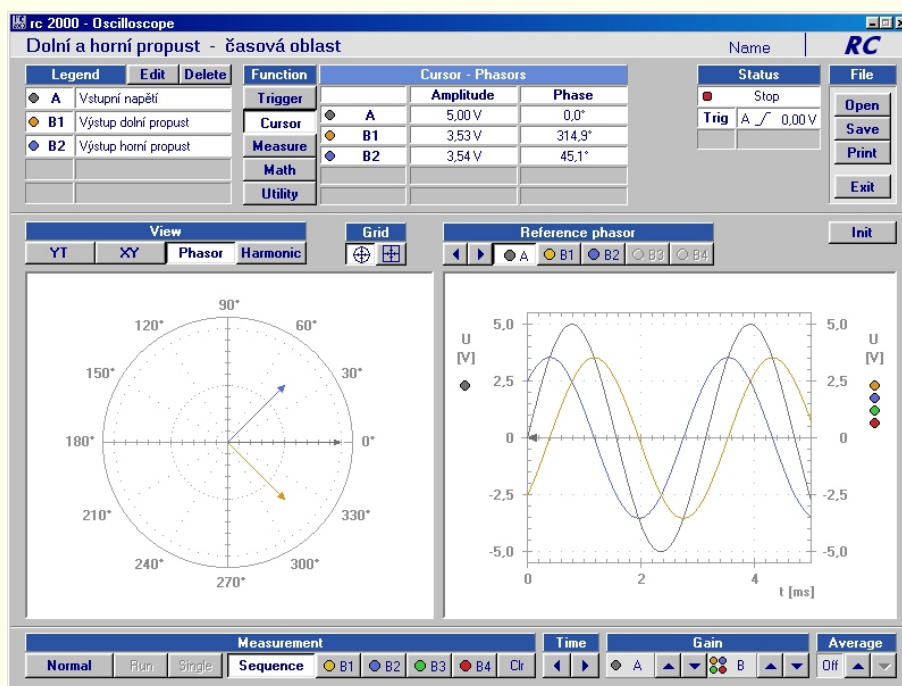


Výukový systém rc2000 - μ LAB

Úlohy



Použité symboly v úlohách	0.1
Obvody stejnosměrného proudu	1.0
Nezatížený a zatížený napěťový dělič	1.1
Napěťový zdroj - vnitřní odpor	1.2
Výkonové přizpůsobení v obvodu stejnosměrného proudu	1.3
1. Kirchhoffův zákon - obvod stejnosměrného proudu	1.4
2. Kirchhoffův zákon - obvod stejnosměrného proudu	1.5
Theveninův teorém	1.6
Princip superpozice	1.7
Transformace trojúhelník - hvězda	1.8
Obvody střídavého proudu	2.0
Integrační a derivační článek	2.1
Dolní a horní propust - časová oblast	2.2
Dolní a horní propust - frekvenční oblast	2.3
RLC sériový rezonanční obvod	2.4
RLC sériový obvod - pásmová propust	2.5
RLC sériový obvod - pásmová zadrž	2.6
Rezistor v obvodu střídavého proudu	2.7
Cívka v obvodu střídavého proudu	2.8
Kondenzátor v obvodu střídavého proudu	2.9
Činný výkon - rezistor	2.10
Jalový výkon - cívka	2.11
Jalový výkon - kondenzátor	2.12
Impedanční dělič - časová oblast	2.13
Impedanční dělič - frekvenční oblast	2.14
Ekvivalentní obvody (1 frekvence) - časová oblast	2.15
Ekvivalentní obvody (1 frekvence) - frekvenční oblast	2.16
Voltampérové charakteristiky	3.0
Lineární rezistory - Ohmův zákon	3.1
NTC rezistor - V/A charakteristika	3.2
PTC rezistor - V/A charakteristika	3.3
Žárovka - V/A charakteristika	3.4
Křemíkové diody - V/A charakteristiky	3.5
Zenerova dioda - V/A charakteristiky	3.6
Světelné diody - V/A charakteristiky	3.7
Bipolární transil - V/A charakteristika	3.8

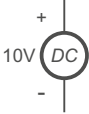
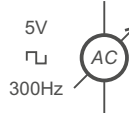
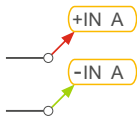
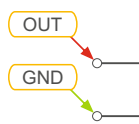
Obsah

Lineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky	3.9
Lineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky	3.10
Nelineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky	3.11
Nelineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky	3.12
Nelineární a lineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky	3.13
Nelineární a lineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky	3.14
Vstupní charakteristiky bipolárního tranzistoru NPN	3.15
Výstupní charakteristiky bipolárního tranzistoru NPN	3.16
Výstupní charakteristiky bipolárního tranzistoru PNP	3.17
Výstupní charakteristiky unipolárního tranzistoru J-FET	3.18
V/A charakteristika tyristoru	3.19
Součástky	4.0
Jednocestný usměrňovač	4.1
Jednocestný usměrňovač - proud diody	4.2
Jednocestný usměrňovač s kondenzátorovým filtrem - proudy	4.3
Dvoucestný usměrňovač	4.4
Diodový omezovač	4.5
Transformátor - napětí a proud v primárním vinutí	4.6
Transformátor - hysterezní křivka	4.7
Bipolární tranzistor jako zesilovač se společným emitorem	4.8
Frekvenční charakteristiky zesilovače s bipolárním tranzistorem	4.9
Multivibrátor s bipolárním tranzistorem	4.10
Tyristorová regulace výstupního napětí	4.11
Tyristorová regulace - průběhy napětí	4.12
Třífázová soustava	5.0
Zapojení do hvězdy - fázová napětí	5.1
Zapojení do hvězdy - fázová a sdružená napětí	5.2
Zapojení do hvězdy - symetrická odporová zátěž	5.3
Zapojení do hvězdy - nesymetrická odporová zátěž (4 vodičový systém)	5.4
Zapojení do hvězdy - nesymetrická odporová zátěž (3 vodičový systém)	5.5
Zapojení do hvězdy - symetrická impedanční zátěž	5.6
Zapojení do hvězdy - nesymetrická impedanční zátěž	5.7
Zapojení do trojúhelníku - sdružená napětí	5.8
Zapojení do trojúhelníku - fázový a sdružený proud	5.9
Zapojení do trojúhelníku - symetrická odporová zátěž	5.10
Zapojení do trojúhelníku - nesymetrická odporová zátěž	5.11
Zapojení do trojúhelníku - symetrická impedanční zátěž	5.12
Zapojení do trojúhelníku - nesymetrická impedanční zátěž	5.13

Obsah

Operační zesilovač	6.0
Invertující zesilovač	6.1
Neinvertující zesilovač	6.2
Napěťový sledovač	6.3
Integrátor	6.4
Derivátor	6.5
Komparátor	6.6
Komparátor s hysterezí	6.7
Rozdílový zesilovač	6.8
Fázový členek	6.9
Astabilní multivibrátor	6.10
Digitální technika	7.0
Booleova algebra - zákony	7.1
Booleova algebra - převod funkcí NAND	7.2
Booleova Algebra - převod funkcí NOR	7.3
Minimalizace logická funkce	7.4
Řízení výtahu	7.5
Zapojení alarmu	7.6
Indikace funkce ventilátorů	7.7
Sčítáčka a odčítáčka	7.8
Poloviční a celá sčítáčka	7.9
1 bitový komparátor	7.10
Porovnávací obvod	7.11
Kodér a dekodér Grayova kódu	7.12
Čítač (nahoru/dolů)	7.13
Čítač modulo N	7.14
Sekvenční obvod - číslicový rozdílový obvod	7.15
Regulační technika	8.0
Regulační člen PI - časová analýza	8.1
Regulační člen PID - časová analýza	8.2
Zpožďovací člen druhého řádu - časová analýza	8.3
Identifikace zpožďovacího členu se soustavou motoru	8.4
P-regulátor - měření s motorem	8.5
I-regulátor - měření s motorem	8.6
PI-regulátor - měření s motorem	8.7
PI-regulátor - měření se zpožďovacím členem	8.8
Zatížený motor - bez a s PI-regulátorem	8.9

Symboly

	Modul prvků s vestavěnou přesnou referencí 10V.
	Programovatelný DC zdroj s nastavenou hodnotou.
	Generátor funkcí s nastavenou amplitudou, frekvencí a tvarem signálu.
	Voltmetr DC & AC RMS zapojený do svorek.
	Přesný dvoukolíkový rezistor o dané hodnotě.
	Odporová dekáda 1 nebo 2 podle nastavené hodnoty.
	Přesný dvoukolíkový kondenzátor o dané hodnotě.
	Kapacitní dekáda podle nastavené hodnoty.
	Připojení sond na vstup modulu ADDU - kanál A (+IN A -IN A) nebo B (+IN B -IN B).
	Připojení sond na výstup modulu ADDU.

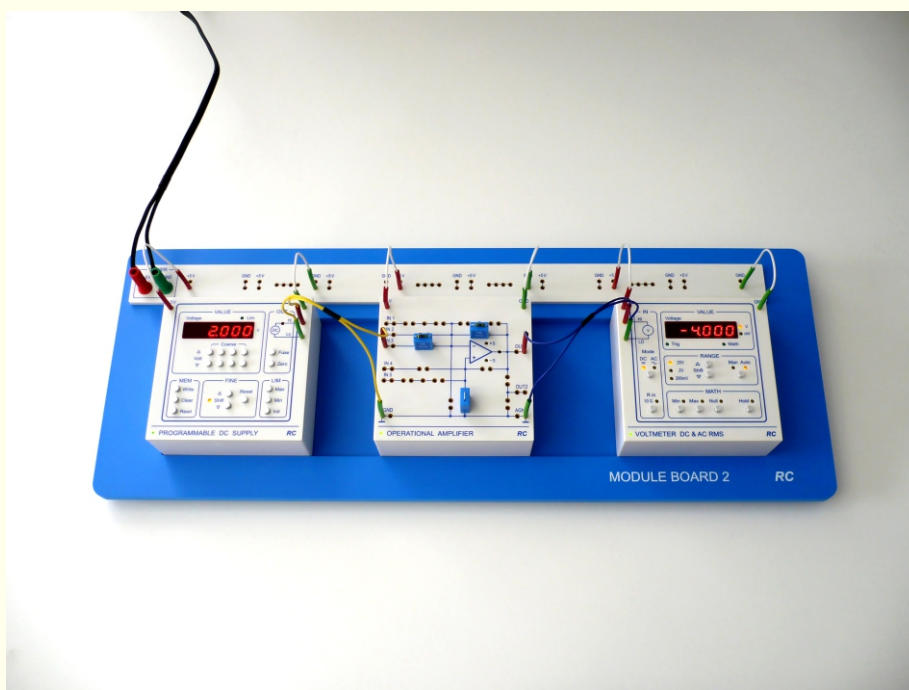
Poznámky

Výstupy modulů jsou koncipovány tak, že vykazují minimální výstupní odpor ($R_{OUT} < 0,1\Omega$).

Můžeme je tedy považovat za ideální.

Výukový systém rc2000 - μ LAB

Obvody stejnosměrného proudu



Obsah

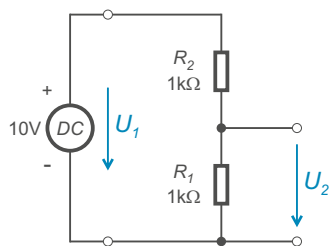
Obvody stejnosměrného proudu	1.0
Nezatížený a zatížený napěťový dělič	1.1
Napěťový zdroj - vnitřní odpor	1.2
Výkonové přizpůsobení v obvodu stejnosměrného proudu	1.3
1. Kirchhoffův zákon - obvod stejnosměrného proudu	1.4
2. Kirchhoffův zákon - obvod stejnosměrného proudu	1.5
Theveninův teorém	1.6
Princip superpozice	1.7
Transformace trojúhelník - hvězda	1.8

Úkol

Porovnáním naměřených a vypočtených hodnot ověřte platnost rovnice pro nezatížený a zatížený napěťový dělič.

Schéma

1) Nezatížený napěťový dělič



obr. 1 - Nezatížený dělič

$$U_1 = 10V$$

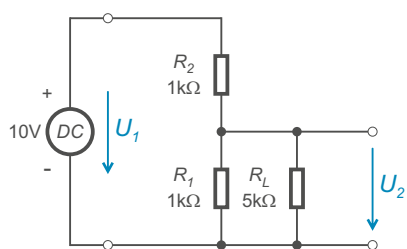
$$R_1 = 1\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 1\text{k}\Omega$$

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

$$U_2 = 5V$$

2) Zatížený napěťový dělič



obr. 2 - Zatížený dělič

$$U_1 = 10V$$

$$R_1 = 1\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 1\text{k}\Omega$$

$$R_L = 5\text{k}\Omega$$

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

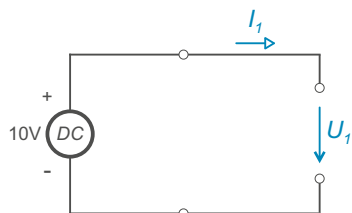
$$U_2 = 4,545V$$

Úkol

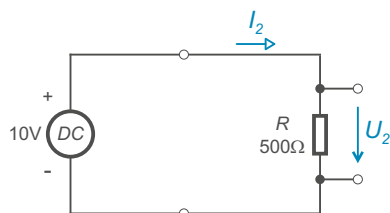
Změřte vnitřní odpor R_i pro ideální (obr. 1 a 2) a reálný napěťový zdroj (obr. 3 a 4).

Schéma

1) Ideální napěťový zdroj



obr. 1 - Nezatížený



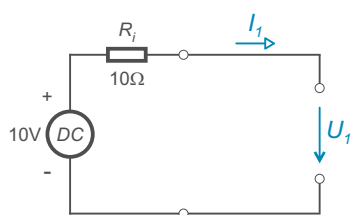
obr. 2 - Zatížený

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

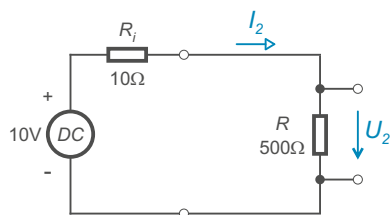
$$I_2 = \frac{U_2}{R}$$

$$R_i = 0\Omega$$

2) Reálný napěťový zdroj



obr. 3 - Nezatížený



obr. 4 - Zatížený

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

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

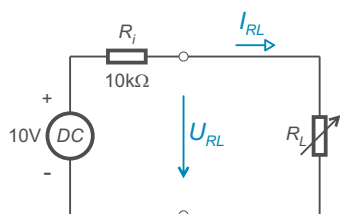
$$R_i = 10\Omega$$

1.3 Výkonové přizpůsobení v obvodu stejnosměrného proudu

Úkol

Ověřte, že v daném obvodu dochází k maximálnímu přenosu výkonu do zatěžovacího odporu R_L při splnění podmínky $R_L = R_i$.

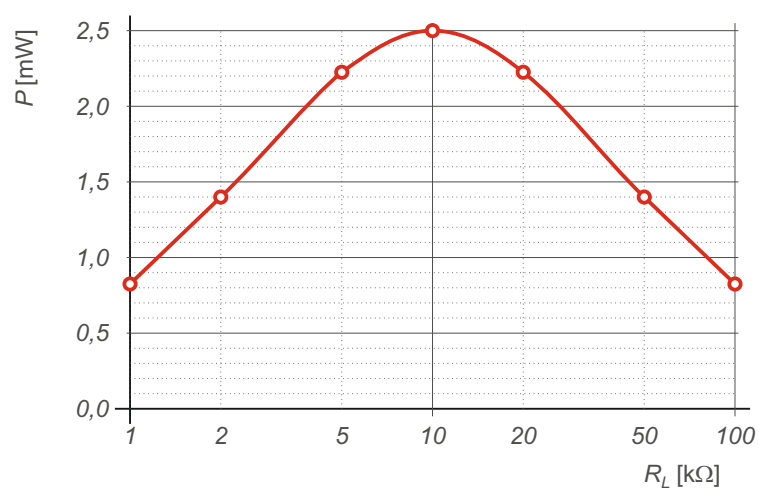
Schéma



$$U_1 = 10V$$
$$R_i = 10k\Omega$$

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

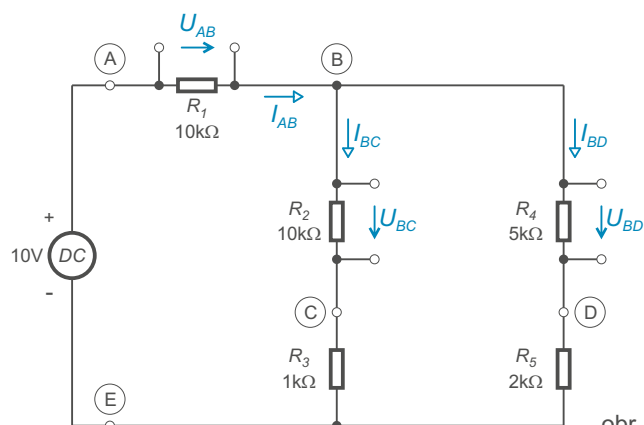
R_L [kΩ]	0,0	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
U_{RL} [V]	0,000	0,909	1,667	3,333	5,000	6,667	8,333	9,091
P [mW]	0,000	0,826	1,389	2,222	2,500	2,222	1,389	0,826



Úkol

Ověřte platnost prvního Kirchhoffova zákona pro následující dvě zapojení.

Schéma



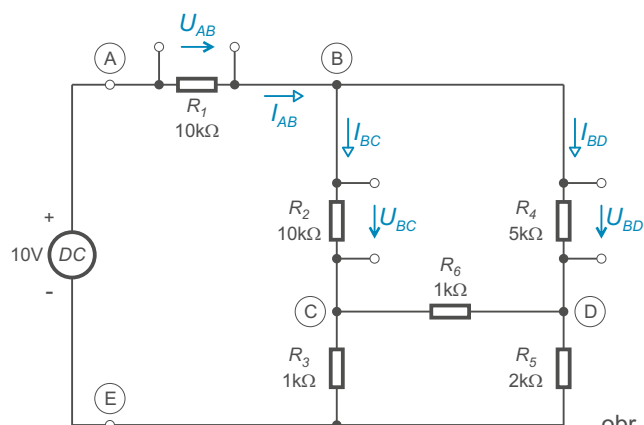
obr. 1 - Zapojení č. 1

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

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

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

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



obr. 2 - Zapojení č. 2

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

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

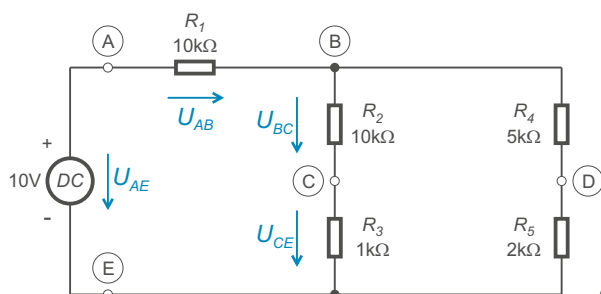
$$I_{BD} = \frac{U_{BD}}{R_4}$$

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

Úkol

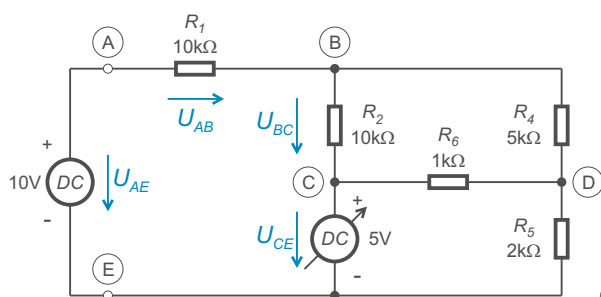
Ověřte platnost druhého Kirchhoffova zákona pro následující dvě zapojení.

Schéma



obr. 1 - Zapojení č. 1

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



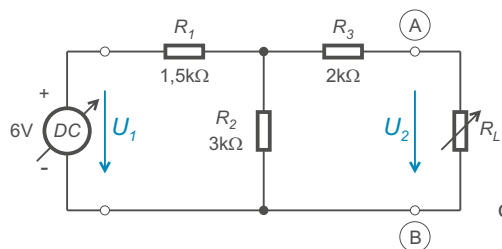
obr. 2 - Zapojení č. 2

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

Úkol

S pomocí Theveninova teorému zjednodušte zadaný obvod.

Schéma

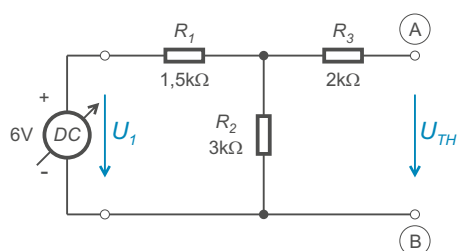


obr. 1 - Zadaný obvod

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

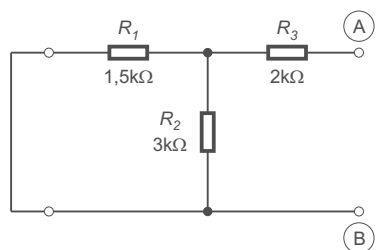
$$R_2 = 3k\Omega$$

$$R_3 = 2k\Omega$$

obr. 2 - Náhradní napětí U_{TH}

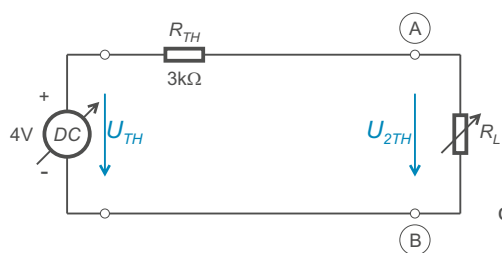
$$U_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1$$

$$U_{TH} = 4V$$

obr. 3 - Náhradní odpor R_{TH}

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

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



obr. 4 - Zjednodušený obvod

$$U_{TH} = 4V$$

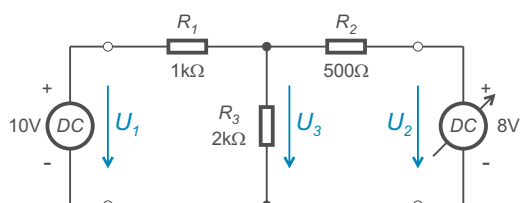
$$R_{TH} = 3k\Omega$$

Úkol

Ověřte, že princip superpozice platí pouze pro lineární obvody.

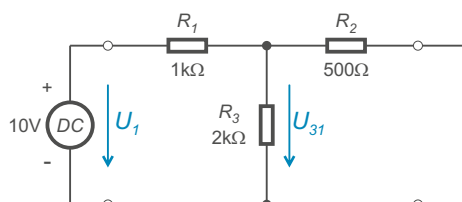
Schéma

1) Lineární obvod

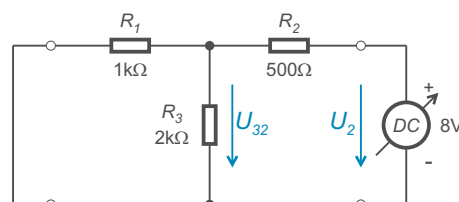


obr. 1 - Zkoumaný lineární obvod

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

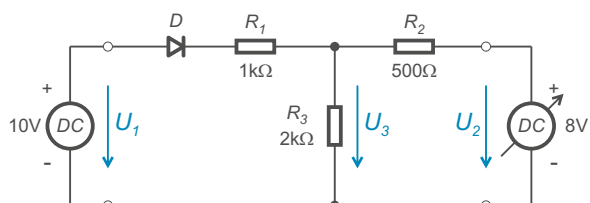


obr. 2 - Příspěvek prvního zdroje



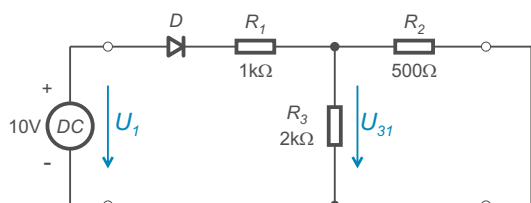
obr. 3 - Příspěvek druhého zdroje

2) Nelineární obvod

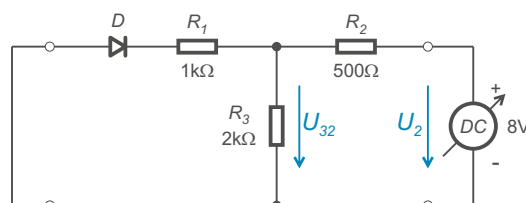


obr. 4 - Zkoumaný nelineární obvod

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



obr. 5 - Obvod bez druhého zdroje

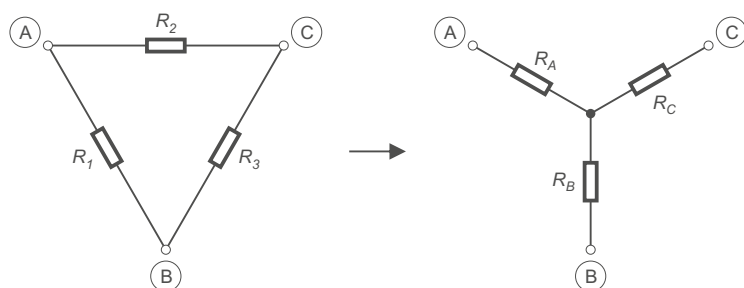


obr. 6 - Obvod bez prvního zdroje

Úkol

S pomocí transformace trojúhelník - hvězda určete v daném zapojení hodnotu napětí U_2 .

Schéma

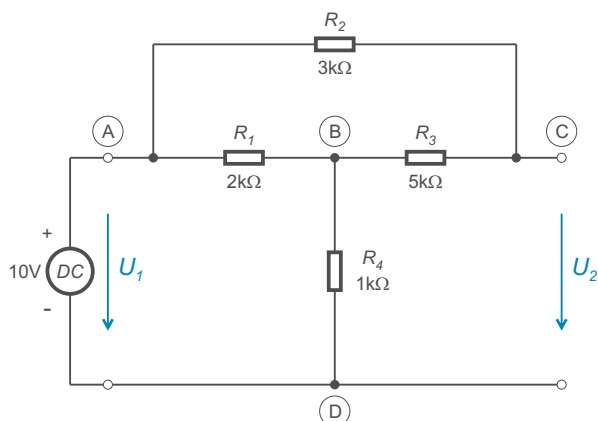


obr. 1 - Transformace trojúhelník - hvězda

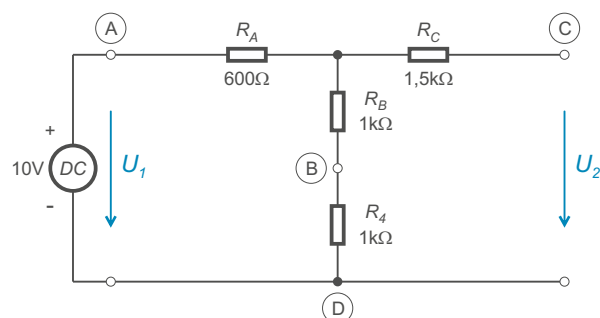
$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

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

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



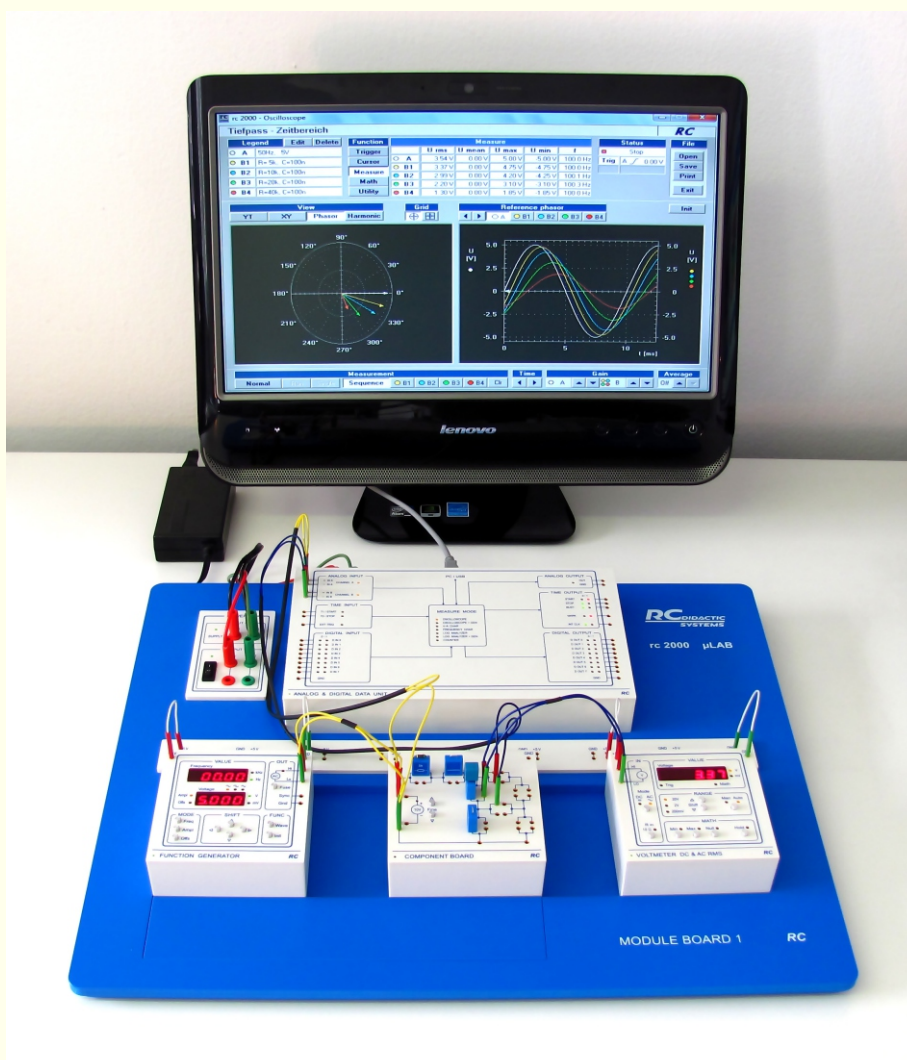
obr. 2 - Zadaný obvod - trojúhelník



obr. 3 - Obvod po transformaci - hvězda

Výukový systém rc2000 - μ LAB

Obvody střídavého proudu



Obvody střídavého proudu	2.0
Integrační a derivační článek	2.1
Dolní a horní propust - časová oblast	2.2
Dolní a horní propust - frekvenční oblast	2.3
RLC sériový rezonanční obvod	2.4
RLC sériový obvod - pásmová propust	2.5
RLC sériový obvod - pásmová zadrž	2.6
Rezistor v obvodu střídavého proudu	2.7
Cívka v obvodu střídavého proudu	2.8
Kondenzátor v obvodu střídavého proudu	2.9
Činný výkon - rezistor	2.10
Jalový výkon - cívka	2.11
Jalový výkon - kondenzátor	2.12
Impedanční dělič - časová oblast	2.13
Impedanční dělič - frekvenční oblast	2.14
Ekvivalentní obvody (1 frekvence) - časová oblast	2.15
Ekvivalentní obvody (1 frekvence) - frekvenční oblast	2.16

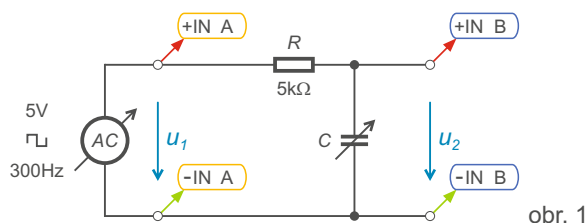
2.1

Integrační a derivační článek

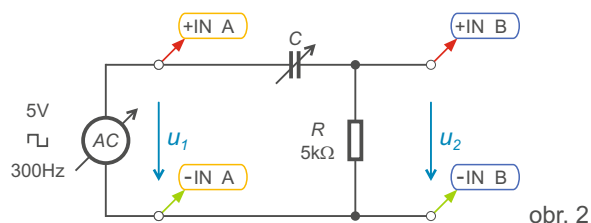
Úkol

Změřte odezvy integračního a derivačního článku na obdélníkové napětí. Měření provedte pro hodnoty kondenzátoru $C = 4 \text{ nF}$, 40 nF , 240 nF .

Schéma

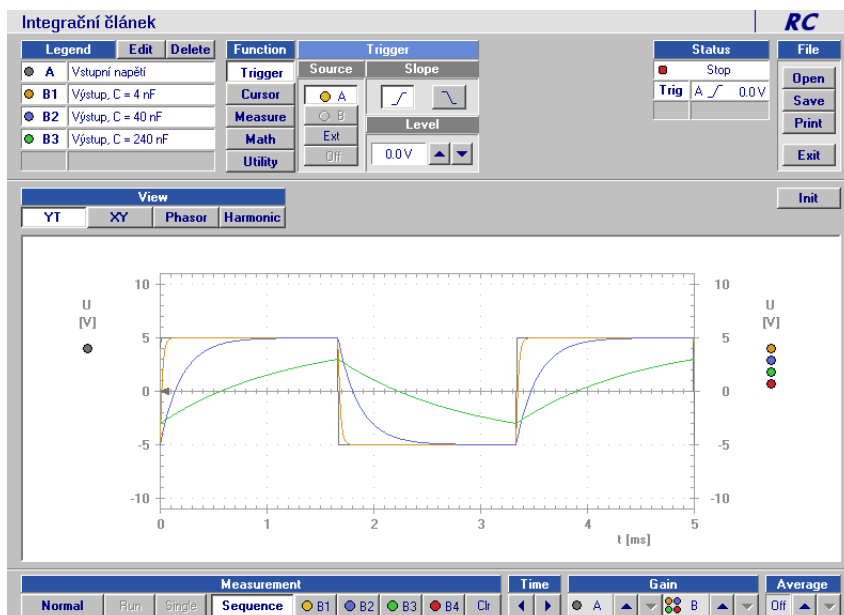


obr. 1



obr. 2

Měření



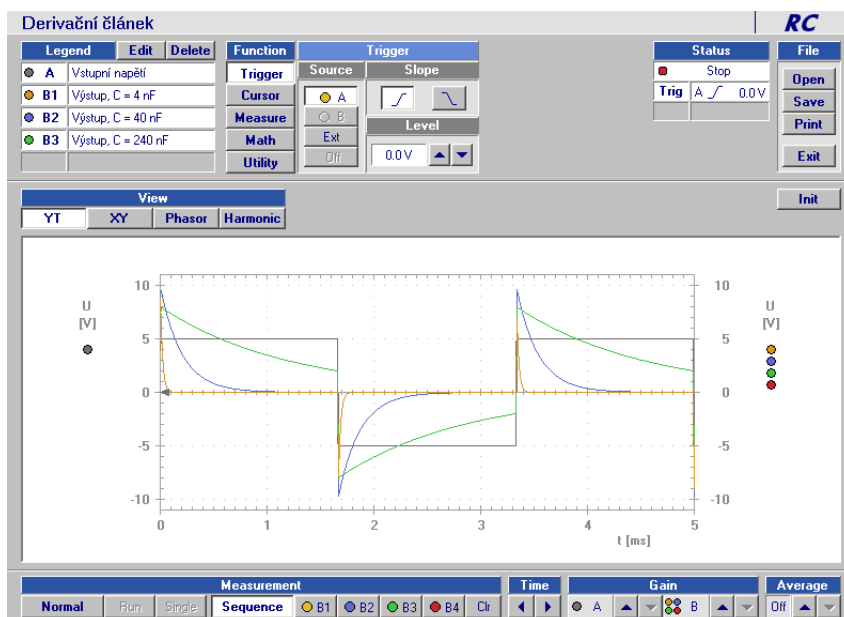
Integrační článek

schéma

obr. 1

měřicí mód

osciloskop



Derivační článek

schéma

obr. 2

měřicí mód

osciloskop

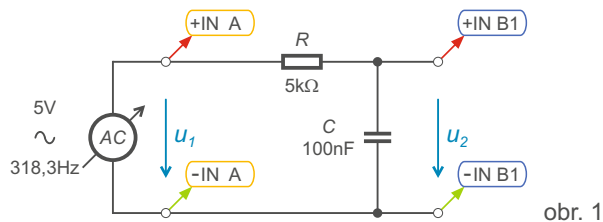
2.2

Dolní a horní propust - časová oblast

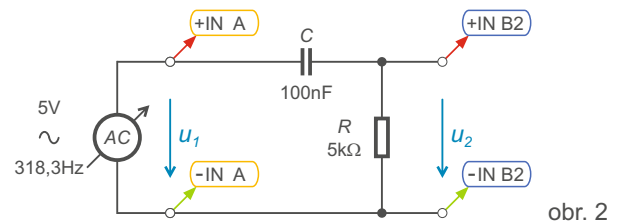
Úkol

Zobrazte časové a fázorové diagramy pro dolní a horní propust (se stejnou mezní frekvencí f_G).

Schéma

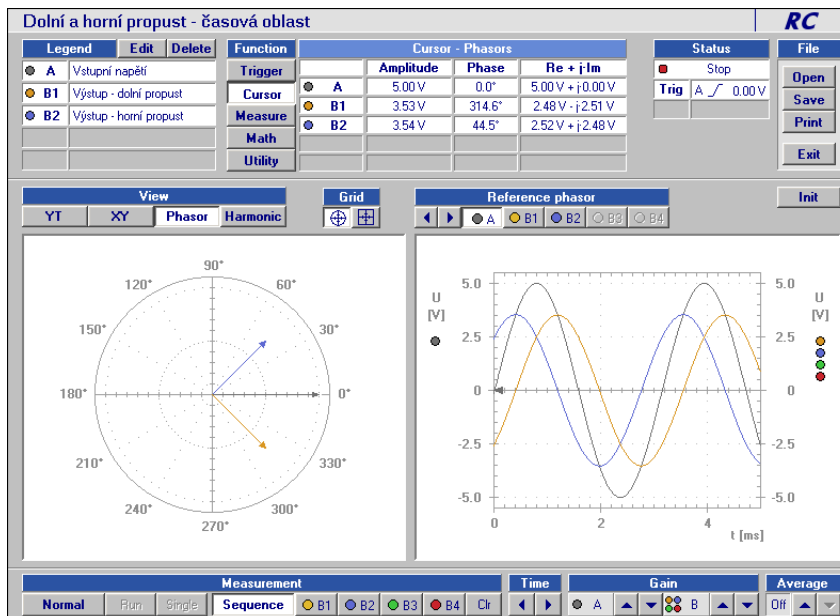


obr. 1



obr. 2

Měření



Fázorové diagramy

schéma

obr. 1, obr. 2

měřicí mód

osciloskop

naměřené časové průběhy

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

vzorec

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

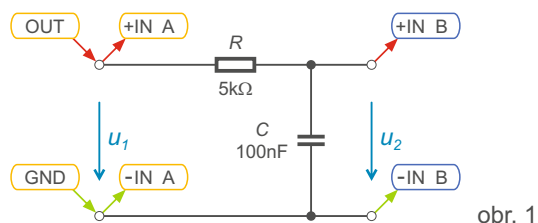
2.3

Dolní a horní propust - frekvenční oblast

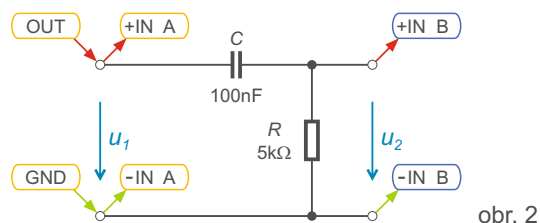
Úkol

Zobrazte amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky pro dolní a horní propust (se stejnou mezní frekvencí f_G).

Schéma

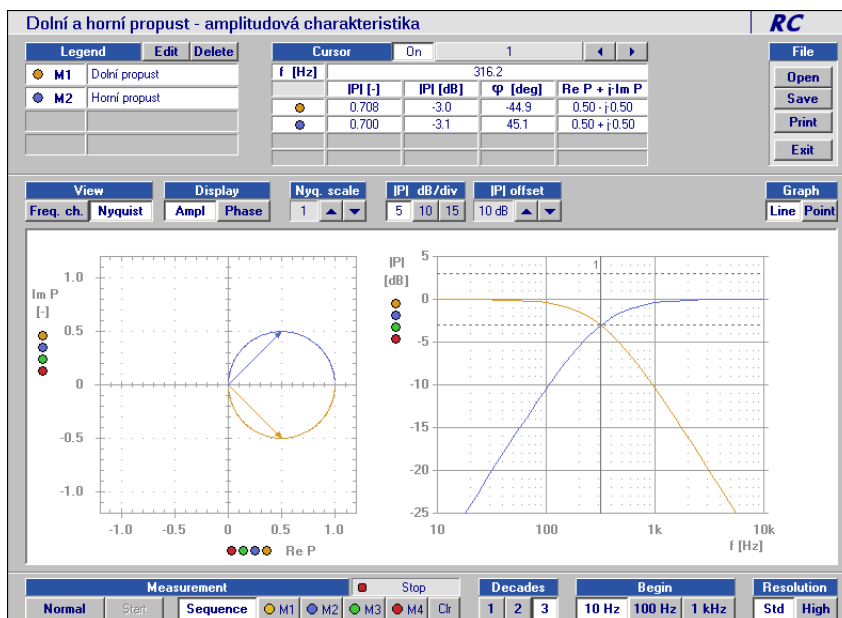


obr. 1



obr. 2

Měření



Amplitudové charakteristiky

schéma

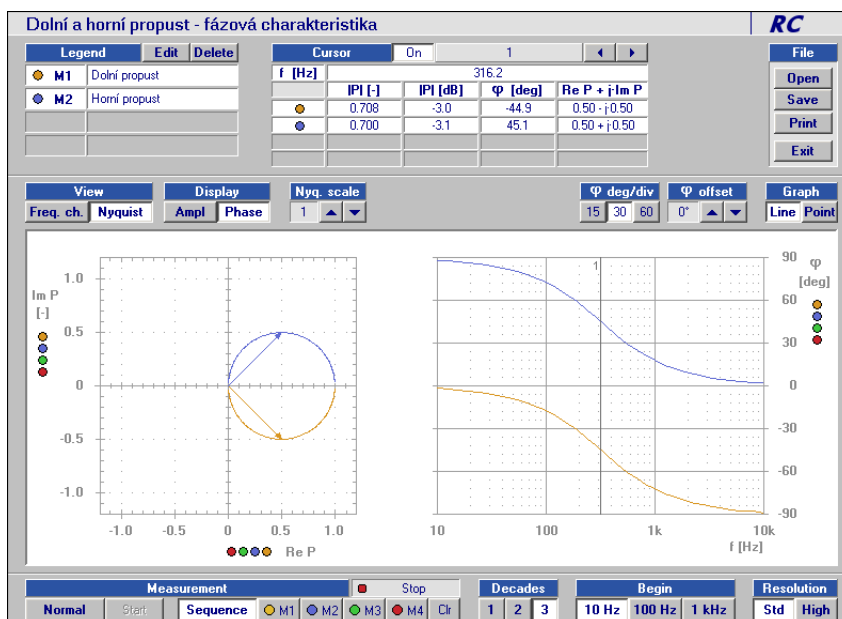
obr. 1, obr. 2

měřicí mód

frekvenční charakteristiky

naměřené charakteristiky

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



Fázové charakteristiky

schéma

obr. 1, obr. 2

měřicí mód

frekvenční charakteristiky

naměřené charakteristiky

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

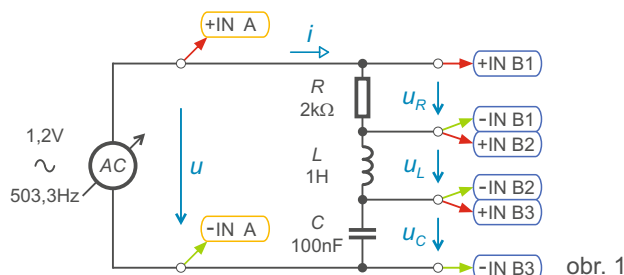
2.4

RLC sériový rezonanční obvod

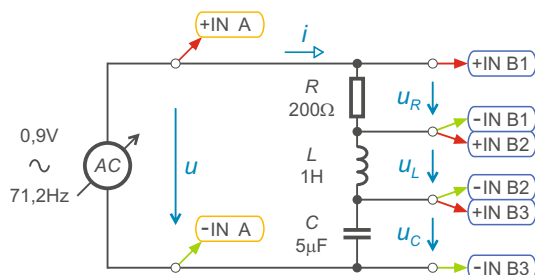
Úkol

Zobrazte časové a fázorové diagramy pro sériový rezonanční obvod v zapojení s ideálním kondenzátorem a ideální cívku (obr. 1) a pro obvod s ideálním kondenzátorem a s reálnou cívku (obr. 2).

Schéma

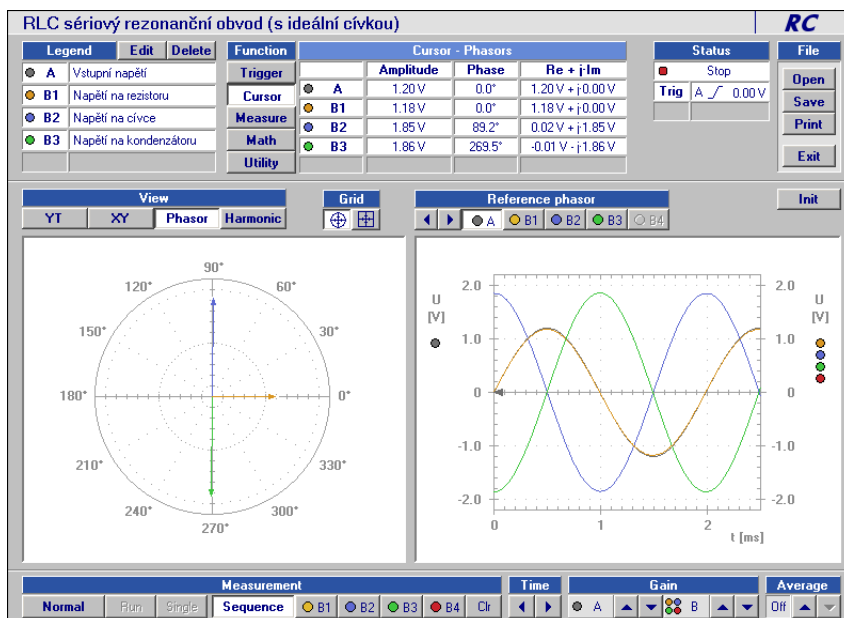


obr. 1



obr. 2

Měření



Obvod s ideální cívku

schéma

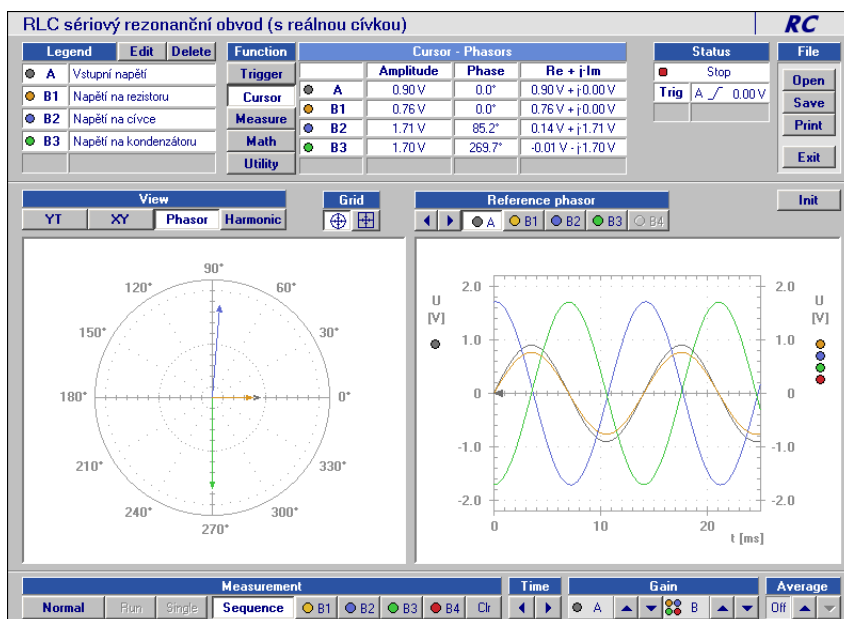
obr. 1

měřicí mód

osciloskop

naměřené časové průběhy

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



Obvod s reálnou cívku

schéma

obr. 2

měřicí mód

osciloskop

naměřené časové průběhy

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

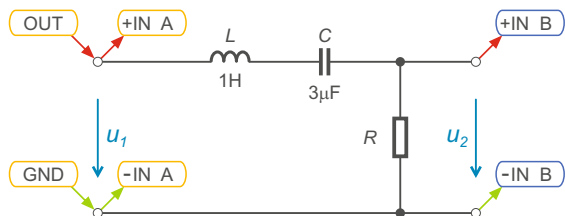
2.5

RLC sériový obvod - pásmová propust

Úkol

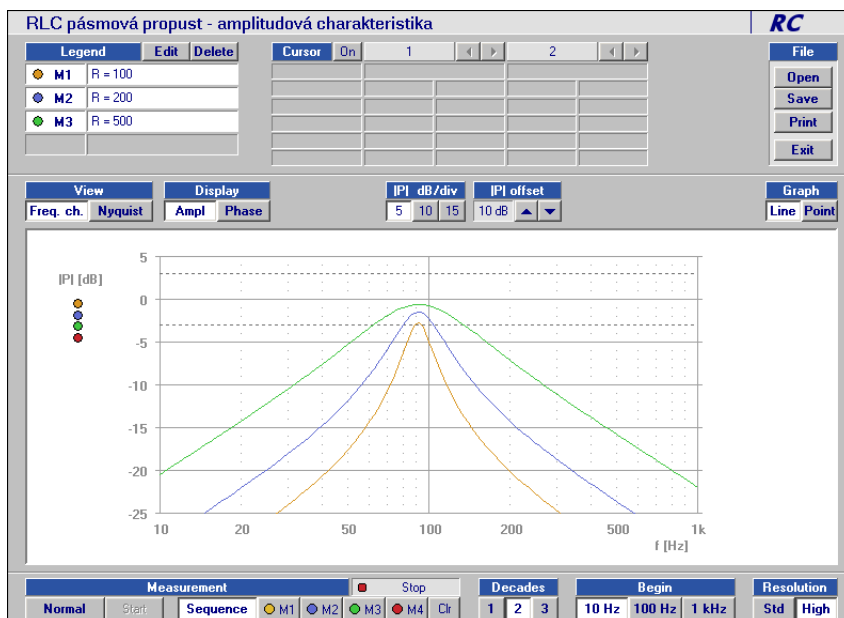
Zobrazte amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky pro RLC pásmovou propust (pro různé hodnoty tlumicího odporu R , např. $R = 100\ \Omega$, $200\ \Omega$, $500\ \Omega$).

