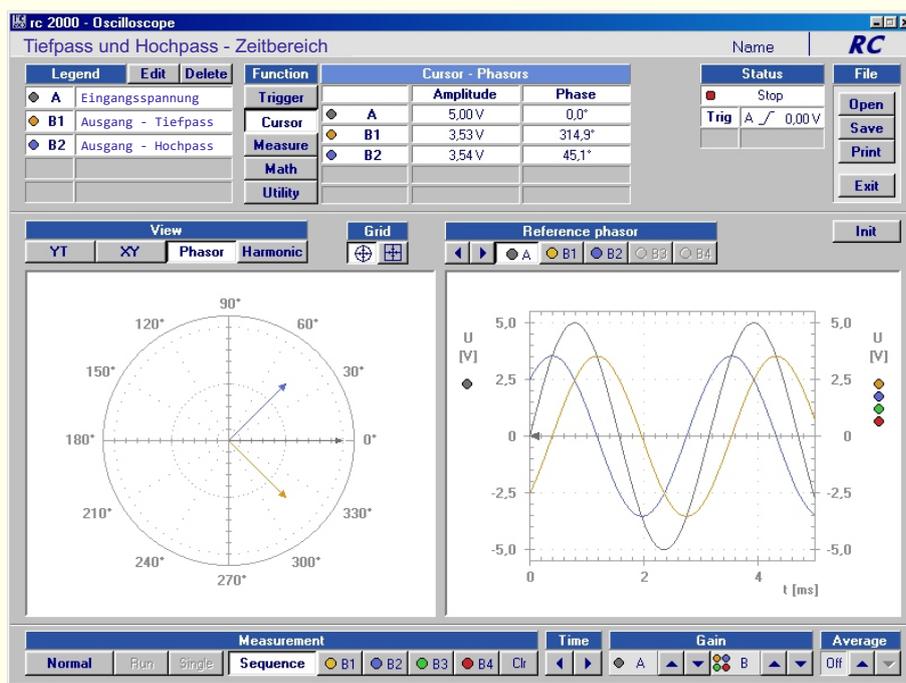


Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Kochbuch



Inhalt

Symbole in Aufgaben	0.1
Gleichstromkreise	1.0
Unbelasteter und belasteter Spannungsteiler	1.1
Spannungsquelle - Innenwiderstand	1.2
Leistungsanpassung im Gleichstromkreis	1.3
1. Kirchhoffsches Gesetz	1.4
2. Kirchhoffsches Gesetz	1.5
Theveninsches Theorem	1.6
Superpositionsprinzip	1.7
Dreieck - Stern - Transformation	1.8
Wechselstromkreise	2.0
RC Integrierglied und CR Differenzierglied	2.1
Tiefpass und Hochpass - Zeitbereich	2.2
Tiefpass und Hochpass - Frequenzbereich	2.3
RLC Serienresonanzkreis	2.4
RLC Serienkreis - Bandpass	2.5
RLC Serienkreis - Bandsperre	2.6
Widerstand im Wechselstromkreis	2.7
Spule im Wechselstromkreis	2.8
Kondensator im Wechselstromkreis	2.9
Wirkleistung - ohmsche Widerstände	2.10
Blindleistung - Spule	2.11
Blindleistung - Kondensator	2.12
Impedanzteiler - Zeitbereich	2.13
Impedanzteiler - Frequenzbereich	2.14
Äquivalente Kreise (für eine Frequenz) - Zeitbereich	2.15
Äquivalente Kreise (für eine Frequenz) - Frequenzbereich	2.16
U-I Kennlinien	3.0
Lineare Widerstände - Ohmsches Gesetz	3.1
NTC Widerstand - U/I Kennlinien	3.2
PTC Widerstand - U/I Kennlinien	3.3
Glühbirne - U/I Kennlinien	3.4
Gleichrichterdiode - U/I Kennlinien	3.5
Zener Dioden - U/I Kennlinien	3.6
LED Dioden - U/I Kennlinien	3.7
Bipolare Suppressor Diode - U/I Kennlinien	3.8

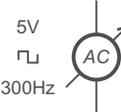
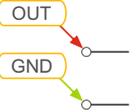
Inhalt

Lineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien	3.9
Lineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien	3.10
Nichtlineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien	3.11
Nichtlineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien	3.12
Nichtlineare und lineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien	3.13
Nichtlineare und lineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien	3.14
Eingangskarakteristiken eines Bipolartransistors NPN	3.15
Ausgangskarakteristiken eines Bipolartransistors NPN	3.16
Ausgangskarakteristiken eines Bipolartransistors PNP	3.17
Ausgangskarakteristiken eines Unipolartransistors J-FET	3.18
Bauteile	4.0
Einweggleichrichter	4.1
Einweggleichrichter - Diodenstrom	4.2
Einweggleichrichter mit Kondensatorfilter - Ströme	4.3
Vollweggleichrichter	4.4
Diodenbegrenzer	4.5
Transformator - Spannung und Strom in Primärspule	4.6
Transformator - Hysteresekurve	4.7
Bipolartransistor als Verstärker mit gemeinsamen Emitter	4.8
Amplituden- und Phasengänge des Verstärkers mit Bipolartransistor	4.9
Multivibrator mit Bipolartransistoren	4.10
Thyristorregelung	4.11
Drehstromtechnik	5.0
Sternschaltung - Sternspannungen	5.1
Sternschaltung - Stern- und Leiterspannungen	5.2
Sternschaltung - symmetrische ohmsche Last	5.3
Sternschaltung - unsymmetrische ohmsche Last (4-Leiter System)	5.4
Sternschaltung - unsymmetrische ohmsche Last (3-Leiter System)	5.5
Sternschaltung - symmetrische komplexe Last	5.6
Sternschaltung - unsymmetrische komplexe Last	5.7
Dreieckschaltung - Leiterspannungen	5.8
Dreieckschaltung - Strang- und Leiterstrom	5.9
Dreieckschaltung - symmetrische ohmsche Last	5.10
Dreieckschaltung - unsymmetrische ohmsche Last	5.11
Dreieckschaltung - symmetrische komplexe Last	5.12
Dreieckschaltung - unsymmetrische komplexe Last	5.13

Inhalt

Operationsverstärker	6.0
Invertierender Verstärker	6.1
Nichtinvertierender Verstärker	6.2
Spannungsfolger	6.3
Integrierer	6.4
Differenzierer	6.5
Komparator	6.6
Komparator mit Hysterese	6.7
Differenzverstärker	6.8
Phasenglied	6.9
Astabiler Multivibrator	6.10
Digitaltechnik	7.0
Boolsche Algebra - Gesetze	7.1
Boolsche Algebra - Implementierung von Funktionen mit NAND	7.2
Boolsche Algebra - Implementierung von Funktionen mit NOR	7.3
Logische Funktion - Minimierung	7.4
Aufzugssteuerung	7.5
Alarmschaltung	7.6
Lüfterfunktionsanzeige	7.7
Addierer und Subtrahierer	7.8
Der Halb- und Volladdierer	7.9
Ein-Bit-Komparator	7.10
Vergleicherschaltung	7.11
Gray Code Encoder und Decoder	7.12
Zähler (vor- / rückwärts)	7.13
Modulo - N - Zähler	7.14
Sequenzschaltung - digitale Differenzschaltung	7.15
Regelung	8.0
PI-Regler - Zeitanalyse	8.1
PID-Regler - Zeitanalyse	8.2
Verzögerungsglied der zweiten Ordnung - Zeitanalyse	8.3
Identifizierung des Verzögerungselementes mit dem Motorsystem	8.4
P-Regler - Messung mit Motor	8.5
I-Regler - Messung mit Motor	8.6
PI-Regler - Messung mit Motor	8.7
PI-Regler - Messung mit Verzögerungsglied	8.8
Belasteter Motor - ohne und mit PI-Regler	8.9

Symbole

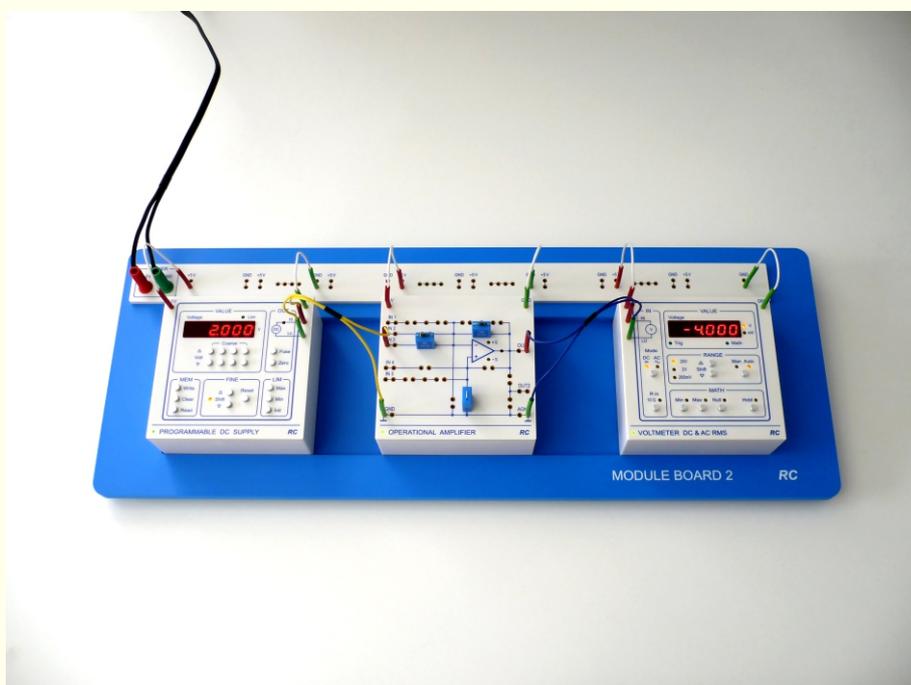
	Elementemodul mit der Referenzquelle 10V
	Programmierbare DC Quelle
	Funktionsgenerator mit der eingestellten Amplitude, Frequenz, Offset und Signalform
	Voltmeter DC & AC RMS an den Klemmen
	Präziser 2-pin Widerstand mit bestimmtem Wert
	Widerstandsdekade 1 oder 2 mit eingestelltem Wert
	Präziser 2-pin Kondensator mit bestimmtem Wert
	Kondensatordekade mit eingestelltem Wert
	Die Anschlüsse der Kabel zum Eingang des Messmoduls ADDU - Kanal A (+IN A -IN A) oder B (+IN B -IN B)
	Die Anschlüsse der Kabel vom Ausgang des Messmoduls ADDU

Bemerkungen

Die Ausgänge der Module sind so gestaltet, dass sie einen minimalen Ausgangswiderstand aufweisen ($R_{\text{OUT}} < 0,1\Omega$). Sie können daher als ideal angesehen werden.

Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Gleichstromkreise



Inhalt

Gleichstromkreise	1.0
Unbelasteter und belasteter Spannungsteiler	1.1
Spannungsquelle - Innenwiderstand	1.2
Leistungsanpassung im Gleichstromkreis	1.3
1. Kirchhoffsches Gesetz	1.4
2. Kirchhoffsches Gesetz	1.5
Theveninsches Theorem	1.6
Superpositionsprinzip	1.7
Dreieck - Stern - Transformation	1.8

1.1

Unbelasteter und belasteter Spannungsteiler

Aufgabe

Überprüfen Sie die Gültigkeit der Gleichung für den unbelasteten und belasteten Spannungsteiler durch Vergleich der gemessenen und berechneten Werte.

Schema

1) Unbelasteter Spannungsteiler

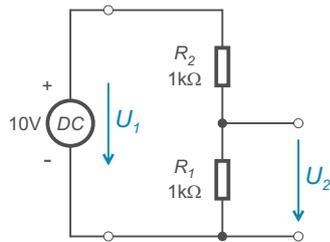


Abb. 1 - Unbelasteter Teiler

$$U_1 = 10V$$

$$R_1 = 1k\Omega$$

$$R_2 = 1k\Omega$$

$$U_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_1$$

$$U_2 = 5V$$

2) Belasteter Spannungsteiler

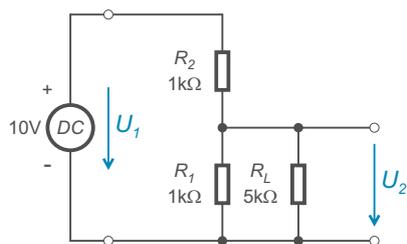


Abb. 2 - Belasteter Teiler

$$U_1 = 10V$$

$$R_1 = 1k\Omega$$

$$R_2 = 1k\Omega$$

$$R_L = 5k\Omega$$

$$U_2 = \frac{R_1 \cdot R_L}{R_2 \cdot R_L + R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_L} U_1$$

$$U_2 = 4,545V$$

1.2

Spannungsquelle - Innenwiderstand

Aufgabe

Messen Sie den Innenwiderstand R_i der idealen (Abb. 1 und 2) und realen Spannungsquelle (Abb. 3 und 4).

Schema

1) Ideale Spannungsquelle

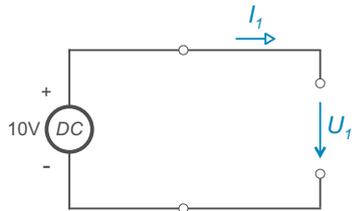


Abb. 1 - Unbelastet

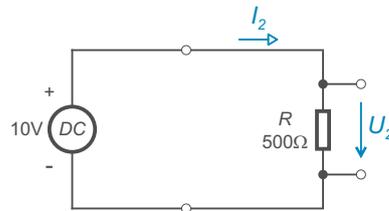


Abb. 2 - Belastet

$$R_i = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R}$$

$$R_i = 0\Omega$$

2) Reale Spannungsquelle

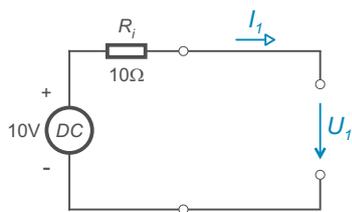


Abb. 3 - Unbelastet

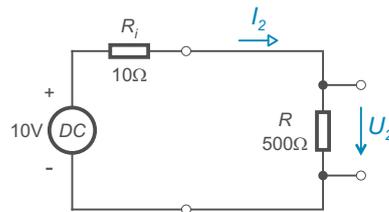


Abb. 4 - Belastet

$$R_i = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R}$$

$$R_i = 10\Omega$$

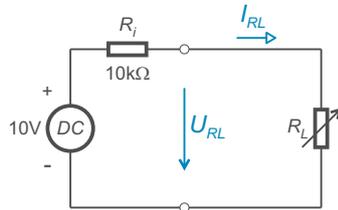
1.3

Leistungsanpassung im Gleichstromkreis

Aufgabe

Überprüfen Sie, dass bei gegebener Schaltung die maximale Leistung auf den Lastwiderstand R_L übertragen wird, wenn $R_L = R_i$ ist.

Schema



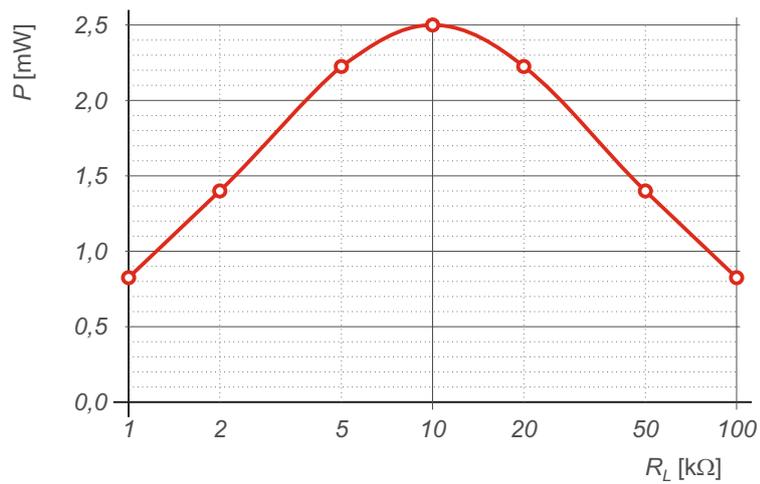
$$U_1 = 10\text{V}$$

$$R_i = 10\text{k}\Omega$$

$$I_{RL} = \frac{U_{RL}}{R_L}$$

$$P = \frac{U_{RL}^2}{R_L}$$

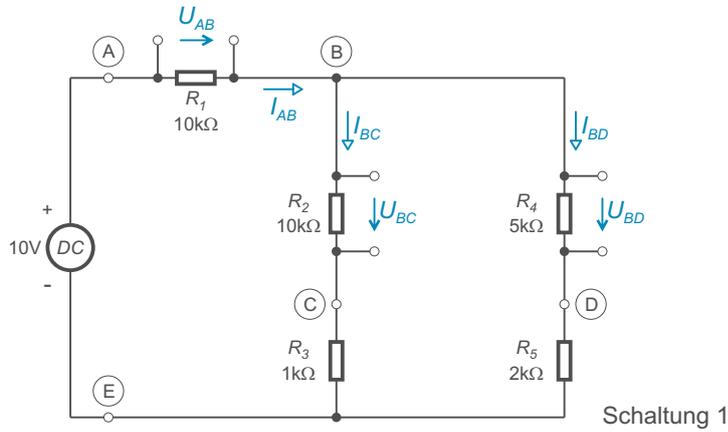
R_L [kΩ]	0,0	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
U_{RL} [V]	0,000	0,909	1,667	3,333	5,000	6,667	8,333	9,091
P [mW]	0,000	0,826	1,389	2,222	2,500	2,222	1,389	0,826



Aufgabe

Überprüfen Sie die Gültigkeit von Kirchhoff's ersten Gesetz für die beiden folgenden Schaltungen.

Schema

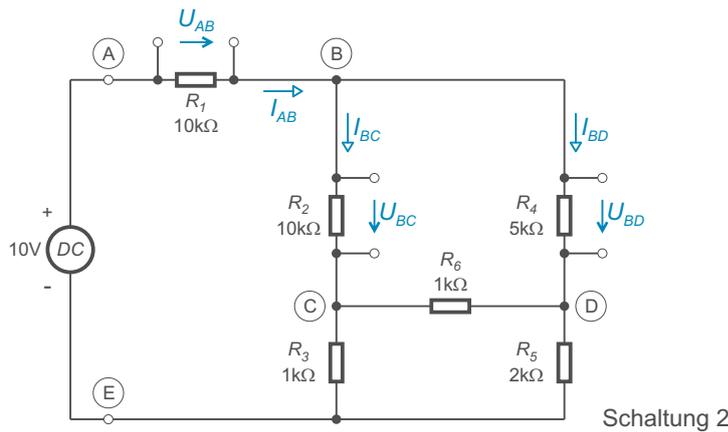


$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_1}$$

$$I_{BC} = \frac{U_{BC}}{R_2}$$

$$I_{BD} = \frac{U_{BD}}{R_4}$$

$$I_{AB} = I_{BC} + I_{BD}$$



$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_1}$$

$$I_{BC} = \frac{U_{BC}}{R_2}$$

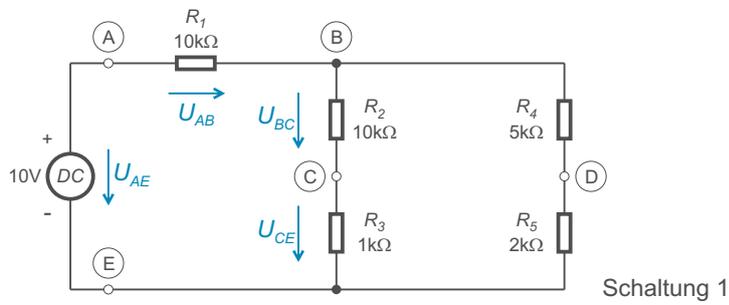
$$I_{BD} = \frac{U_{BD}}{R_4}$$

$$I_{AB} = I_{BC} + I_{BD}$$

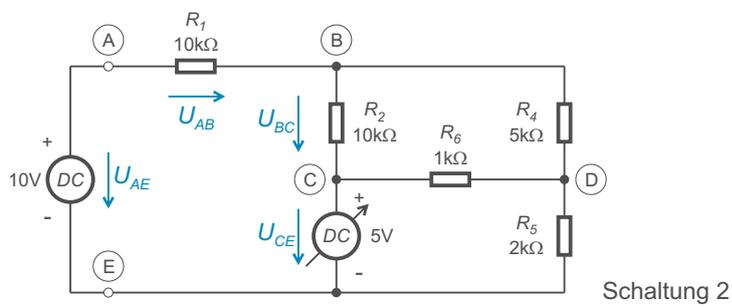
Aufgabe

Überprüfen Sie die Gültigkeit von Kirchhoff's zweitem Gesetz für die beiden folgenden Schaltungen.

Schema



$$U_{AE} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CE}$$



$$U_{AE} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CE}$$

Aufgabe

Vereinfachen Sie die gegebene Schaltung (Abb. 1) mit Hilfe des Theveninschen Theorems.

Schema

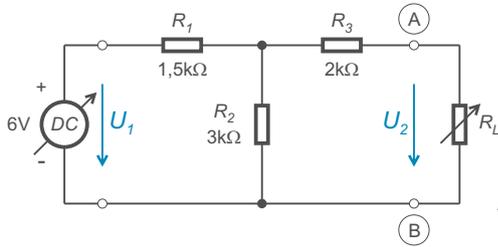


Abb. 1 - Gegebene Schaltung

$$U_1 = 6V \quad R_1 = 1,5k\Omega$$

$$R_2 = 3k\Omega$$

$$R_3 = 2k\Omega$$

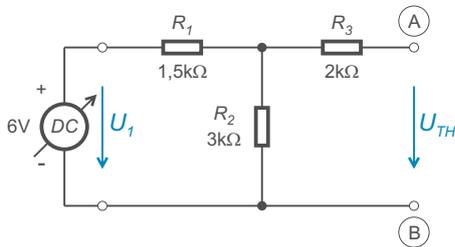


Abb. 2 - Ersatzspannung \$U_{TH}\$

$$U_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1$$

$$U_{TH} = 4V$$

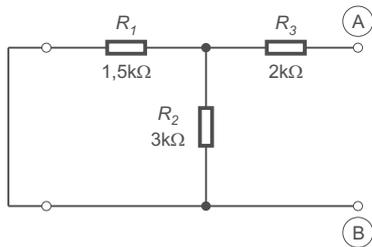


Abb. 3 - Ersatzwiderstand \$R_{TH}\$

$$R_{TH} = R_3 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{TH} = 3k\Omega$$

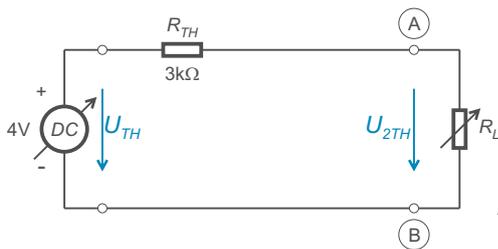


Abb. 4 - Vereinfachte Schaltung

$$U_{TH} = 4V$$

$$R_{TH} = 3k\Omega$$

1.7

Superpositionsprinzip

Aufgabe

Zeigen Sie, dass das Superpositionprinzip nur für lineare Netzwerke gilt.

Schema

1) Lineare Schaltung

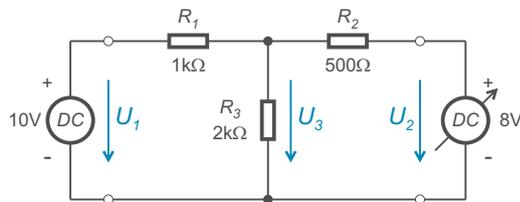


Abb. 1 - Untersuchte lineare Schaltung

$$U_3 = U_{31} + U_{32}$$

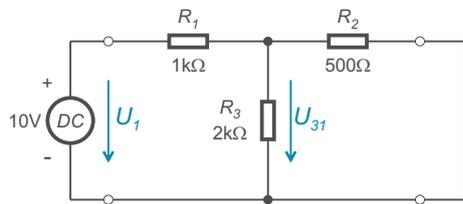


Abb. 2 - Beitrag erste Quelle

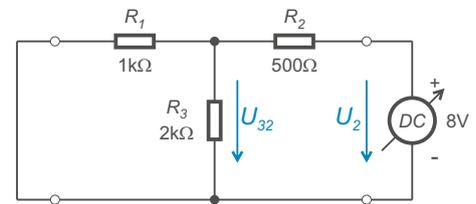


Abb. 3 - Beitrag zweite Quelle

2) Nichtlineare Schaltung

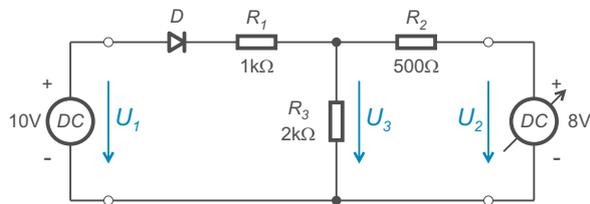


Abb. 4 - Untersuchte nichtlineare Schaltung

$$U_3 \neq U_{31} + U_{32}$$

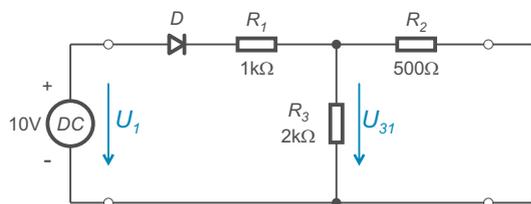


Abb. 5 - Schaltung ohne zweite Quelle

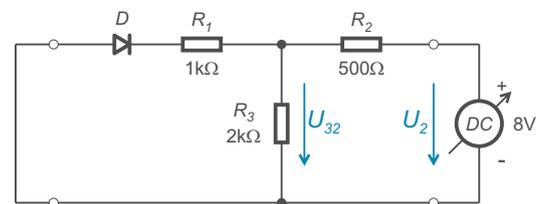


Abb. 6 - Schaltung ohne erste Quelle

Aufgabe

Bestimmen Sie den Spannungswert U_2 mit Hilfe der Dreieck - Stern - Transformation.

Schema

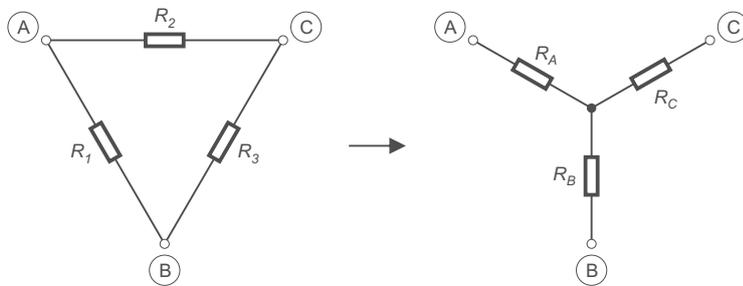


Abb. 1 - Dreieck - Stern Transformation

$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_C = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

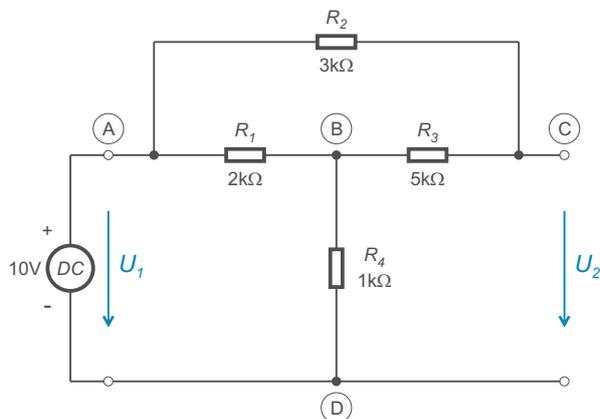


Abb. 2 - Gegebene Schaltung - Dreieck

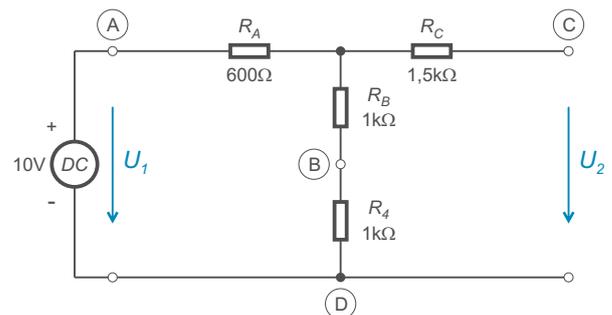
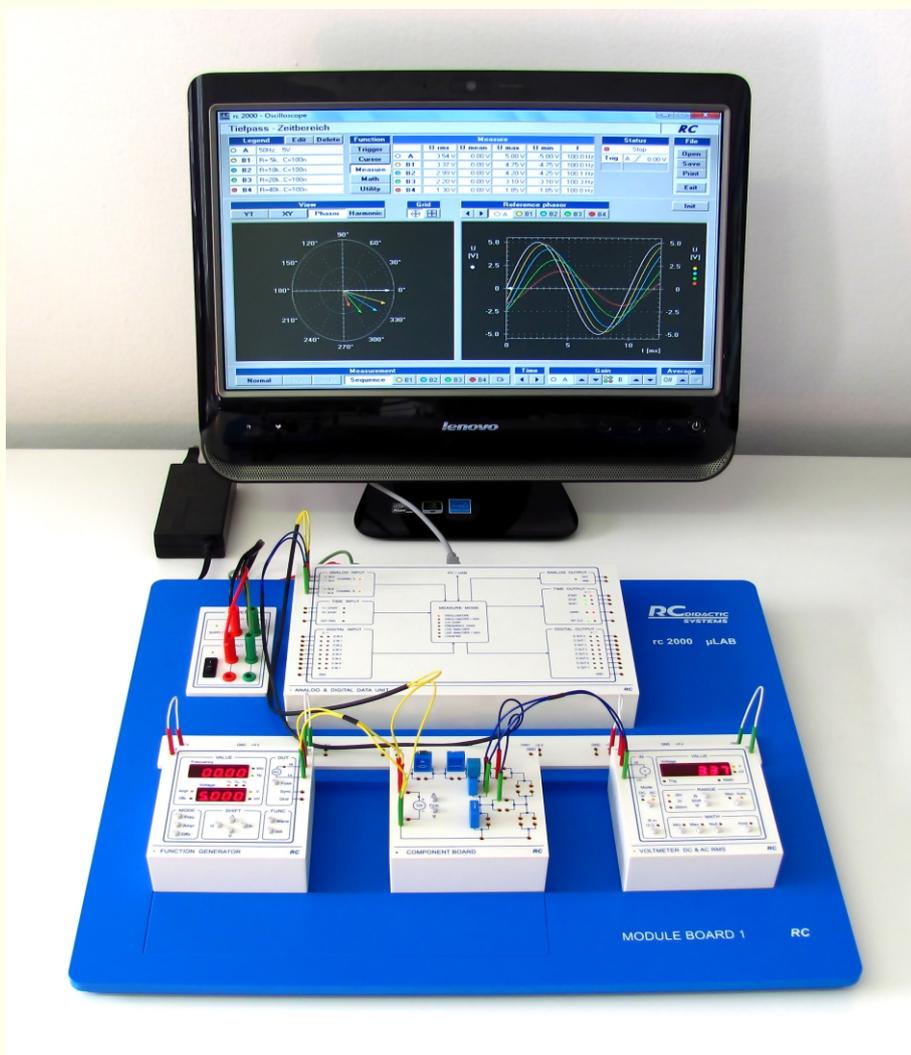


Abb. 3 - Schaltung nach der Transformation - Stern

Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Wechselstromkreise



Inhalt

Wechselstromkreise	2.0
RC Integrierglied und CR Differenzierglied	2.1
Tiefpass und Hochpass - Zeitbereich	2.2
Tiefpass und Hochpass - Frequenzbereich	2.3
RLC Serienresonanzkreis	2.4
RLC Serienkreis - Bandpass	2.5
RLC Serienkreis - Bandsperre	2.6
Widerstand im Wechselstromkreis	2.7
Spule im Wechselstromkreis	2.8
Kondensator im Wechselstromkreis	2.9
Wirkleistung - ohmsche Widerstände	2.10
Blindleistung - Spule	2.11
Blindleistung - Kondensator	2.12
Impedanzteiler - Zeitbereich	2.13
Impedanzteiler - Frequenzbereich	2.14
Äquivalente Kreise (für eine Frequenz) - Zeitbereich	2.15
Äquivalente Kreise (für eine Frequenz) - Frequenzbereich	2.16

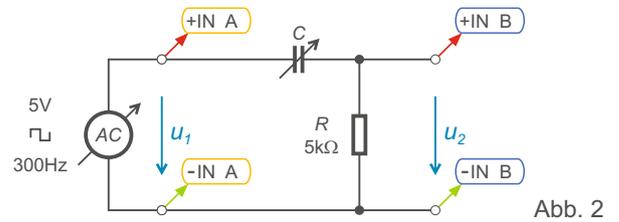
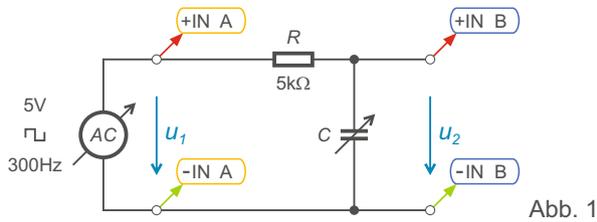
2.1

RC Integrierglied und CR Differenzierglied

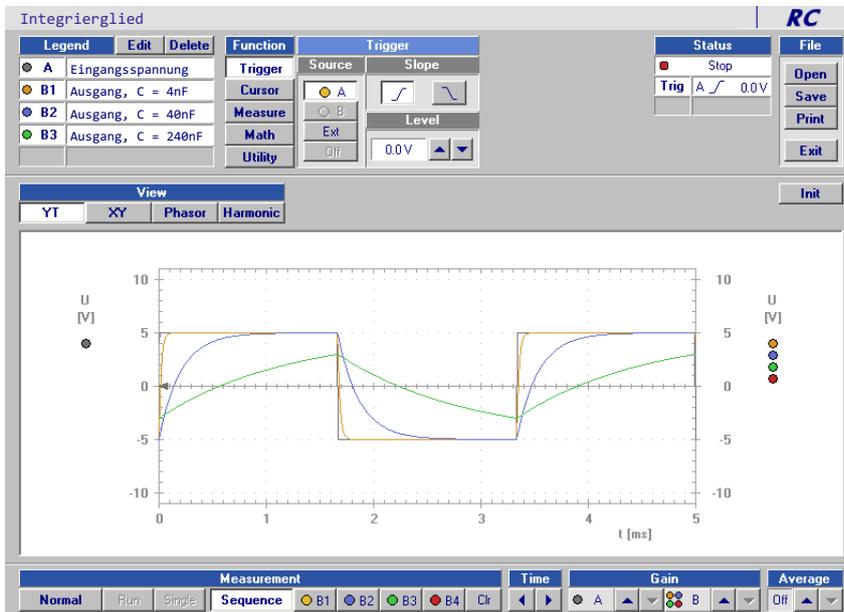
Aufgabe

Messen Sie das Ansprechverhalten des Integrier- und Differenzierglieds auf die Rechteck-Spannung. Nehmen Sie für den Kondensator die Messwerte $C = 4\text{ nF}$, 40 nF , 240 nF .

Schema



Messung



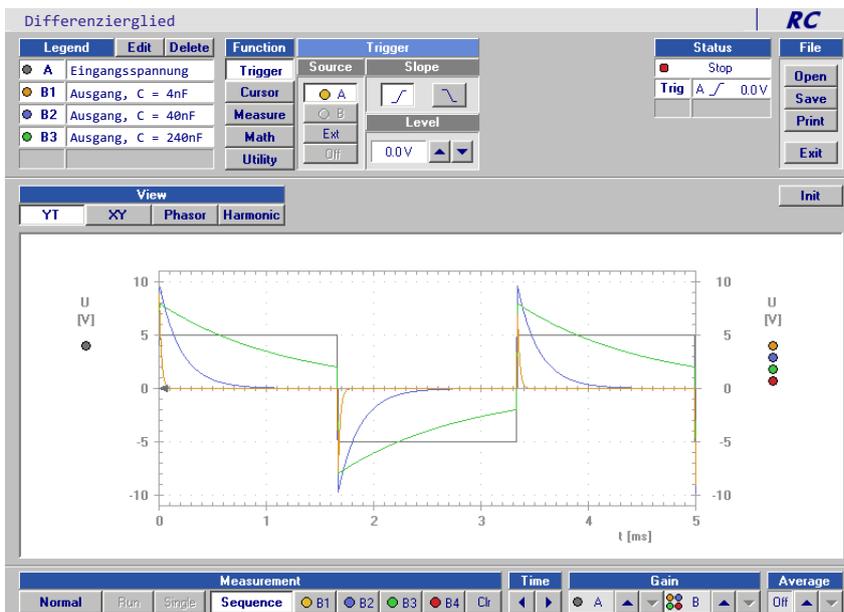
Integrierglied

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop



Differenzierglied

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

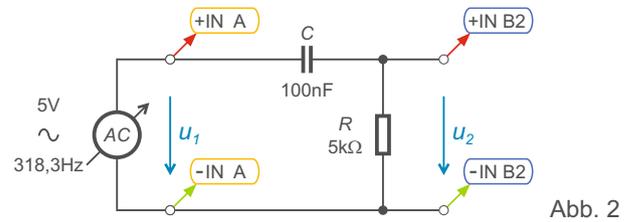
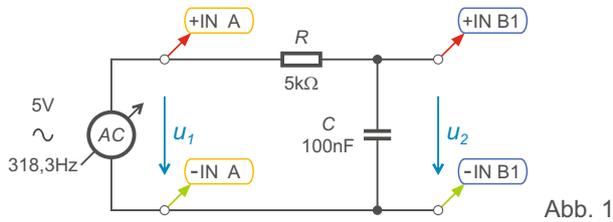
2.2

Tiefpass und Hochpass - Zeitbereich

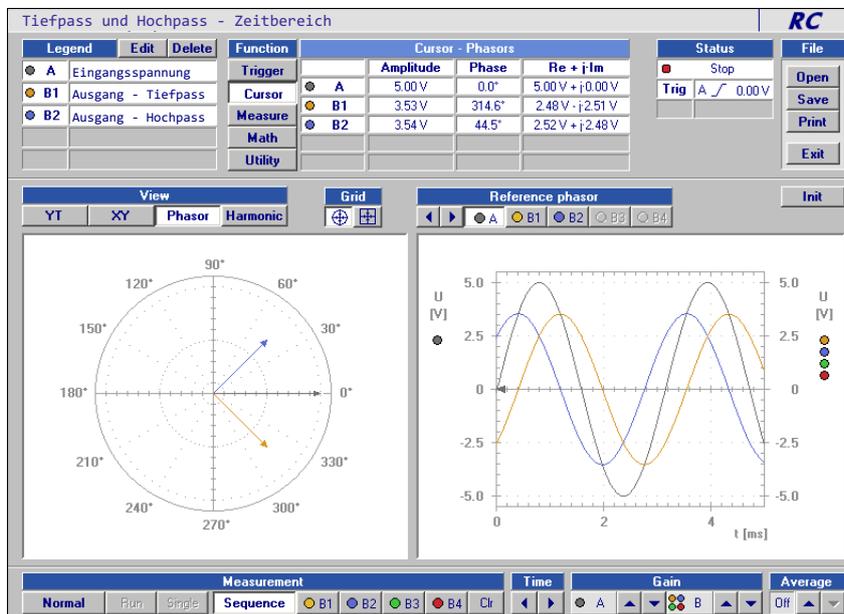
Aufgabe

Zeigen Sie Zeit- und Zeigerdiagramme für Tiefpass und Hochpass (mit der gleichen Grenzfrequenz f_G).

Schema



Messung



Zeigerdiagramme

Schema

Abb. 1, Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Messdaten

- $u_1(t)$ (V)
- $u_2(t)$, Abb. 1 (V)
- $u_2(t)$, Abb. 2 (V)

Formel

$$f_G = \frac{1}{2 \pi R C} \quad (\text{Hz})$$

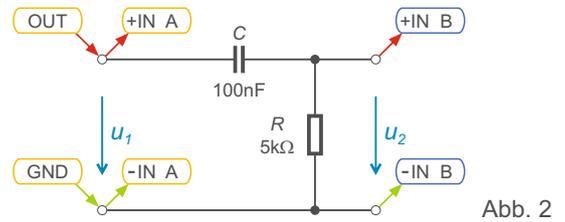
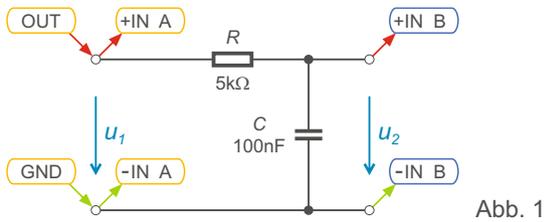
2.3

Tiefpass und Hochpass - Frequenzbereich

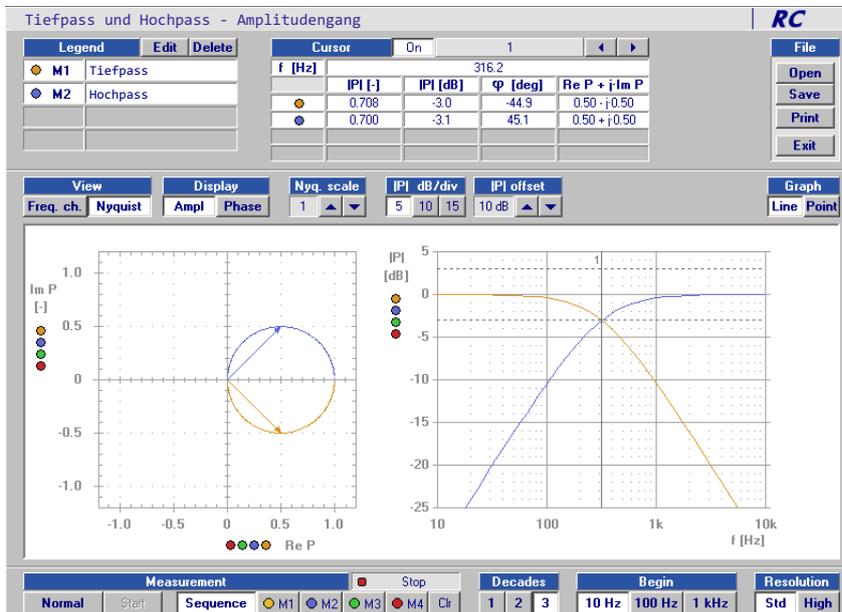
Aufgabe

Zeigen Sie die Amplituden- und Phasengänge für Tiefpass und Hochpass (mit der gleichen Grenzfrequenz f_G).

Schema



Messung



Amplitudengang

Schema

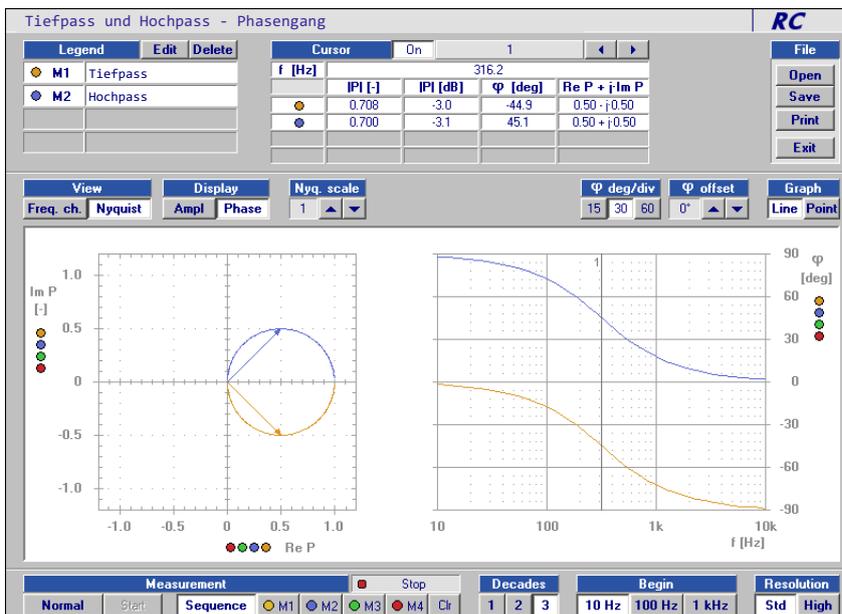
Abb. 1, Abb. 2

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Messdaten

- IPI(f), Abb. 1 (dB)
- IPI(f), Abb. 2 (dB)



Phasengang

Schema

Abb. 1, Abb. 2

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Messdaten

- $\varphi(f)$, Abb. 1 (°)
- $\varphi(f)$, Abb. 2 (°)

2.4

RLC Serienresonanzkreis

Aufgabe

Zeigen Sie Zeit- und Zeigerdiagramme für einen Serienresonanzkreis mit einem idealen Kondensator und mit einer idealen Spule (Abb. 1) und mit einem idealen Kondensator und einer realen Spule (Abb. 2).

Schema

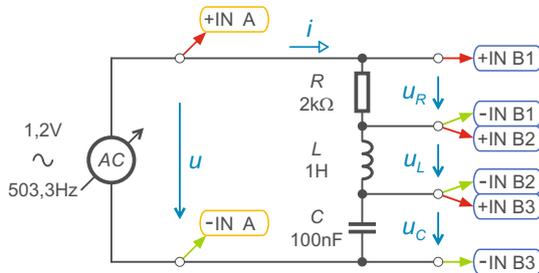


Abb. 1

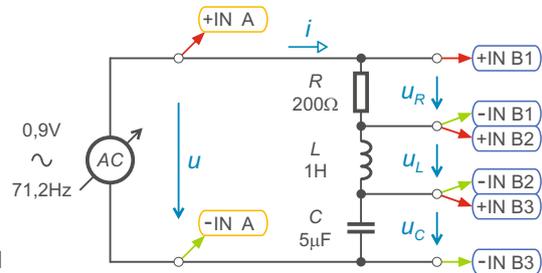
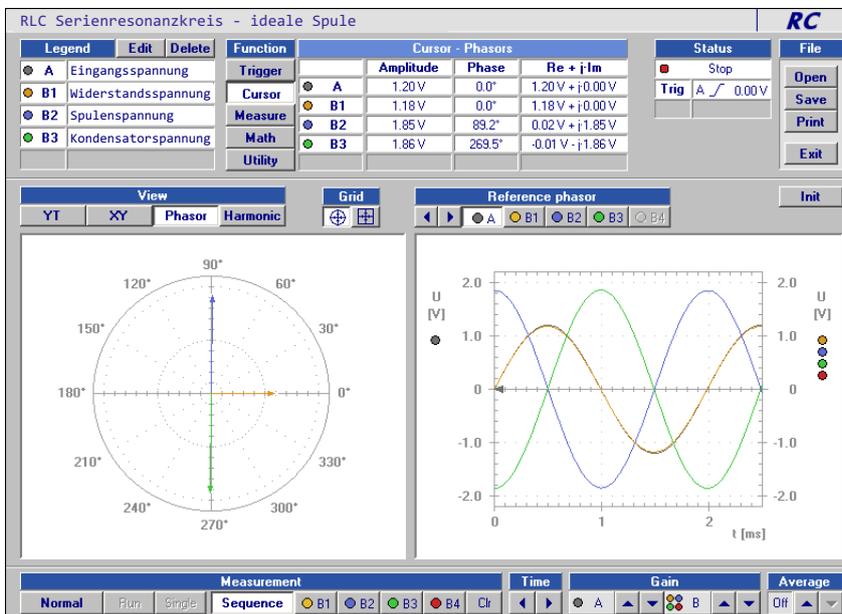


Abb. 2

Messung



Ideale Spule

Schema

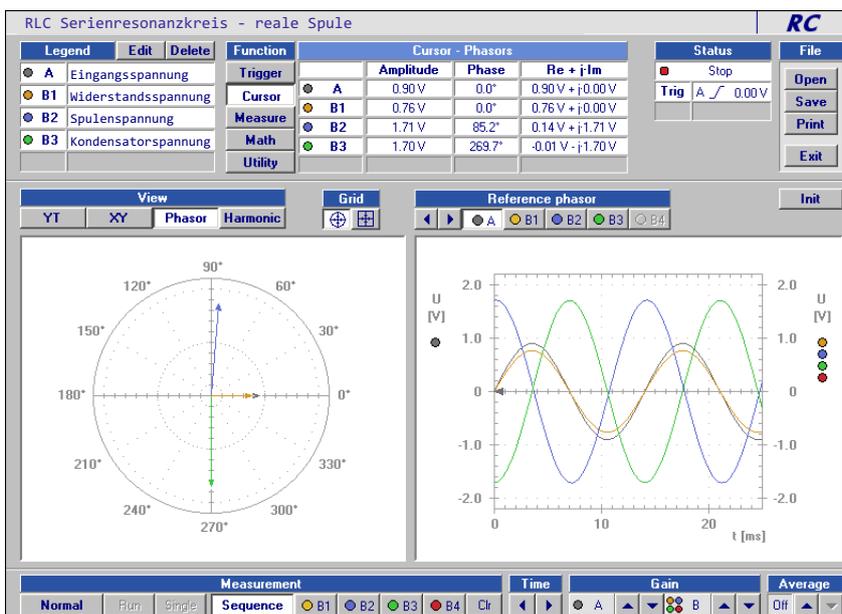
Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Messdaten

- $u(t)$ (V)
- $u_R(t)$ (V)
- $u_L(t)$ (V)
- $u_C(t)$ (V)



Reale Spule

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Messdaten

- $u(t)$ (V)
- $u_R(t)$ (V)
- $u_L(t)$ (V)
- $u_C(t)$ (V)

Aufgabe

Zeigen Sie Amplituden- und Phasengänge für einen RLC-Bandpass (für unterschiedliche Werte des Dämpfungswiderstands R, zB $R = 100 \Omega, 200 \Omega, 500 \Omega$).

