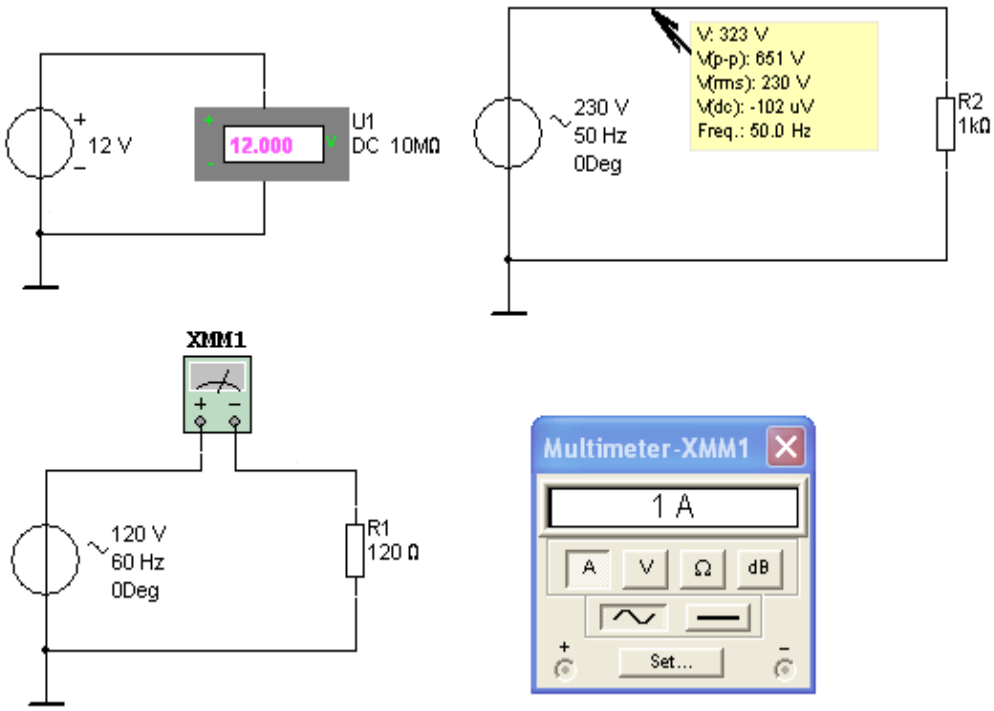
MultiSIM



ÚLOHY PRO PRAKTICKÁ ELEKTRICKÁ MĚŘENÍ

2. ročník

r. 2006 zpracoval : Ing. Jiří SOJKA

Témata výuky předmětu „ Elektrická měření praktická „

2. ročník : Základní elektrická měření

1. Měření elektrického napětí, proudu, odporu a výkonu
2. Kirchhoffovy zákony, řazení rezistorů a dělič napětí
3. Rezistor, cívka a kondenzátor v obvodu stejnosměrného a střídavého proudu, rezonance
4. Voltampérové charakteristiky elektronických prvků
5. Elektrický zdroj a řazení zdrojů
6. Obvody R,L,C v sérii a paralelně
7. Vybrané obvody z elektrotechniky
8. Střídavý proud 1 fázový a 3 fázový

Bez předchozího písemného svolení autora nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

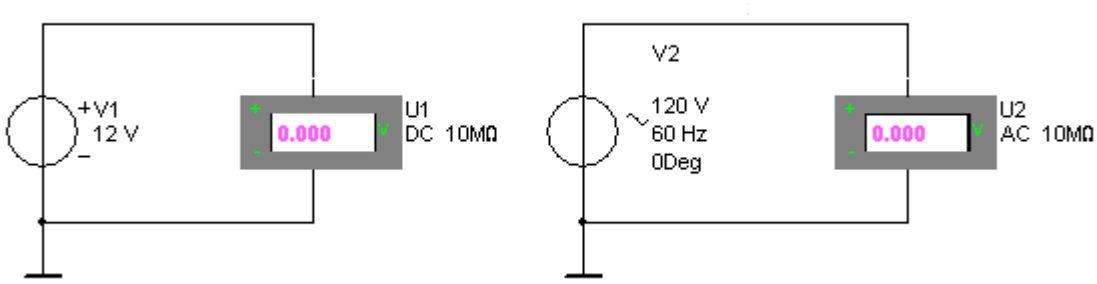
Vypracováno ve spolupráci s firmou CADware s.r.o. Liberec.

