bauteil $\underline{Z}_4$ ist:_____

Bauteil $\underline{Z}_5$ ist:_____ Bauteil $\underline{Z}_6$ ist:_____

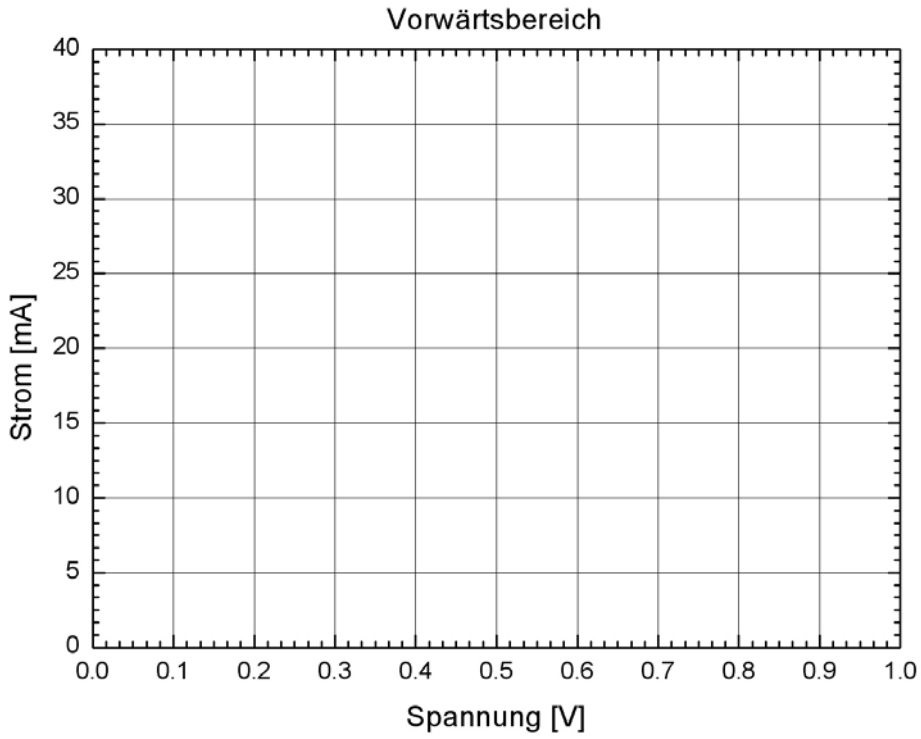
Aufgabe 2.3:

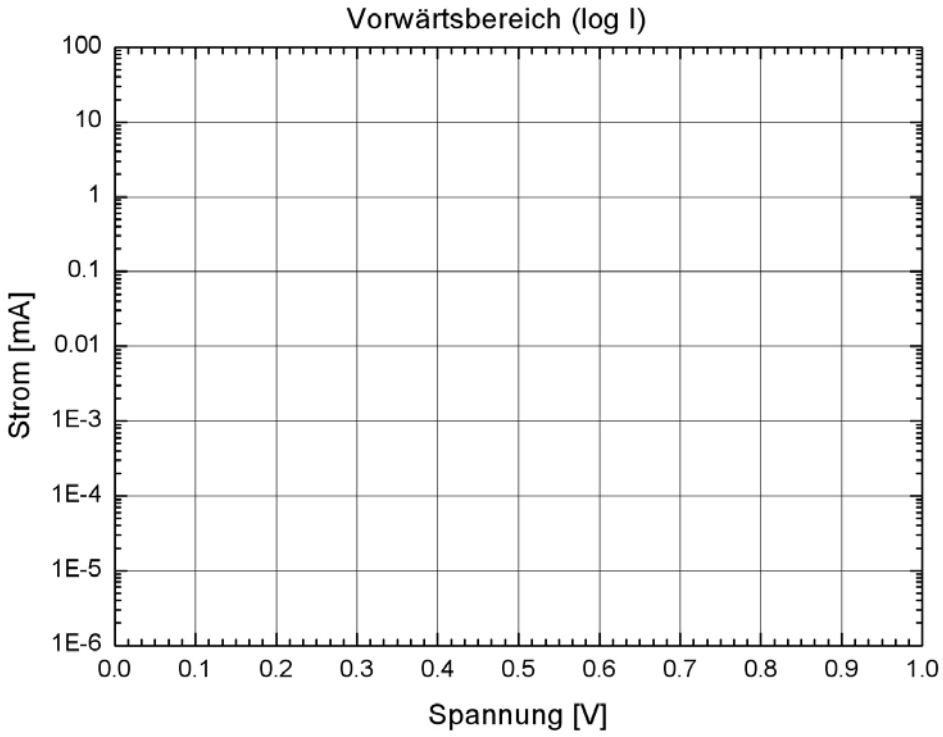
Für die genauere Beschreibung des eventuell noch unbekannten Zweipols $\underline{Z}_4$ soll eine längere Messreihe durchgeführt werden, damit die Strom-Spannungskennlinien exakt aufgetragen werden können. Messen Sie den Strom in Abhängigkeit der angelegten Spannung bzw. umgekehrt und tragen Sie die Werte in die folgende Tabelle ein.