Schema

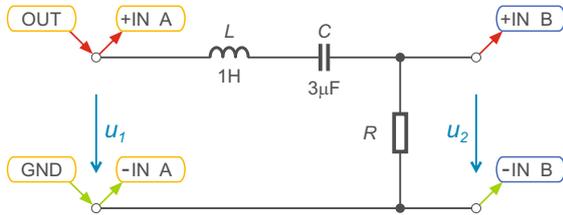
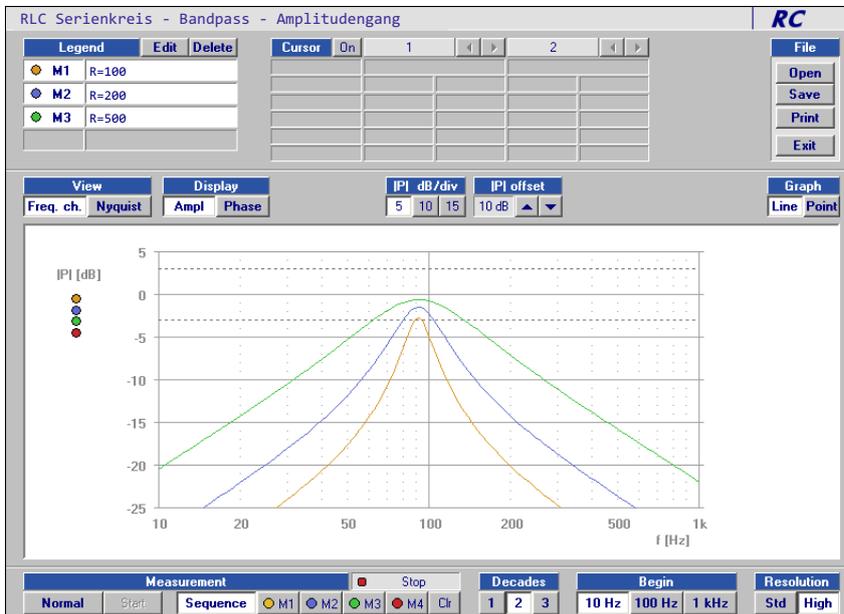


Abb. 1

Messung



Amplitudengang

Schema

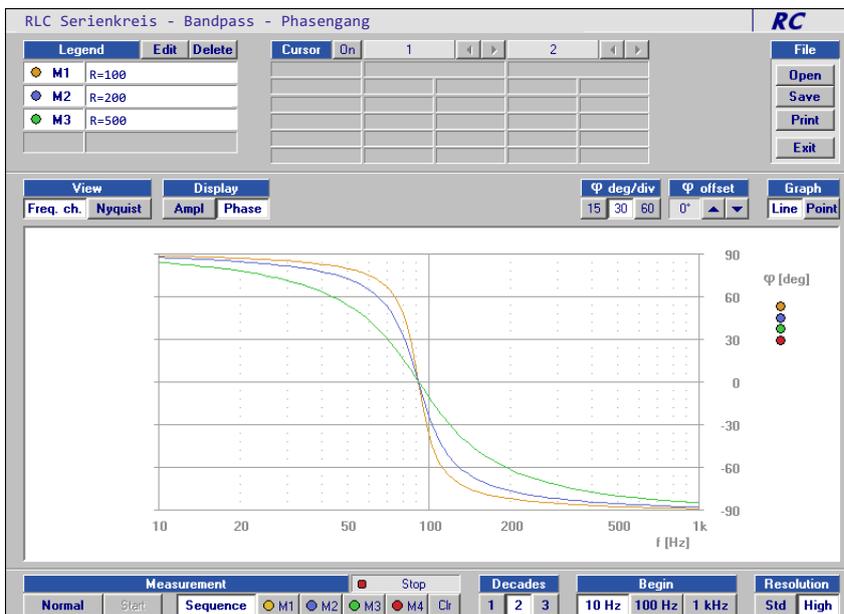
Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Messdaten

- IPI(f), $R = 100 \Omega$ (dB)
- IPI(f), $R = 200 \Omega$ (dB)
- IPI(f), $R = 500 \Omega$ (dB)



Phasengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Messdaten

- $\varphi(f)$, $R = 100 \Omega$ (°)
- $\varphi(f)$, $R = 200 \Omega$ (°)
- $\varphi(f)$, $R = 500 \Omega$ (°)

Aufgabe

Zeigen Sie Amplituden- und Phasengänge für einen RLC-Bandsperre (für unterschiedliche Werte des Dämpfungswiderstands R, zB $R = 100 \Omega, 200 \Omega, 500 \Omega$).

Schema

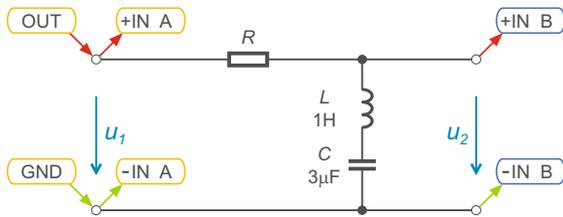
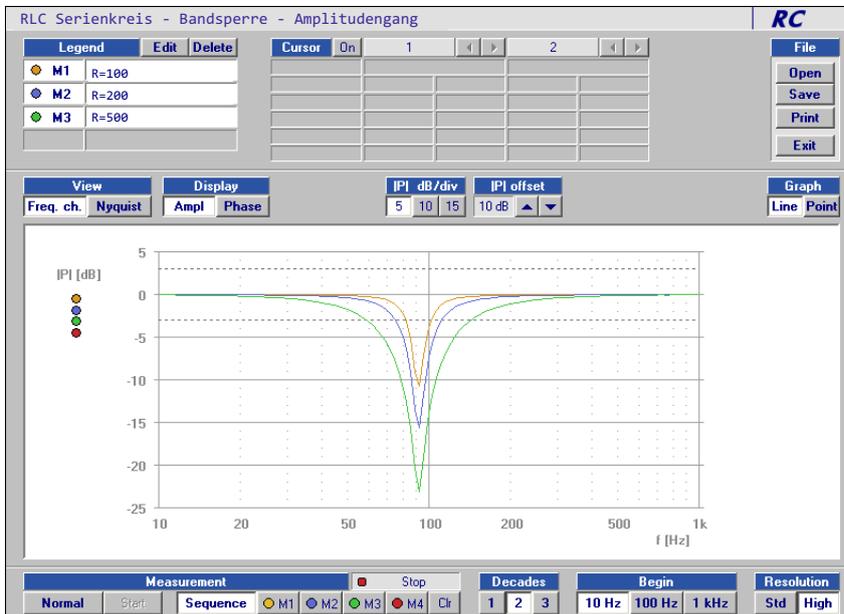


Abb. 1

Messung



Amplitudengang

Schema

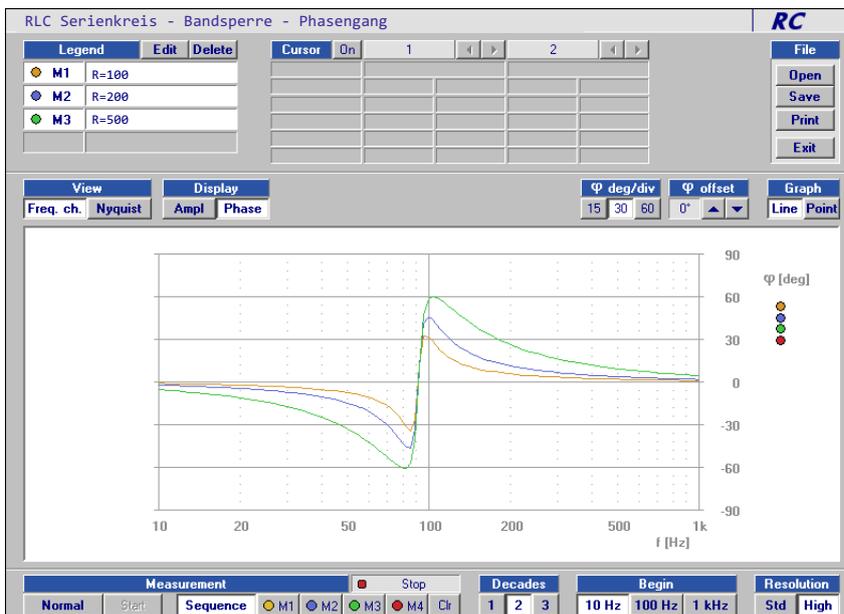
Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Messdaten

- IPI(f), $R = 100 \Omega$ (dB)
- IPI(f), $R = 200 \Omega$ (dB)
- IPI(f), $R = 500 \Omega$ (dB)



Phasengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Messdaten

- $\varphi(f)$, $R = 100 \Omega$ (°)
- $\varphi(f)$, $R = 200 \Omega$ (°)
- $\varphi(f)$, $R = 500 \Omega$ (°)

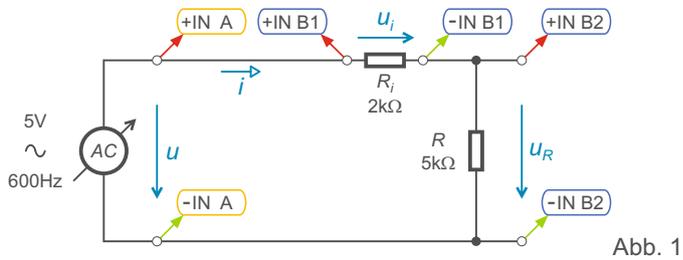
2.7

Widerstand im Wechselstromkreis

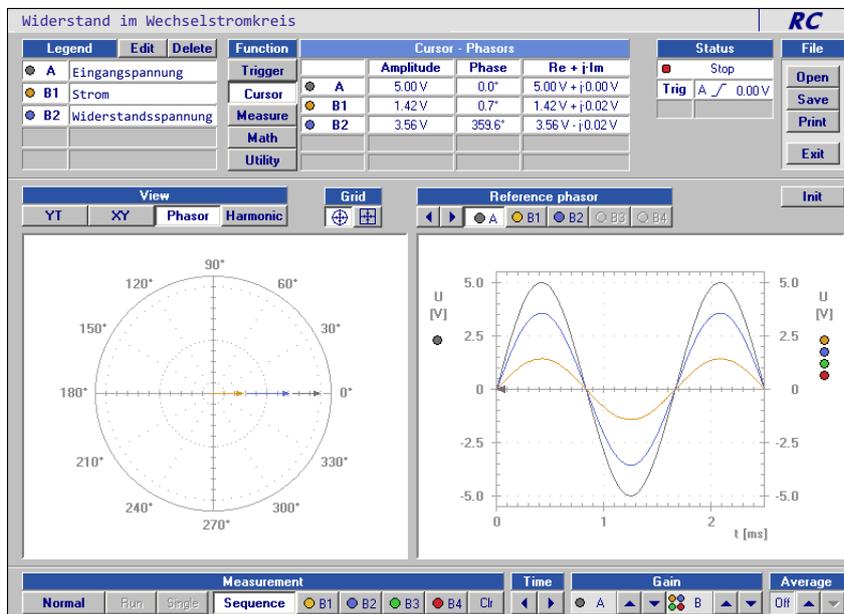
Aufgabe

Stellen Sie Zeitverläufe und Zeigerdiagramme für Spannung und Strom an einem Widerstand dar.

Schema



Messung



Spannung und Strom

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

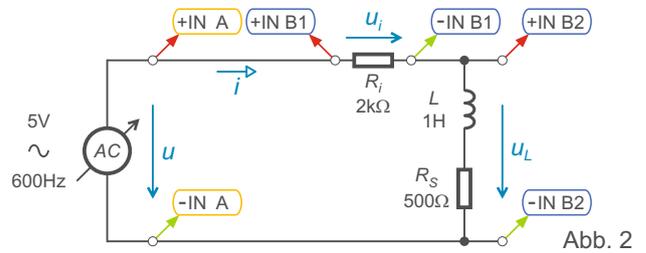
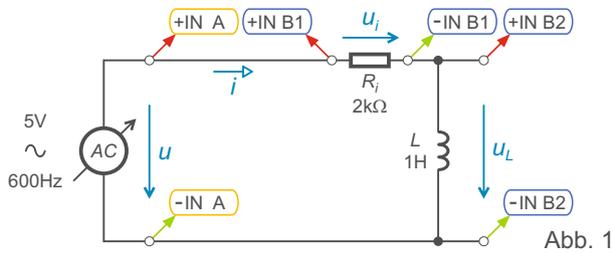
Messdaten

- $u(t)$ (V)
- $i(t) = \frac{1}{R_i} u_i(t)$ (mA, kΩ, V)
- $u_R(t)$ (V)

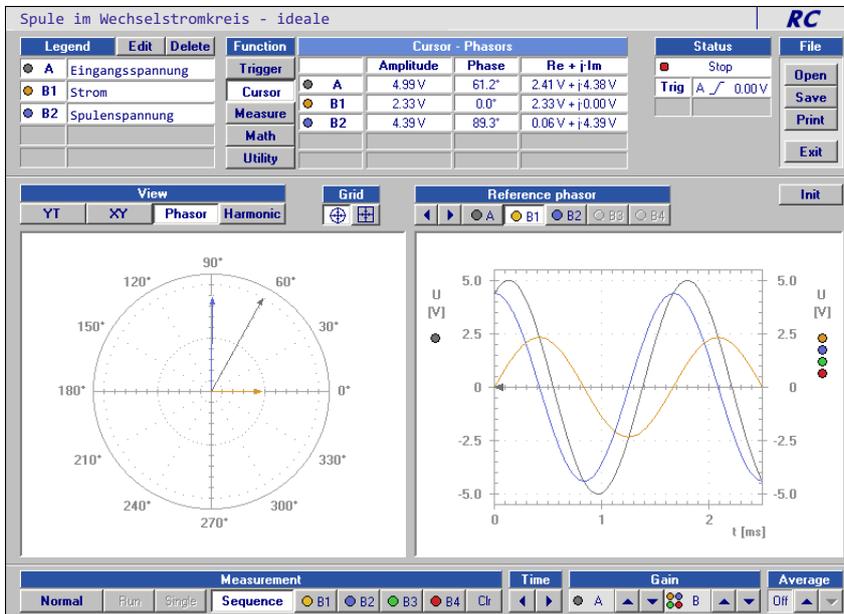
Aufgabe

Stellen Sie Zeitverläufe und Zeigerdiagramme für Spannung und Strom an einer Spule (ideale und reale) dar.

Schema



Messung



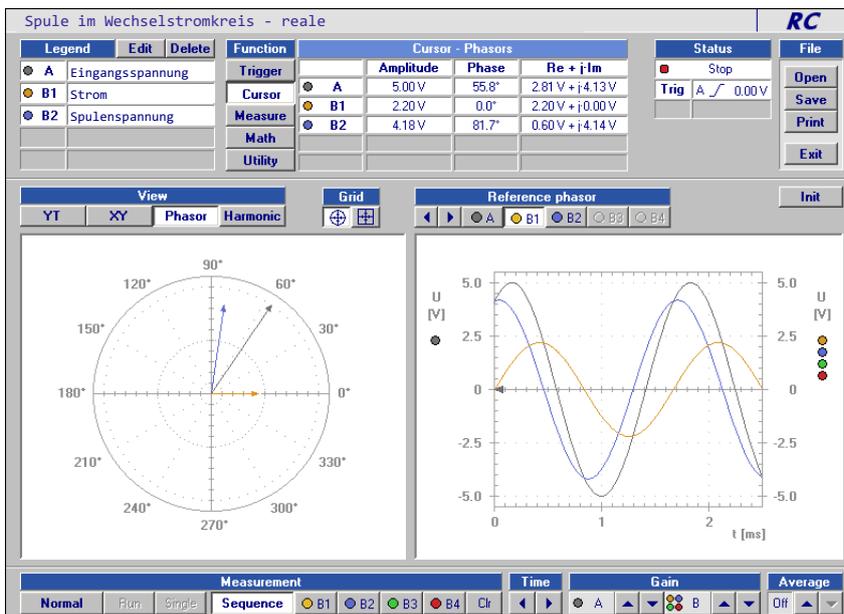
Ideale Spule

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop



Reale Spule

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Aufgabe

Stellen Sie Zeitverläufe und Zeigerdiagramme für Spannung und Strom an einem Kondensator (idealen und realen) dar.

Schema

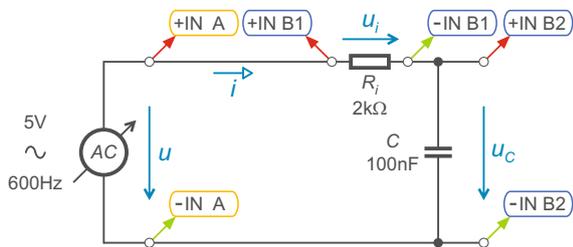


Abb. 1

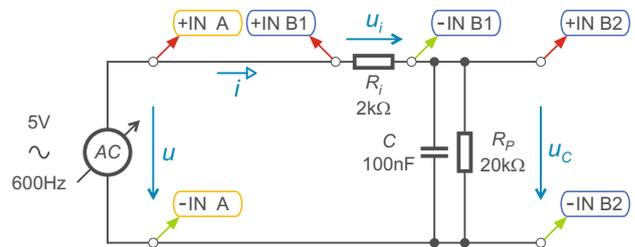
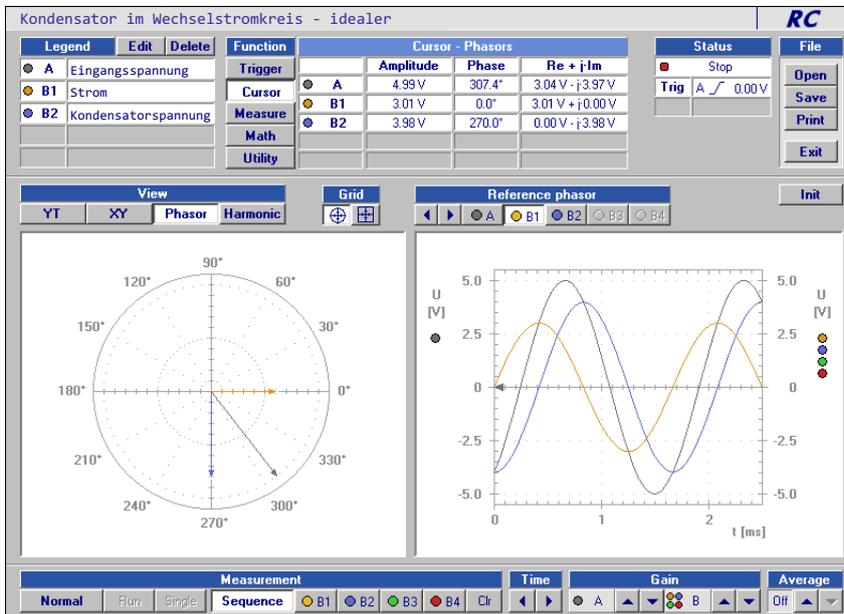


Abb. 2

Messung



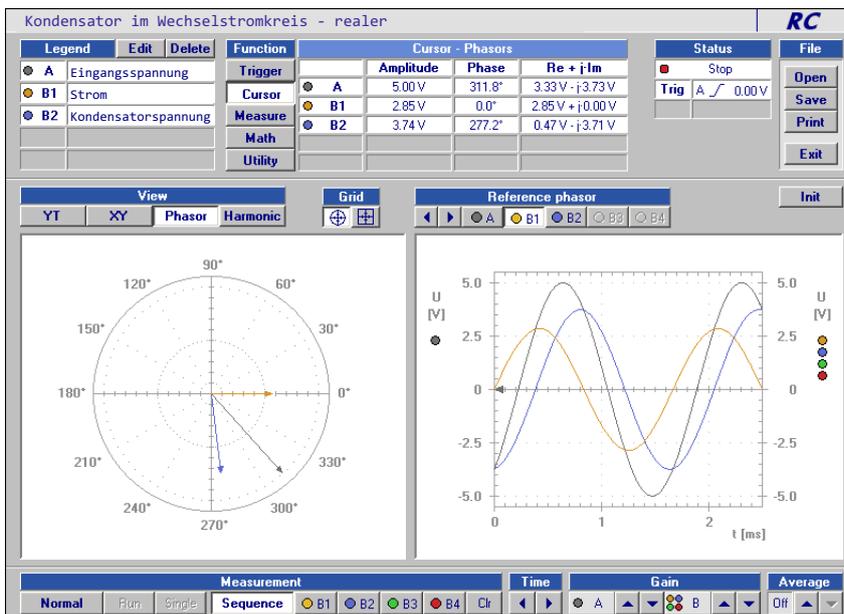
Idealer Kondensator

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop



Realer Kondensator

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

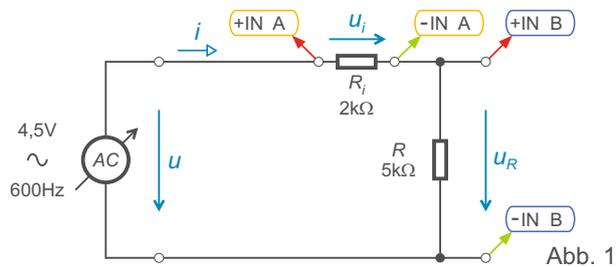
2.10

Wirkleistung - ohmscher Widerstand

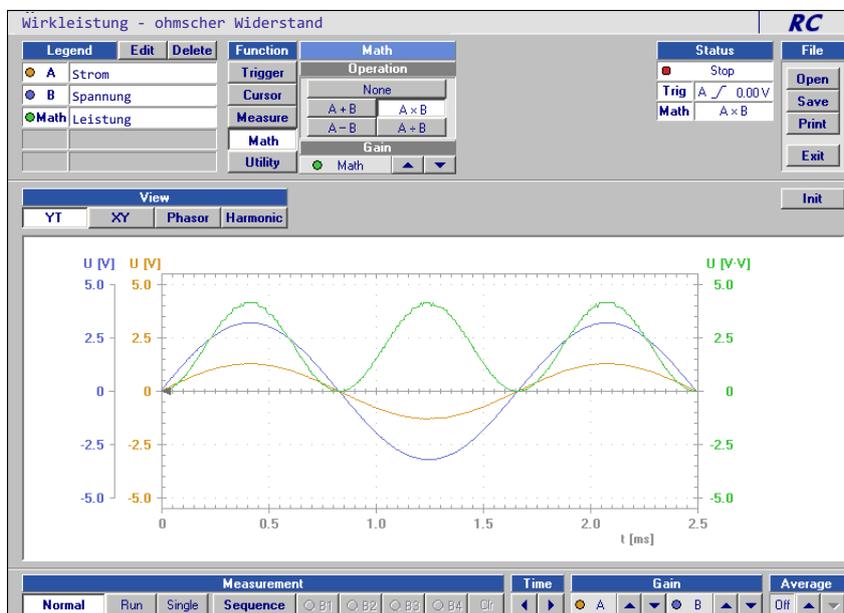
Aufgabe

Stellen Sie den Zeitverlauf der Leistung an einem Widerstand dar.

Schema



Messung



Leistung am Widerstand

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

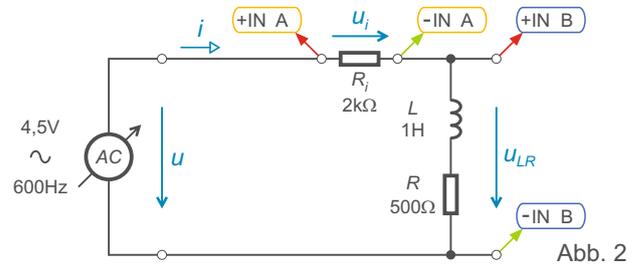
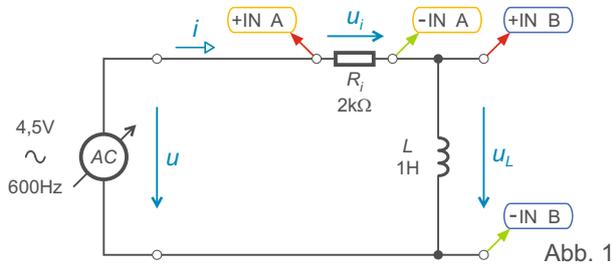
2.11

Blindleistung - Spule

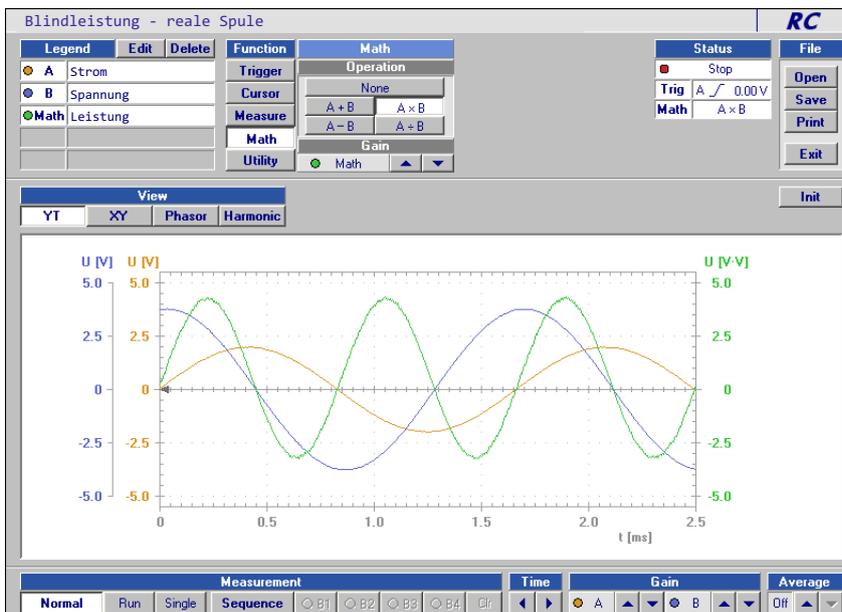
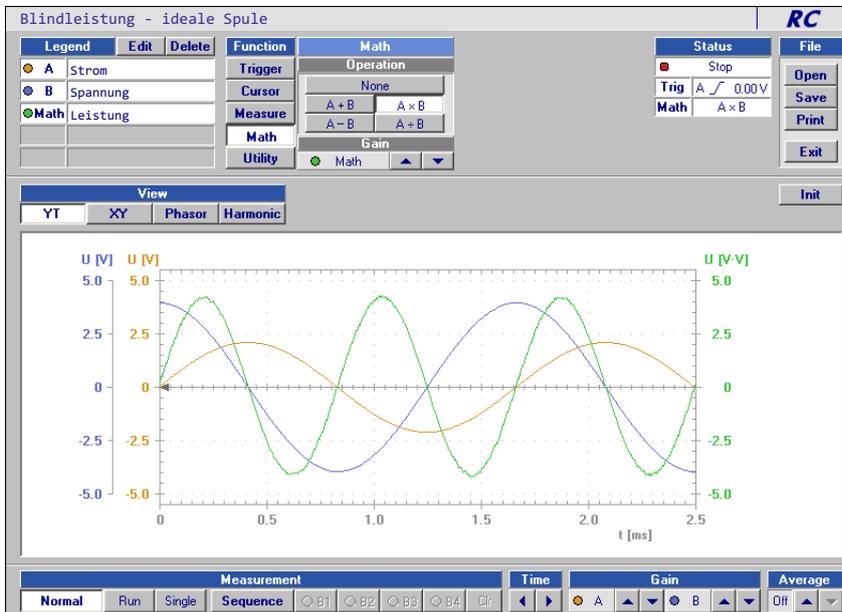
Aufgabe

Zeigen Sie den Zeitverlauf der Leistung an einer Spule. Vergleichen Sie die Spannungen an einer idealen und realen Spule.

Schema



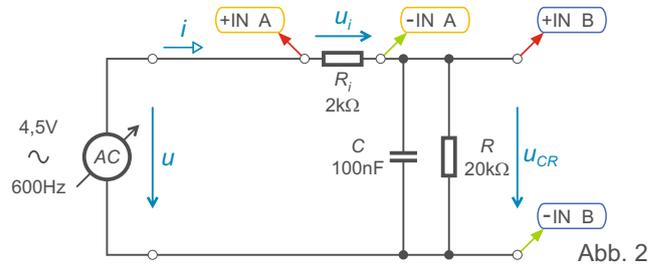
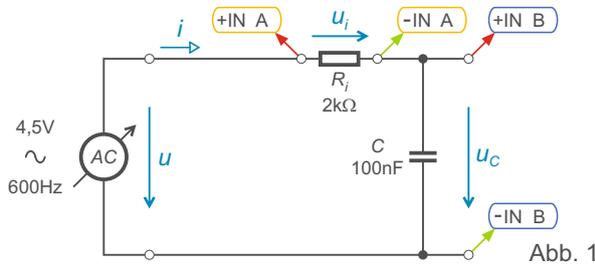
Messung



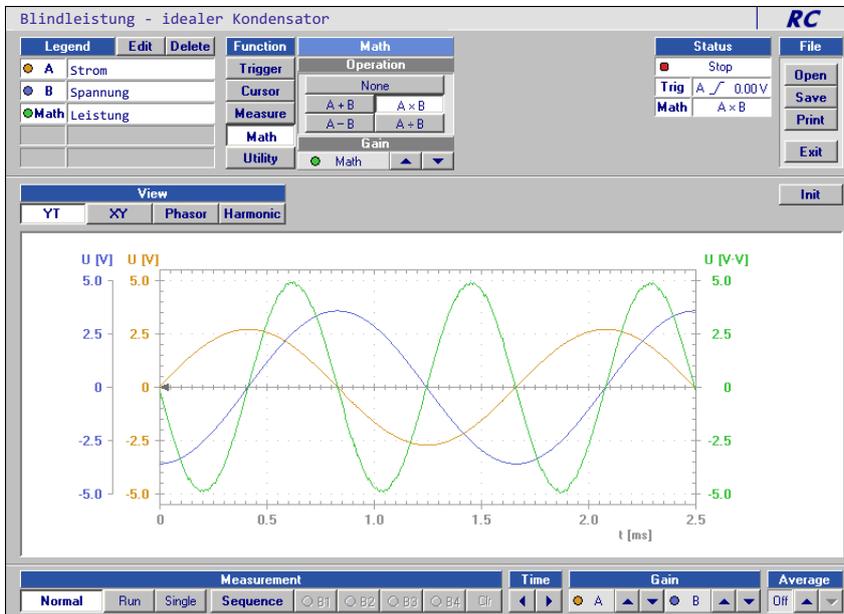
Aufgabe

Zeigen Sie den Zeitverlauf der Leistung an einem Kondensator. Vergleichen Sie die Spannungen an einem idealen und realen Kondensator.

Schema



Messung



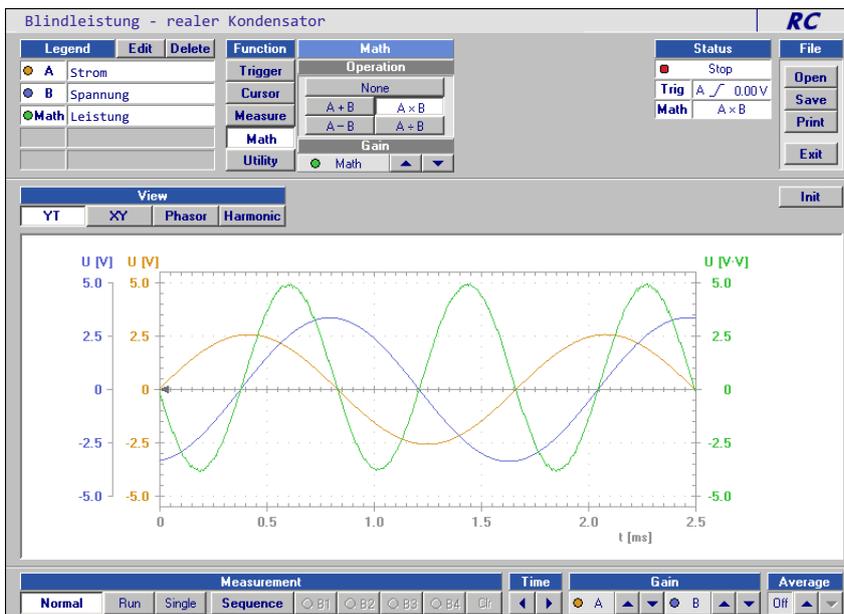
Idealer Kondensator

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop



Realer Kondensator

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

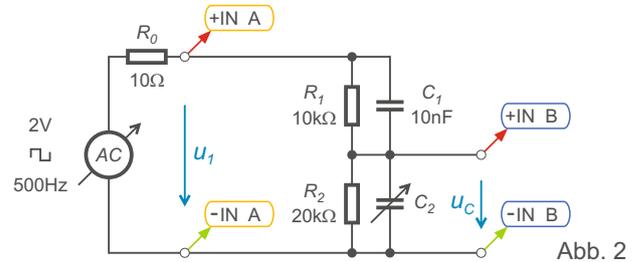
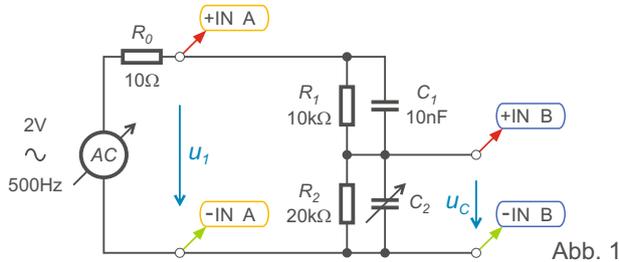
2.13

Impedanzteiler - Zeitbereich

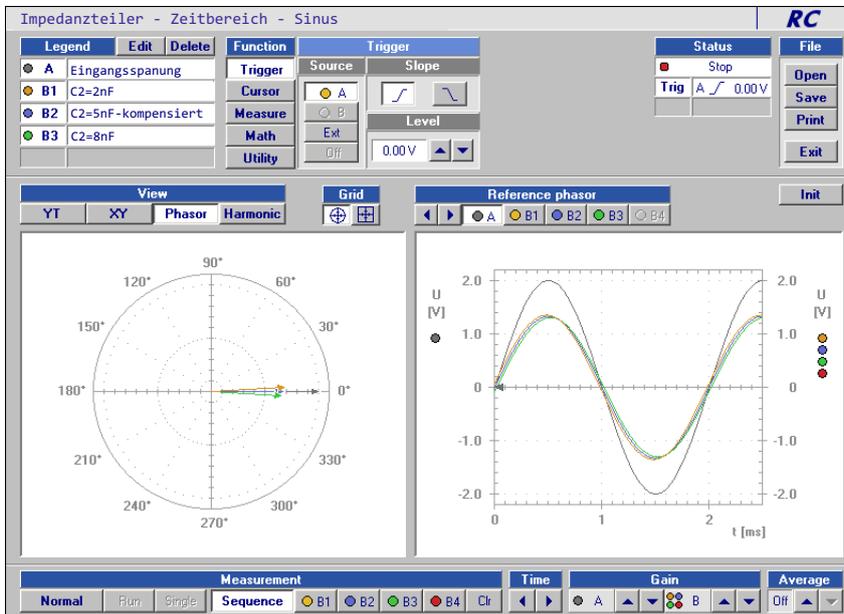
Aufgabe

Messen Sie die Spannungsübertragung des Impedanzteilers (für $C_2 = 2\text{ nF}, 5\text{ nF}, 8\text{ nF}$). Um den Teiler zu kompensieren, muss folgende Formel gültig sein: $R_1 C_1 = R_2 C_2$.

Schema



Messung



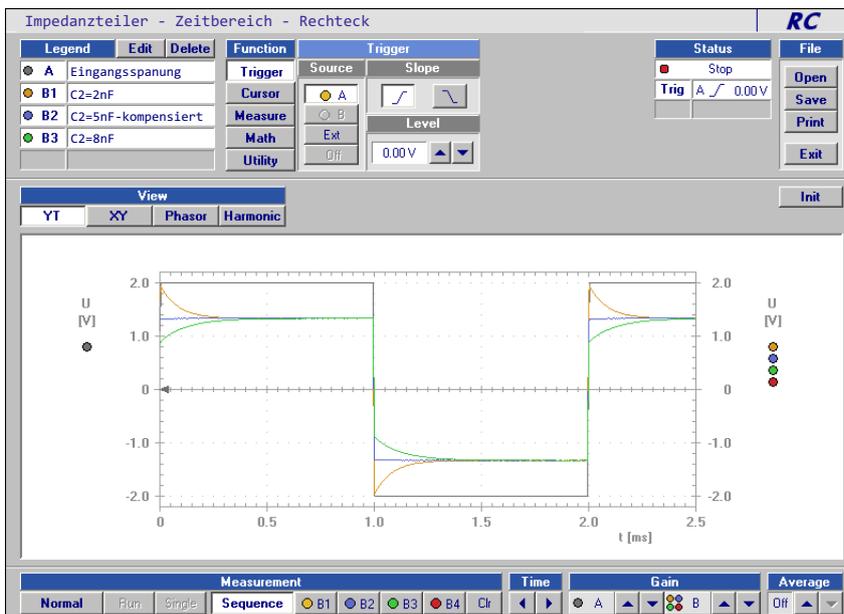
Sinus

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop



Rechteck

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Aufgabe

Messen Sie die Amplituden- und Phasengänge des Teilers (für $C_2 = 2\text{ nF}$, 5 nF , 8 nF). Um den Teiler zu kompensieren, muss folgende Formel gültig sein: $R_1C_1 = R_2C_2$.

Schema

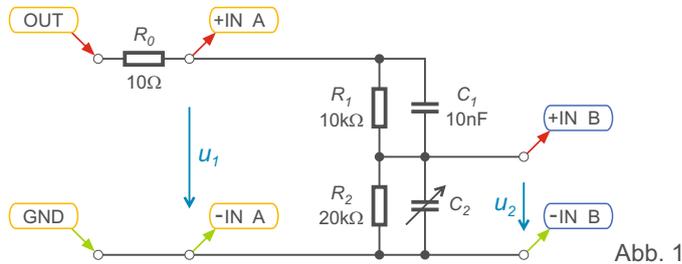
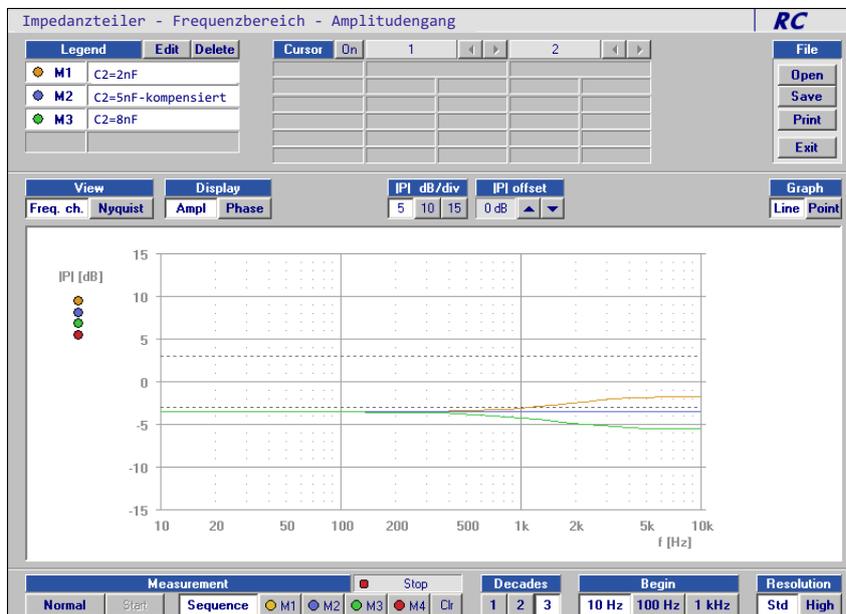


Abb. 1

Messung



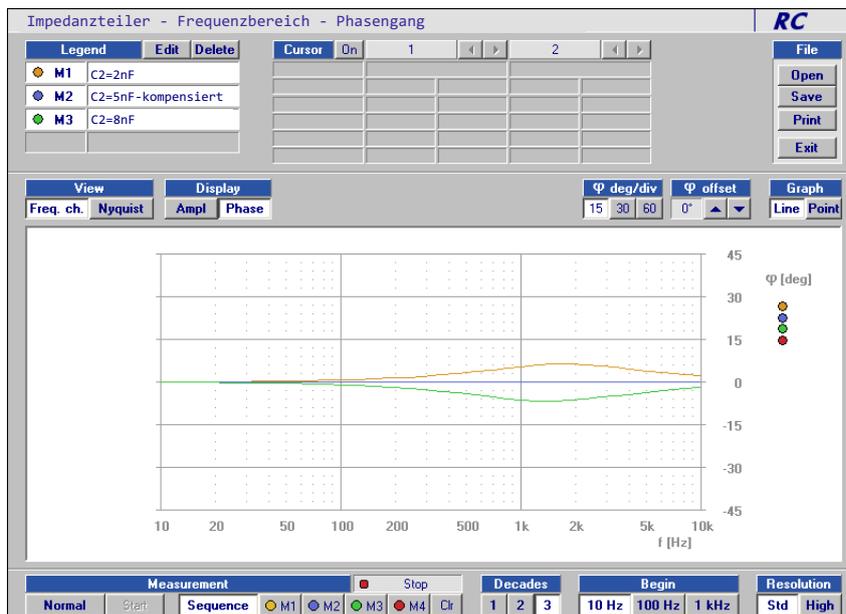
Amplitudengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang



Phasengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

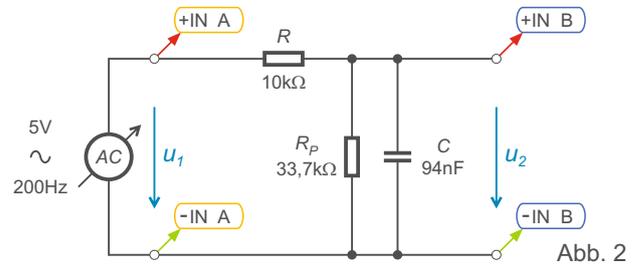
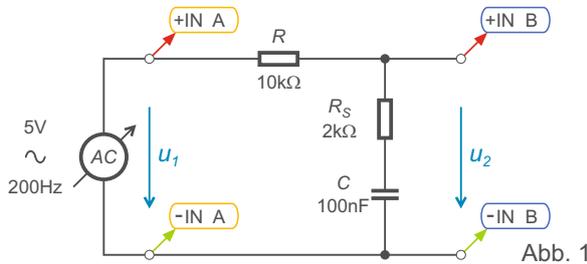
2.15

Äquivalente Kreise (für eine Frequenz) - Zeitbereich

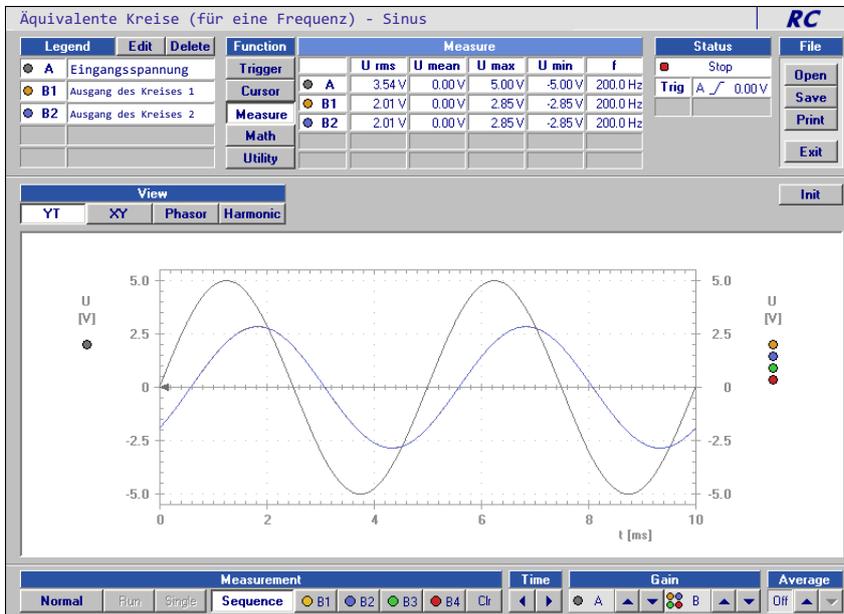
Aufgabe

Überprüfen Sie, dass die äquivalenten Kreise die gleiche Spannungsübertragung nur für die sinusförmige Spannung einer einzelnen Frequenz haben.

Schema



Messung



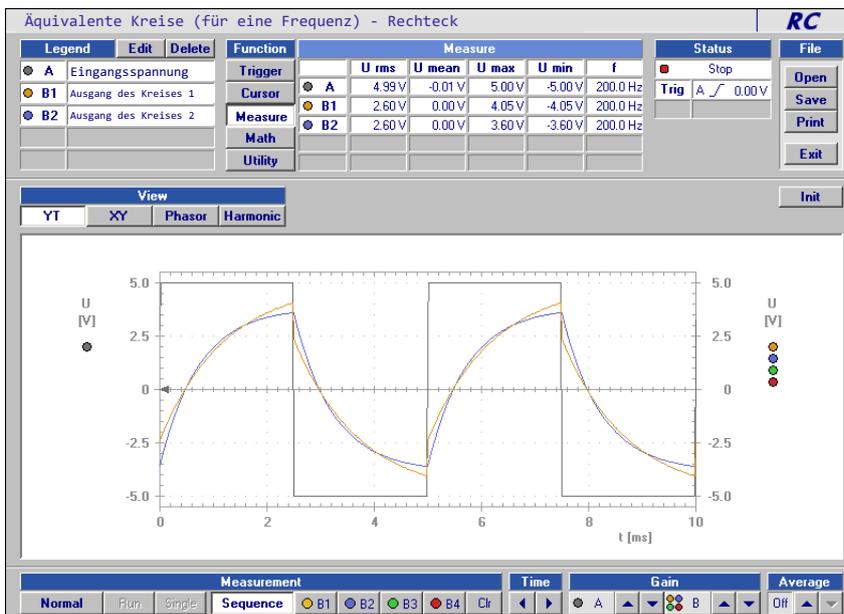
Sinus

Schema

Abb. 1, Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop



Rechteck

Schema

Abb. 1, Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Aufgabe

Überprüfen Sie, dass die äquivalenten Kreise die gleiche Spannungsübertragung nur für die sinusförmige Spannung einer einzelnen Frequenz haben.