Měření elektrického napětí, proudu, odporu a výkonu

1. Sestavte v programu Multisim uvedené elektrické obvody a pak změřte velikost napětí stejnosměrného a střídavého zdroje napětí voltmetrem a multimetrem.Změňte velikost napětí u zdrojů napětí a změřte je.

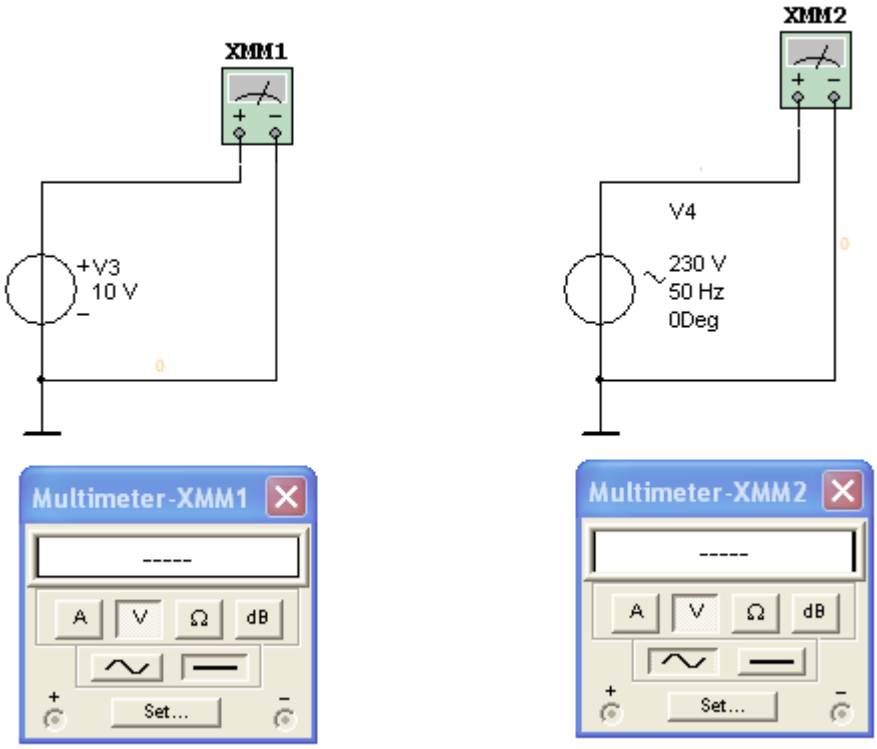
Naměřené údaje zapište do tabulky

Schéma zapojení :



Tabulka naměřených hodnot :

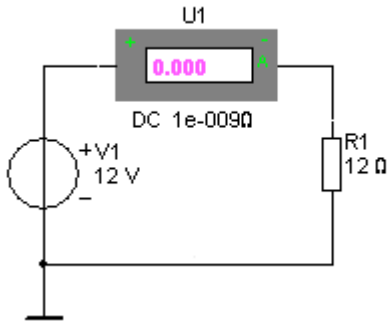
Uss (V)	Ust (V)

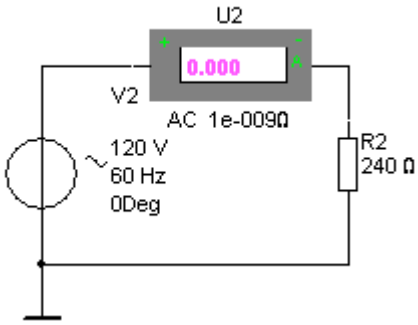


Uss (V)	Ust (V)

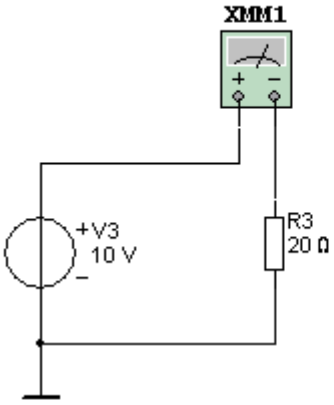
Vyhodnocení měření :

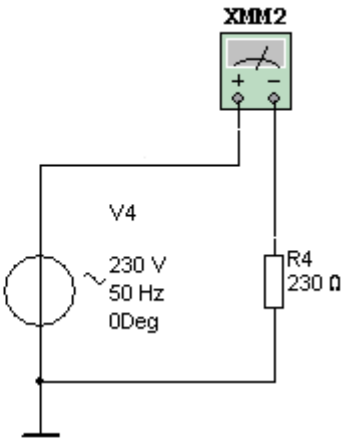
2. Změřte velikost stejnosměrného a střídavého proudu ampérmetrem a multimetrem.
   Změňte velikost odporu rezistorů na polovinu a změřte velikosti proudů.