U [V]	0	0,2	0,4	0,6	0,7					
I [mA]						1	5	10	20	30

U [V]	0	- 5	- 10					
I [mA]				-1	- 5	- 10	- 20	- 30

Tragen Sie mit diesen Werten die Kennlinien in die folgenden Bilder ein (Maßstab beachten, Bild 3)





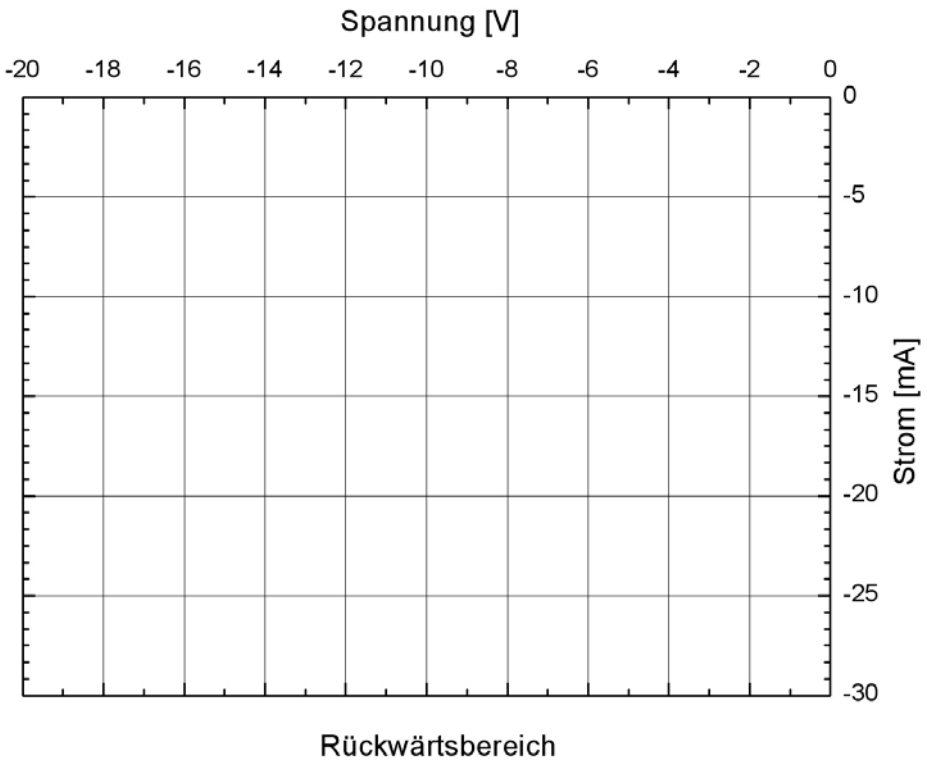


Bild 3 Strom-Spannungskennlinien des Zweipols $\underline{Z}_4$

Frage:

Wie bezeichnet man das Bauelement des Zweipols $\underline{Z}_4$?