Schéma



obr. 1

Měření



Amplitudové charakteristiky

schéma

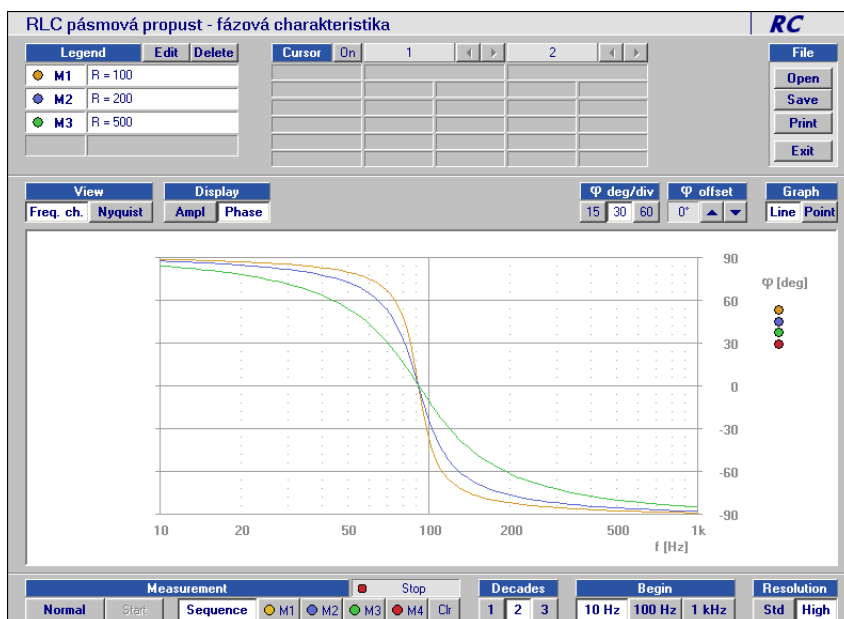
obr. 1

měřicí mód

frekvenční charakteristiky

naměřené charakteristiky

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



Fázové charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

frekvenční charakteristiky

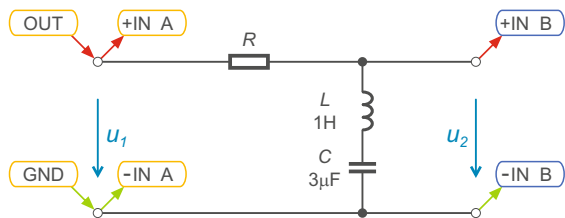
naměřené charakteristiky

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

Úkol

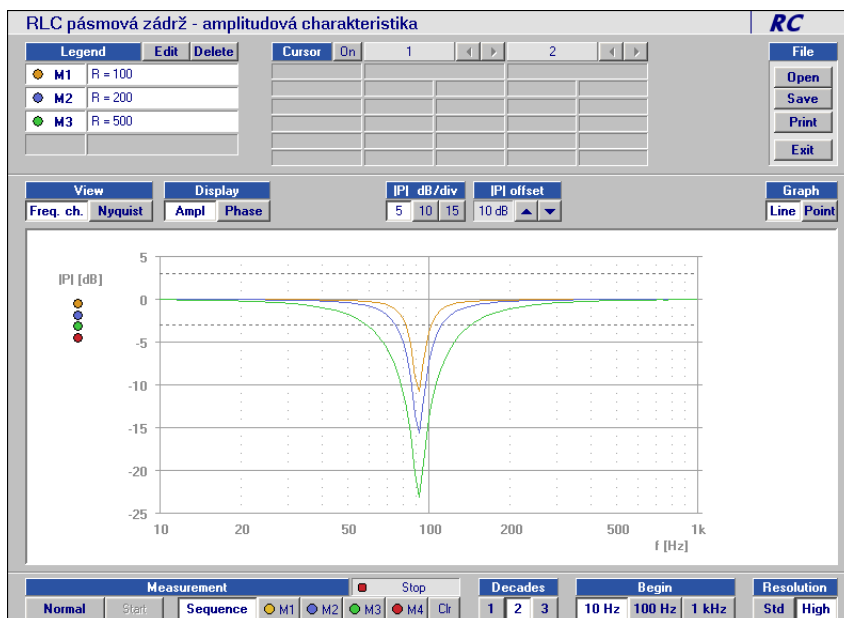
Zobrazte amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky pro RLC pásmovou zadrž (pro různé hodnoty tlumicího odporu R , např. $R = 100\ \Omega$, $200\ \Omega$, $500\ \Omega$).

Schéma



obr. 1

Měření



Amplitudové charakteristiky

schéma

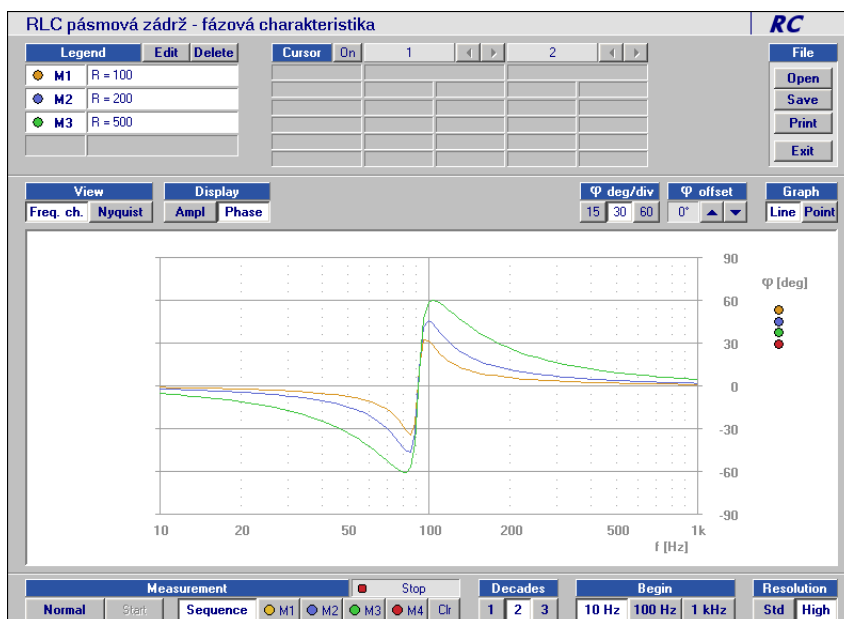
obr. 1

měřicí mód

frekvenční charakteristiky

naměřené charakteristiky

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



Fázové charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

frekvenční charakteristiky

naměřené charakteristiky

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

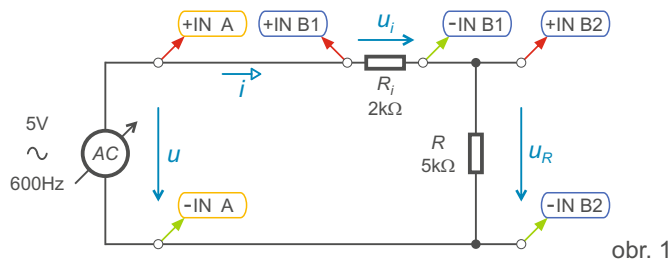
2.7

Rezistor v obvodu střídavého proudu

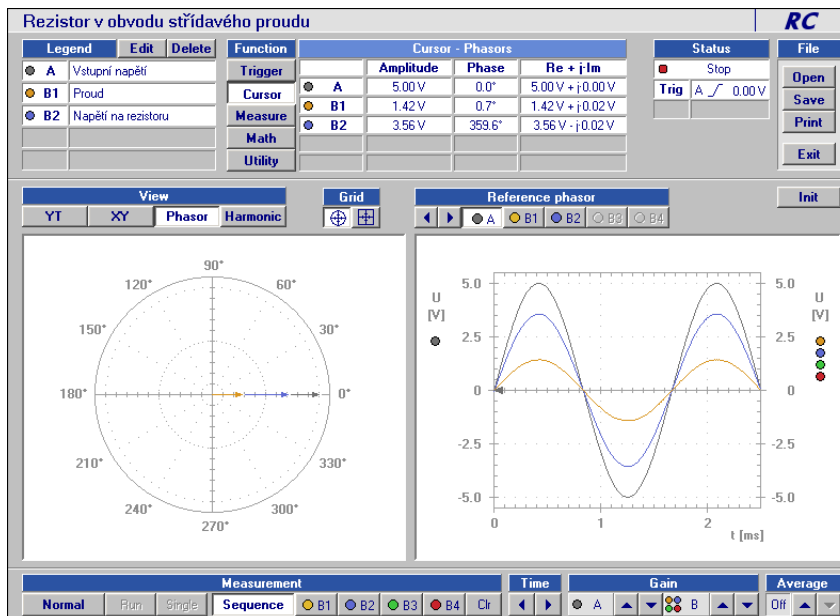
Úkol

Zobrazte časové průběhy a fázorové diagramy pro napětí a proud v obvodu s rezistorem.

Schéma



Měření



Průběhy na rezistoru

schéma

obráz. 1

měřicí mód

osciloskop

naměřené průběhy

● $u(t)$ (V)

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

● $u_R(t)$ (V)

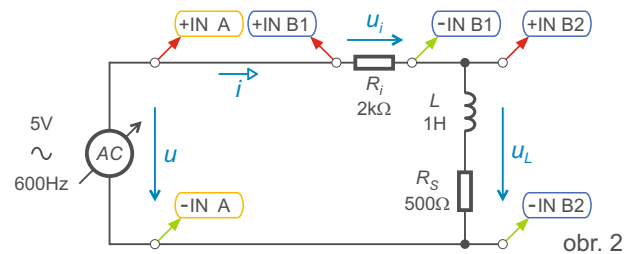
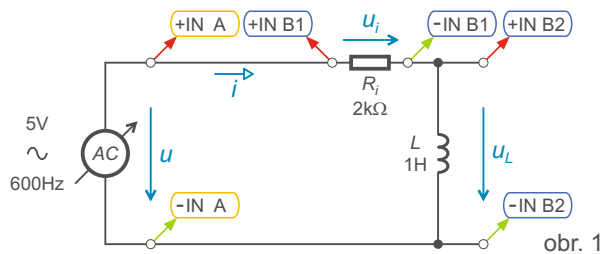
2.8

Cívka v obvodu střídavého proudu

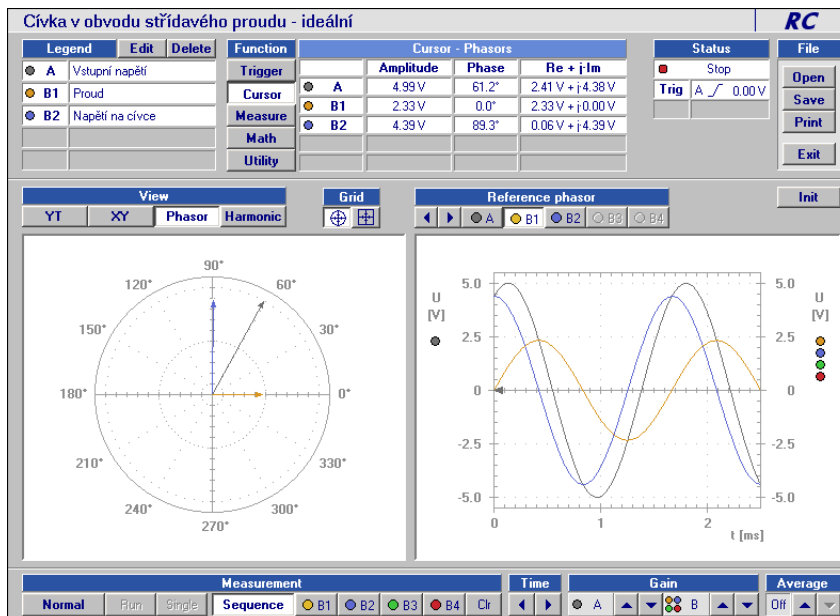
Úkol

Zobrazte časové průběhy a fázorové diagramy pro napětí a proud v obvodu s cívkou (ideální a reálnou).

Schéma



Měření



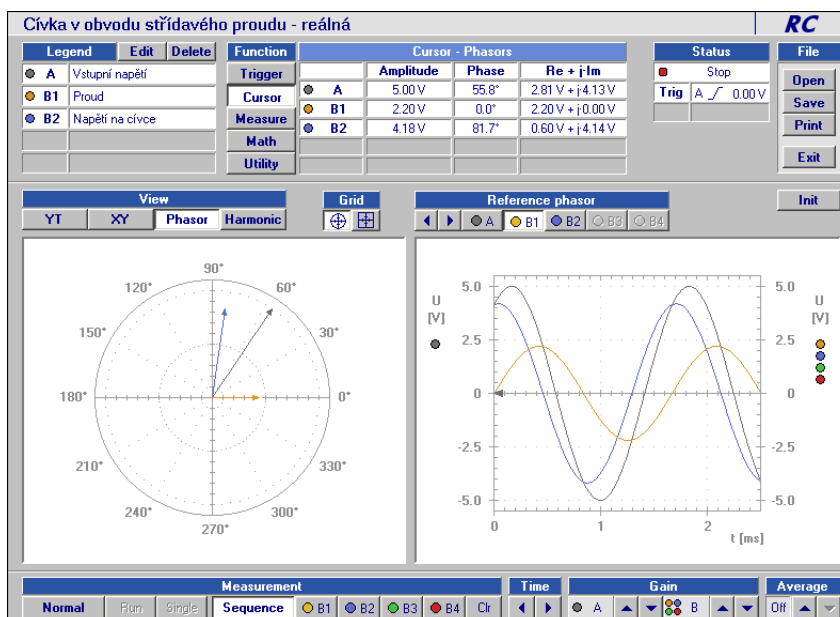
Ideální cívka

schéma

ob. 1

měřicí mód

osciloskop



Reálná cívka

schéma

ob. 2

měřicí mód

osciloskop

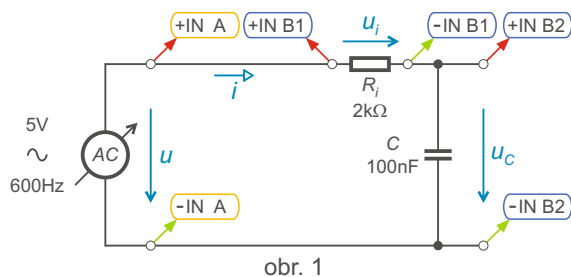
2.9

Kondenzátor v obvodu střídavého proudu

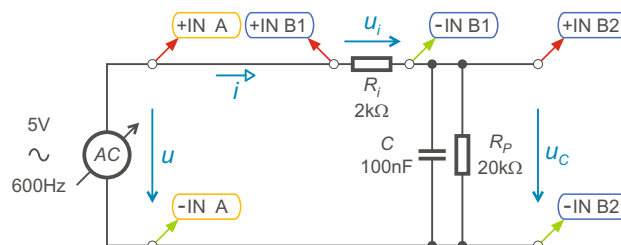
Úkol

Zobrazte časové průběhy a fázorové diagramy pro napětí a proud v obvodu s kondenzátorem (ideálním a reálným).

Schéma

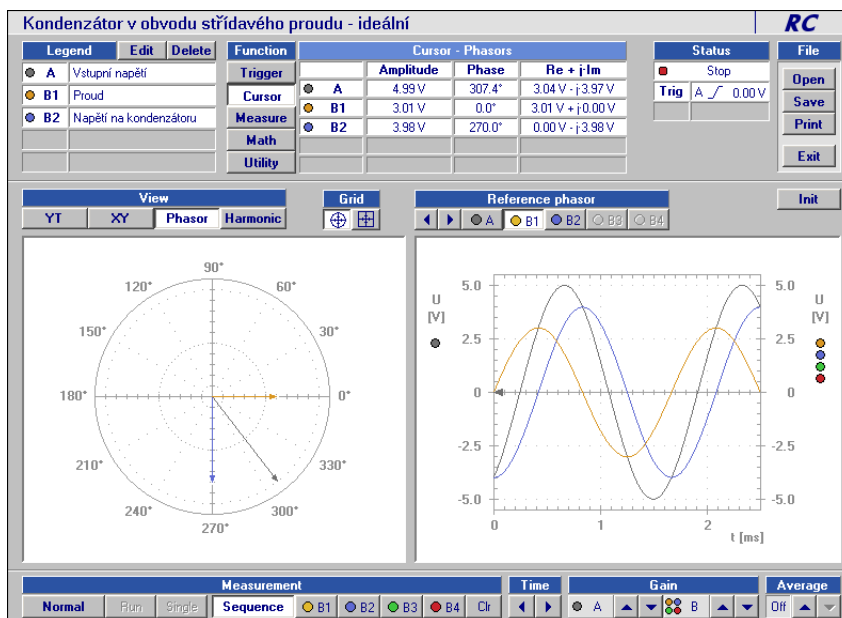


obr. 1



obr. 2

Měření



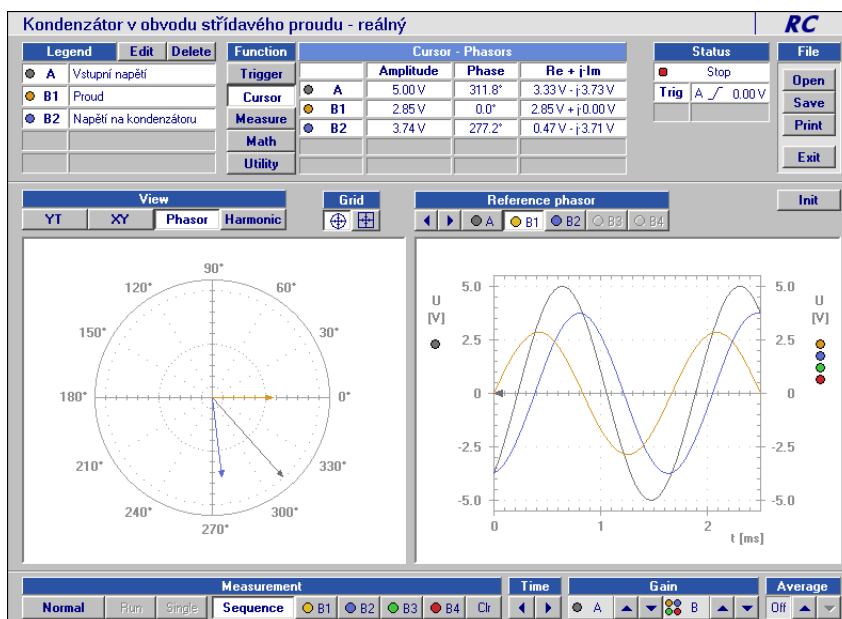
Ideální kondenzátor

schéma

obr. 1

měřicí mód

osciloskop



Reálný kondenzátor

schéma

obr. 2

měřicí mód

osciloskop

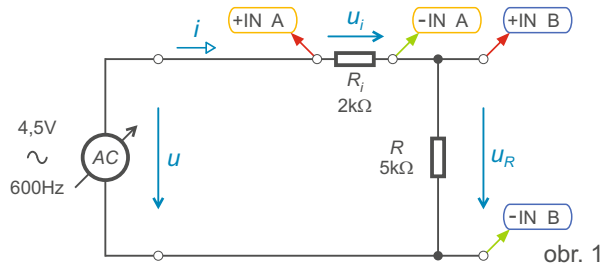
2.10

Činný výkon - rezistor

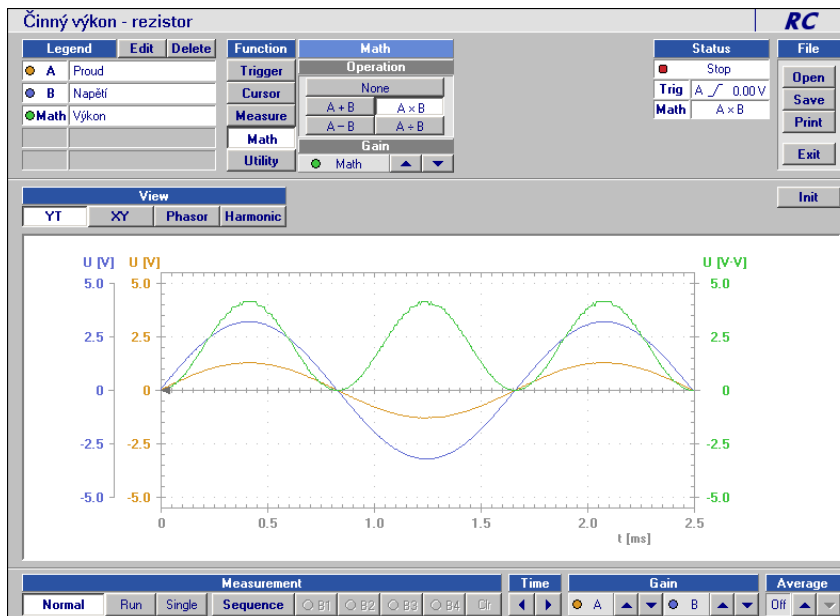
Úkol

Zobrazte časový průběh výkonu na rezistoru.

Schéma



Měření



Výkon na rezistoru

schéma

obr. 1

měřicí mód

osciloskop

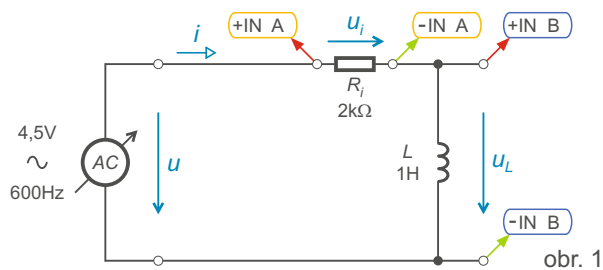
2.11

Jalový výkon - cívka

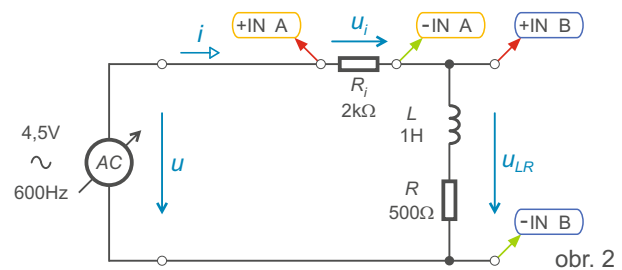
Úkol

Zobrazte časový průběh výkonu na cívce. Srovnajte průběhy na ideální a reálné cívce.

Schéma

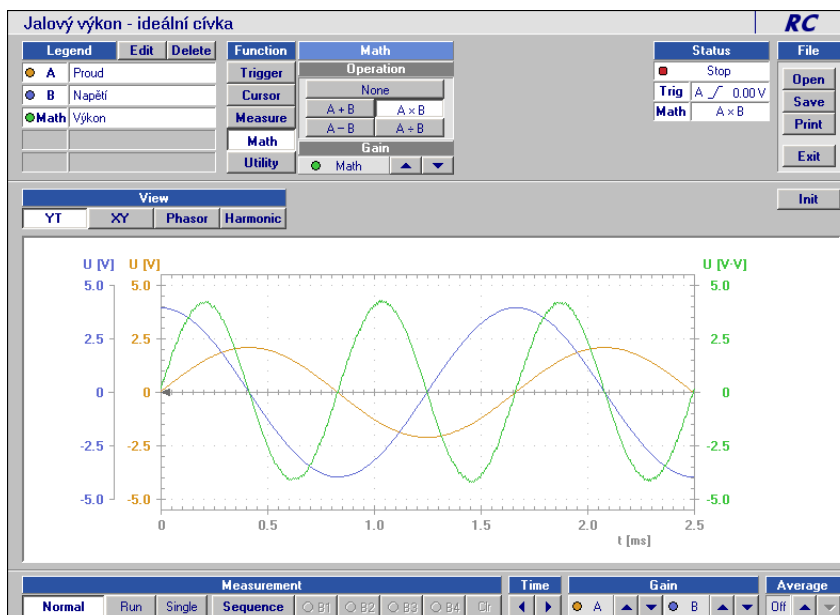


obr. 1



obr. 2

Měření



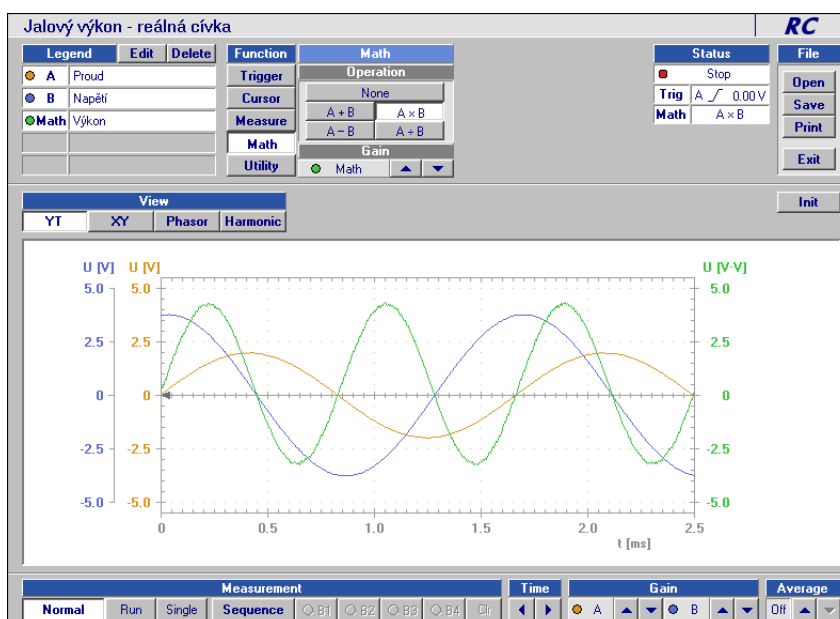
Ideální cívka

schéma

obr. 1

měřicí mód

osciloskop



Reálná cívka

schéma

obr. 2

měřicí mód

osciloskop

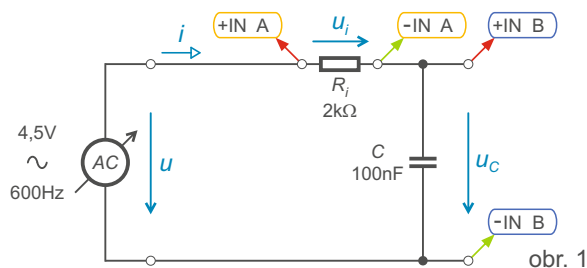
2.12

Jalový výkon - kondenzátor

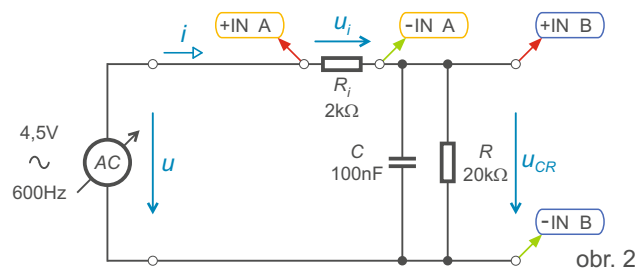
Úkol

Zobrazte časový průběh výkonu na kondenzátoru. Srovnajte průběhy na ideálním a reálném kondenzátoru.

Schéma

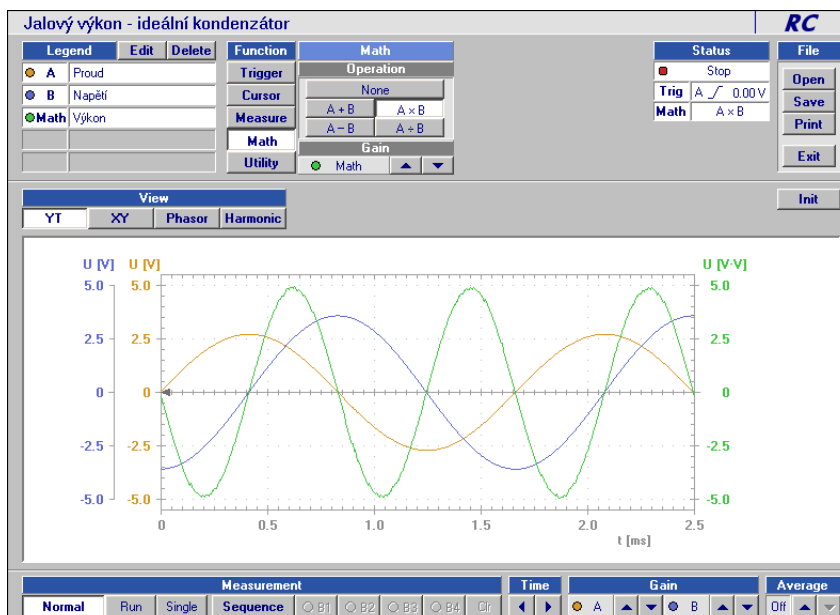


obr. 1



obr. 2

Měření



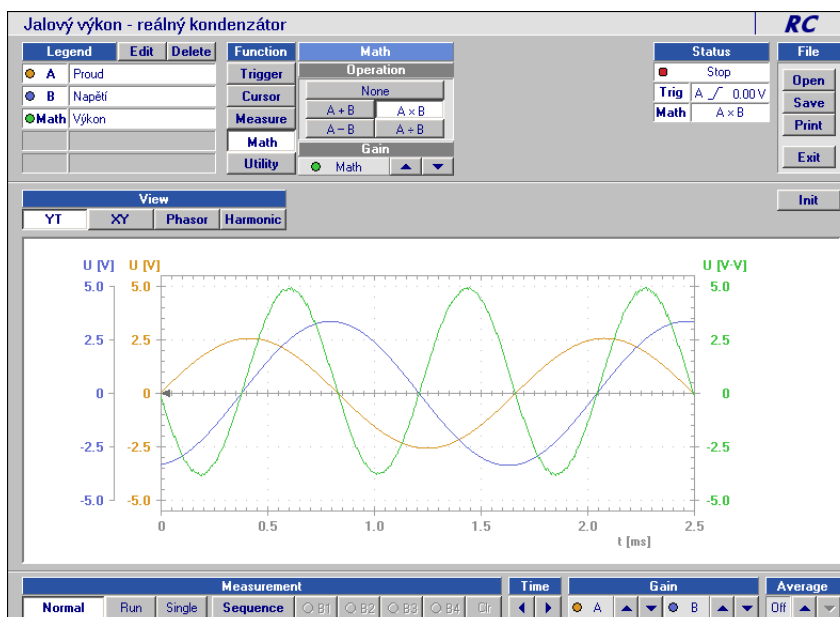
Ideální kondenzátor

schéma

obr. 1

měřicí mód

osciloskop



Reálný kondenzátor

schéma

obr. 2

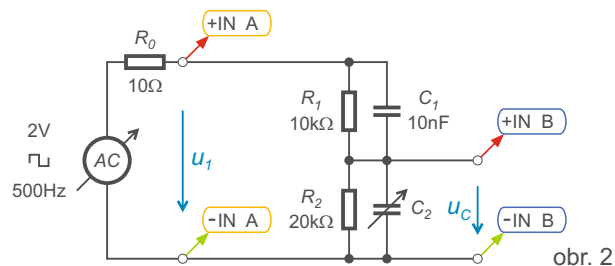
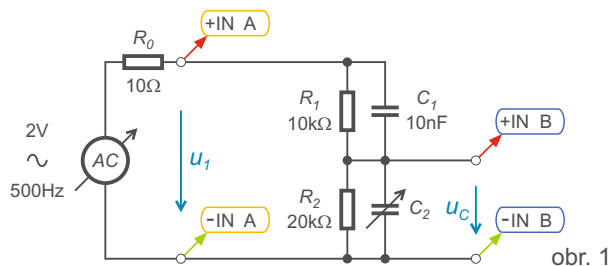
měřicí mód

osciloskop

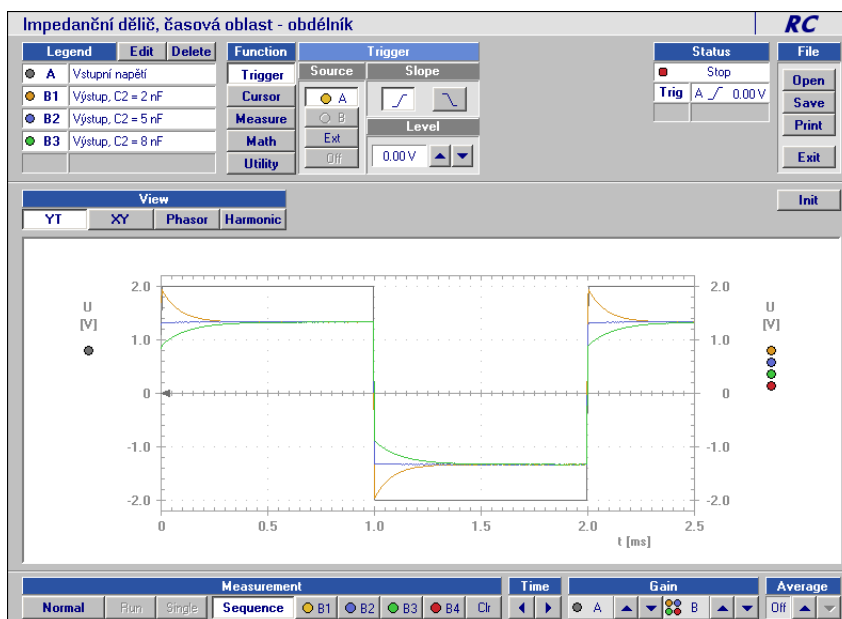
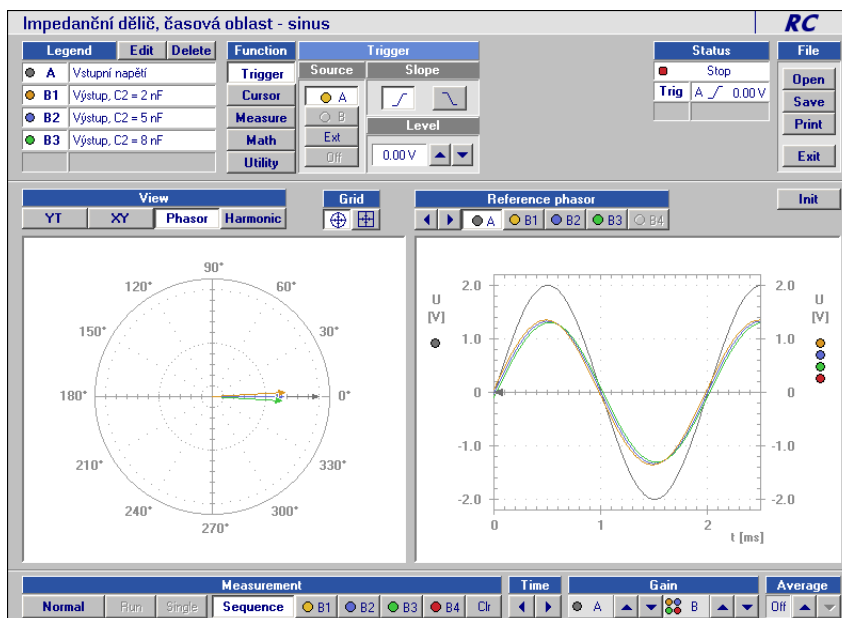
Úkol

Změřte napěťový přenos impedančního děliče (pro $C_2 = 2 \text{ nF}$, 5 nF , 8 nF). Pro vykompenzování děliče musí platit rovnice $R_1 C_1 = R_2 C_2$.

Schéma



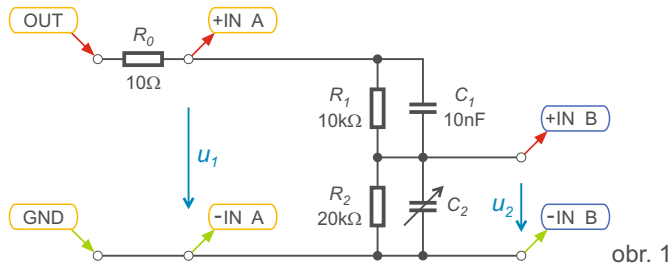
Měření



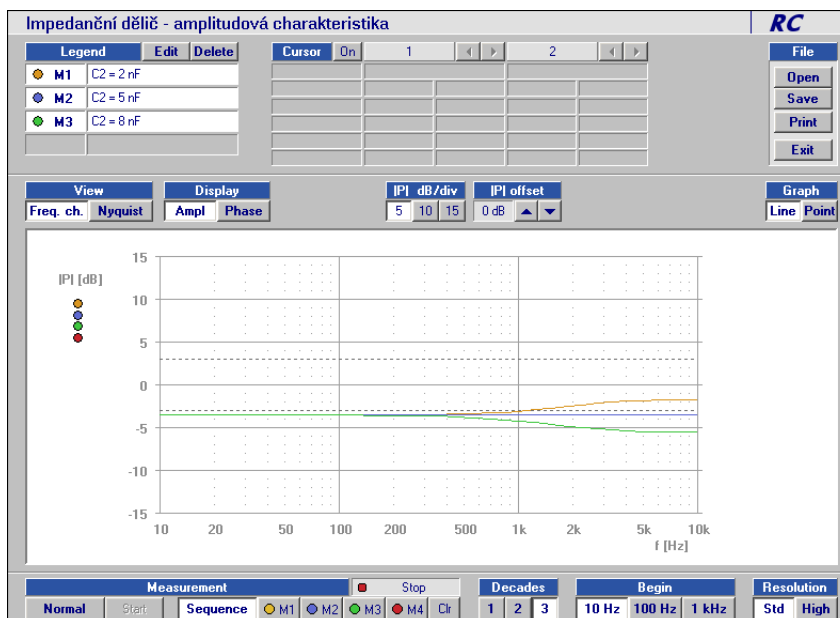
Úkol

Změřte přenosovou frekvenční charakteristiku děliče (pro $C_2 = 2 \text{ nF}$, 5 nF , 8 nF). Pro vykompenzování děliče musí platit rovnice $R_1 C_1 = R_2 C_2$.

Schéma



Měření



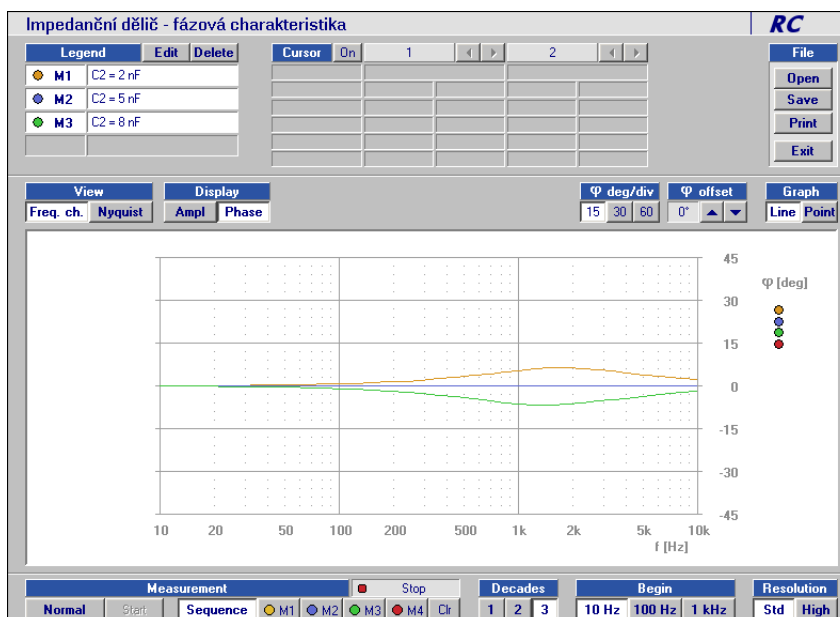
Amplitudové charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

frekvenční charakteristiky



Fázové charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

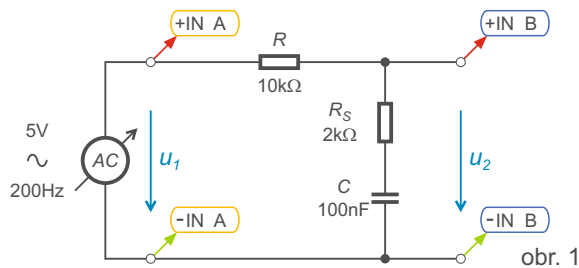
frekvenční charakteristiky

2.15 Ekvivalentní obvody (pro jednu frekvenci) - časová oblast

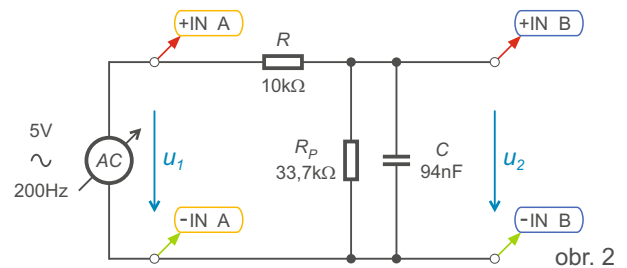
Úkol

Ověřte, že dané ekvivalentní obvody mají stejný napěťový přenos pouze pro sinusové napětí jedné frekvence.

Schéma

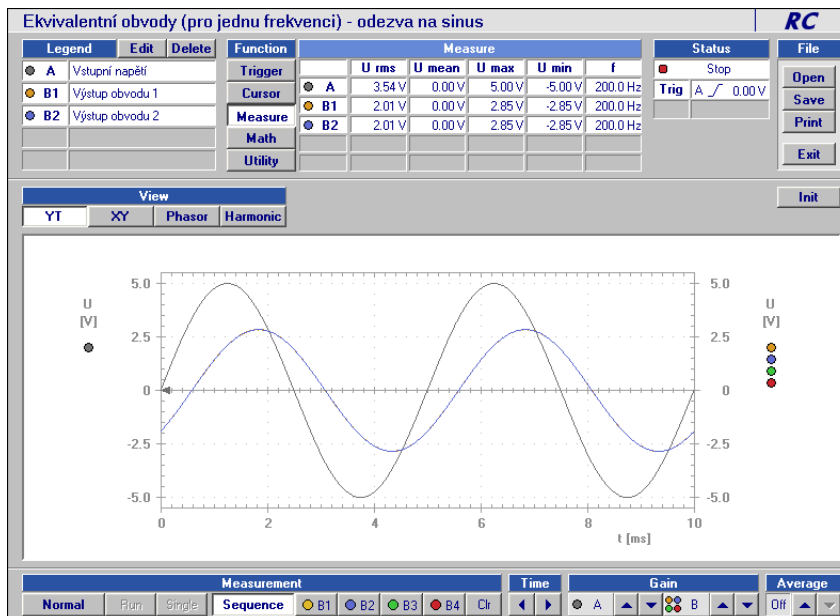


obr. 1



obr. 2

Měření



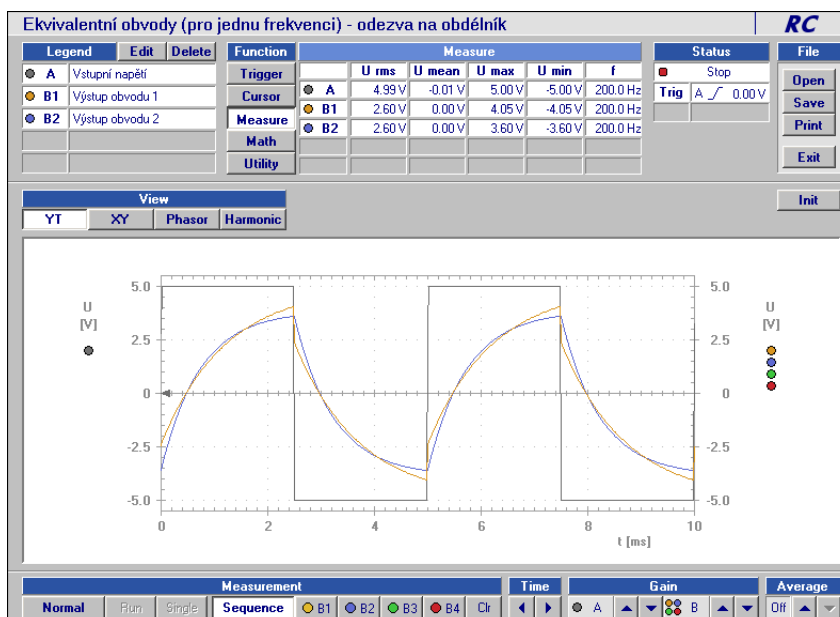
Harmonický průběh

schéma

obr. 1, obr. 2

měřicí mód

osciloskop



Obdélníkový průběh

schéma

obr. 1, obr. 2

měřicí mód

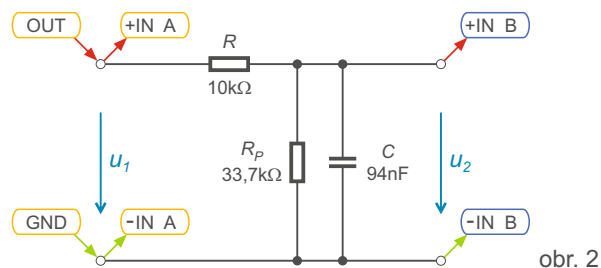
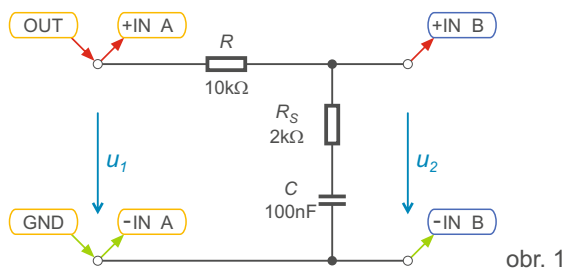
osciloskop

2.16 Ekvivalentní obvody (pro jednu frekvenci) - frekvenční oblast

Úkol

Ověřte, že dané ekvivalentní obvody mají stejný napěťový přenos pouze pro sinusové napětí jedné frekvence.

Schéma



Měření



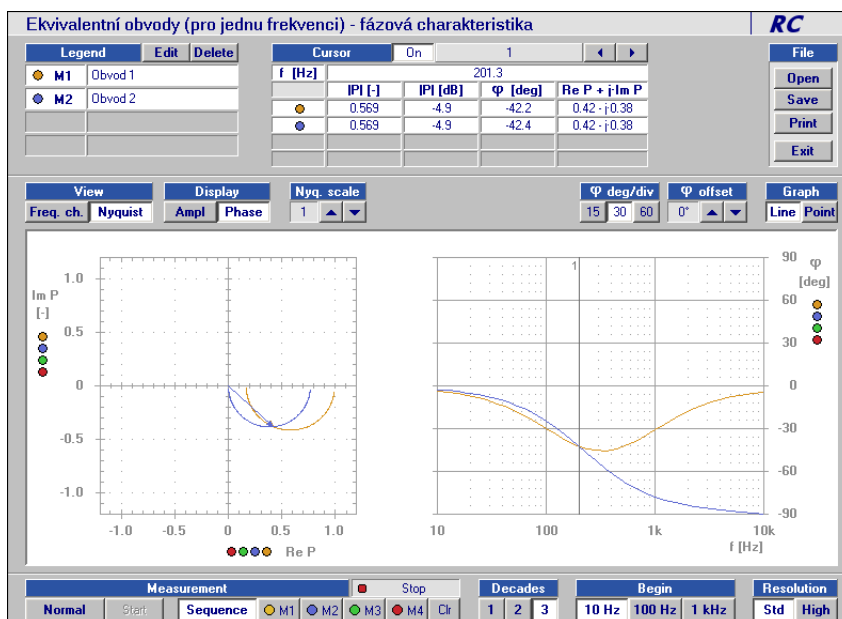
Amplitudové charakteristiky

schéma

obr. 1, obr. 2

měřicí mód

frekvenční charakteristiky



Fázové charakteristiky

schéma

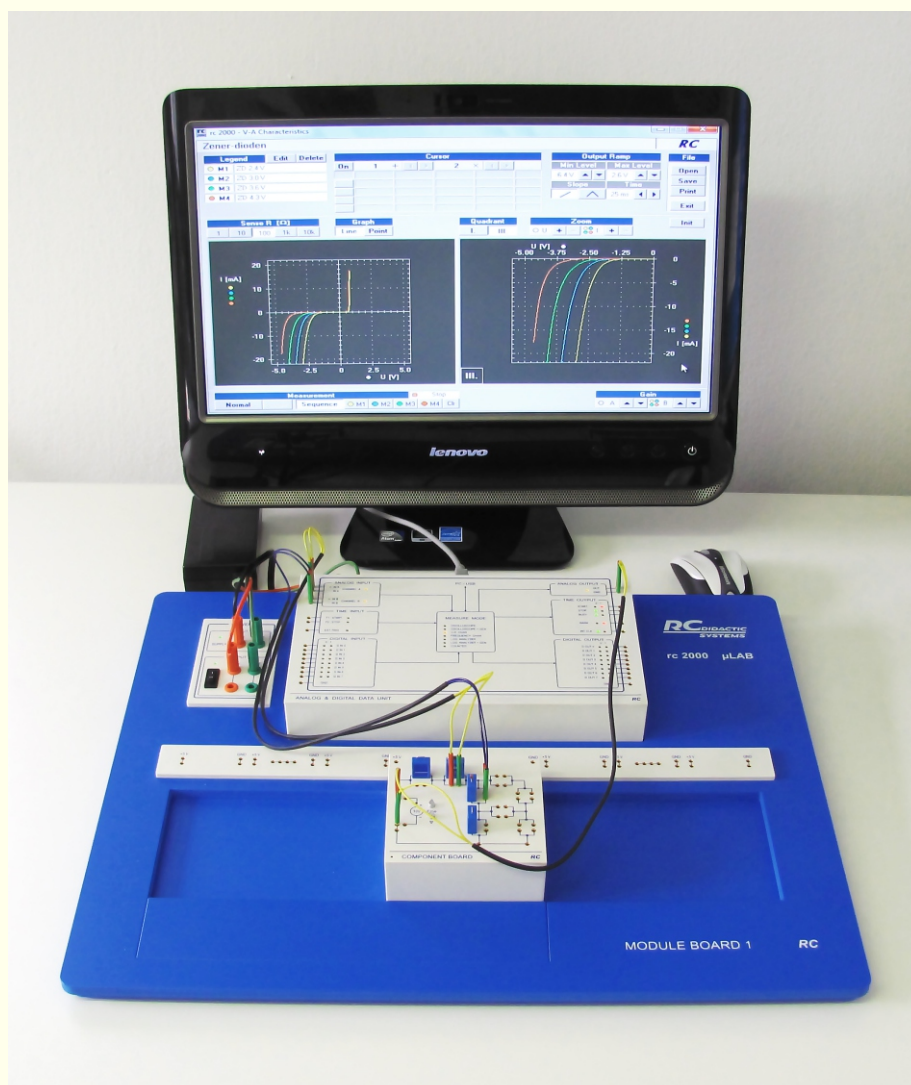
obr. 1, obr. 2

měřicí mód

frekvenční charakteristiky

Výukový systém rc2000 - μ LAB

Voltampérové charakteristiky



Voltampérové charakteristiky	3.0
Lineární rezistory - Ohmův zákon	3.1
NTC rezistor - V/A charakteristika	3.2
PTC rezistor - V/A charakteristika	3.3
Žárovka - V/A charakteristika	3.4
Křemíkové diody - V/A charakteristiky	3.5
Zenerova dioda - V/A charakteristiky	3.6
Světelné diody - V/A charakteristiky	3.7
Bipolární transil - V/A charakteristika	3.8
Lineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky	3.9
Lineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky	3.10
Nelineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky	3.11
Nelineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky	3.12
Nelineární a lineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky	3.13
Nelineární a lineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky	3.14
Vstupní charakteristiky bipolárního tranzistoru NPN	3.15
Výstupní charakteristiky bipolárního tranzistoru NPN	3.16
Výstupní charakteristiky bipolárního tranzistoru PNP	3.17
Výstupní charakteristiky unipolárního tranzistoru J-FET	3.18
V/A charakteristika tyristoru	3.19

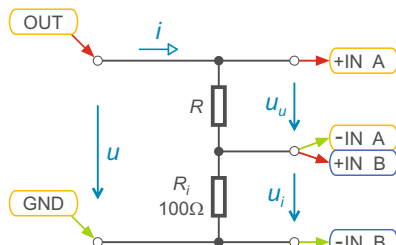
3.1

Lineární rezistory - Ohmův zákon

Úkol

Zobrazte V/A charakteristiky lineárních rezistorů. Použijte hodnoty 100 Ω , 200 Ω a 500 Ω .