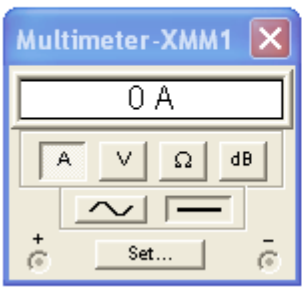


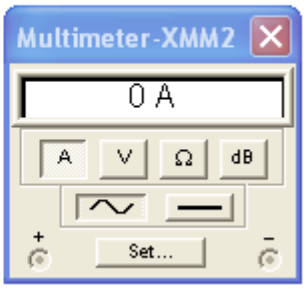


Iss (A)	Ist (A)





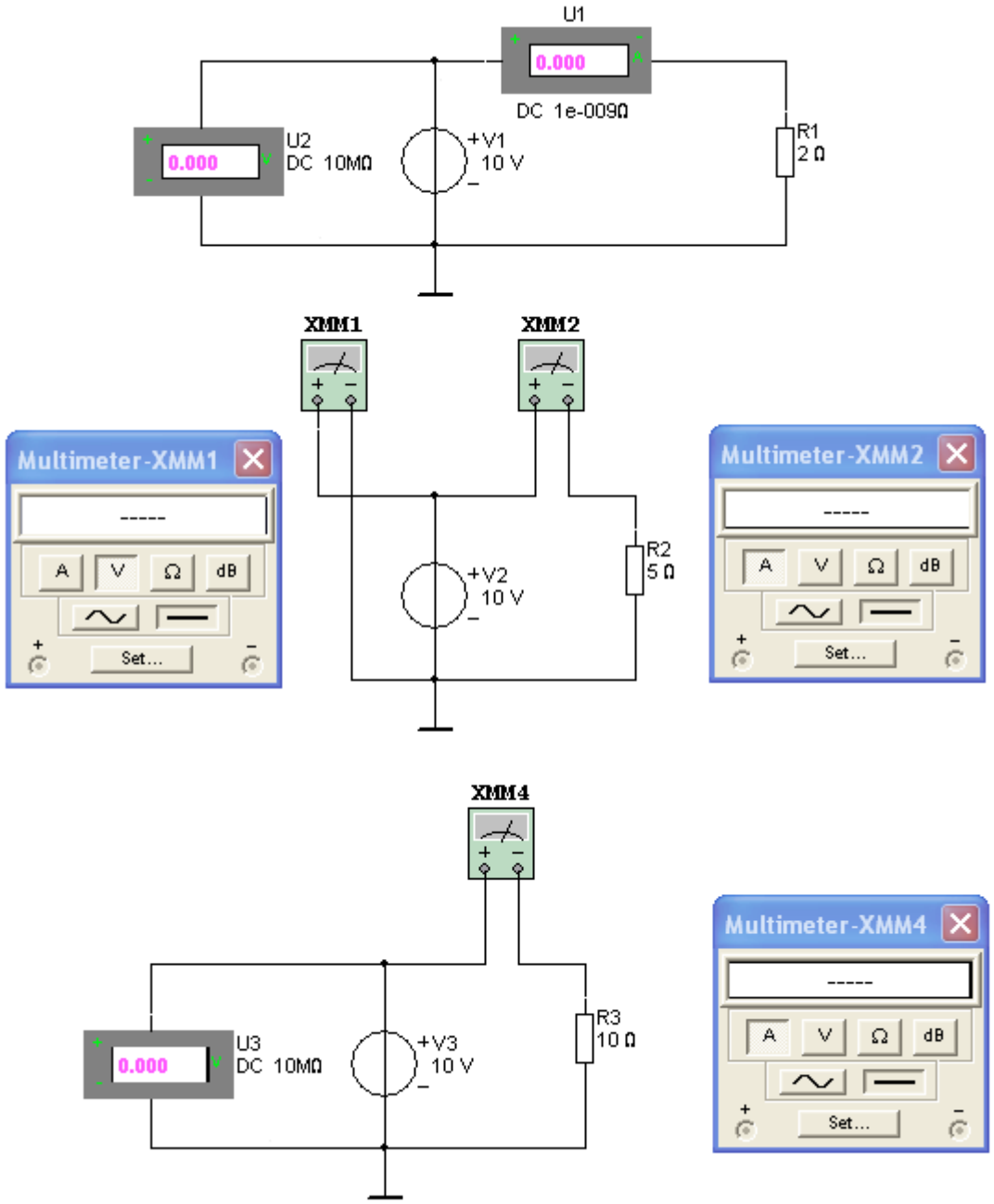




Iss (A)	Ist (A)

Vyhodnocení měření :

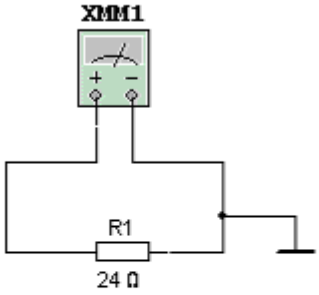
3. Měřením na daném elektrickém obvodu a výpočtem dokažte platnost Ohmova zákona : I = U / R pro uvedené hodnoty odporu rezistorů.



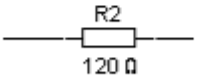