Schema

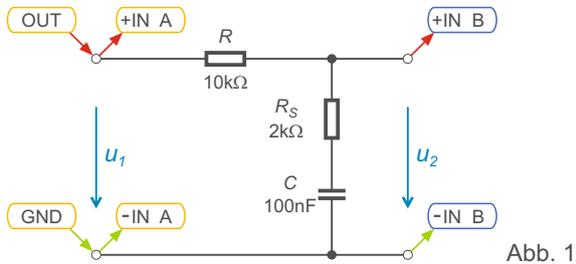


Abb. 1

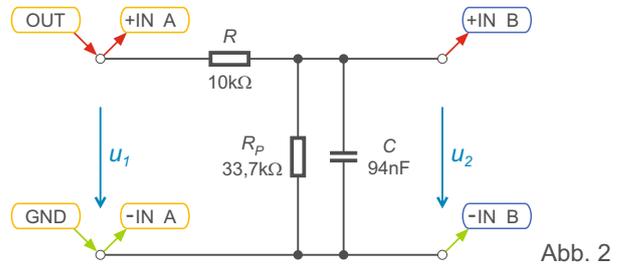
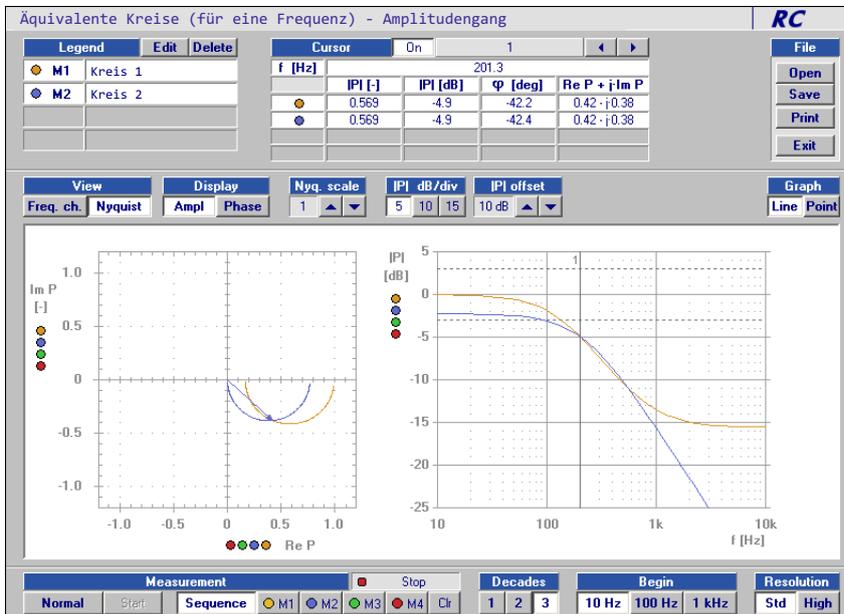


Abb. 2

Messung



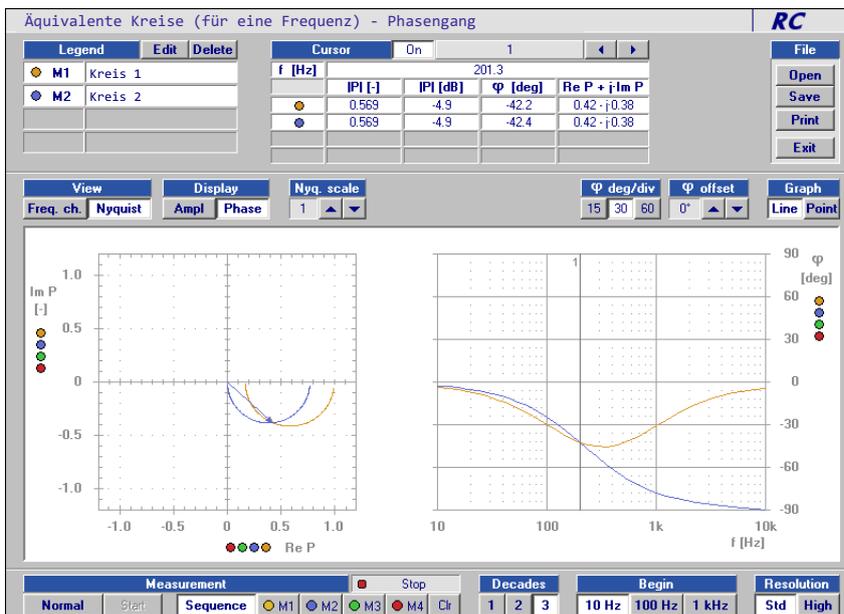
Amplitudengang

Schema

Abb. 1, Abb. 2

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang



Phasengang

Schema

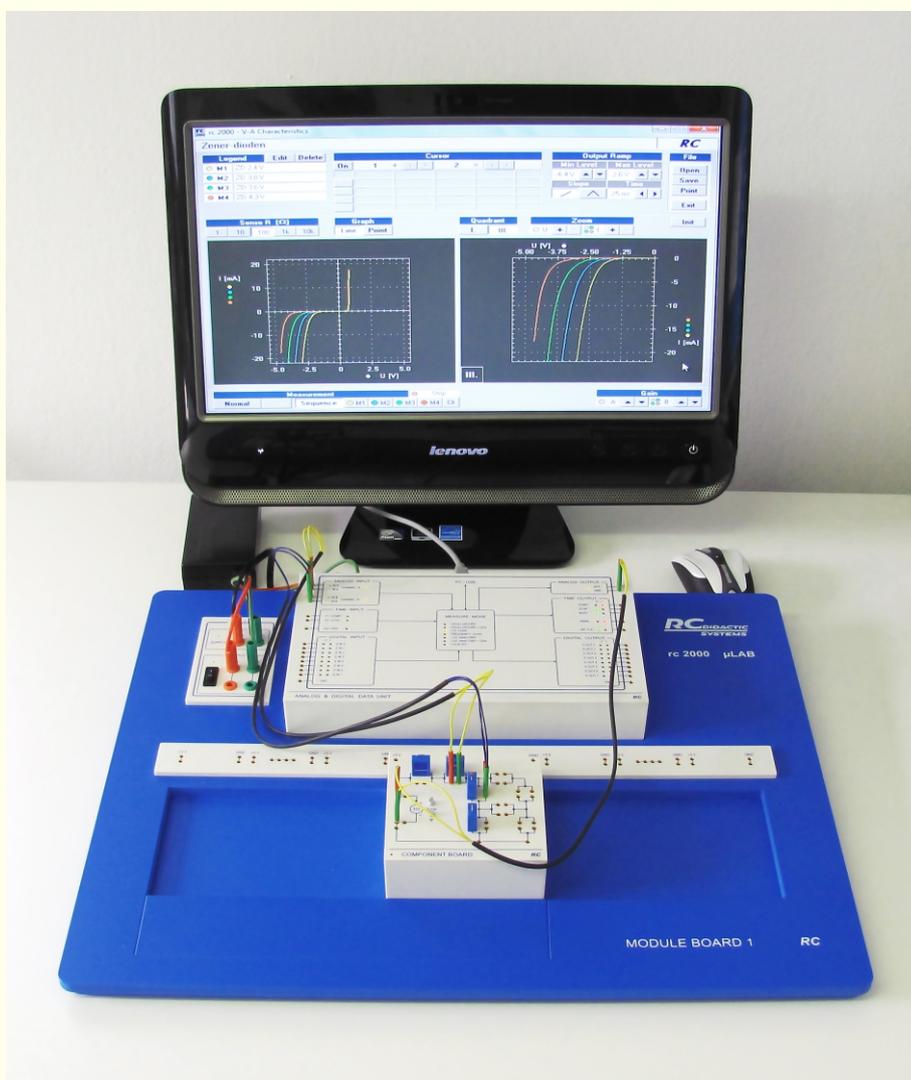
Abb. 1, Abb. 2

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Lehrsystem rc2000 - μ LAB

U/I Kennlinien



Inhalt

U-I Kennlinien	3.0
Lineare Widerstände - Ohmsches Gesetz	3.1
NTC Widerstand - U/I Kennlinien	3.2
PTC Widerstand - U/I Kennlinien	3.3
Glühbirne - U/I Kennlinien	3.4
Gleichrichterdiode - U/I Kennlinien	3.5
Zener Dioden - U/I Kennlinien	3.6
LED Dioden - U/I Kennlinien	3.7
Bipolare Suppressor Diode - U/I Kennlinien	3.8
Lineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien	3.9
Lineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien	3.10
Nichtlineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien	3.11
Nichtlineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien	3.12
Nichtlineare und lineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien	3.13
Nichtlineare und lineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien	3.14
Eingangskennlinien eines Bipolartransistors NPN	3.15
Ausgangskennlinien eines Bipolartransistors NPN	3.16
Ausgangskennlinien eines Bipolartransistors PNP	3.17
Ausgangskennlinien eines Unipolartransistors J-FET	3.18

3.1

Lineare Widerstände - Ohmsches Gesetz

Aufgabe

Stellen Sie U/I Kennlinien von linearen Widerständen dar. Verwenden Sie die Werte von 100 Ω , 200 Ω und 500 Ω .

Schema

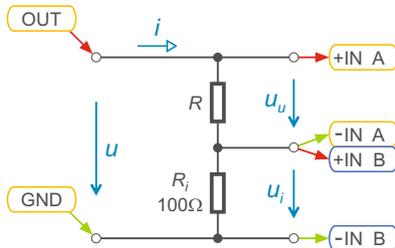
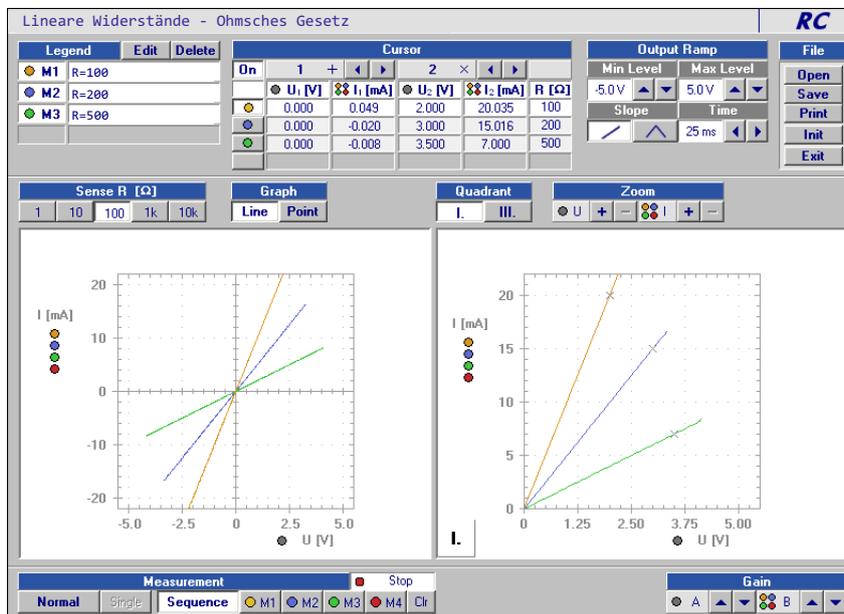


Abb. 1

Messung



Lineare Widerstände

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

3.2

NTC Widerstand - U/I Kennlinien

Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinie eines NTC Widerstandes für zwei unterschiedliche Temperaturen dar.

Schema

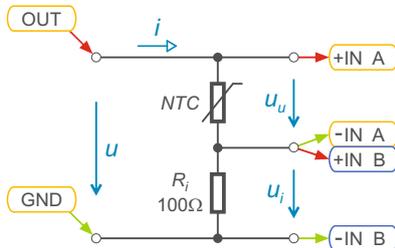
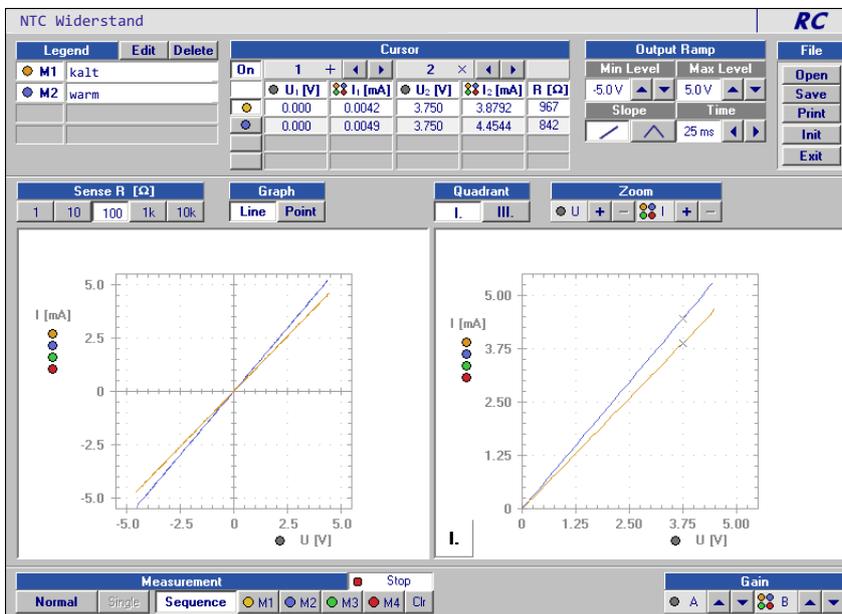


Abb. 1

Messung



NTC Widerstand

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

3.3

PTC Widerstand - U/I Kennlinien

Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinie eines PTC Widerstandes dar.

Schema

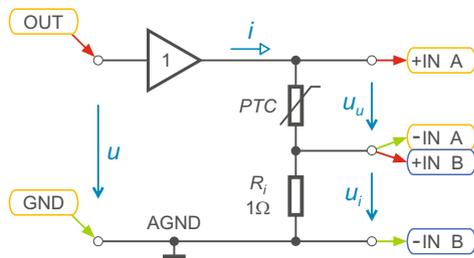
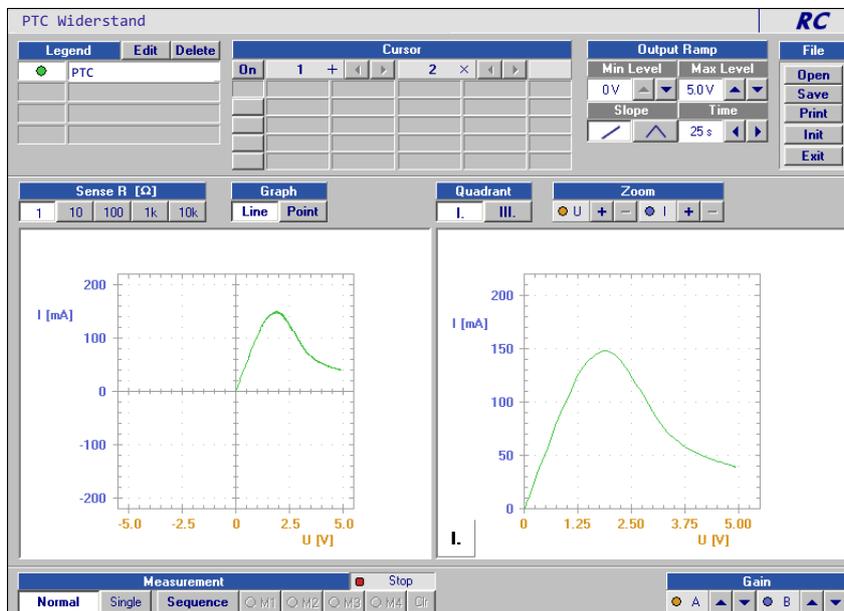


Abb. 1

Messung



PTC Widerstand

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

3.4

Glühbirne - U/I Kennlinien

Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinie einer Glühbirne dar. Machen Sie die Messung für die steigende und fallende Spannung.

Schema

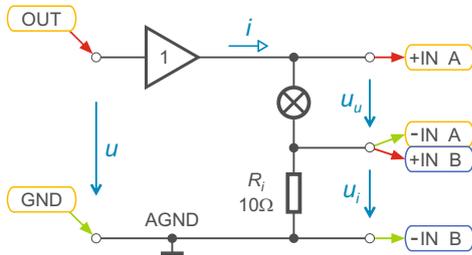
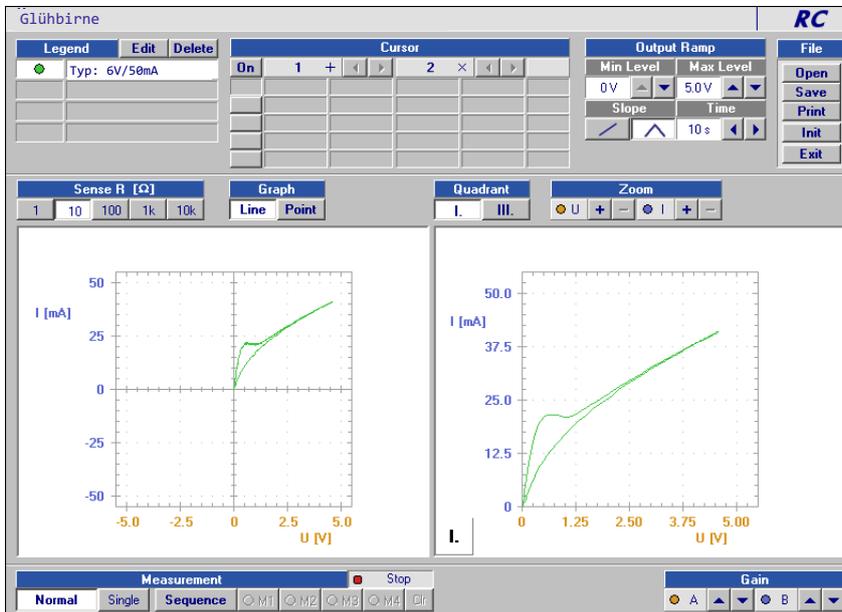


Abb. 1

Messung



Glühbirne

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

3.5

Gleichrichterdioden - U/I Kennlinien

Aufgabe

Stellen Sie U/I Kennlinien von Gleichrichterdioden dar. Vergleichen Sie die U/I Kennlinien einer Schottky Diode mit „klassischer“ Si Diode.

Schema

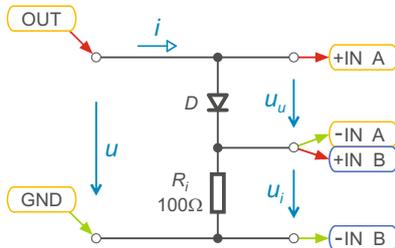
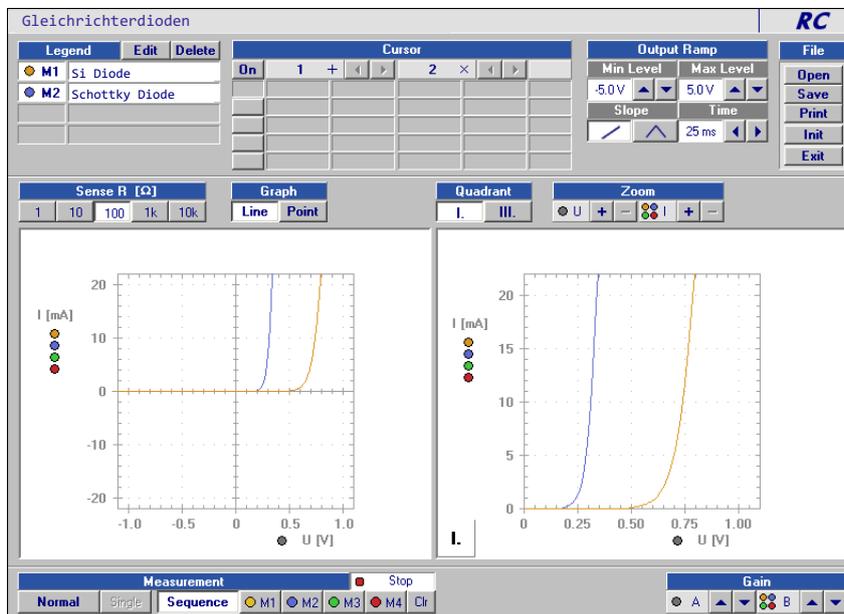


Abb. 1

Messung



Gleichrichterdiode

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

3.6

Zener Dioden - U/I Kennlinien

Aufgabe

Stellen Sie U/I Kennlinien von Zener Dioden mit unterschiedlichen Zenerspannung dar.

Schema

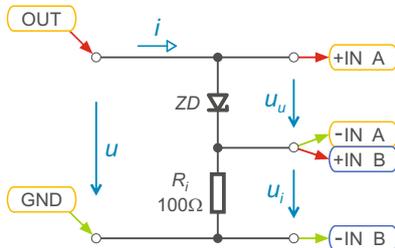
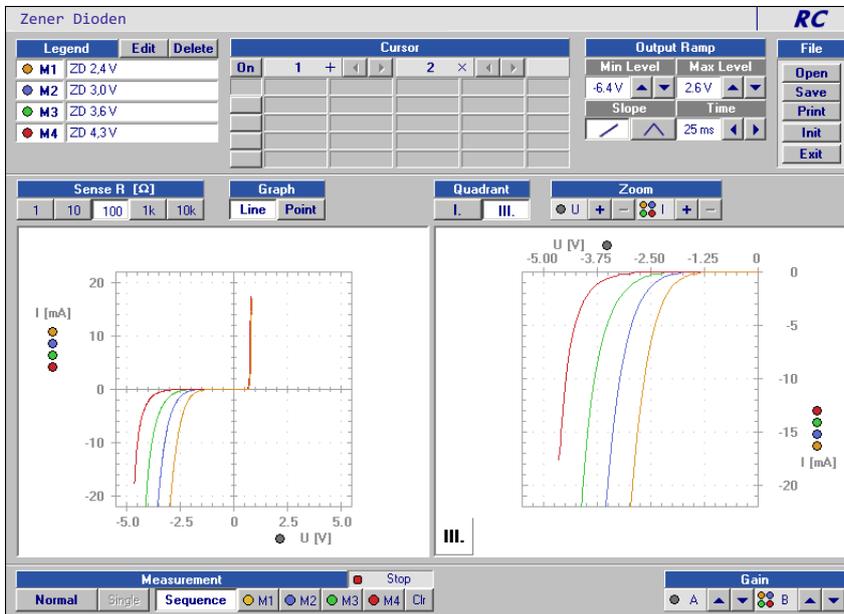


Abb. 1

Messung



Zener Dioden

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

3.7

LED Dioden - U/I Kennlinien

Aufgabe

Stellen Sie U/I Kennlinien von LEDs mit verschiedenen Farben dar.

Schema

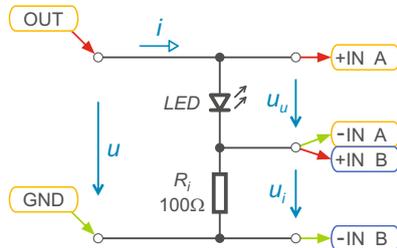
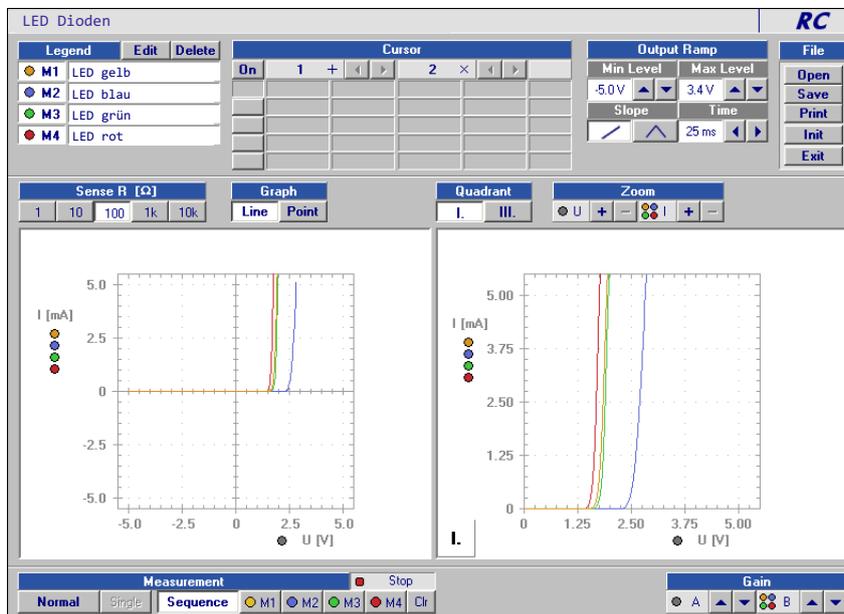


Abb. 1

Messung



LED Dioden

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

3.8

Bipolare Suppressor Diode - U/I Kennlinien

Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinien einer bipolaren Suppressor Diode dar.

Schema

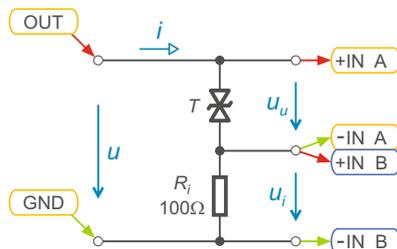
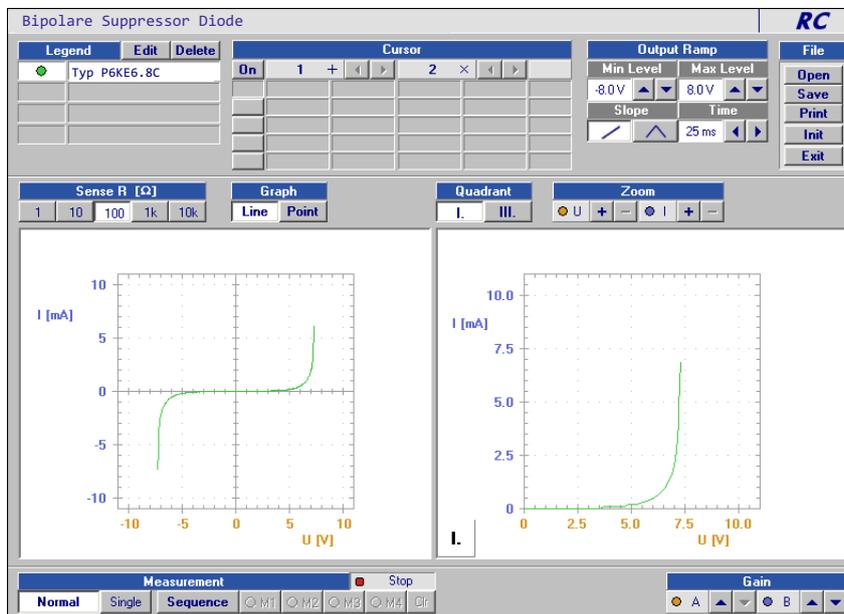


Abb. 1

Messung



Bipolare Suppressor Diode

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

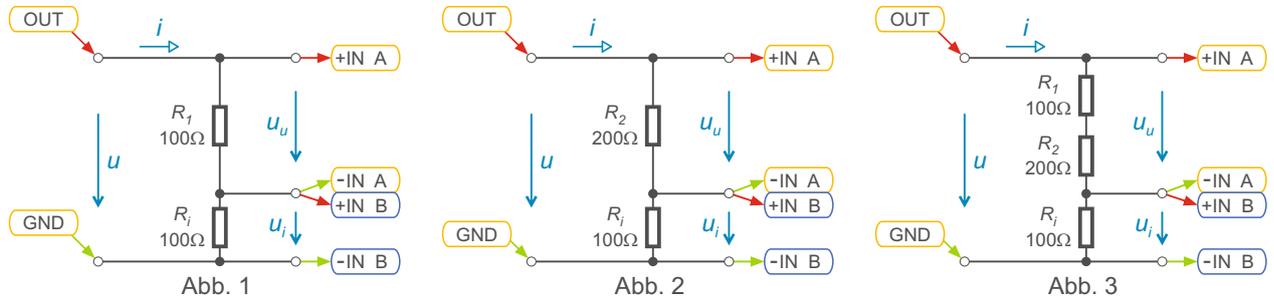
3.9

Lineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien

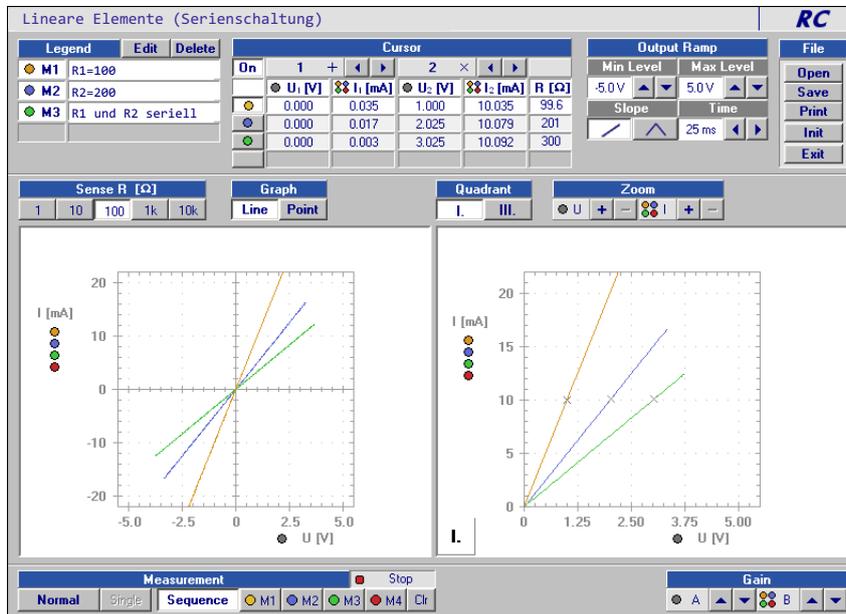
Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinien von zwei linearen Elementen und ihre serielle Kombinationen dar.

Schema



Messung



Lineare Elemente (seriell)

Schema

Abb. 1, 2, 3

Messmodus

V-A Kennlinie

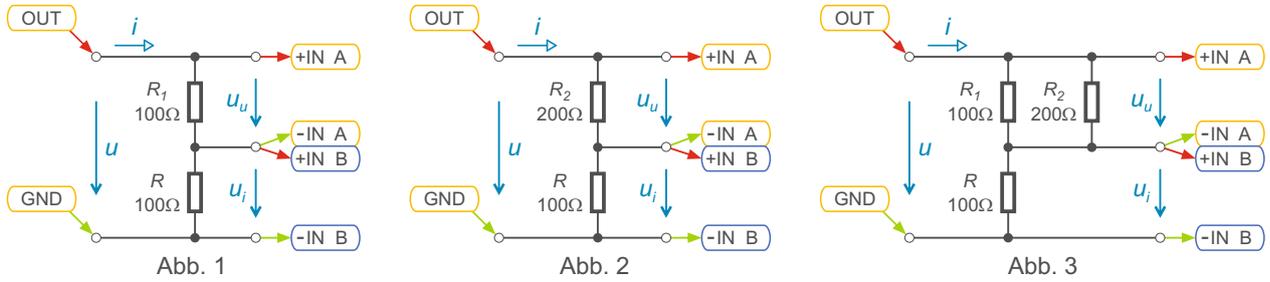
3.10

Lineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien

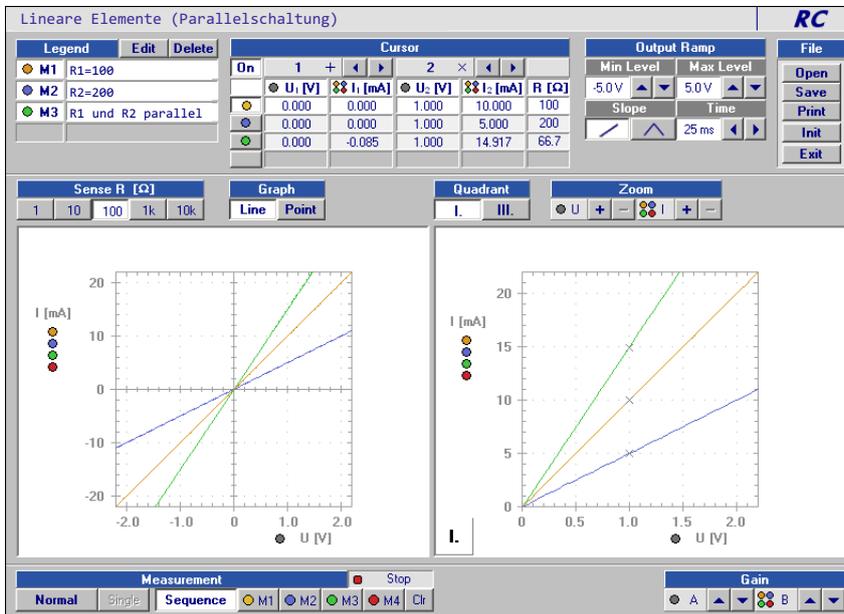
Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinien von zwei linearen Elementen und ihre parallele Kombinationen dar.

Schema



Messung



Lineare Elemente (parallel)

Schema

Abb. 1, 2, 3

Messmodus

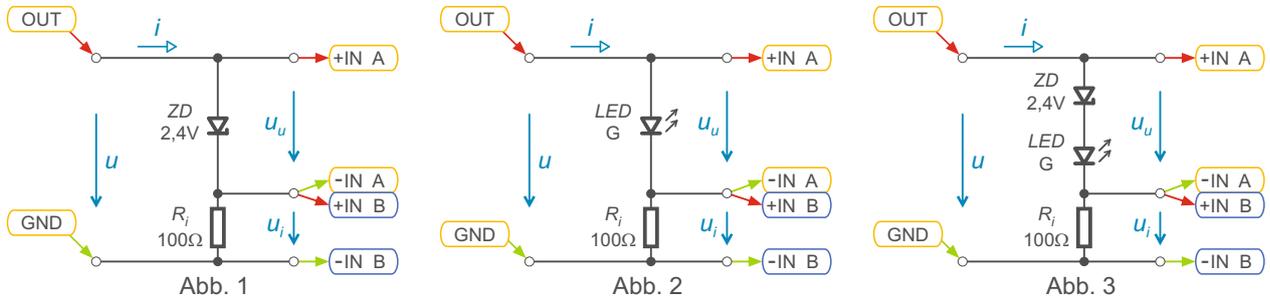
V-A Kennlinie

3.11 Nichtlineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien

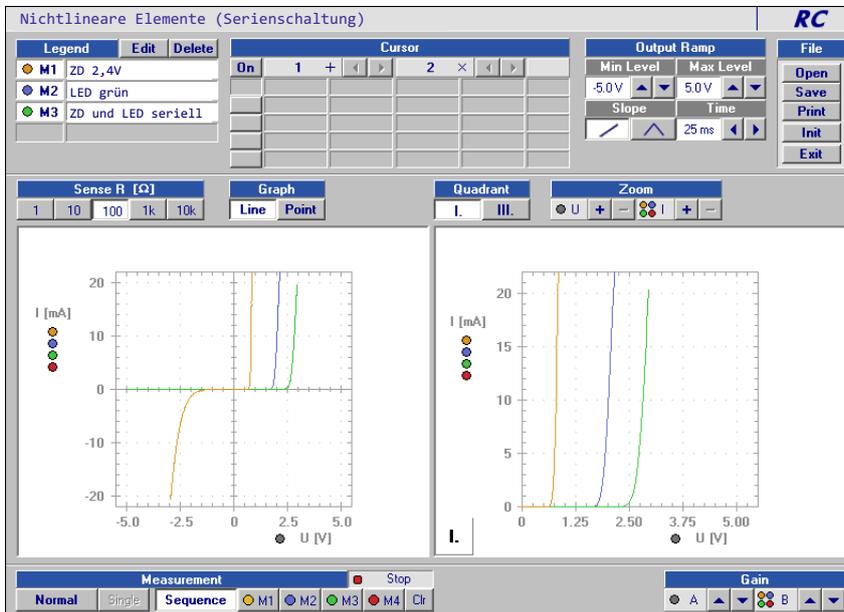
Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinien von zwei nichtlinearen Elementen (Dioden) und ihre serielle Kombinationen dar.

Schema



Messung



Nichtlineare Elemente (seriell)

Schema

Abb. 1, 2, 3

Messmodus

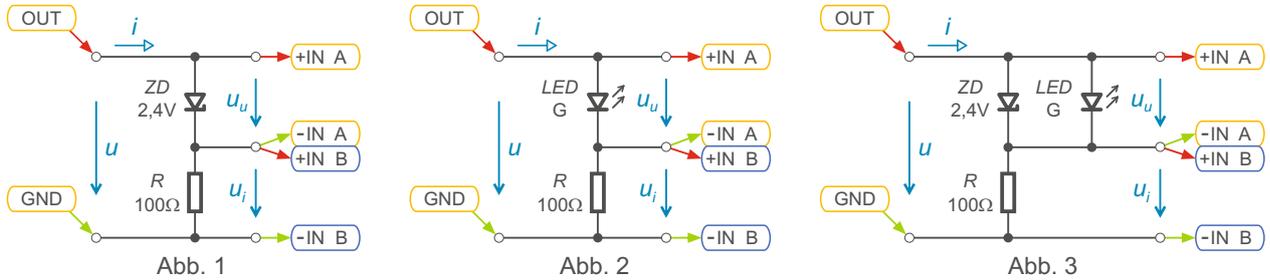
V-A Kennlinie

3.12 Nichtlineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien

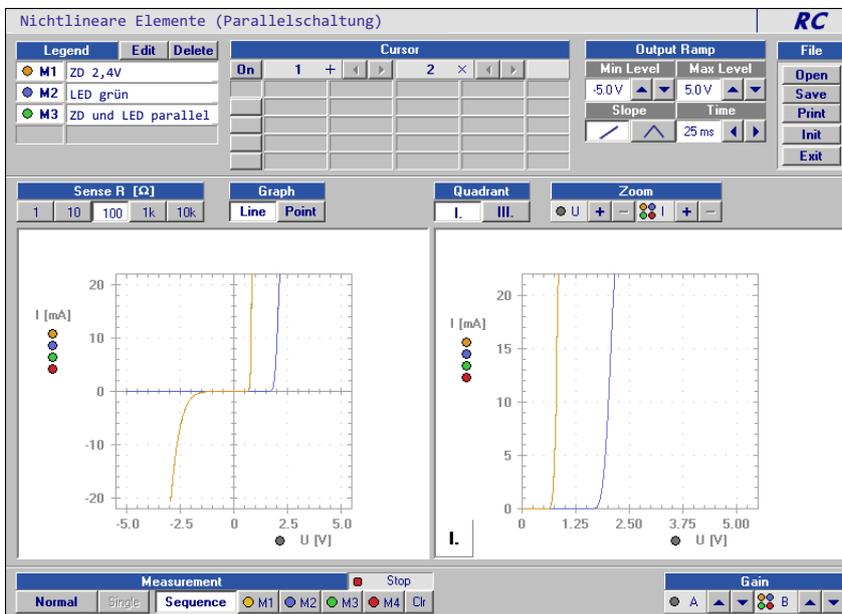
Aufgabe

Stellen Sie die U/I Kennlinien von zwei nichtlinearen Elementen (Dioden) und ihre parallele Kombinationen dar.

Schema



Messung



Nichtlineare Elemente (parallel)

Schema

Abb. 1, 2, 3

Messmodus

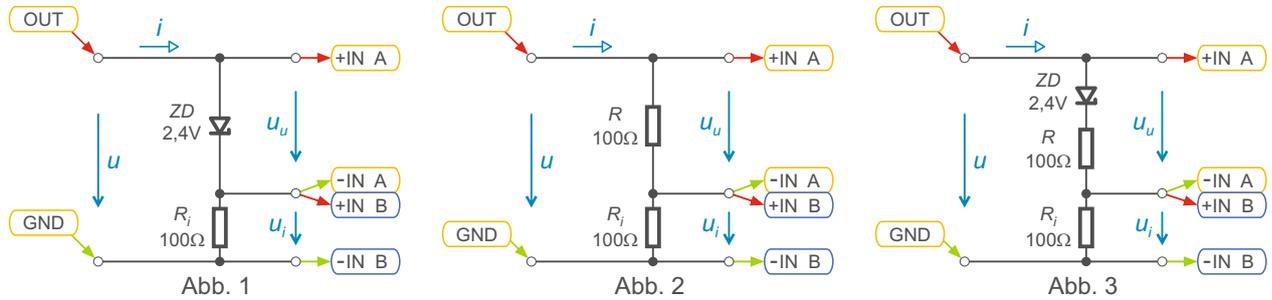
V-A Kennlinie

3.13 Nichtlineare und lineare Elemente (Serienschaltung) - U/I Kennlinien

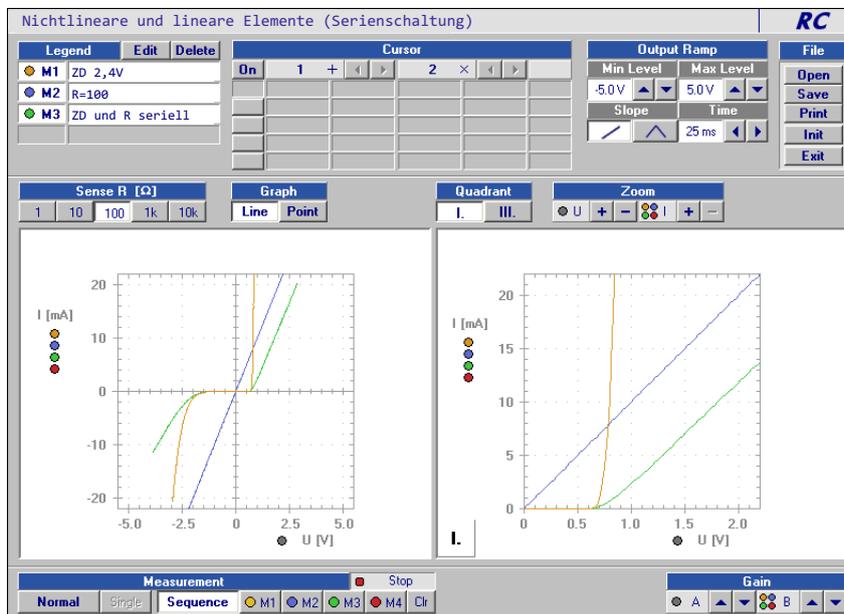
Aufgabe

Stellen Sie U/I Kennlinien der seriellen Kombination des linearen und nichtlinearen Elementes dar.

Schema



Messung



Nichtlineare und lineare Elemente

Schema

Abb. 1, 2, 3

Messmodus

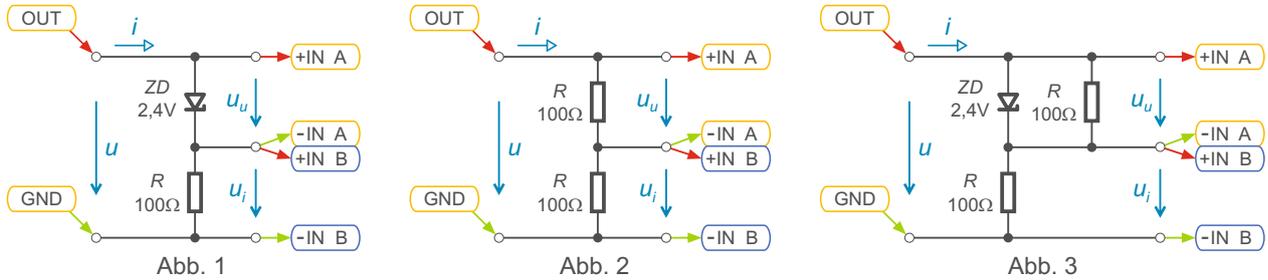
V-A Kennlinie

3.14 Nichtlineare und lineare Elemente (Parallelschaltung) - U/I Kennlinien

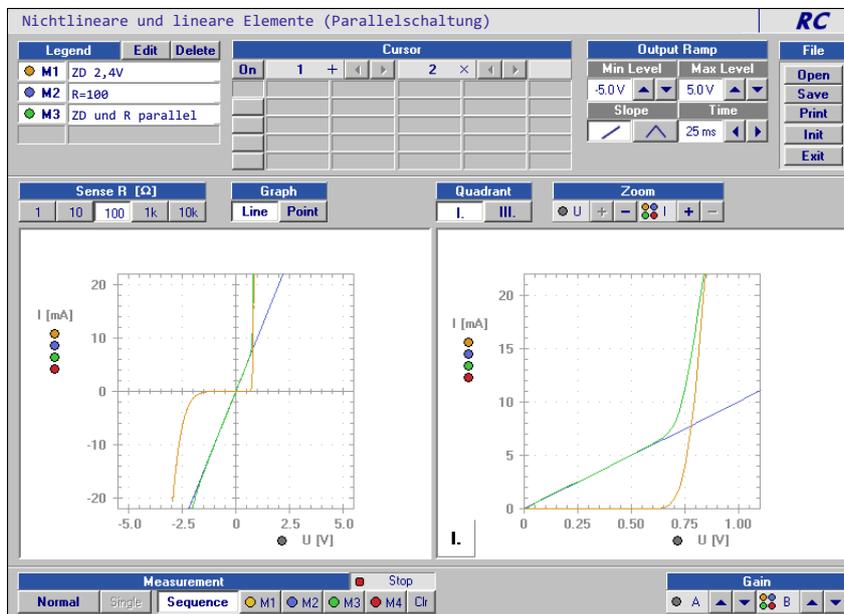
Aufgabe

Stellen Sie U/I Kennlinien der parallelen Kombination des linearen und nichtlinearen Elementes dar.

Schema



Messung



Nichtlineare und lineare Elemente

Schema

Abb. 1, 2, 3

Messmodus

V-A Kennlinie

3.15 Eingangskarakteristiken eines Bipolartransistors NPN

Aufgabe

Stellen sie die Eingangskarakteristiken des BC546B-Transistors dar.

Schema

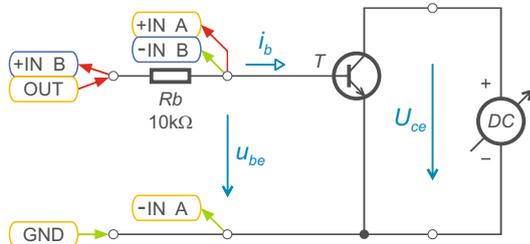


Abb. 1

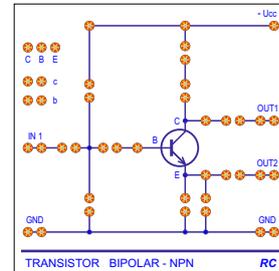
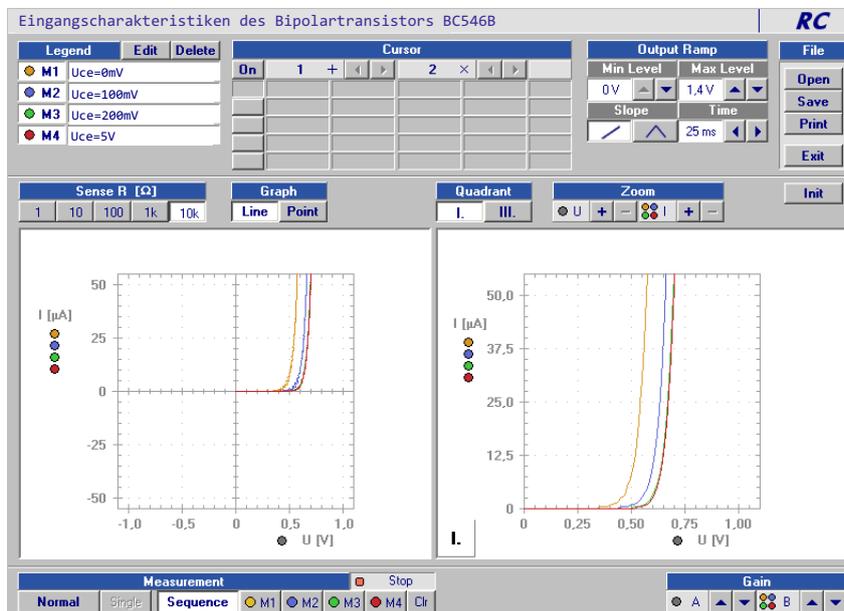


Abb. 2

Messung



Eingangskarakteristiken

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

Bemerkungen

- Stecken sie in das **Modul des Bipolartransistors - NPN** (Abb. 2) das 3-pin Element **BC546B**
- nach der Überprüfung der Schaltung überbrücken sie den Schutz **b** und **c** durch Kupplungen
- im Programm (Block **Output Ramp**) stellen sie die Ausgangswellenform in den Bereich **0V - 1,4V**

3.16

Ausgangscharakteristik eines Bipolartransistors NPN

Aufgabe

Stellen sie und zeigen sie die Ausgangscharakteristiken des NPN Transistors BC546B dar.

Schema

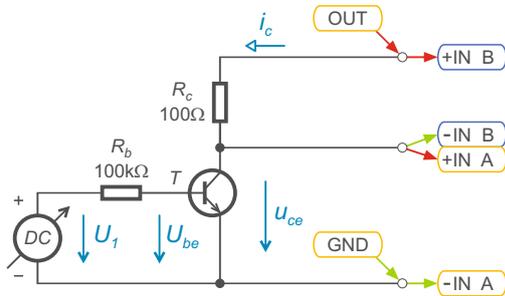


Abb. 1

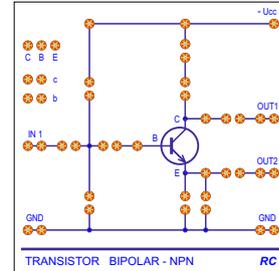
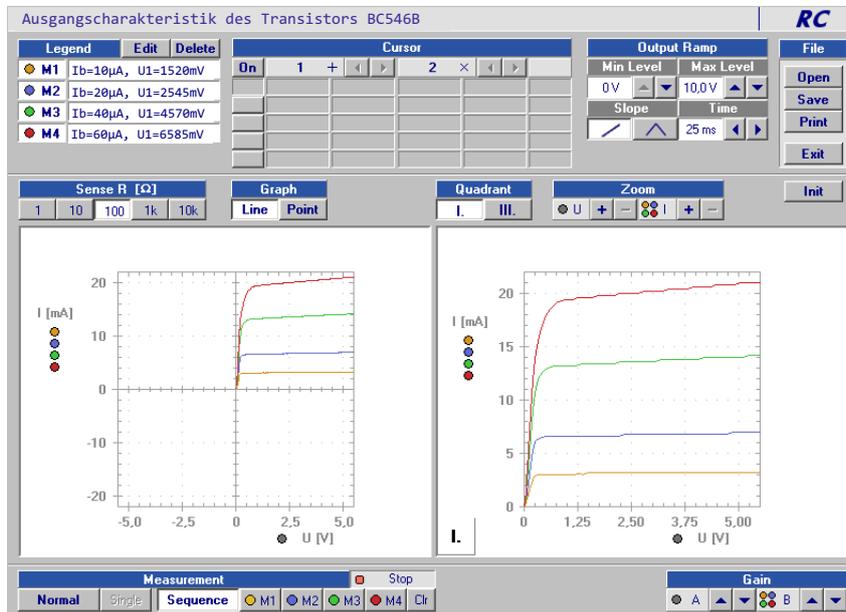


Abb. 2

Messung



Ausgangscharakteristiken

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

Bemerkungen

- Stecken sie in das **Modul des Bipolartransistors NPN** (Abb. 2) das 3-pin Element **BC546B**
- nach der Überprüfung der Schaltung überbrücken sie den Schutz **c** durch eine Kupplung
- im Programm (Block **Output Ramp**) stellen sie die Ausgangswellenform in den Bereich **0V - 10V**

3.17 Ausgangscharakteristiken eines Bipolartransistors PNP

Aufgabe

Stellen sie die Ausgangscharakteristiken des PNP Transistors BC556B dar.