Schema



obr. 1

Měření



Lineární rezistory

schéma

obr. 1

měřicí mód

V-A charakteristiky

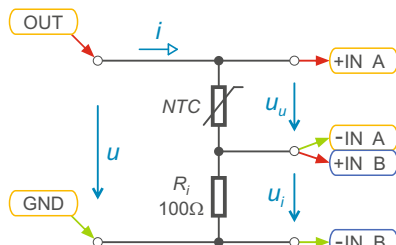
3.2

NTC rezistor - V/A charakteristika

Úkol

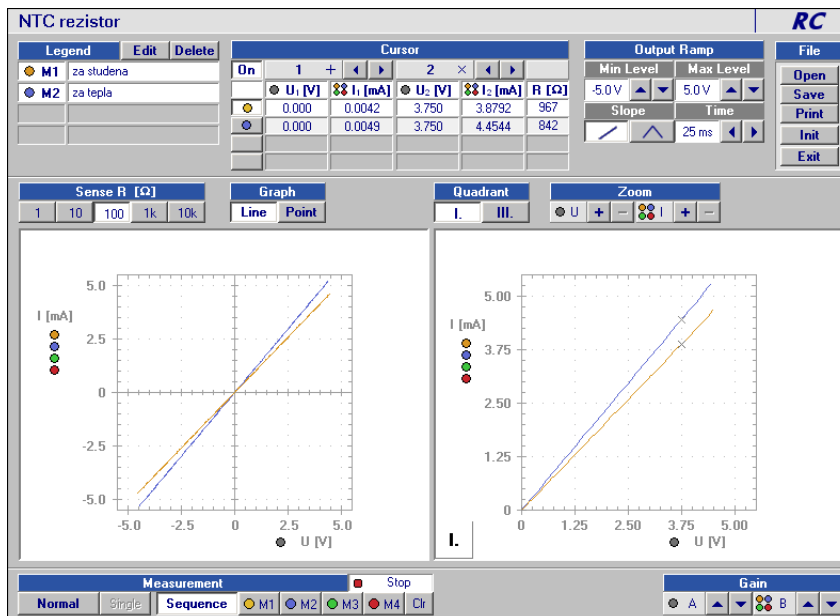
Zobrazte V/A charakteristiky NTC rezistoru pro dvě různé teploty.

Schema



obr. 1

Měření



NTC rezistor

schéma

obr. 1

měřicí mód

V-A charakteristiky

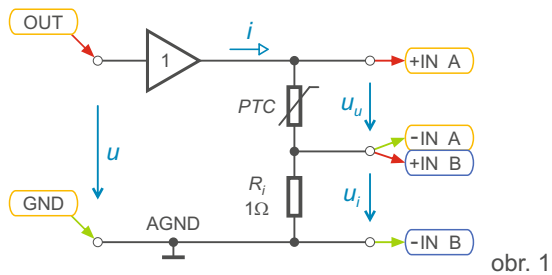
3.3

PTC rezistor - V/A charakteristika

Úkol

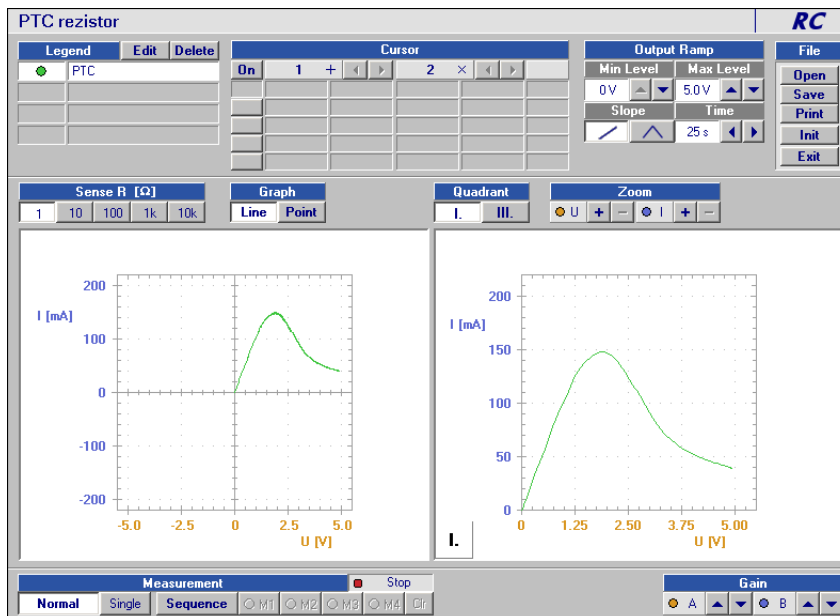
Zobrazte V/A charakteristiku PTC rezistoru.

Schema



obr. 1

Měření



PTC rezistor

schéma

obr. 1

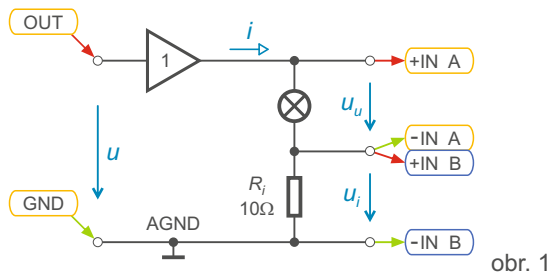
měřicí mód

V-A charakteristiky

Úkol

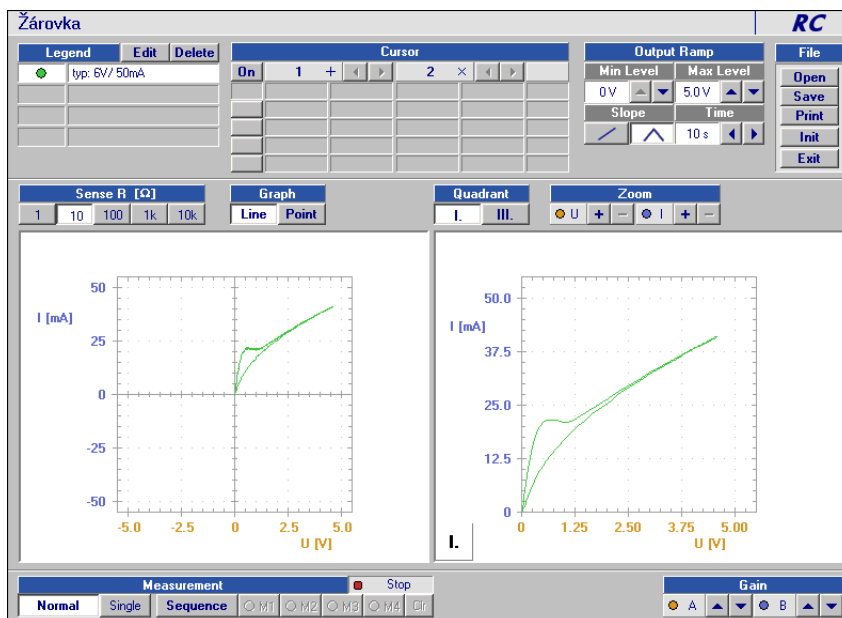
Zobrazte V/A charakteristiku žárovky. Měření provedte pro rostoucí i pro klesající napětí.

Schema



obr. 1

Měření



Žárovka

schéma

obr. 1

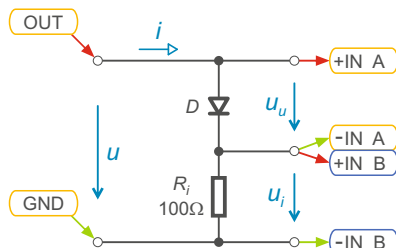
měřicí mód

V-A charakteristiky

Úkol

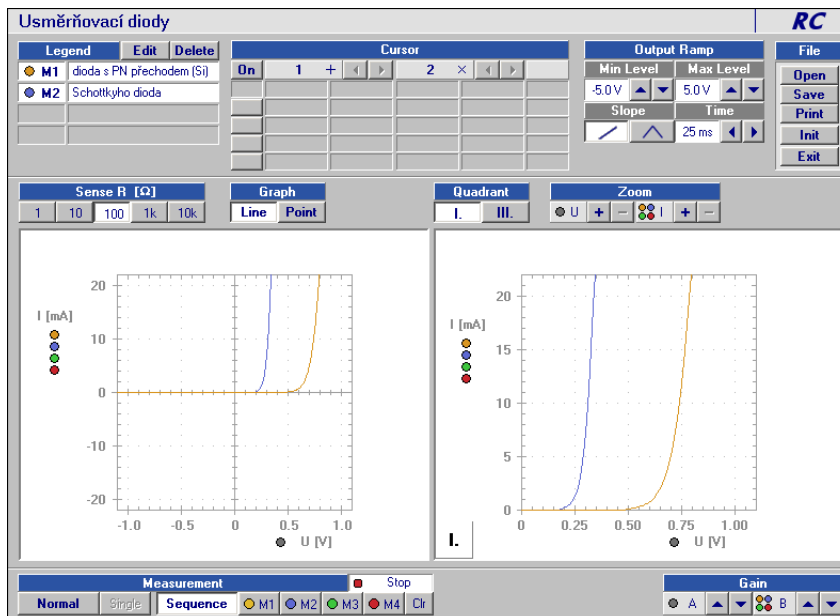
Zobrazte V/A charakteristiky usměřňovacích diod. Porovnejte V/A charakteristiku Schottkyho diody s V/A charakteristikou diody s přechodem PN.

Schema



obr. 1

Měření



Usměřňovací dioda

schéma

obr. 1

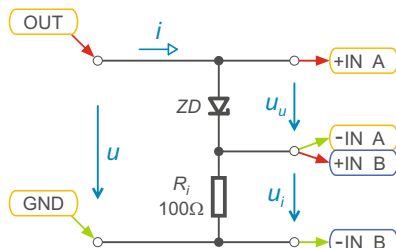
měřicí mód

V-A charakteristiky

Úkol

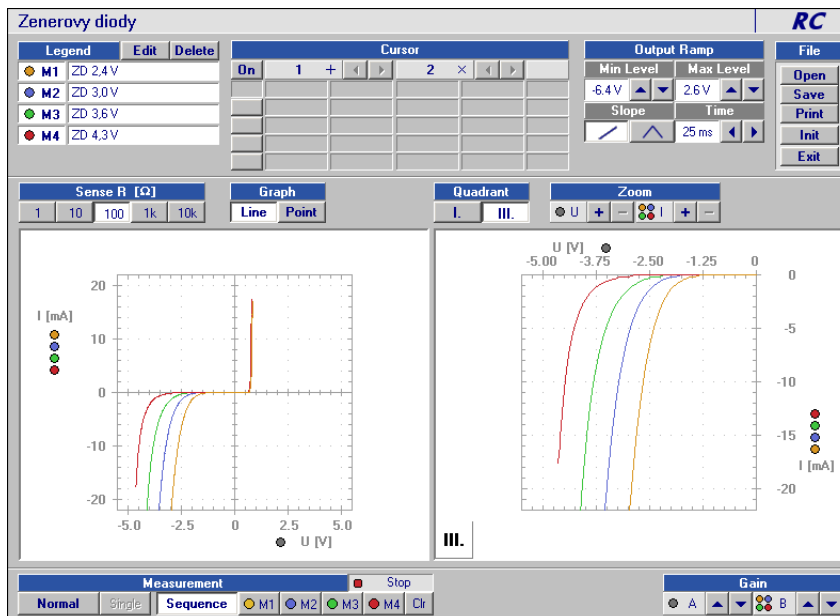
Zobrazte V/A charakteristiky Zenerových diod s různým Zenerovým napětím.

Schema



obr. 1

Měření



Zenerovy diody

schéma

obr. 1

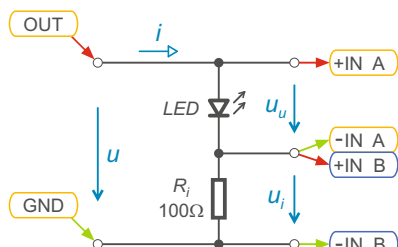
měřicí mód

V-A charakteristiky

Úkol

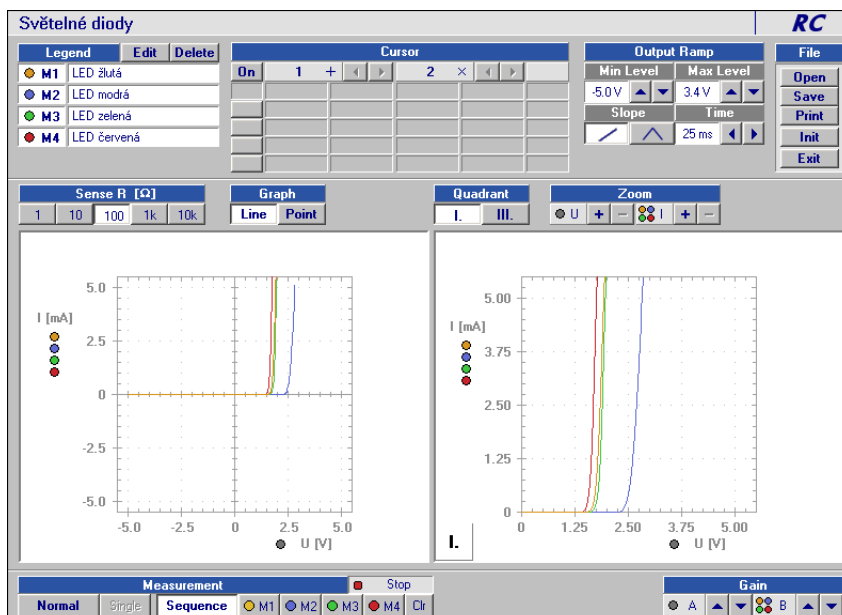
Zobrazte V/A charakteristiky světelných diod různých barev.

Schema



obr. 1

Měření



Světelné diody

schéma

obr. 1

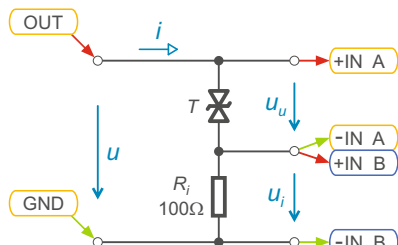
měřicí mód

V-A charakteristiky

Úkol

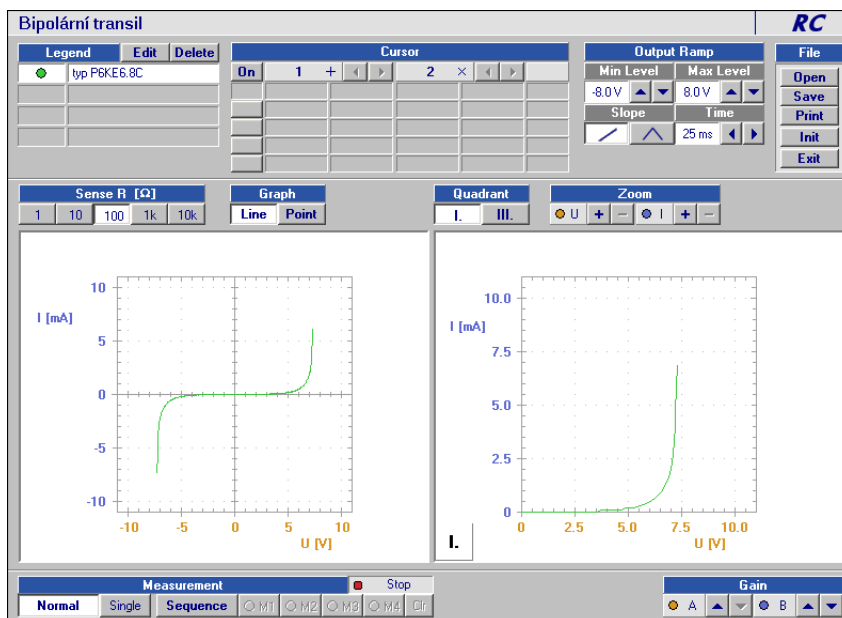
Zobrazte V/A charakteristiku bipolárního transilu.

Schema



obr. 1

Měření



Bipolární transil

schéma

obr. 1

měřicí mód

V-A charakteristiky

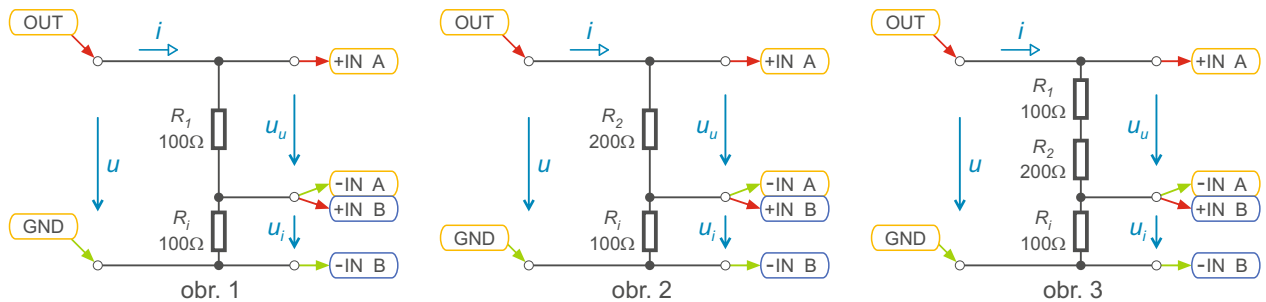
3.9

Lineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky

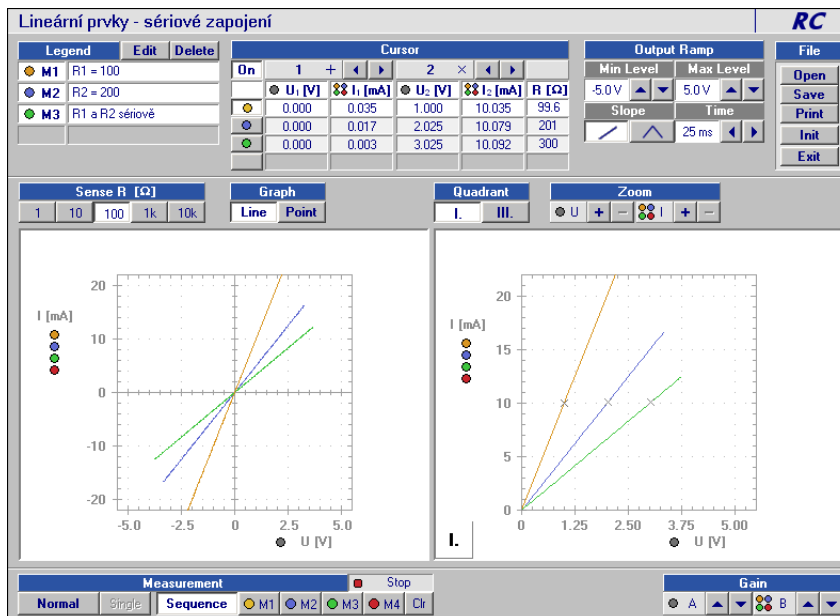
Úkol

Zobrazte V/A charakteristiky dvou lineárních prvků a jejich sériové kombinace.

Schema



Měření



Lineární prvky (sériově)

schéma

obr. 1,2,3

měřicí mód

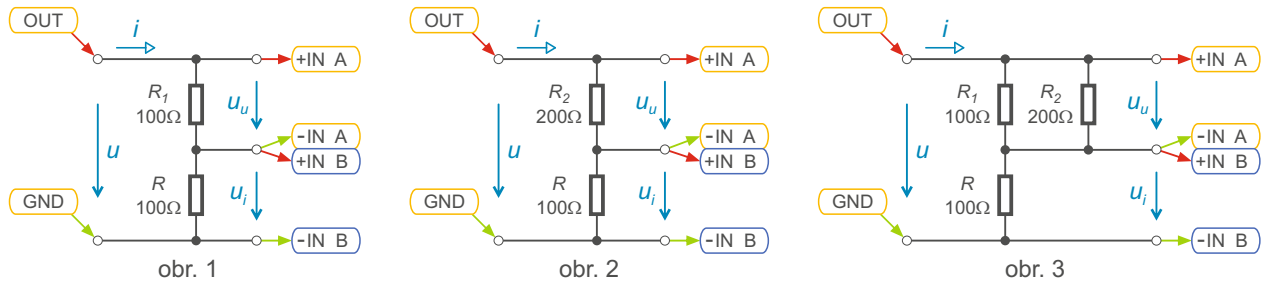
V-A charakteristiky

Lineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky

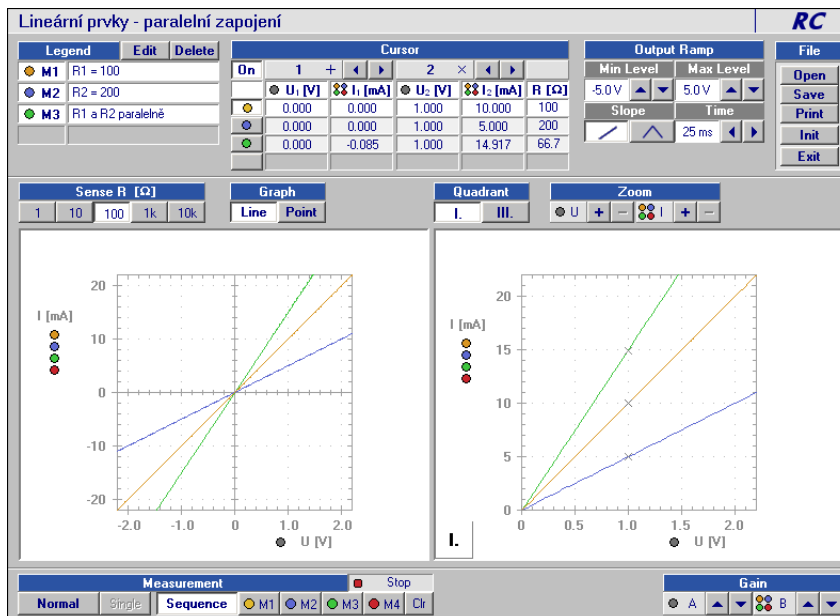
Úkol

Zobrazte V/A charakteristiky dvou lineárních prvků a jejich paralelní kombinace.

Schema



Měření



Lineární prvky (paralelně)

schéma

obr. 1,2,3

měřicí mód

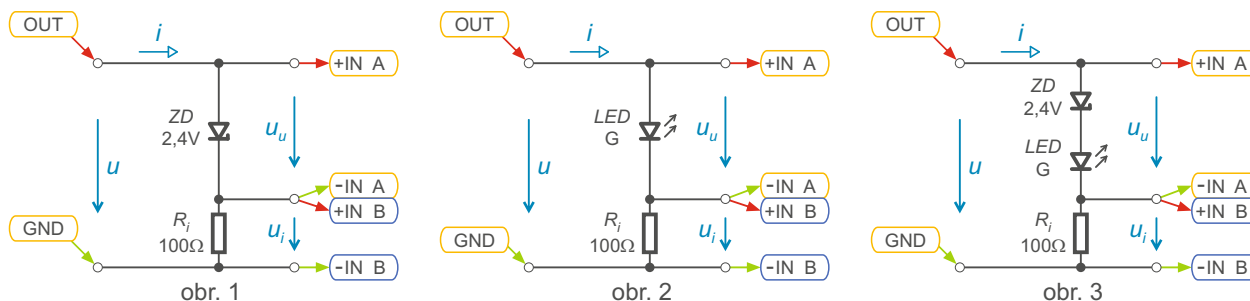
V-A charakteristiky

3.11 Nelineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky

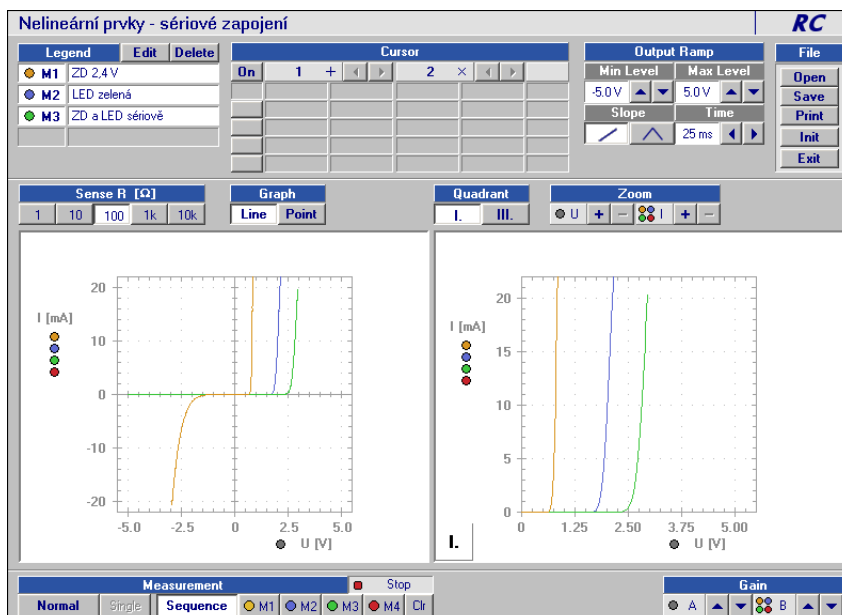
Úkol

Zobrazte V/A charakteristiky dvou nelineárních prvků (diod) a jejich sériové kombinace.

Schema



Měření



Nelineární prvky (sériově)

schéma

obr. 1,2,3

měřicí mód

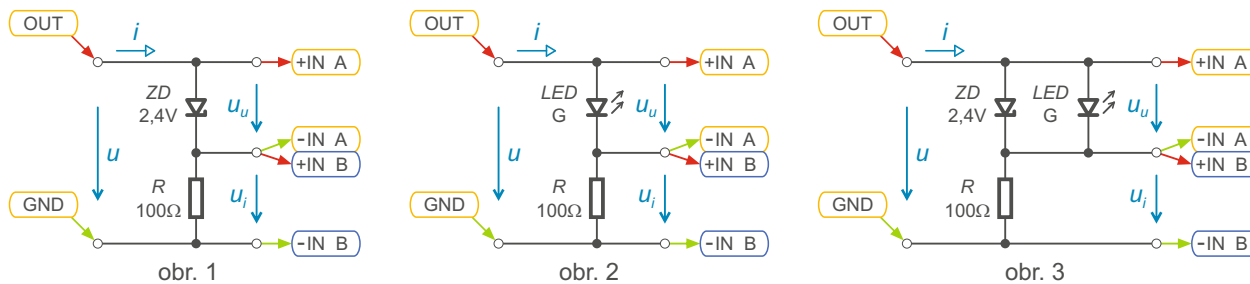
V-A charakteristiky

3.12 Nelineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky

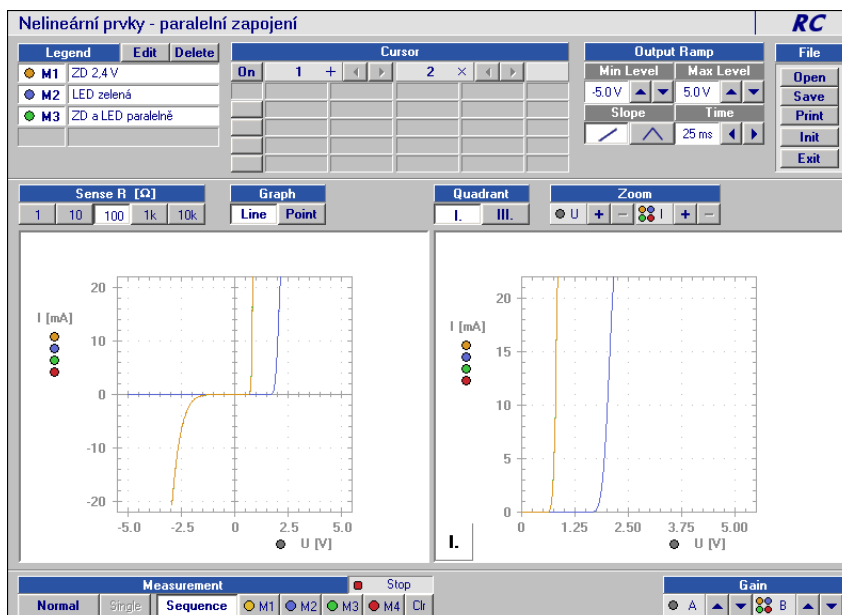
Úkol

Zobrazte V/A charakteristiky dvou nelineárních prvků (diod) a jejich paralelní kombinace.

Schema



Měření

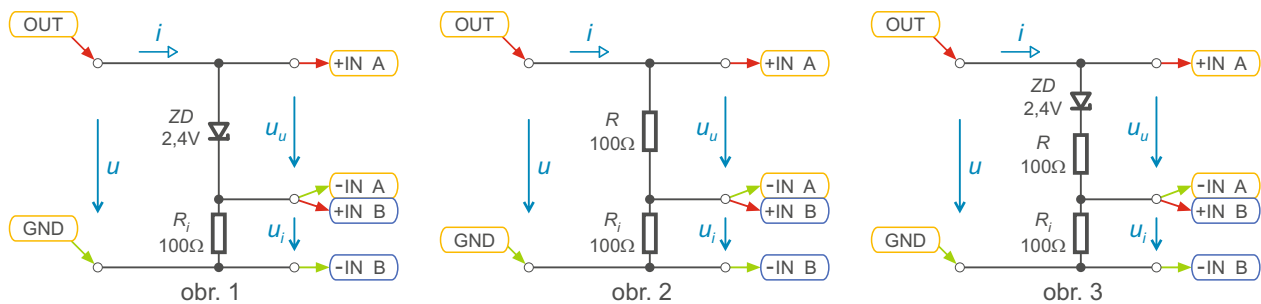


3.13 Nelineární a lineární prvky (sériové zapojení) - V/A charakteristiky

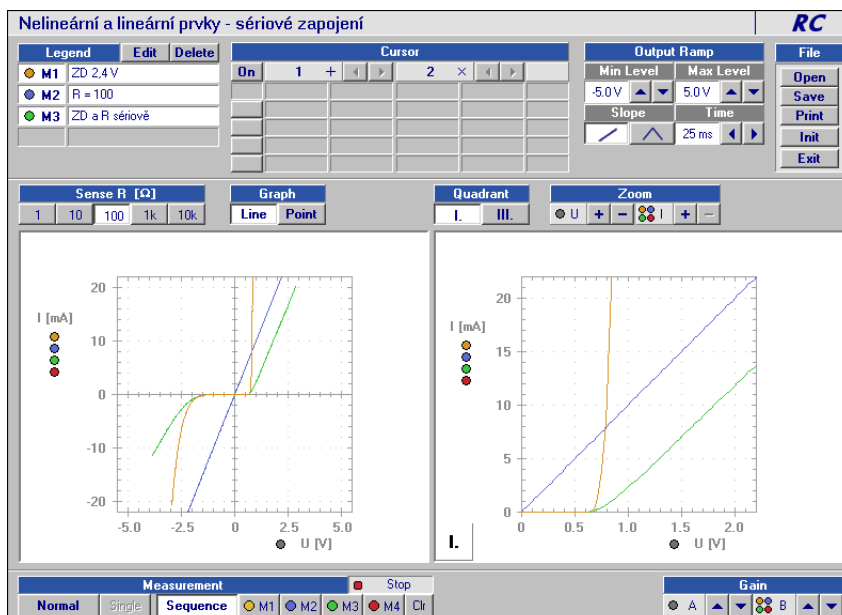
Úkol

Zobrazte V/A charakteristiky sériové kombinace lineárního a nelineárního prvku.

Schema



Měření



Nelineární a lineární prvky

schéma

obr. 1,2,3

měřicí mód

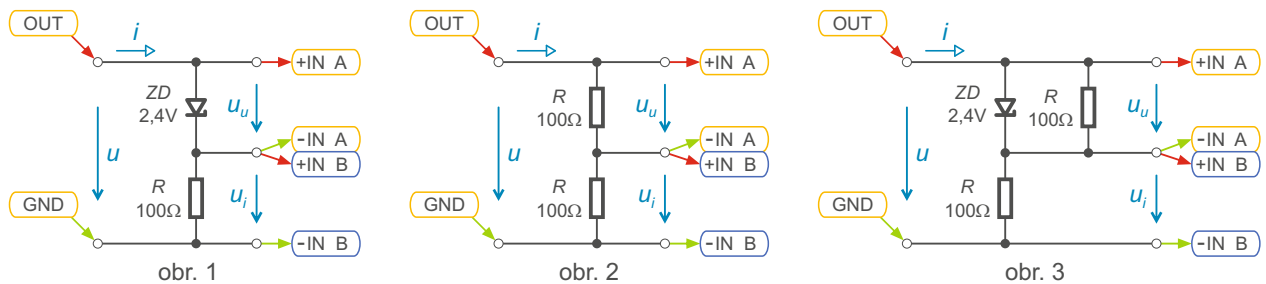
V-A charakteristiky

3.14 Nelineární a lineární prvky (paralelní zapojení) - V/A charakteristiky

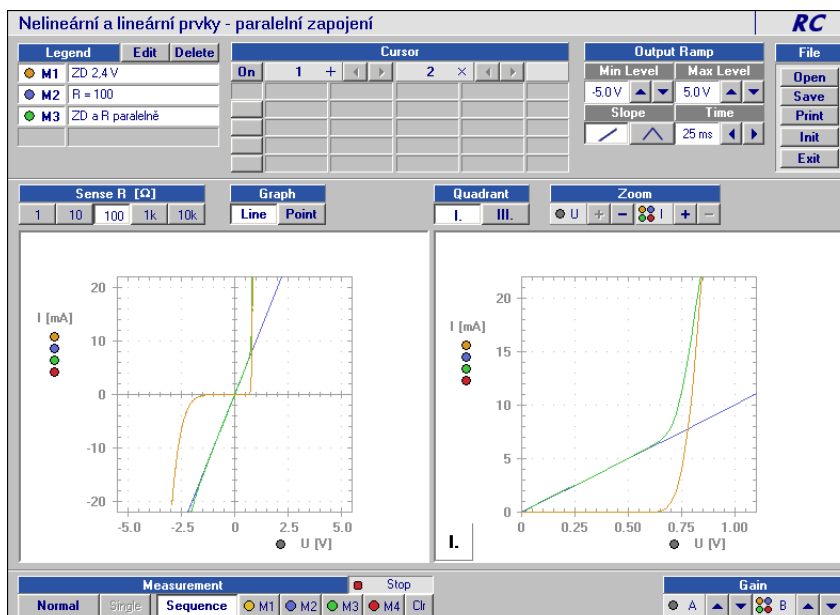
Úkol

Zobrazte V/A charakteristiky paralelní kombinace lineárního a nelineárního prvku.

Schema



Měření



Nelineární a lineární prvky

schéma

obr. 1,2,3

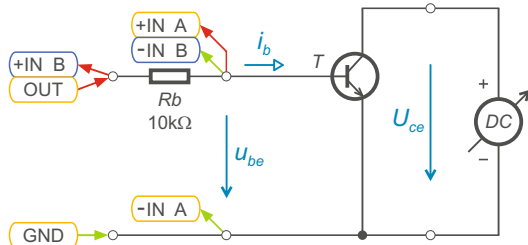
měřicí mód

V-A charakteristiky

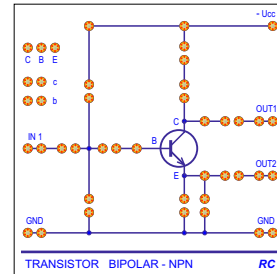
Úkol

Změřte a zobrazte vstupní charakteristiky tranzistoru BC546B.

Schéma

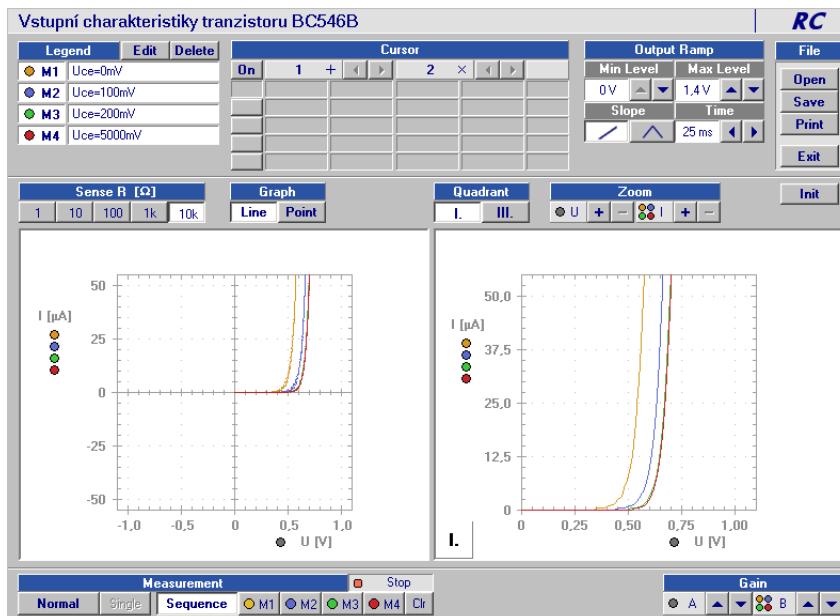


obr. 1



obr. 2

Měření



Vstupní charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

V-A charakteristiky

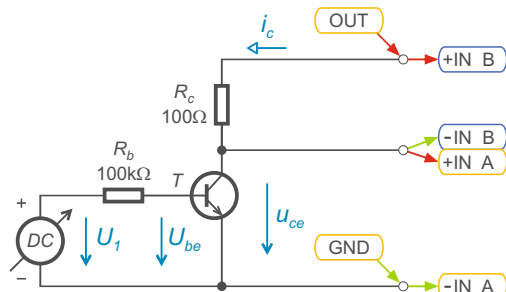
Poznámky

- do **Modulu bipolárního tranzistoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **BC546B**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochrany **b** a **c**
- v programu (Blok *Output Ramp*) nastavíme výstupní průběh v rozsahu 0V - 1,4V

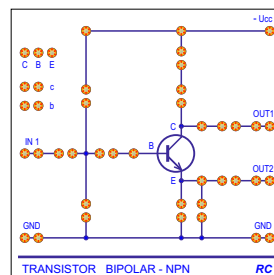
Úkol

Změřte a zobrazte výstupní charakteristiky NPN tranzistoru BC546B.

Schéma

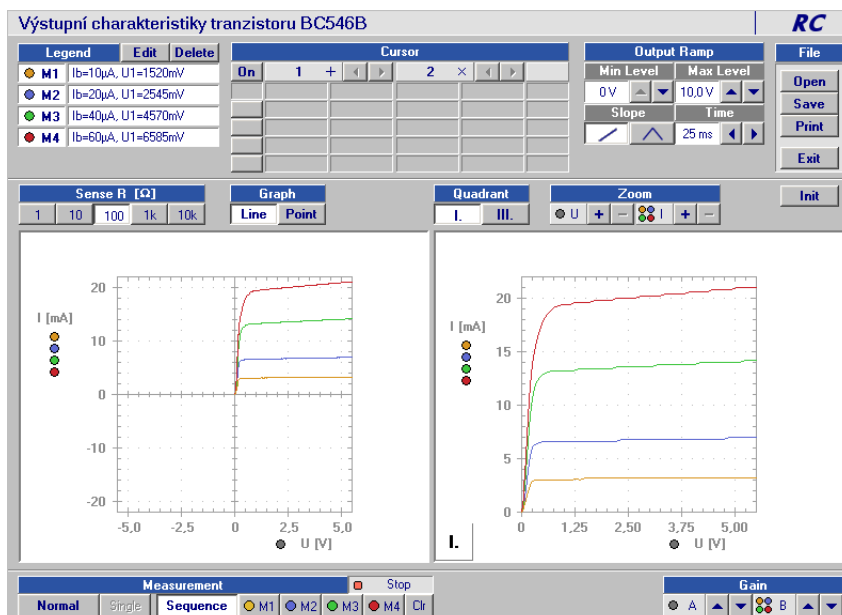


obr. 1



obr. 2

Měření



Výstupní charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

V-A charakteristiky

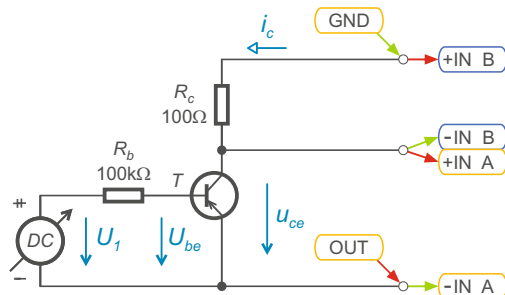
Poznámky

- do **Modulu bipolárního tranzistoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **BC546B**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochranu **c**
- v programu (Blok *Output Ramp*) nastavíme výstupní průběh v rozsahu **0V - 10V**

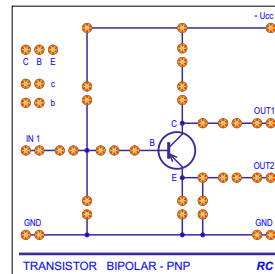
Úkol

Změřte a zobrazte výstupní charakteristiky PNP tranzistoru BC556B.

Schéma

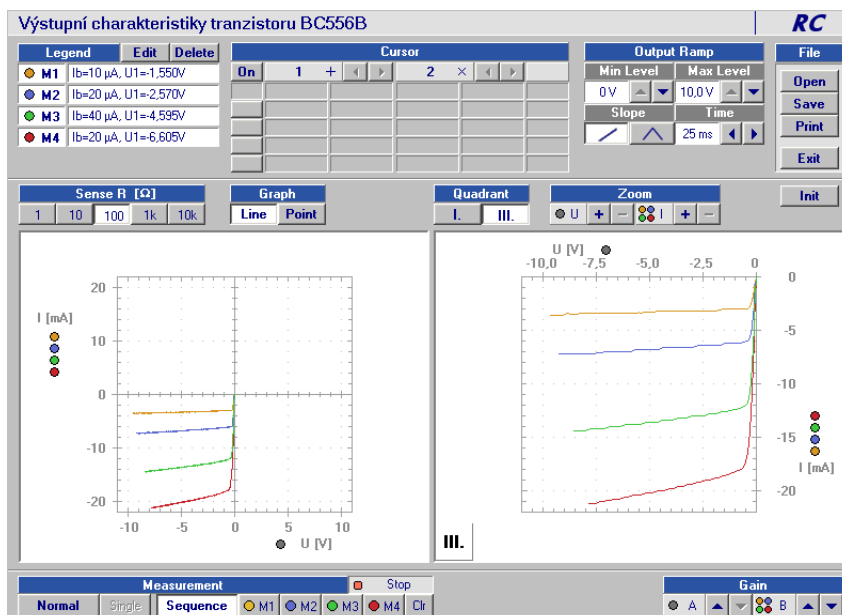


obr. 1



obr. 2

Měření



Výstupní charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

V-A charakteristiky

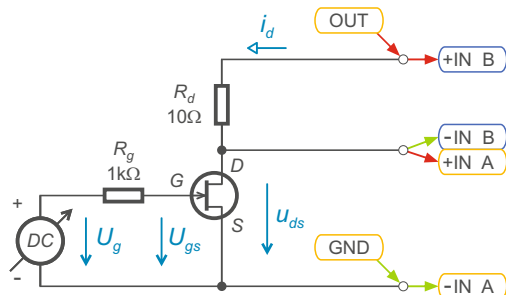
Poznámky

- do **Modulu bipolárního tranzistoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **BC556B**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochranu **c**
- při zachování orientace os grafu jsou naměřené průběhy pro tranzistor PNP „opačné“ oproti tranzistoru NPN
- v programu (Blok *Output Ramp*) nastavíme výstupní průběh v rozsahu 0V - 10V
- průběh napětí z Bloku *Output Ramp* může být jen vzrůstající - proto je napětí do obvodu přiloženo obráceně

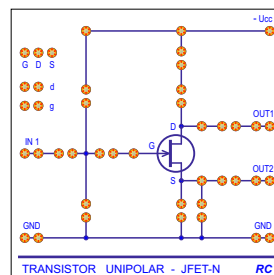
Úkol

Změřte a zobrazte výstupní charakteristiky tranzistoru BF245B.

Schéma

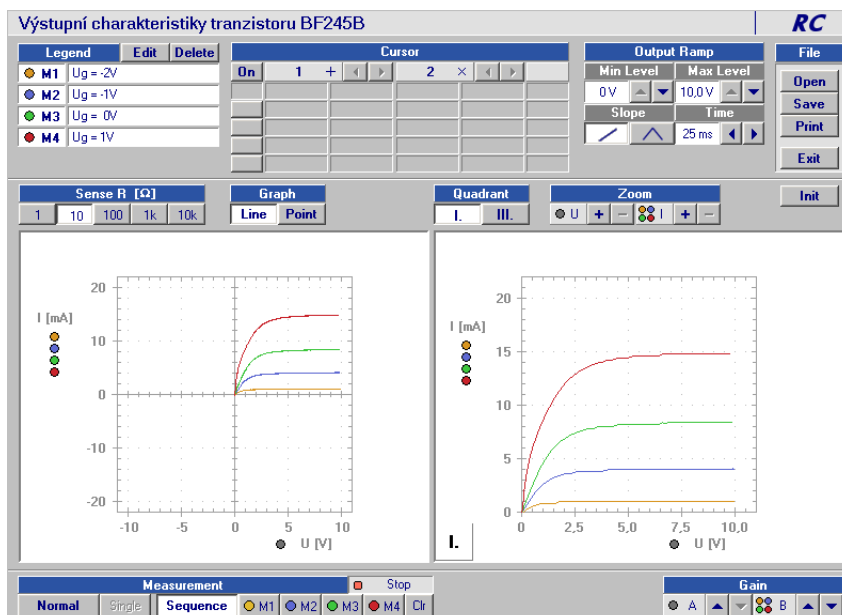


obr. 1



obr. 2

Měření



Výstupní charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

V-A charakteristiky

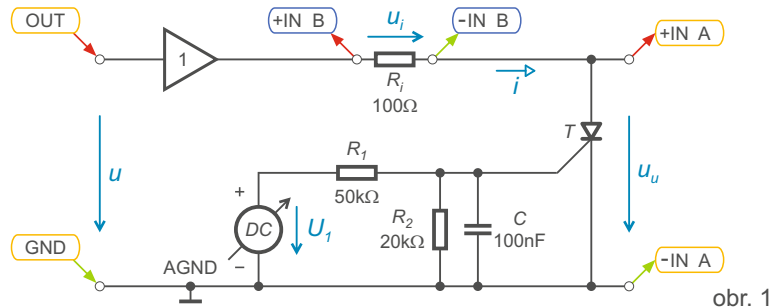
Poznámky

- do **Modulu unipolárního tranzistoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **BF245B**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochranu **d**
- v programu (Blok *Output Ramp*) nastavíme výstupní průběh v rozsahu 0V - 10V

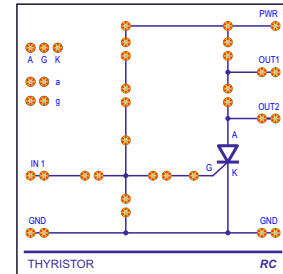
Úkol

Zobrazte voltampérové charakteristiky tyristoru.