U (V)	I (A)	R (Ω)

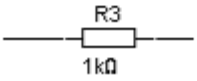
Vyhodnocení měření :

4. Pomocí multimetru přepnutého na měření odporu změřte odpor daných rezistorů.





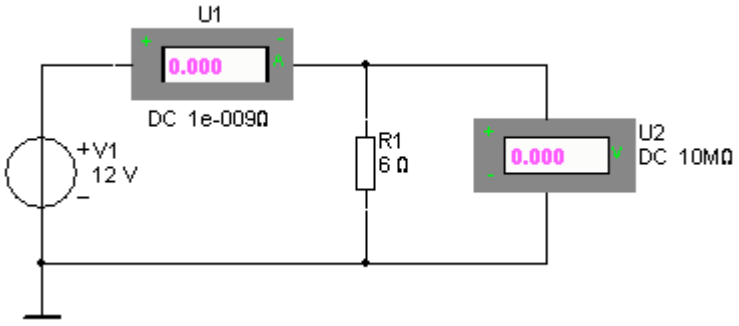




R (Ω)

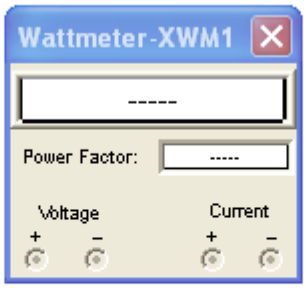
Vyhodnocení měření :

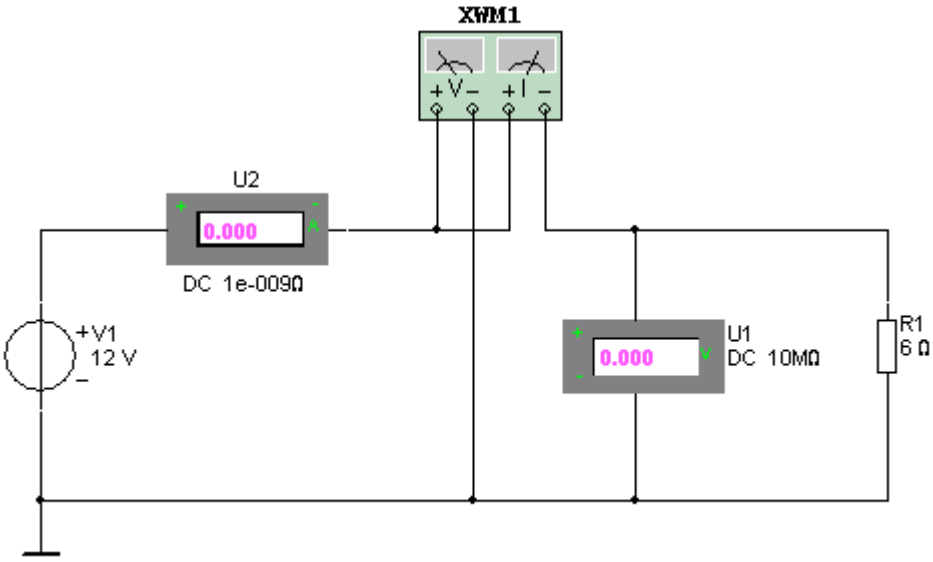
5. Výpočtem z údaje ampérmetru a voltmetru ověřte velikost daného rezistoru dle vzorce : R = U / I.