Schema

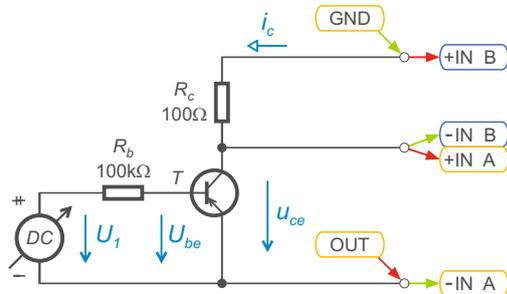


Abb. 1

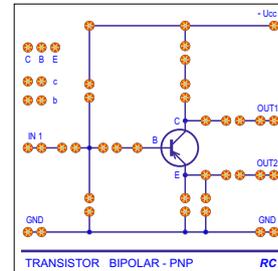
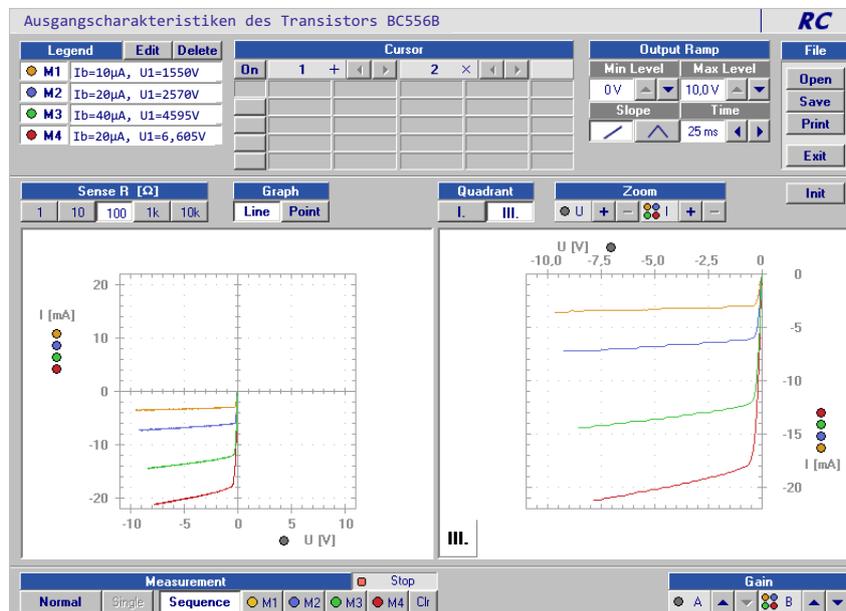


Abb. 2

Messung



Ausgangscharakteristiken

Schema

Abb. 1

Messmodus

V-A Kennlinie

Bemerkungen

- Stecken sie in das **Modul des Bipolartransistors PNP** (Abb. 2) das 3-pin Element **BC556B**
- nach der Überprüfung der Schaltung überbrücken sie den Schutz **c** durch eine Kupplung
- wenn die Achsenorientierung des Diagramms beibehalten wird, sind die gemessenen Kurven für den PNP-Transistor gegenüber dem NPN-Transistor "entgegengesetzt"
- im Programm (Block **Output Ramp**) stellen sie die Ausgangswellenform in den Bereich **0V - 10V**
- die Ausgangskurve der Spannung vom Output Ramp kann nur ansteigen - daher wird die Spannung zum Schaltkreis mit umgekehrter Polung verbunden

3.18 Ausgangscharakteristiken eines Unipolartransistors J-FET

Aufgabe

Stellen sie und die Ausgangscharakteristiken des Transistors BF245B dar.

Schema

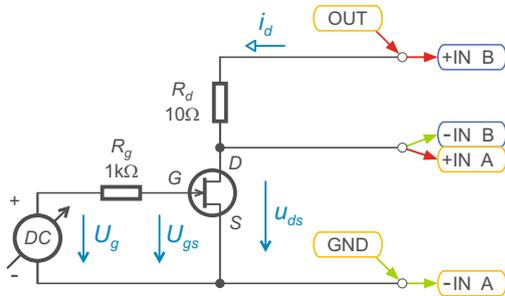


Abb. 1

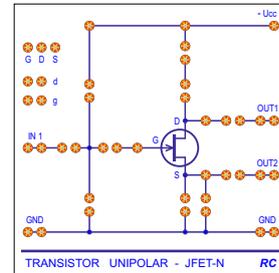
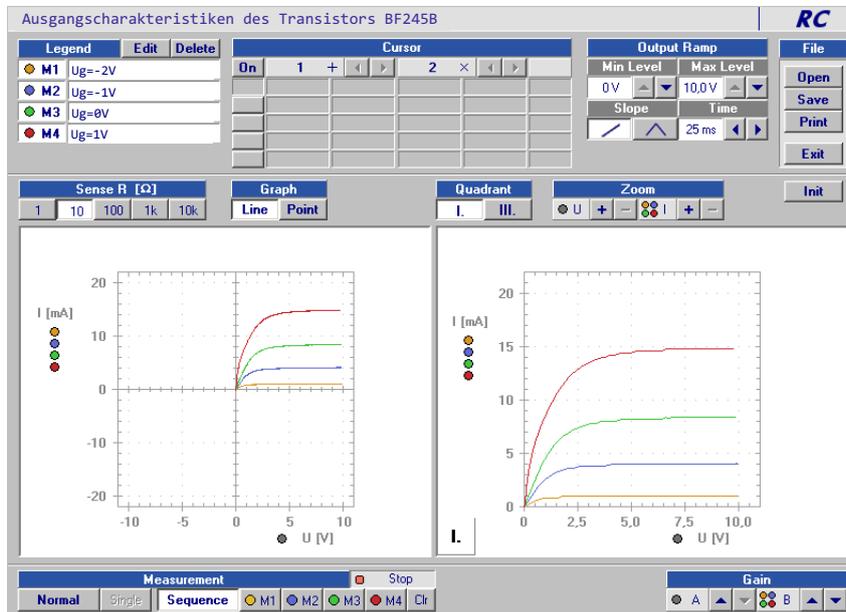


Abb. 2

Messung



Ausgangscharakteristiken

Schema

Abb. 1

Messmodus

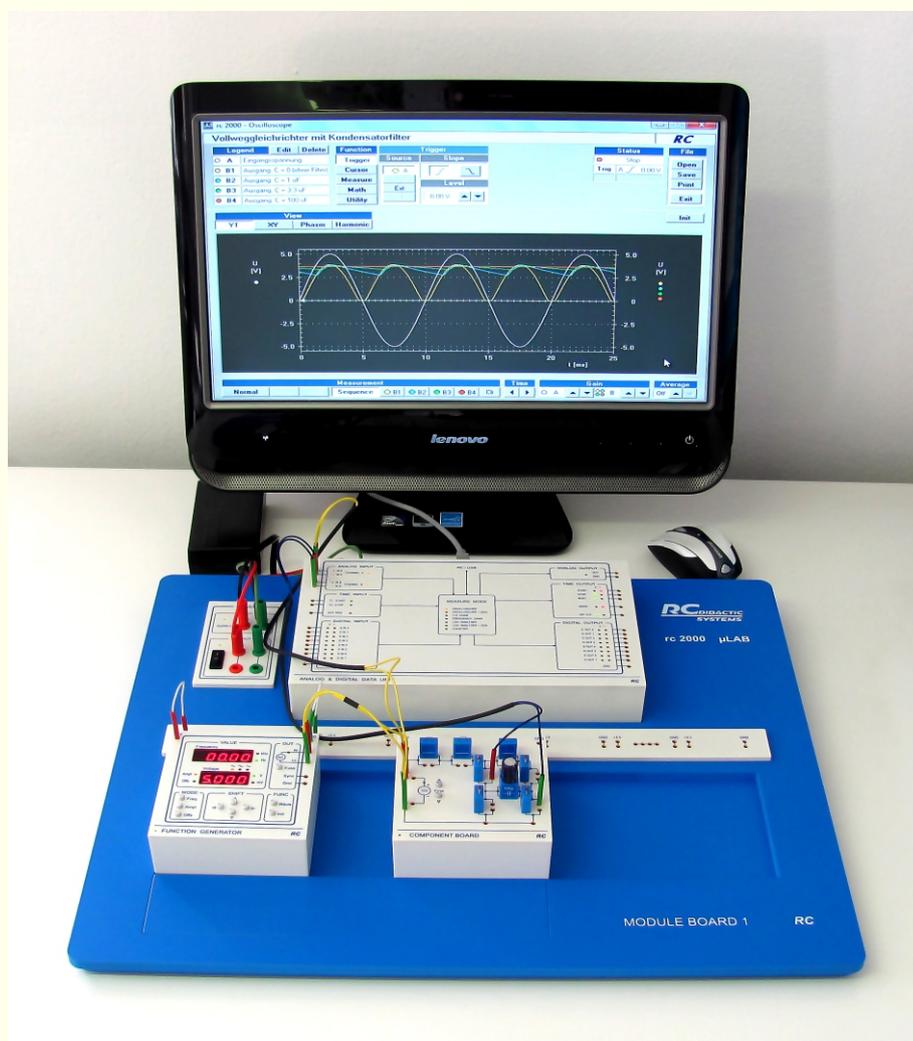
V-A Kennlinie

Bemerkungen

- Stecken sie in das **Modul des unipolaren Transistors** (Abb. 2) das 3-pin Element **BF245B**
- nach der Überprüfung der Schaltung überbrücken sie den Schutz **d** durch eine Kupplung
- im Programm (Block **Output Ramp**) stellen sie die Ausgangswellenform in den Bereich **0V - 10V**

Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Bauteile



Inhalt

Bauteile	4.0
Einweggleichrichter	4.1
Einweggleichrichter - Diodenstrom	4.2
Einweggleichrichter mit Kondensatorfilter - Ströme	4.3
Vollweggleichrichter	4.4
Diodenbegrenzer	4.5
Transformator - Spannung und Strom in Primärspule	4.6
Transformator - Hysteresekurve	4.7
Bipolartransistor als Verstärker mit gemeinsamen Emitter	4.8
Amplituden- und Phasengänge des Verstärkers mit Bipolartransistor	4.9
Multivibrator mit Bipolartransistoren	4.10
Thyristorregelung	4.11

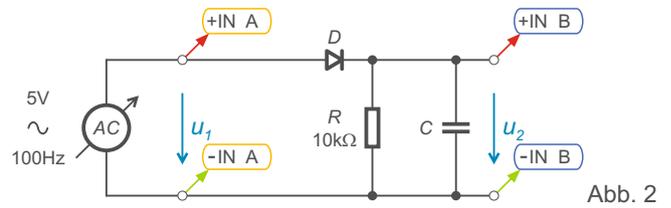
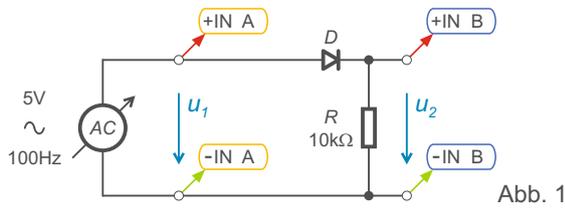
4.1

Einweggleichrichter

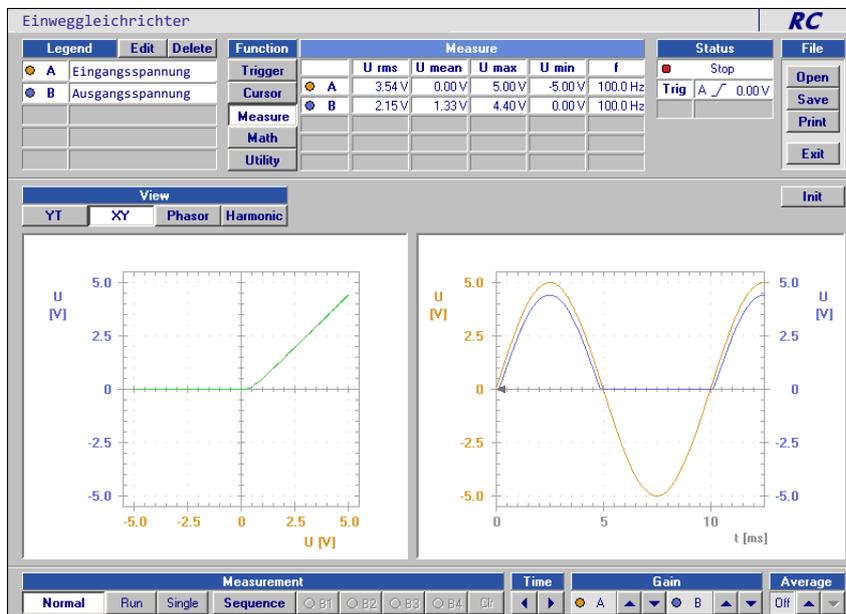
Aufgabe

Zeigen Sie die Eingangs- und Ausgangsspannung des Einweggleichrichters ohne (Abb. 1) und mit Kondensatorfilter (Abb. 2) an. Benutzen Sie für den Filterkondensator die Werte $C = 1 \mu\text{F}$ und $10 \mu\text{F}$.

Schema



Messung



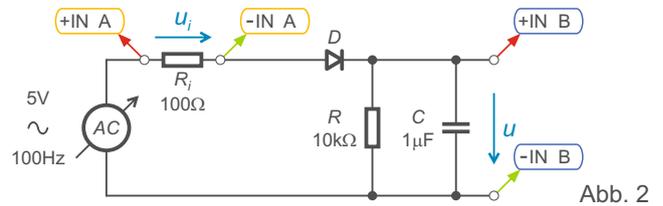
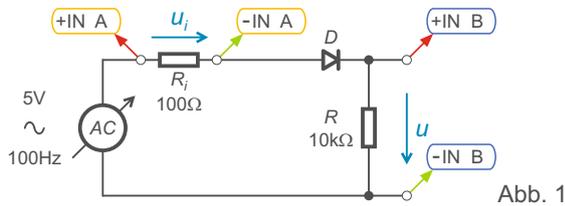
4.2

Einweggleichrichter - Diodenstrom

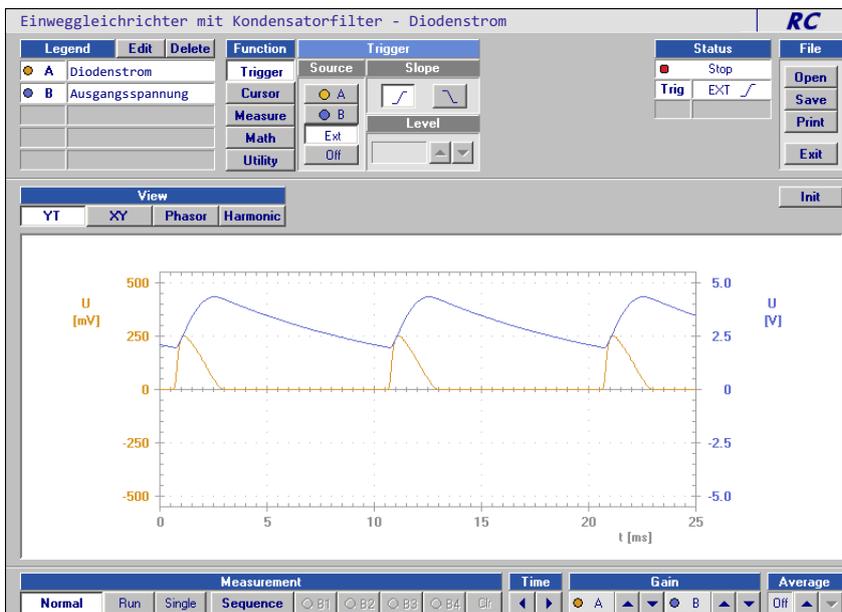
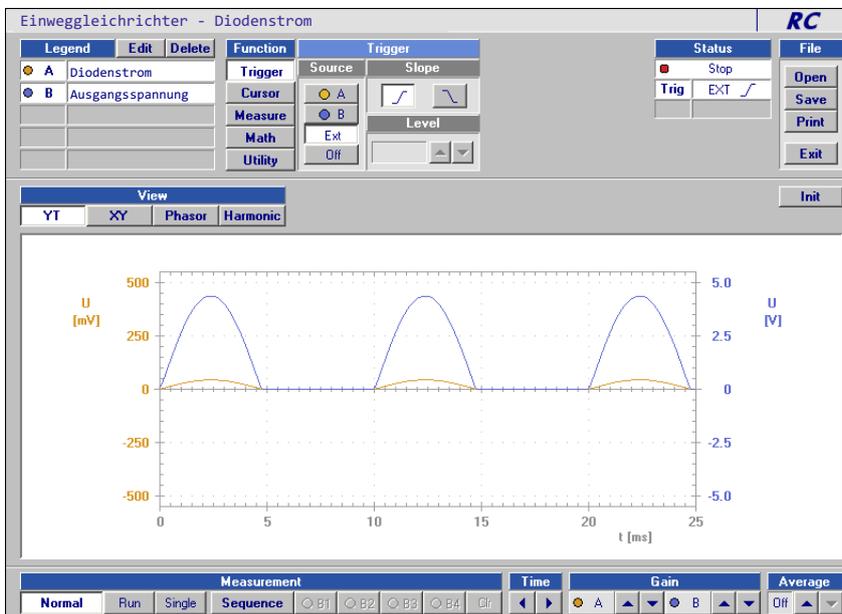
Aufgabe

Zeigen Sie den Diodenstrom des Einweggleichrichters ohne (Abb. 1) und mit Kondensatorfilter (Abb. 2) an.

Schema



Messung

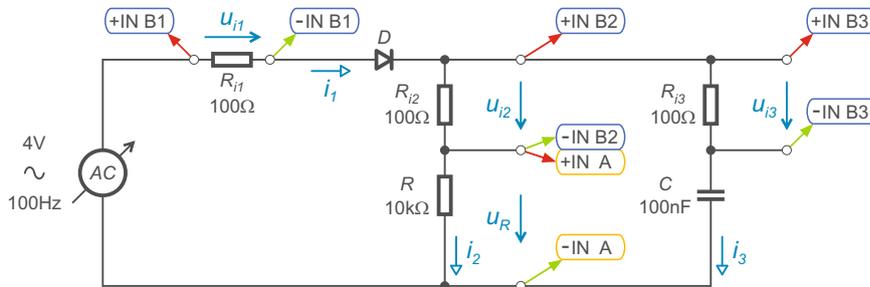


4.3 Einweggleichrichter mit Kondensatorfilter - Ströme

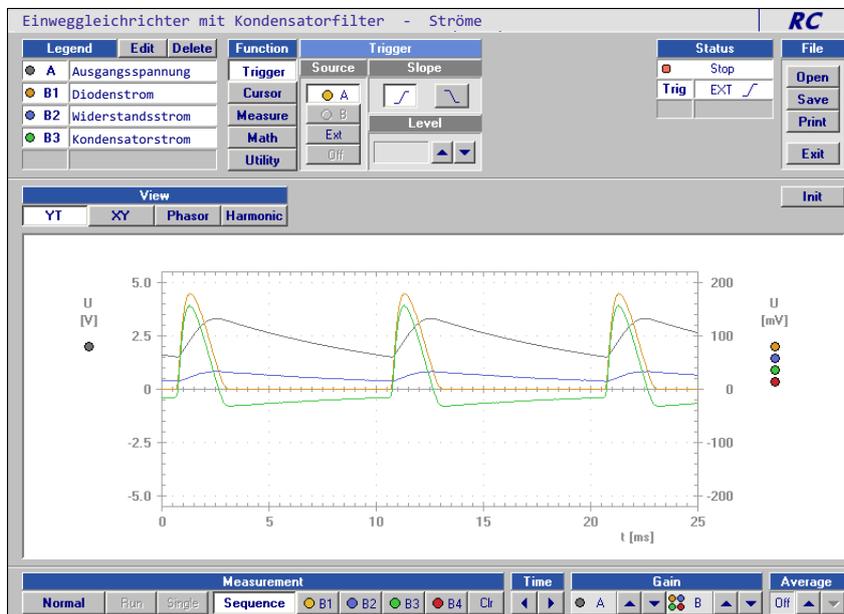
Aufgabe

Zeigen Sie die Ströme in verschiedenen Teilen des Einweggleichrichters mit Kondensatorfilter an.

Schema



Messung



Ströme im Gleichrichter

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Trigger



Messdaten

- $u_R(t)$ (V)
- $i_1(t) = \frac{1}{R_{i1}} u_{i1}(t)$ (mA, kΩ, V)
- $i_2(t) = \frac{1}{R_{i2}} u_{i2}(t)$ (mA, kΩ, V)
- $i_3(t) = \frac{1}{R_{i3}} u_{i3}(t)$ (mA, kΩ, V)

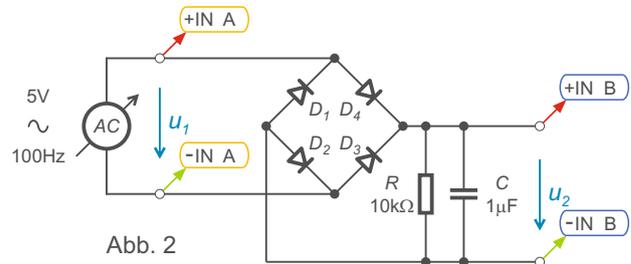
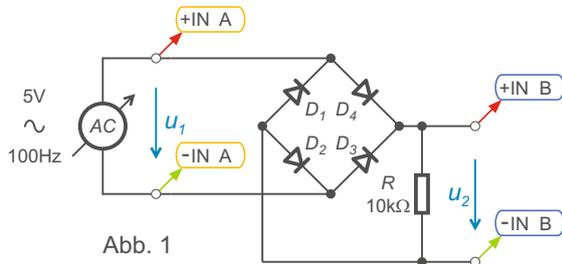
4.4

Vollweggleichrichter

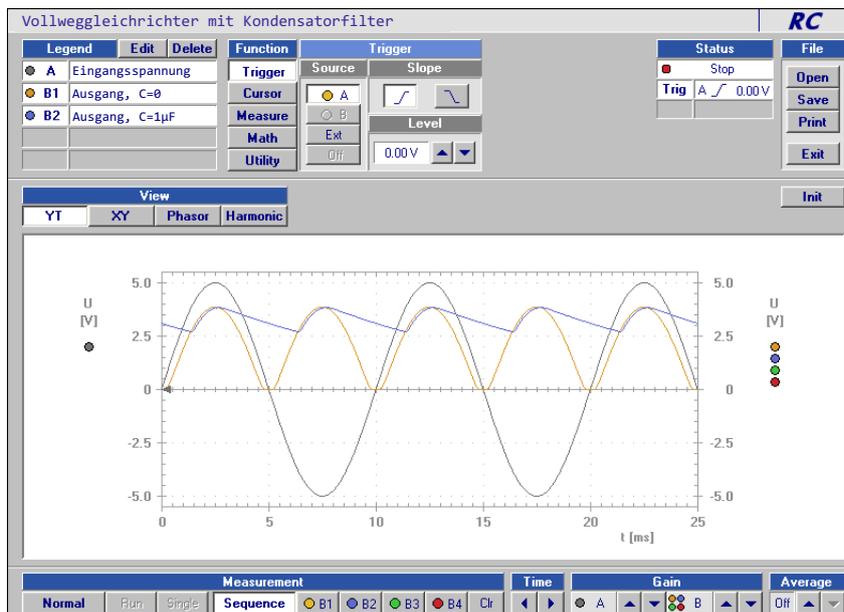
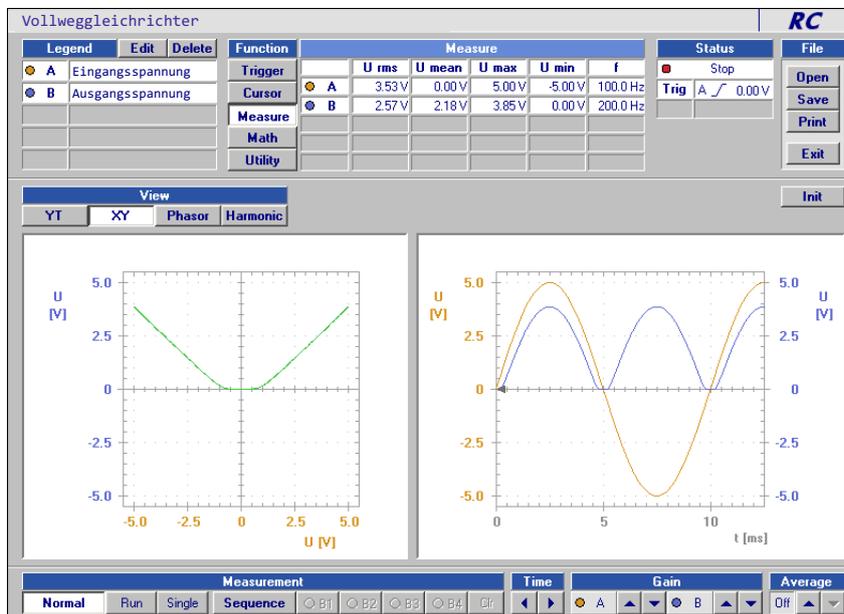
Aufgabe

Zeigen Sie die Eingangs- und Ausgangsspannung des Vollweggleichrichters ohne (Abb. 1) und mit Kondensatorfilter (Abb. 2) an.

Schema



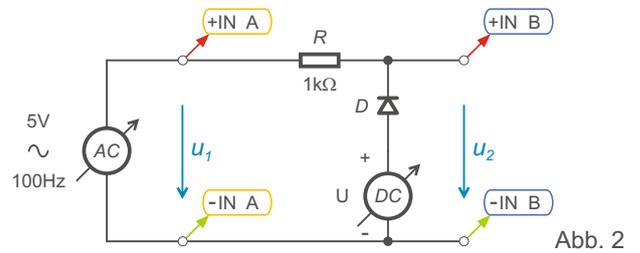
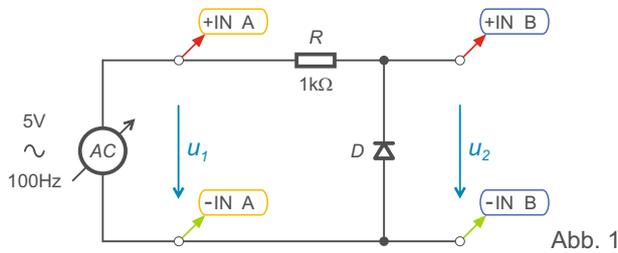
Messung



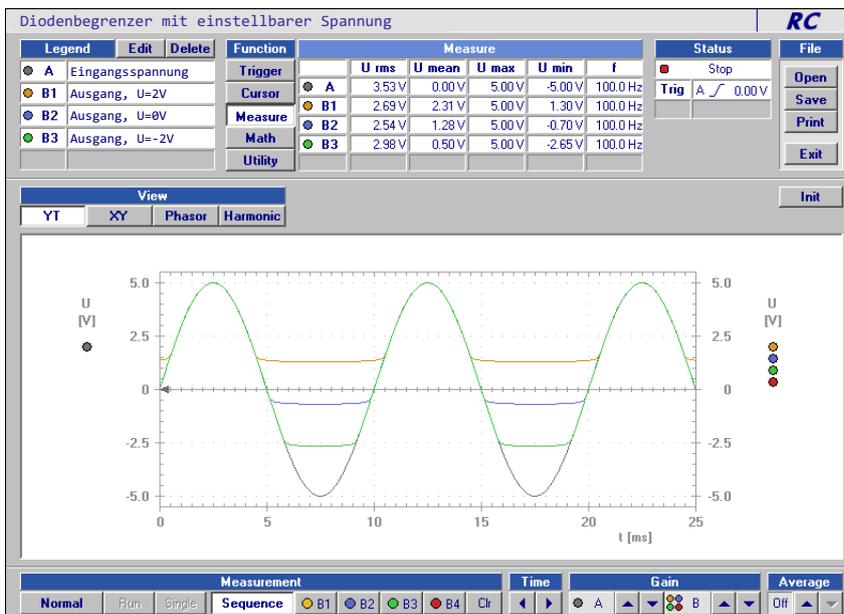
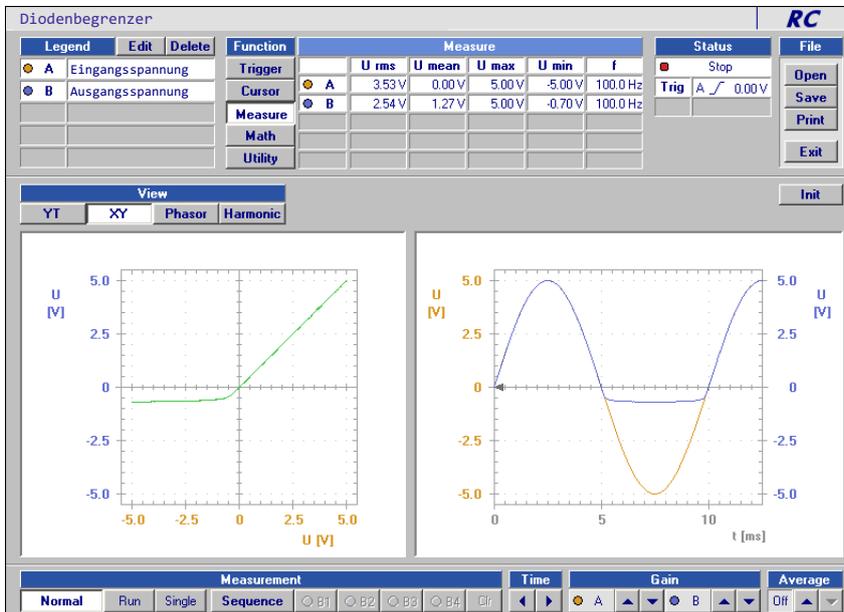
Aufgabe

Zeigen Sie die Eingangs- und Ausgangsspannung des Diodenbegrenzers (Abb. 1) und Diodenbegrenzers mit einstellbarer Spannung (Abb. 2) an. Vergleichen Sie die Ausgangsverläufe für verschiedene Begrenzereinstellungen.

Schema



Messung

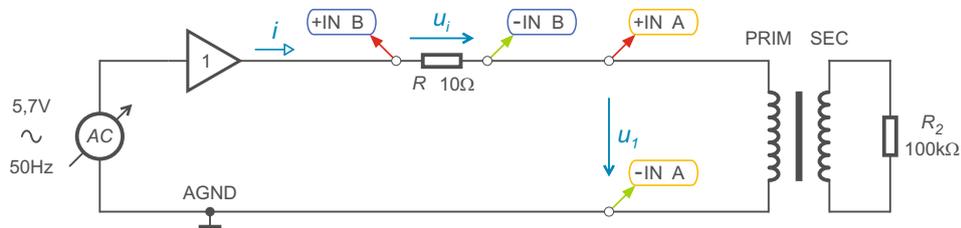


4.6 Transformator - Spannung und Strom in Primärspule

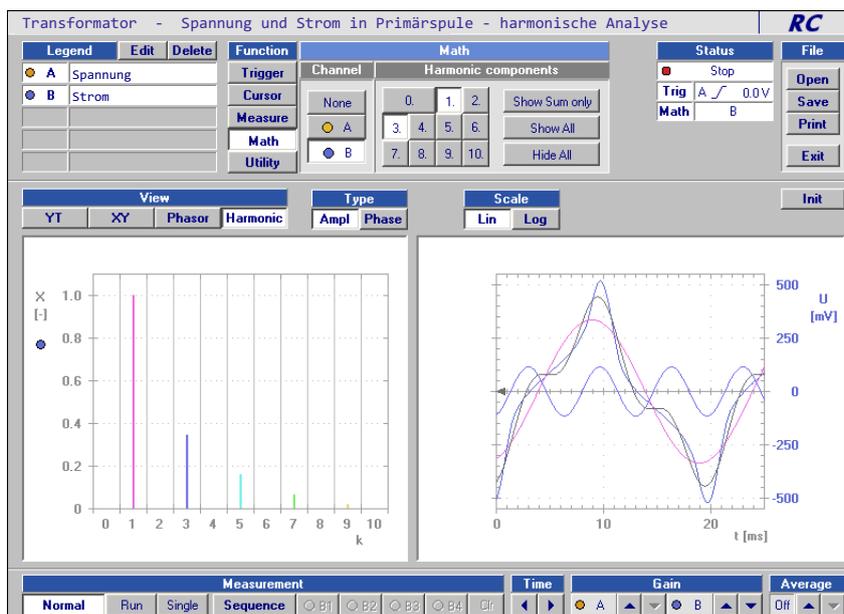
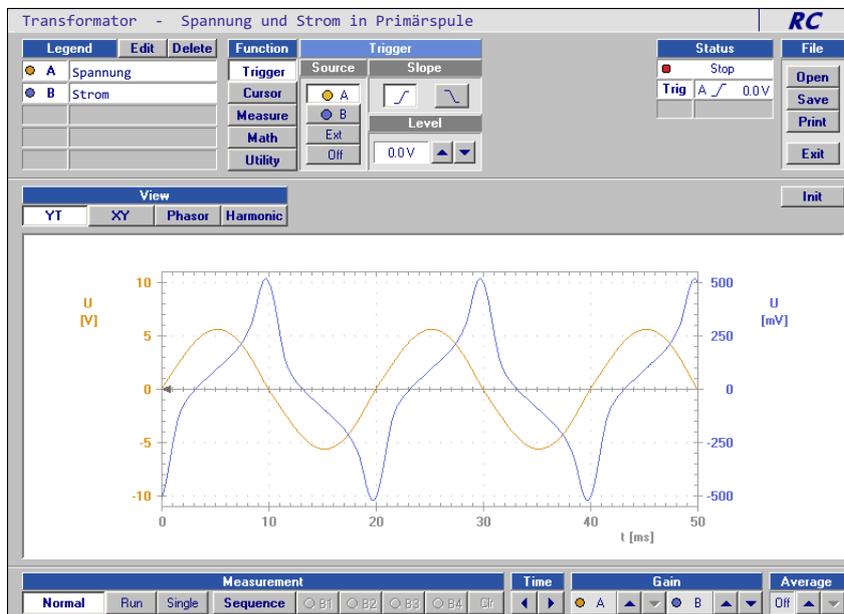
Aufgabe

Zeigen Sie den Strom und die Spannung in der Primärspule an.

Schema



Messung



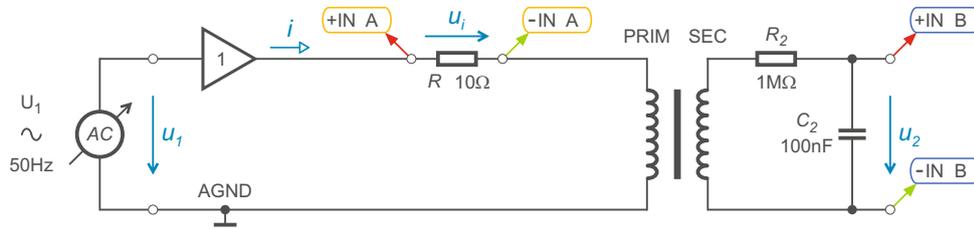
4.7

Transformator - Hysteresekurve

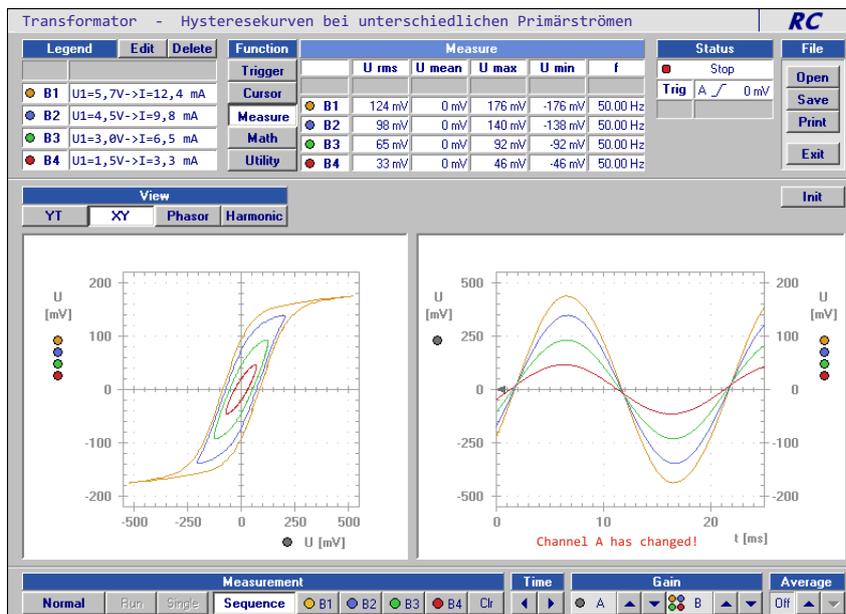
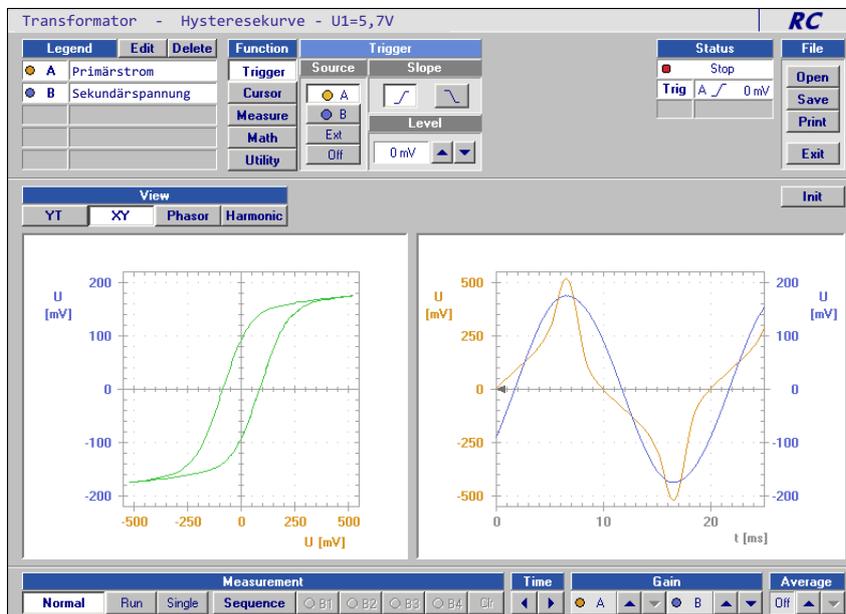
Aufgabe

Vergleichen Sie die Hysteresekurven des Transformators bei unterschiedlichen Primärströmen.

Schema



Messung



4.8 Bipolartransistor als Verstärker mit gemeinsamen Emitter

Aufgabe

Zeigen Sie Eingangs- und Ausgangsspannung des Transistorverstärkers an.

Schema

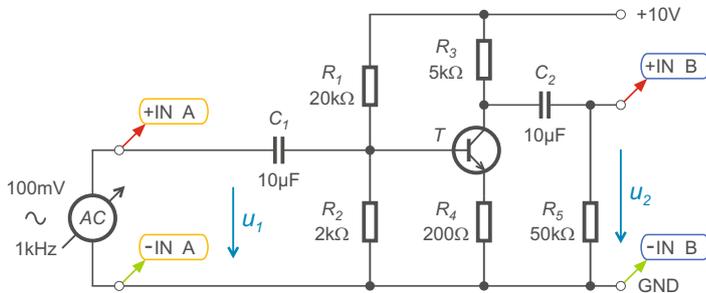


Abb. 1

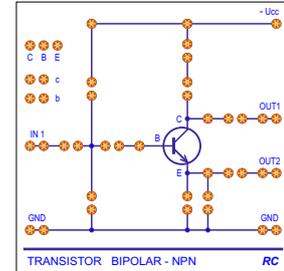
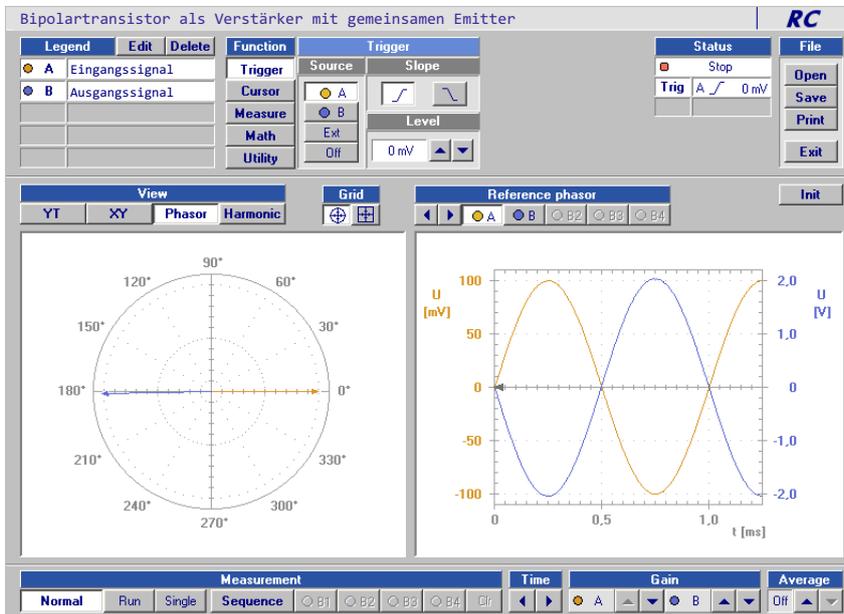


Abb. 2

Messung



Zeigerdiagramm

Schema

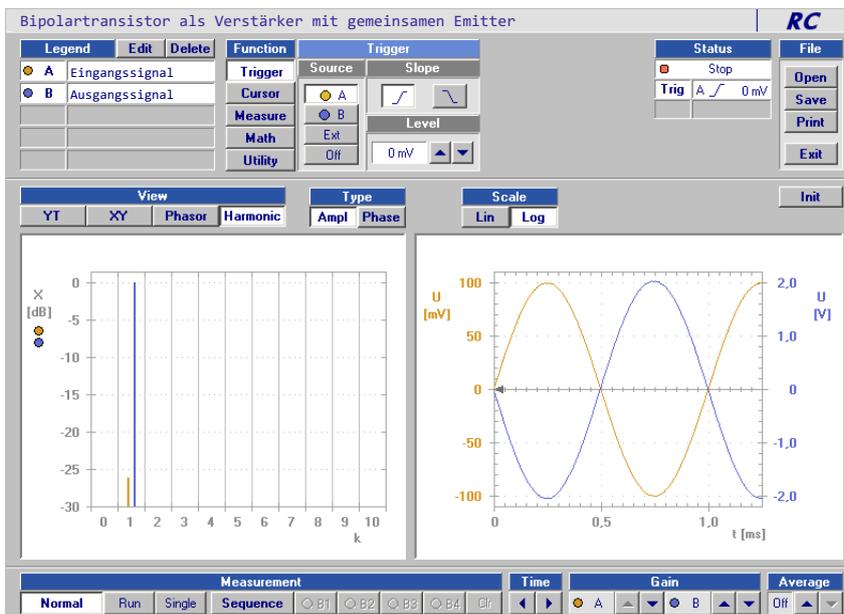
Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Bemerkungen

- Stecken sie in das Modul (Abb. 2) das 3-pin Element **BC546B**
- überbrücken sie den Schutz **b** und **c** durch Kupplungen
- die Speisungsspannung 10V bekommen sie vom **Elementenmodul**



Harmonische Analyse

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

4.9 Amplituden- und Phasengänge des Verstärkers mit Bipolartransistor

Aufgabe

Messen Sie die Amplituden- und Phasengänge des Transistorverstärkers und betrachten Sie den Effekt des Kopplungskondensators C_2

Schema

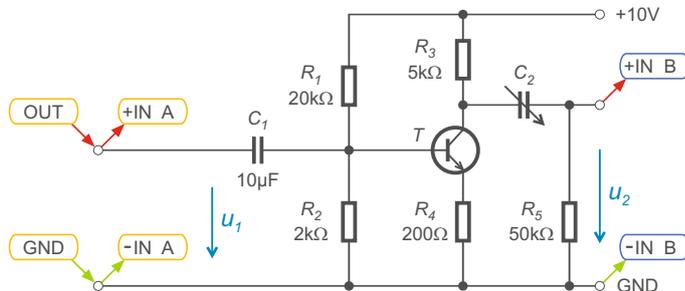


Abb. 1

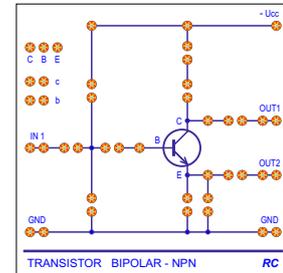
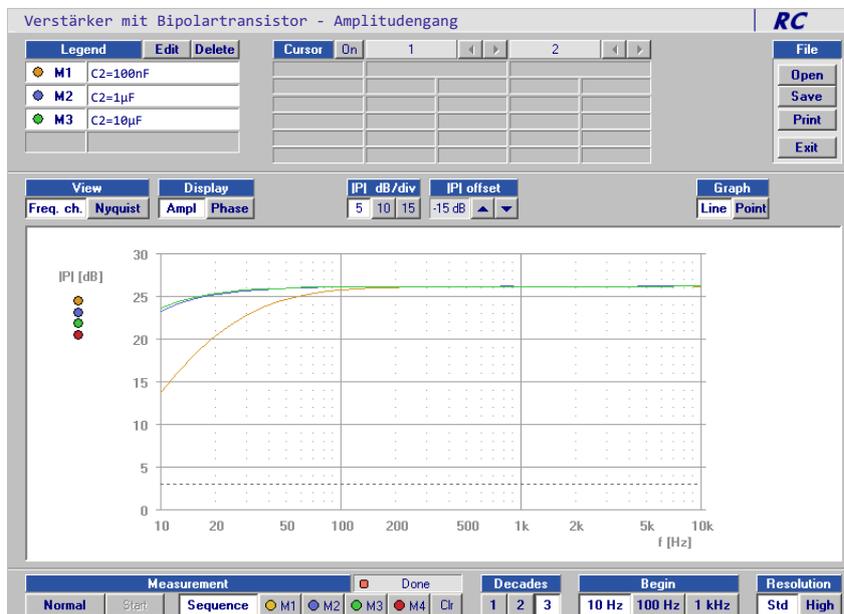


Abb. 2

Messung



Amplitudengang

Schema

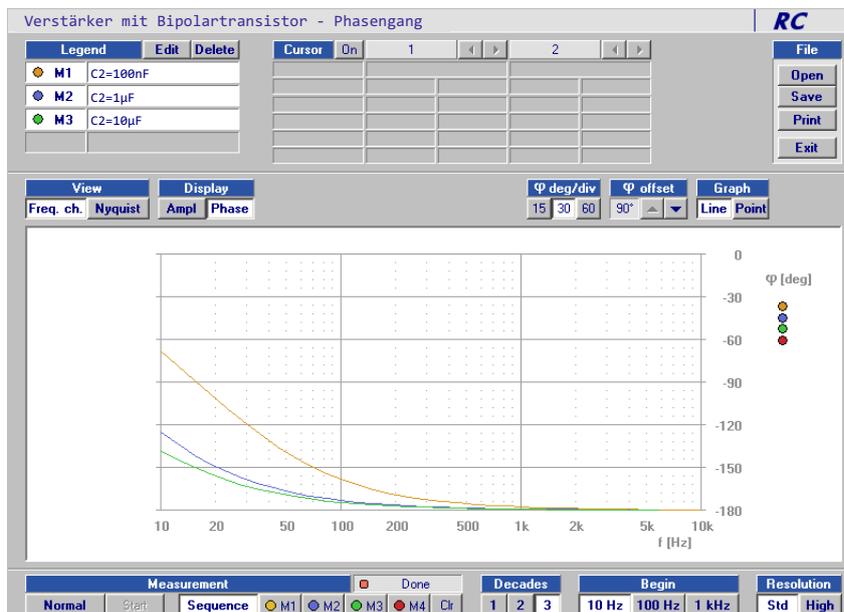
Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Bemerkungen

- Stecken sie in das Modul (Abb. 2) das 3-pin Element **BC546B**
- überbrücken sie den Schutz **b** und **c** durch Kupplungen
- die Speisungsspannung 10V bekommen sie vom **Elementenmodul**



Phasengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

4.10

Multivibrator mit Bipolartransistoren

Aufgabe

Bauen sie einen astabilen Multivibrator mit zwei NPN Transistoren auf.

Schema

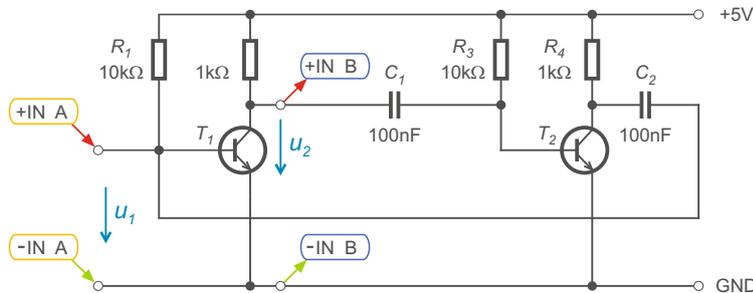


Abb. 1

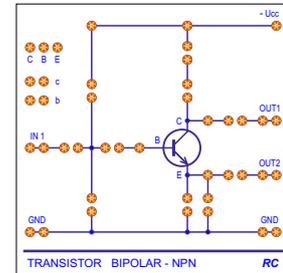
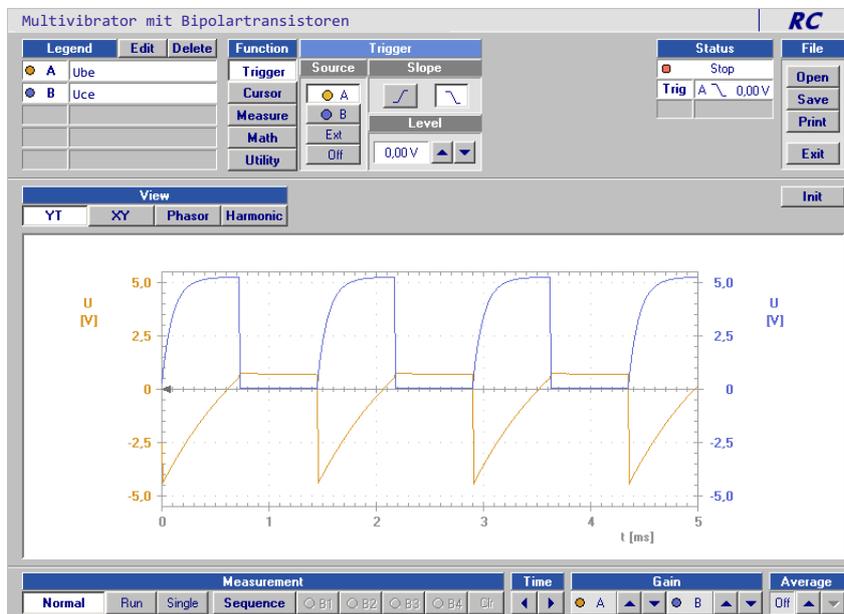


Abb. 2

Messung



Multivibrator

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Bemerkungen

- Stecken sie in das **Modul des Bipolartransistors NPN** (Abb. 2) das 3-pin Element **BC546B**
- nach der Überprüfung der Schaltung überbrücken sie den Schutz **b** und **c** durch Kupplungen

Aufgabe

Überprüfen Sie die Möglichkeiten der Thyristorregelung.