Schéma

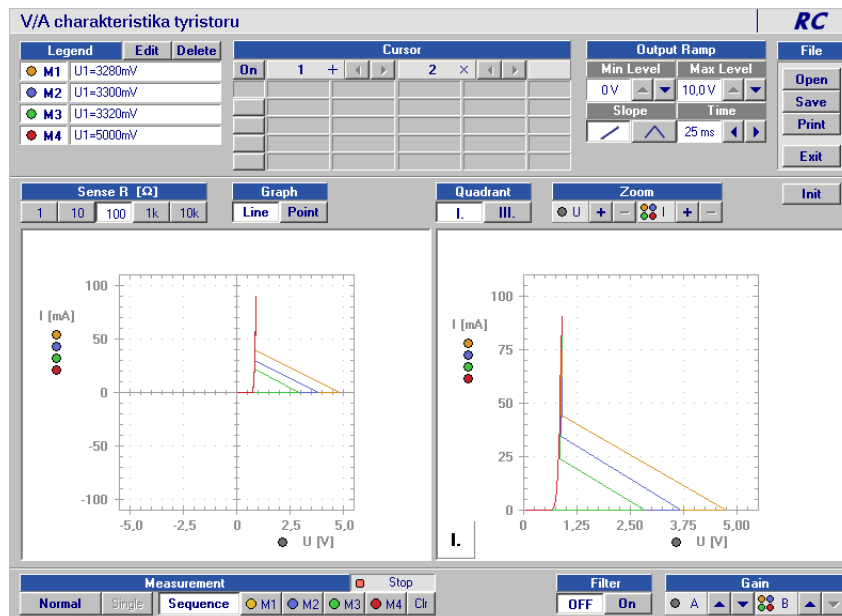


obr. 1



obr. 2

Měření



Výstupní charakteristiky

schéma

obr. 1

měřicí mód

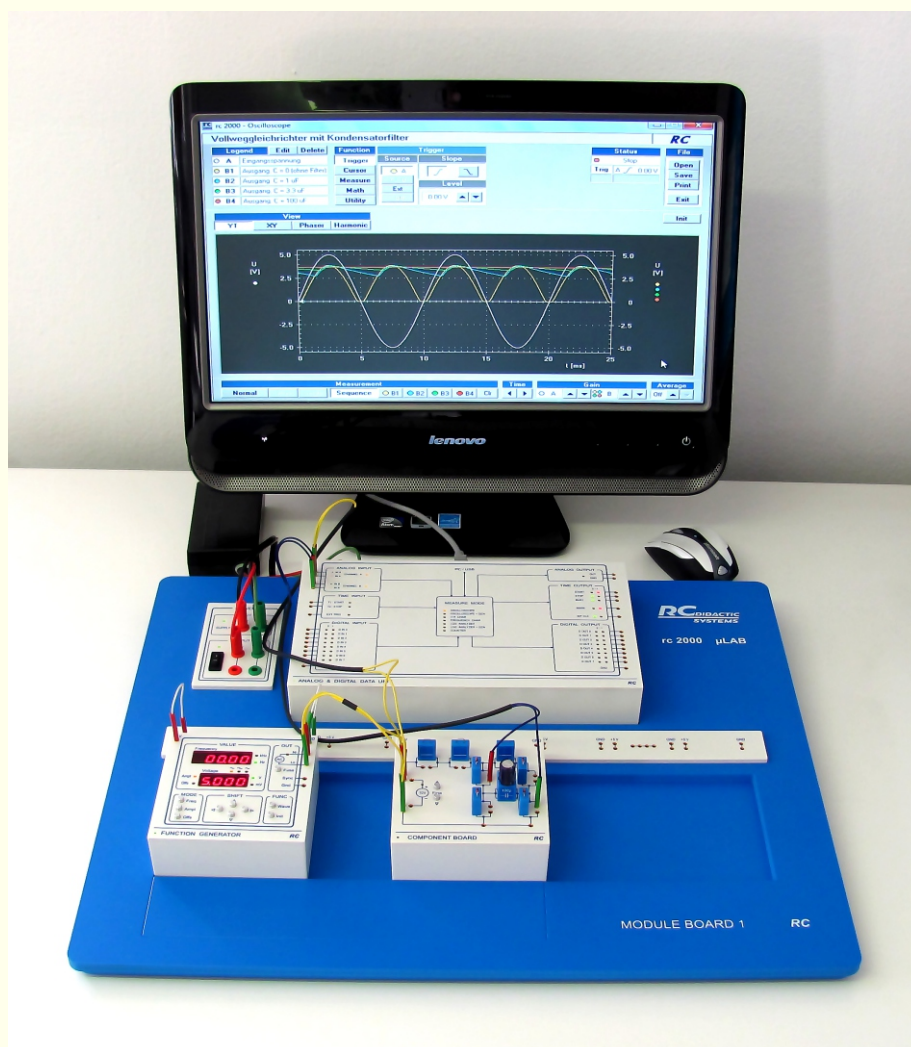
V-A charakteristiky

Poznámky

- do **Modulu tyristoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **2N5060**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochrany **a** a **k**
- v programu **V/A Charakteristiky** vypneme hlazení průběhu tlačítkem **Filter OFF**

Výukový systém rc2000 - μ LAB

Součástky



Obsah

Součástky	4.0
Jednocestný usměrňovač	4.1
Jednocestný usměrňovač - proud diody	4.2
Jednocestný usměrňovač s kondenzátorovým filtrem - proudy	4.3
Dvoucestný usměrňovač	4.4
Diodový omezovač	4.5
Transformátor - napětí a proud v primárním vinutí	4.6
Transformátor - hysterezní křivka	4.7
Bipolární tranzistor jako zesilovač se společným emitorem	4.8
Frekvenční charakteristiky zesilovače s bipolárním tranzistorem	4.9
Multivibrátor s bipolárním tranzistorem	4.10
Tyristorová regulace výstupního napětí	4.11
Tyristorová regulace - průběhy napětí	4.12

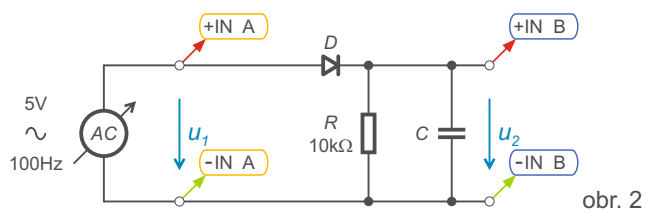
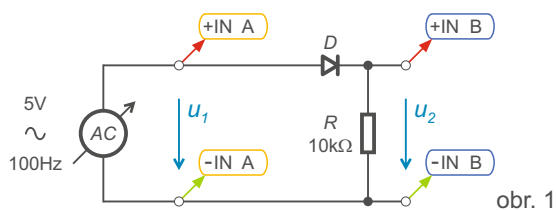
4.1

Jednocestný usměrňovač

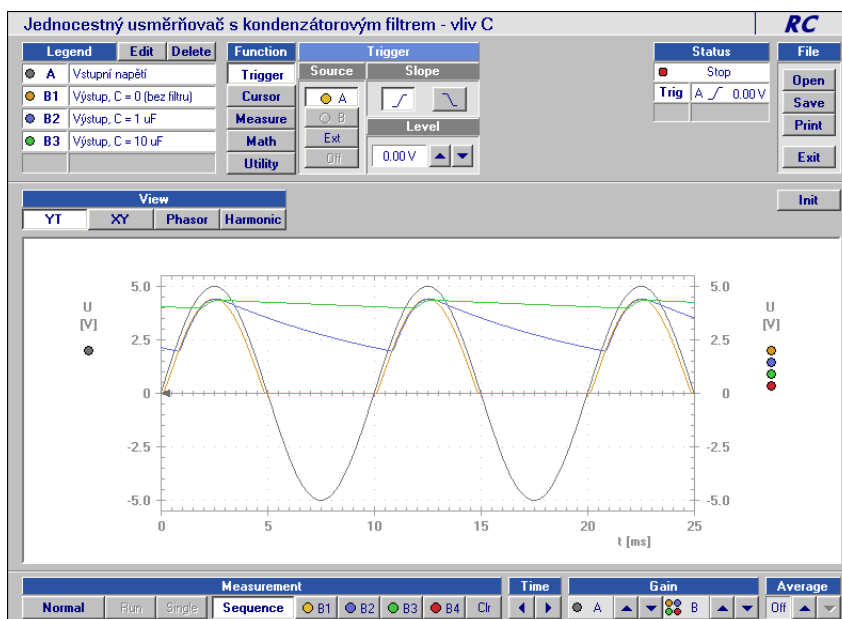
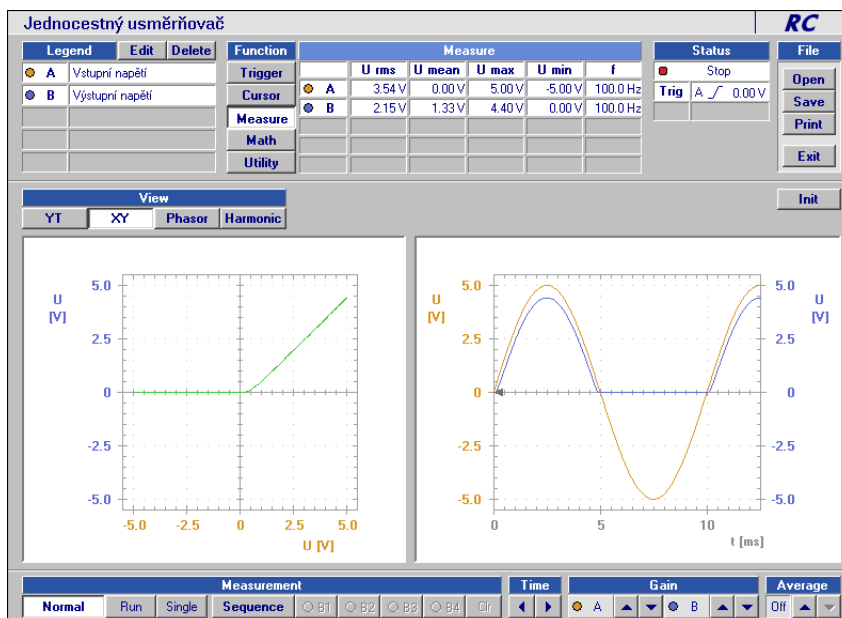
Úkol

Zobrazte vstupní a výstupní napětí jednocestného usměrňovače bez filtru (obr. 1) a s kondenzátorovým filtrem (obr. 2). Použijte hodnoty filtračního kondenzátoru $C = 1\ \mu\text{F}$ a $10\ \mu\text{F}$.

Schéma



Měření



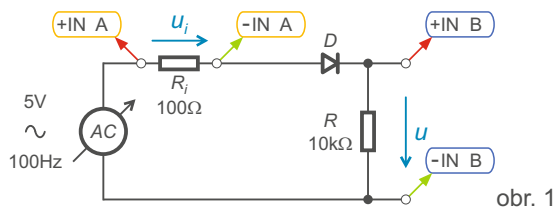
4.2

Jednocestný usměrňovač - proud diody

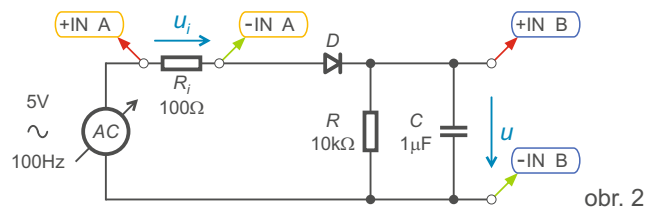
Úkol

Zobrazte proud diody jednocestného usměrňovače bez filtru (obr. 1) a s kondenzátorovým filtrem (obr. 2).

Schéma

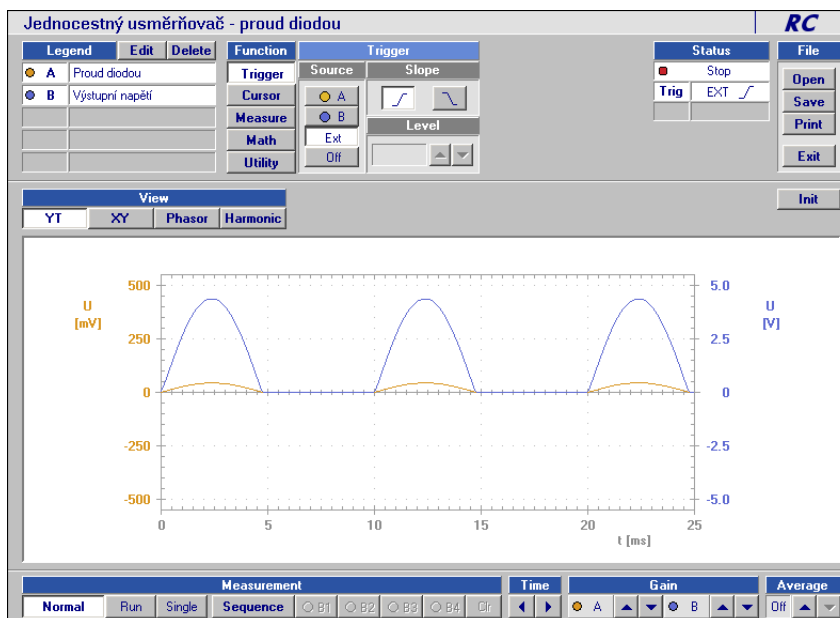


obr. 1



obr. 2

Měření



Usměrňovač bez filtru

schema

obr. 1

měřicí mód

oscilloskop

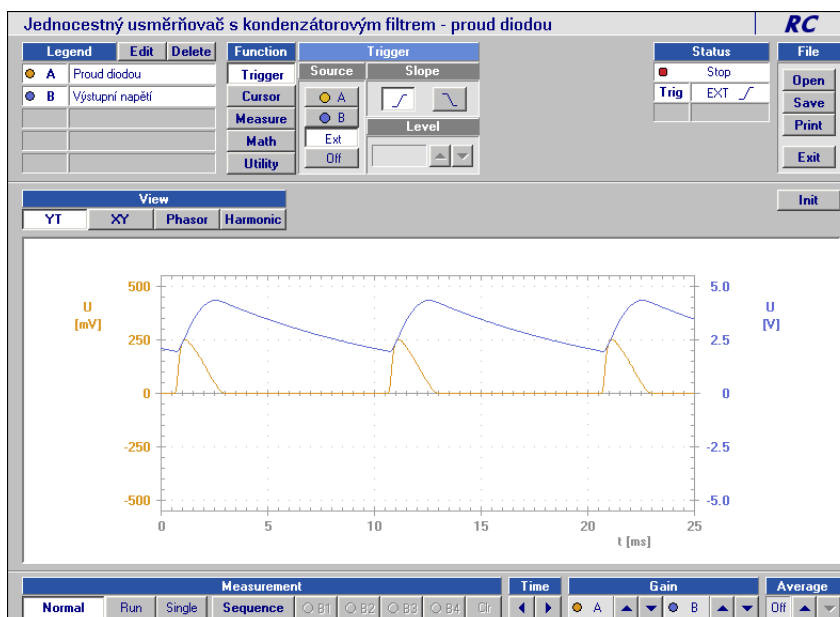
zapojení triggeru



naměřené průběhy

$$i(t) = \frac{1}{R_i} u_i(t) \quad (\text{mA, k}\Omega, \text{V})$$

$$u(t) \quad (\text{V})$$



Usměrňovač s filtrem

schema

obr. 2

měřicí mód

oscilloskop

zapojení triggeru



naměřené průběhy

$$i(t) = \frac{1}{R_i} u_i(t) \quad (\text{mA, k}\Omega, \text{V})$$

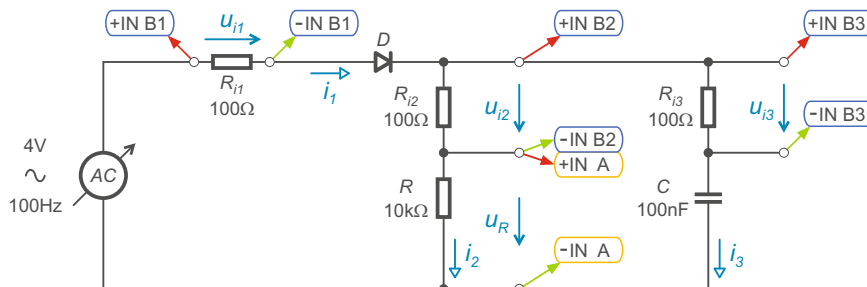
$$u(t) \quad (\text{V})$$

4.3 Jednocestný usměrňovač s kondenzátorovým filtrem - proudy

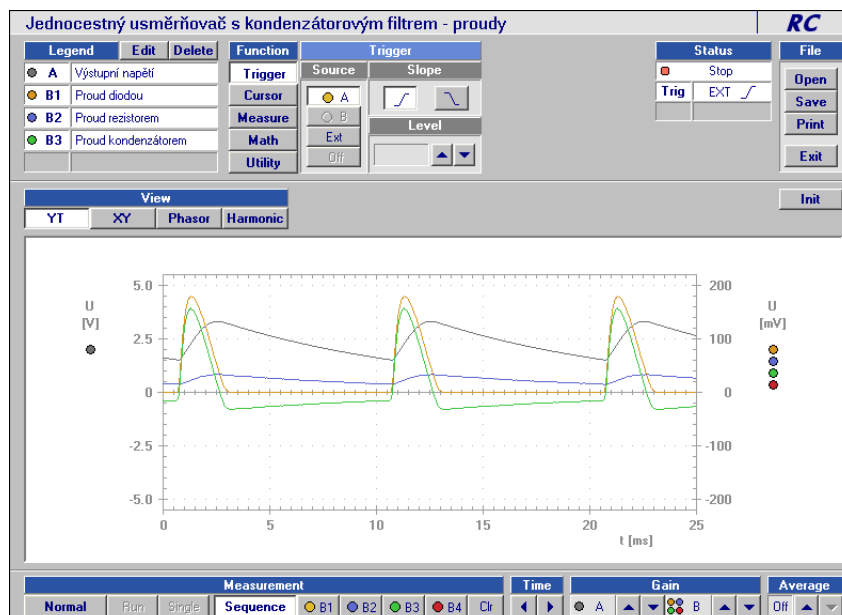
Úkol

Zobrazte proudy v jednotlivých částech jednocestného usměrňovače s kondenzátorovým filtrem.

Schéma



Měření



Proudy v usměrňovači

schéma

obr. 1

měřicí mód

osciloskop

zapojení triggeru



naměřené průběhy

- $u_R(t)$ (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)

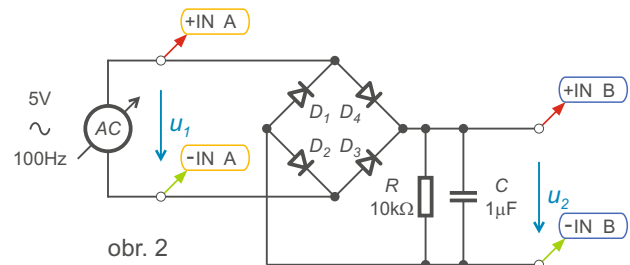
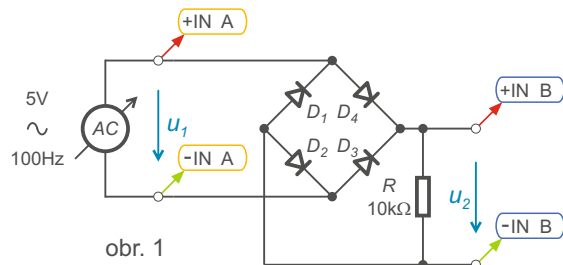
4.4

Dvoucestný usměrňovač

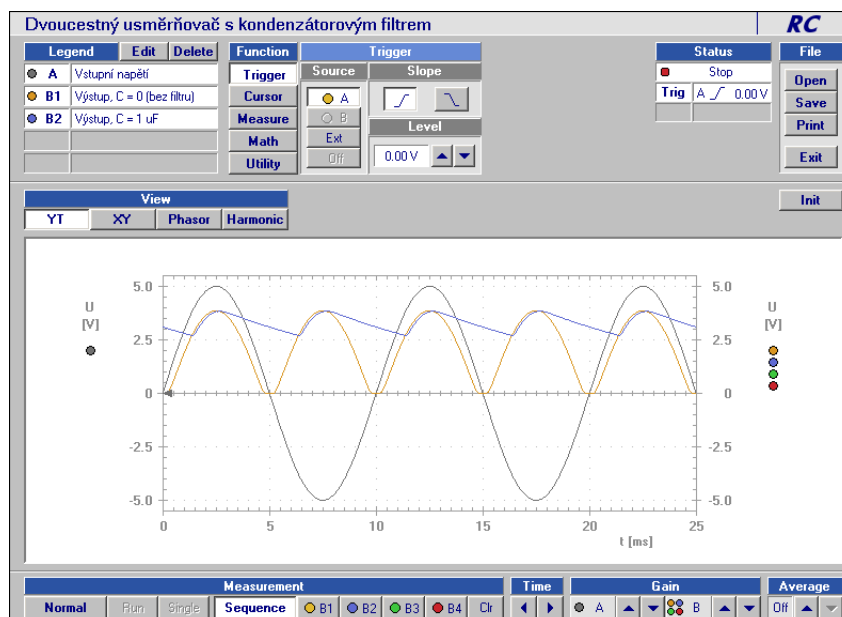
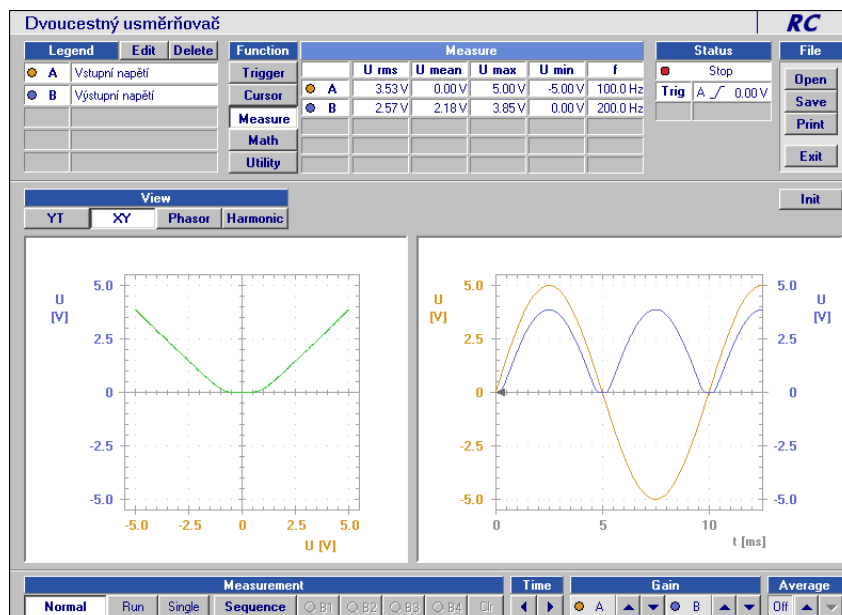
Úkol

Zobrazte vstupní a výstupní napětí dvoucestného usměrňovače bez filtru (obr. 1) a s kondenzátorovým filtrem (obr. 2).

Schéma



Měření



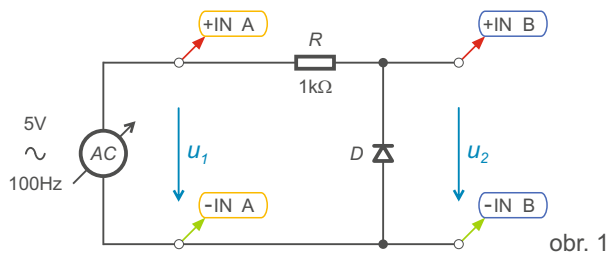
4.5

Diodový omezovač

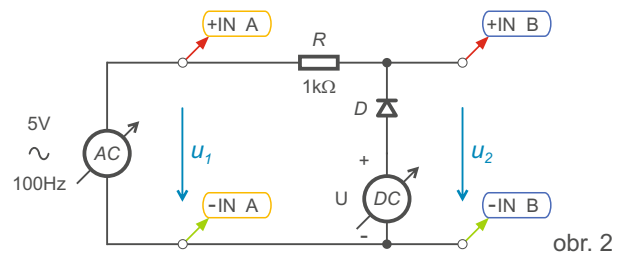
Úkol

Zobrazte vstupní a výstupní napětí diodového omezovače (obr. 1) a diodového omezovače s nastavitelným napětím (obr. 2). Porovnejte výstupní průběhy pro různá nastavená napětí.

Schéma

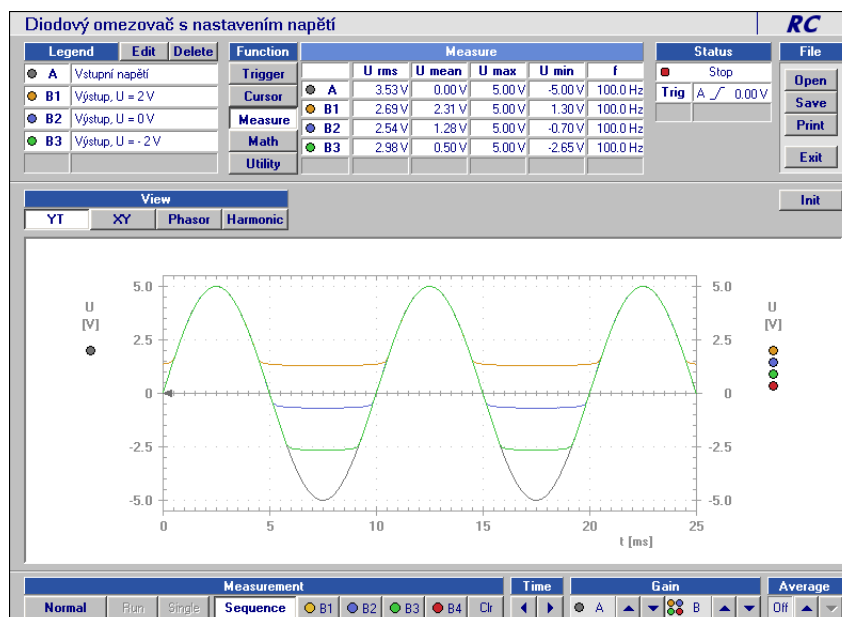
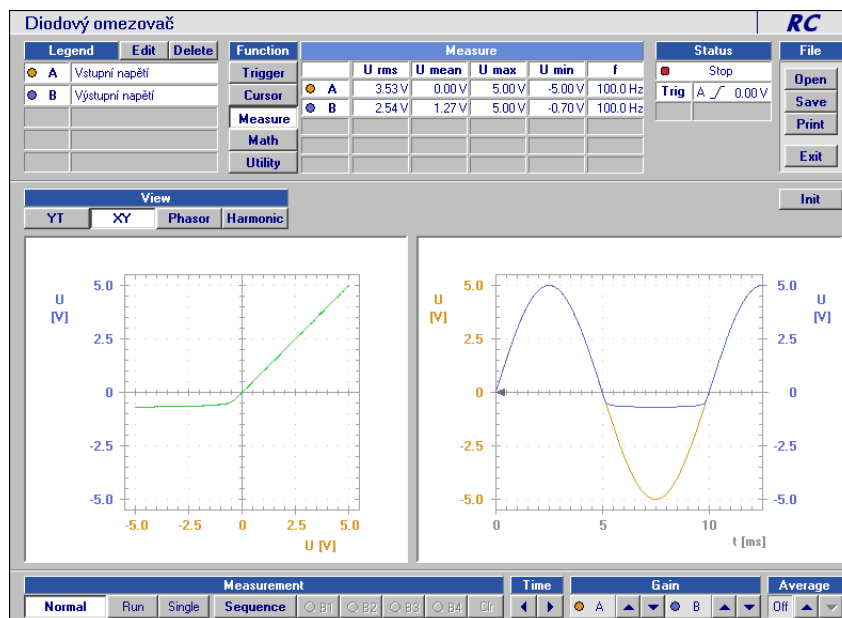


obr. 1



obr. 2

Měření



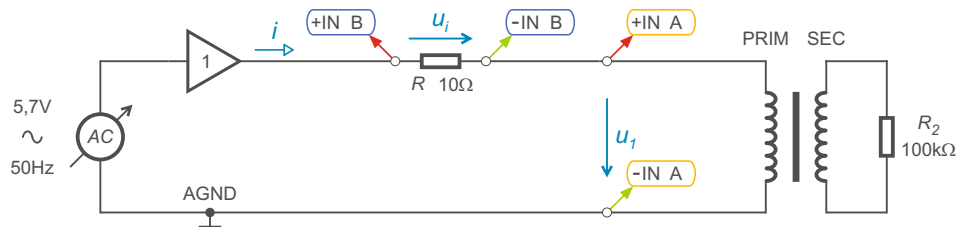
4.6

Transformátor - napětí a proud v primárním vinutí

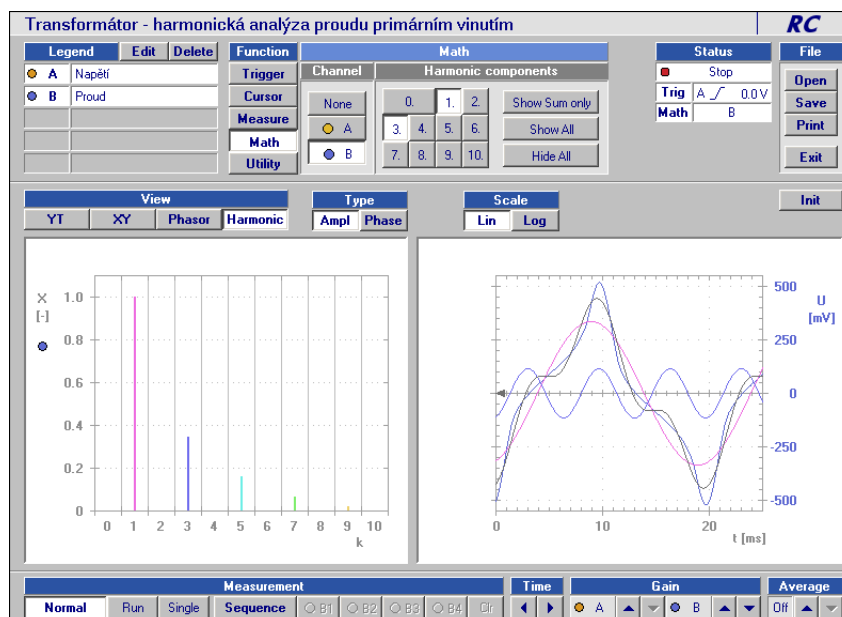
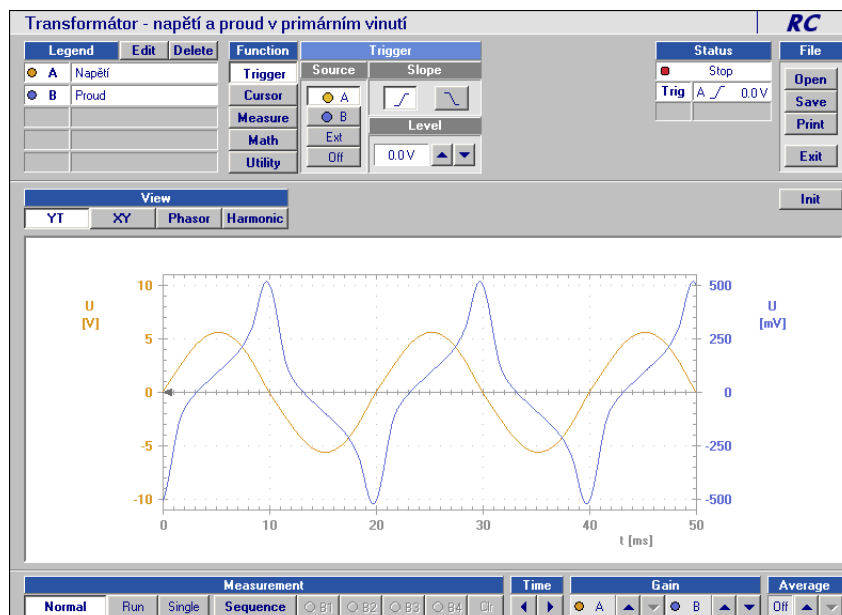
Úkol

Zobrazte proud a napětí v primárním vinutí transformátoru.

Schéma



Měření

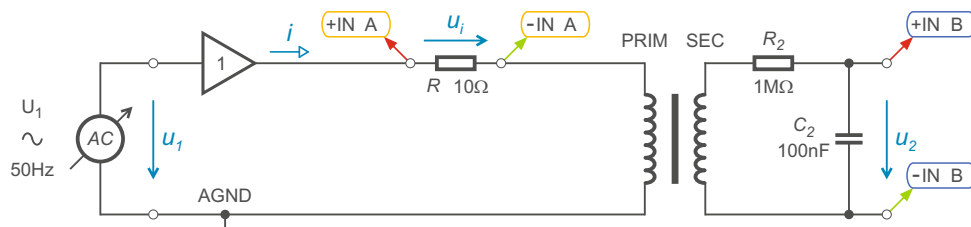


Transformátor - hysterezní křivka

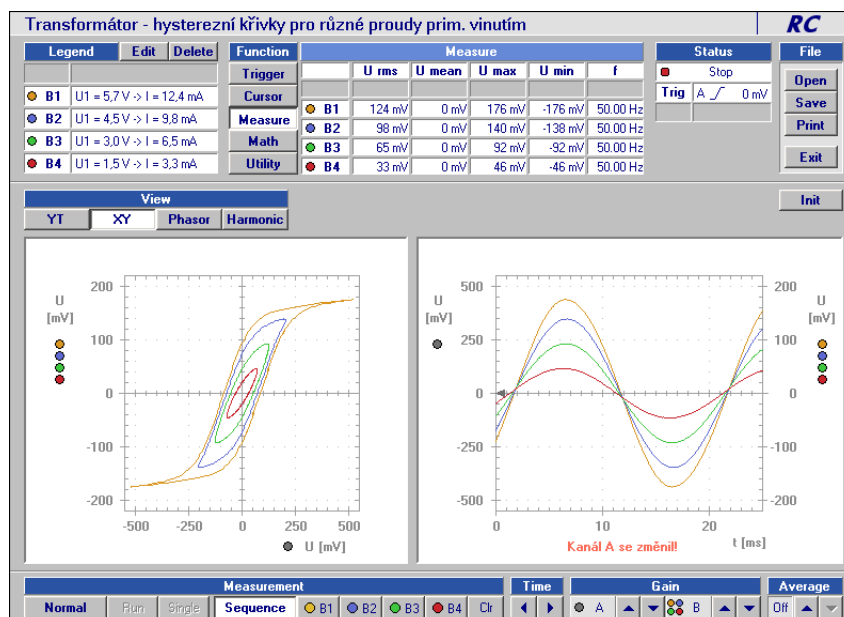
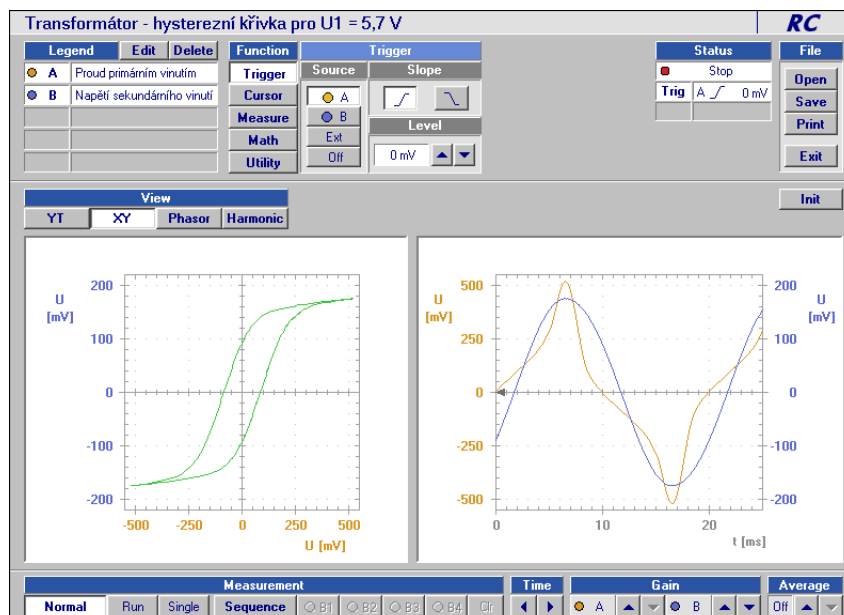
Úkol

Zobrazte hysterezní křivku transformátoru. Porovnejte hysterezní křivky pro různé proudy primárním vinutím transformátoru.

Schéma



Měření

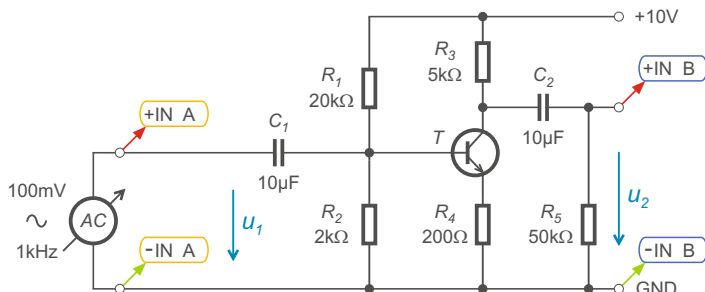


4.8 Bipolární tranzistor jako zesilovač se společným emitorem

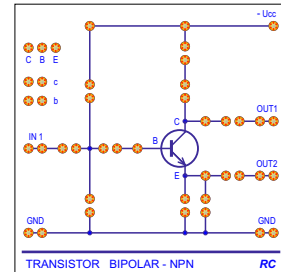
Úkol

Zobrazte vstupní a výstupní napětí tranzistorového zesilovače.

Schéma

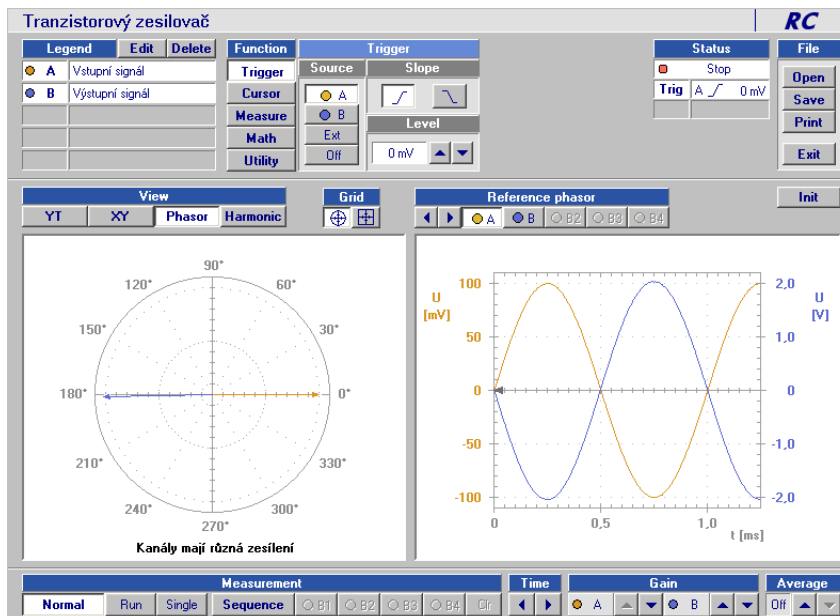


obr. 1



obr. 2

Měření



Vektorový diagram

schéma

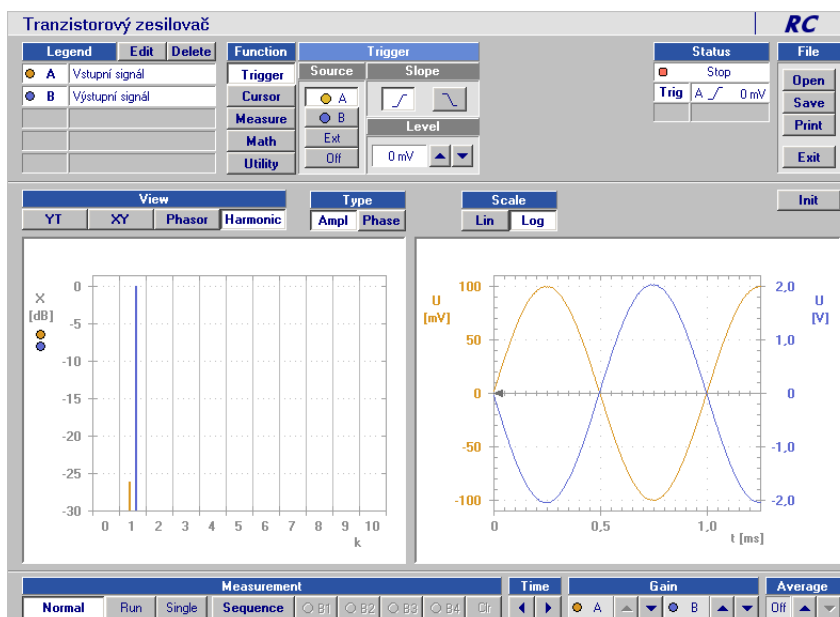
obr. 1

měřicí mód

Osciloskop

poznámky

- do modulu (obr. 2) zapojíme tříkólový prvek **BC546B**
- pomocí spojky přemostíme ochrany **b** a **c**
- napájecí napětí 10V získáme z **Modulu prvků**



Harmonická analýza

schéma

obr. 1

měřicí mód

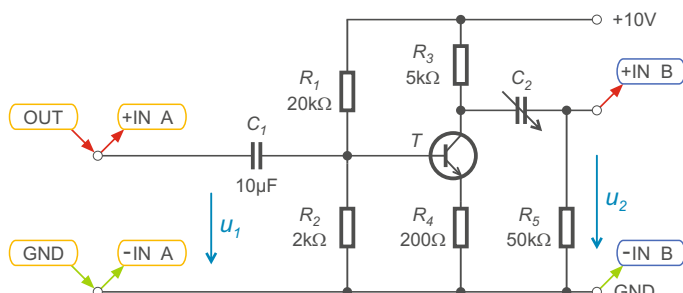
Osciloskop

4.9 Frekvenční charakteristiky zesilovače s bipolárním tranzistorem

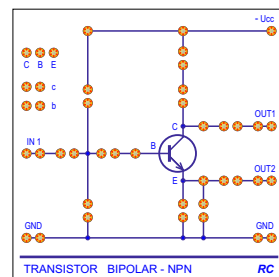
Úkol

Změřte frekvenční charakteristiky tranzistorového zesilovače a posuďte vliv vazebního kondenzátoru C_2

Schéma



obr. 1



obr. 2

Měření



Amplitudová charakteristika

schéma

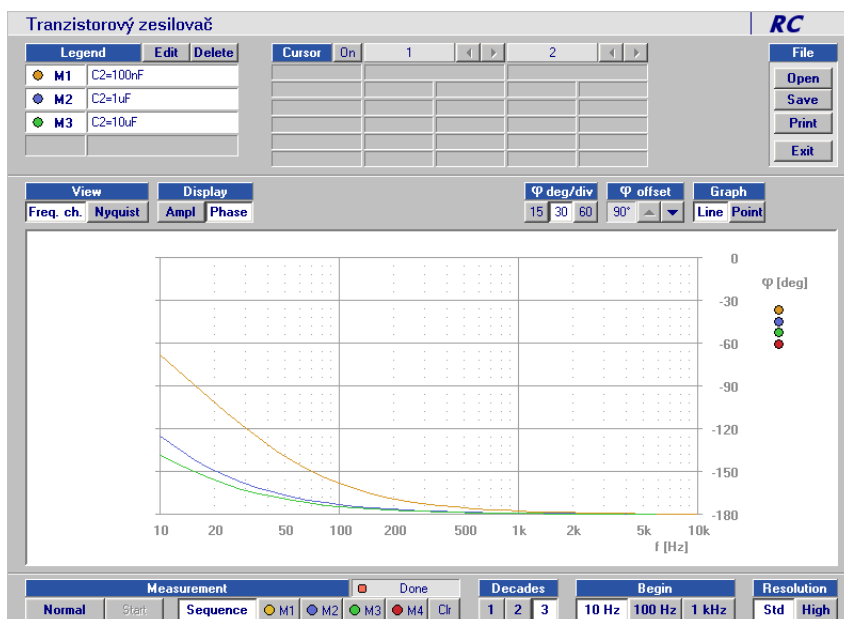
obr. 1

měřicí mód

Frekvenční charakteristiky

poznámky

- do modulu (obr. 2) zapojíme tříkólkový prvek **BC546B**
- pomocí spojky přemostíme ochrany **b** a **c**
- napájecí napětí 10V získáme z **Modulu prvků**



Fázová charakteristika

schéma

obr. 1

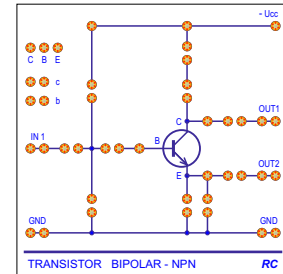
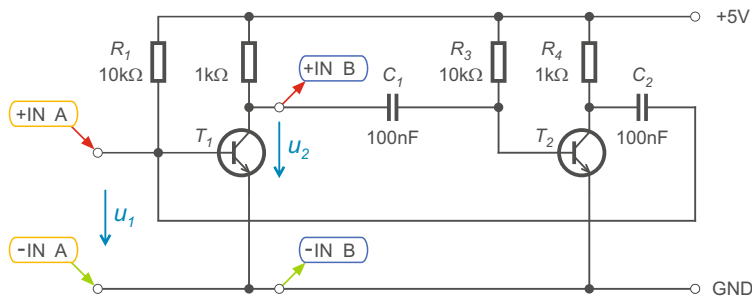
měřicí mód

Frekvenční charakteristiky

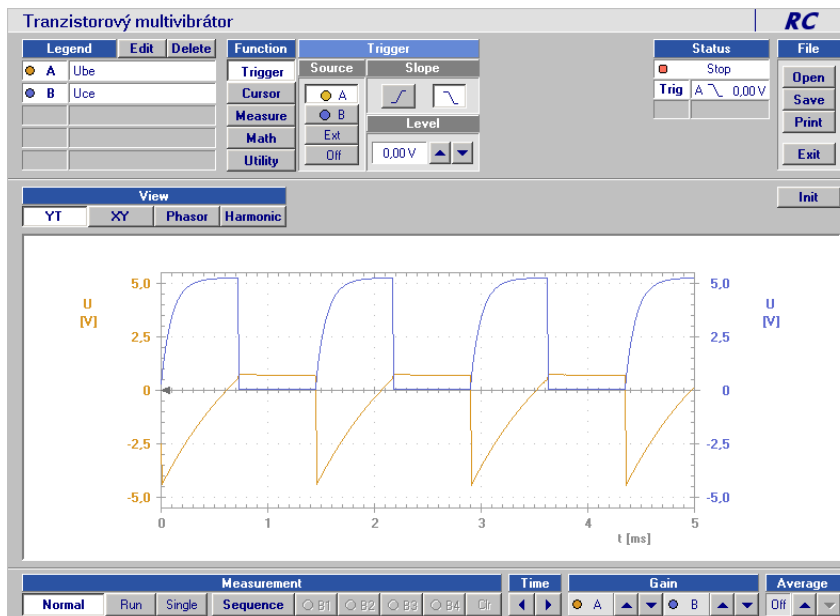
Úkol

Zapojte astabilní multivibrátor pomocí dvou tranzistorů NPN.

Schéma



Měření



Mutivibrátor

schéma

obr. 1

měřicí mód

Osciloskop

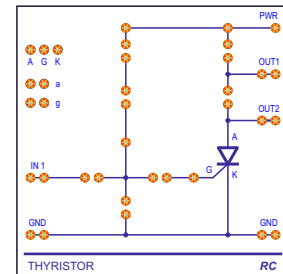
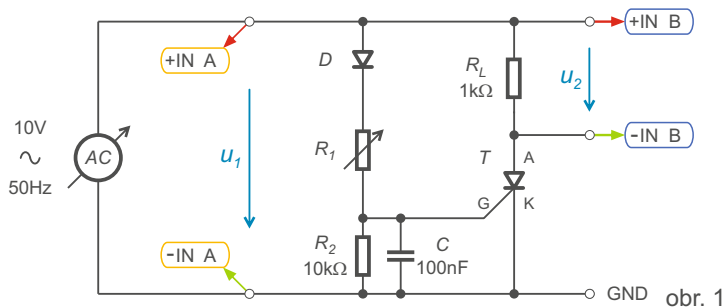
Poznámky

- do **Modulu bipolárního tranzistoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **BC546B**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochrany **b** a **c**

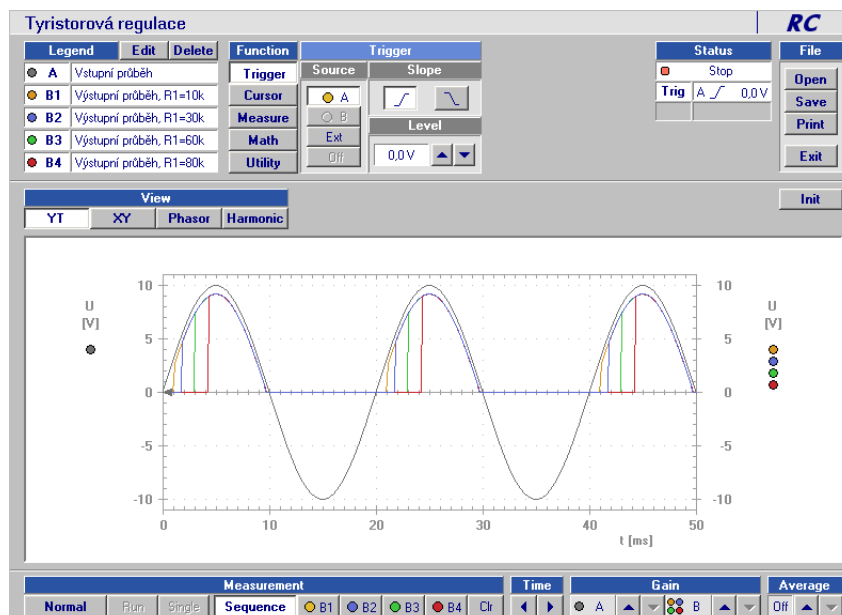
Úkol

Ověřte možnost tyristorového řízení.

Schéma



Měření



Tyristorová regulace

schéma

obr. 1

měřicí mód

Osciloskop

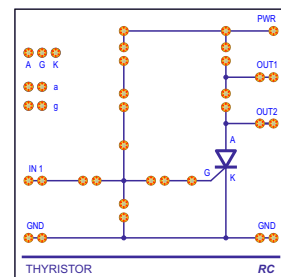
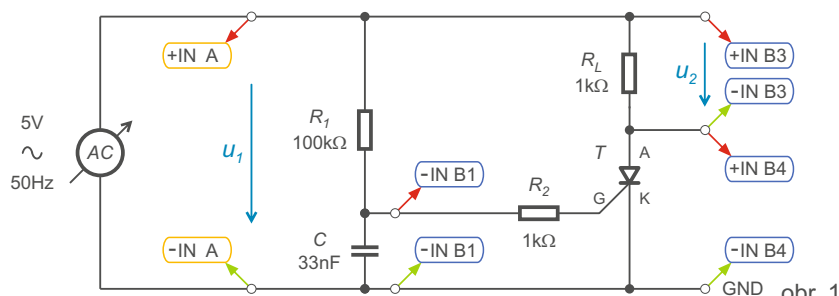
Poznámky

- do **Modulu tyristoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **2N5060**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochranu **a**

Úkol

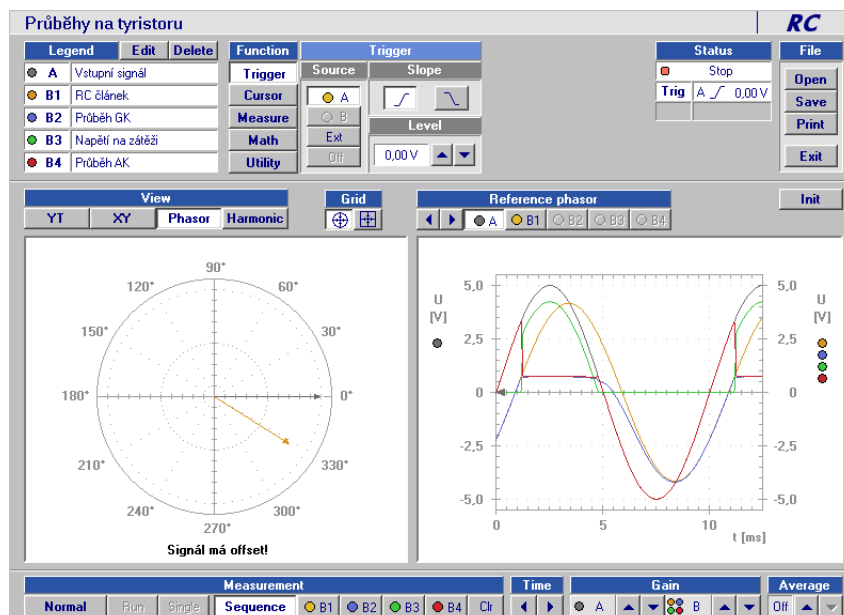
Zobrazte jednotlivé průběhy napětí při tyristorové regulaci.