Frage:

Wie groß ist die Durchbruchspannung (bei I = 10 mA) im Sperrbereich?

3. Identifikation von unbekannten Zweipolen anhand des Wechselstromverhaltens

Es werden nachfolgend nur sinusförmige Wechselgrößen betrachtet.

Vorbereitungsfrage 3.1:

Geben Sie den Zusammenhang zwischen der Frequenz f und der Kreisfrequenz ω an.

Vorbereitungsfrage 3.2:

Geben Sie die Einheit für die Frequenz f und die Einheit für die Kreisfrequenz ω an.

Vorbereitungsfrage 3.3:

Geben Sie in komplexer Schreibweise die Impedanz $\underline{Z}_C$ einer Kapazität C und die Impedanz $\underline{Z}_L$ einer Induktivität L an. Wie lauten die Beträge beider Impedanzen?

Vorbereitungsfrage 3.4:

Geben Sie die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bei einer Kapazität C und einer Induktivität L an.

Vorbereitungsfrage 3.5:

Welche Größen müssen Sie zur Identifikation eines unbekannten Zweipols messen?

Aufgabe 3.1:

Schließen Sie die unbekannten Zweipole $\underline{Z}_1$ bis $\underline{Z}_6$ nacheinander über den Vorwiderstand $R_3 = 100\ \Omega$ an die Spannungsquelle $\underline{U}$ (komplexe Spannung) an. Füllen Sie die nachfolgenden Messtabellen aus, finden Sie hierbei einen geeigneten Frequenzbereich. Berechnen Sie unter den Doppelstrichen die Beträge der jeweiligen Impedanzen.

f [Hz]			
U_{Z1} [V]			
I_{Z1} [mA]			
Z_1 [Ω]			

f [Hz]			
U_{Z2} [V]			
I_{Z2} [mA]			
Z_2 [Ω]			

f [Hz]			
U_{Z3} [V]			
I_{Z3} [mA]			
Z_3 [Ω]			

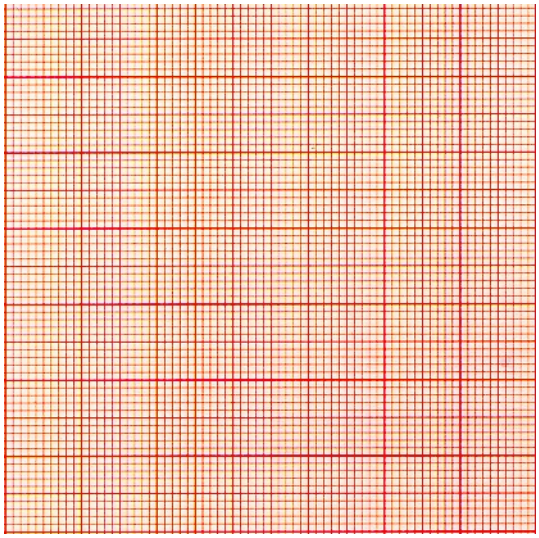
f [Hz]			
U_{Z4} [V]			
I_{Z4} [mA]			
Z_4 [Ω]			

f [Hz]			
U_{Z5} [V]			
I_{Z5} [mA]			
Z_5 [Ω]			