Schema

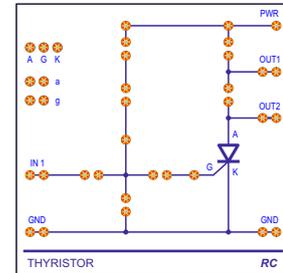
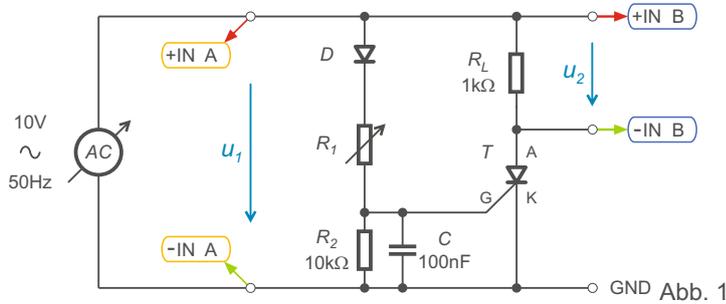
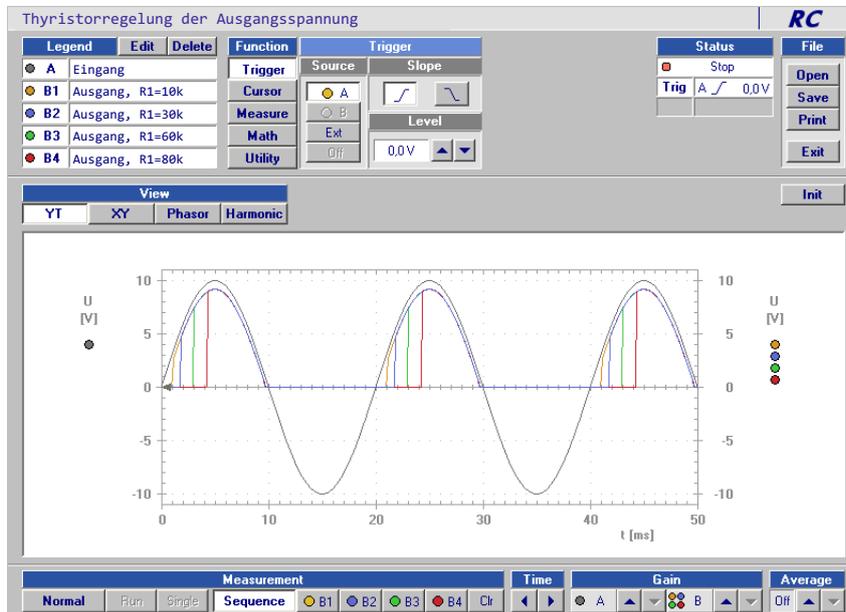


Abb. 2

Messung



Thyristorregelung

Schema

Abb. 1

Messmodus

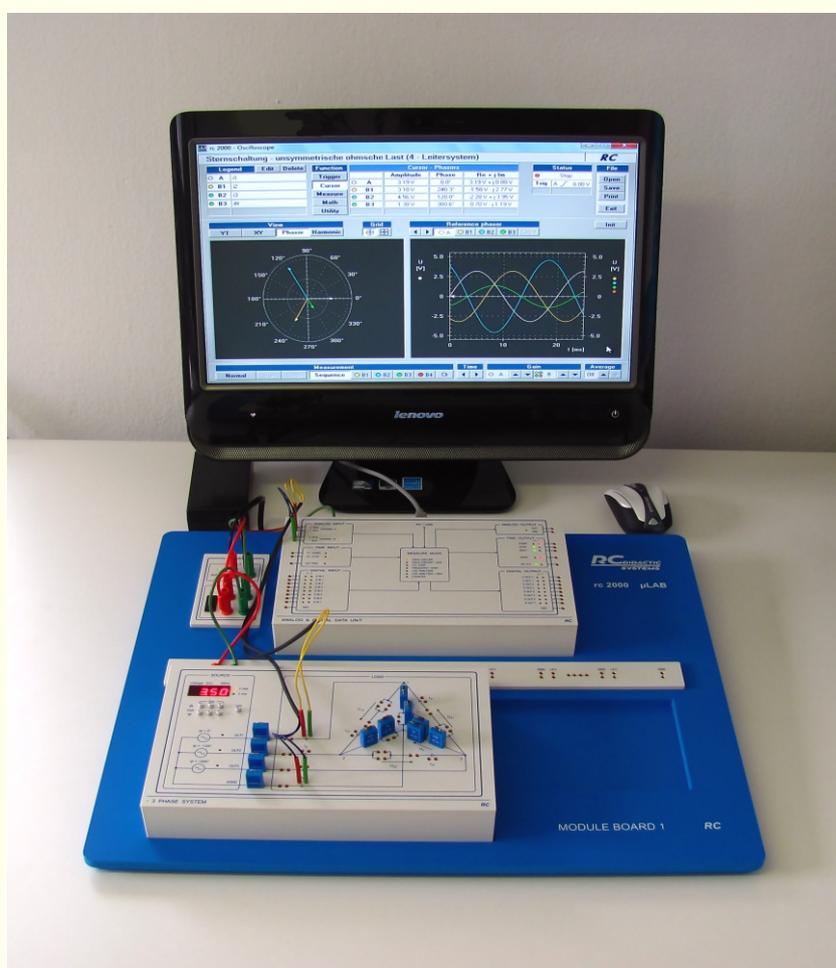
Zweikanal-Oszilloskop

Bemerkungen

- Stecken sie in das **Modul des Thyristors** (Abb. 2) das 3-pin Element **2N5060**
- nach der Überprüfung der Schaltung überbrücken sie den Schutz **a** durch eine Kupplung

Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Drehstromtechnik



Inhalt

Drehstromtechnik	5.0
Sternschaltung - Sternspannungen	5.1
Sternschaltung - Stern- und Leiterspannungen	5.2
Sternschaltung - symmetrische ohmsche Last	5.3
Sternschaltung - unsymmetrische ohmsche Last (4-Leitersystem)	5.4
Sternschaltung - unsymmetrische ohmsche Last (3-Leitersystem)	5.5
Sternschaltung - symmetrische komplexe Last	5.6
Sternschaltung - unsymmetrische komplexe Last	5.7
Dreieckschaltung - Leiterspannungen	5.8
Dreieckschaltung - Strang- und Leiterstrom	5.9
Dreieckschaltung - symmetrische ohmsche Last	5.10
Dreieckschaltung - unsymmetrische ohmsche Last	5.11
Dreieckschaltung - symmetrische komplexe Last	5.12
Dreieckschaltung - unsymmetrische komplexe Last	5.13

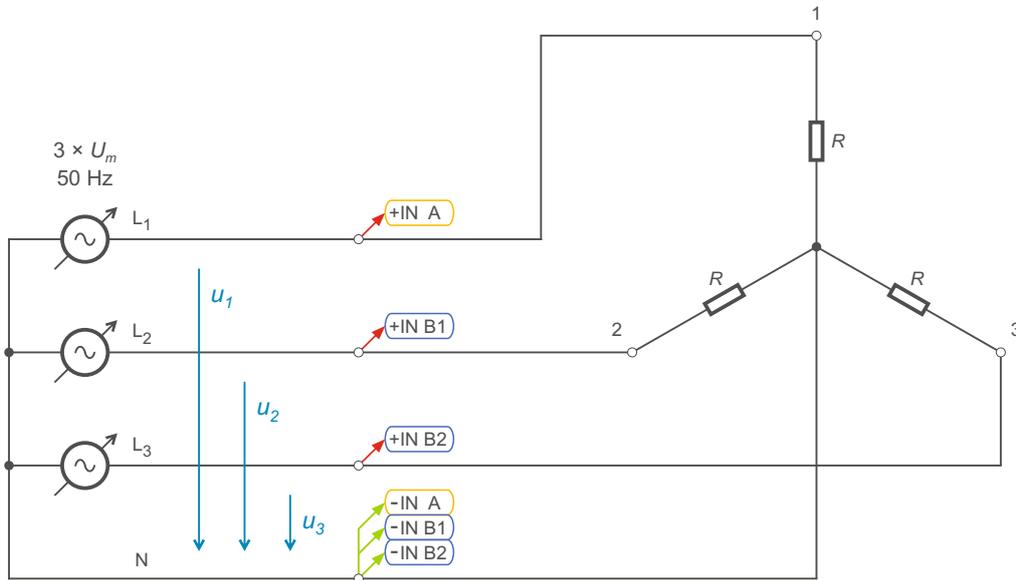
5.1

Sternschaltung - Sternspannungen

Aufgabe

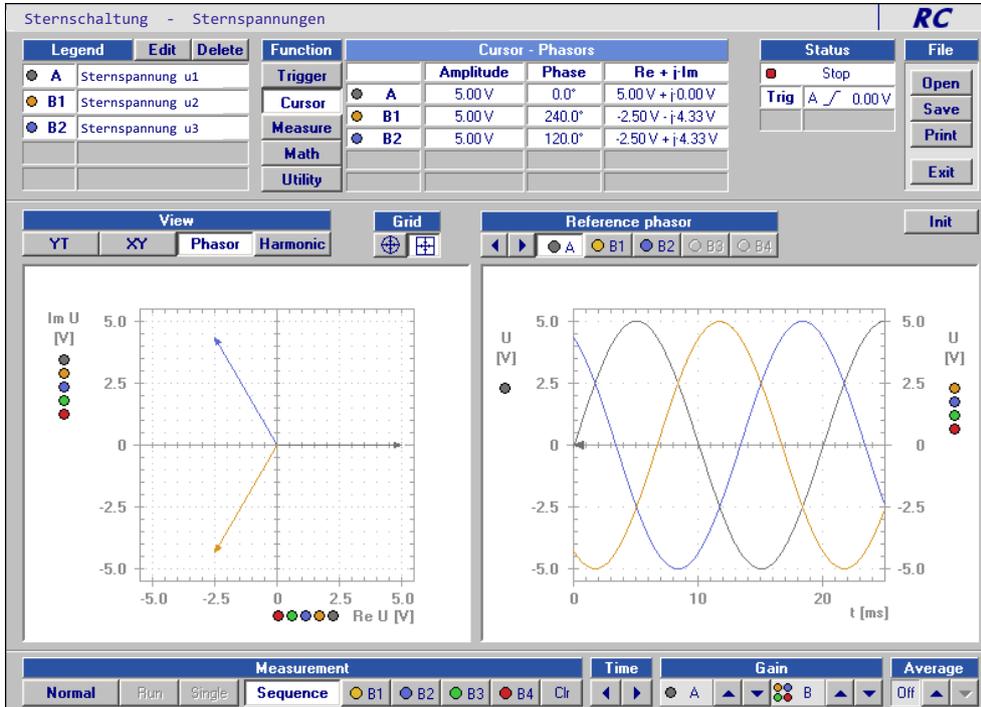
Zeigen Sie die einzelne Sternspannungen u_1, u_2, u_3 im 4-Leitersystem mit einer symmetrischen ohmschen Last.

Schema



$U_m = 5V$
 $R = 1k\Omega$

Messung



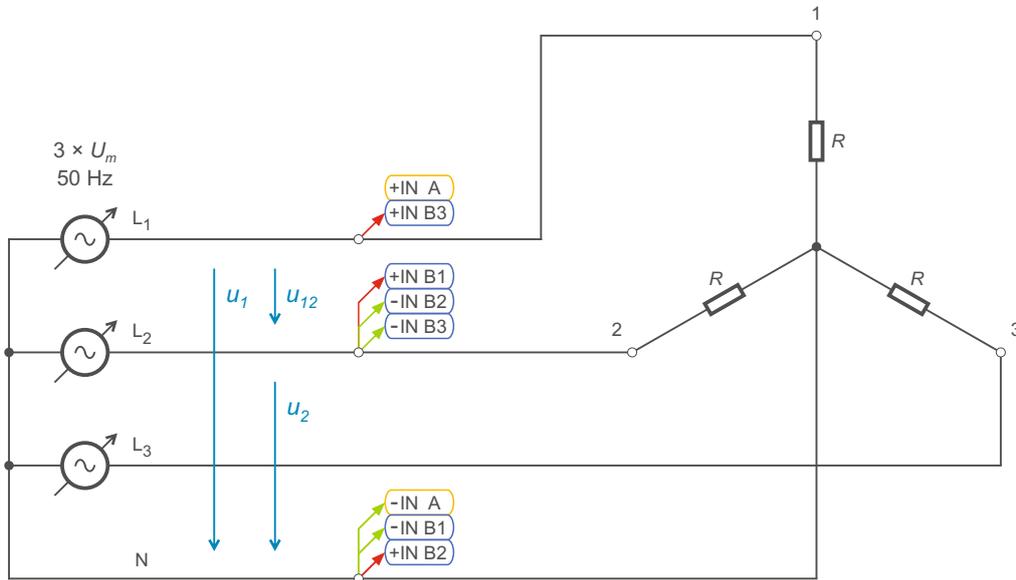
5.2

Sternschaltung - Stern- und Leiterspannungen

Aufgabe

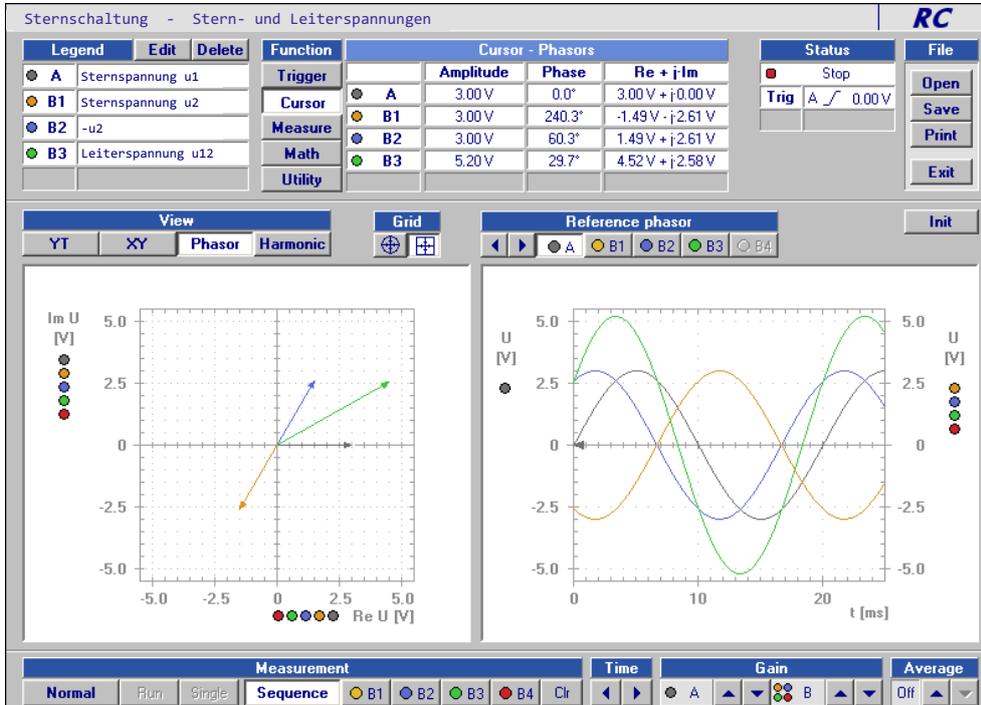
Zeigen Sie die Beziehung zwischen Sternspannungen u_1 , u_2 und Leiterspannung u_{12} im 4-Leitersystem mit der symmetrischen Widerstandslast.

Schema



$U_m = 3V$
 $R = 1k\Omega$

Messung



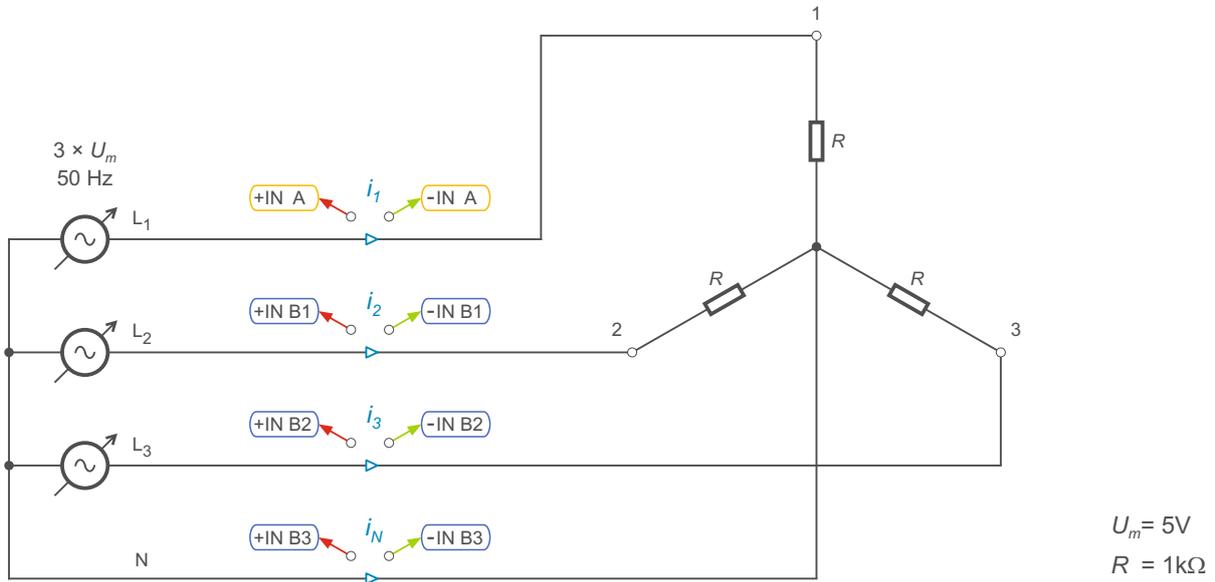
5.3

Sternschaltung - symmetrische ohmsche Last

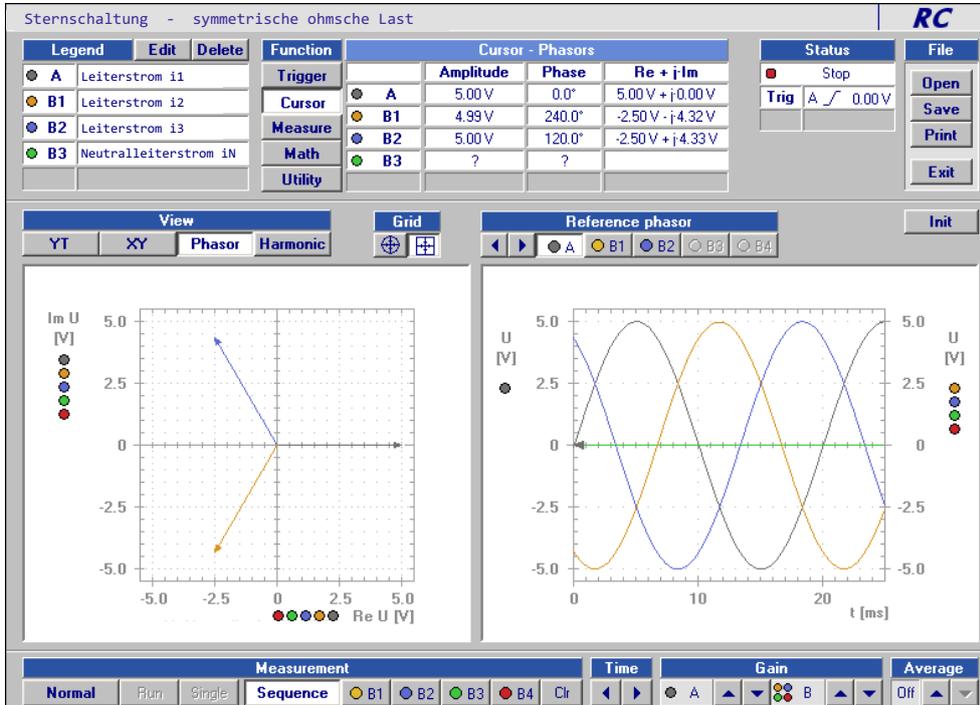
Aufgabe

Zeigen Sie die einzelne Leiterströme i_1, i_2, i_3 und Neutralleiterstrom i_N in 4-Leitersystem mit symmetrischer ohmscher Last.

Schema



Messung

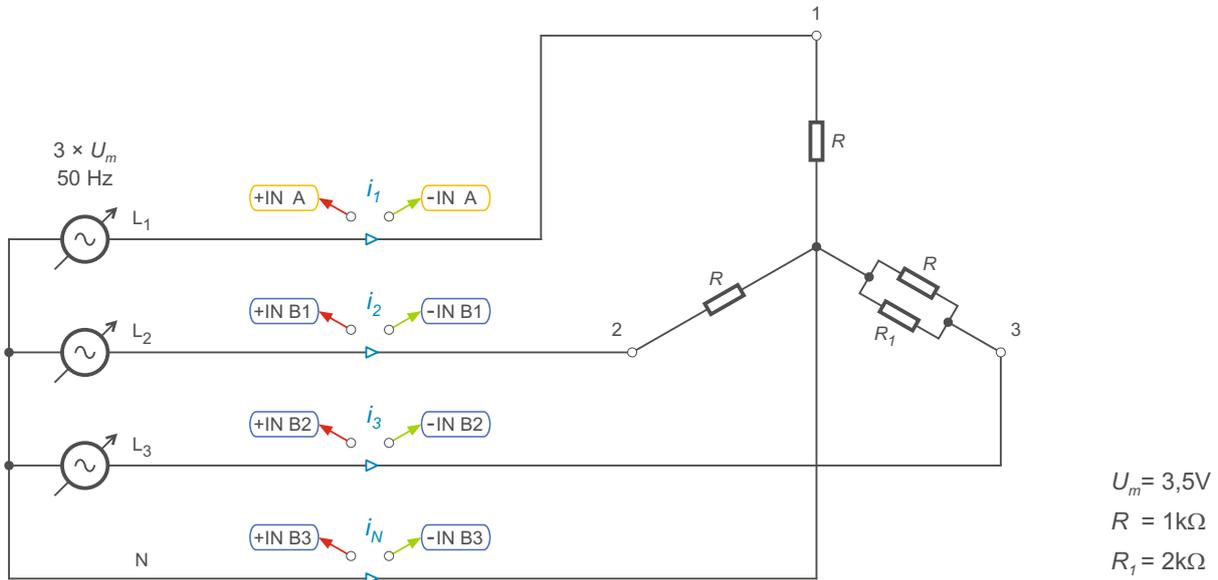


5.4 Sternschaltung - unsymmetrische ohmsche Last (4-Leitersystem)

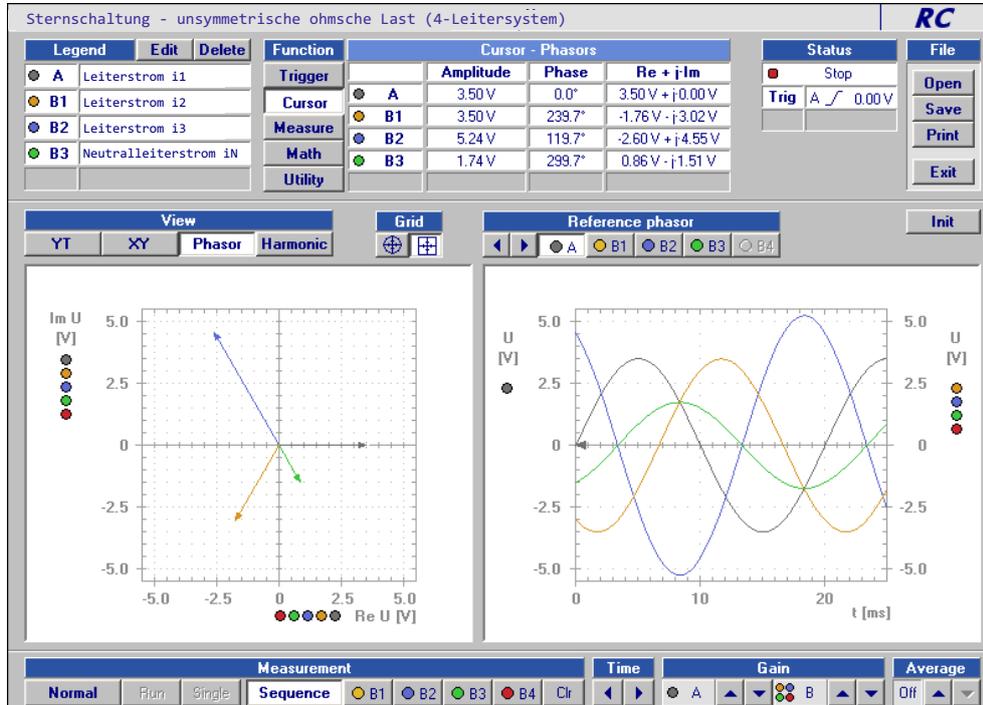
Aufgabe

Zeigen Sie die einzelne Leiterströme i_1, i_2, i_3 und Neutralleiterstrom i_N in 4-Leitersystem mit der unsymmetrischen ohmschen Last.

Schema



Messung

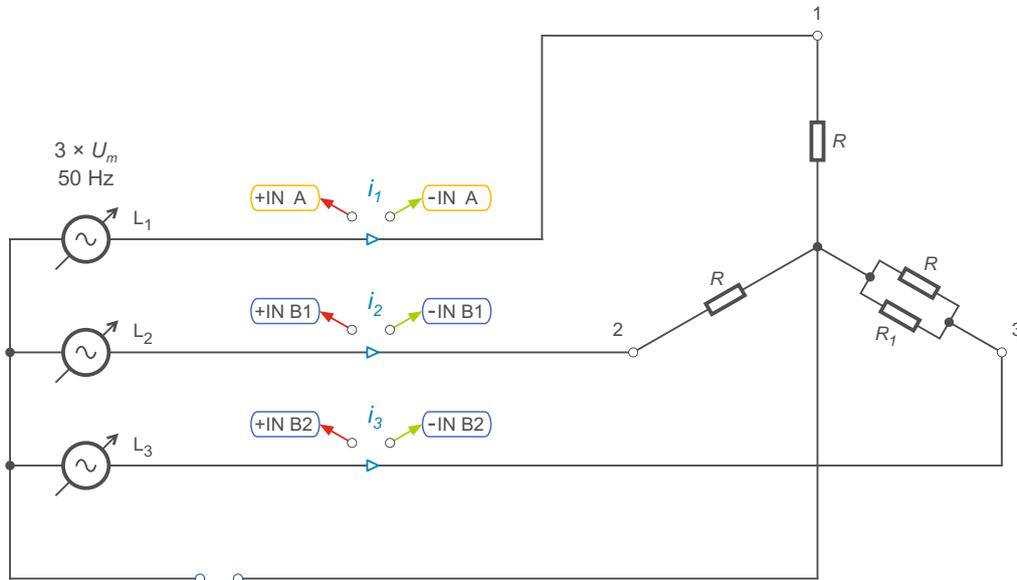


5.5 Sternschaltung - unsymmetrische ohmsche Last (3-Leitersystem)

Aufgabe

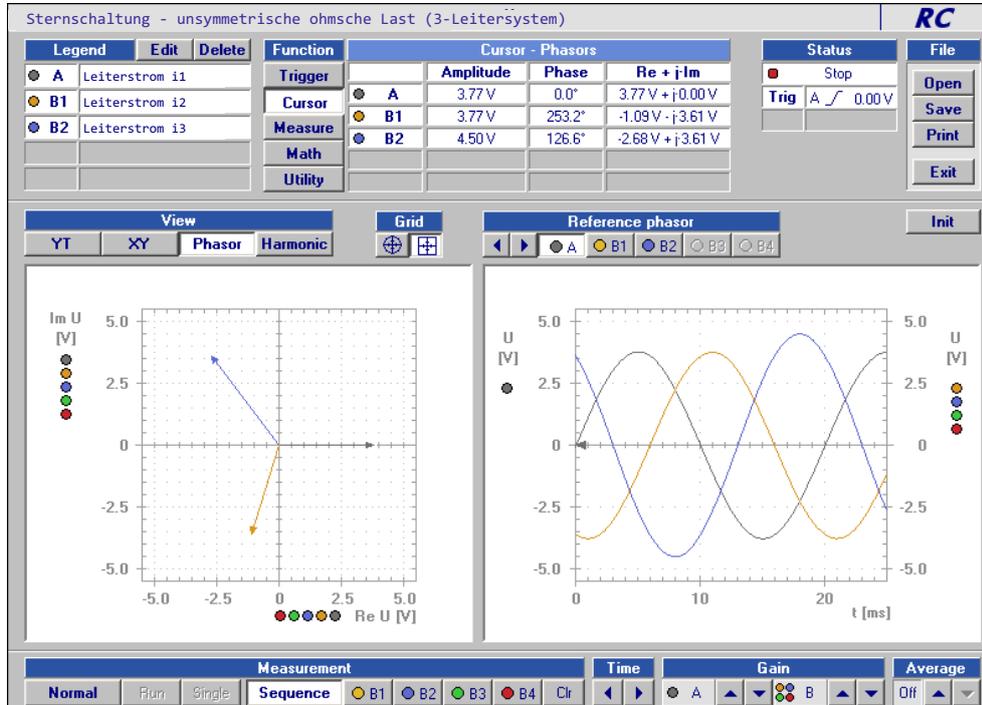
Zeigen Sie die einzelne Leiterströme i_1, i_2, i_3 in 3-Leitersystem mit der unsymmetrischen ohmschen Last.

Schema



$U_m = 3,5V$
 $R = 1k\Omega$
 $R_1 = 2k\Omega$

Messung



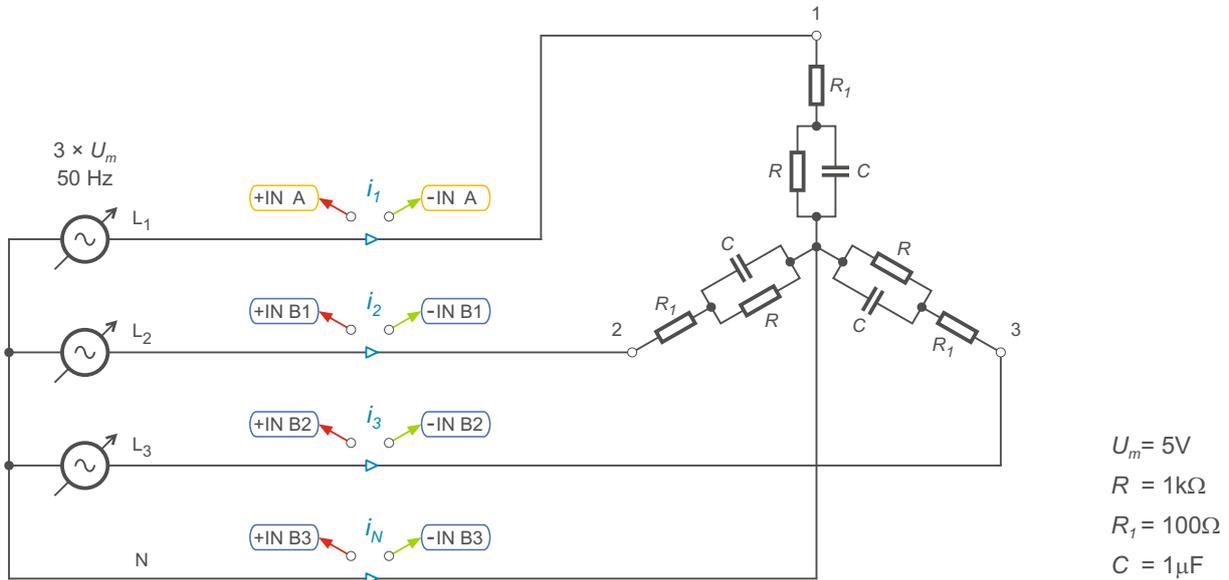
5.6

Sternschaltung - symmetrische komplexe Last

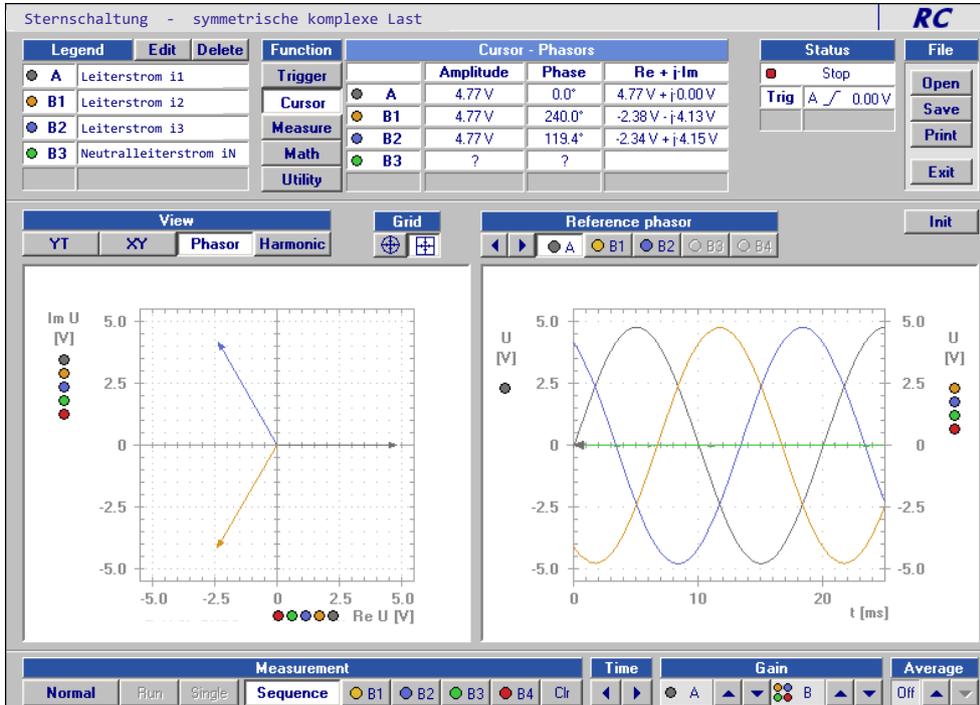
Aufgabe

Zeigen Sie die einzelne Leiterströme i_1, i_2, i_3 und Neutralleiterstrom i_N in 4-Leitersystem mit der symmetrischen komplexen Last.

Schema



Messung



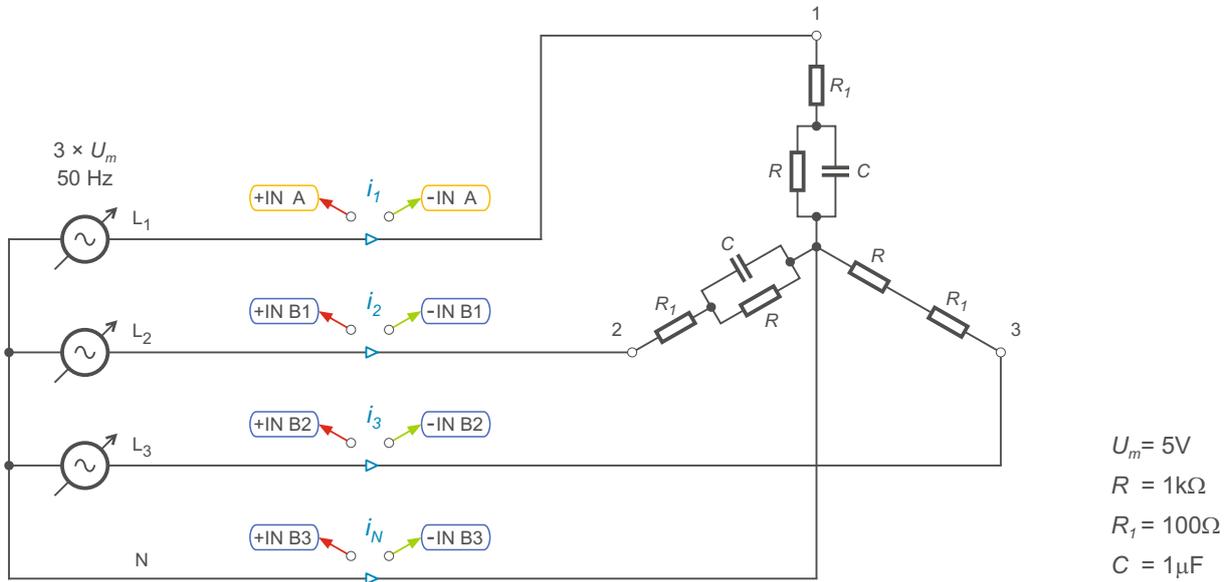
5.7

Sternschaltung - unsymmetrische komplexe Last

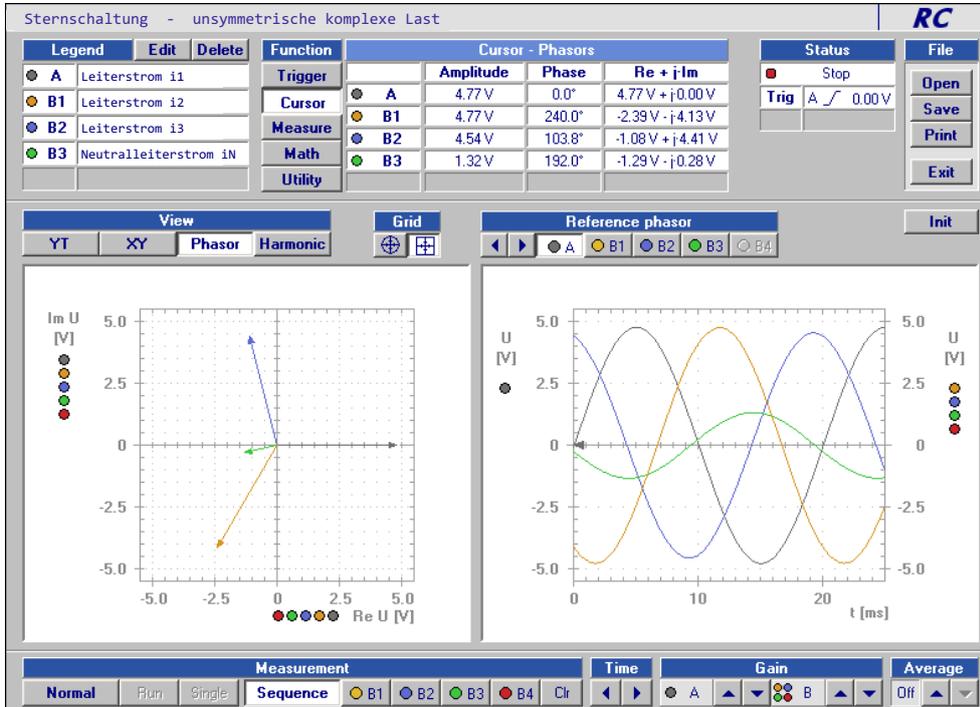
Aufgabe

Zeigen Sie die einzelne Leiterströme i_1, i_2, i_3 und Neutralleiterstrom i_N in 4-Leiter System mit der unsymmetrischen komplexen Last.

Schema



Messung



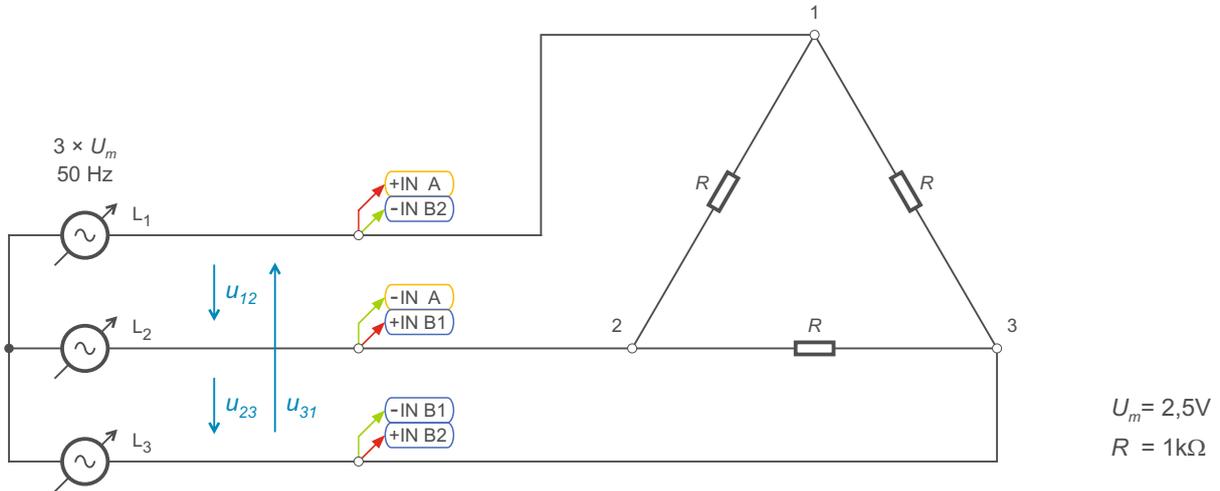
5.8

Dreieckschaltung - Leiterspannungen

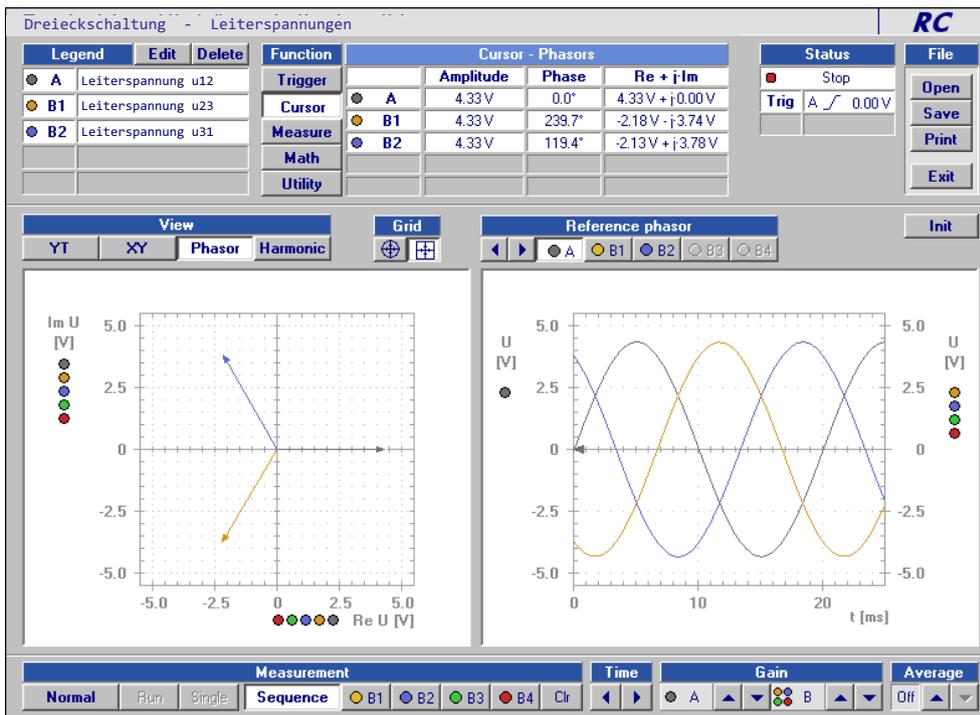
Aufgabe

Zeigen Sie die Leiterspannungen u_{12} , u_{23} und u_{31} für symmetrische ohmsche Last.

Schema



Messung



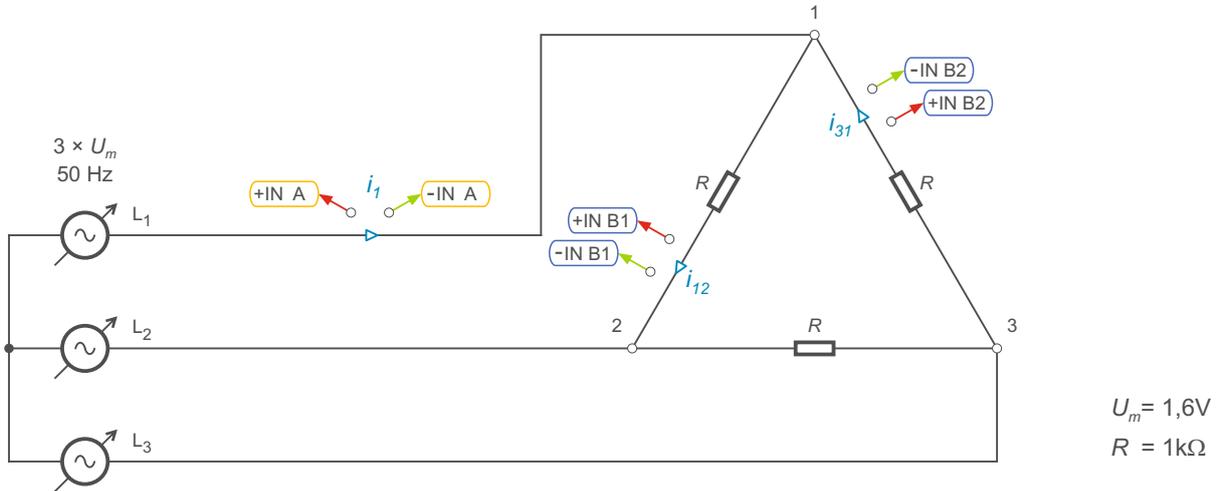
5.9

Dreieckschaltung - Strang- und Leiterstrom

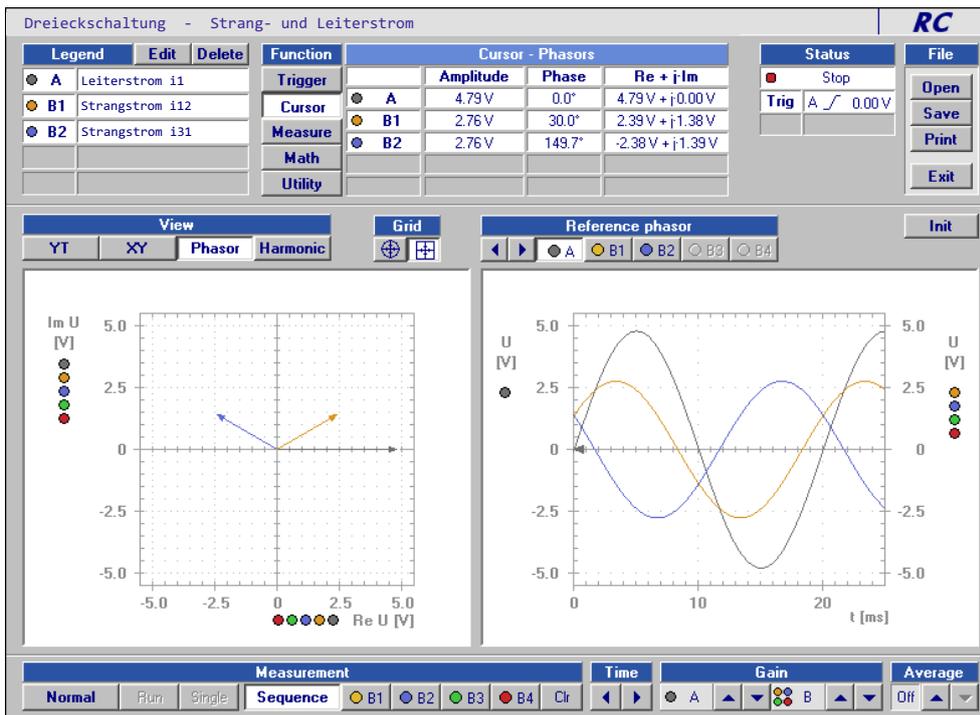
Aufgabe

Zeigen Sie die Beziehung zwischen dem Leiterstrom i_1 und den entsprechenden Strangströme i_{12} und i_{31} für die symmetrische ohmsche Last.

Schema



Messung



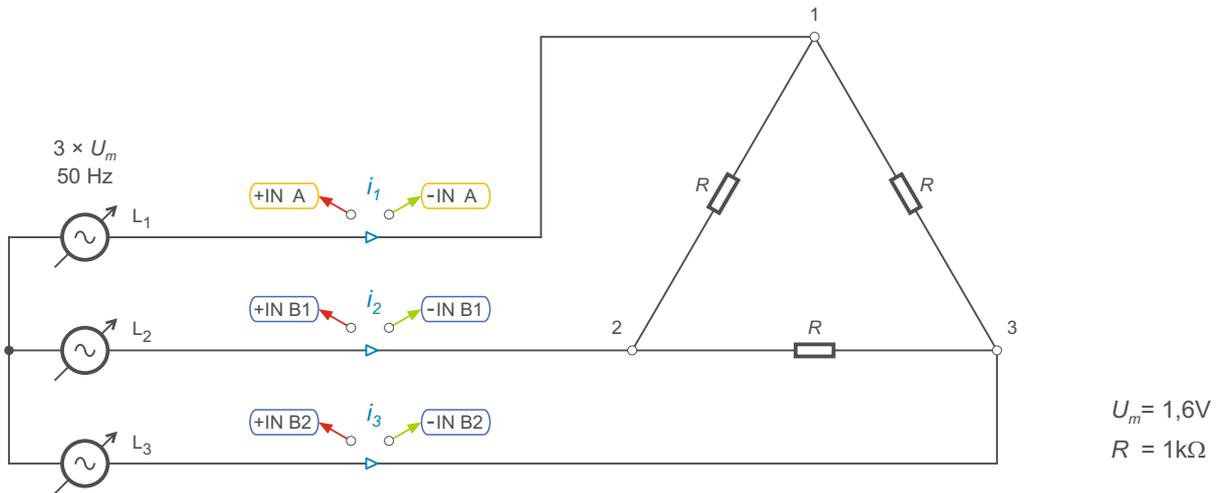
5.10

Dreieckschaltung - symmetrische ohmsche Last

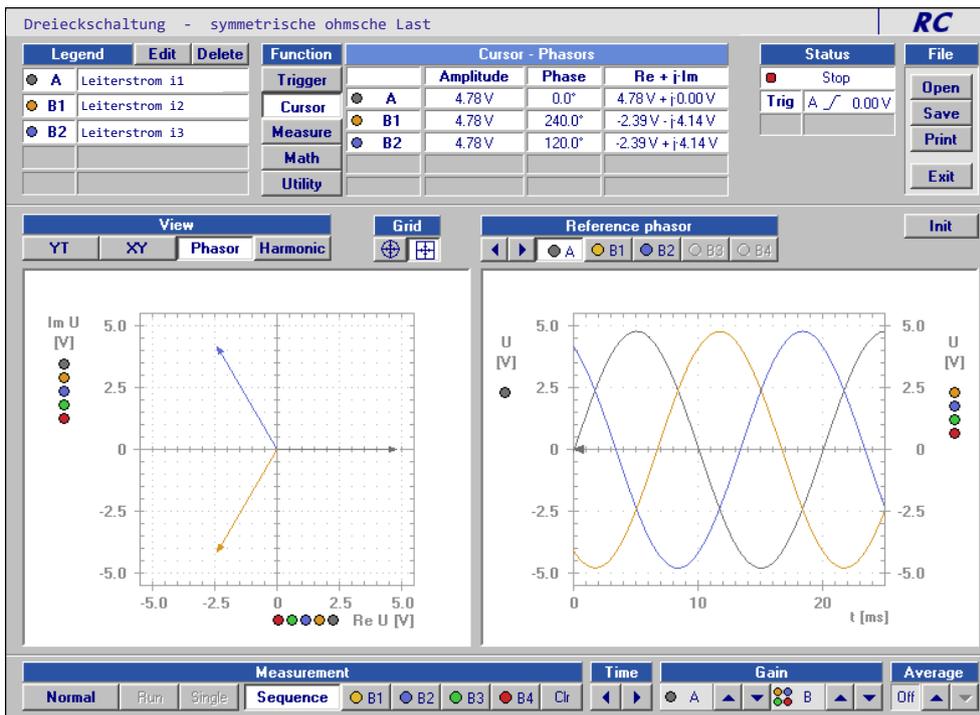
Aufgabe

Zeigen Sie die Leiterströme i_1 , i_2 und i_3 für die symmetrische ohmsche Last.