Schéma



obr. 2

Měření



Tyristorová regulace

schéma

obr. 1

měřicí mód

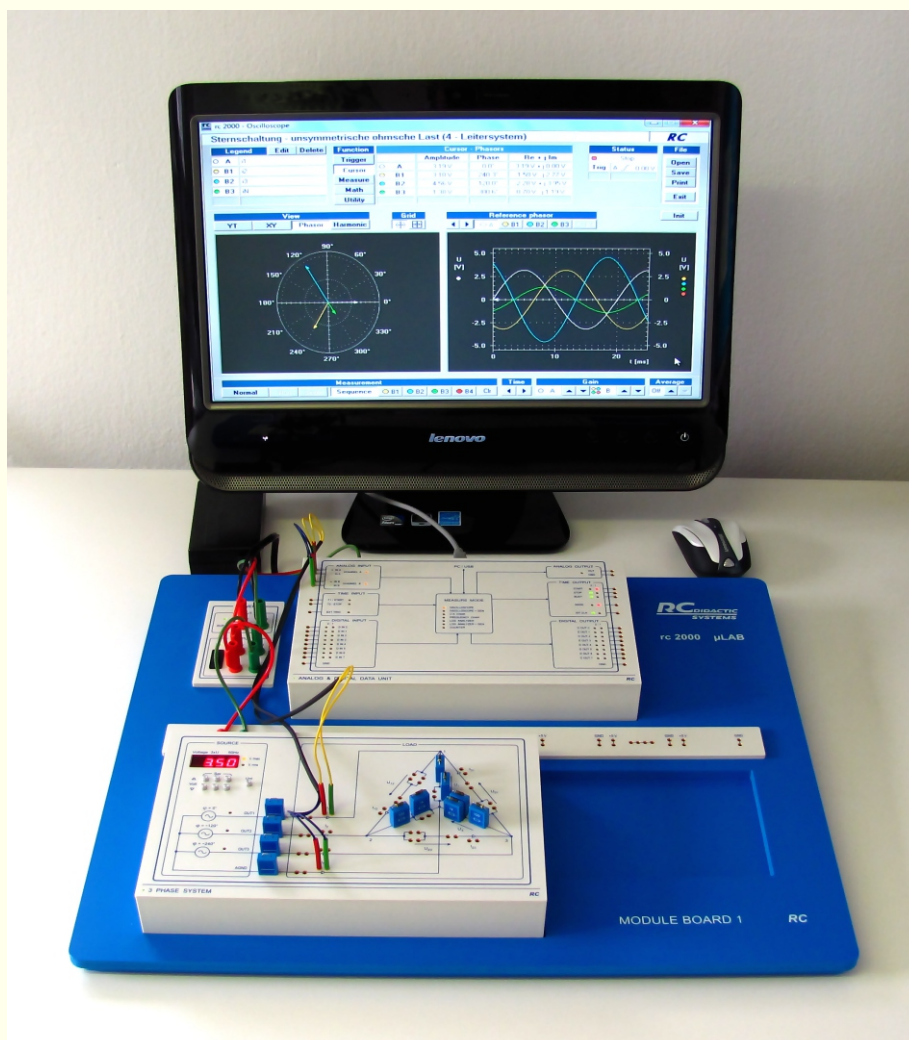
Osciloskop

Poznámky

- do **Modulu tyristoru** (obr. 2) zapojíme tříkolíkový prvek **2N5060**
- po přezkoušení správnosti zapojení přemostíme pomocí spojky ochranu **a**
- průběh **B1** změříme tak, že vyjmeme rezistor **R₂**
- průběh **B2** je měřen na stejném místě jako **B1**, ale se zapojeným **R₂**

Výukový systém rc2000 - μ LAB

Třífázová soustava



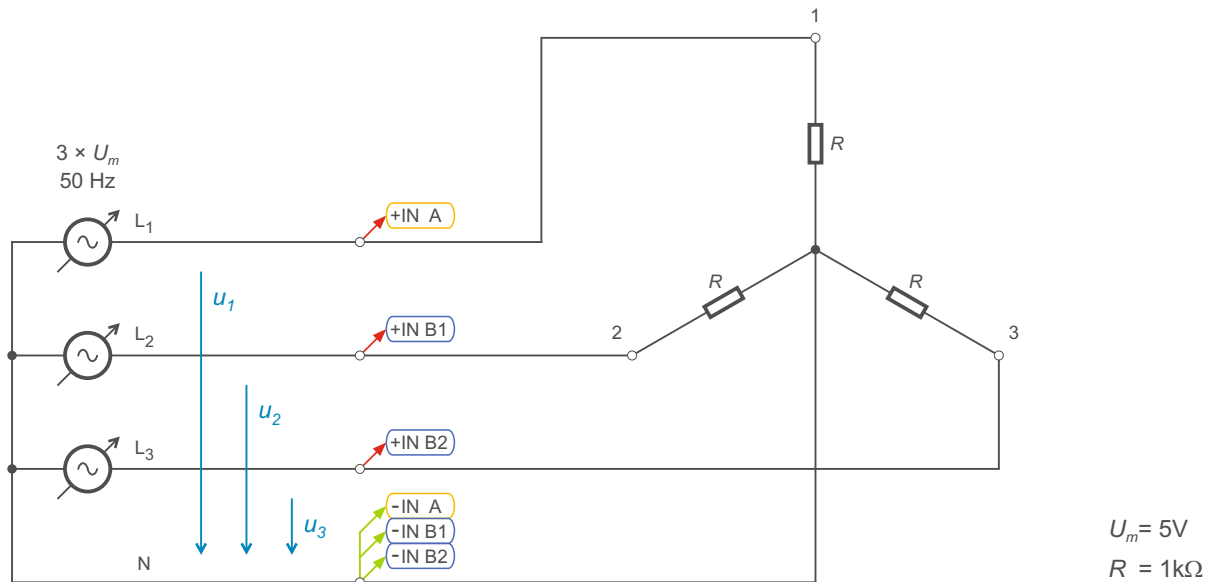
Třífázová soustava	5.0
Zapojení do hvězdy - fázová napětí	5.1
Zapojení do hvězdy - fázová a sdružená napětí	5.2
Zapojení do hvězdy - symetrická odporová zátěž	5.3
Zapojení do hvězdy - nesymetrická odporová zátěž (4 vodičový systém)	5.4
Zapojení do hvězdy - nesymetrická odporová zátěž (3 vodičový systém)	5.5
Zapojení do hvězdy - symetrická impedanční zátěž	5.6
Zapojení do hvězdy - nesymetrická impedanční zátěž	5.7
Zapojení do trojúhelníku - sdružená napětí	5.8
Zapojení do trojúhelníku - fázový a sdružený proud	5.9
Zapojení do trojúhelníku - symetrická odporová zátěž	5.10
Zapojení do trojúhelníku - nesymetrická odporová zátěž	5.11
Zapojení do trojúhelníku - symetrická impedanční zátěž	5.12
Zapojení do trojúhelníku - nesymetrická impedanční zátěž	5.13

Zapojení do hvězdy - fázová napětí

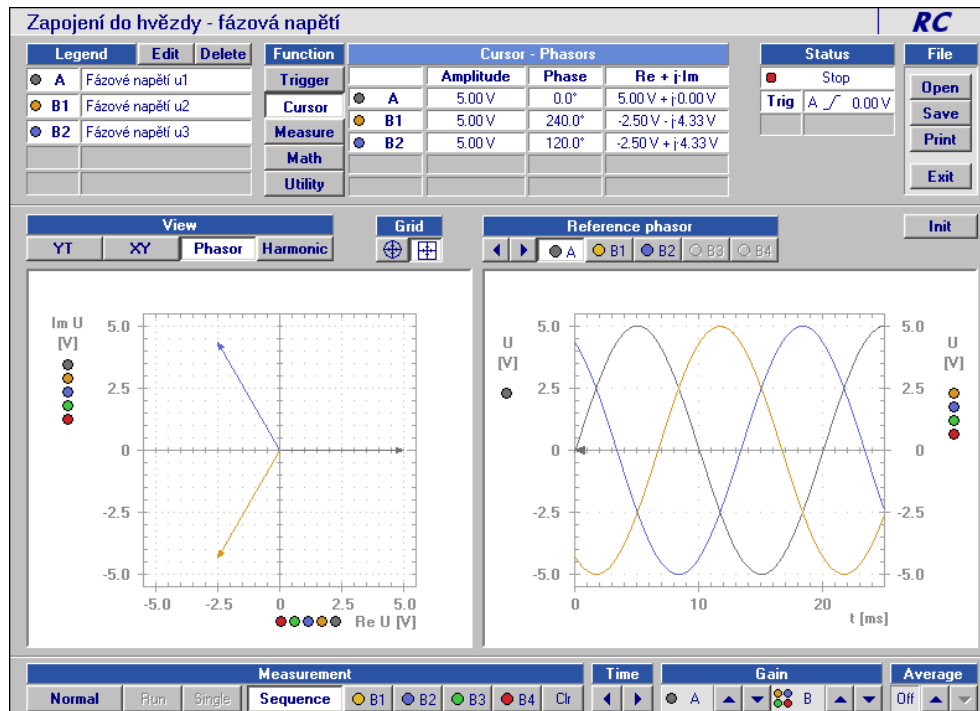
Úkol

Zobrazte jednotlivá fázová napětí u_1, u_2, u_3 ve čtyřvodičovém systému se symetrickou odporovou zátěží.

Schéma



Měření



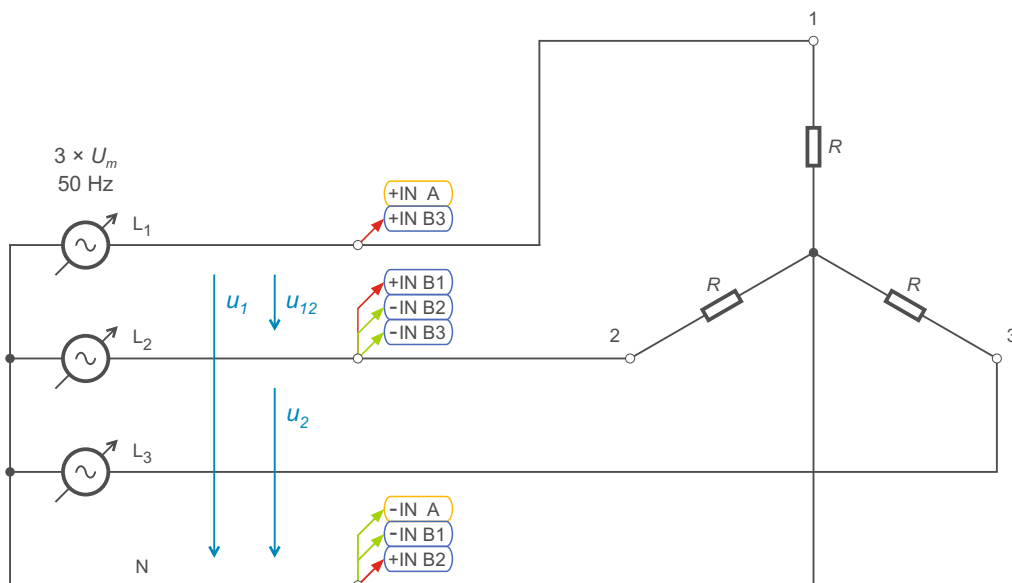
5.2

Zapojení do hvězdy - fázová a sdružená napětí

Úkol

Zobrazte vztah mezi fázovými napětími u_1 , u_2 a sdruženým napětím u_{12} ve čtyřvodičovém systému se symetrickou odporovou zátěží.

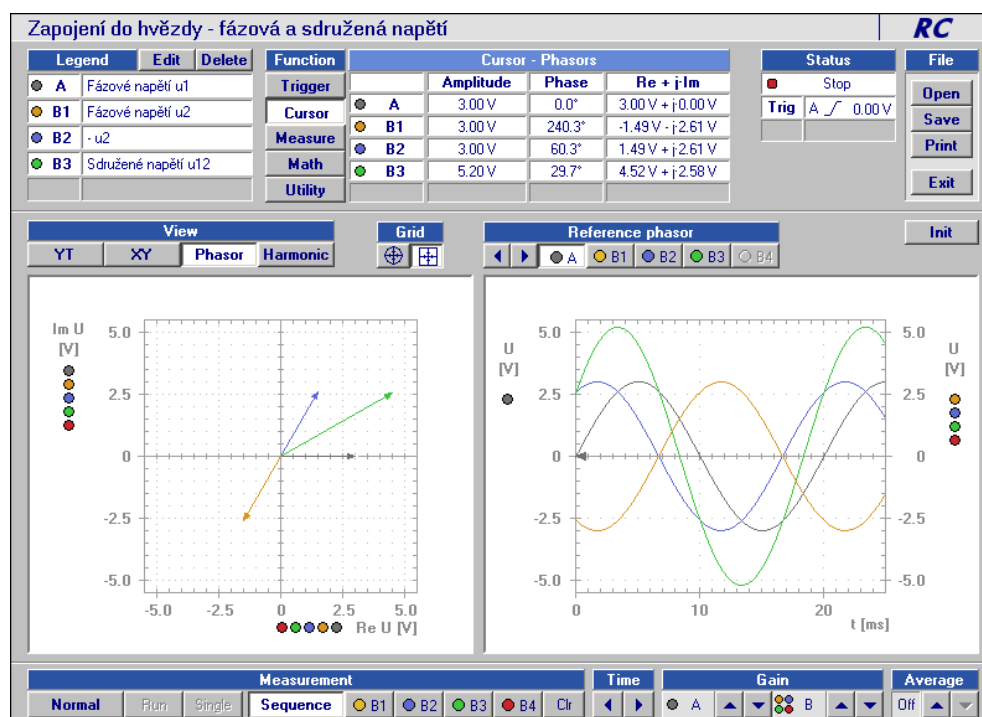
Schéma



$$U_m = 3V$$

$$R = 1k\Omega$$

Měření



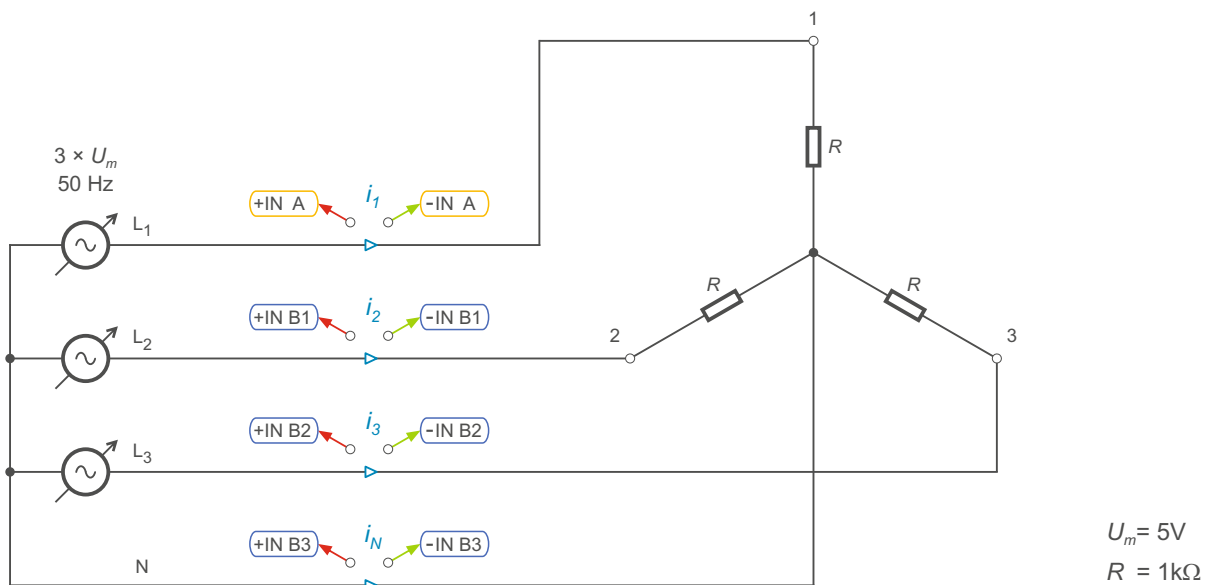
5.3

Zapojení do hvězdy - symetrická odporová zátěž

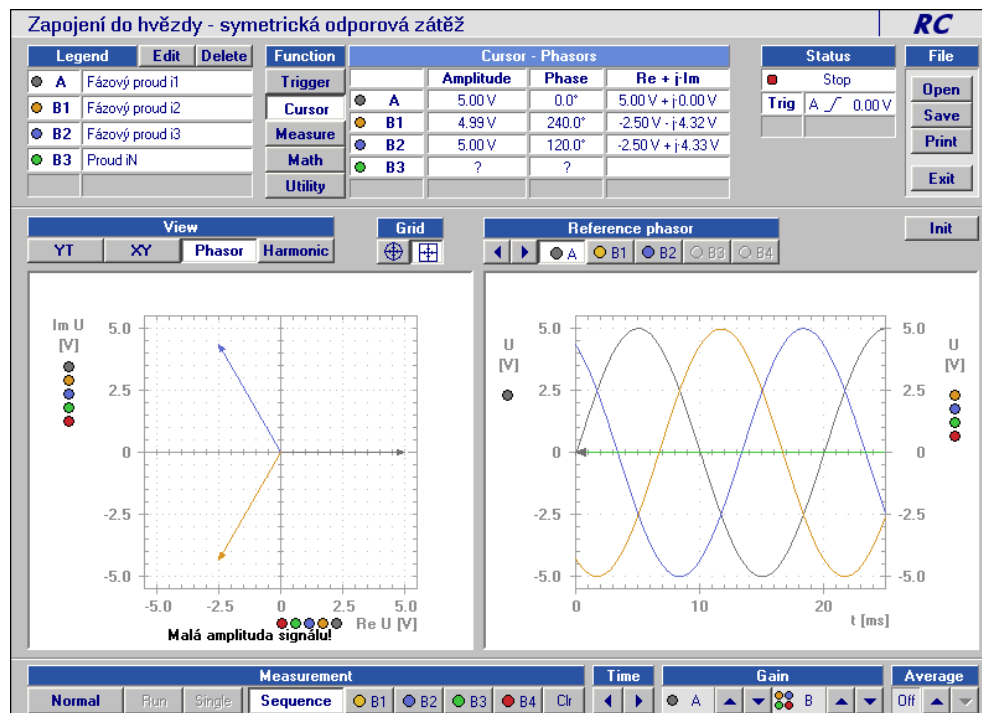
Úkol

Zobrazte jednotlivé fázové proudy i_1 , i_2 , i_3 a proud i_N ve čtyřvodičovém systému se symetrickou odporovou zátěží.

Schéma



Měření

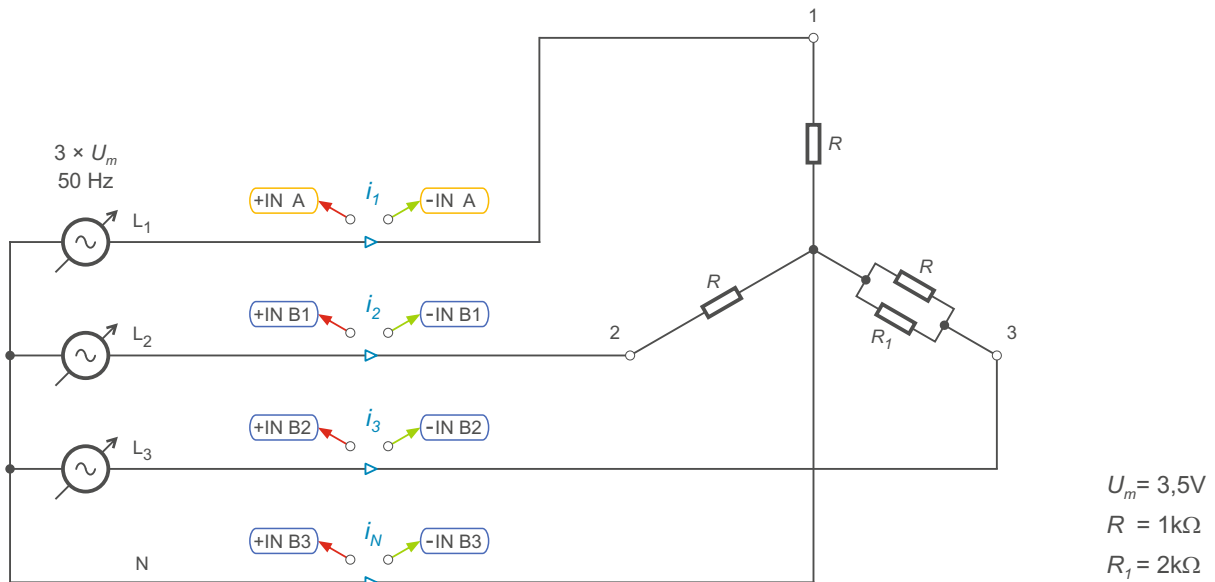


5.4 Zapojení do hvězdy - nesymetrická odporová zátěž (čtyřvodičově)

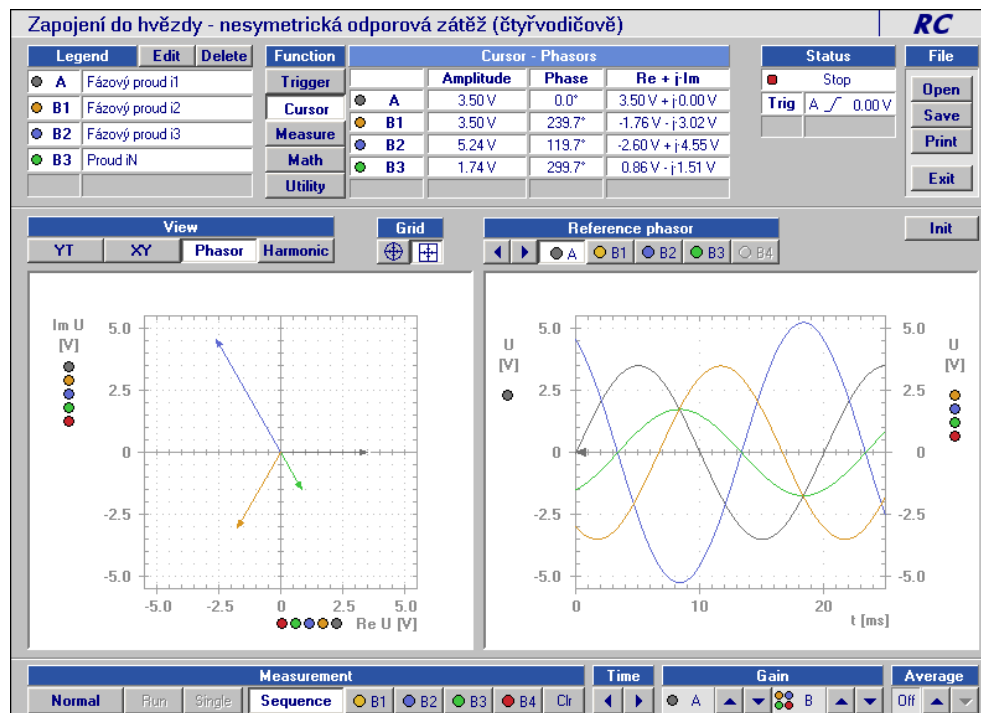
Úkol

Zobrazte jednotlivé fázové proudy i_1 , i_2 , i_3 a proud i_N ve čtyřvodičovém systému s nesymetrickou odporovou zátěží.

Schéma



Měření

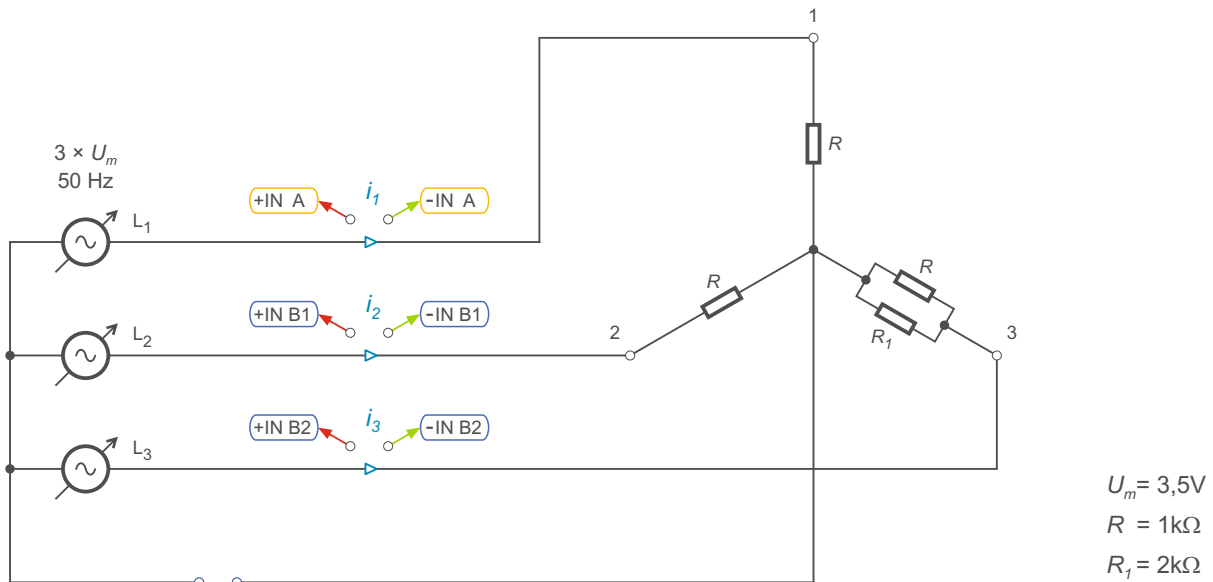


5.5 Zapojení do hvězdy - nesymetrická odporová zátěž (třívodičově)

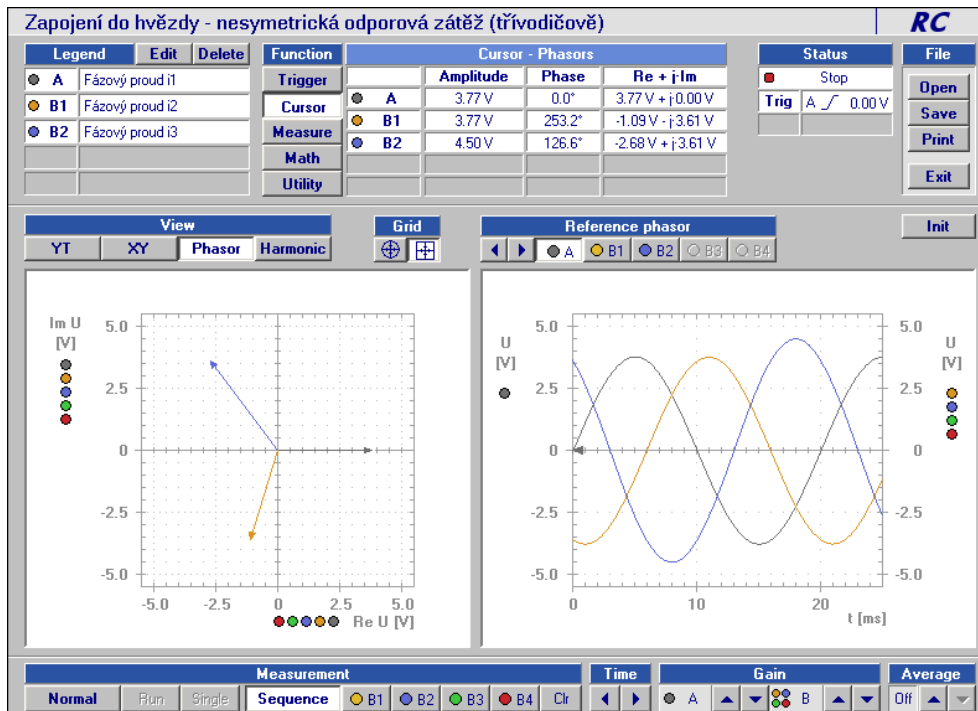
Úkol

Zobrazte jednotlivé fázové proudy i_1 , i_2 , i_3 ve třívodičovém systému s nesymetrickou odporovou zátěží.

Schéma



Měření



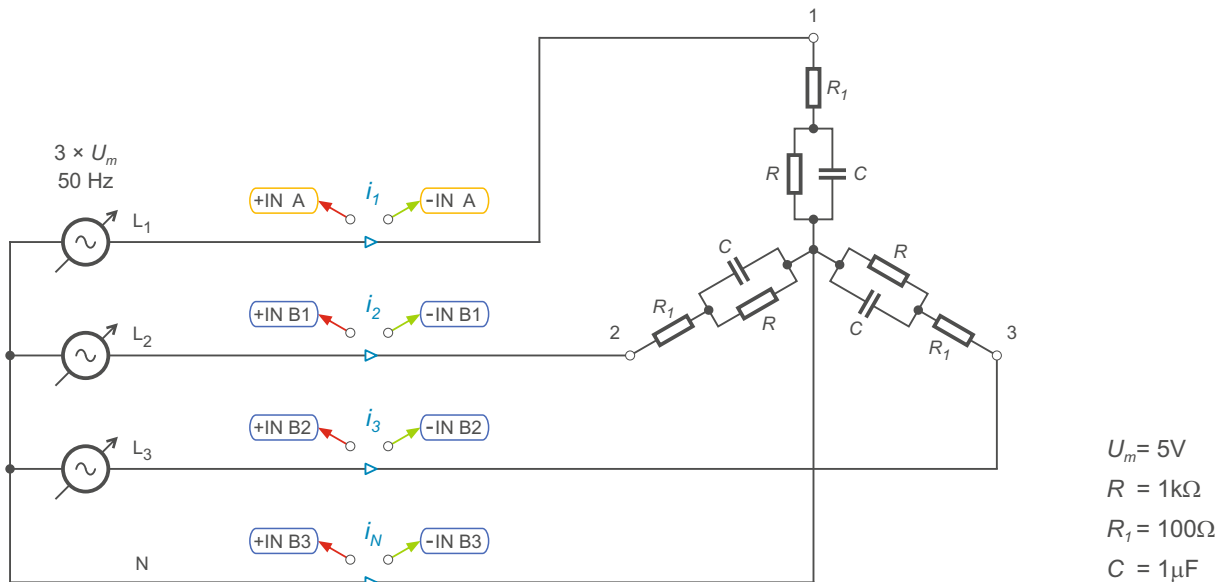
5.6

Zapojení do hvězdy - symetrická impedanční zátěž

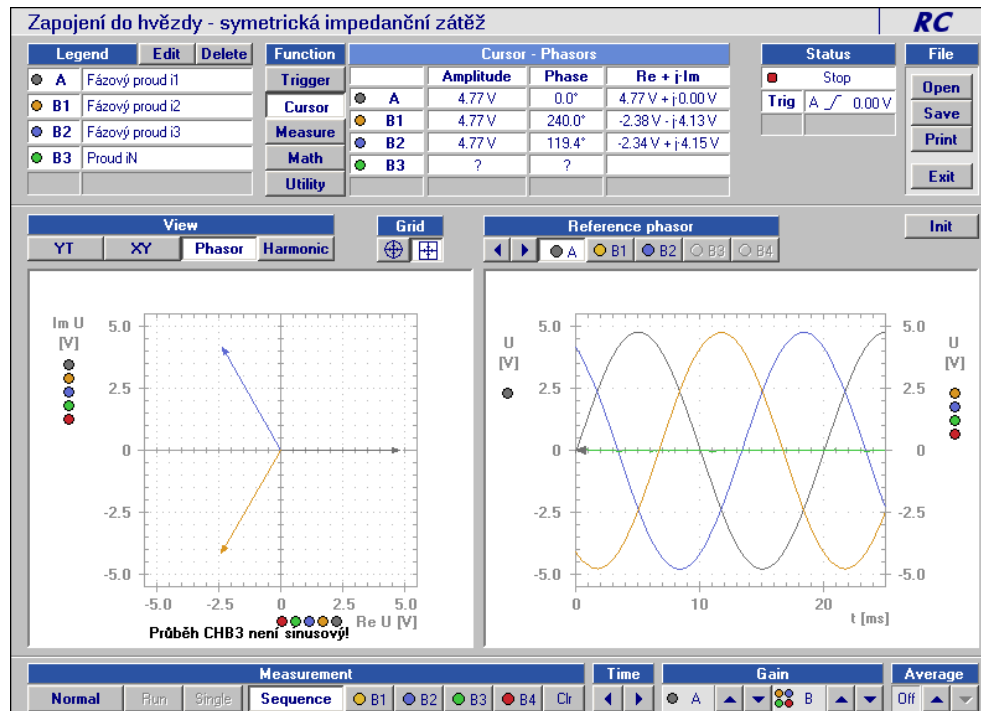
Úkol

Zobrazte jednotlivé fázové proudy i_1 , i_2 , i_3 a proud i_N ve čtyřvodičovém systému se symetrickou impedanční zátěží.

Schéma



Měření



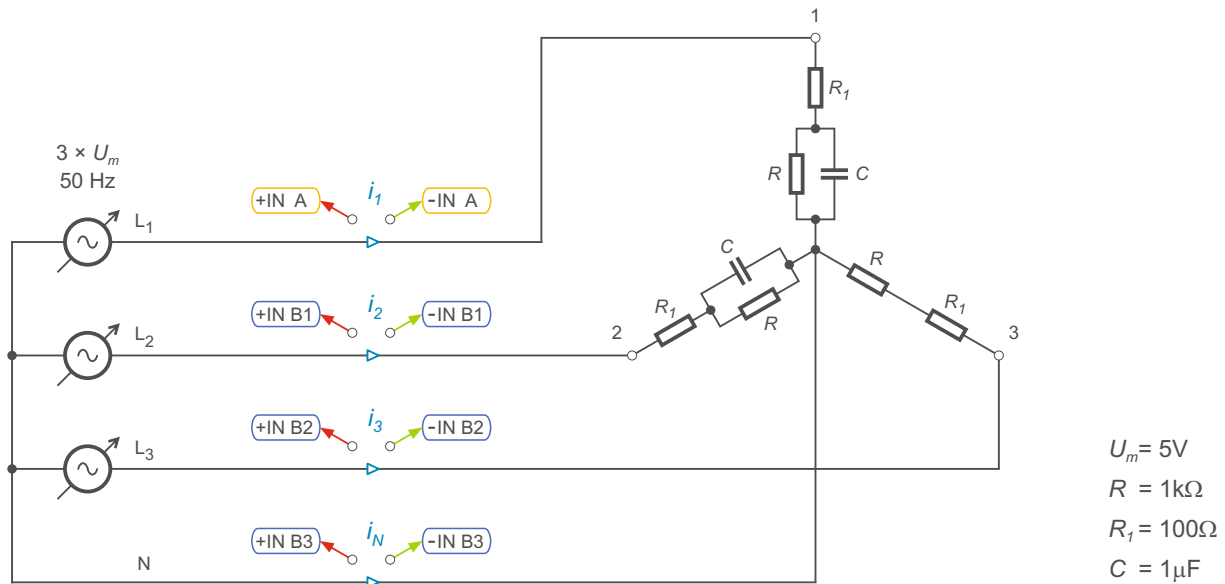
5.7

Zapojení do hvězdy - nesymetrická impedanční zátěž

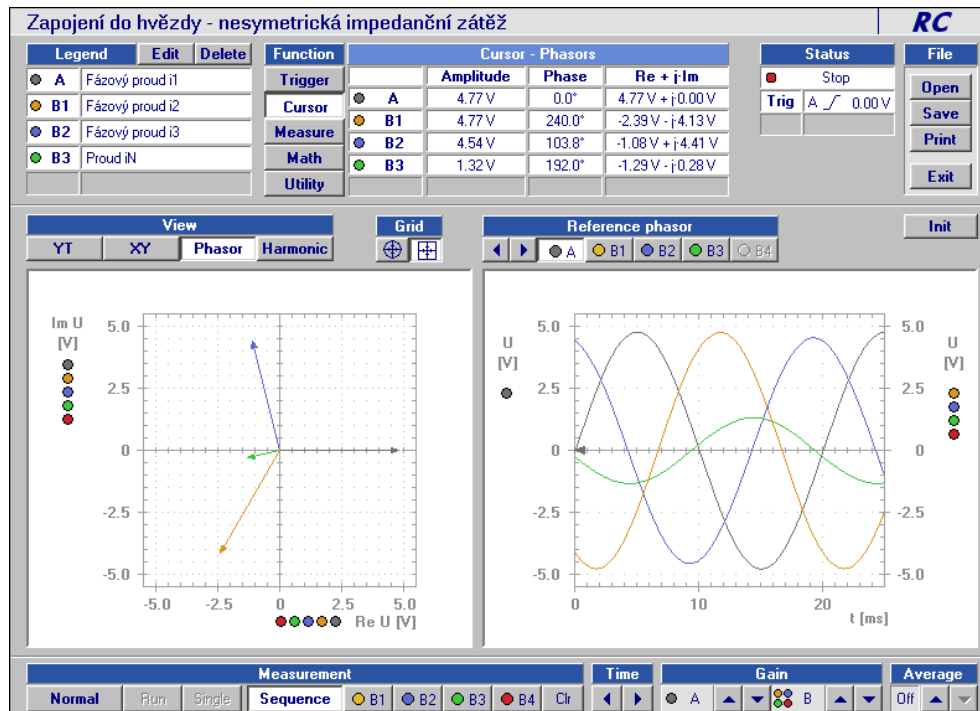
Úkol

Zobrazte jednotlivé fázové proudy i_1 , i_2 , i_3 a proud i_N ve čtyřvodičovém systému s nesymetrickou impedanční zátěží.

Schéma



Měření

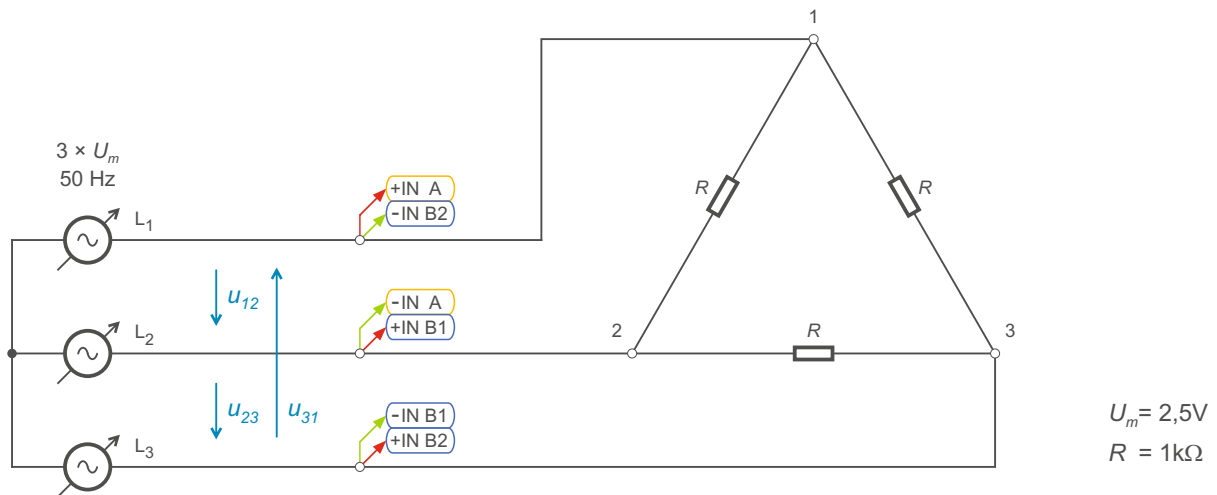


Zapojení do trojúhelníku - sdružená napětí

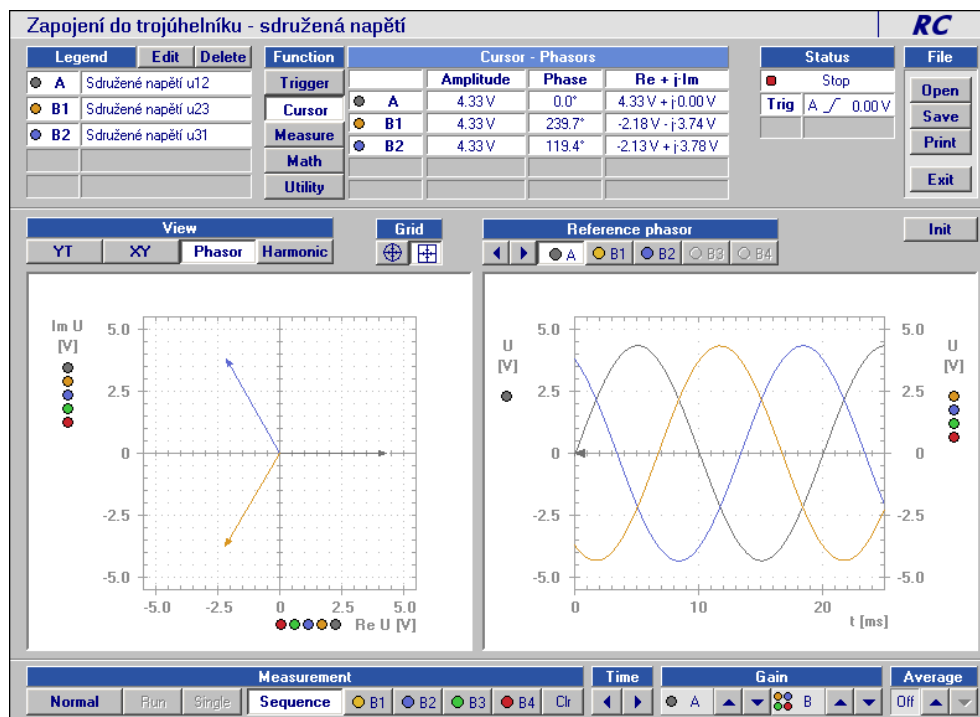
Úkol

Zobrazte jednotlivá sdružená napětí u_{12} , u_{23} a u_{31} pro symetrickou odporovou zátěž zapojenou do trojúhelníku.

Schéma



Měření



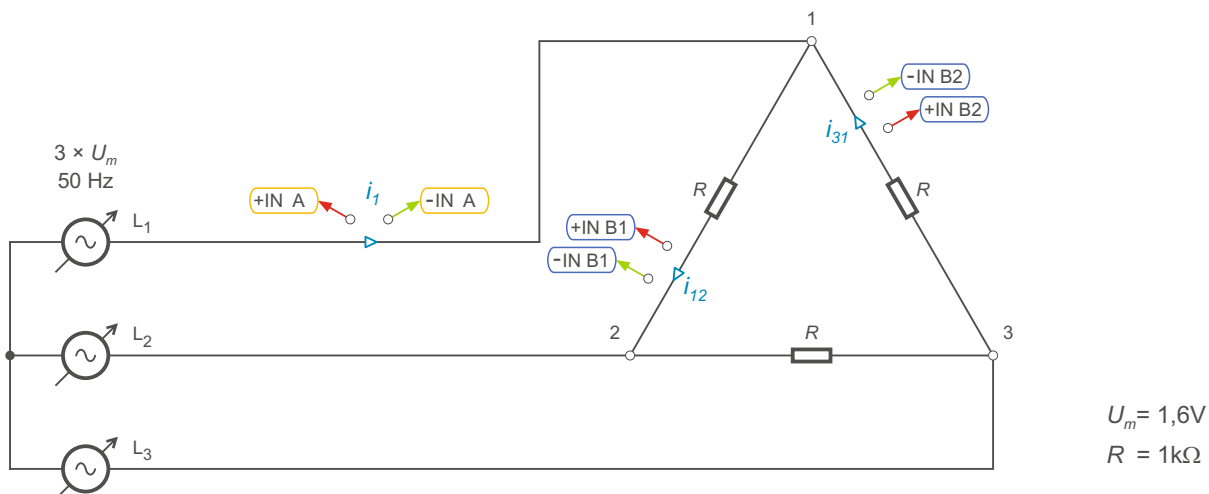
5.9

Zapojení do trojúhelníku - fázový sdružený proud

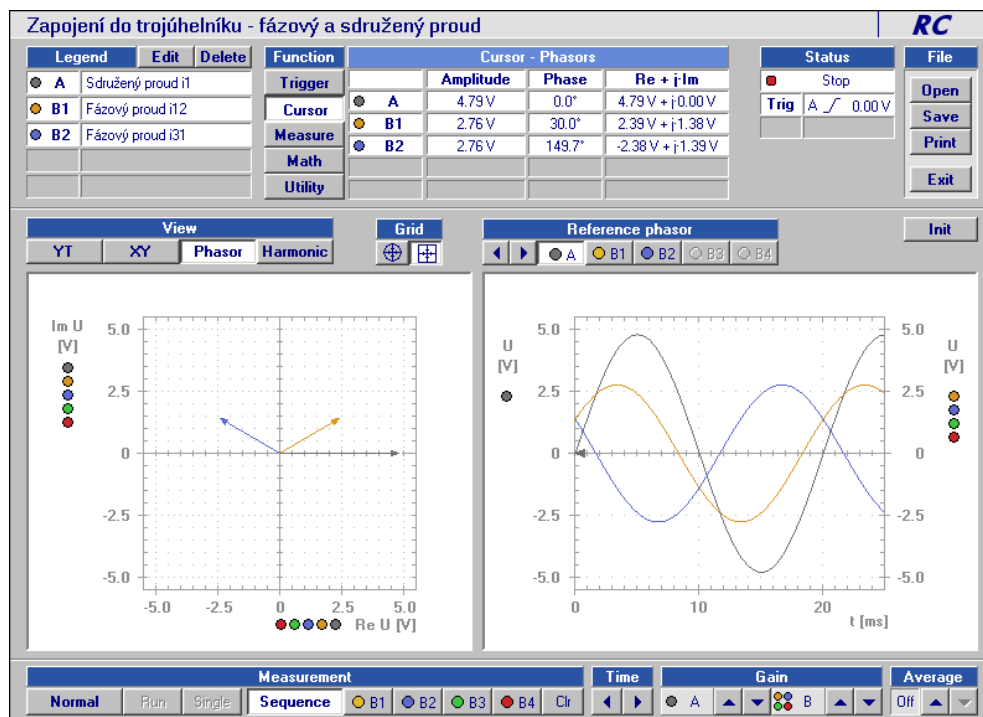
Úkol

Zobrazte vztah mezi sdruženým proudem i_1 a příslušnými fázovými proudy i_{12} a i_{31} pro symetrickou odporovou zátěž zapojenou do trojúhelníku.

Schéma



Měření



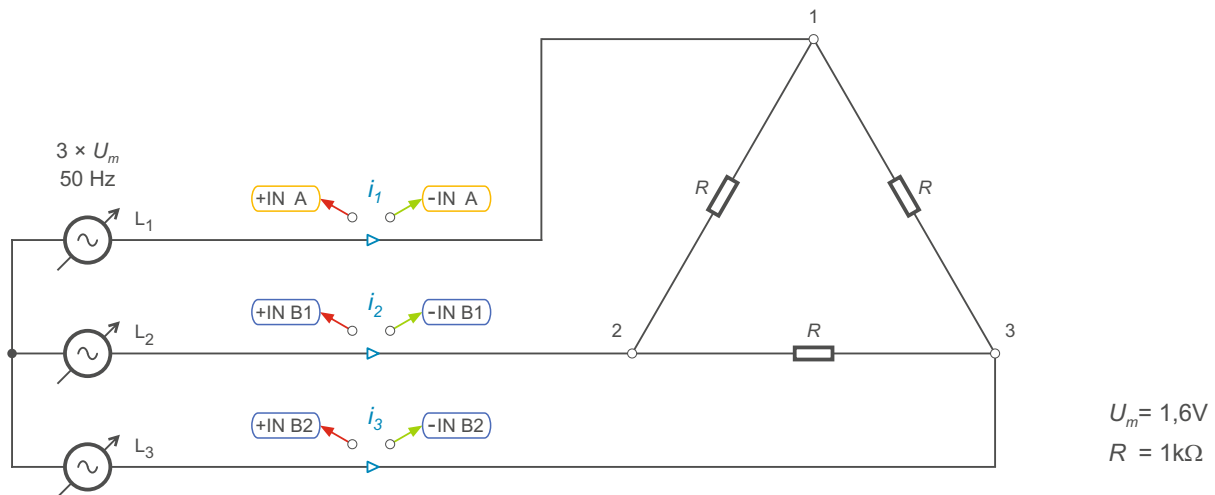
5.10

Zapojení do trojúhelníku - symetrická odporová zátěž

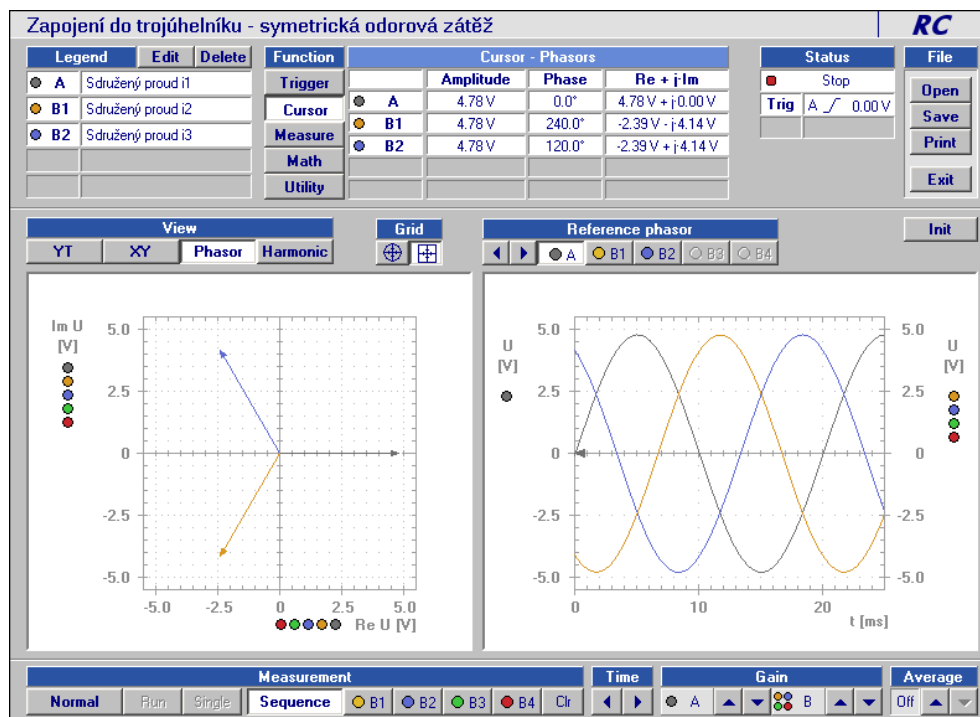
Úkol

Zobrazte sdružené proudy i_1 , i_2 a i_3 pro symetrickou odporovou zátěž zapojenou do trojúhelníku.