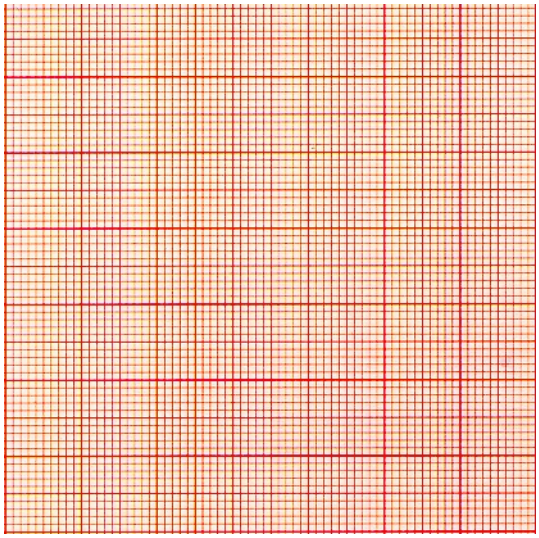
f [Hz]			
U_{Z6} [V]			
I_{Z6} [mA]			
Z_6 [Ω]			

Aufgabe 3.2:

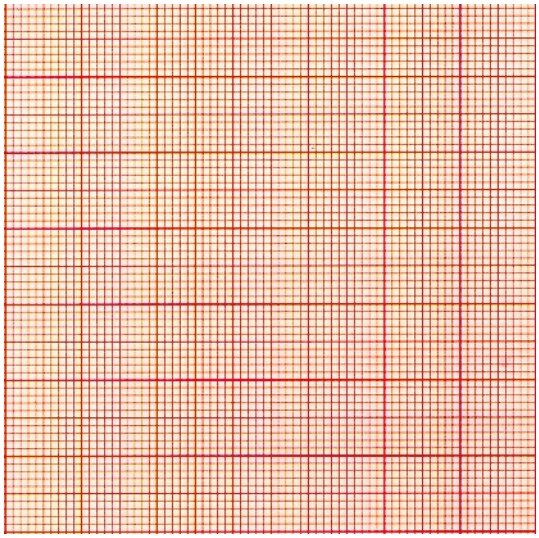
Tragen Sie die Beträge der Impedanzen über der Frequenz f in den nachfolgengen Diagrammen auf. Zeichnen, beschriften und kennzeichnen Sie die Achsen. Wählen Sie für die Darstellung einen zu Ihren Messungen geeigneten Maßstab.