Schema



Messung



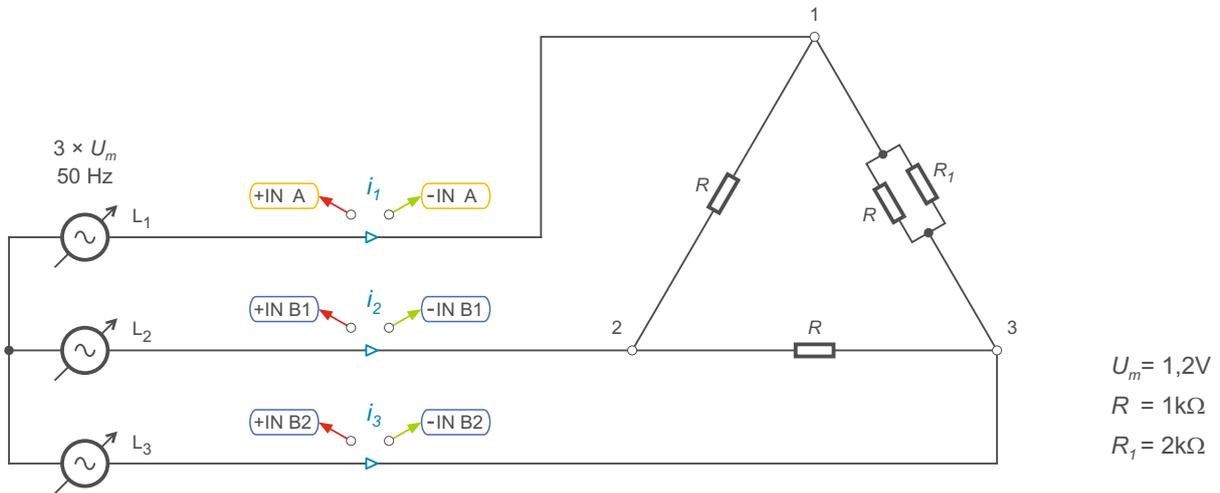
5.11

Dreieckschaltung - unsymmetrische ohmsche Last

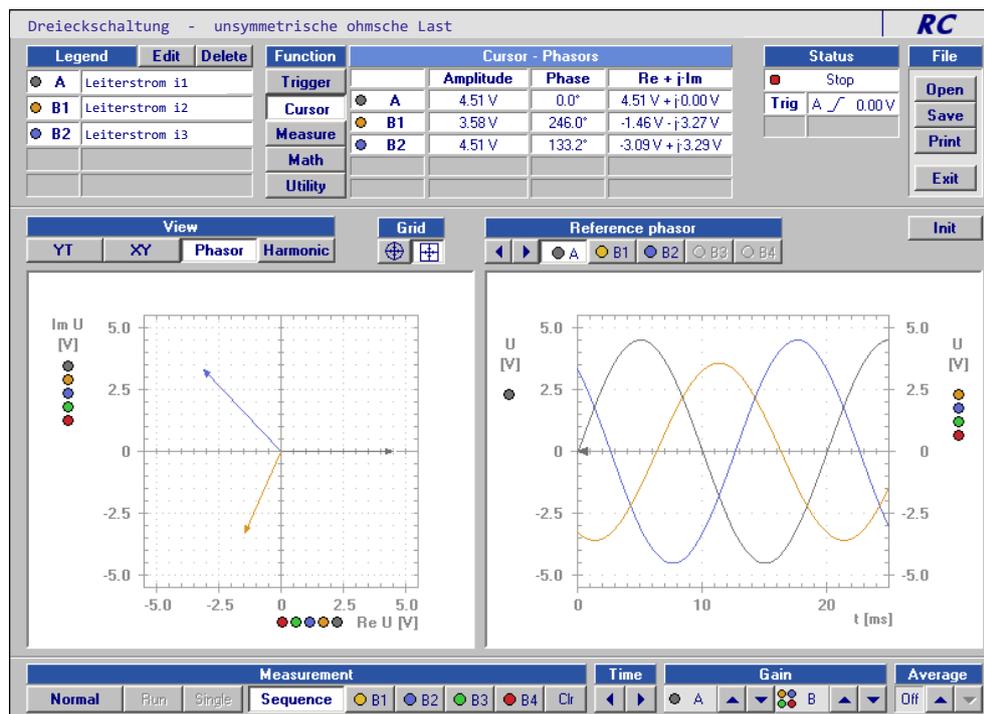
Aufgabe

Zeigen Sie die Leiterströme i_1 , i_2 und i_3 für die unsymmetrische ohmsche Last.

Schema



Messung



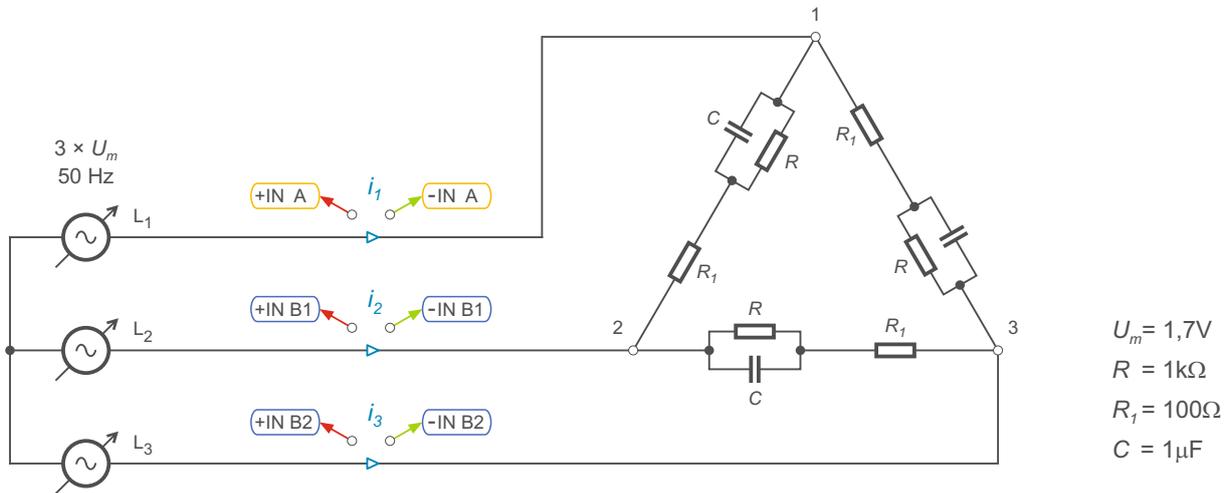
5.12

Dreieckschaltung - symmetrische komplexe Last

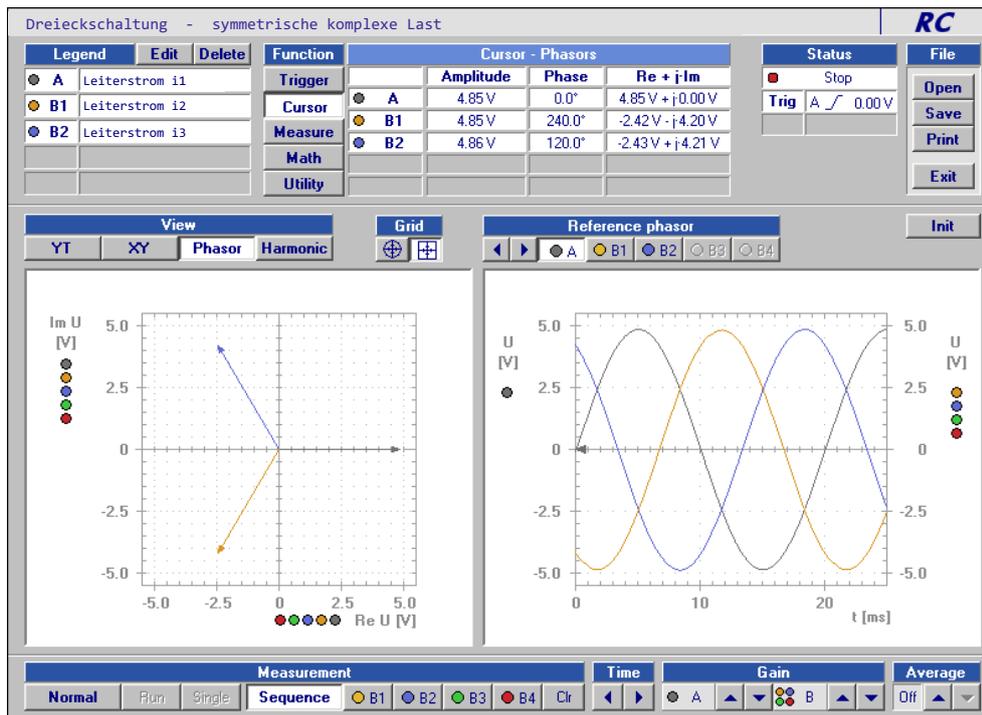
Aufgabe

Zeigen Sie die Leiterströme i_1, i_2 und i_3 für die symmetrische komplexe Last.

Schema



Messung



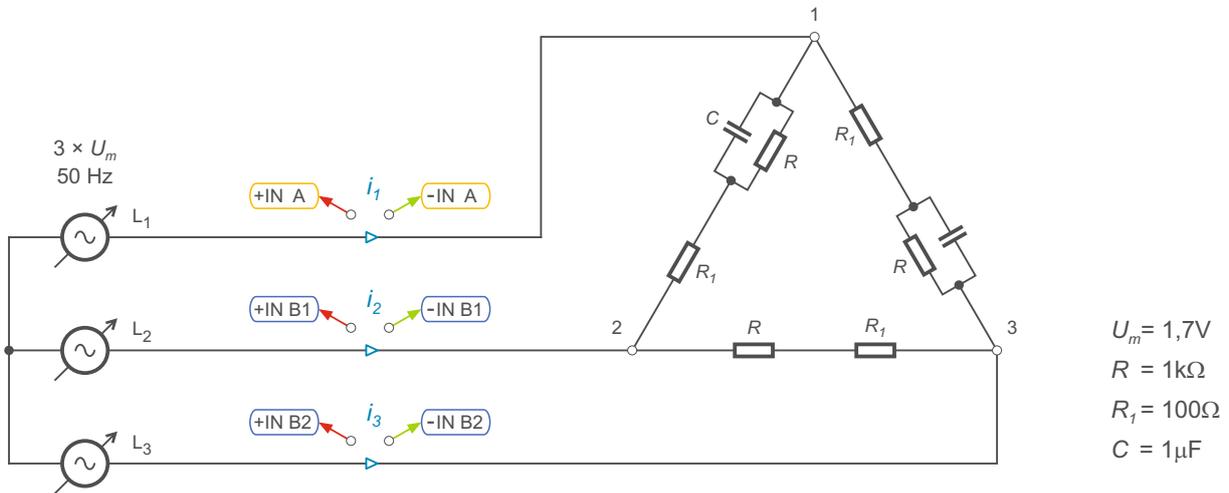
5.13

Dreieckschaltung - unsymmetrische komplexe Last

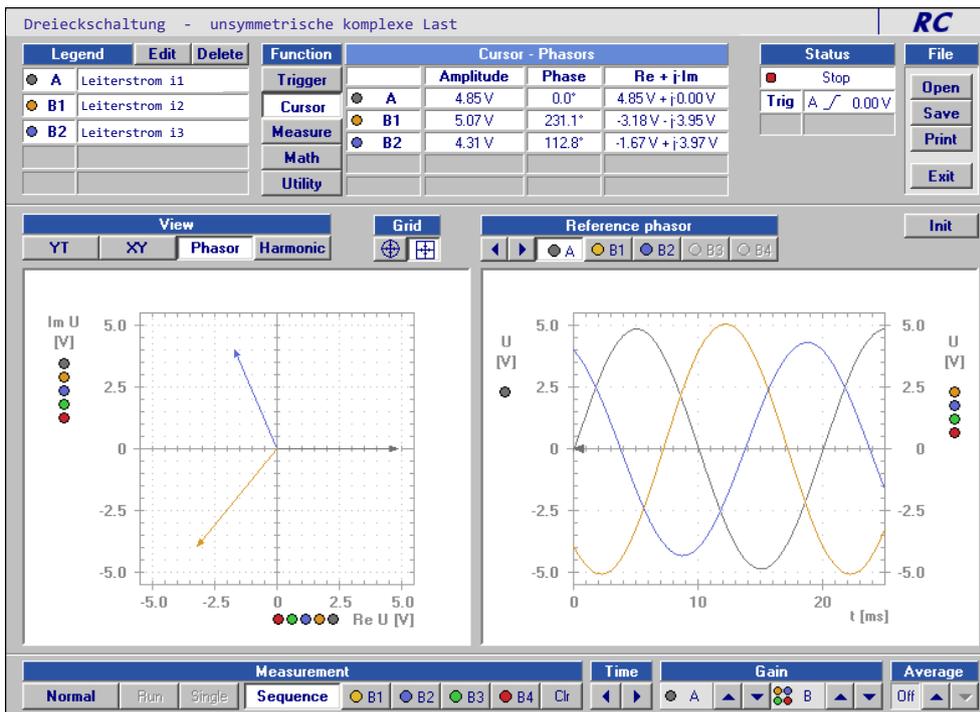
Aufgabe

Zeigen Sie die Leiterströme i_1 , i_2 und i_3 für die unsymmetrische komplexe Last.

Schema

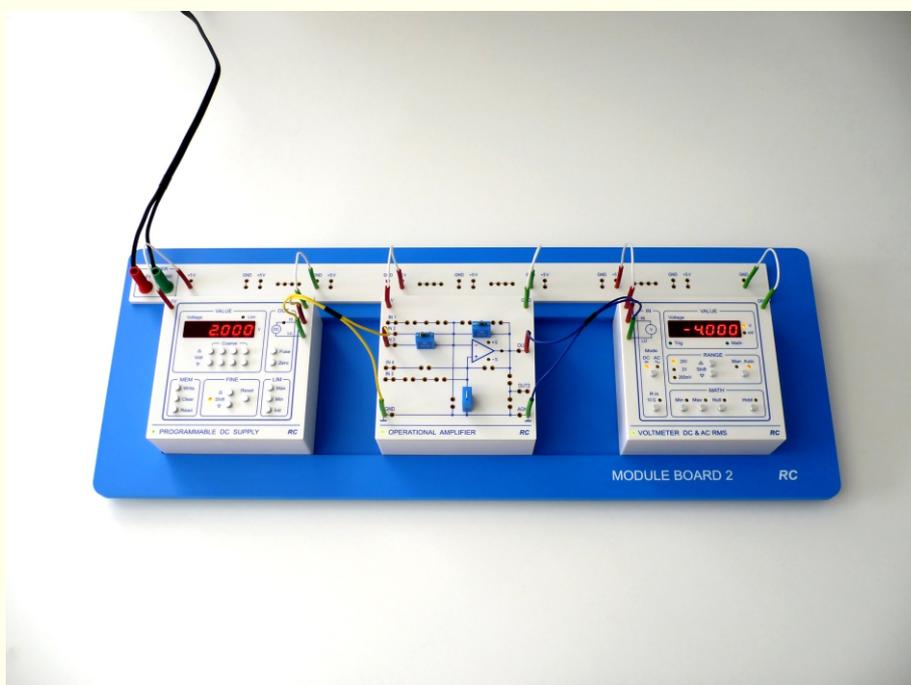


Messung



Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Operationsverstärker



Inhalt

Operationsverstärker	6.0
Invertierender Verstärker	6.1
Nichtinvertierender Verstärker	6.2
Spannungsfolger	6.3
Integrierer	6.4
Differenzierer	6.5
Komparator	6.6
Komparator mit Hysterese	6.7
Differenzverstärker	6.8
Phasenglied	6.9
Astabiler Multivibrator	6.10

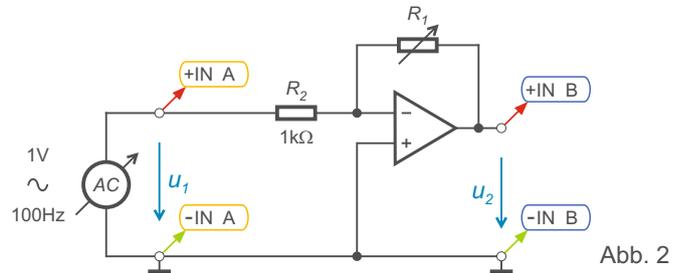
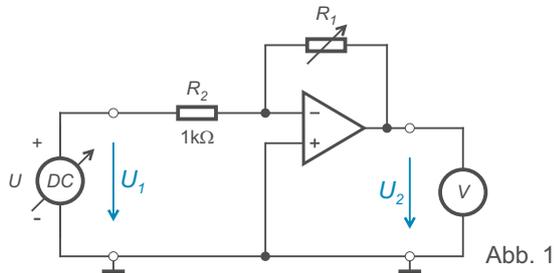
6.1

Invertierender Verstärker

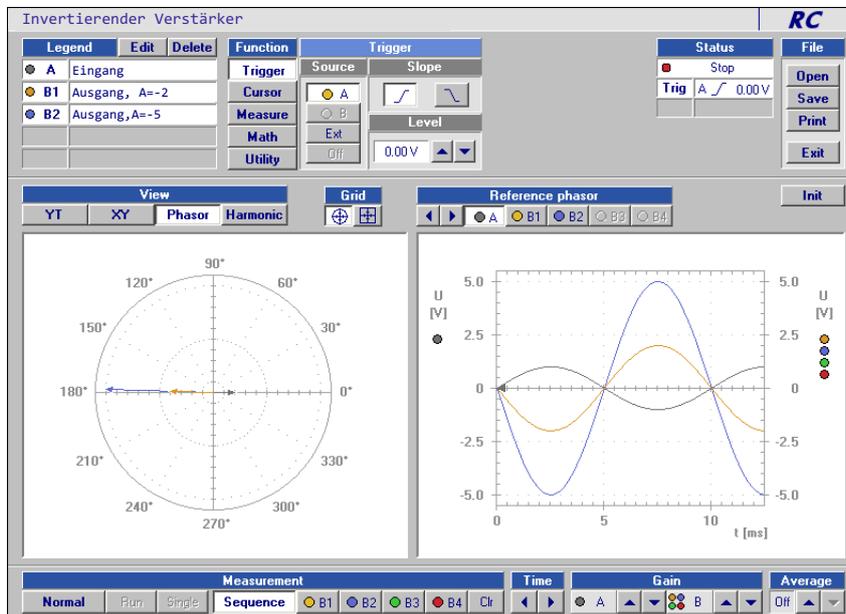
Aufgabe

Überprüfen Sie die Schaltung des Operationsverstärkers als invertierender Verstärker. Führen Sie die Messung für Gleich- und Wechselspannung mit den Verstärkungen $A = -2$ und $A = -5$ durch.

Schema



Messung



Invertierender Verstärker - AC

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Formel

$$A = \frac{U_2}{U_1} = - \frac{R_1}{R_2}$$

Messdaten

- $A = -2 \dots R_2 = 2k\Omega$
- $A = -5 \dots R_2 = 5k\Omega$

U_1 [V]	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	A
U_2 [V]	0,0	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0	-2
U_2 [V]	0,0	-2,5	-5,0	-7,5	-10,0	-5

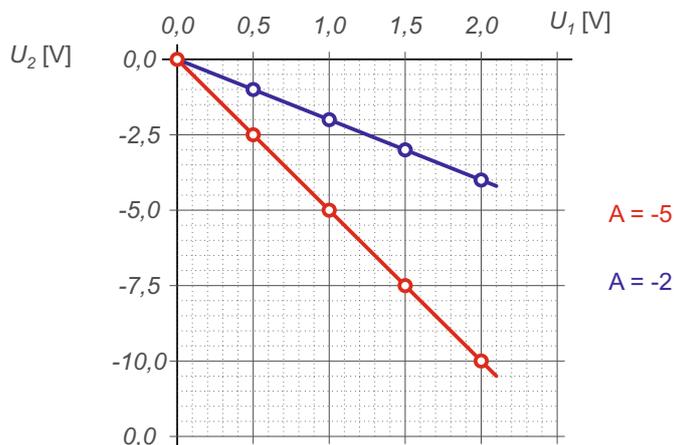
Invertierender Verstärker - DC

Schema

Abb. 1

Formel

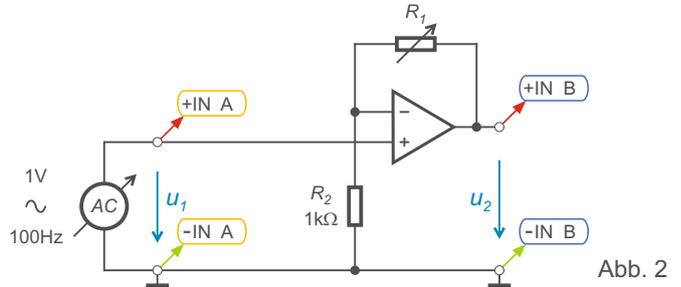
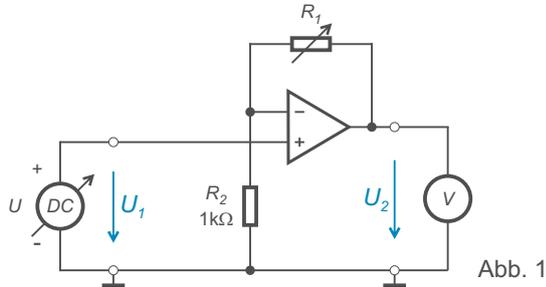
$$A = \frac{U_2}{U_1} = - \frac{R_1}{R_2}$$



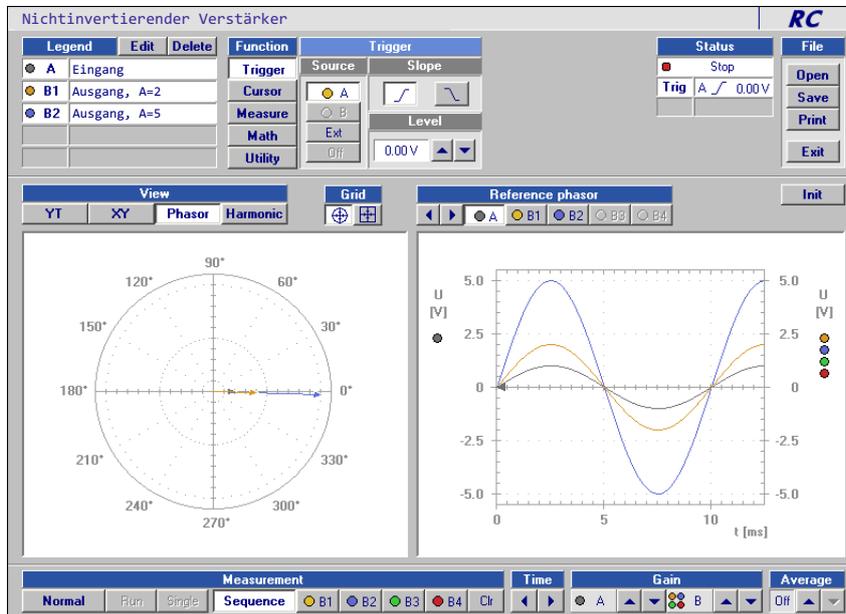
Aufgabe

Überprüfen Sie die Schaltung des Operationsverstärkers als nichtinvertierender Verstärker. Führen Sie die Messung für Gleich- und Wechselspannung mit den Verstärkungen $A = 2$ und $A = 5$ durch.

Schema



Messung



Nichtinvertierender Verstärker - AC

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Formel

$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Messdaten

- $A = 2 \dots R_2 = 1\text{k}\Omega$
- $A = 5 \dots R_2 = 4\text{k}\Omega$

U_1 [V]	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	A
U_2 [V]	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	2
U_2 [V]	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	5

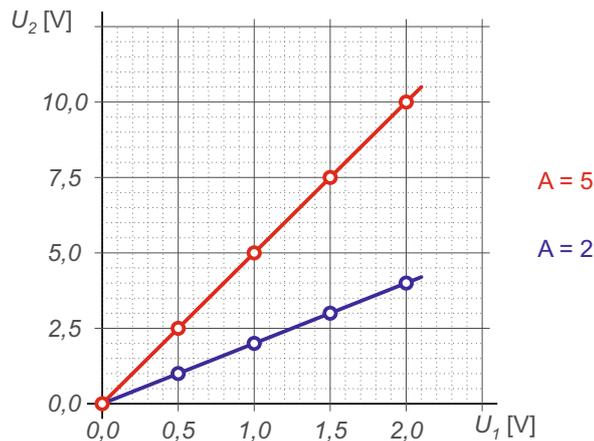
Nichtinvertierender Verstärker - DC

Schema

Abb. 1

Formel

$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$



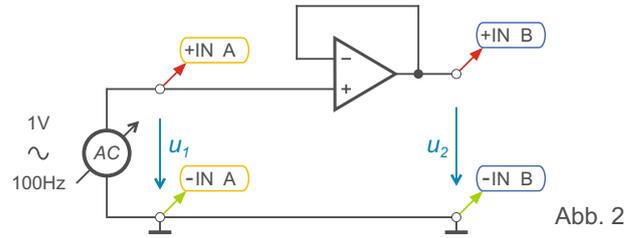
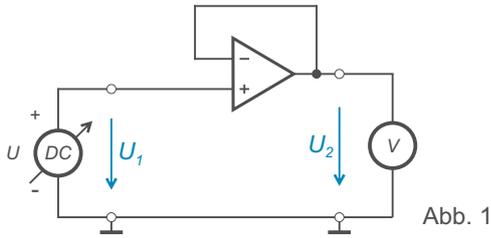
6.3

Spannungsfolger

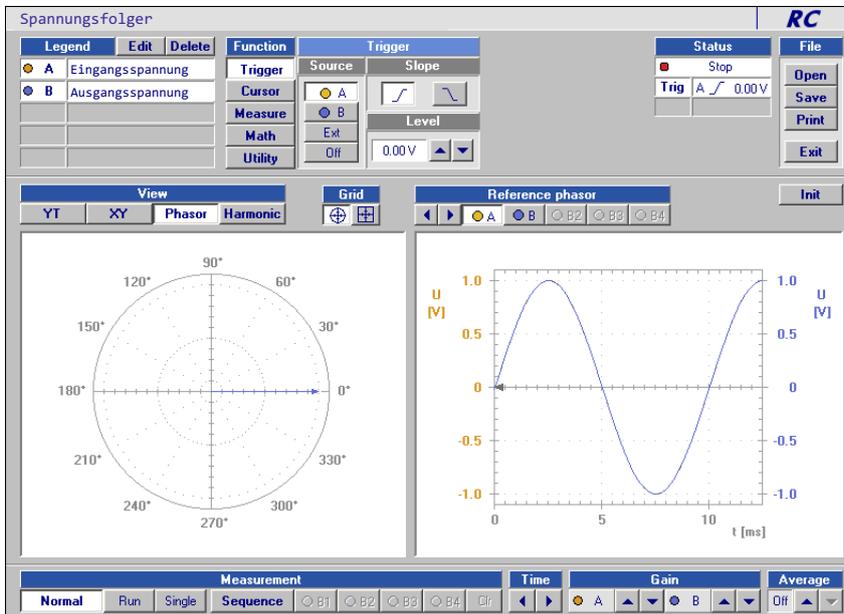
Aufgabe

Überprüfen Sie die Schaltung des Operationsverstärkers als Spannungsfolger. Führen Sie die Messung für Gleich- und Wechselspannung durch.

Schema



Messung



Spannungsfolger

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Formel

$$A = \frac{U_2}{U_1} = 1$$

U_1 [V]	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	A
U_2 [V]	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	1

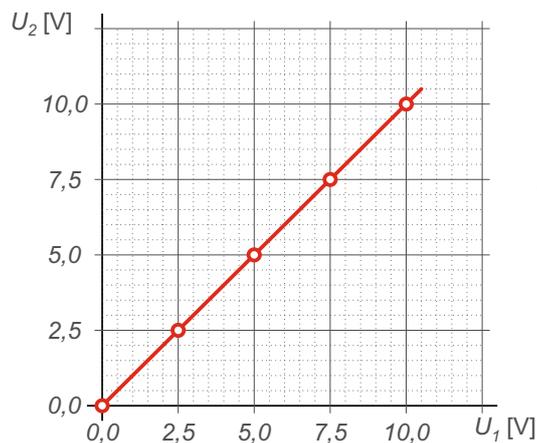
Spannungsfolger

Schema

Abb. 1

Formel

$$A = \frac{U_2}{U_1} = 1$$



Aufgabe

Überprüfen Sie die Schaltung des Operationsverstärkers als Integrierer. Wählen Sie unterschiedliche Werte des Widerstandes R_1 . Führen Sie die Messung im Frequenzbereich durch.

Schema

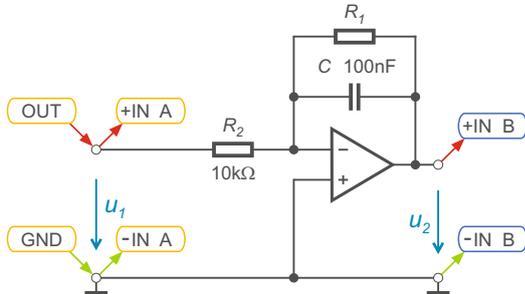


Abb. 1

Messung



Amplitudengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang



Phasengang

Schema

Abb. 2

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Aufgabe

Überprüfen Sie die Schaltung des Operationsverstärkers als Differenzierer. Wählen Sie unterschiedliche Werte des Widerstandes R_1 . Führen Sie die Messung im Frequenzbereich durch.

Schema

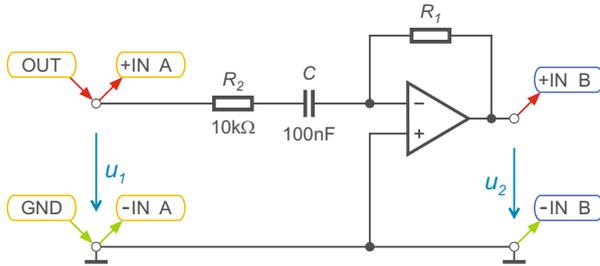


Abb. 1

Messung



Amplitudengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang



Phasengang

Schema

Abb. 2

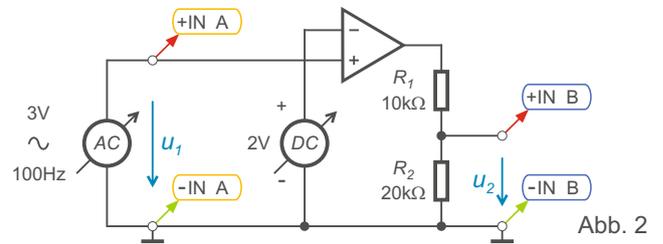
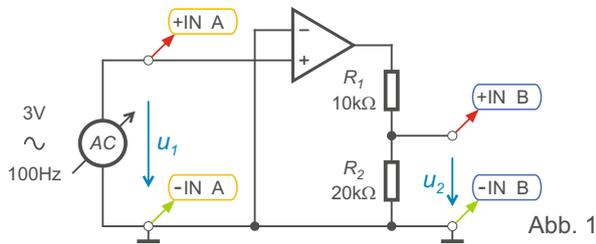
Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

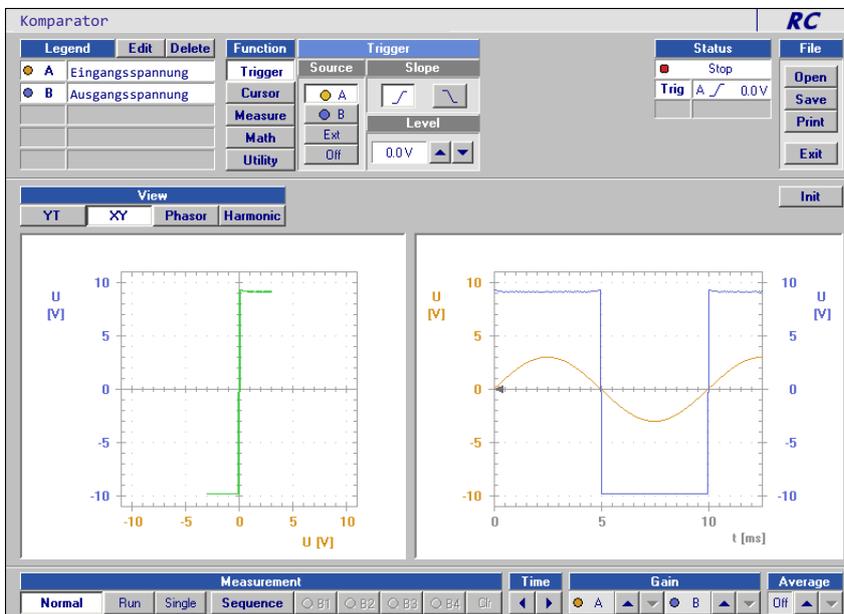
Aufgabe

Stellen Sie den Verlauf der Eingangs- und Ausgangsspannung des Komparators dar. Führen Sie die Messung für Vergleichspegel Masse (Abb. 1) und für unterschiedliche Vergleichsspannungen (Abb. 2) durch.

Schema



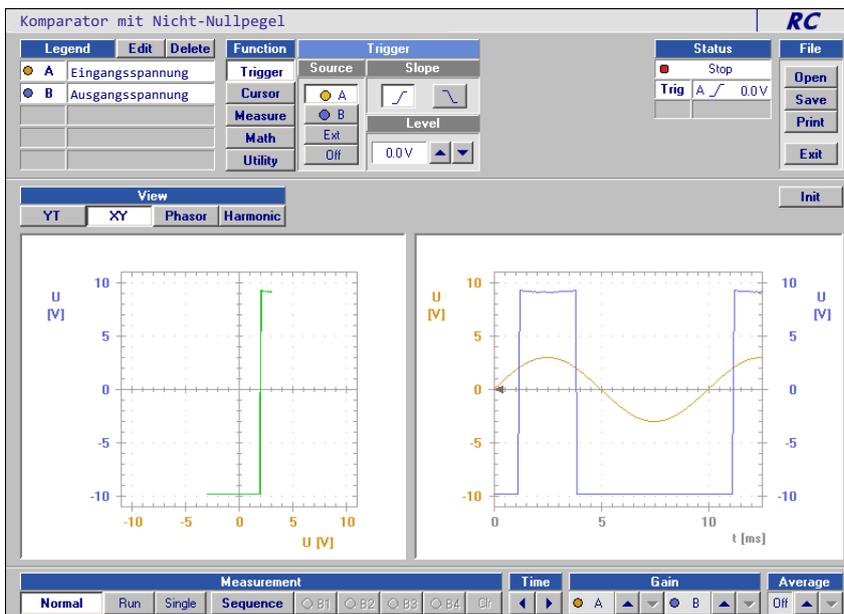
Messung



Komparator

Schema
Abb. 1

Messmodus
Zweikanal-Oszilloskop



Komparator mit Nicht-Nullpegel

Schema
Abb. 2

Messmodus
Zweikanal-Oszilloskop

Bemerkung Mit dem Ausgangsteiler R1 und R2 können wir eine Sättigungsspannung grösser als 10V anzeigen.

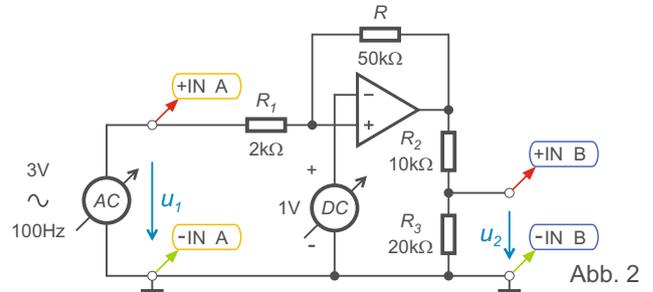
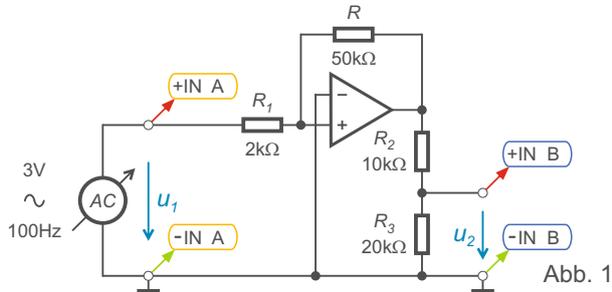
6.7

Komparator mit Hysterese

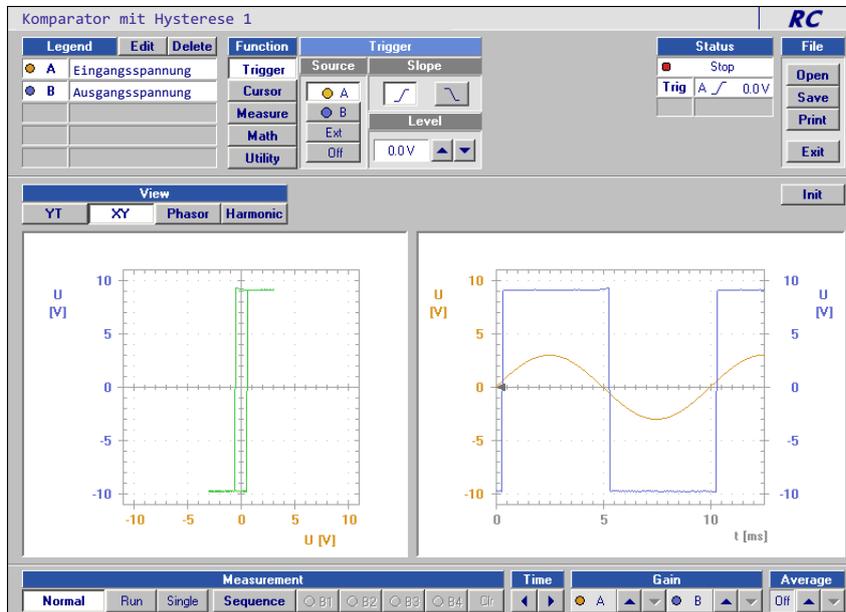
Aufgabe

Stellen Sie den Verlauf der Eingangs- und Ausgangsspannung des Komparators mit Hysterese dar. Führen Sie die Messung für Vergleichspegel Masse (Abb. 1) und für unterschiedliche Vergleichsspannungen (Abb. 2) durch.

Schema



Messung



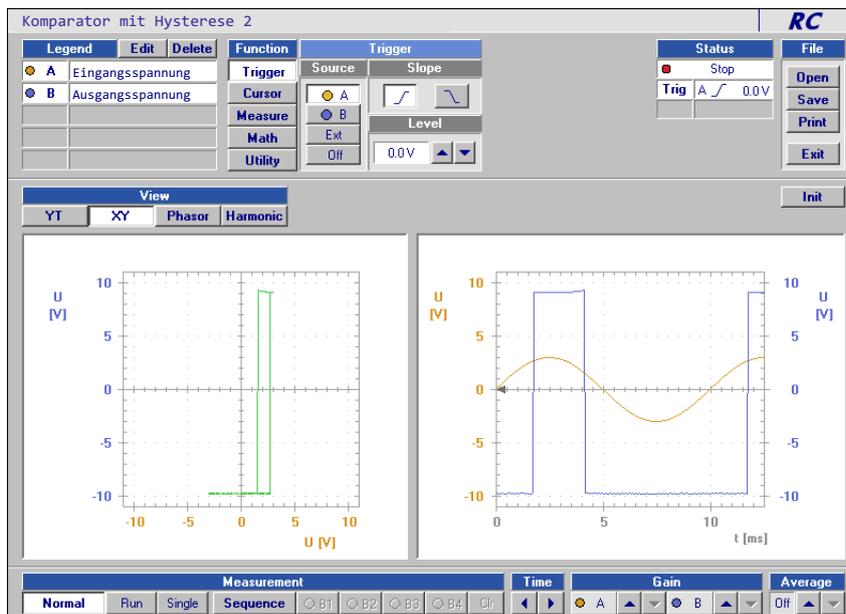
Komparator mit Hysterese 1

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop



Komparator mit Hysterese 2

Schema

Abb. 2

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

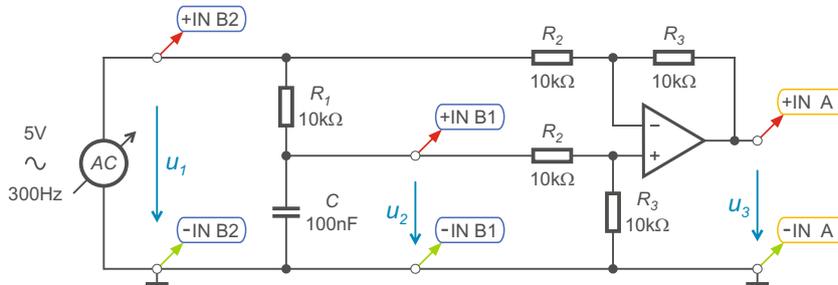
Bemerkung

Mit dem Ausgangsteiler R1 und R2 können wir eine Sättigungsspannung grösser als 10V anzeigen.

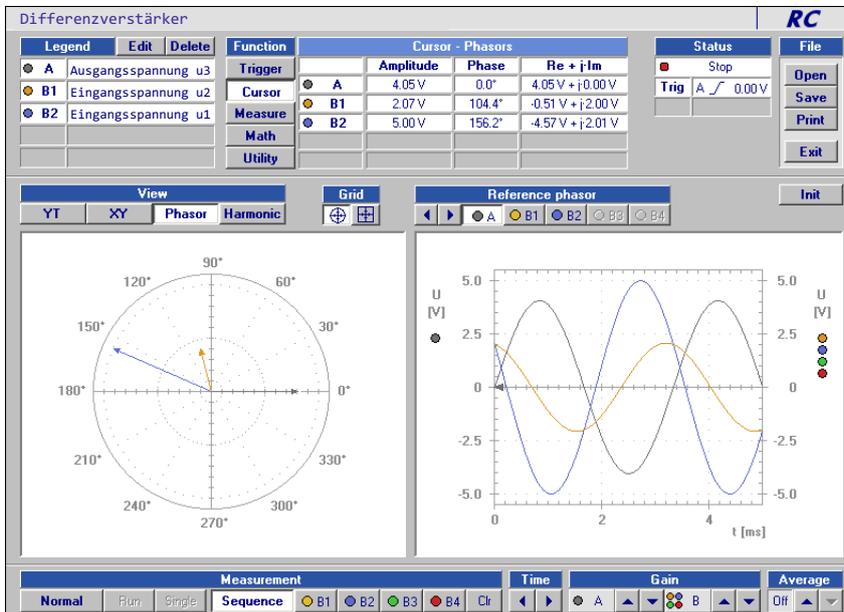
Aufgabe

Zeigen Sie den Verlauf der Eingangsspannungen des Differenzverstärkers u_1, u_2 und dessen Ausgangsspannung u_3 an. Mit Hilfe der Cursor Funktion beweisen Sie die Gültigkeit der Formel $u_3 = u_2 - u_1$.

Schema



Messung



Differenzverstärker

Schema

Abb. 1

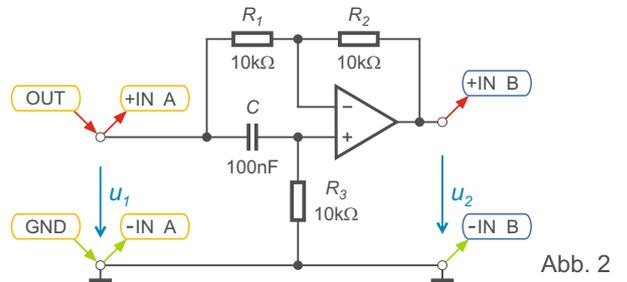
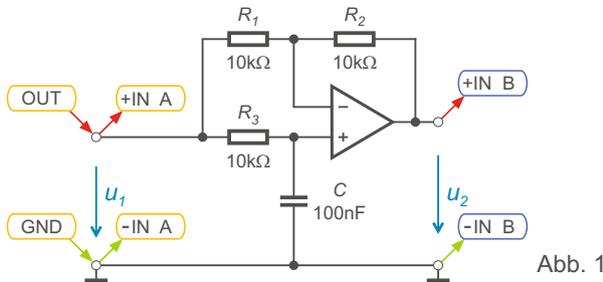
Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

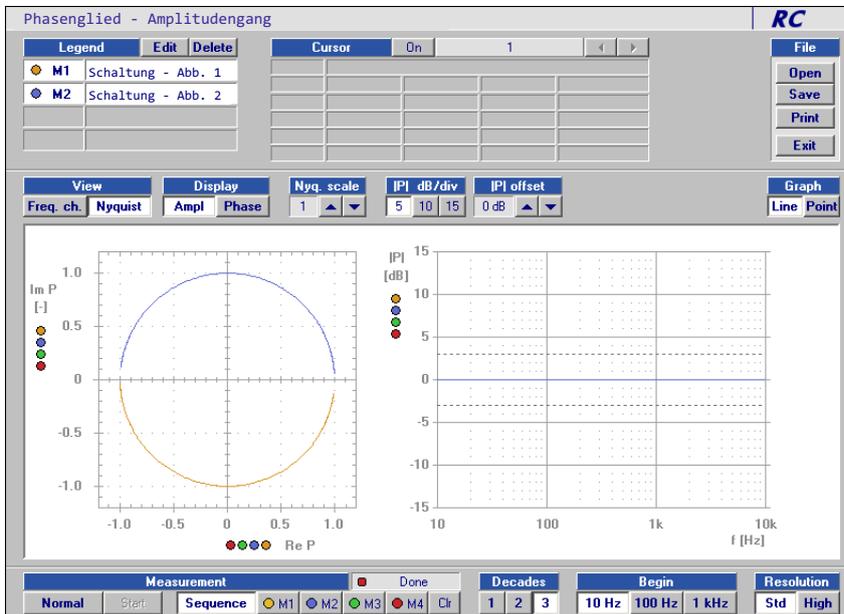
Aufgabe

Zeigen Sie die Amplituden- und Phasengänge für beide Schaltungsvarianten eines Phasenglieds.

Schema



Messung



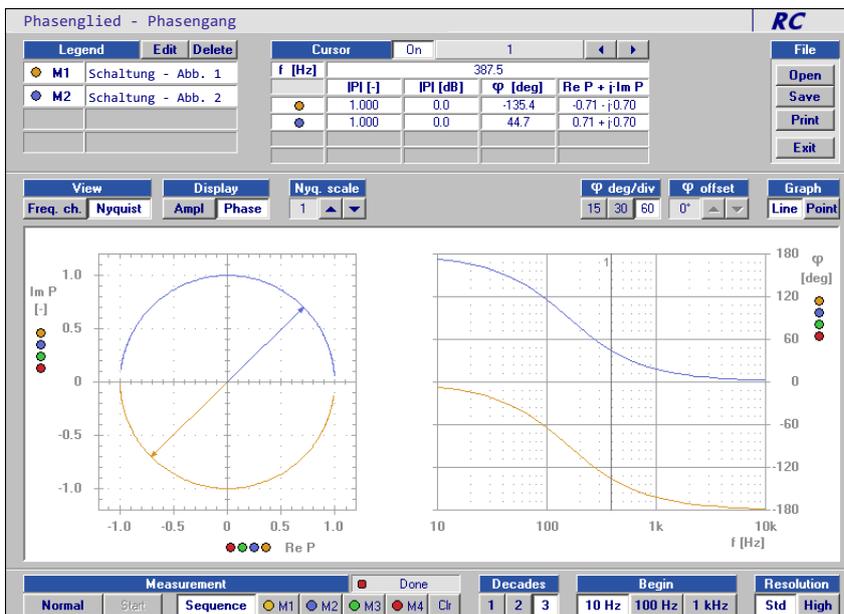
Amplitudengang

Schema

Abb. 1

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang



Phasengang

Schema

Abb. 2

Messmodus

Amplitudengang & Phasengang

Aufgabe

Zeigen Sie die Spannungsverläufe am Kondensator C und am Ausgang des Stromkreises an. Die Ausgangsperiode ergibt sich aus der Formel 1). Um die Berechnung der erzeugten Frequenz zu vereinfachen, wählen Sie $R_2 = 0,86 R_1$.