Schéma



Měření

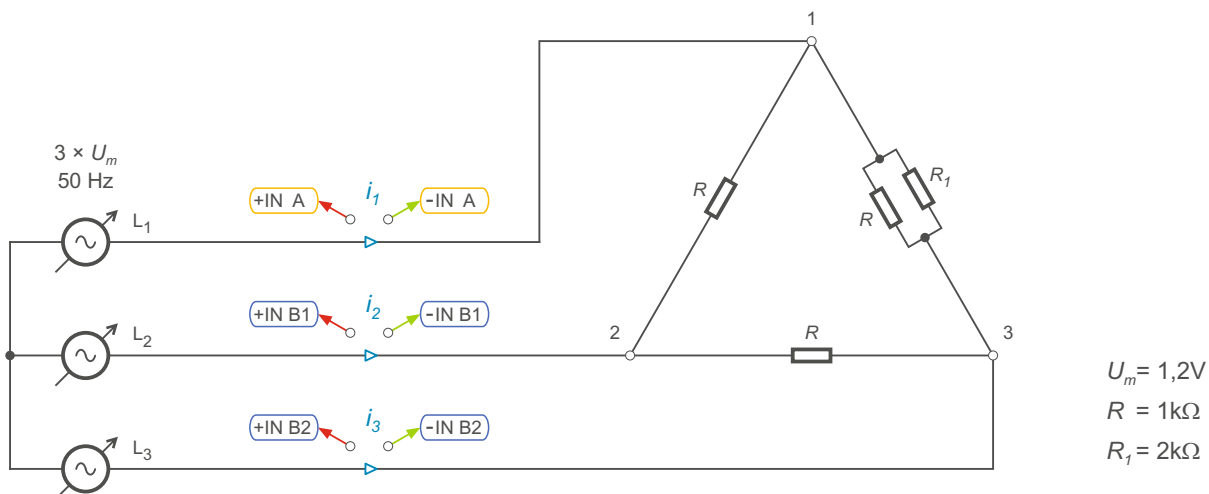


5.11 Zapojení do trojúhelníku - nesymetrická odporová zátěž

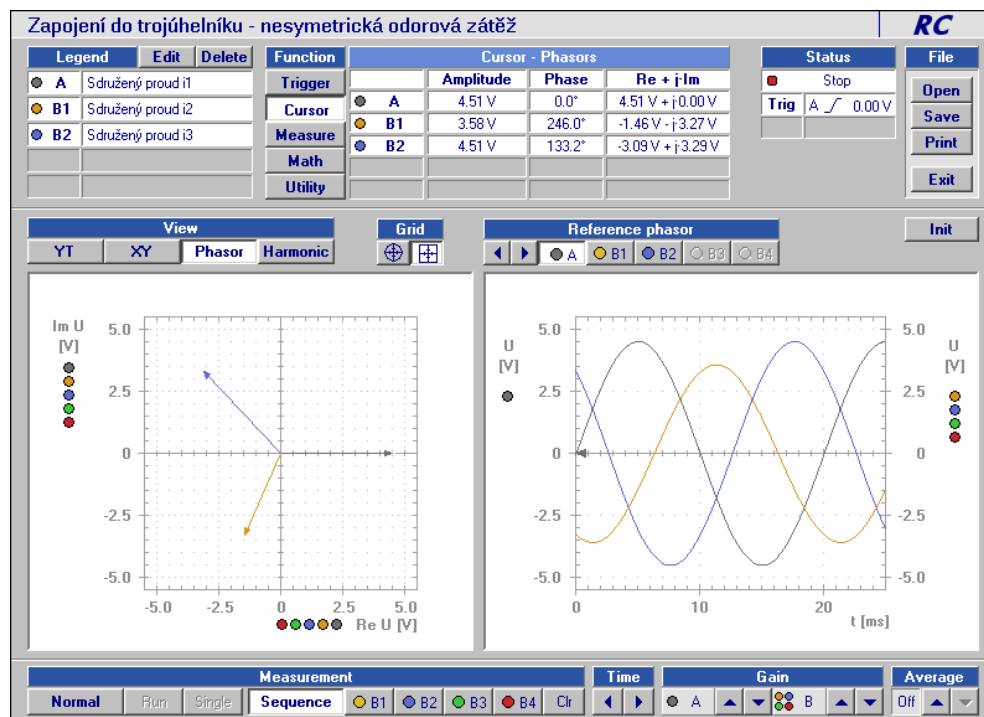
Úkol

Zobrazte sdružené proudy i_1 , i_2 a i_3 pro nesymetrickou odporovou zátěž zapojenou do trojúhelníku.

Schéma



Měření

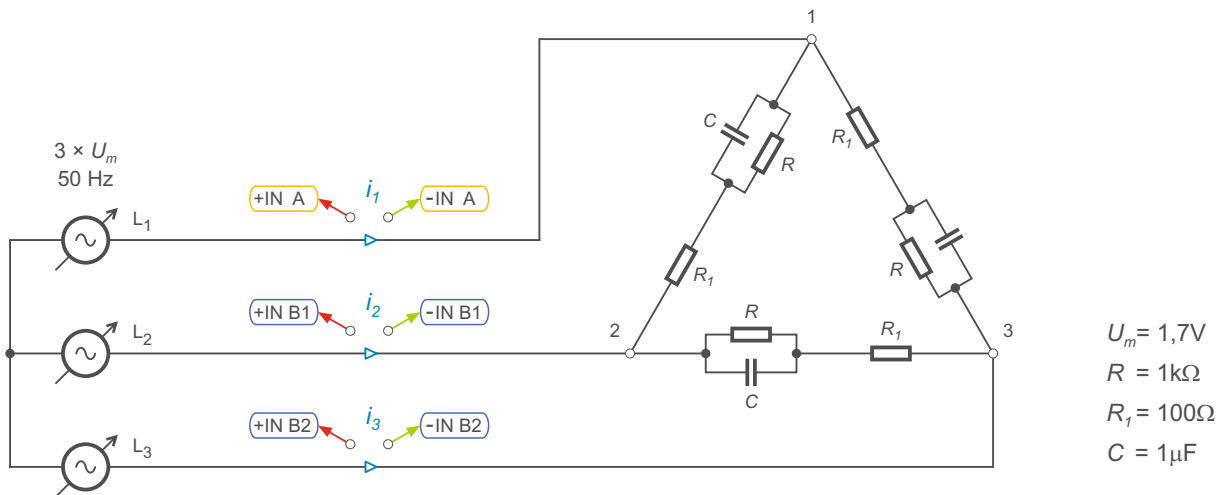


5.12 Zapojení do trojúhelníku - symetrická impedanční zátěž

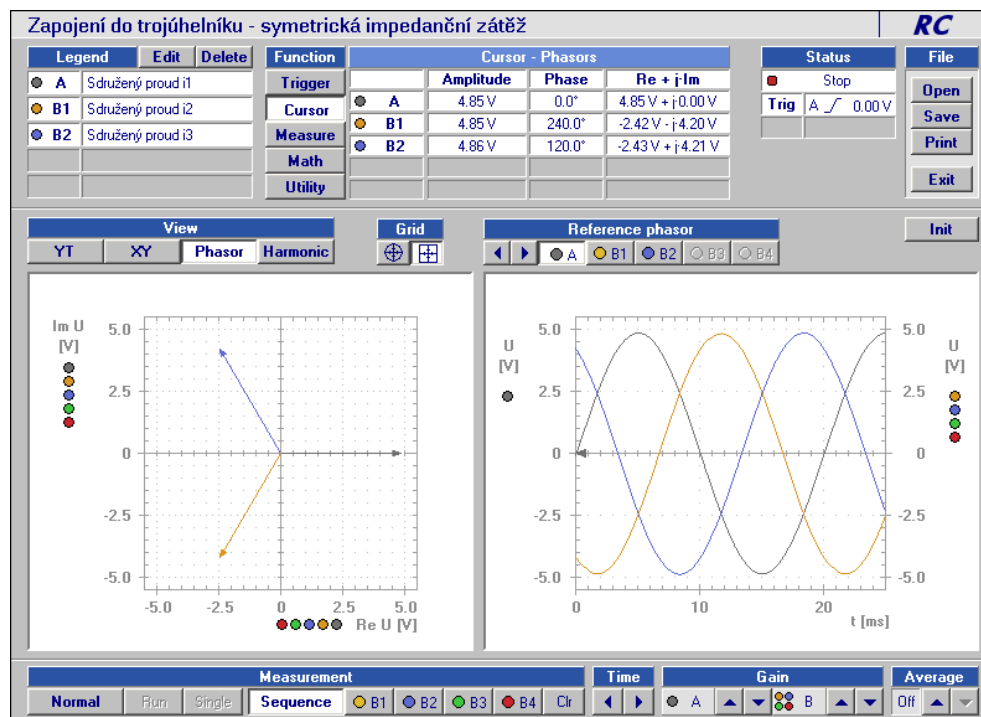
Úkol

Zobrazte sdružené proudy i_1 , i_2 a i_3 pro symetrickou impedanční zátěž zapojenou do trojúhelníku.

Schéma



Měření

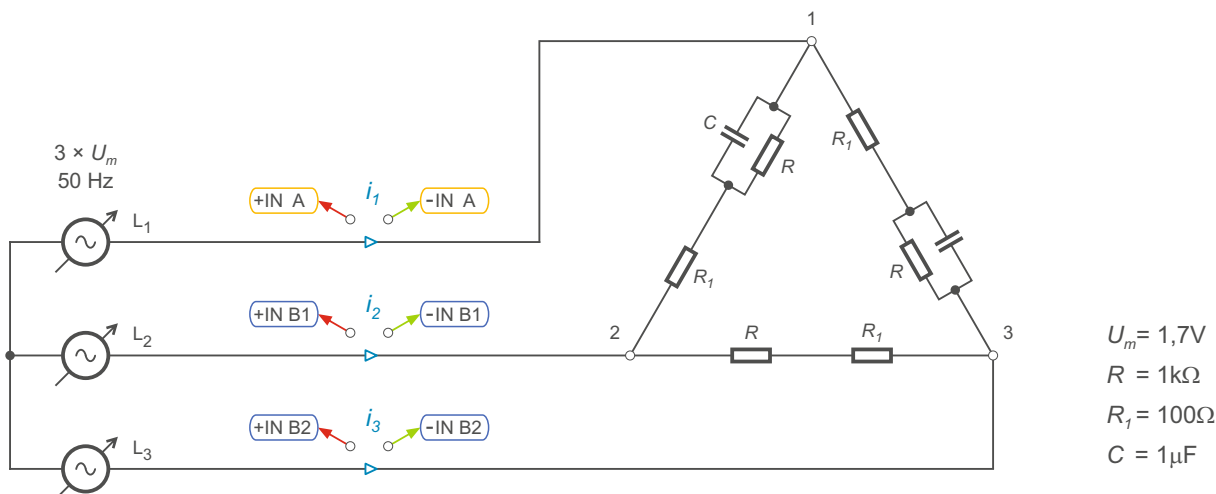


5.13 Zapojení do trojúhelníku - nesymetrická impedanční zátěž

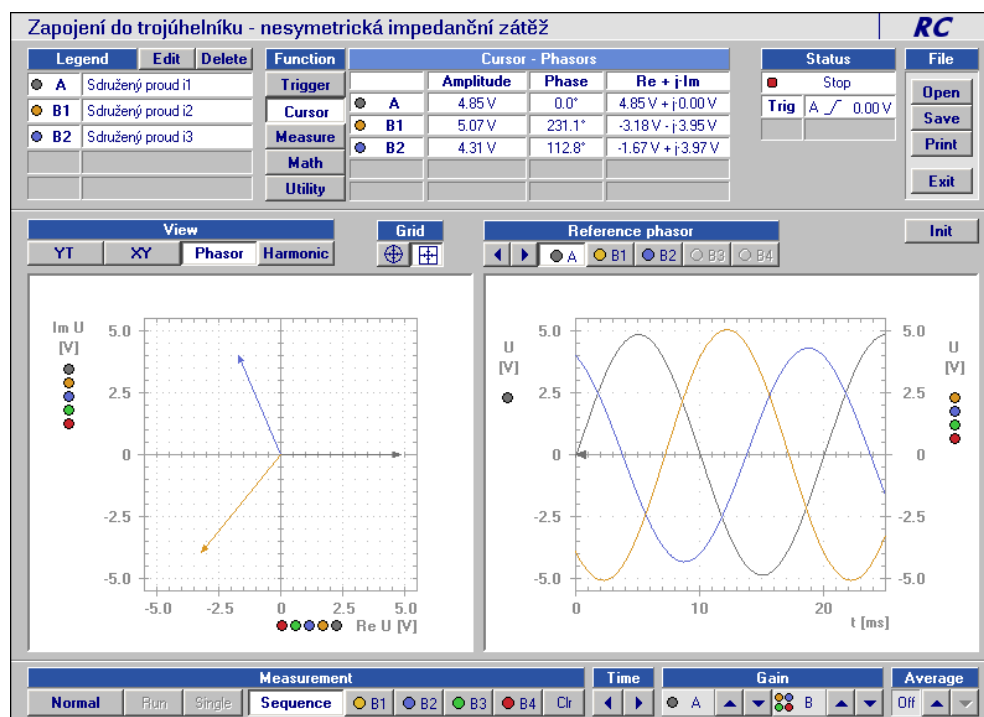
Úkol

Zobrazte sdružené proudy i_1 , i_2 a i_3 pro nesymetrickou impedanční zátěž zapojenou do trojúhelníku.

Schéma

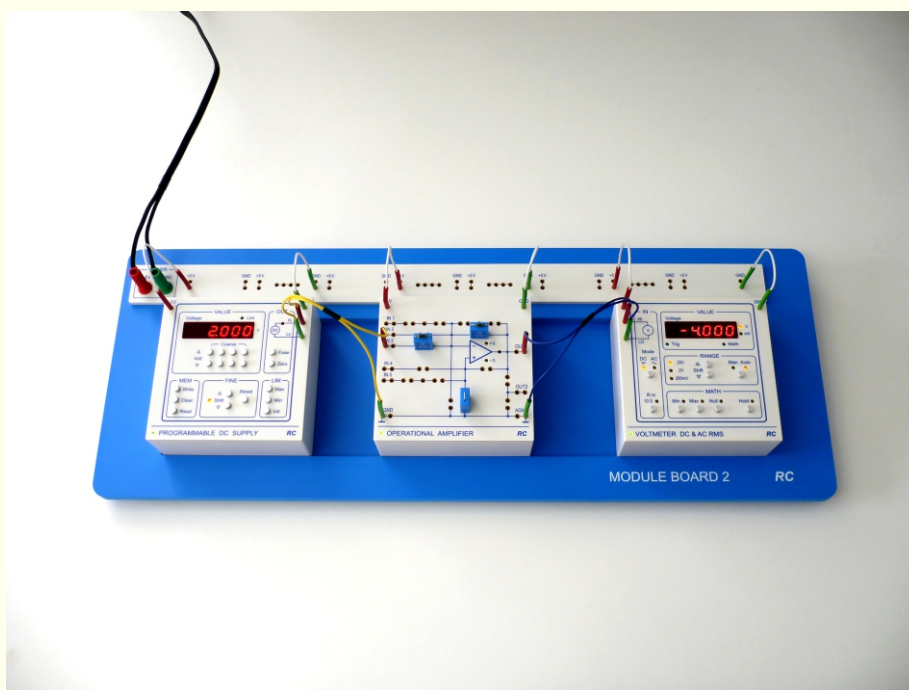


Měření



Výukový systém rc2000 - μ LAB

Operační zesilovač



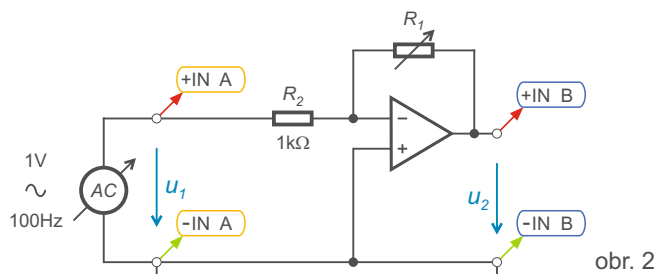
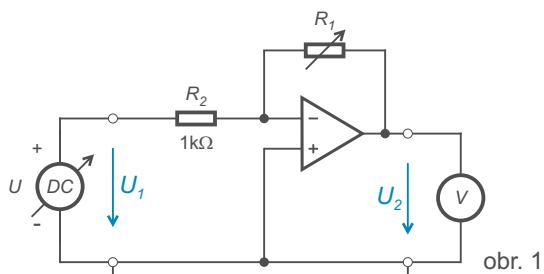
Obsah

Operační zesilovač	6.0
Invertující zesilovač	6.1
Neinvertující zesilovač	6.2
Napěťový sledovač	6.3
Integrátor	6.4
Derivátor	6.5
Komparátor	6.6
Komparátor s hysterezí	6.7
Rozdílový zesilovač	6.8
Fázový členek	6.9
Astabilní multivibrátor	6.10

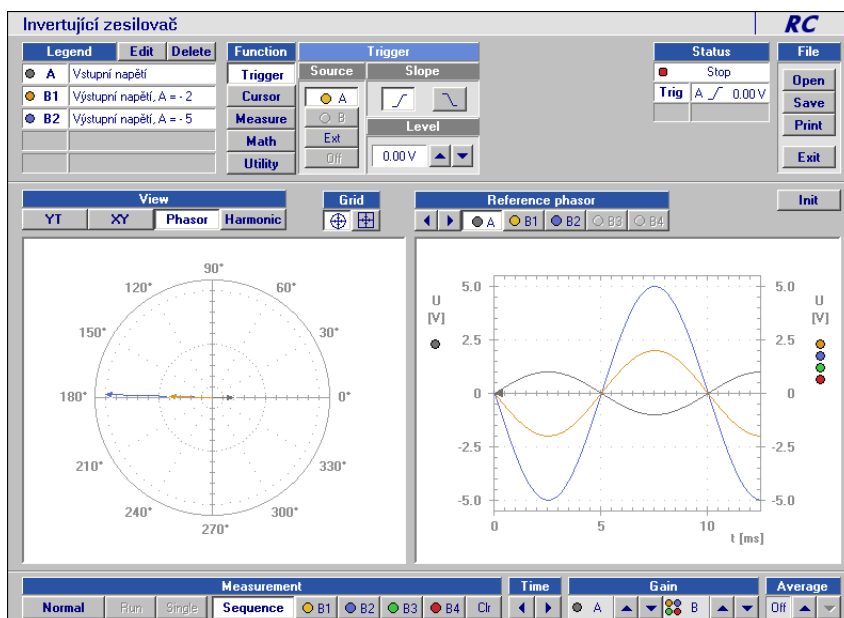
Úkol

Ověřte zapojení operačního zesilovače jako invertujícího zesilovače. Změřte pro stejnosměrné i střídavé napětí. Volte zesílení $A = -2$ a $A = -5$.

Schéma



Měření



Invertující zesilovač - AC napětí

schéma

obr. 2

mód

Osciloskop

zobrazení

Phasor

vzorec

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

hodnoty

$$\bullet A = -2 \dots R_2 = 2\text{k}\Omega$$

$$\bullet A = -5 \dots R_2 = 5\text{k}\Omega$$

Invertující zesilovač - DC napětí

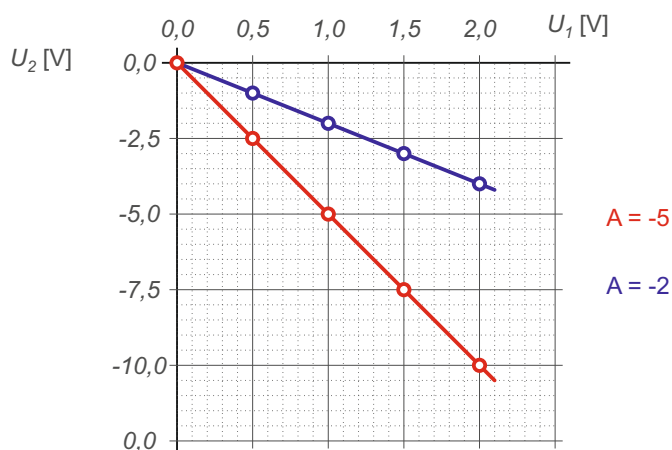
schéma

obr. 1

vzorec

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

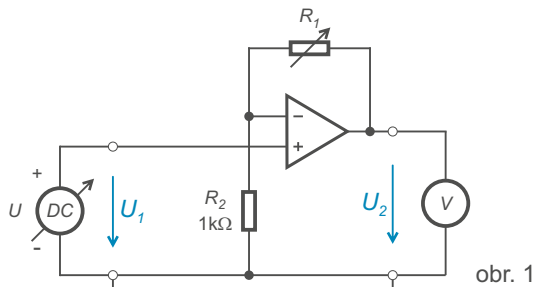
U_1 [V]	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	Zesílení
U_2 [V]	0,0	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0	-2
U_2 [V]	0,0	-2,5	-5,0	-7,5	-10,0	-5



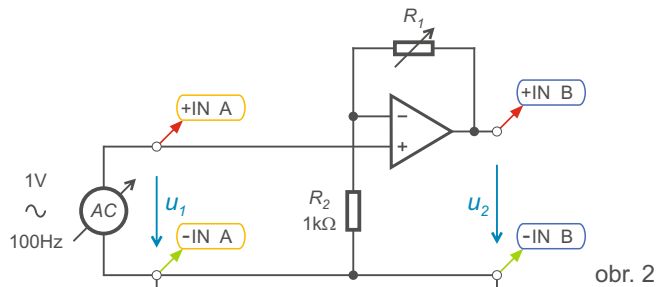
Úkol

Ověřte zapojení operačního zesilovače jako neinvertujícího zesilovače. Změřte stejnosměrné i střídavé napětí. Volte zesílení $A = 2$ a $A = 5$.

Schéma

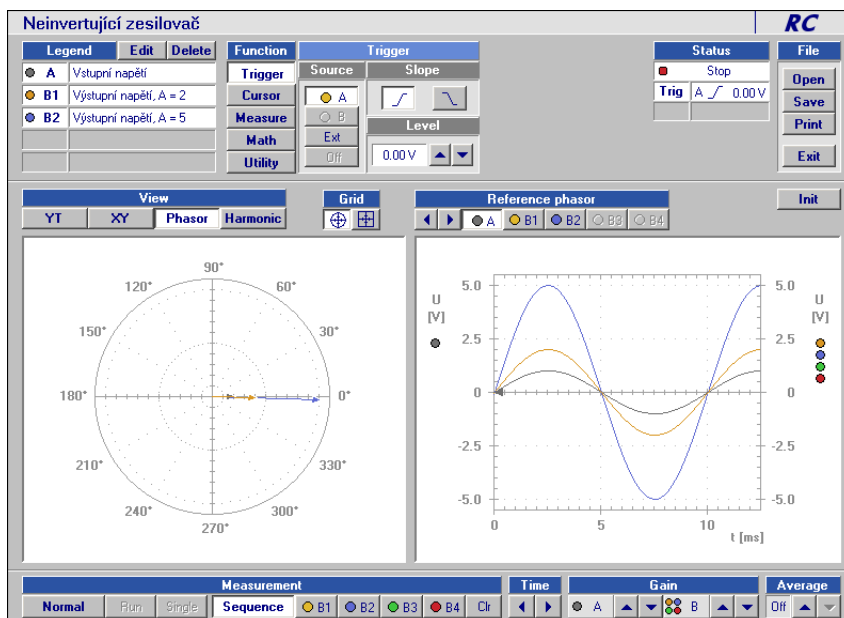


obr. 1



obr. 2

Měření



Neinvertující zesilovač - AC

schéma

obr. 2

mód

Osciloskop

zobrazení

Phasor

vzorec

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

hodnoty

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

U_1 [V]	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	Zesílení
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

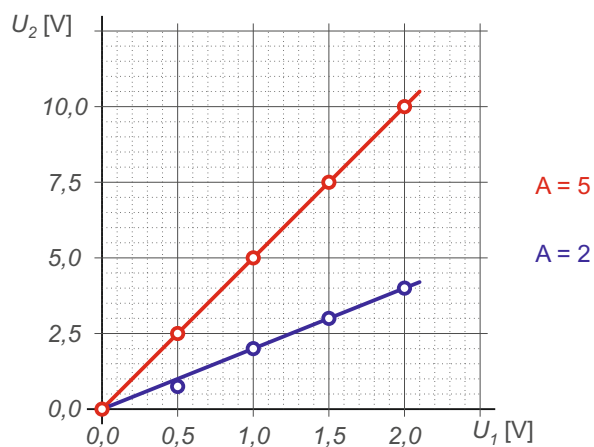
Neinvertující zesilovač - DC

schéma

obr. 1

vzorec

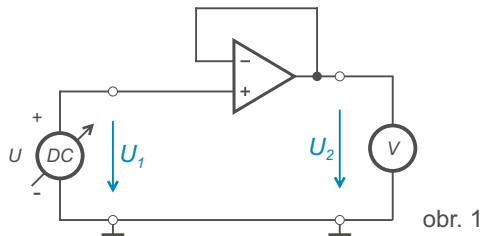
$$A = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$



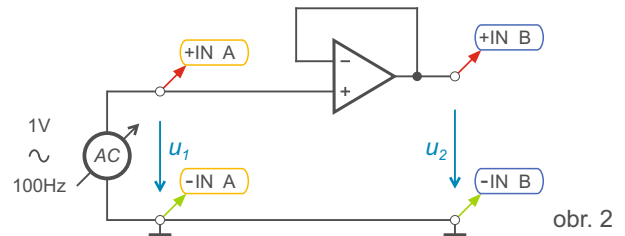
Úkol

Ověřte zapojení operačního zesilovače jako sledovače napětí. Změřte stejnosměrné i střídavé napětí.

Schéma

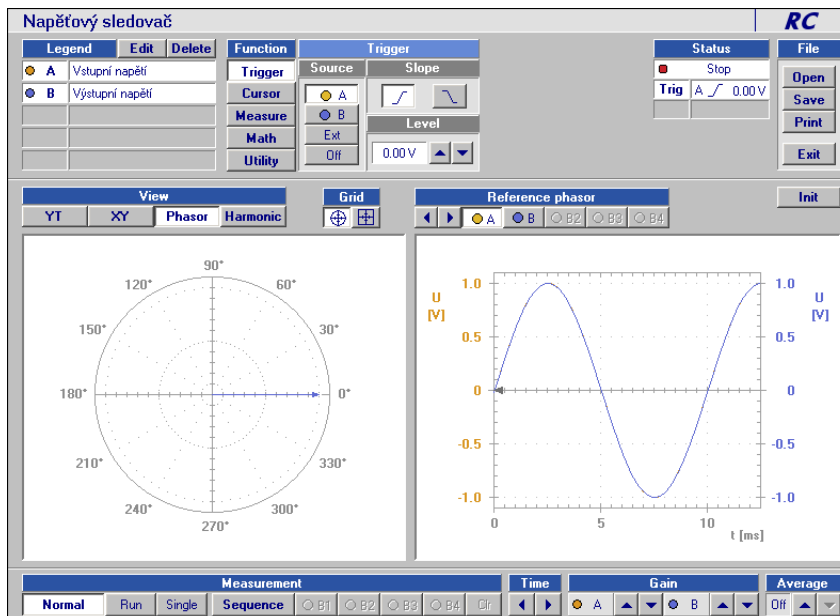


obr. 1



obr. 2

Měření



Napěťový sledovač

schéma

obr. 2

mód

Osciloskop

zobrazení

Phasor

vzorec

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

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

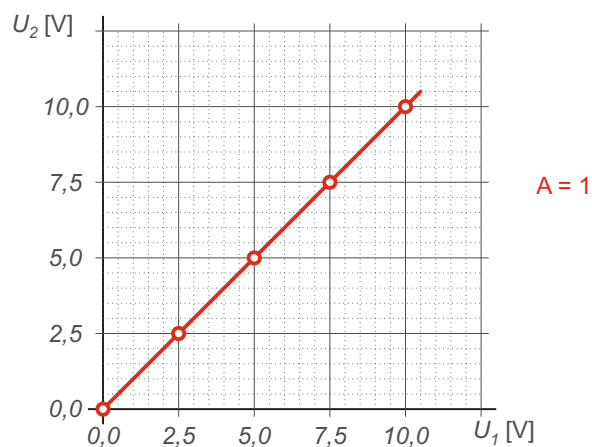
Napěťový sledovač

schéma

obr. 1

vzorec

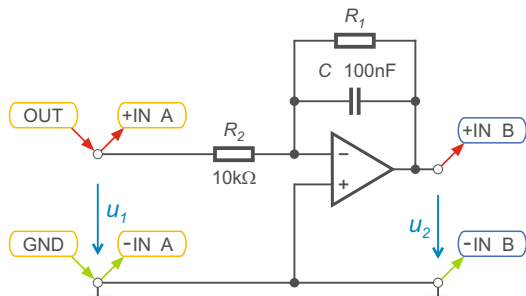
$$A = \frac{U_2}{U_1} = 1$$



Úkol

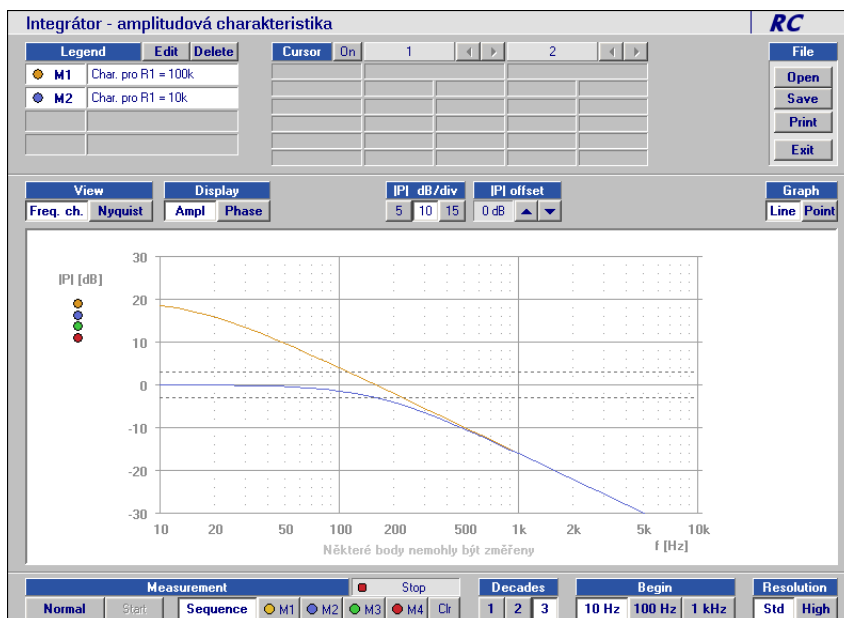
Ověřte zapojení operačního zesilovače jako integrátoru. Volte různé velikosti tlumení pomocí rezistoru R_1 . Změřte ve frekvenční oblasti.

Schéma



obr. 1

Měření



Amplitudová charakteristika

schéma

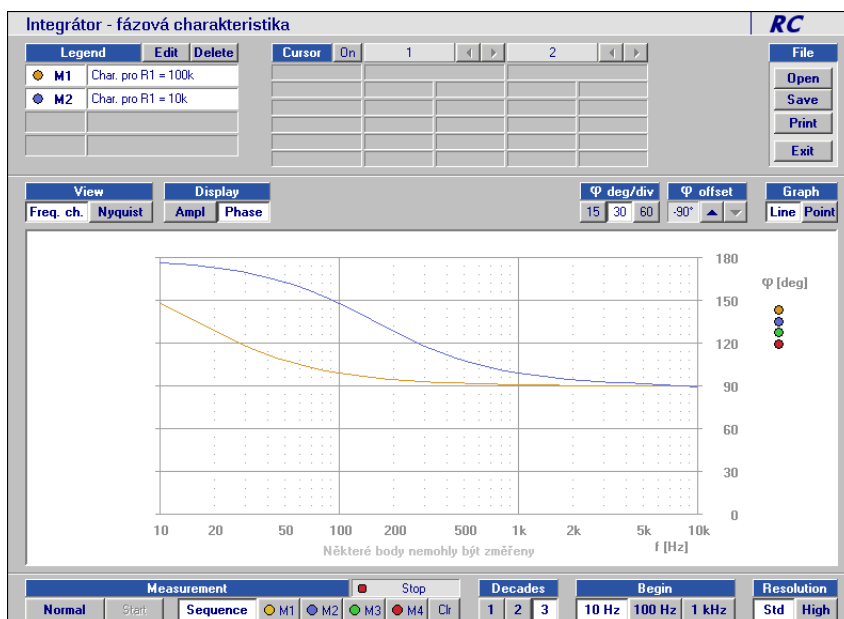
obr. 1

mód

Frekvenční charakteristiky

zobrazení

Amplitude



Fázová charakteristika

schéma

obr. 2

mód

Frekvenční charakteristiky

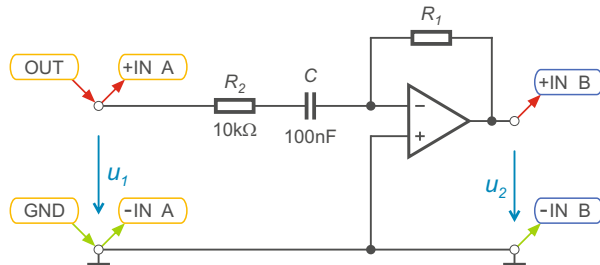
zobrazení

Phase

Úkol

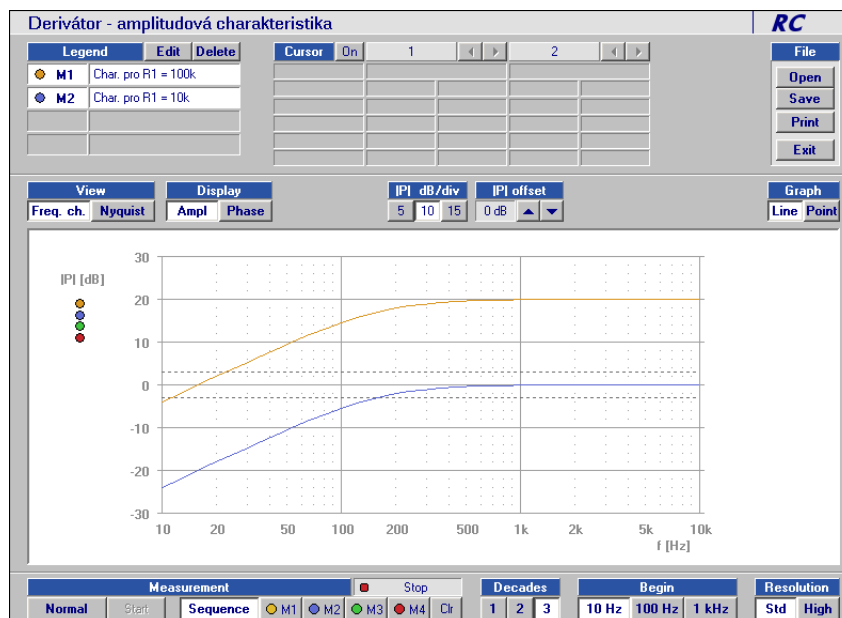
Ověřte zapojení operačního zesilovače jako derivátoru. Změřte ve frekvenční oblasti.

Schéma



obr. 1

Měření



Amplitudová charakteristika

schéma

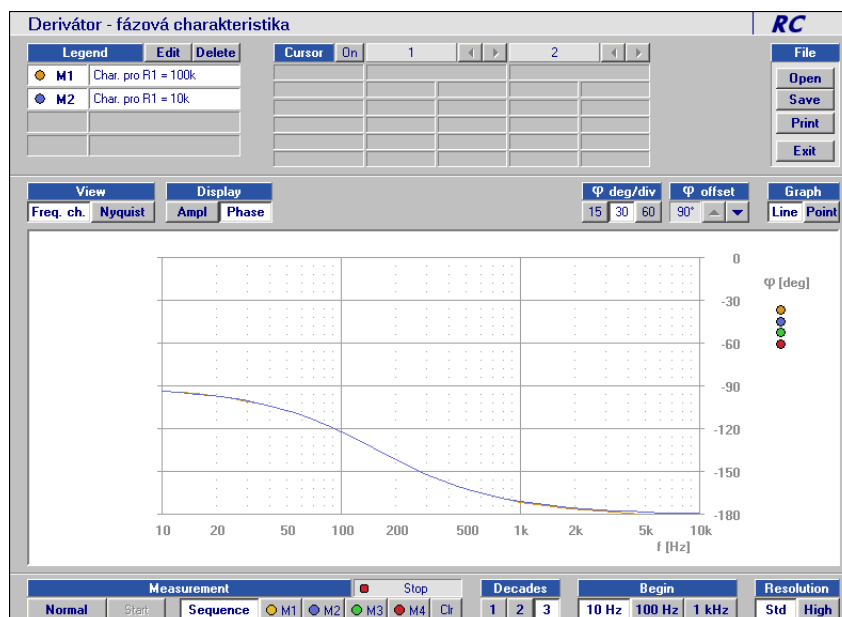
obr. 1

mód

Frekvenční charakteristiky

zobrazení

Amplitude



Fázová charakteristika

schéma

obr. 2

mód

Frekvenční charakteristiky

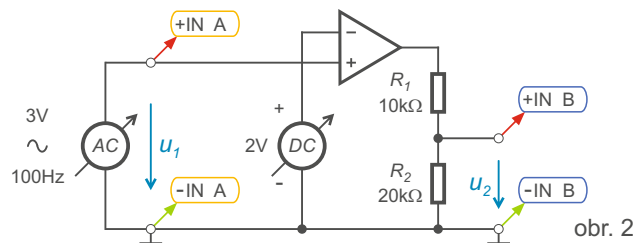
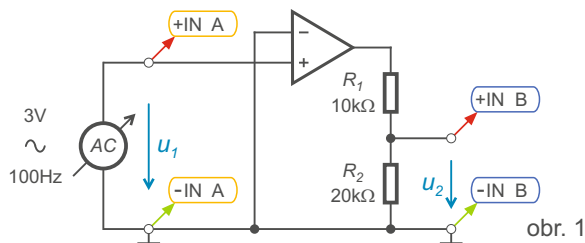
zobrazení

Phase

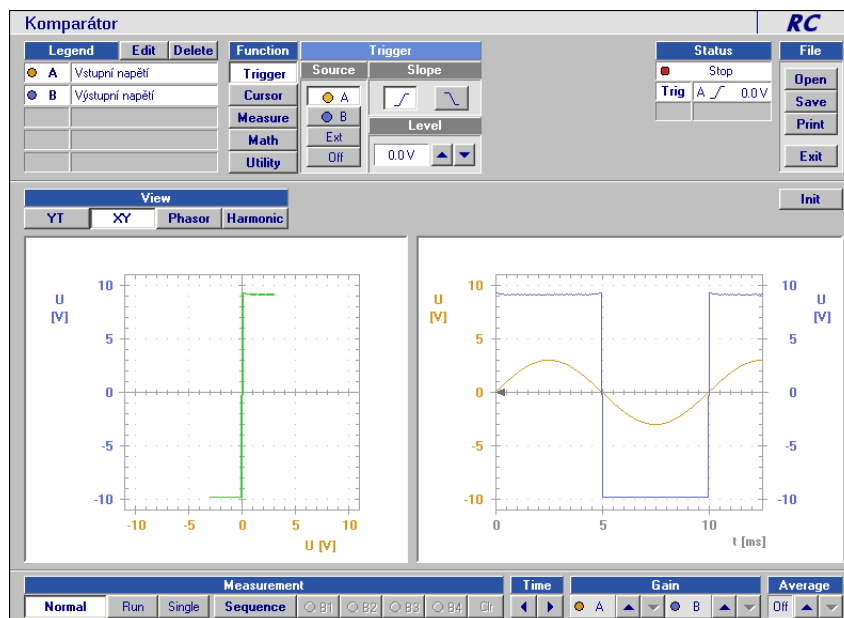
Úkol

Zobrazte průběh vstupního a výstupního napětí komparátoru. Změřte pro nulovou úroveň komparace (obr. 1) a pro nenulovou referenční úroveň komparace (obr. 2).

Schéma



Měření



Komparátor

schéma

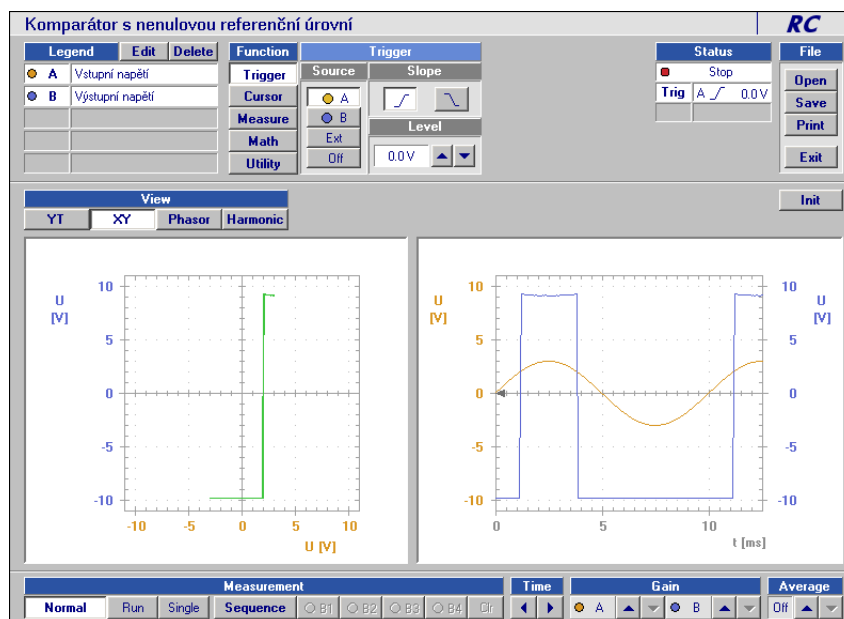
obr. 1

mód

Osciloskop

zobrazení

XY



Komparátor s nenulovou úrovní

mód

obr. 2

schéma

Osciloskop

zobrazení

XY

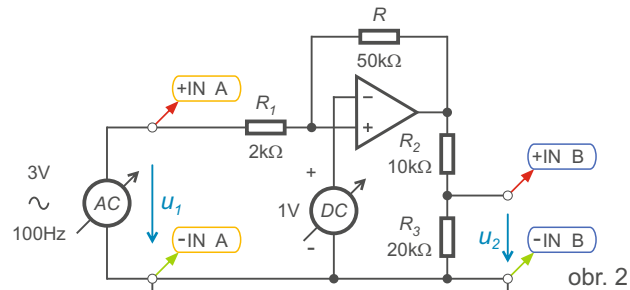
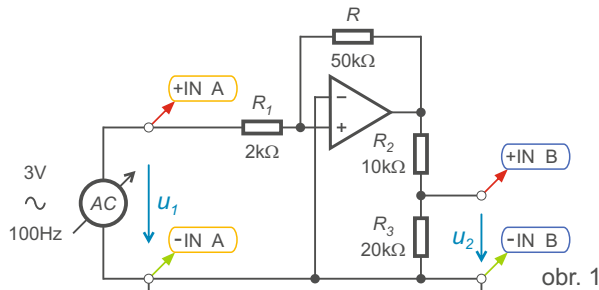
Poznámka

Výstupní dělič tvořený R_1 a R_2 je proto, abychom zobrazili saturační napětí větší než 10V.

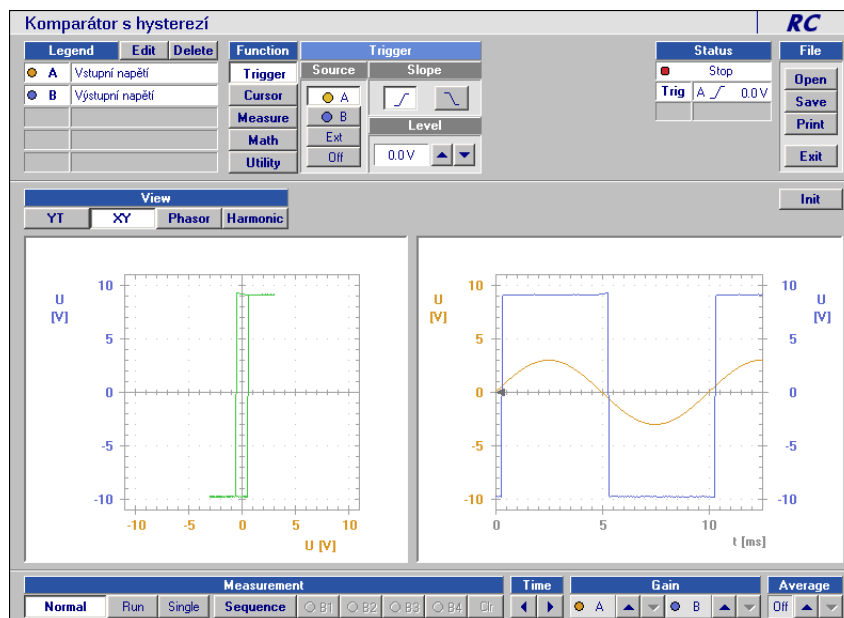
Úkol

Zobrazte průběh vstupního a výstupního napětí komparátoru s hysterezí. Změřte pro nulovou úroveň komparace (obr. 1) a pro nenulovou referenční úroveň komparace (obr. 2).

Schéma



Měření



Komparátor s hysterezí 1

schéma

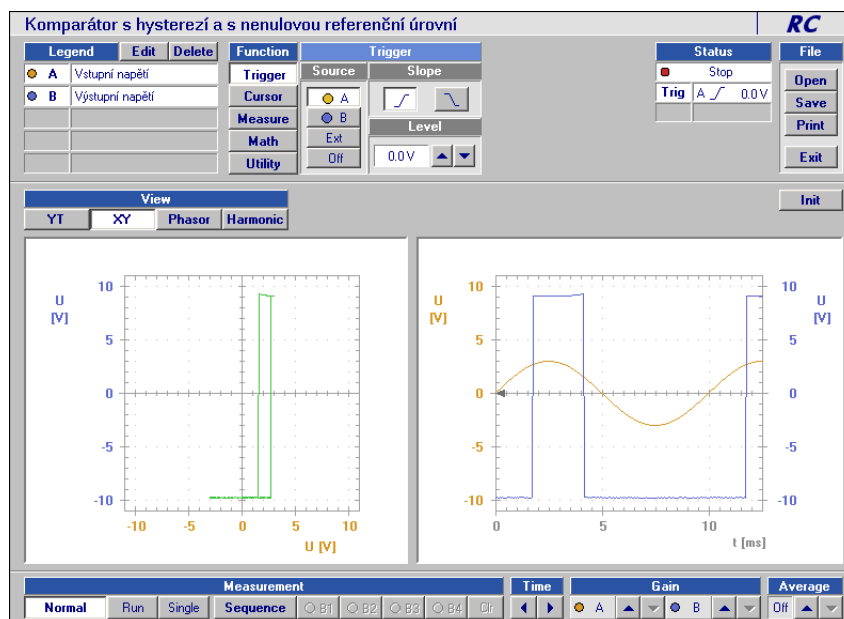
obr. 1

mód

Osciloskop

zobrazení

XY



Komparátor s hysterezí 2

mód

obr. 2

schéma

Osciloskop

zobrazení

XY

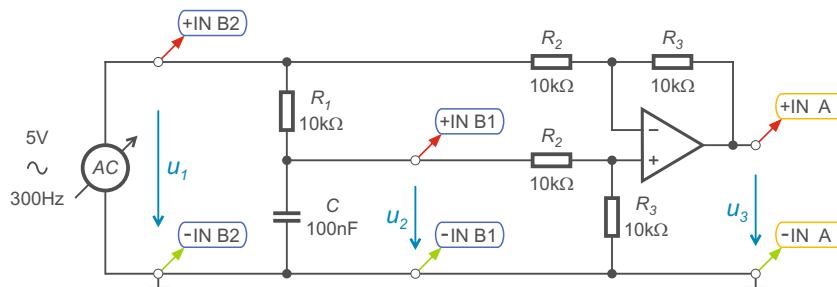
Poznámka

Výstupní dělič tvořený R_1 a R_2 je proto, abychom zobrazili saturační napětí větší než 10V.

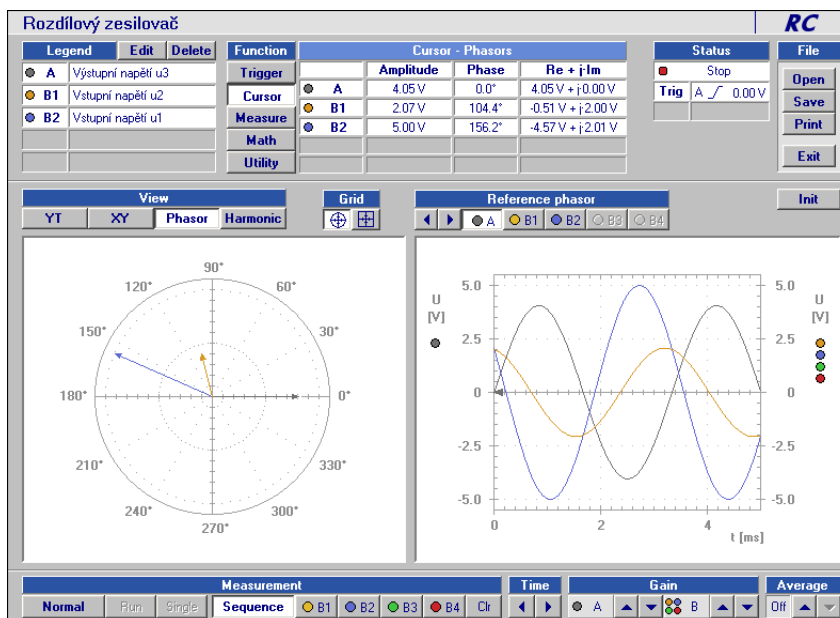
Úkol

Zobrazte průběhy vstupních napětí rozdílového zesilovače u_1 , u_2 a jeho výstupního napětí u_3 . Ověřte pomocí kurzorů platnost rovnice $u_3 = u_2 - u_1$.