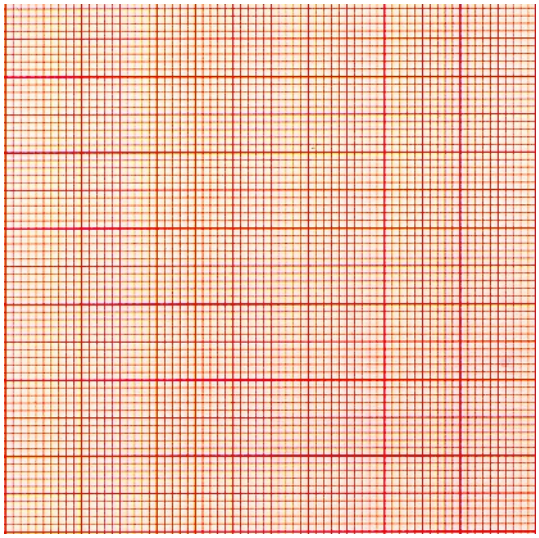
Betrag Z_1 über der Frequenz f



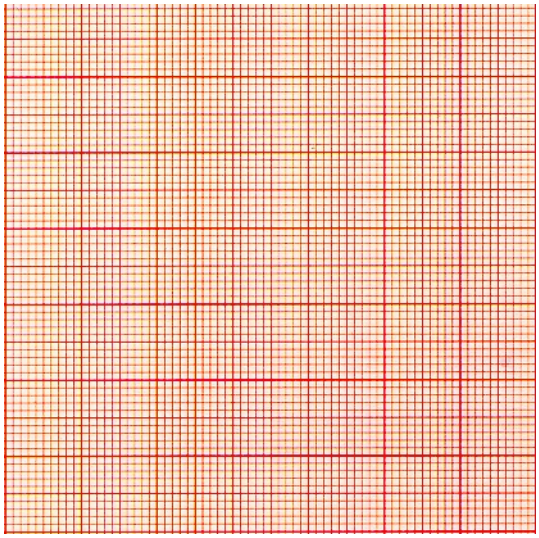
Betrag Z_2 über der Frequenz f



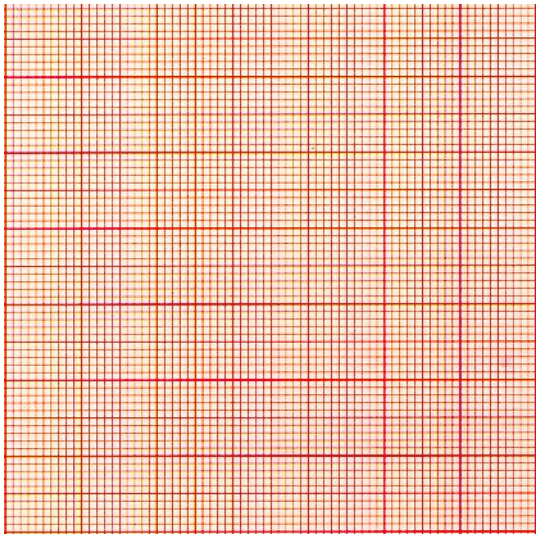
Betrag Z_3 über der Frequenz f



Betrag Z_4 über der Frequenz f



Betrag Z_5 über der Frequenz f



Betrag Z_6 über der Frequenz f

Bild 4 Beträge der Impedanzen über der Frequenz f

Frage:

Um welche Bauteile handelt es sich unter Berücksichtigung Ihrer Ergebnisse aus Aufgabenteil 2 und aus Aufgabenteil 3?

Bauteil $\underline{Z}_1$ ist:_____ Bauteil $\underline{Z}_2$ ist:_____

Bauteil $\underline{Z}_3$ ist:_____ Bauteil $\underline{Z}_4$ ist:_____

Bauteil $\underline{Z}_5$ ist:_____ Bauteil $\underline{Z}_6$ ist:_____

4. Der Einweggleichrichter

Eine der einfachsten Anwendungen, jedoch in der Praxis von großer Bedeutung, ist die Gleichrichtung sinusförmiger Ströme und Spannungen. Mit dem einfachen Beispiel eines Einweggleichrichters soll ein Übergang von Zweipolen zu Vierpolen geschaffen werden.

Es werden nachfolgend nur sinusförmige Wechselgrößen betrachtet.

Vorbereitungsfrage 4.1:

Welche Eigenschaften muss ein Bauteil besitzen, damit es als Gleichrichter eingesetzt werden kann? (Tipp: Weshalb ist ein Widerstand dafür ungeeignet?)

Aufgabe 4.1:

Skizzieren Sie in dem nachfolgenden Diagramm (Bild 5) den Strom $\underline{I}_{Z4}$ für das Bauteil $\underline{Z}_4$ über der Zeit t. Die Spannungsquelle liefert dabei eine sinusförmige Wechselspannung $\underline{U}$ mit einem Scheitelwert 2 V und einer Frequenz von 50 Hz. Für die Herleitung verwenden Sie die gemessenen Ströme aus Teilaufgabe 2.3.