Schema

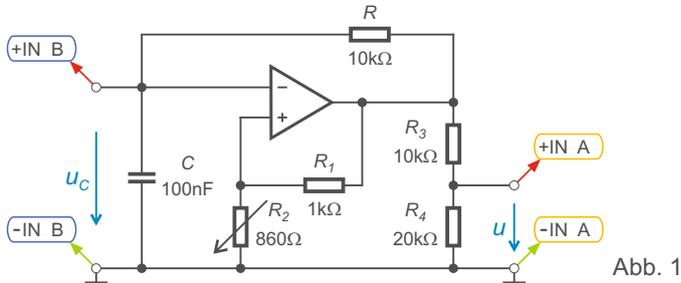
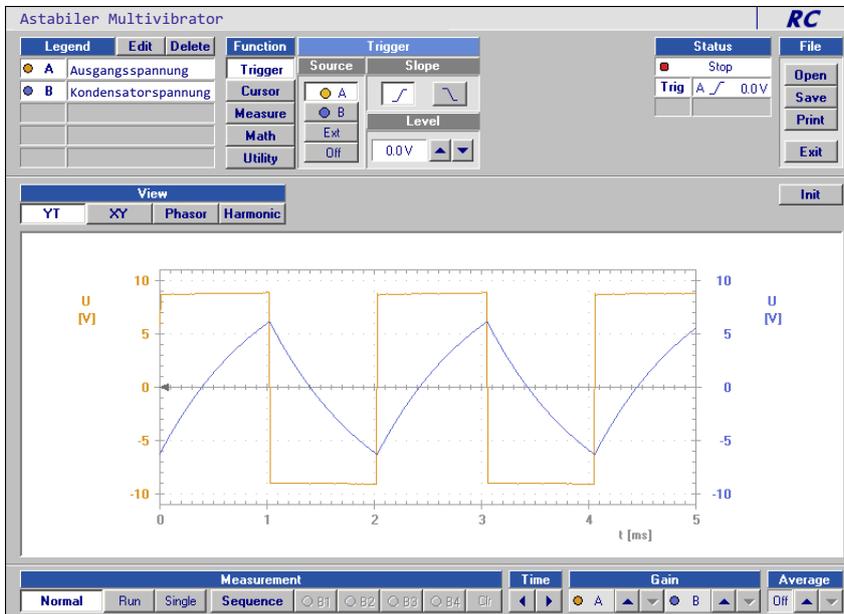


Abb. 1

Messung



Astabiler Multivibrator

Schema

Abb. 1

Messmodus

Zweikanal-Oszilloskop

Formel

$$T = 2 \cdot R \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{2 \cdot R_2}{R_1}\right) \quad 1)$$

$$R_1 = 1000\Omega \quad R_2 = 860\Omega$$

$$f \doteq \frac{1}{2 \cdot R \cdot C} \quad 2)$$

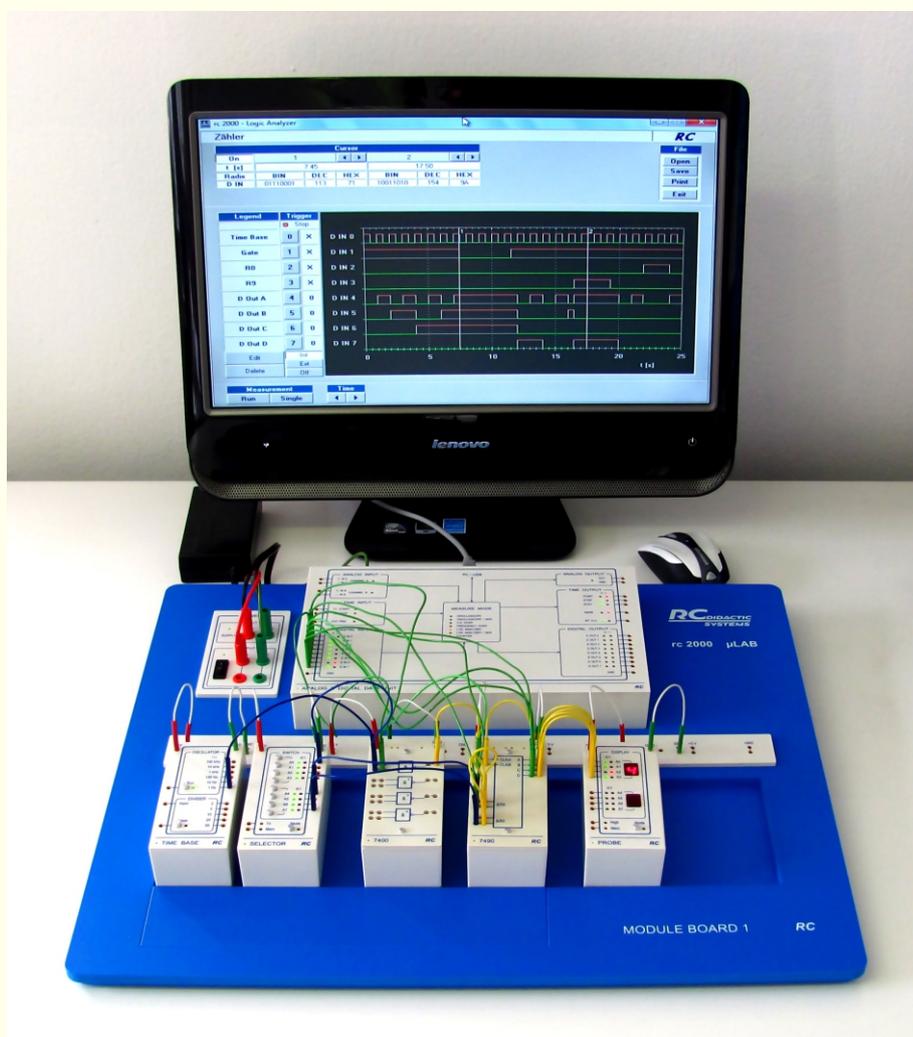
$$f \doteq \frac{1}{2 \cdot 10^4 \cdot 10^{-7}} = 500 \text{ Hz}$$

Bemerkung

Mit dem Ausgangsteiler R1 und R2 können wir eine Sättigungsspannung grösser als 10V anzeigen.

Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Digitaltechnik



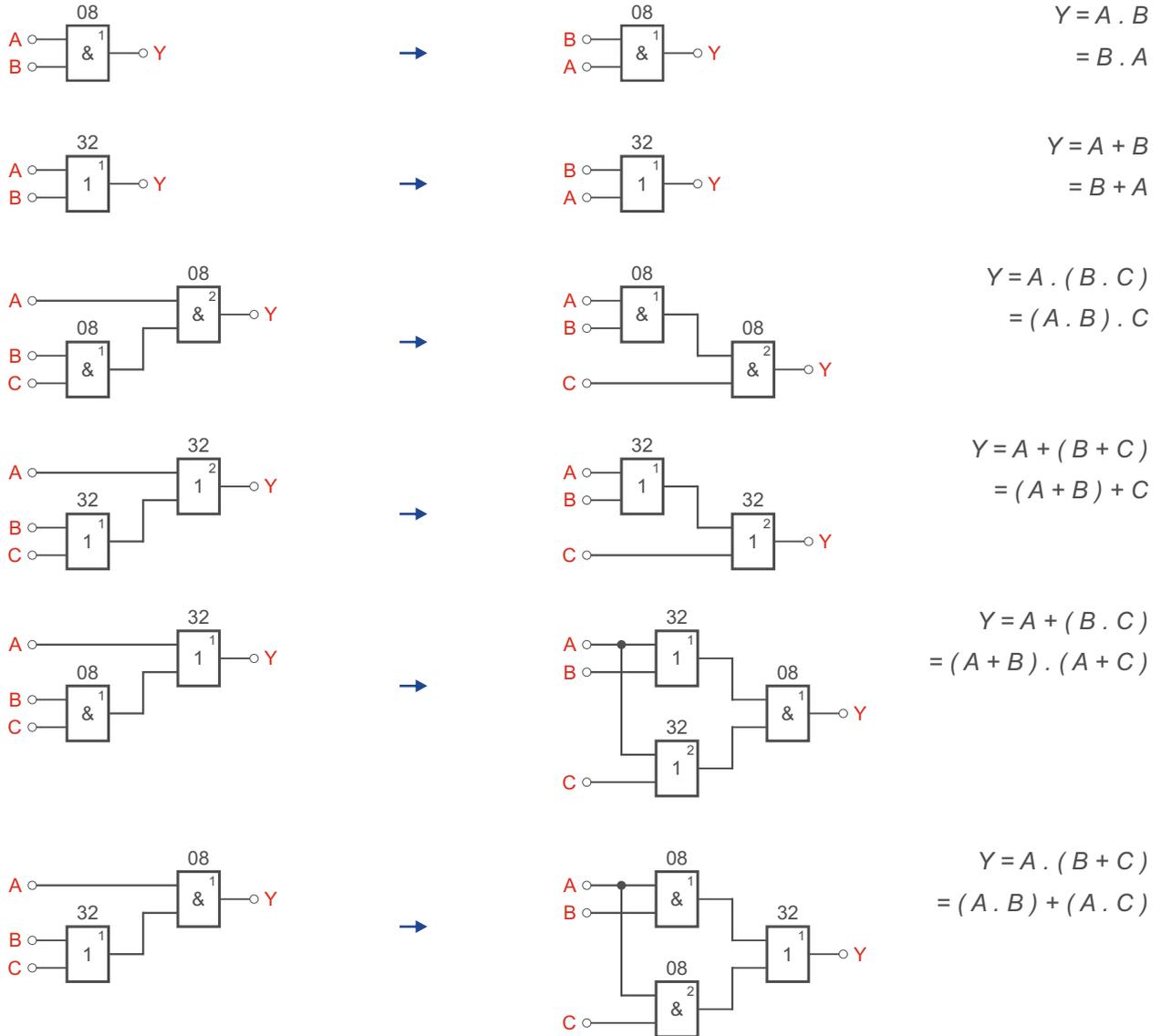
Inhalt

Digitaltechnik	7.0
Boolsche Algebra - Gesetze	7.1
Boolsche Algebra - Implementierung von Funktionen mit NAND	7.2
Boolsche Algebra - Implementierung von Funktionen mit NOR	7.3
Logische Funktion - Minimierung	7.4
Aufzugssteuerung	7.5
Alarmschaltung	7.6
Lüfterfunktionsanzeige	7.7
Addierer und Subtrahierer	7.8
Der Halb- und Volladdierer	7.9
Ein-Bit-Komparator	7.10
Vergleichsschaltung	7.11
Gray Code Encoder und Decoder	7.12
Zähler (vor-/ rückwärts)	7.13
Modulo - N - Zähler	7.14
Sequenzschaltung - digitale Differenzschaltung	7.15

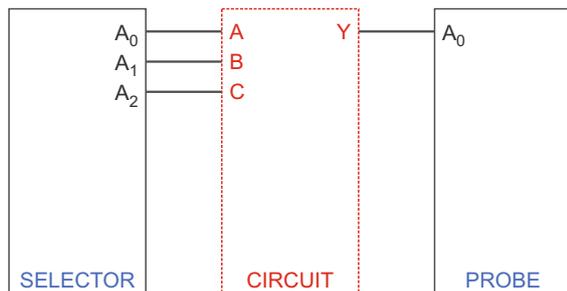
Aufgabe

Überprüfen Sie die Gültigkeit der Gesetze der Booleschen Algebra.

Schema



Schaltung

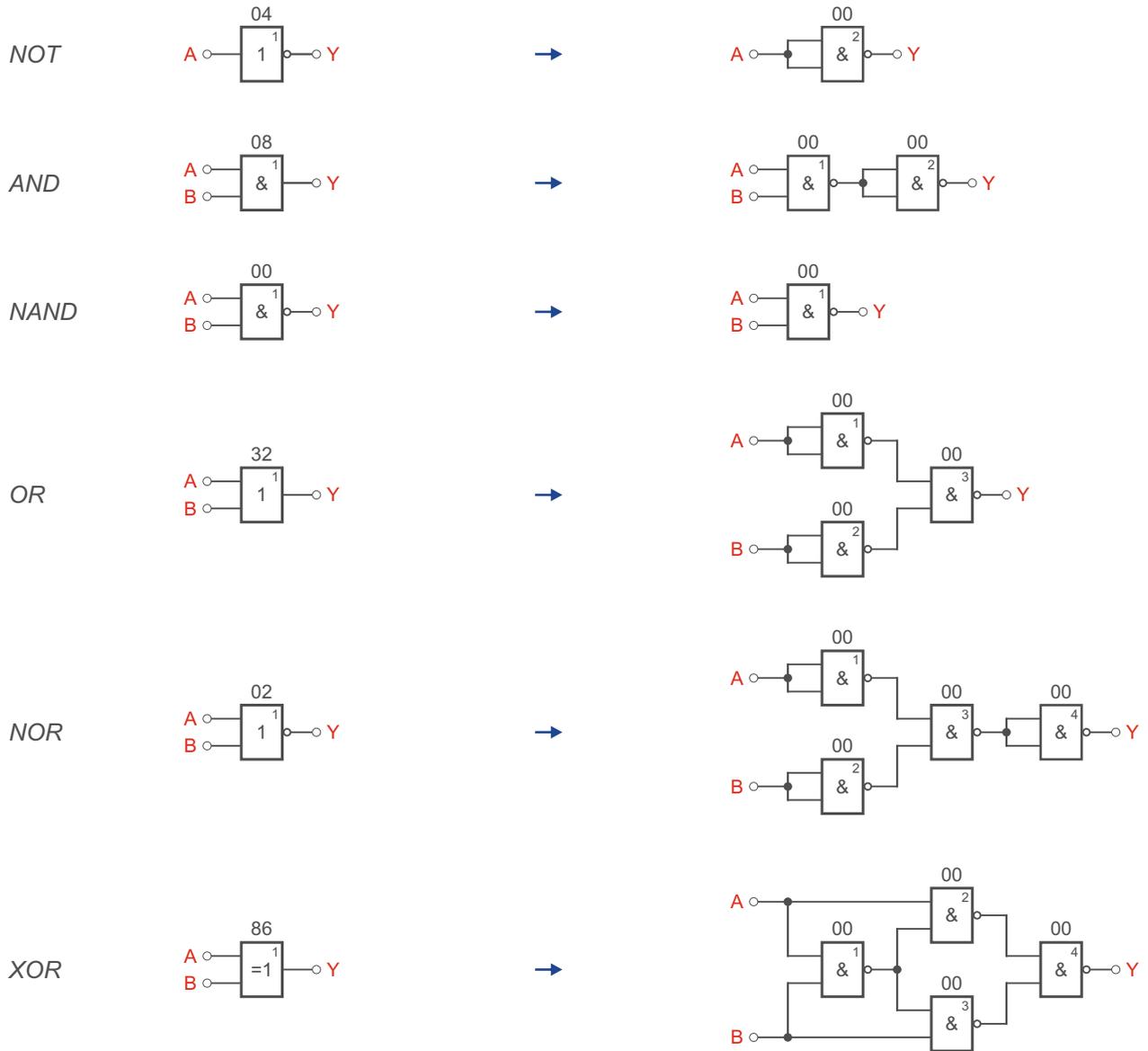


7.2 Boolesche Algebra - Implementierung von Funktionen mit NAND

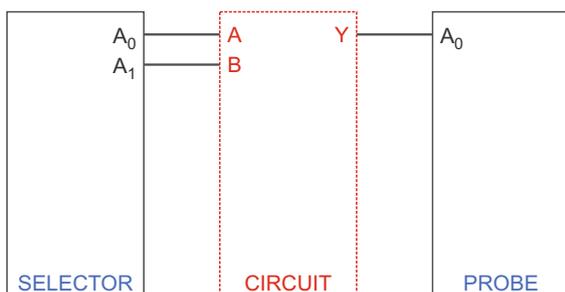
Aufgabe

Entwerfen und implementieren Sie die Schaltung der grundlegenden Logikfunktionen NOT, AND, NAND, OR, NOR und XOR mit Hilfe von NAND-Gattern.

Schema



Schaltung

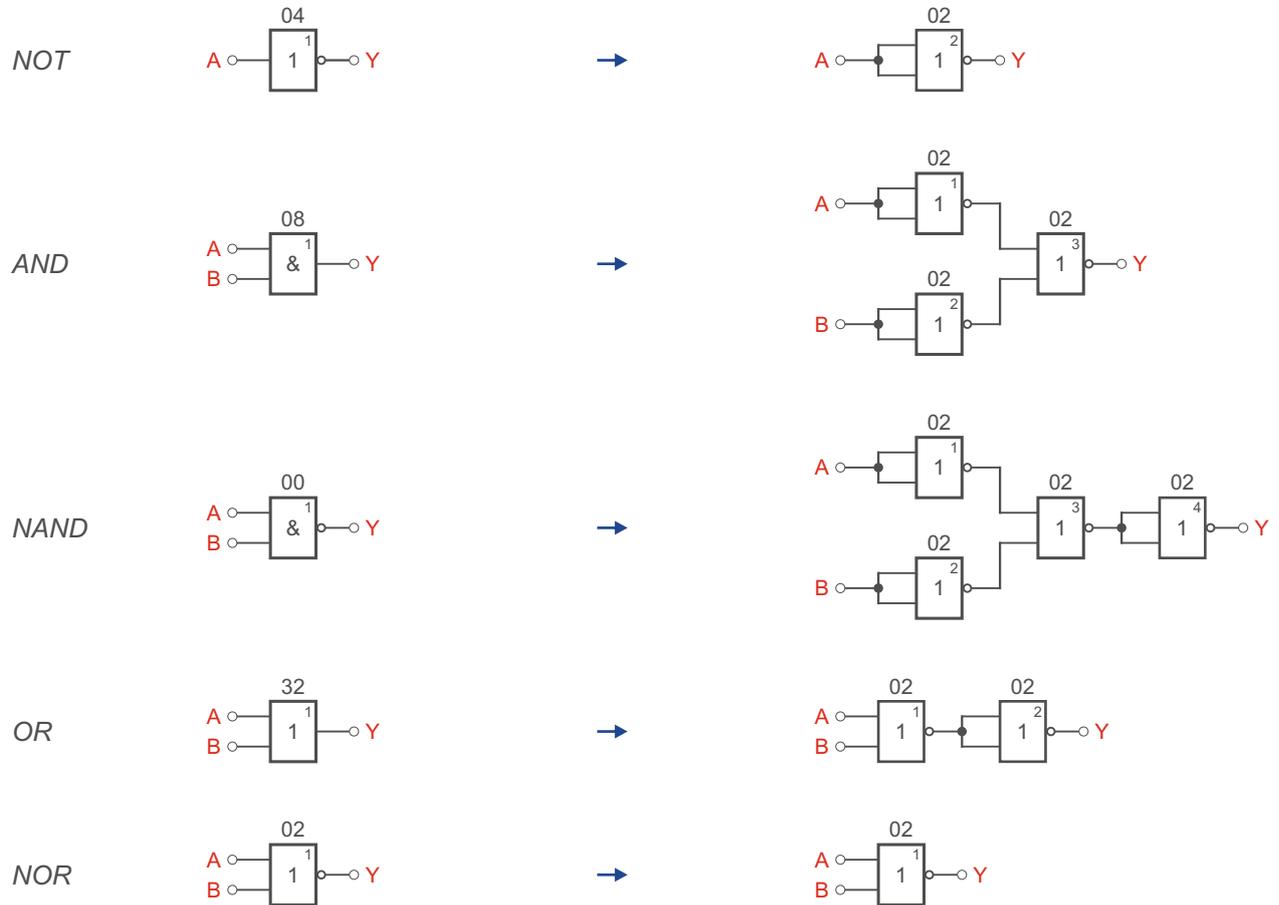


7.3 Boolesche Algebra - Implementierung von Funktionen mit NOR

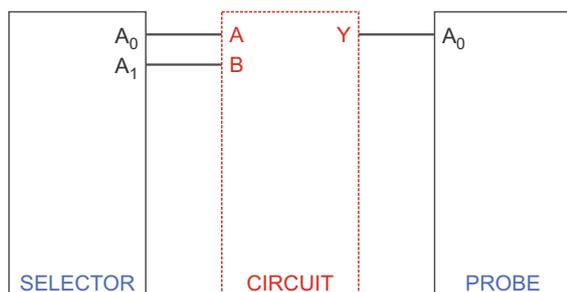
Aufgabe

Entwerfen und implementieren Sie die Schaltung der grundlegenden Logikfunktionen NOT, AND, NAND, OR und NOR mit Hilfe von NOR-Gattern.

Schema



Schaltung



7.4

Logische Funktion - Minimierung

Aufgabe

Minimieren Sie die angegebene logische Funktion und überprüfen Sie die Ergebnisse durch Messung.

Schema

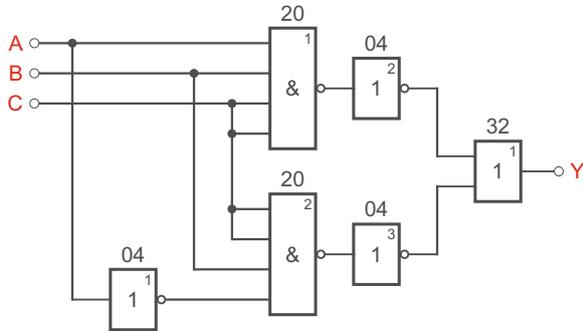


Abb. 1

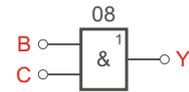


Abb. 2

Schaltung

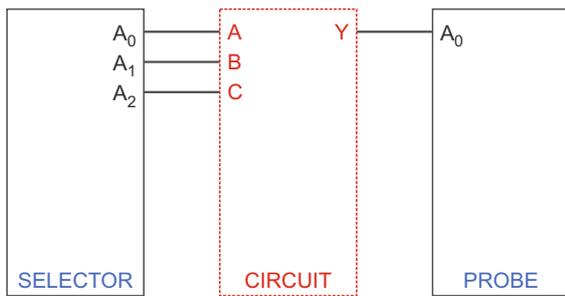


Abb. 1

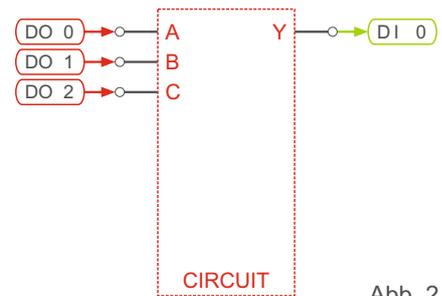
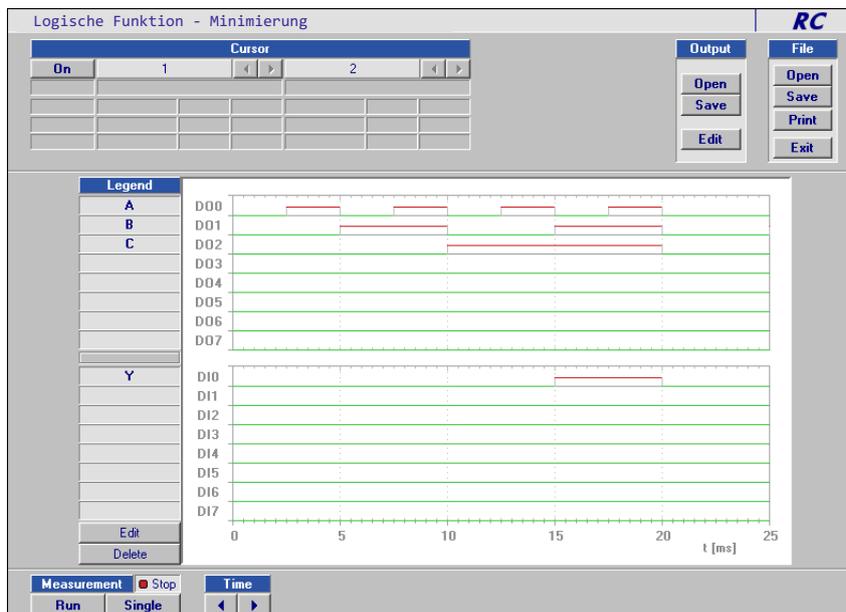


Abb. 2

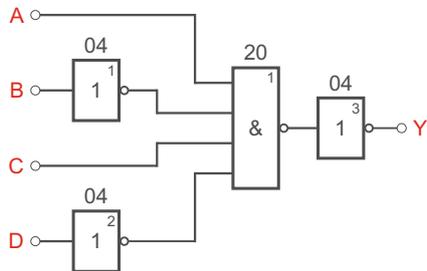
Messung



Aufgabe

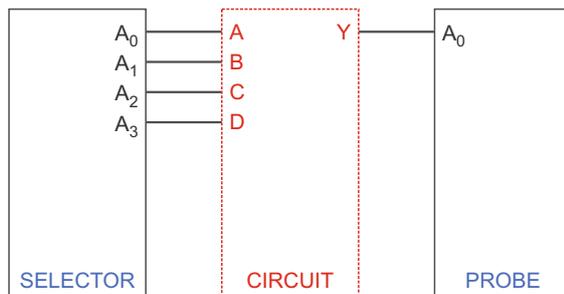
Der Motor startet, wenn die Auswahltaste der Etage gedrückt wird und nicht gleichzeitig die Stopptaste, die Türen geschlossen sind und der Aufzug nicht überlastet ist.

Schema



A	0	Die Auswahltaste der Etage wird nicht gedrückt
	1	Die Auswahltaste der Etage wird gedrückt
B	0	Die Not-Aus-Taste STOPP wird nicht gedrückt
	1	Die Not-Aus-Taste STOPP wird gedrückt
C	0	Die Türen sind nicht geschlossen
	1	Die Türen sind geschlossen
D	0	Der Lift ist nicht überlastet
	1	Der Lift ist überlastet
Y	0	Der Liftmotor läuft nicht
	1	Der Liftmotor läuft

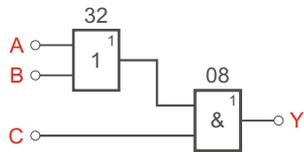
Schaltung



Aufgabe

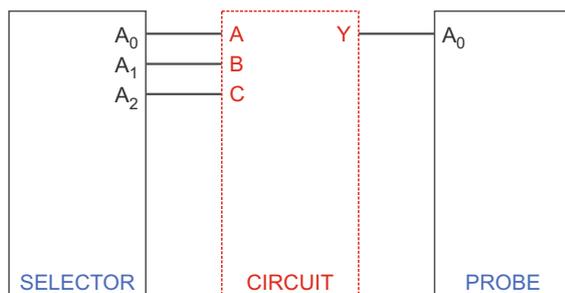
Entwerfen und implementieren Sie die logische Funktion eines Sicherheitsgerätes, um ein Fenster und die Tür des Gebäudes zu überwachen. Wenn das Gerät eingeschaltet ist, wird bei Öffnung des Fensters oder der Türe der Alarm ausgelöst.

Schema



A	0	Das Fenster ist geschlossen
	1	Das Fenster ist geöffnet
B	0	Die Türen sind geschlossen
	1	Die Türen sind geöffnet
C	0	Gerät ausgeschaltet
	1	Gerät eingeschaltet
Y	0	Kein Alarm
	1	Alarm

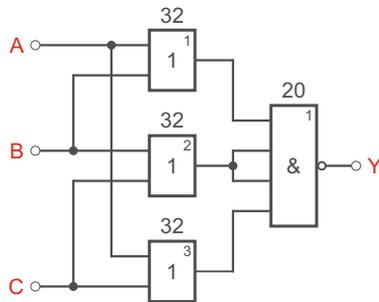
Schaltung



Aufgabe

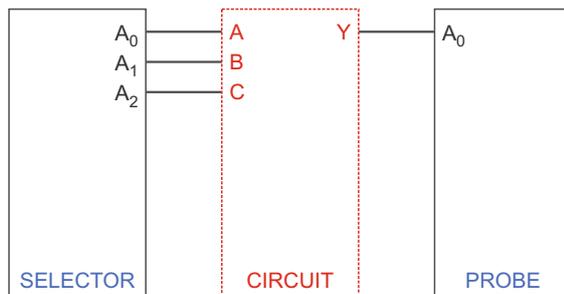
Entwerfen und implementieren Sie die Logikfunktion der Anzeige des Ventilatorbetriebes im Tunnel. Die Kontrollleuchte beginnen zu leuchten, wenn weniger als zwei (also keiner oder nur einer) der drei installierten Lüfter arbeiten.

Schema



A	0	Lüfter 1 läuft nicht
	1	Lüfter 1 läuft
B	0	Lüfter 2 läuft nicht
	1	Lüfter 2 läuft
C	0	Lüfter 3 läuft nicht
	1	Lüfter 3 läuft
Y	0	Die Anzeige ist ausgeschaltet
	1	Die Anzeige ist eingeschaltet

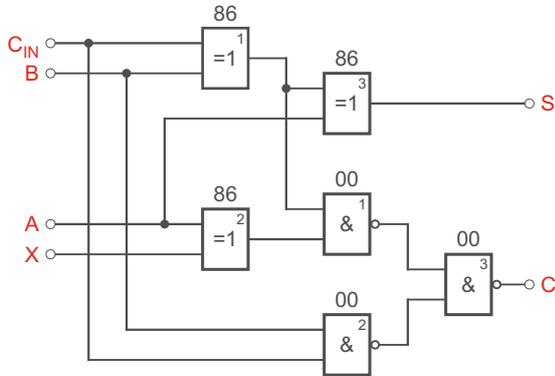
Schaltung



Aufgabe

Entwerfen und implementieren Sie eine Schaltung zur Addition und Subtraktion von zwei Ein-Bit-Zahlen mit niederrangigem und höherrangigem Übertrag.

Schema



Schaltung

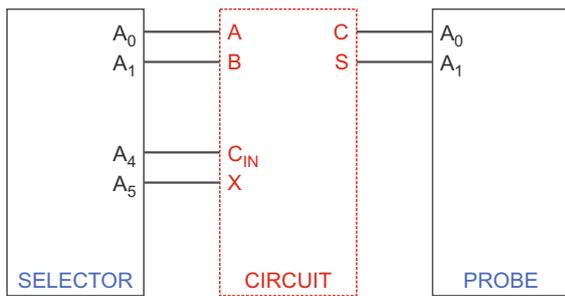


Abb. 1

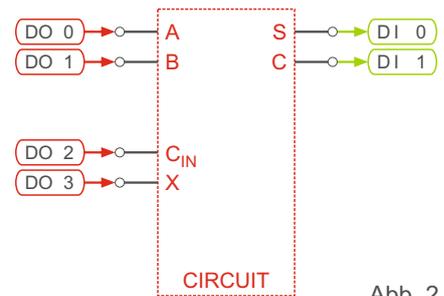
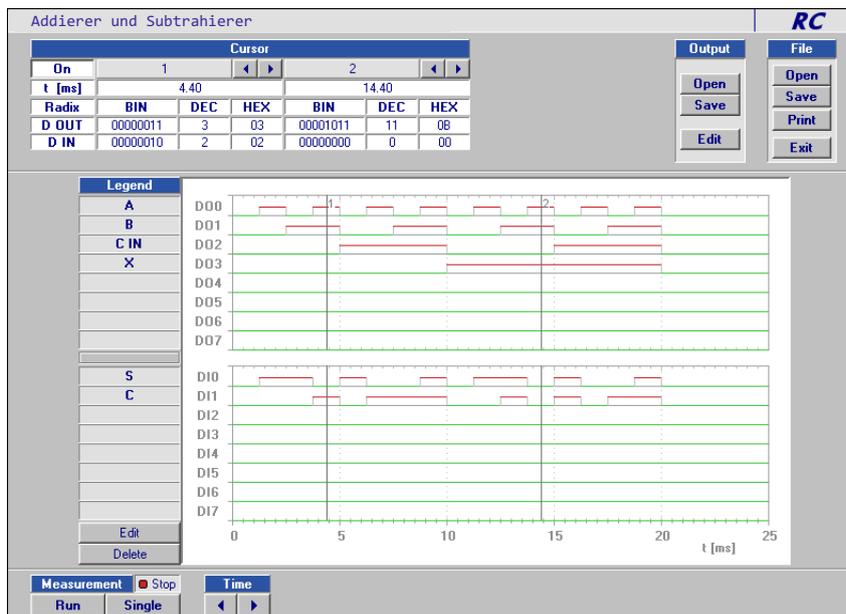


Abb. 2

Messung



7.9

Der Halb- und Volladdierer

Aufgabe

Entwerfen und implementieren Sie eine Schaltung zur Addition zweier Ein-Bit-Zahlen ohne Übertrag (Halbaddierer) und mit Übertrag (Volladdierer).

Schema

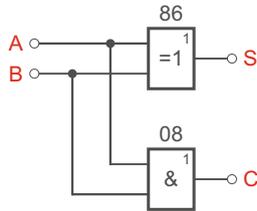


Abb. 1

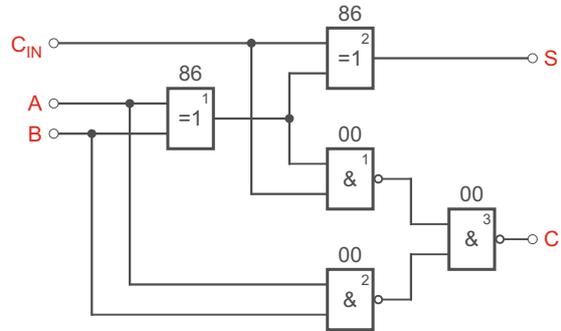


Abb. 2

Schaltung

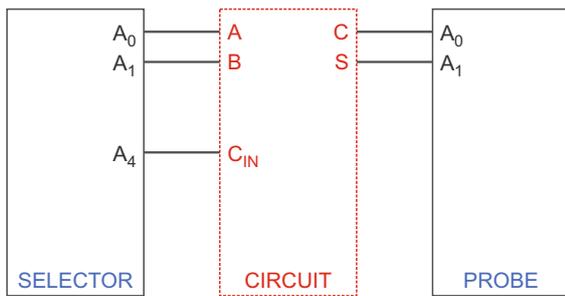


Abb. 1

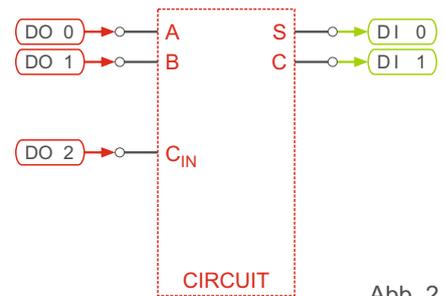
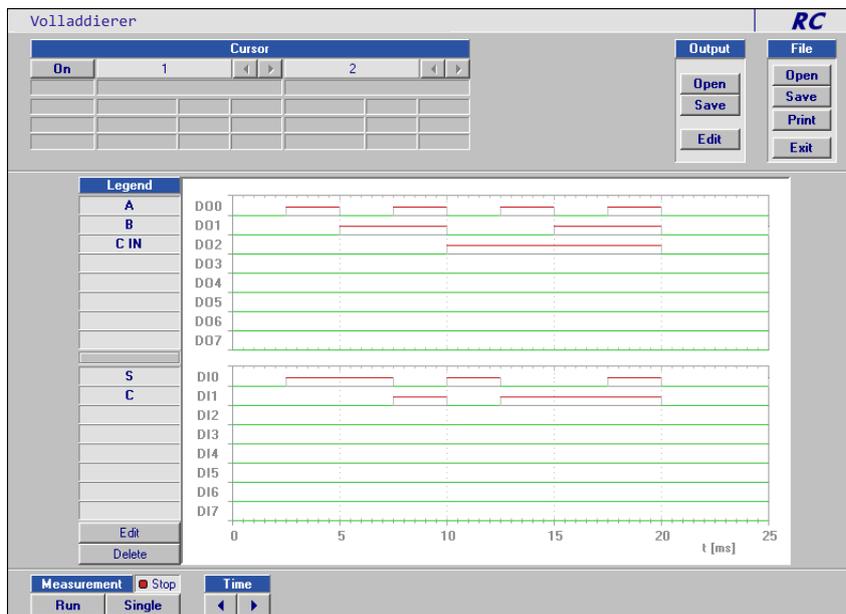


Abb. 2

Messung



Aufgabe

Entwerfen und überprüfen Sie die Schaltung, die zwei Ein-Bit-Zahlen vergleicht.

Schema

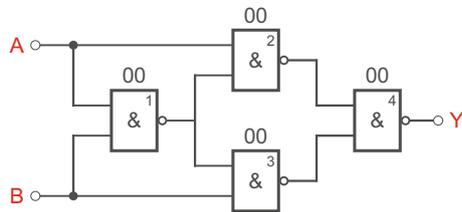


Abb. 1

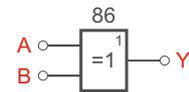


Abb. 2

Schaltung

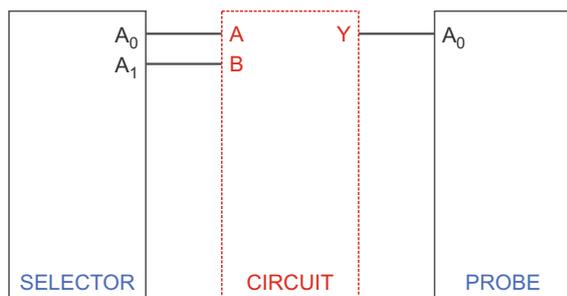


Abb. 1

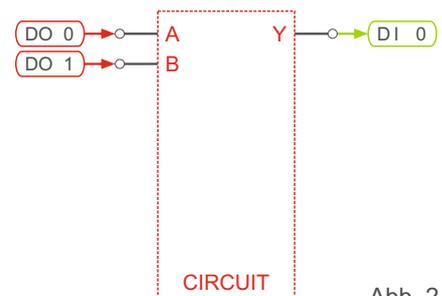
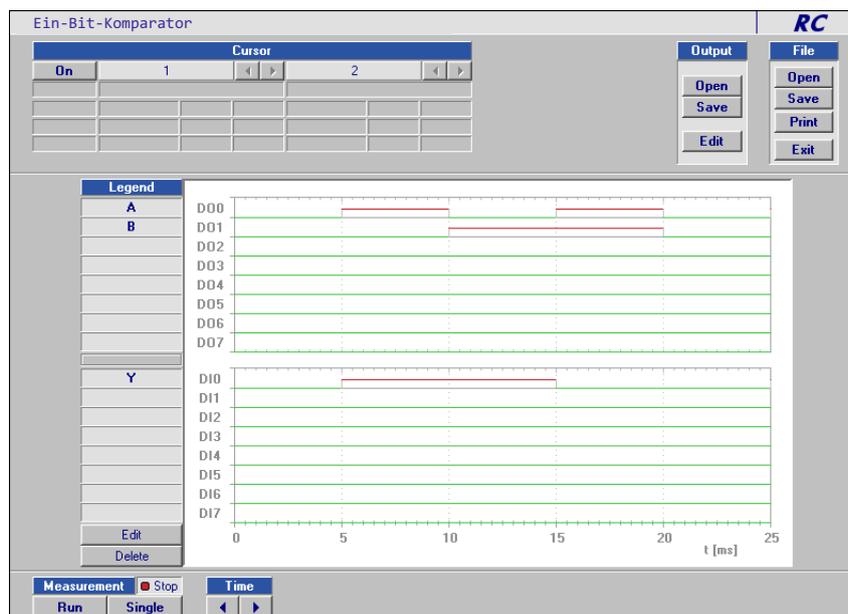


Abb. 2

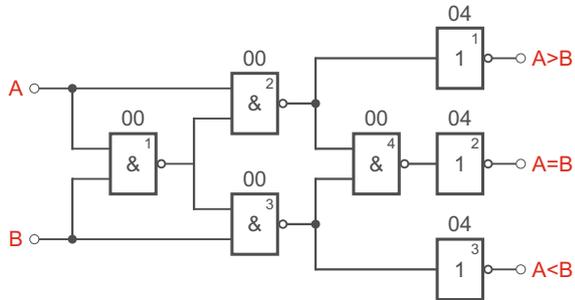
Messung



Aufgabe

Entwerfen und überprüfen Sie eine Schaltung, die zwei Ein-Bit-Zahlen vergleicht. Der Schaltkreis hat die Ausgänge $A > B$, $A = B$, $A < B$.

Schema



Schaltung

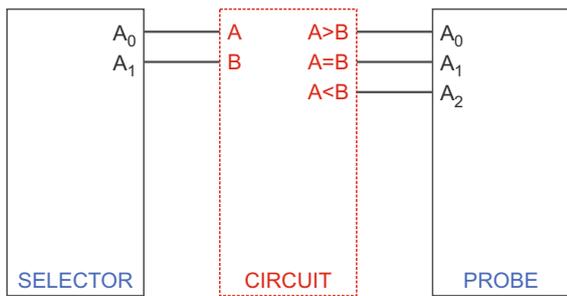


Abb. 1

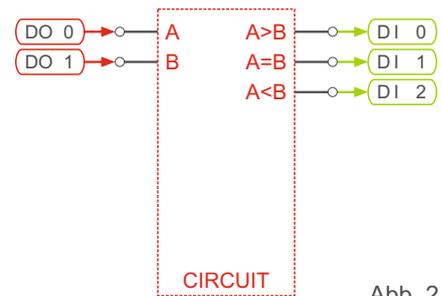
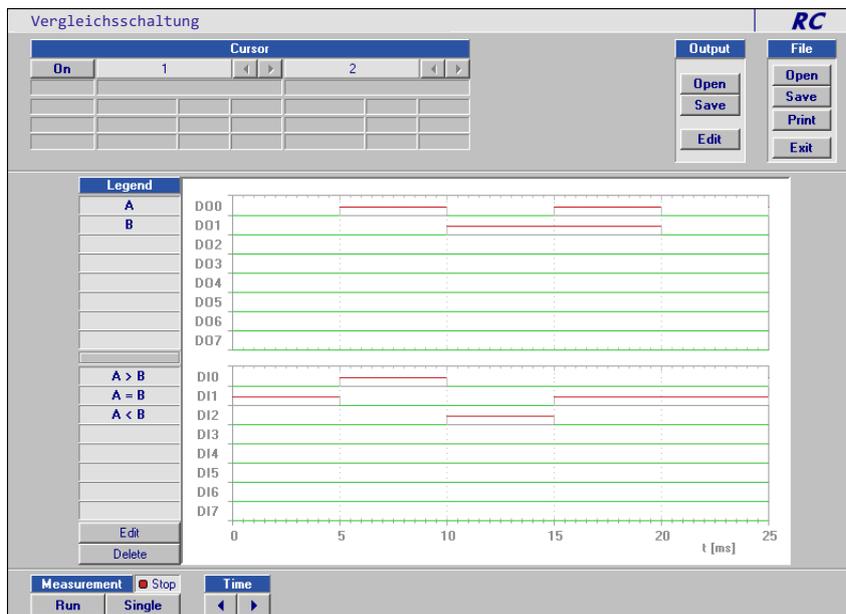


Abb. 2

Messung



Aufgabe

Erstellen Sie die Schaltung des Konverters, der die Zahlen aus dem Binärcode in den Gray-Code umwandelt.

Schema

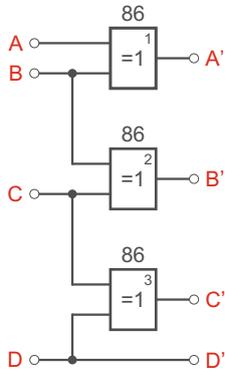


Abb. 1

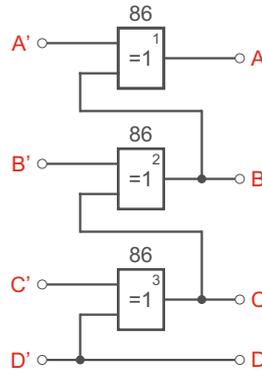


Abb. 2

Dezimal-system	Binär-code	Gray-code
	DCBA	D'C'B'A'
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

Schaltung

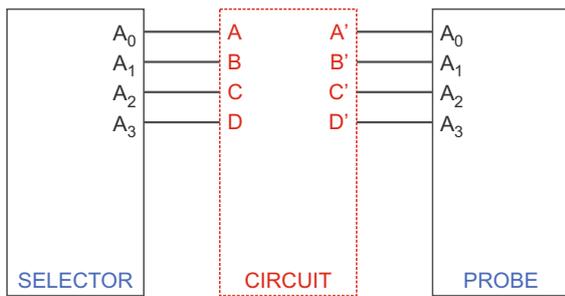


Abb. 1

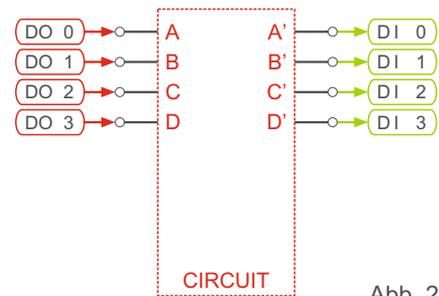
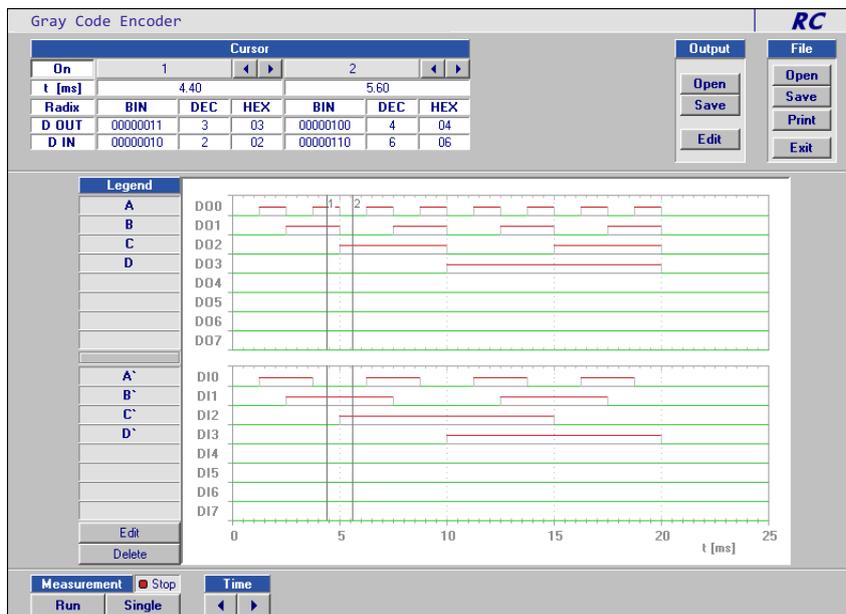


Abb. 2

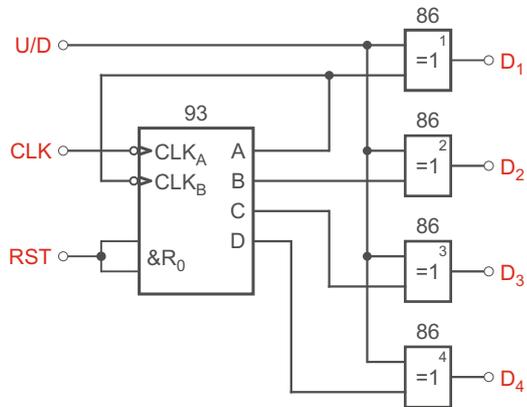
Messung



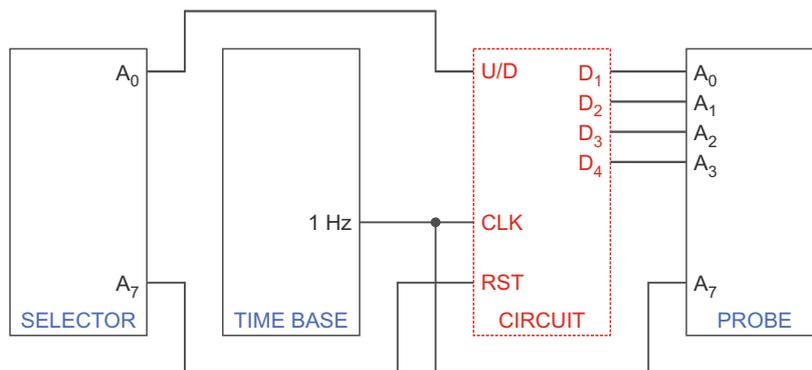
Aufgabe

Entwerfen und implementieren Sie den Zähler mit der 7493 - Schaltung, der vor- und rückwärts zählen kann. Überprüfen Sie die Funktion.

Schema



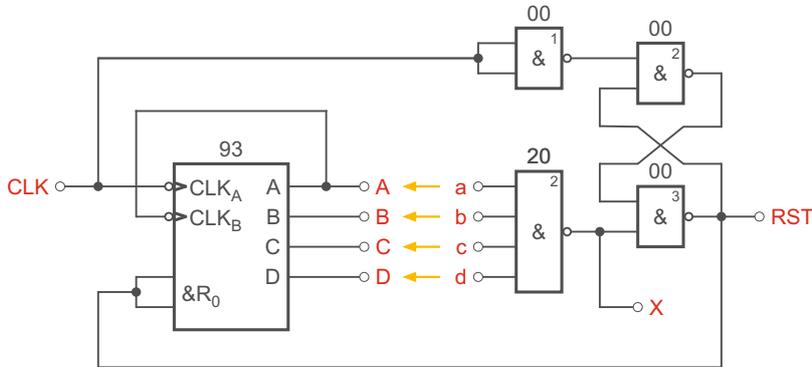
Schaltung



Aufgabe

Entwerfen und implementieren Sie den Modulo - N - Zähler 2 - 15 mit der 7493 - Schaltung. Überprüfen Sie die Funktion.