Schéma



Měření



Rozdílový zesilovač

schéma

obr. 1

mód

Osciloskop

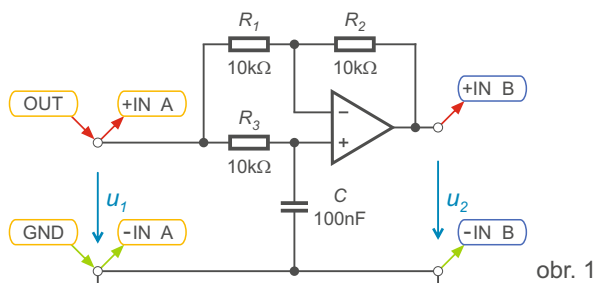
zobrazení

Phasor

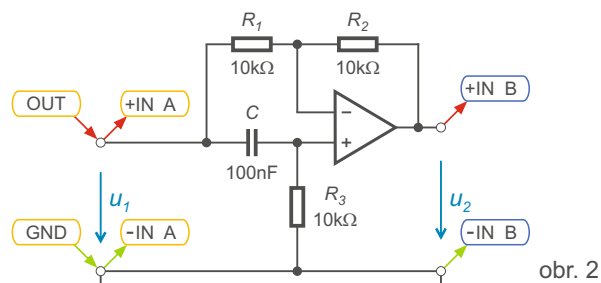
Úkol

Zobrazte amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky pro dvě varianty zapojení fázového člunku.

Schéma

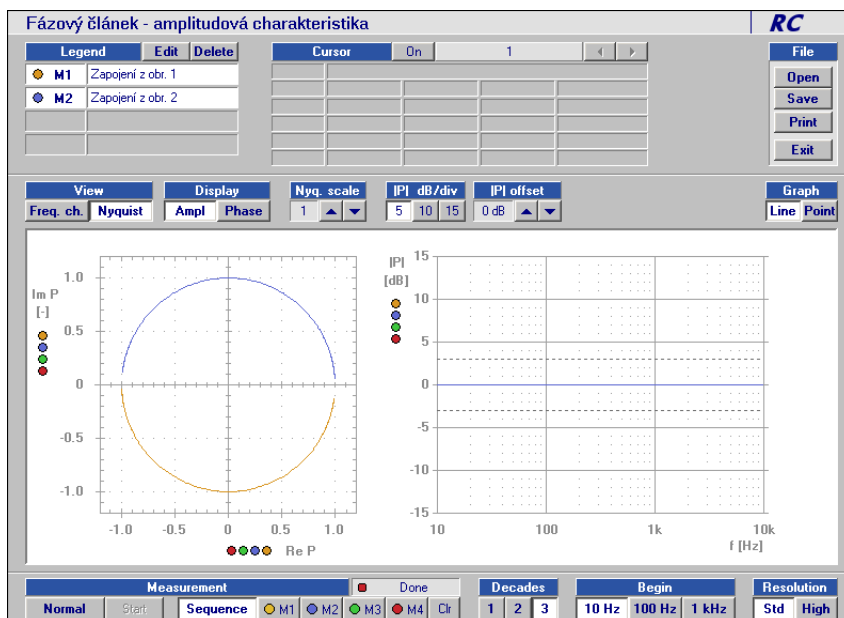


obr. 1



obr. 2

Měření



Amplitudová charakteristika

schéma

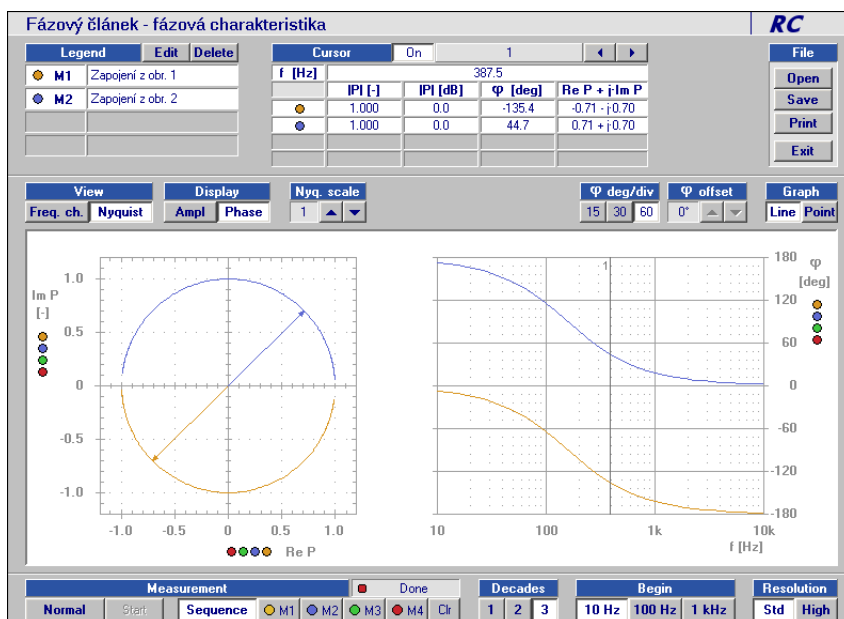
obr. 1

mód

Frekvenční charakteristiky

zobrazení

Amplitude



Fázová charakteristika

schéma

obr. 2

mód

Frekvenční charakteristiky

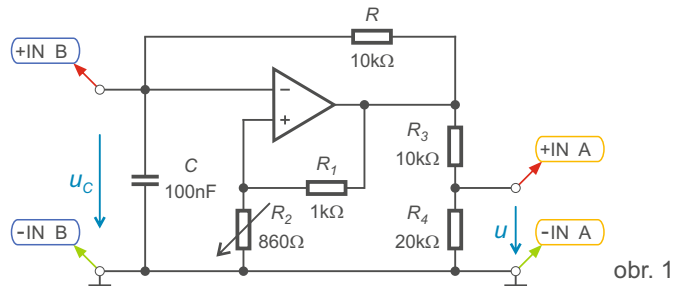
zobrazení

Phase

Úkol

Zobrazte průběhy napětí na kondenzátoru C a na výstupu obvodu. Výstupní perioda je dána rovnicí 1). Pro zjednodušení výpočtu generované frekvence 2) volte $R_2 = 0,86 R_1$.

Schéma



obr. 1

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

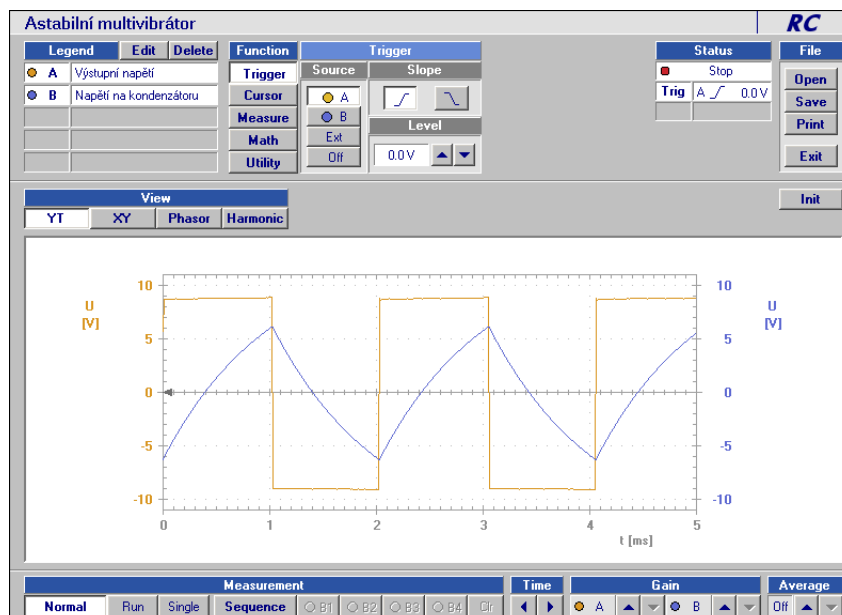
$$\ln\left(1 + \frac{2 \cdot R_2}{R_1}\right) = 1.0006 \approx 1$$

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

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

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

Měření



Astabilní multivibrátor

schéma

obr. 1

mód

Osciloskop

zobrazení

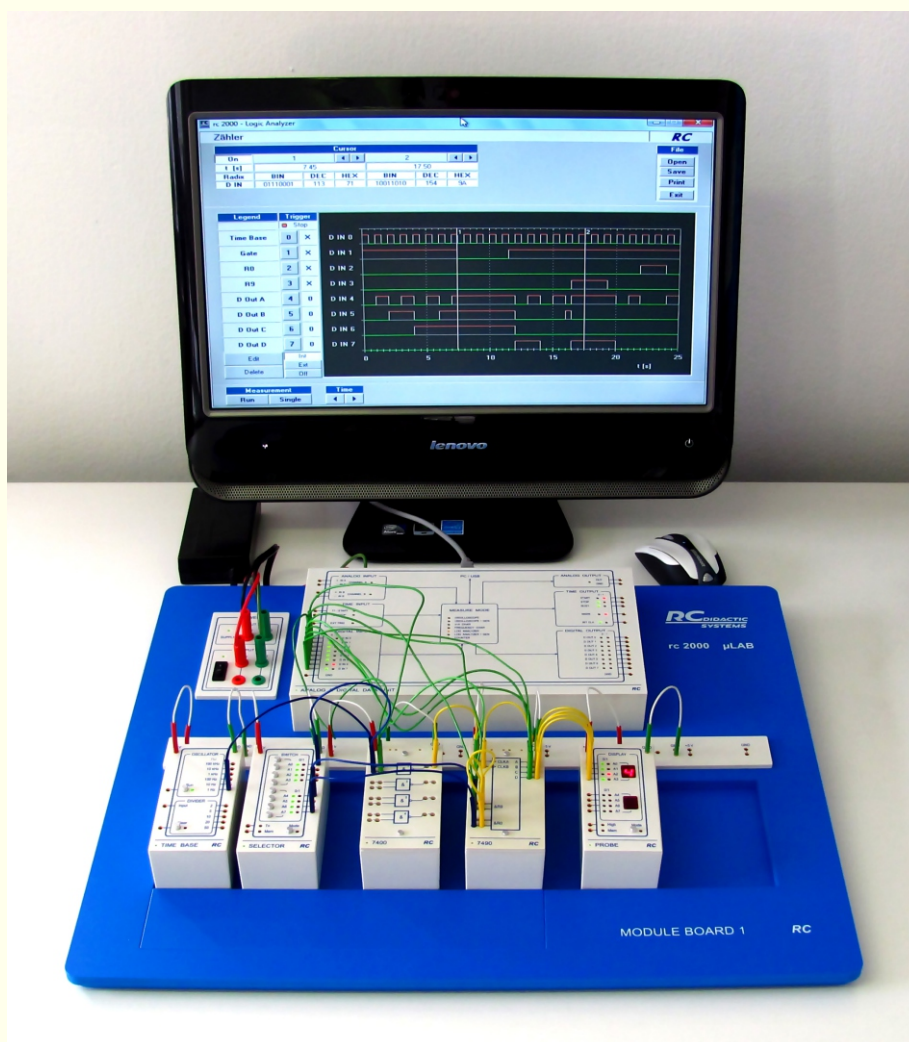
YT

Poznámka

Výstupní dělič tvořený R_1 a R_2 je proto, abychom zobrazili saturační napětí větší než 10V.

Výukový systém rc2000 - μ LAB

Digitální technika

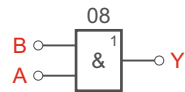
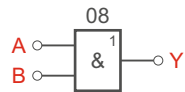


Digitální technika	7.0
Booleova algebra - zákony	7.1
Booleova algebra - převod funkcí NAND	7.2
Booleova Algebra - převod funkcí NOR	7.3
Minimalizace logická funkce	7.4
Řízení výtahu	7.5
Zapojení alarmu	7.6
Indikace funkce ventilátorů	7.7
Sčítáčka a odčítáčka	7.8
Poloviční a celá sčítáčka	7.9
1 bitový komparátor	7.10
Porovnávací obvod	7.11
Kodér a dekodér Grayova kódu	7.12
Čítač (nahoru/dolů)	7.13
Čítač modulo N	7.14
Sekvenční obvod - číslicový rozdílový obvod	7.15

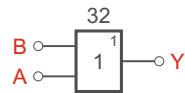
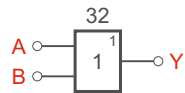
Úkol

Ověřte platnost zákonů Booleovy algebry.

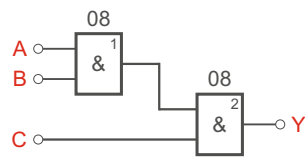
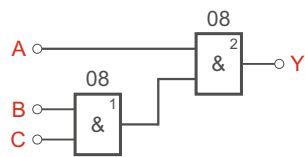
Schema



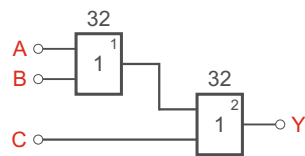
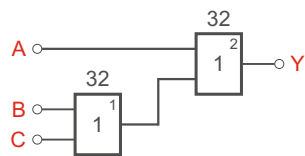
$$Y = A \cdot B \\ = B \cdot A$$



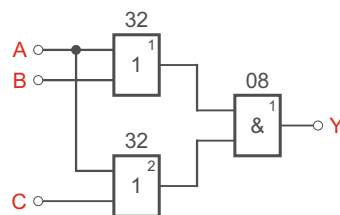
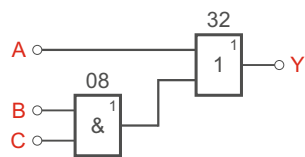
$$Y = A + B \\ = B + A$$



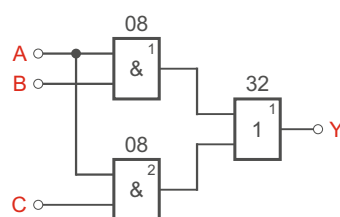
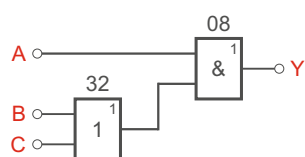
$$Y = A \cdot (B \cdot C) \\ = (A \cdot B) \cdot C$$



$$Y = A + (B + C) \\ = (A + B) + C$$

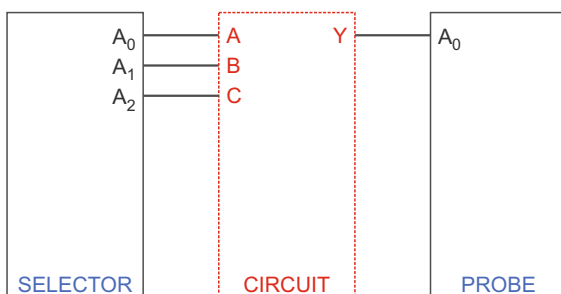


$$Y = A + (B \cdot C) \\ = (A + B) \cdot (A + C)$$



$$Y = A \cdot (B + C) \\ = (A \cdot B) + (A \cdot C)$$

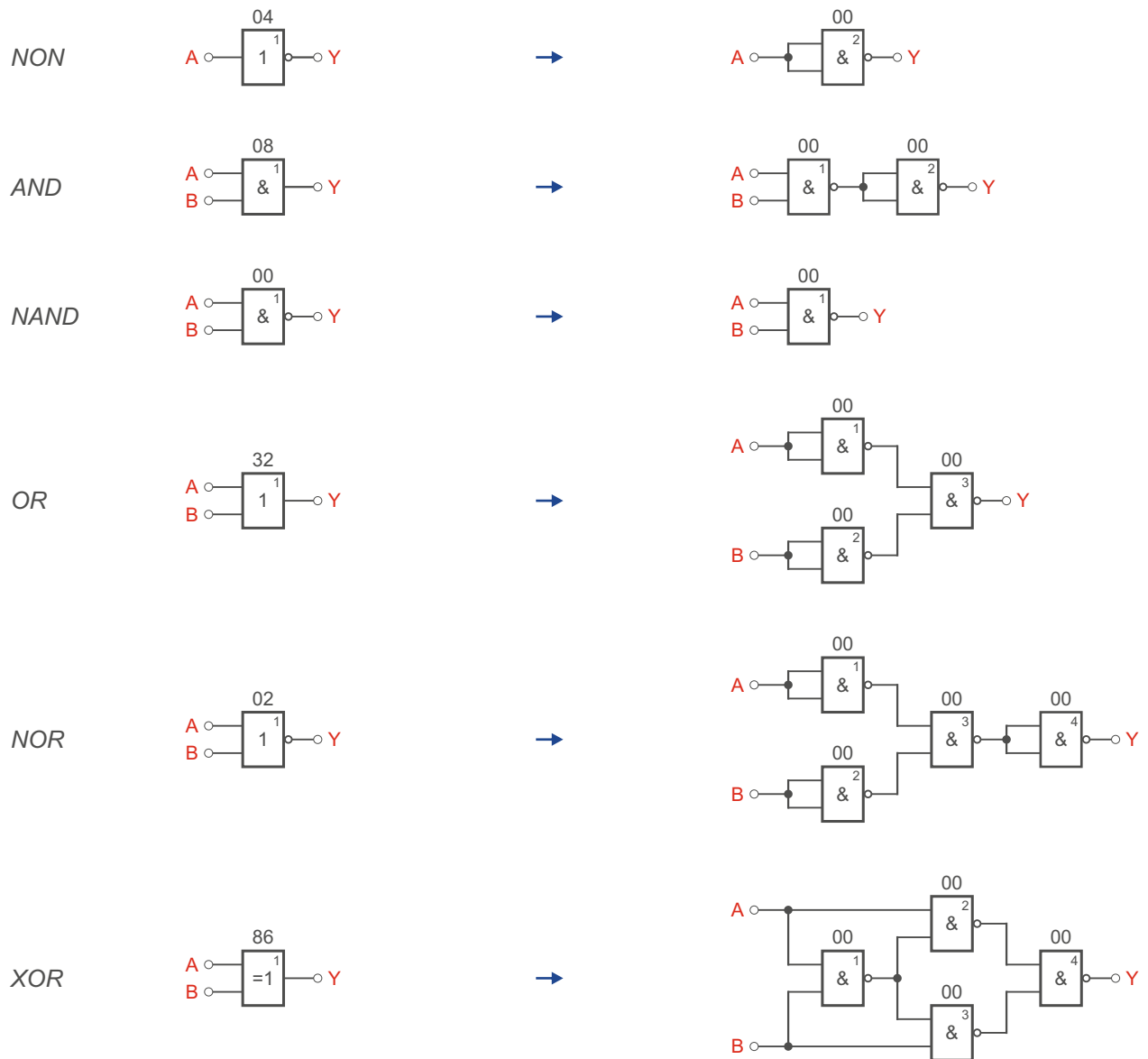
Zapojení



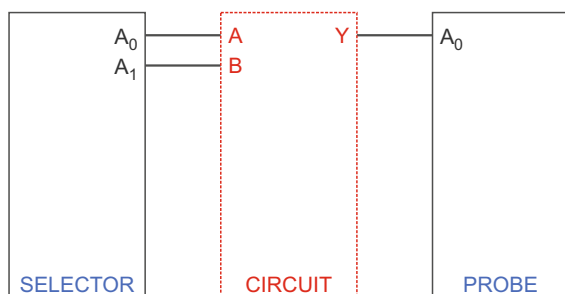
Úkol

Navrhněte a realizujte zapojení základních logických funkcí NON, AND, NAND, OR, NOR a XOR s využitím funkce NAND.

Schema



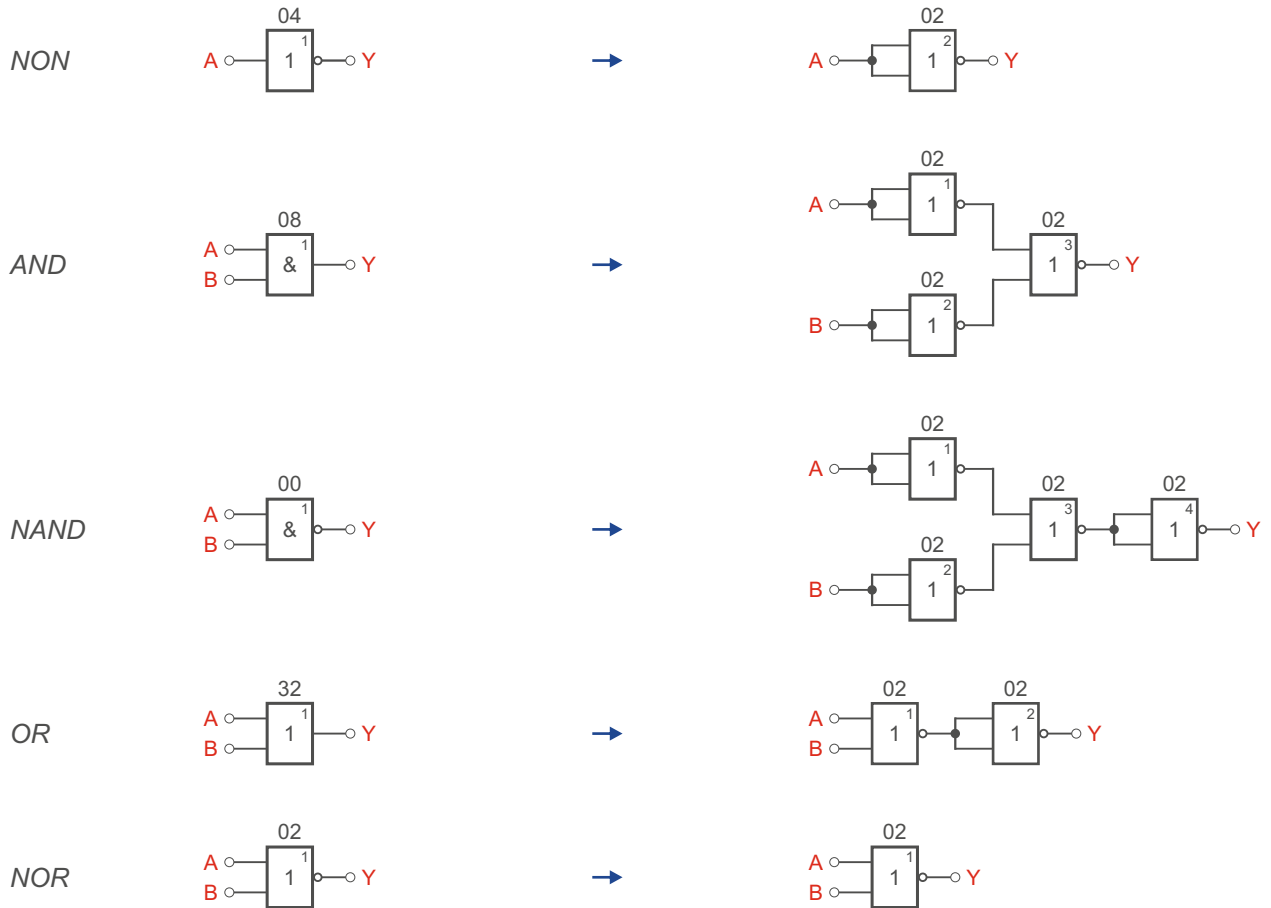
Zapojení



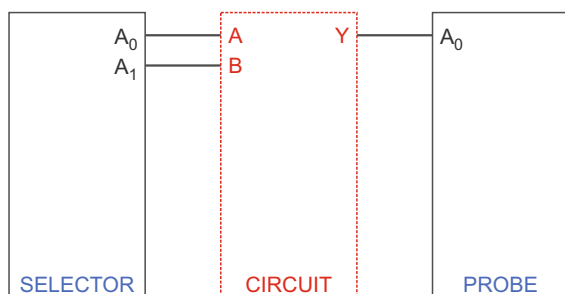
Úkol

Navrhněte a realizujte zapojení základních logických funkcí NON, AND, NAND, OR a NOR s využitím funkce NOR.

Schema



Zapojení



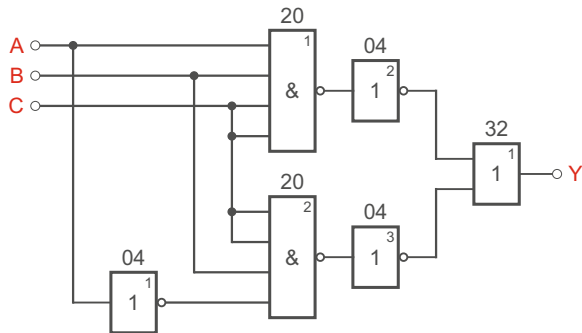
7.4

Minimalizace logické funkce

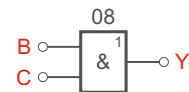
Úkol

Minimalizujte zadanou logickou funkci a výsledek ověřte měřením.

Schema

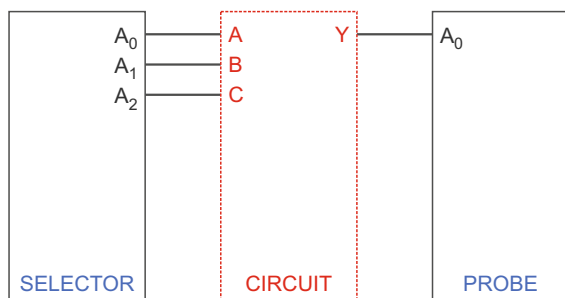


obr. 1

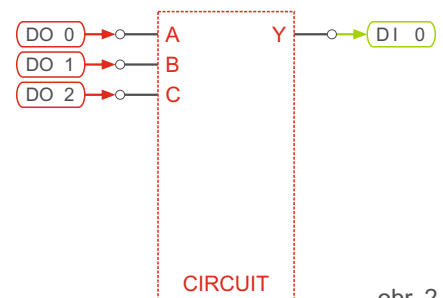


obr. 2

Zapojení

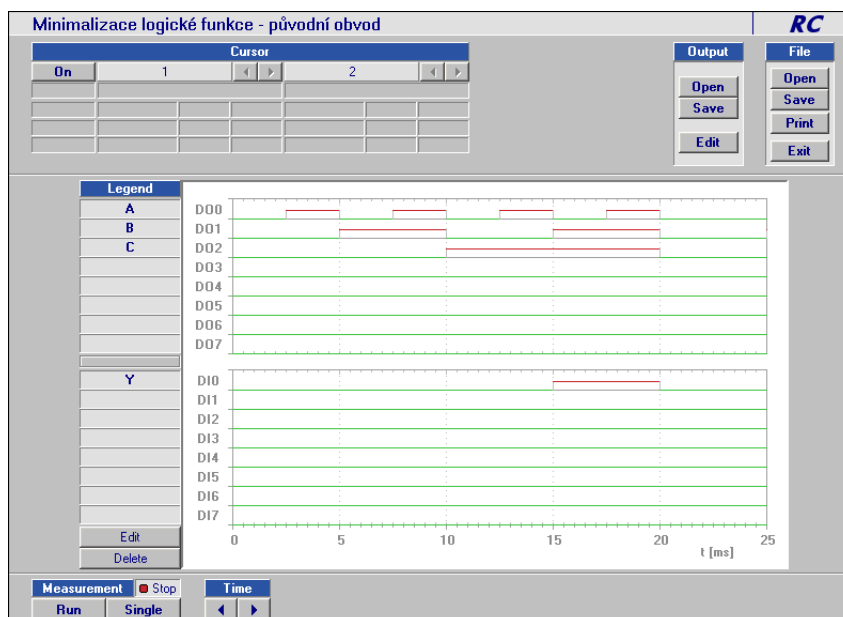


obr. 1



obr. 2

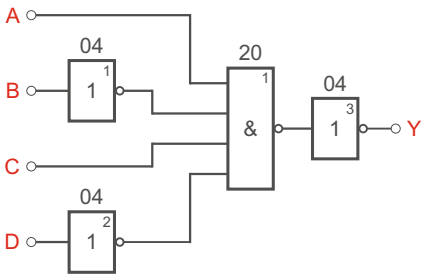
Měření



Úkol

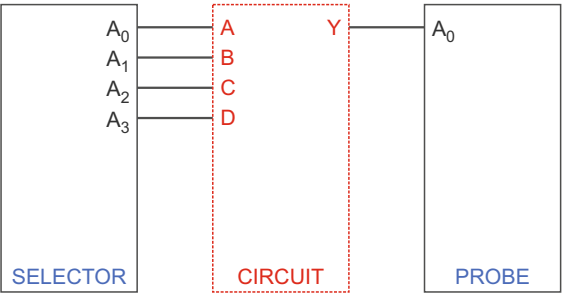
Navrhněte a realizujte logickou funkci pro ovládání výtahu. Motor se rozeběhne, je-li současně stlačeno tlačítko volby patra, není stlačeno nouzové tlačítko STOP, dveře jsou zavřeny a výtah není přetížen.

Schema



A	0	Tlačítko volby patra není stlačeno
	1	Tlačítko volby patra je stlačeno
B	0	Nouzové tlačítko STOP není stlačeno
	1	Nouzové tlačítko STOP je stlačeno
C	0	Dveře nejsou zavřeny
	1	Dveře jsou zavřeny
D	0	Výtah není přetížený
	1	Výtah je přetížený
Y	0	Motor výtahu neběží
	1	Motor výtahu běží

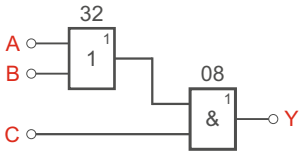
Zapojení



Úkol

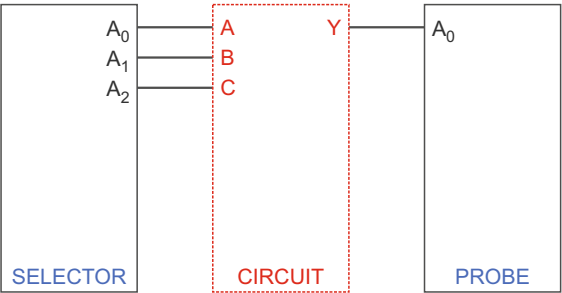
Navrhněte a realizujte logickou funkci zabezpečovacího zařízení pro hlídání okna a dveří objektu. Je-li zařízení zapnuto, dojde při otevření okna, dveří nebo obou současně k poplachu.

Schema



A	0	Okno zavřené
	1	Okno otevřené
B	0	Dveře zavřené
	1	Dveře otevřené
C	0	Zařízení vypnuté
	1	Zařízení zapnuté
Y	0	Siréna nehouká
	1	Siréna houká

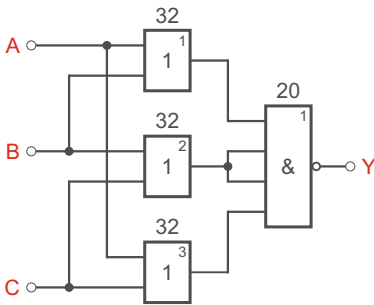
Zapojení



Úkol

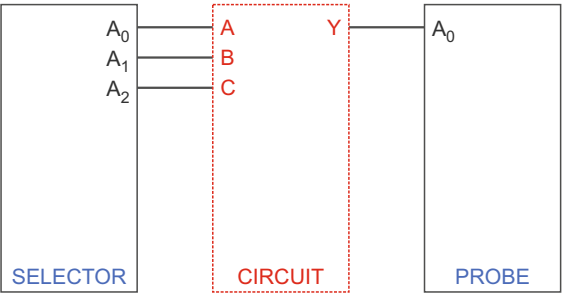
Navrhněte a realizujte logickou funkci signalizace provozu ventilátorů v tunelu. Kontrolní světlo začne svítit, jestliže ze tří instalovaných ventilátorů jsou v chodu méně než dva (tj. jeden nebo žádný).

Schema



A	0	Ventilátor 1 stojí
	1	Ventilátor 1 běží
B	0	Ventilátor 2 stojí
	1	Ventilátor 2 běží
C	0	Ventilátor 3 stojí
	1	Ventilátor 3 běží
Y	0	Signalizace nesvítí
	1	Signalizace svítí

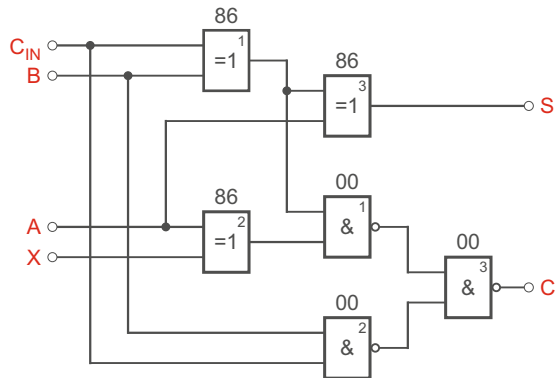
Zapojení



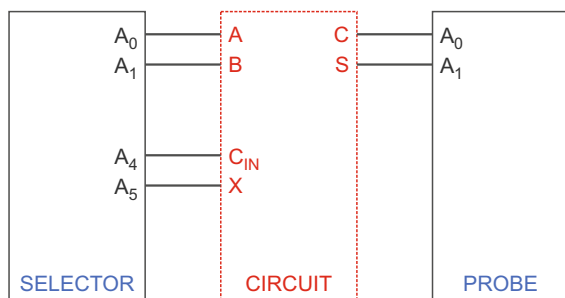
Úkol

Realizujte zapojení obvodu pro sčítání a odčítání dvou jednobitových čísel s přenosem z nižšího řádu a přenosem do vyššího řádu.

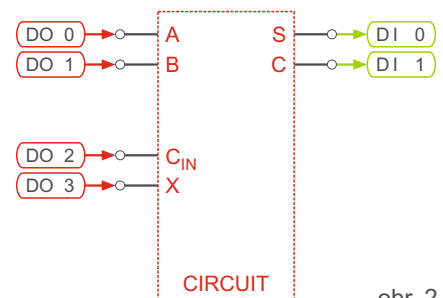
Schema



Zapojení

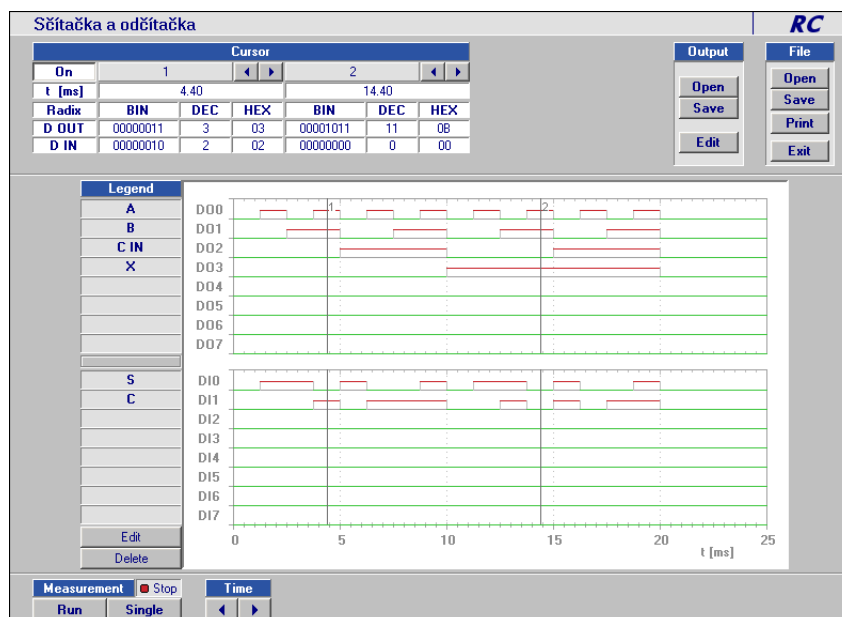


obr. 1



obr. 2

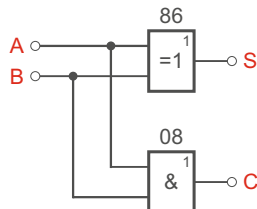
Měření



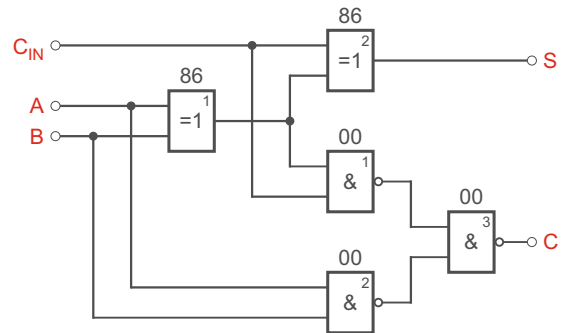
Úkol

Realizujte zapojení obvodu pro sčítání dvou jednobitových čísel bez přenosu (poloviční sčítačka), a s přenosem (celá sčítačka).

Schema

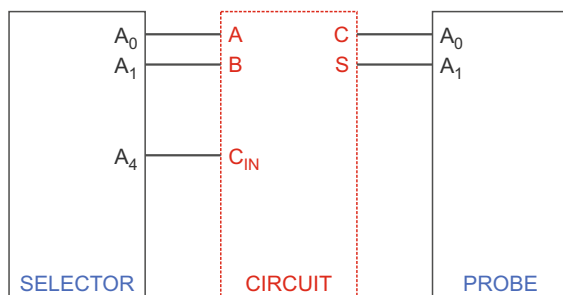


obr. 1

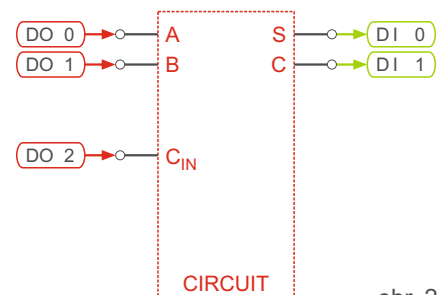


obr. 2

Zapojení

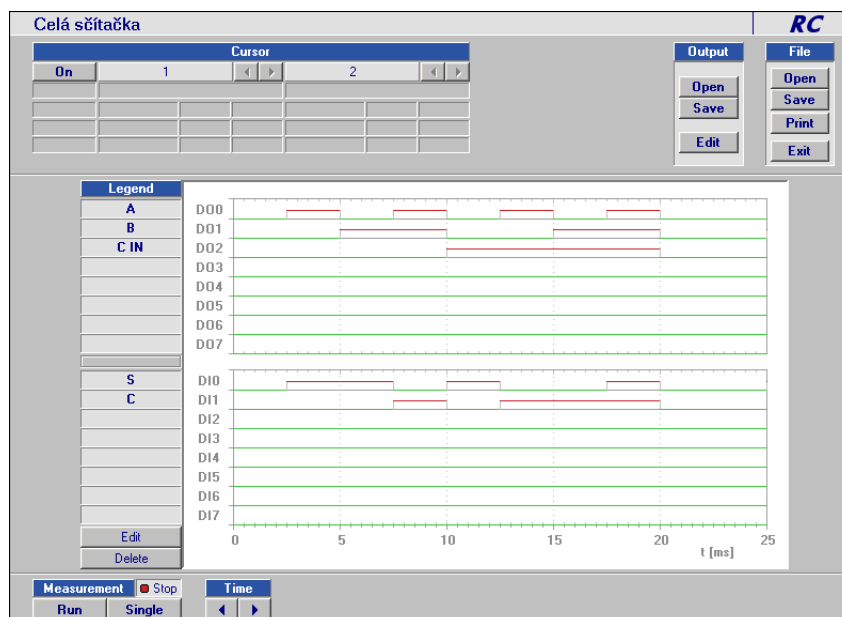


obr. 1



obr. 2

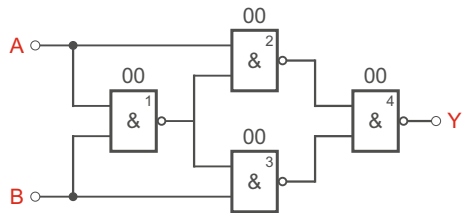
Měření



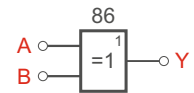
Úkol

Sestavte a zkontrolujte obvod, který porovnává dvě jednobitová čísla.

Schema

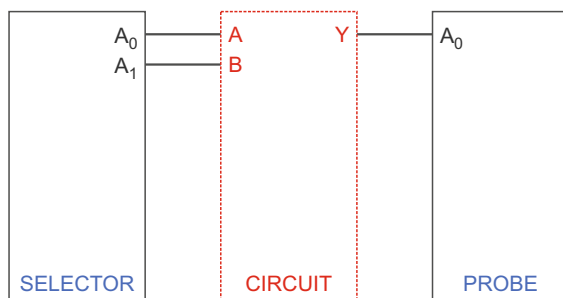


obr. 1

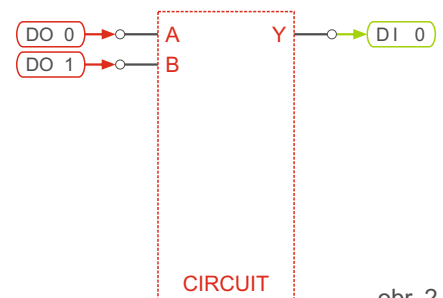


obr. 2

Zapojení

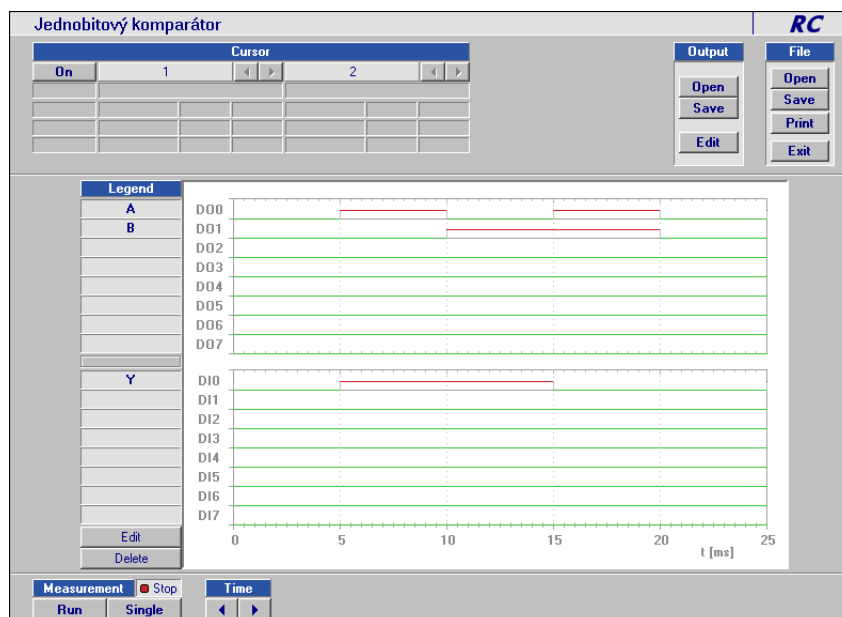


obr. 1



obr. 2

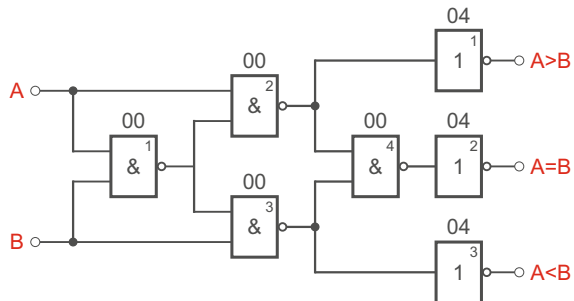
Měření



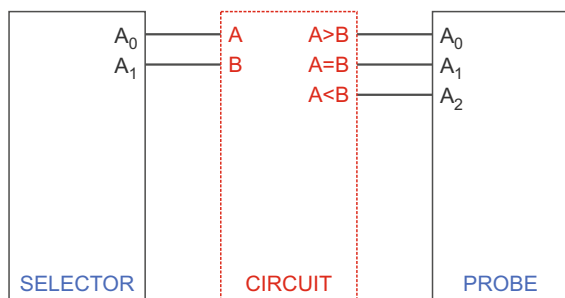
Úkol

Realizujte zapojení obvodu pro porovnání dvou jednobitových čísel. Obvod bude mít výstupy $A > B$, $A = B$, $A < B$.

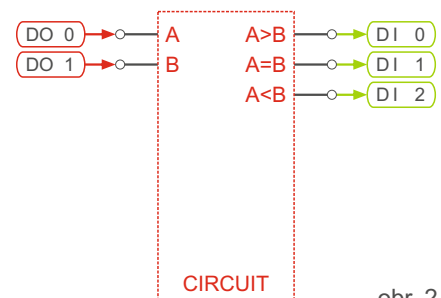
Schema



Zapojení

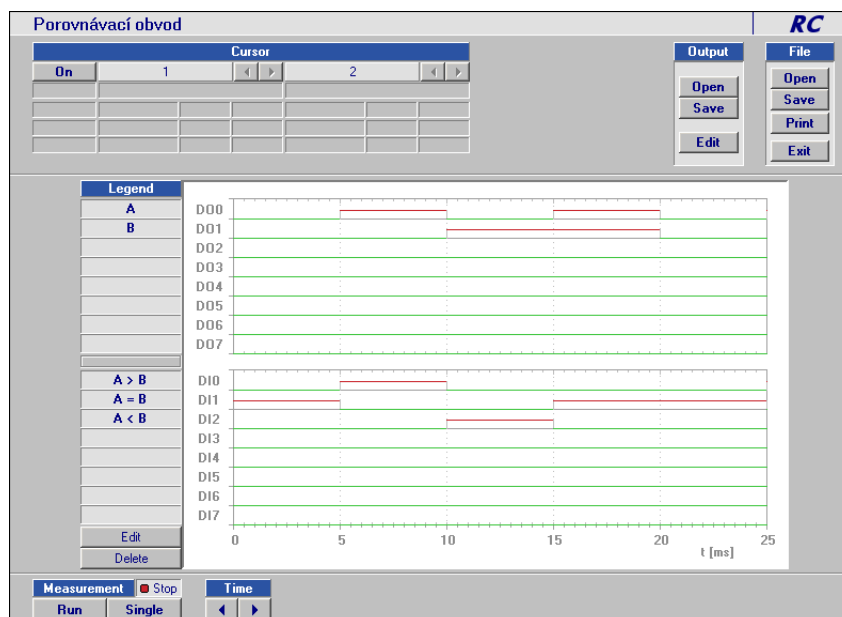


obr. 1



obr. 2

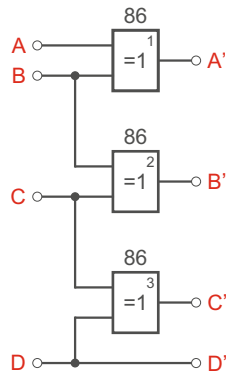
Měření



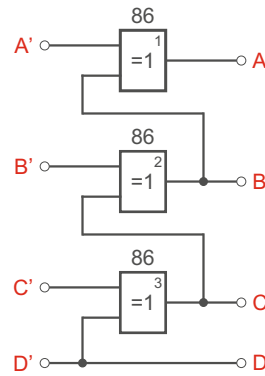
Úkol

Realizujte zapojení převodníku, který převede čísla z binárního kódu do Grayova kódu.

Schema



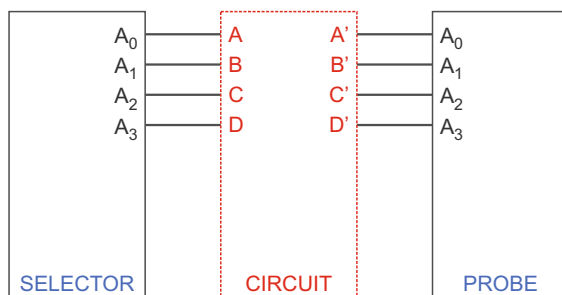
obr. 1



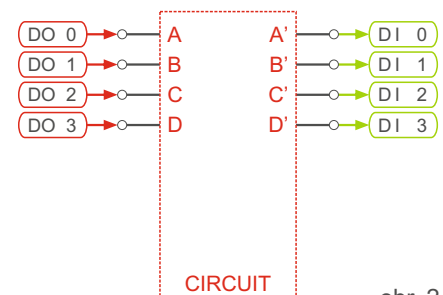
obr. 2

Desítková Soustava	Binární kód	Grayův kód
	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

Zapojení

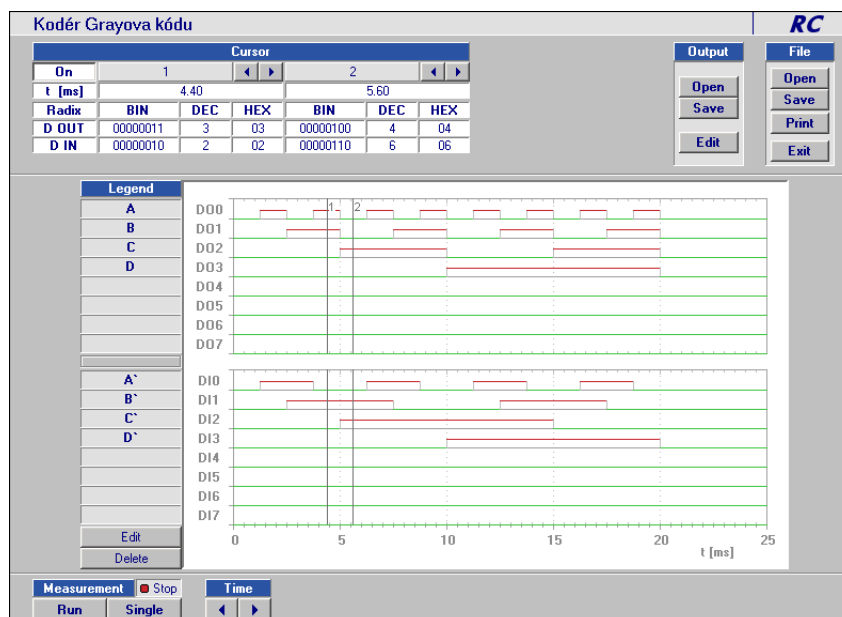


obr. 1



obr. 2

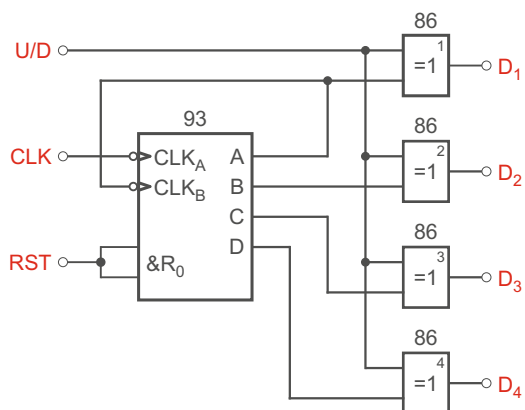
Měření



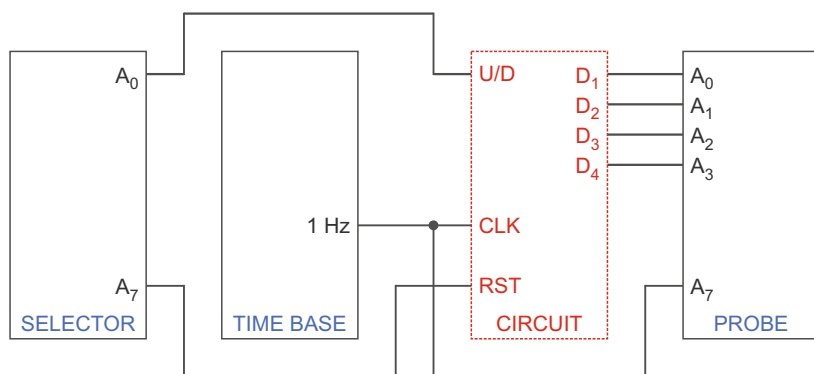
Úkol

Navrhněte a realizujte čítač s obvodem 7493, schopný čítat nahoru i dolů. Ověřte jeho funkci.