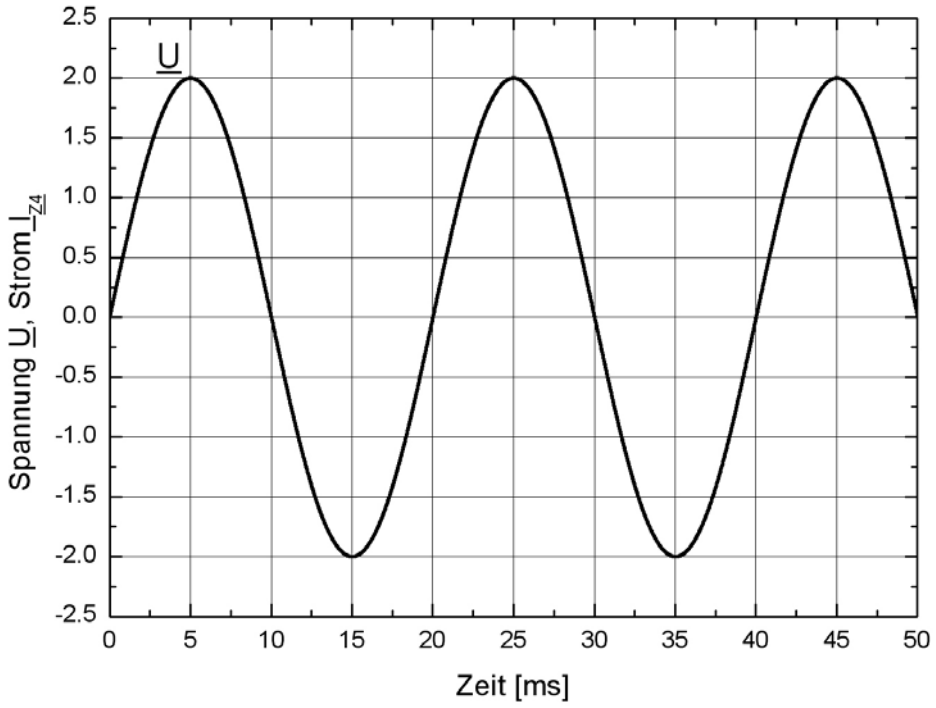


Bild 5 Strom und Spannung an $\underline{Z}_4$ über der Zeit t

Aufgabe 4.2:

Schließen Sie die Diode und den regelbaren Widerstand (Potentiometer) R_P an die komplexe Spannungsquelle $\underline{U}$ an. Messen Sie mit dem Scopemeter die Spannung an dem Widerstand (Kanal A) und an der Spannungsquelle $\underline{U}$ (Kanal B).

Frage:

Welche Unterschiede erkennen Sie zwischen den beiden gemessenen Spannungen?

Frage:

Welche Möglichkeiten fallen Ihnen ein, damit die Spannung geglättet werden kann, und welche Größen haben einen Einfluss auf das Ergebnis? (Tipp: Überlegung anhand der Messergebnisse der Bauelemente aus Aufgabe 2 und 3)

Aufgabe 4.3:

Überprüfen Sie Ihre Überlegungen, indem Sie die Kathodenseite der Diode mit den Kondensatoren C_1 bzw. C_2 verbinden.

Frage:

Welche Änderungen sind durch das Zuschalten verschiedener Kapazitäten sichtbar?

Frage:

Welchen Einfluss hat die Frequenz?

Frage:

Welchen Einfluss hat der Widerstand R_P?

5. Untersuchung von Vierpolen anhand der Übertragungsfunktion

Es sollen nachfolgend einfache Vierpole aufgebaut und deren komplexe Übertragungsfunktion $\underline{F}$ untersucht werden.

Vorbereitungsfrage 5.1:

Zeichen Sie die Ersatzschaltbilder eines Hochpasses und einen Tiefpasses. Wie lautet die komplexe Übertragungsfunktion $\underline{F} = \underline{U}_2 / \underline{U}_1$, wenn $\underline{U}_1$ die Eingangs- und $\underline{U}_2$ die Ausgangsspannung ist (Hinweis: Spannungsteiler).

Hochpass: Übertragungsfunktion:

Tiefpass: Übertragungsfunktion:

Vorbereitungsfrage 5.2:

Geben Sie jeweils für den Hochpass und den Tiefpass das Frequenzverhalten der Übertragungsfunktion für die Kreisfrequenz $\omega \rightarrow 0$ und $\omega \rightarrow \infty$ an.

Aufgabe 5.1:

Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse aus den Vorbereitungsfragen 5.1 und 5.2 durch Oszillografieren der Eingangsspannung $\underline{U}_1$ (Kanal A) und der Ausgangsspannung $\underline{U}_2$ (Kanal B) am Scopemeter.