Schema



Schaltung

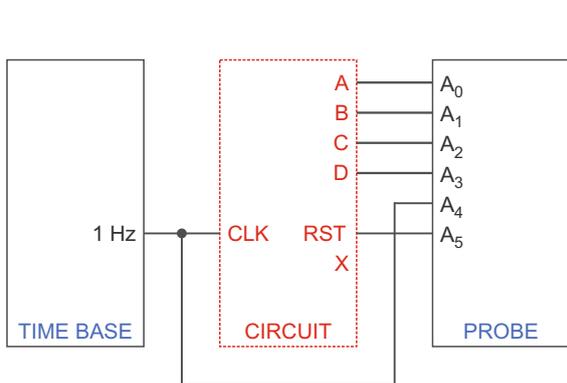


Abb. 1

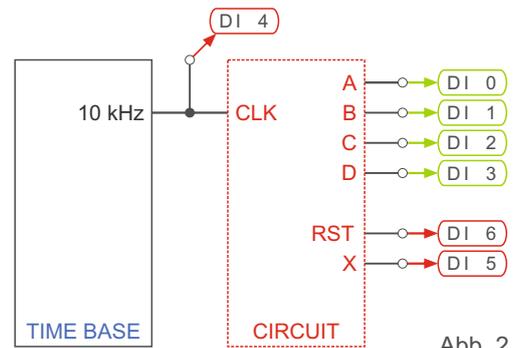
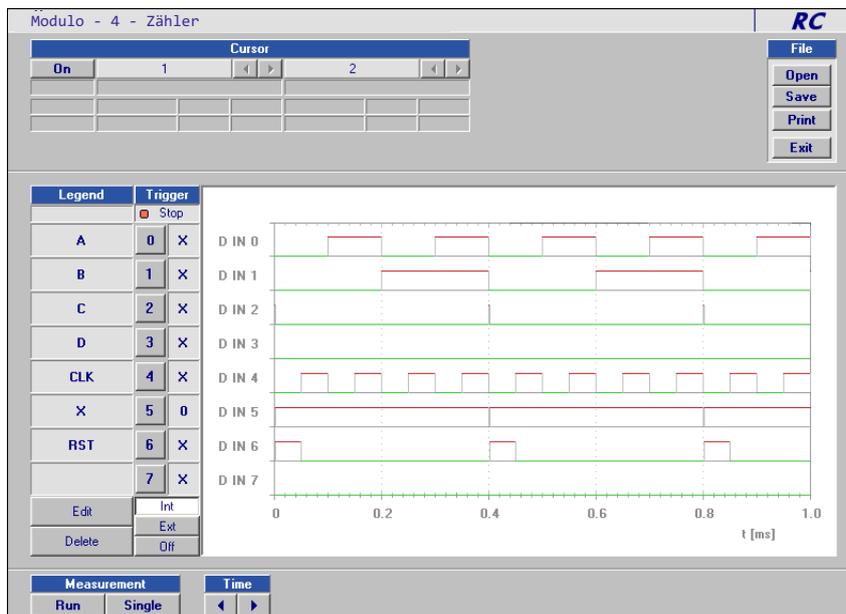


Abb. 2

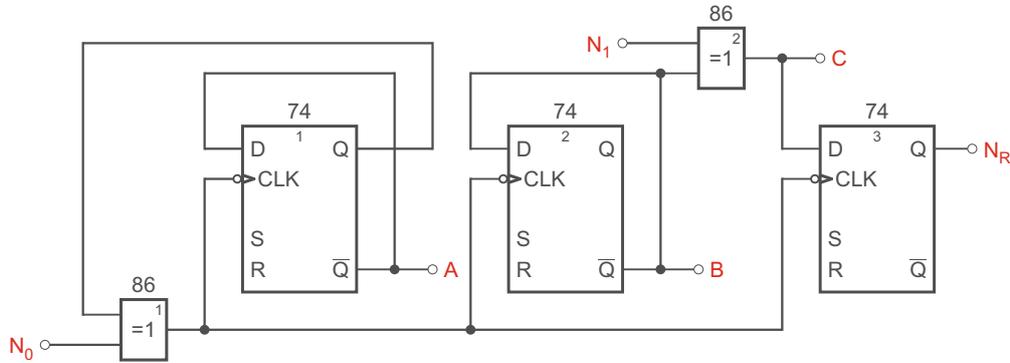
Messung



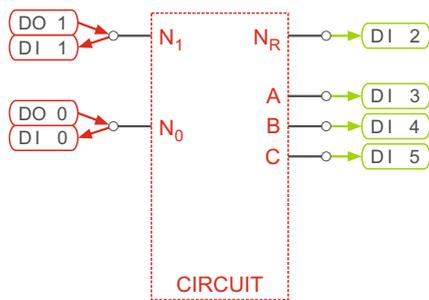
Aufgabe

Entwerfen und überprüfen Sie die Schaltung, die die Differenz in der Anzahl der Impulse der beiden Signale ausgibt. Messen Sie die Schaltung für synchronisierte Wellenformen, wenn $N_0 > N_1$ bzw. $N_1 > N_0$, und für unsynchronisierte Wellenformen.

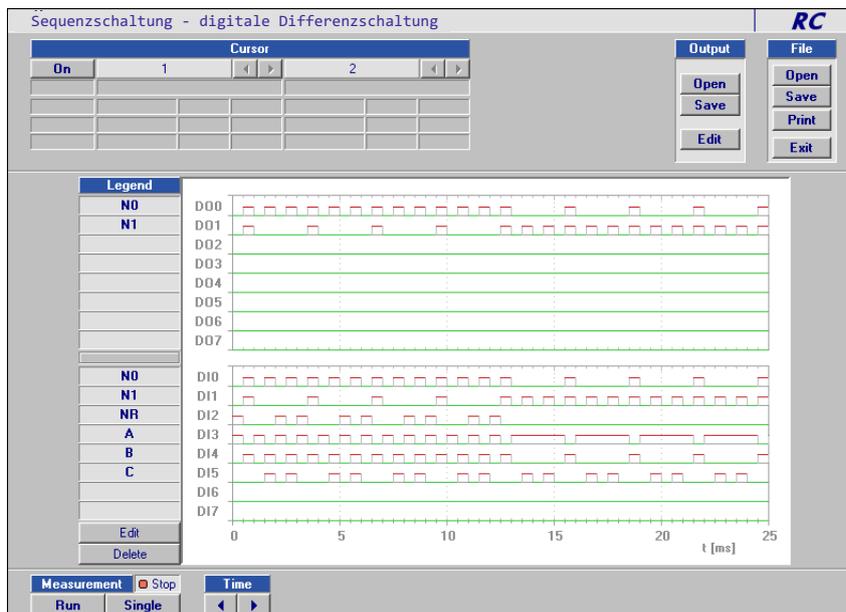
Schema



Schaltung

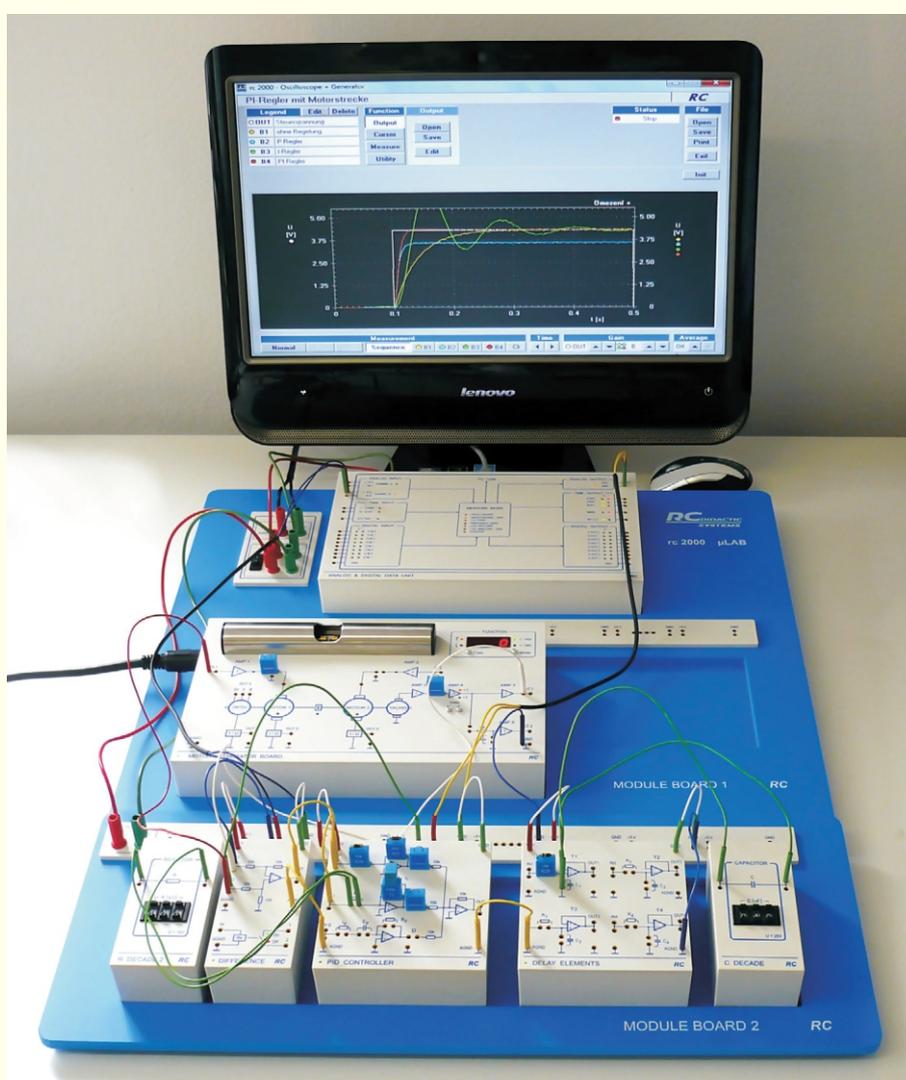


Messung



Lehrsystem rc2000 - μ LAB

Regelung



Inhalt

Regelung	8.0
PI-Regler - Zeitanalyse	8.1
PID-Regler - Zeitanalyse	8.2
Verzögerungsglied der zweiten Ordnung - Zeitanalyse	8.3
Identifizierung des Verzögerungselementes mit dem Motorsystem	8.4
P-Regler - Messung mit Motor	8.5
I-Regler - Messung mit Motor	8.6
PI-Regler - Messung mit Motor	8.7
PI-Regler - Messung mit Verzögerungsglied	8.8
Belasteter Motor - ohne und mit PI-Regler	8.9

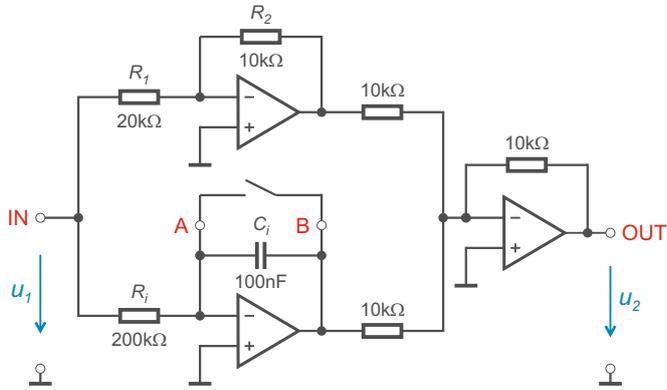
8.1

PI-Regler - Zeitanalyse

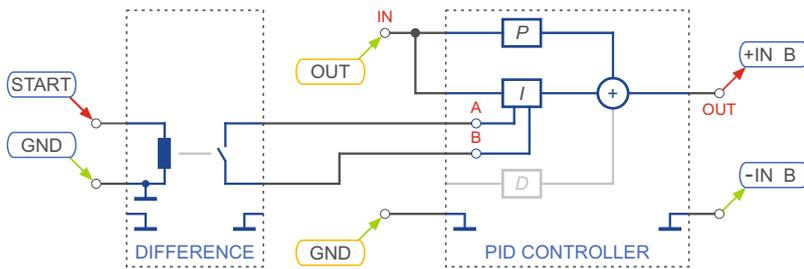
Aufgabe

Messen Sie die Sprungantwort des PI-Reglers.

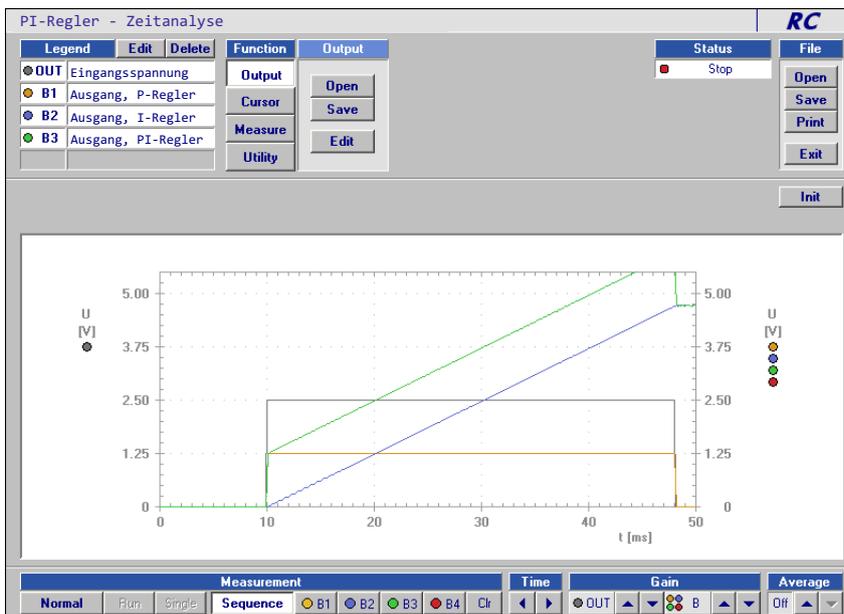
Schema



Schaltung



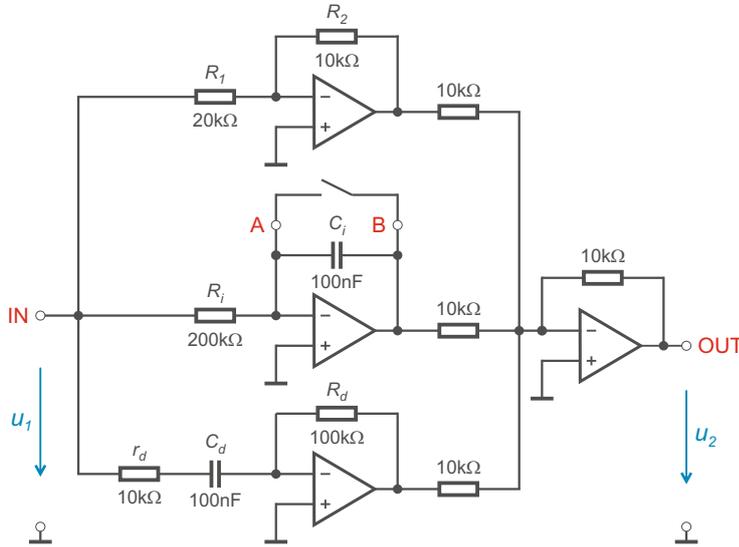
Messung



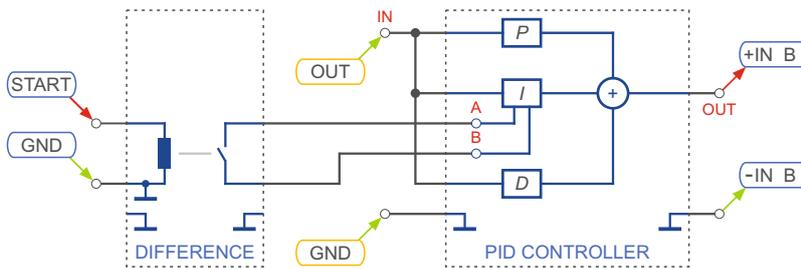
Aufgabe

Messen Sie die Sprungantwort des PID-Reglers.

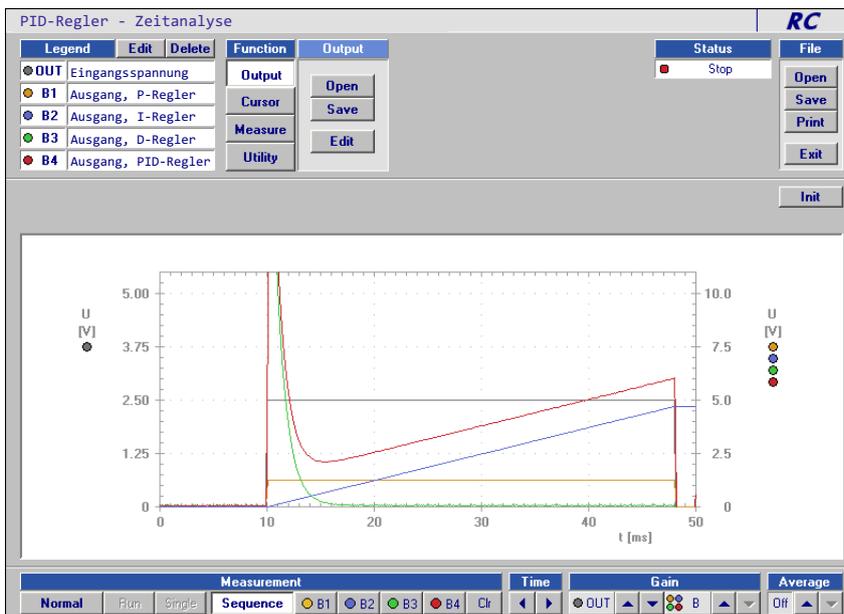
Schema



Schaltung



Messung



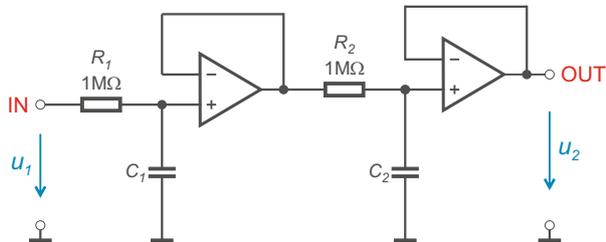
8.3

Verzögerungsglied zweiter Ordnung - Zeitanalyse

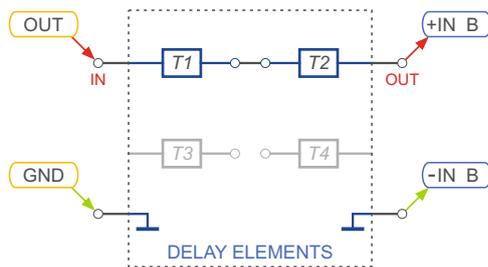
Aufgabe

Messen Sie die Sprungantworten des Verzögerungsgliedes zweiter Ordnung.

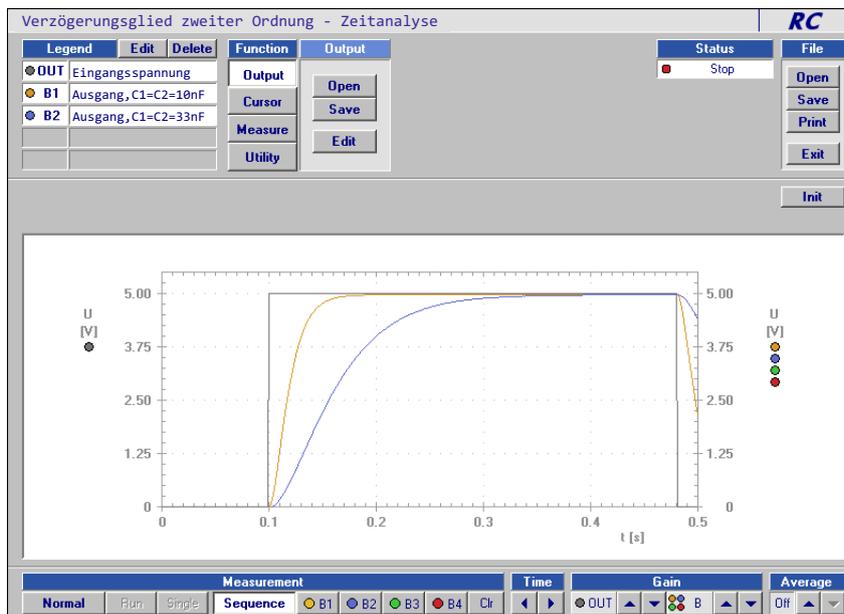
Schema



Schaltung



Messung



8.4 Identifizierung des Verzögerungselementes mit dem Motorsystem

Aufgabe

Finden Sie jene Schaltung des Verzögerungsgliedes, die die beste Übereinstimmung der Sprungantworten des Motorsystems mit dem Tachodynamo aus dem Modul Motor – Generator aufweist. Der Wert für C_1 wird etwa 40 nF annehmen.

Schema

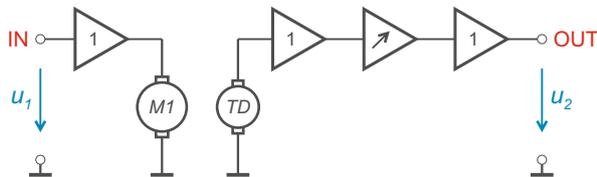


Abb. 1

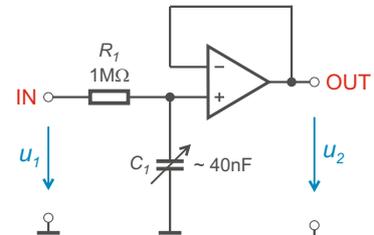


Abb. 2

Schaltung

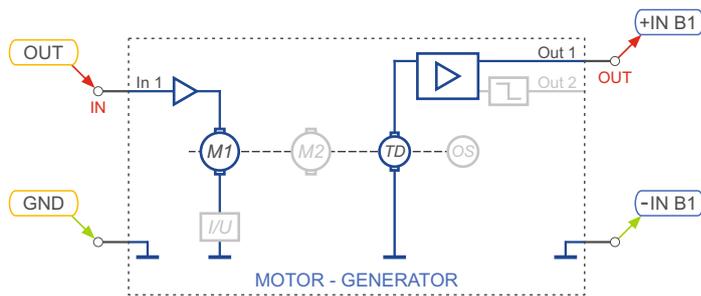


Abb. 1

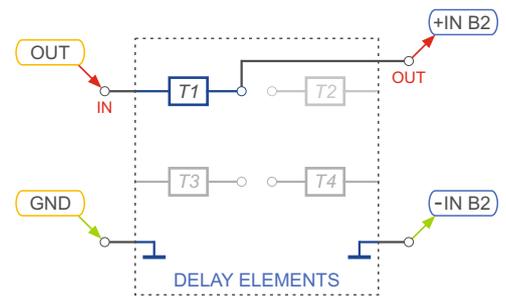
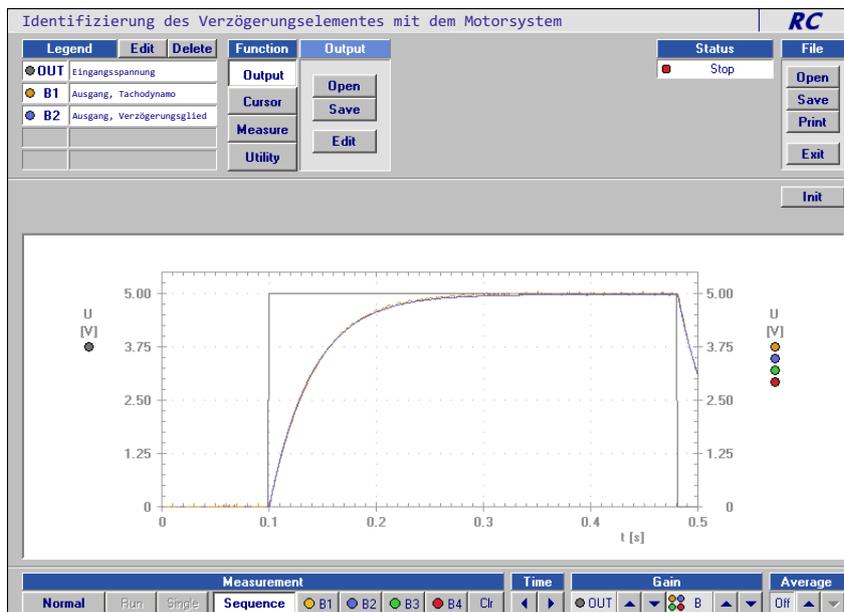


Abb. 2

Messung



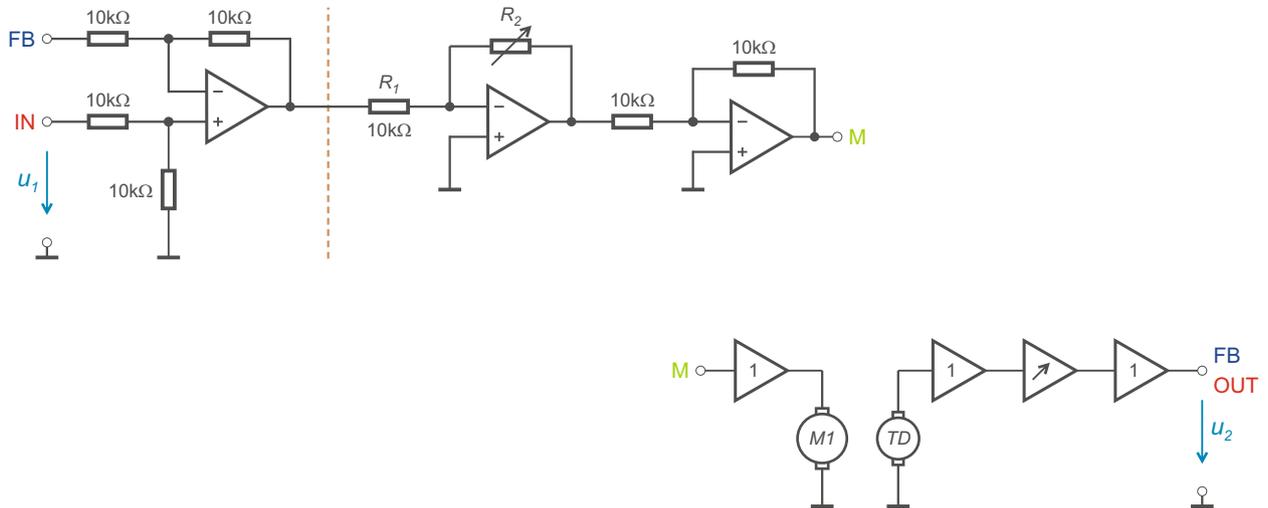
8.5

P-Regler - Messung mit Motor

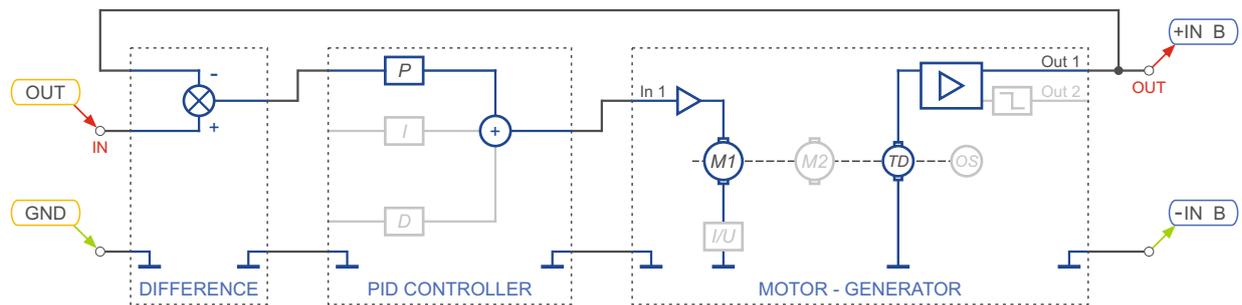
Aufgabe

Überprüfen Sie die Funktion des P-Reglers. Messen Sie die Sprungantwort des Systems mit P-Regler für die Widerstandswerte $R_2 = 20\text{ k}\Omega$; $50\text{ k}\Omega$; $140\text{ k}\Omega$. Vergleichen Sie das Zeitverhalten mit dem System ohne Regelung.

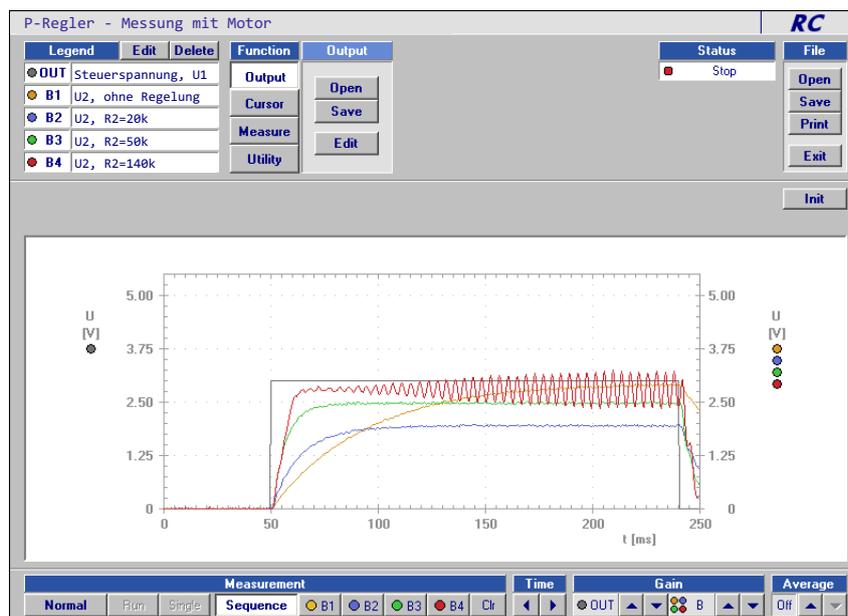
Schema



Schaltung



Messung



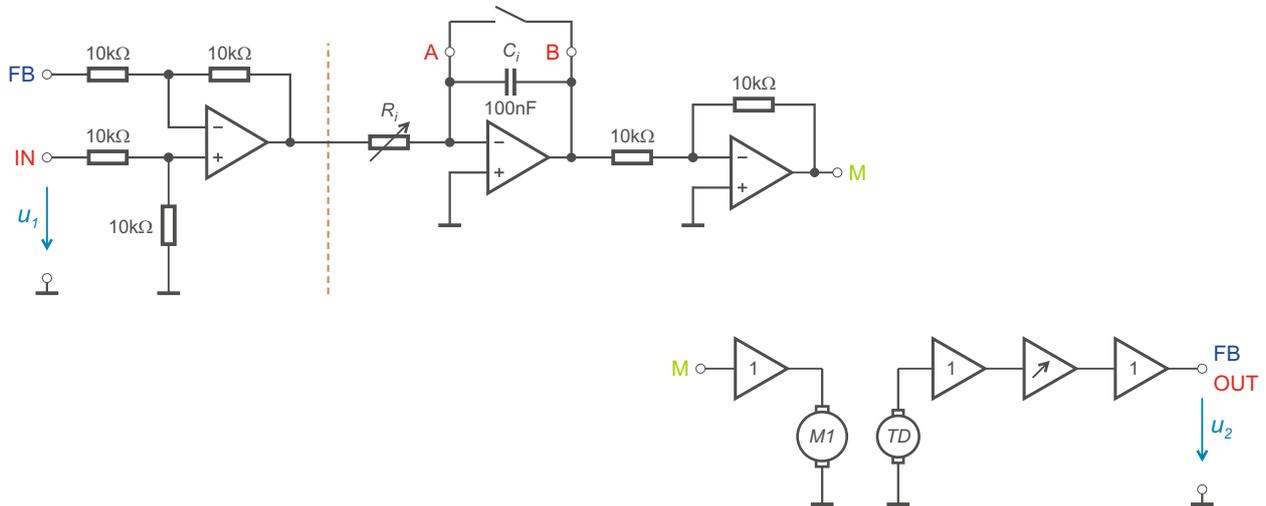
8.6

I-Regler - Messung mit Motor

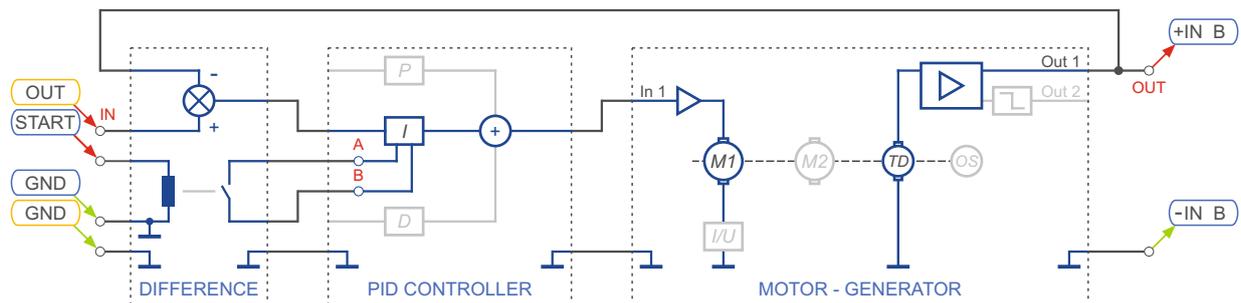
Aufgabe

Überprüfen Sie die Funktion des I-Reglers. Messen Sie die Sprungantwort des Systems mit I-Regler für die Widerstandswerte $R_i = 20\text{ k}\Omega$; $90\text{ k}\Omega$; $190\text{ k}\Omega$. Vergleichen Sie das Zeitverhalten mit dem System ohne Regelung.

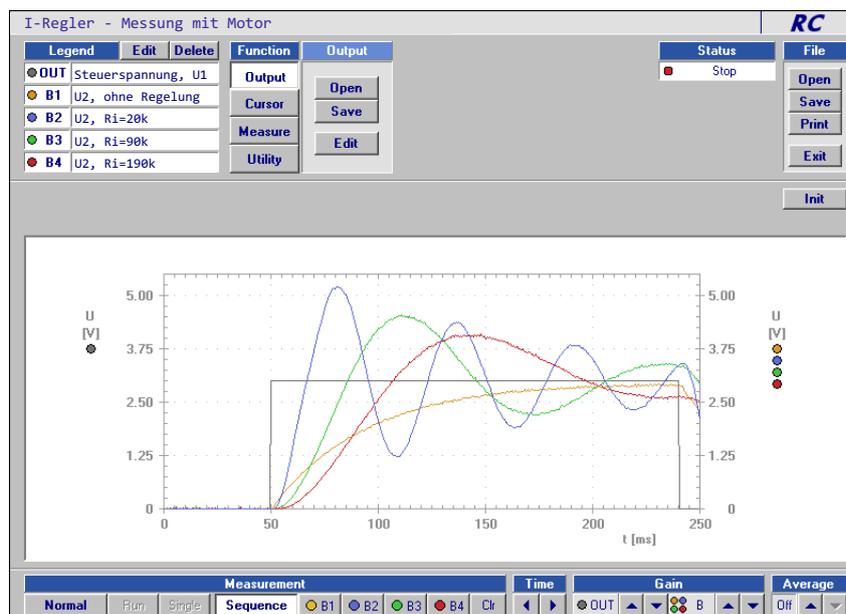
Schema



Schaltung



Messung



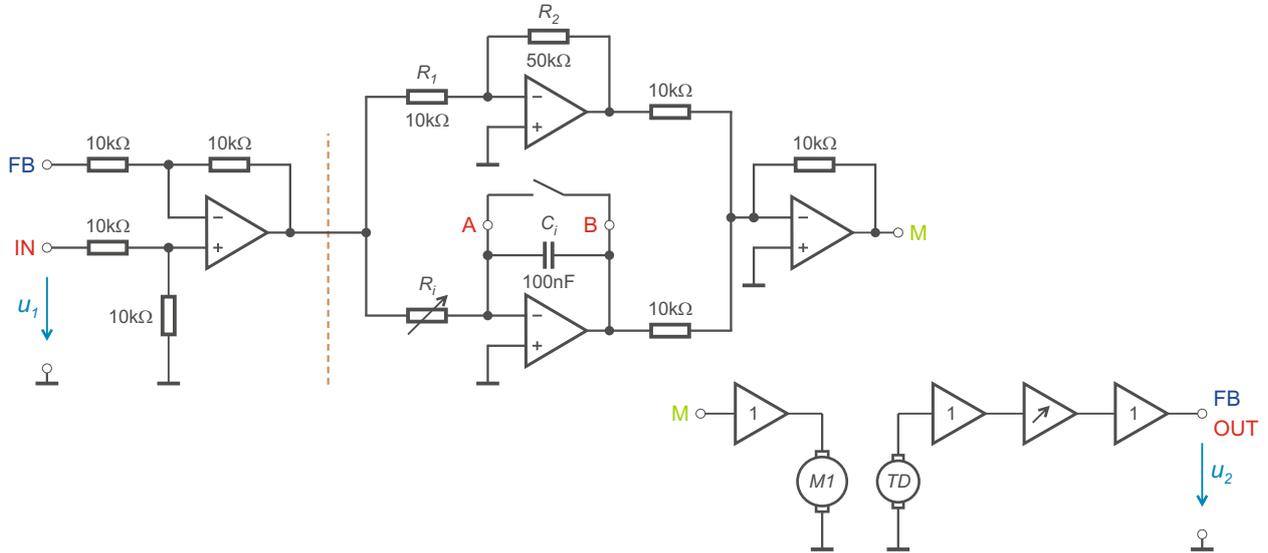
8.7

PI-Regler - Messung mit Motor

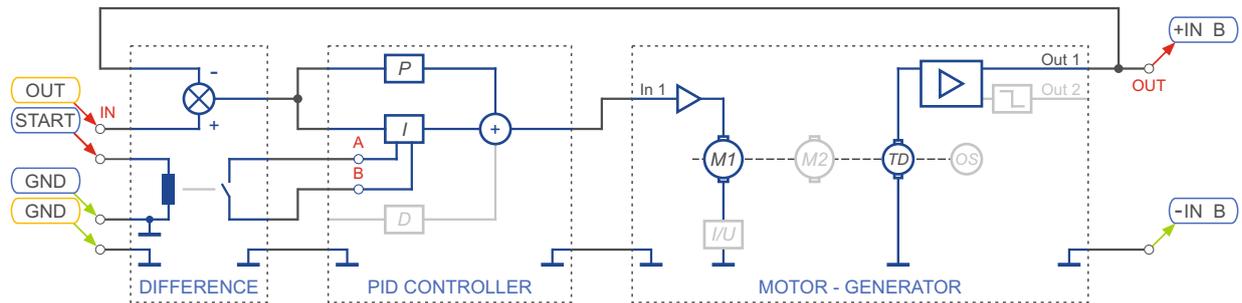
Aufgabe

Überprüfen Sie die Funktion des PI-Reglers. Messen Sie die Sprungantwort des Systems bei der aperiodisch gedämpften Regelung ($R_i = 20\text{ k}\Omega$) und bei Regelung mit Überschwingen ($R_i = 90\text{ k}\Omega$). Vergleichen Sie das Zeitverhalten mit dem System ohne Regelung

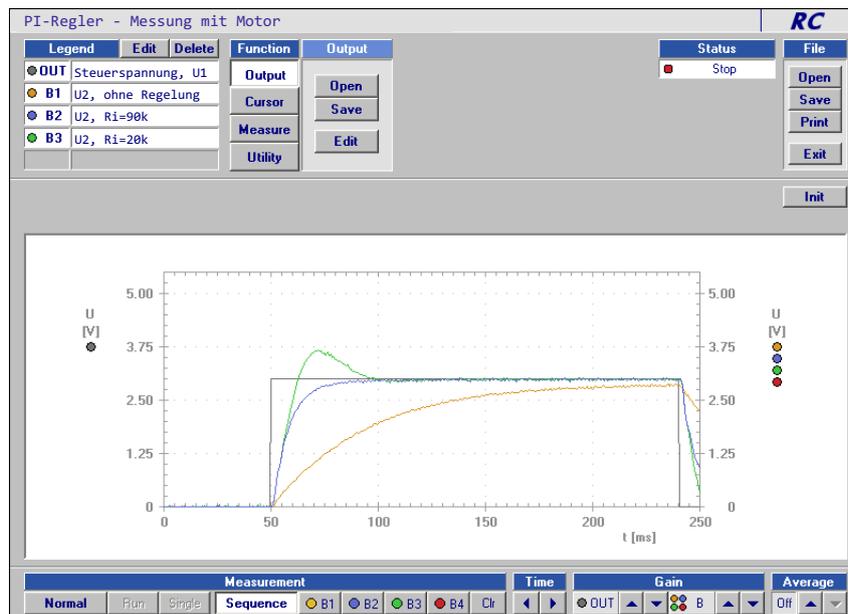
Schema



Schaltung



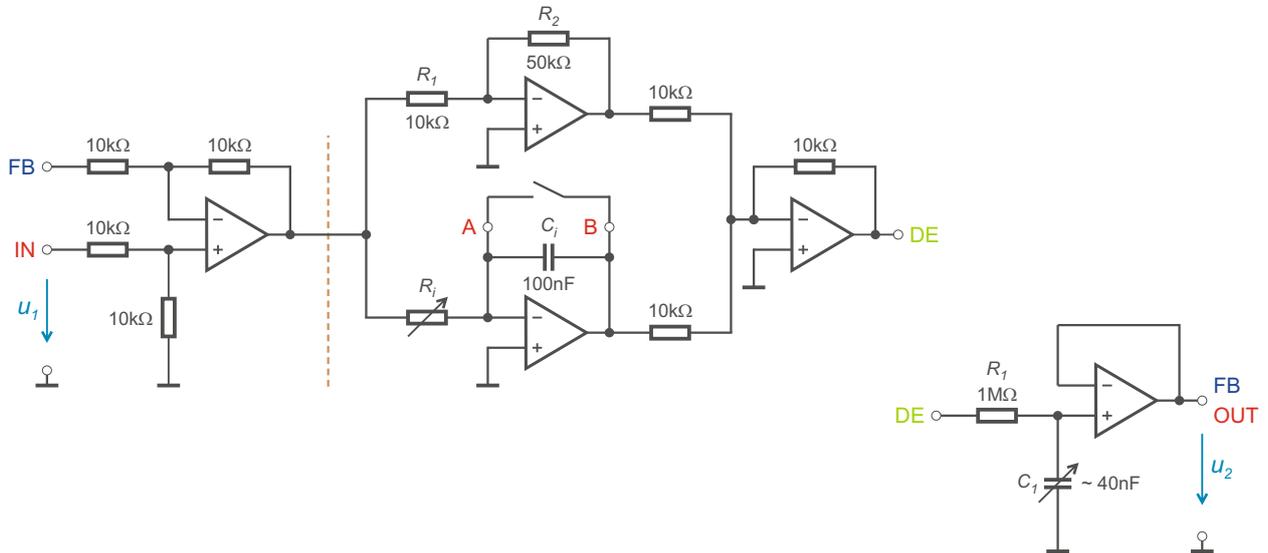
Messung



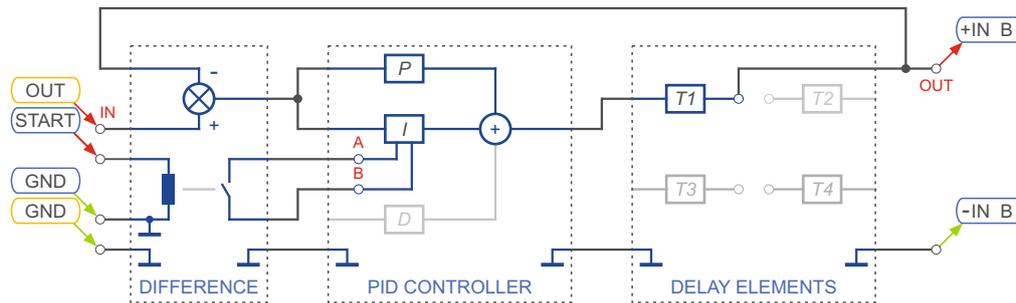
Aufgabe

Überprüfen Sie die Funktion des PI-Reglers. Messen Sie die Sprungantwort des Systems bei einer aperiodisch gedämpften Regelung ($R_i = 20 \text{ k}\Omega$) und bei einer Regelung mit Überschwingen ($R_i = 90 \text{ k}\Omega$). Vergleichen Sie das Zeitverhalten mit dem System ohne Regelung.

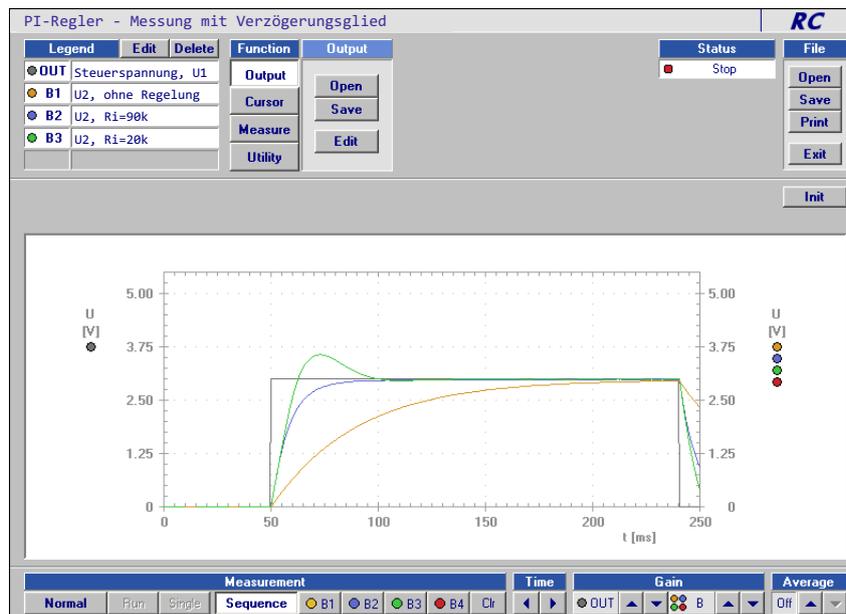
Schema



Schaltung



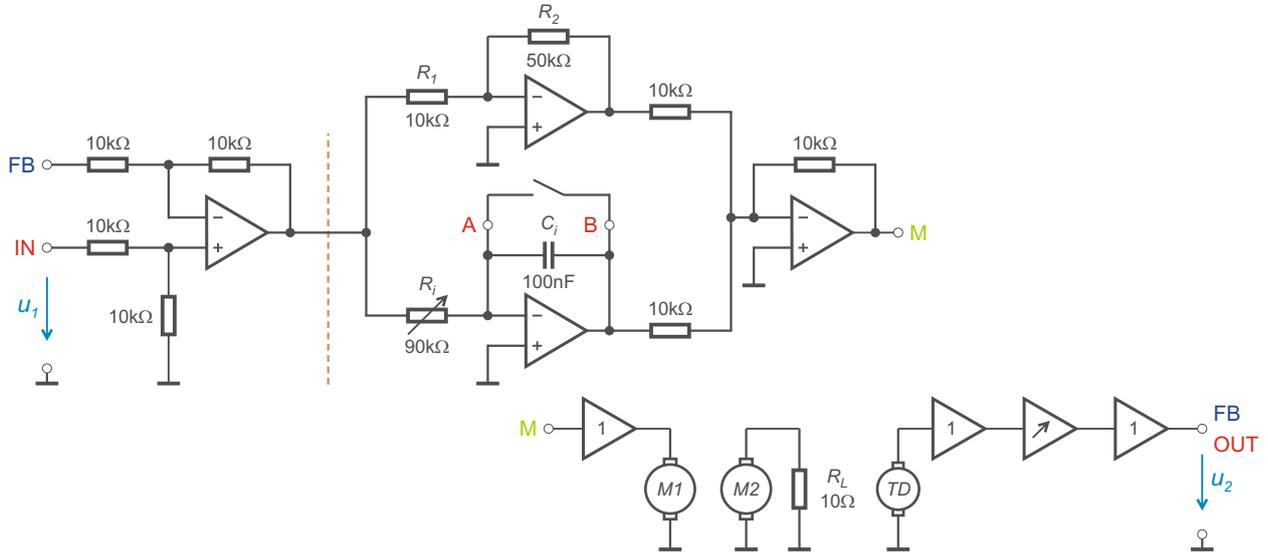
Messung



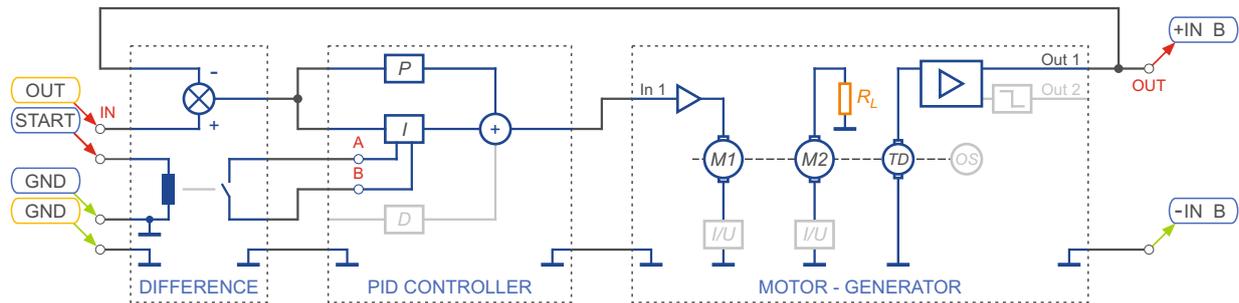
Aufgabe

Vergleichen Sie die Sprungantworten des unbelasteten und belasteten Systems ohne Regelung. Dann vergleichen Sie die Sprungantworten des unbelasteten und belasteten Systems mit PI-Regler.

Schema



Schaltung



Messung