Schema



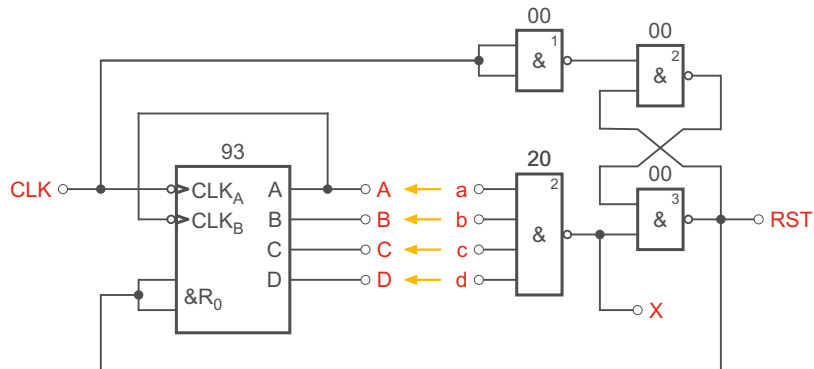
Zapojení



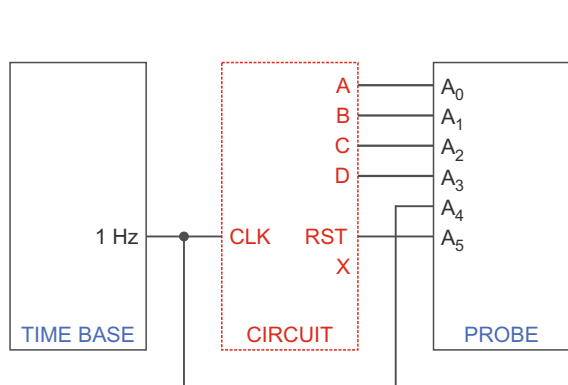
Úkol

Navrhnete a realizujete čítač modulo 2-15 s obvodem 7493. Ověřte jeho funkci.

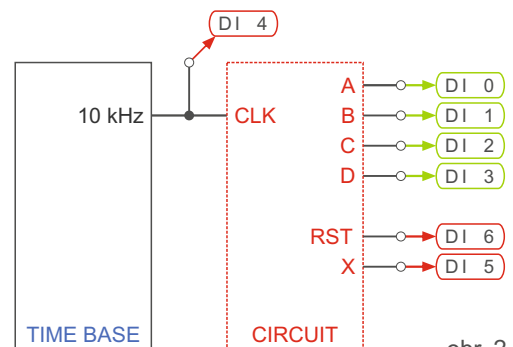
Schema



Zapojení



obr. 1



obr. 2

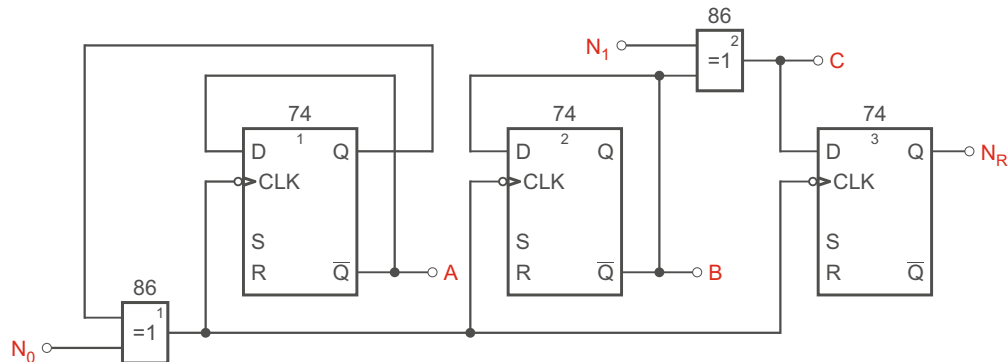
Měření



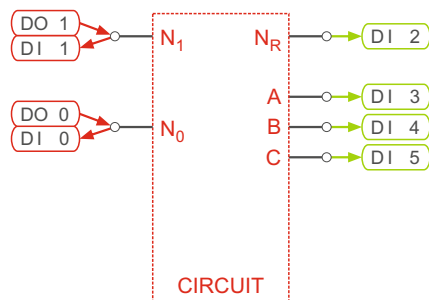
Úkol

Sestavte a proměřte obvod, který vytváří rozdíl počtu pulzů dvou průběhů. Proměřte obvod pro synchronizované průběhy, kdy $N_0 > N_1$ resp. $N_1 > N_0$, a pro nesynchronizované průběhy.

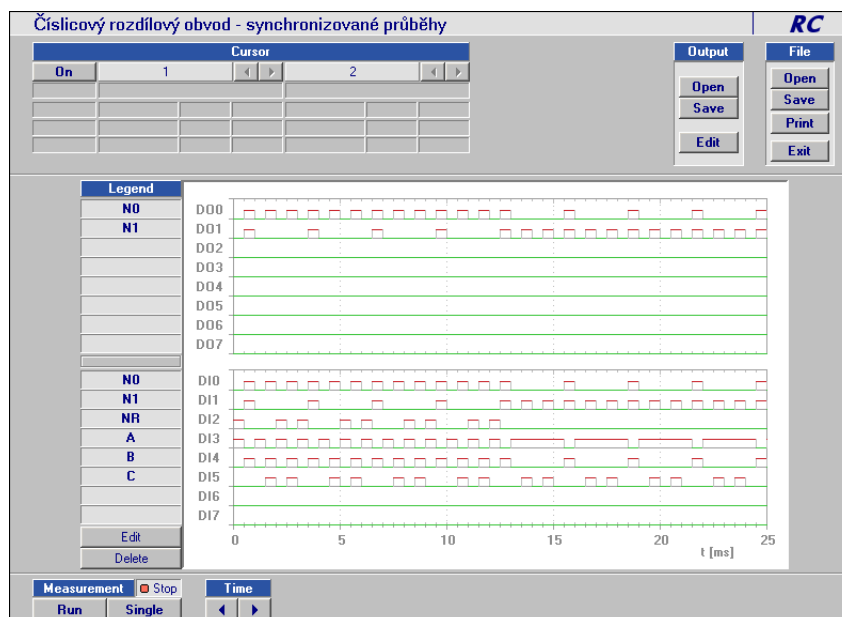
Schema



Zapojení

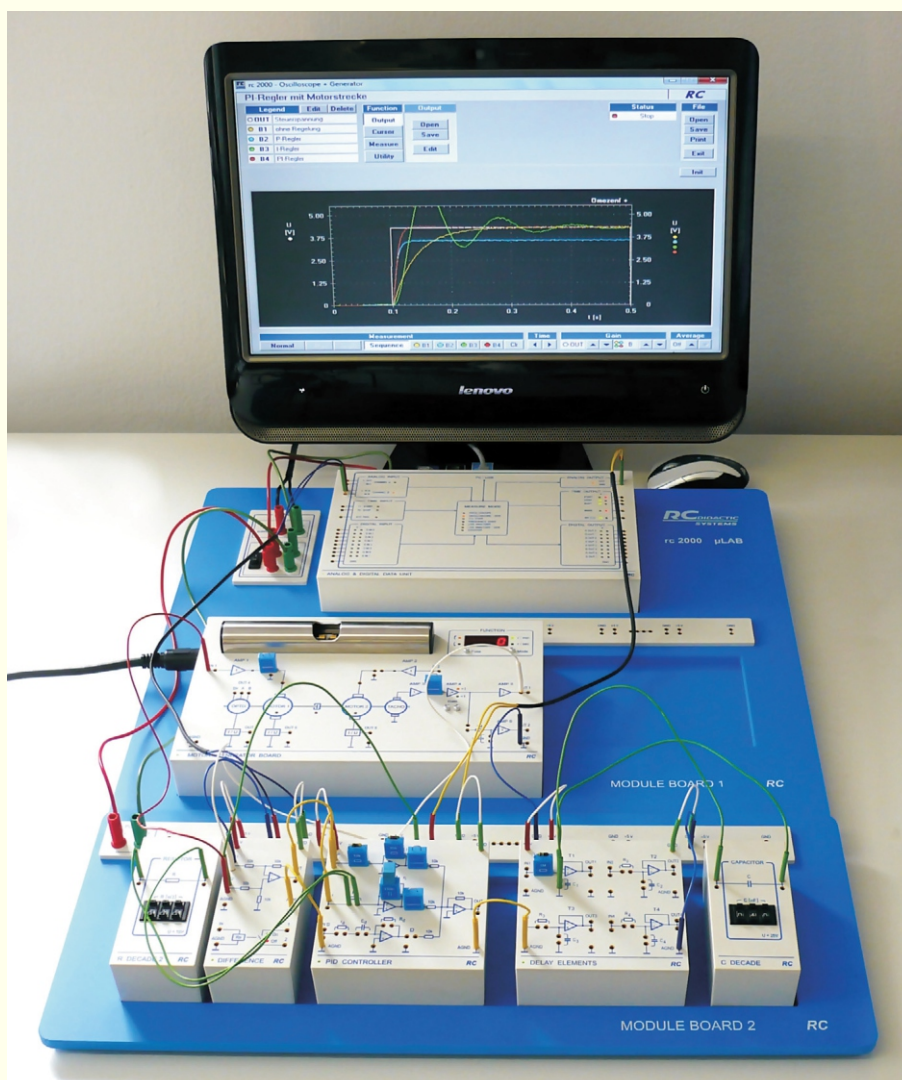


Měření



Výukový systém rc2000 - μ LAB

Regulační technika



Regulační technika	8.0
Regulační člen PI - časová analýza	8.1
Regulační člen PID - časová analýza	8.2
Zpoždovací člen druhého řádu - časová analýza	8.3
Identifikace zpoždovacího členu se soustavou motoru	8.4
P-regulátor - měření s motorem	8.5
I-regulátor - měření s motorem	8.6
PI-regulátor - měření s motorem	8.7
PI-regulátor - měření se zpoždovacím členem	8.8
Zatížený motor - bez a s PI-regulátorem	8.9

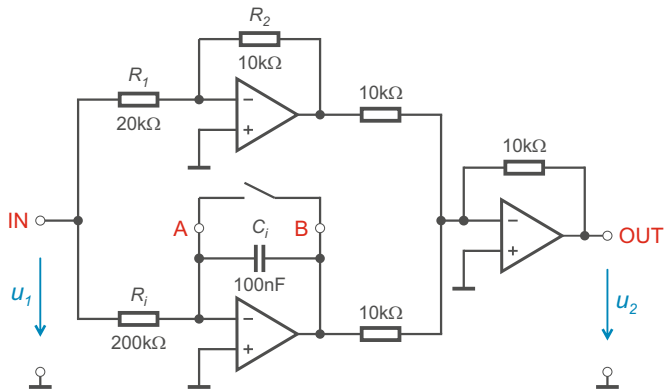
8.1

Regulační člen PI - časová analýza

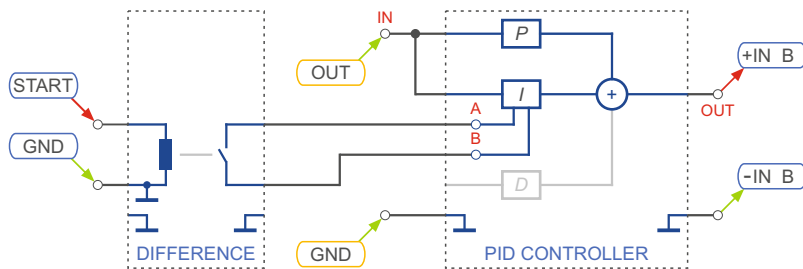
Úkol

Změřte přechodové charakteristiky regulačního členu PI.

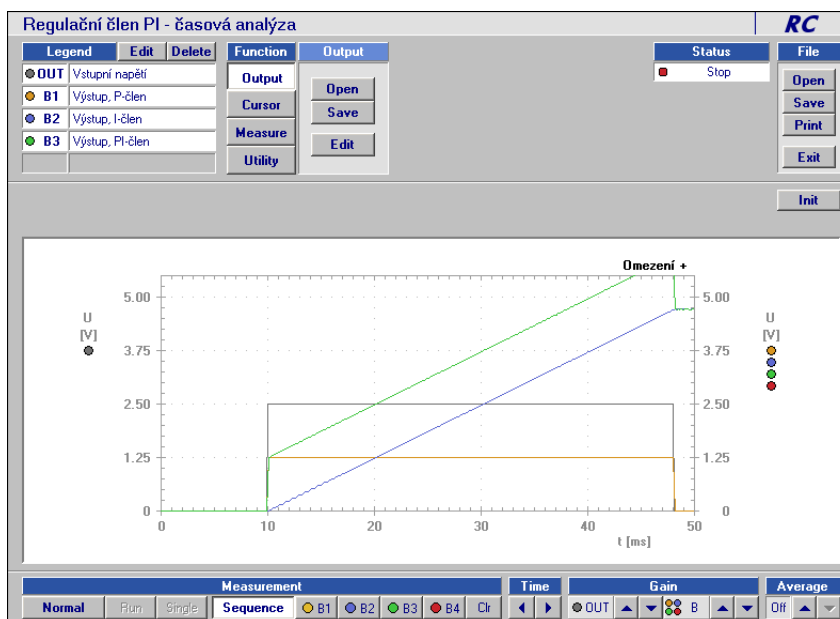
Schema



Zapojení



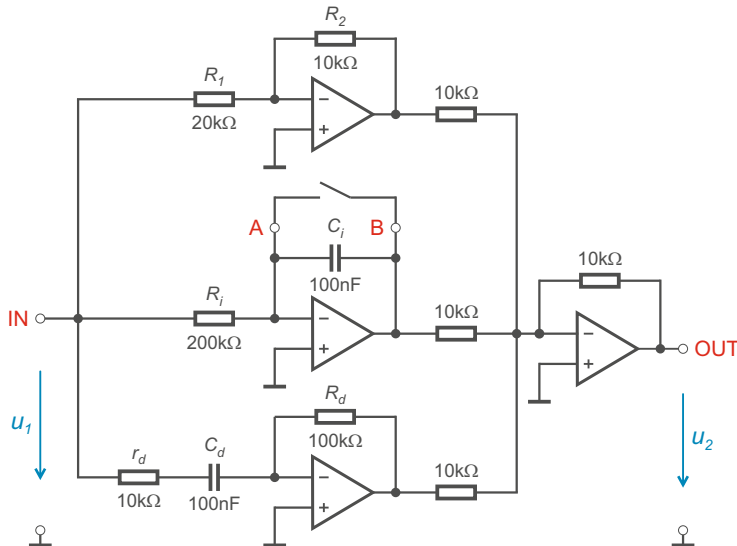
Měření



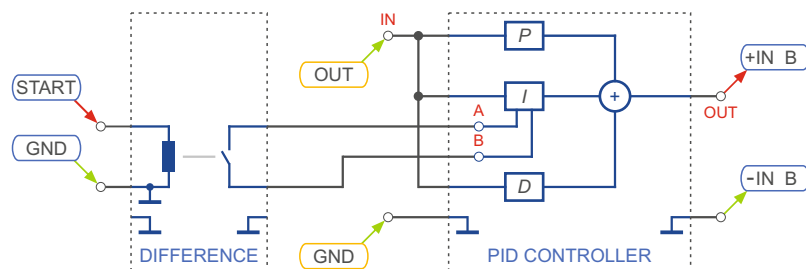
Úkol

Změřte přechodové charakteristiky regulačního členu PID.

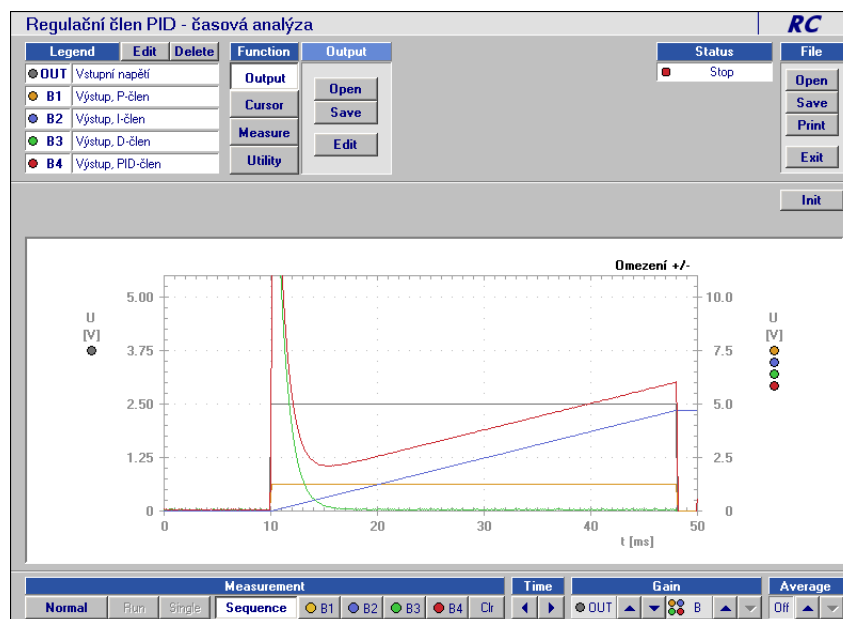
Schema



Zapojení



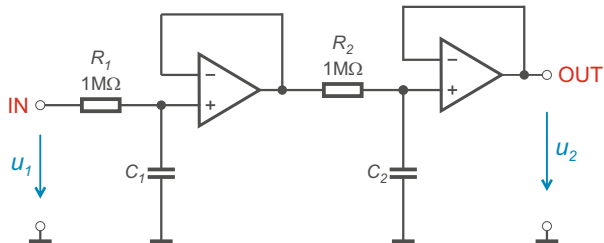
Měření



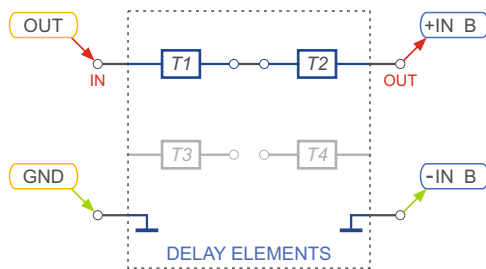
Úkol

Změřte přechodové charakteristiky zpožďovacího členu druhého řádu.

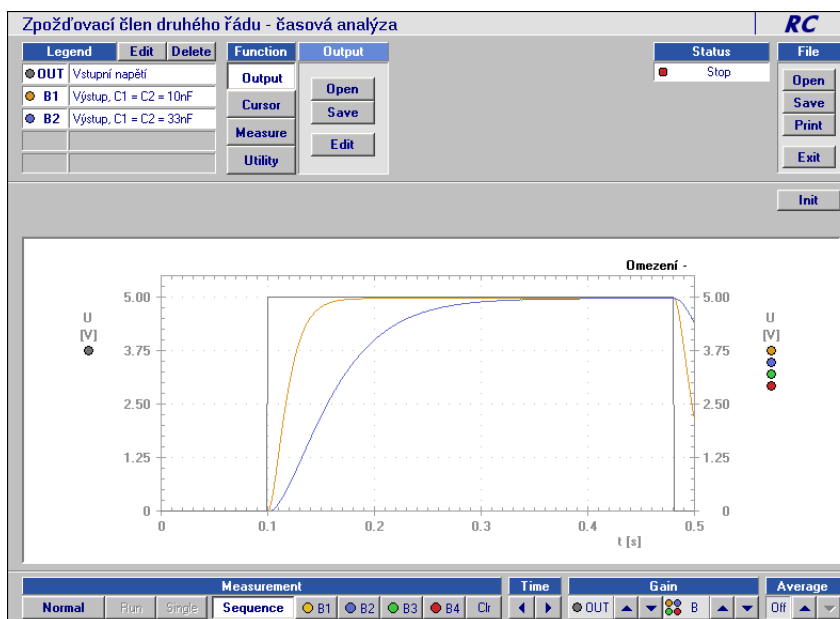
Schema



Zapojení



Měření

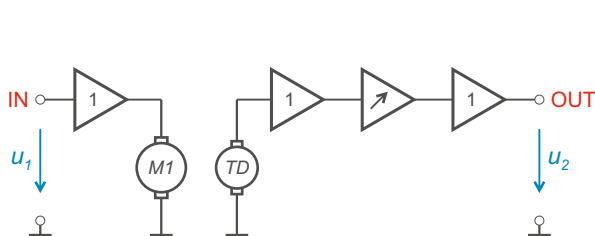


8.4 Identifikace zpožďovacího členu se soustavou motoru

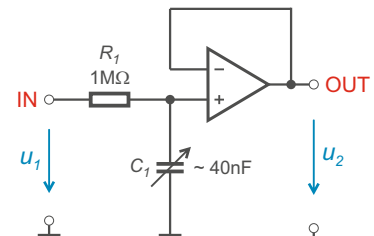
Úkol

Najděte takové zapojení zpožďovacího členu, jenž má nejlepší shodu v přechodových charakteristikách se soustavou motoru a tachodynamu z modulu Motor - Generator. Hodnota C_1 bude kolem 40 nF.

Schema

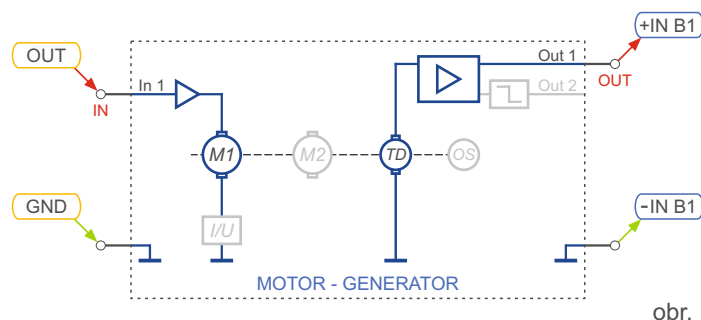


obr. 1

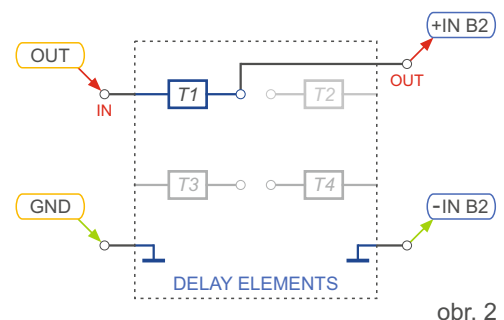


obr. 2

Zapojení

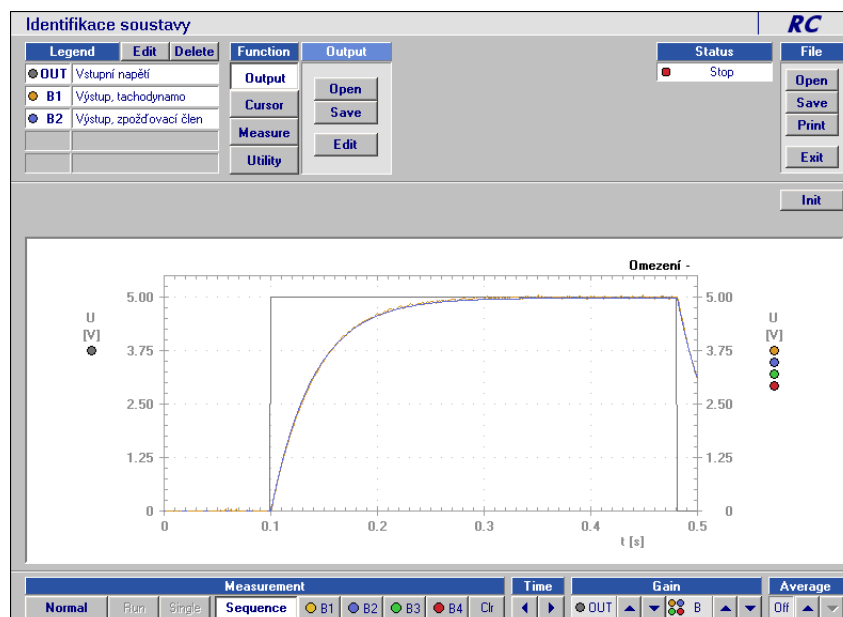


obr. 1



obr. 2

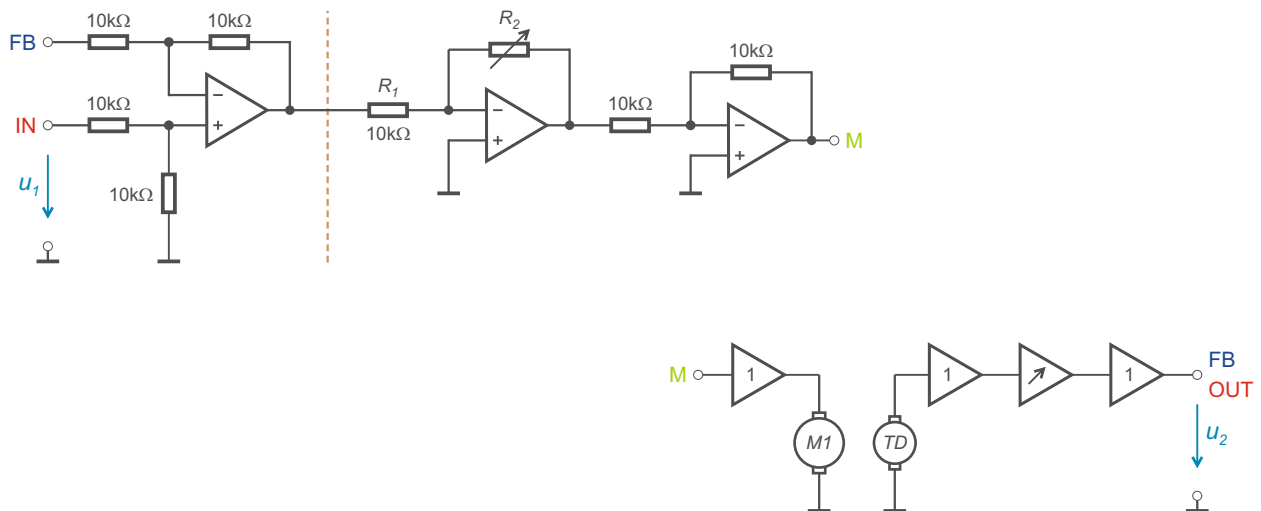
Měření



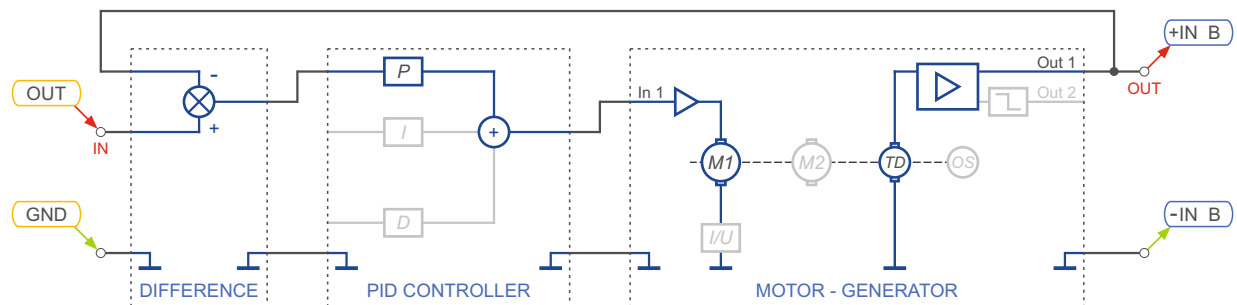
Úkol

Ověřte funkci P regulátoru. Změňte přechodovou charakteristiku soustavy s P regulátorem pro hodnoty rezistoru $R_2 = 20\text{ k}\Omega$; $50\text{ k}\Omega$; $140\text{ k}\Omega$. Křivky porovnejte s charakteristikou soustavy bez regulace.

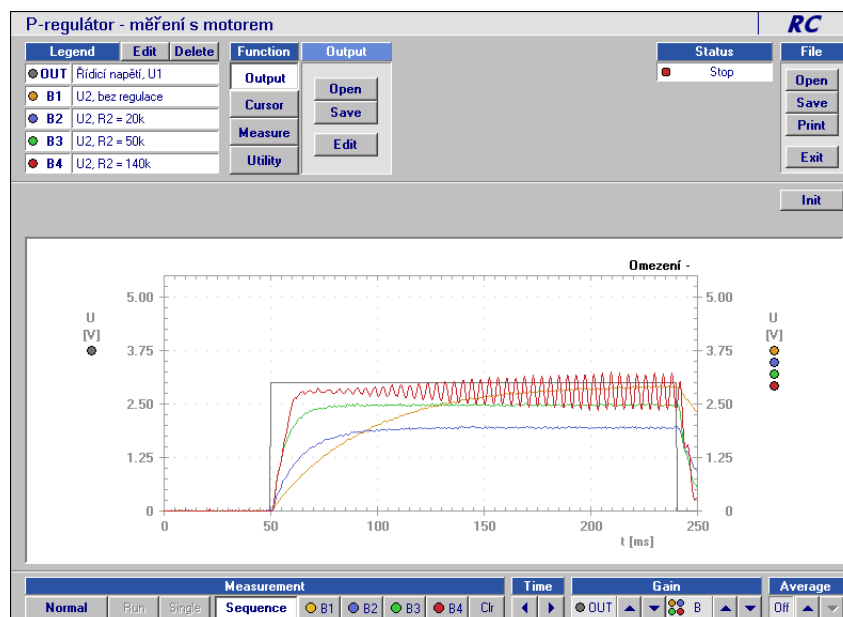
Schema



Zapojení



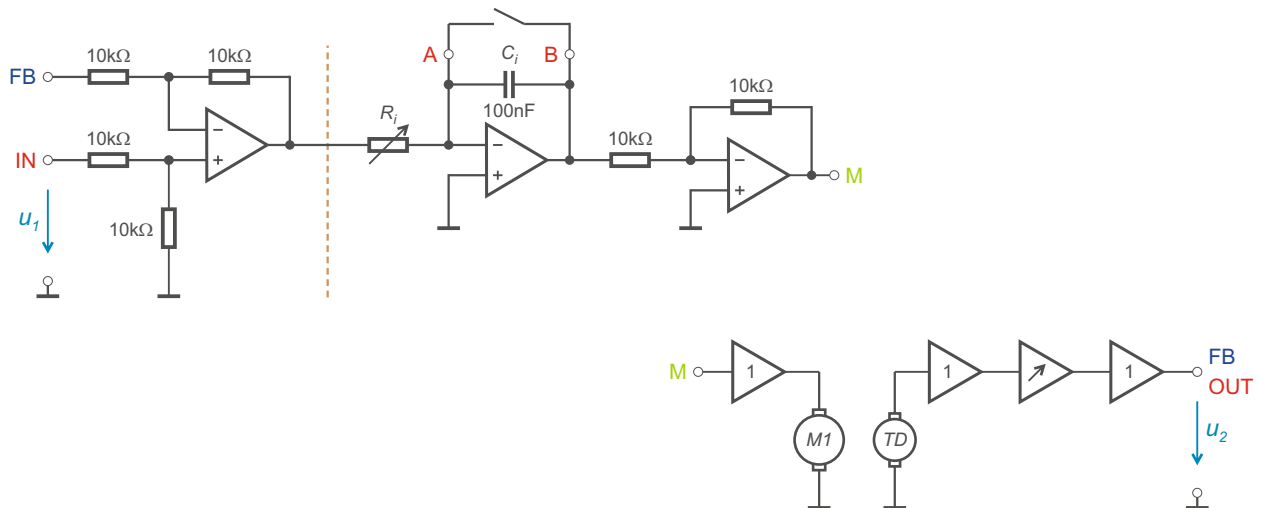
Měření



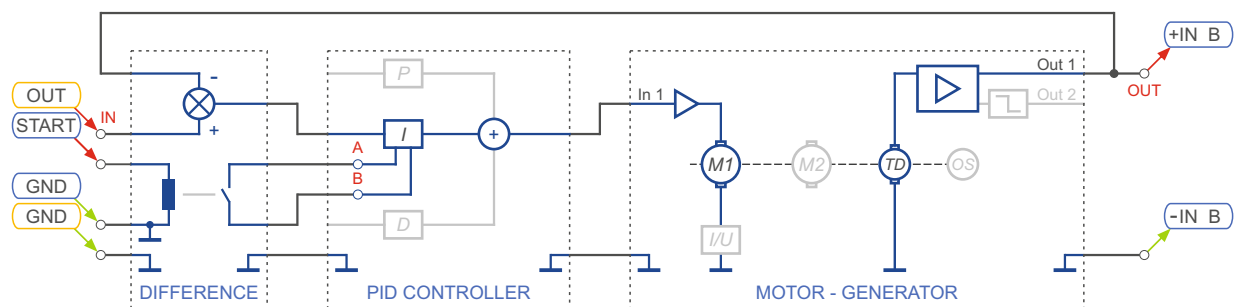
Úkol

Ověřte funkci I regulátoru. Změřte přechodovou charakteristiku soustavy s I regulátorem pro hodnoty rezistoru $R_i = 20\text{ k}\Omega$; $90\text{ k}\Omega$; $190\text{ k}\Omega$. Křivky porovnejte s charakteristikou soustavy bez regulace.

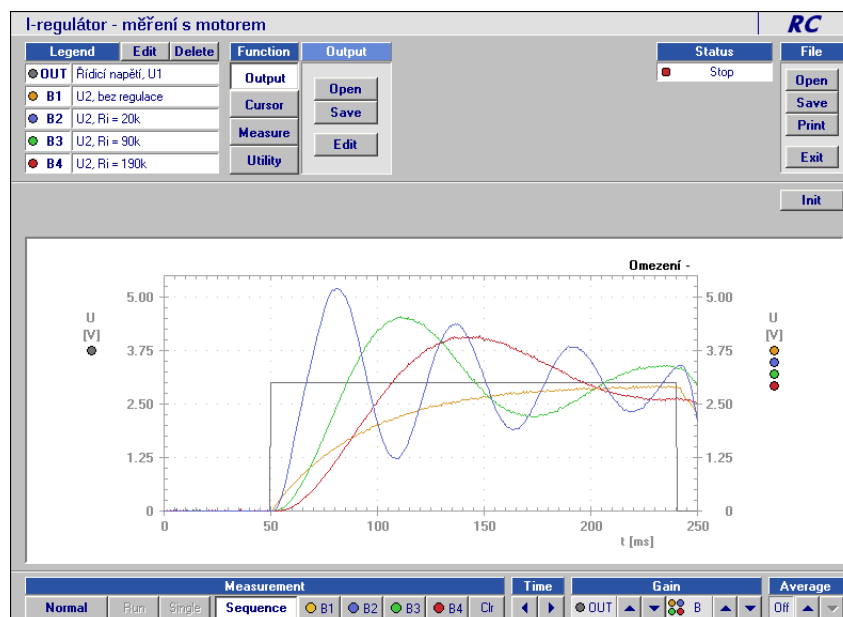
Schema



Zapojení



Měření

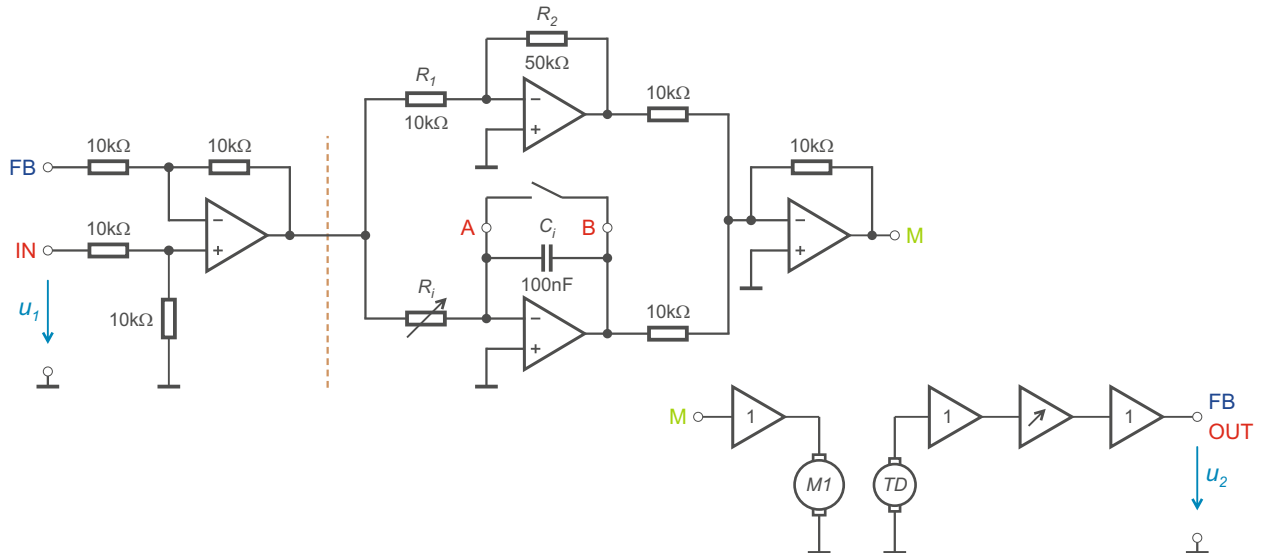


PI-regulátor - měření s motorem

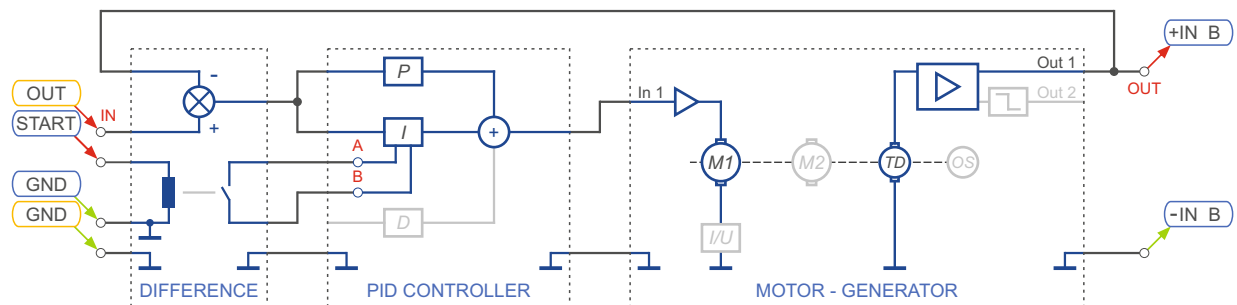
Úkol

Ověřte funkci PI regulátoru. Změřte přechodové charakteristiky soustavy při aperiodické regulaci ($R_i = 20 \text{ k}\Omega$) a při regulaci s překmitem ($R_i = 90 \text{ k}\Omega$). Křivky porovnejte s charakteristikou soustavy bez regulace.

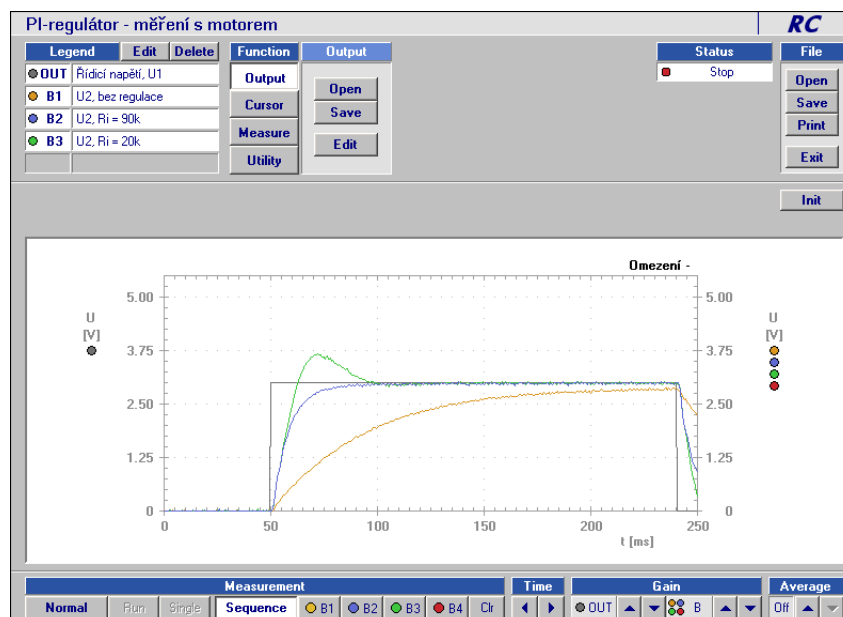
Schema



Zapojení



Měření

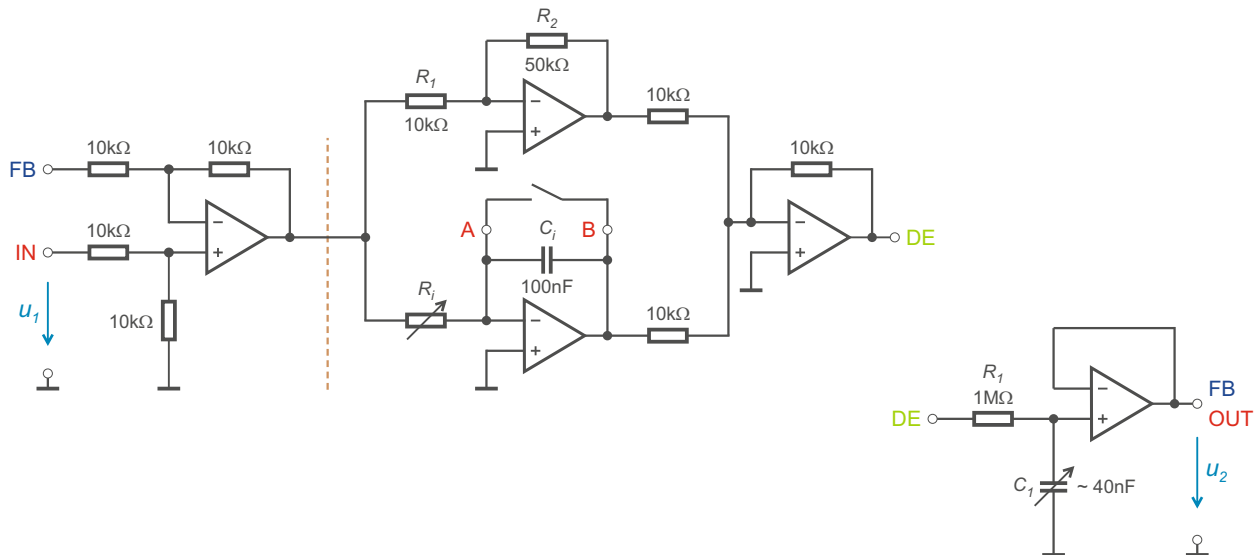


PI-regulátor - měření se zpožďovacím členem

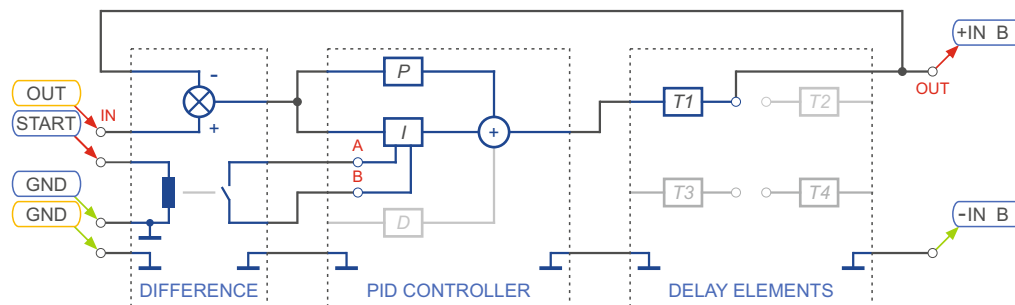
Úkol

Ověřte funkci PI regulátoru. Změřte přechodové charakteristiky soustavy při aperiodické regulaci ($R_i = 20 \text{ k}\Omega$) a při regulaci s překmitem ($R_i = 90 \text{ k}\Omega$). Křivky porovnejte s charakteristikou soustavy bez regulace.

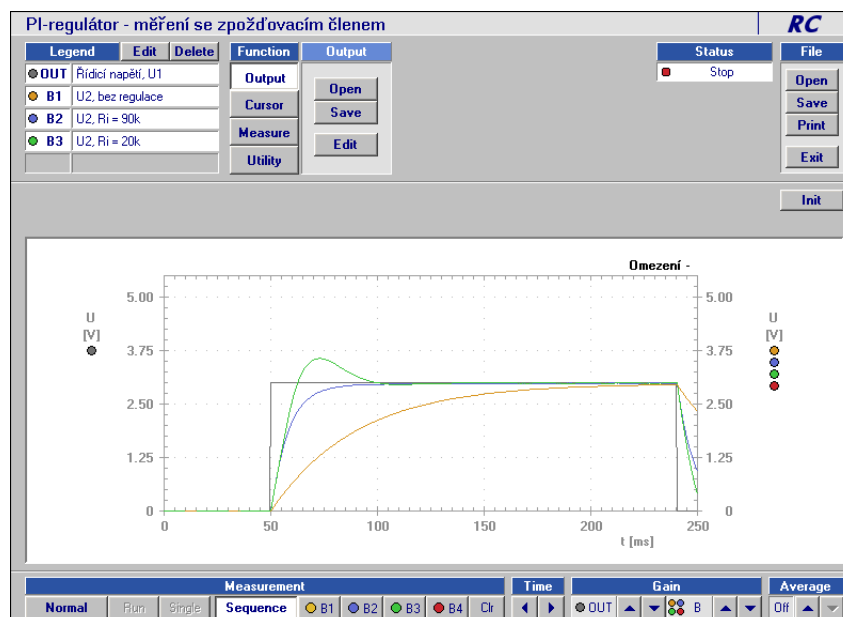
Schema



Zapojení



Měření

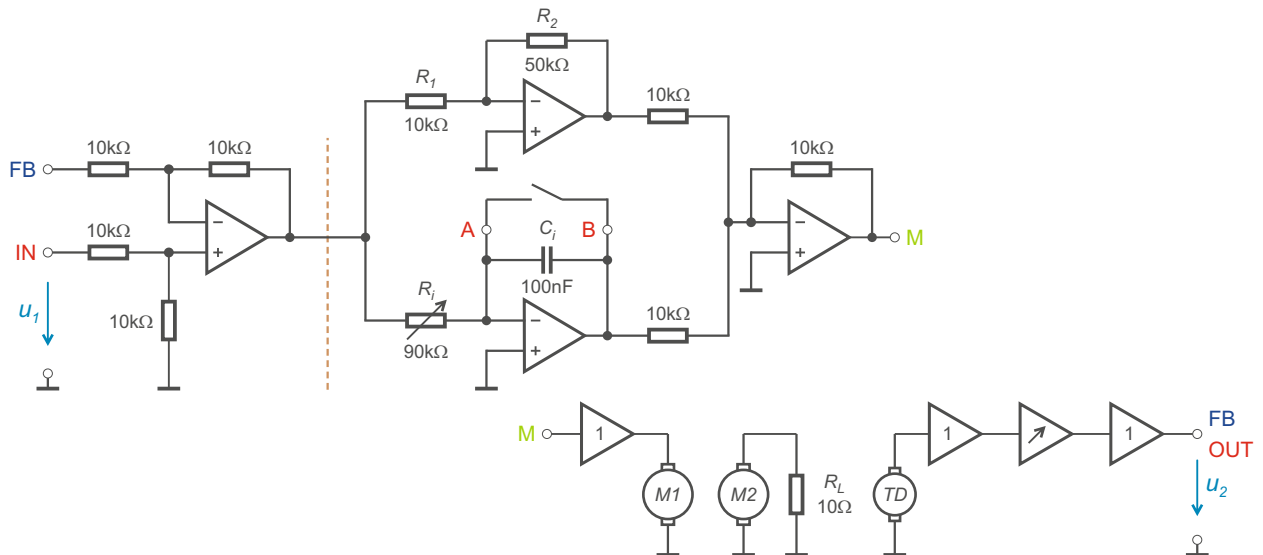


Zatížený motor - bez a s PI-regulátorem

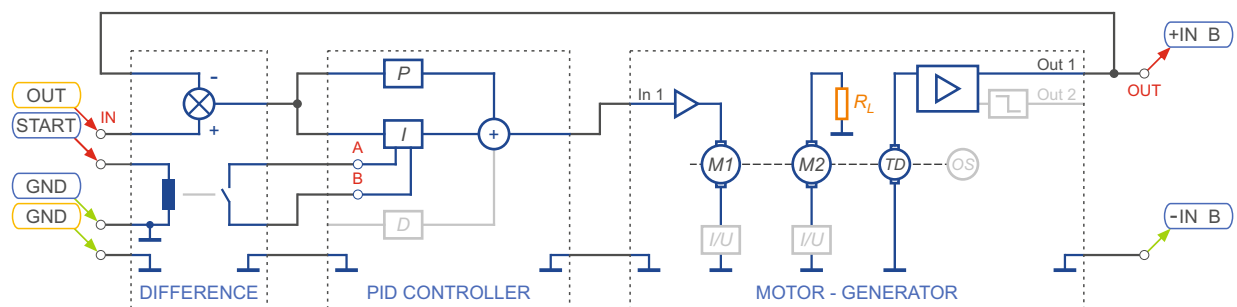
Úkol

Porovnejte přechodové charakteristiky nezatížené a zatížené soustavy bez regulace. Dále porovnejte přechodové charakteristiky nezatížené a zatížené soustavy s PI regulací.

Schema



Zapojení



Měření