I (A)	U (V)	R (Ω)

6. Změřte výkon v obvodu stejnosměrného proudu a napětí wattmetrem a výpočtem z údajů ampérmetru a voltmetru $P = U \cdot I$ ověřte naměřený údaj wattmetrem.





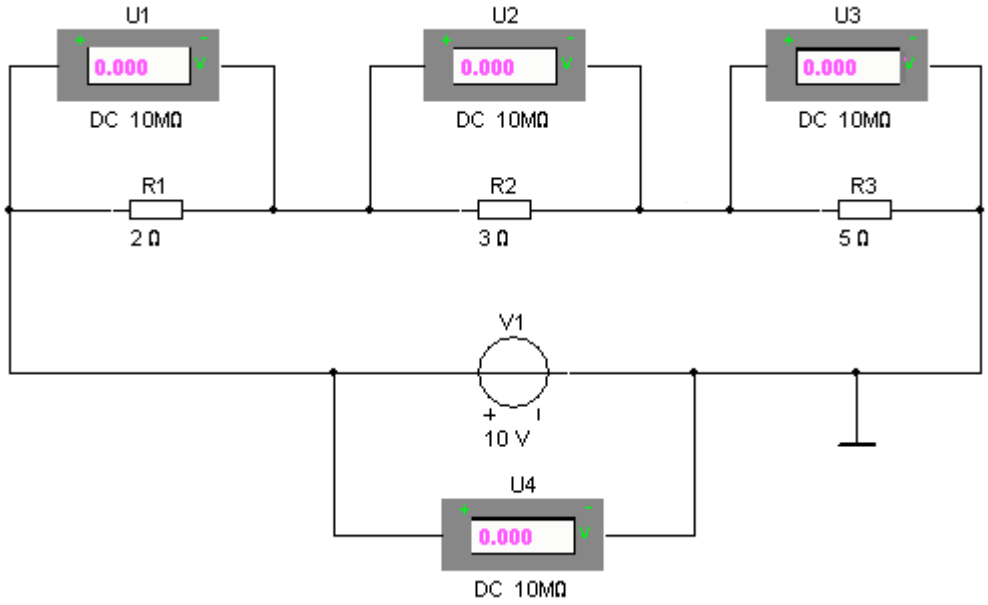
U (V)	I (A)	P = U • I (W)	Pw (W)

Vyhodnocení měření :

7. Sestavte jednoduchý elektrický obvod (zdroj, spotřebič) a multimetry na něm změřte napětí a proud. Vytvořte tabulku pro naměřené hodnoty a zapište je do této tabulky. Vyhodnoťte daná měření.

Kirchhoffovy zákony, řazení rezistorů a děliče napětí

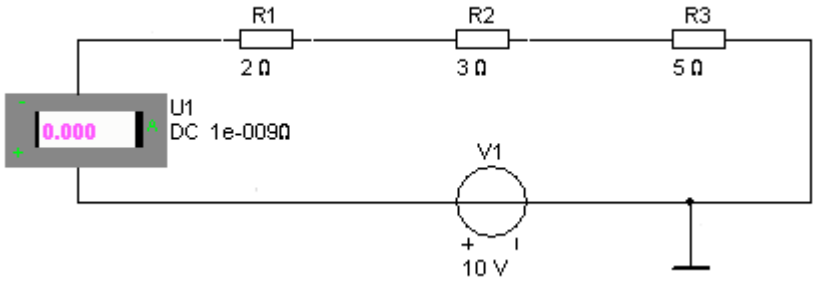
1. Zapojte do série tři rezistory (2Ω, 3Ω a 5 Ω) a připojte je ke zdroji stejnosměrného napětí 10 V. Změřte napětí U_1 , U_2, U_3 na jednotlivých rezistorech a napětí zdroje U. Dle vzorce $U = U_1 + U_2 + U_3$ dokažte platnost 2. Kirchhoffova zákona.



U (V)	U_1 (V)	U_2 (V)	U_3 (V)

Vyhodnocení měření :

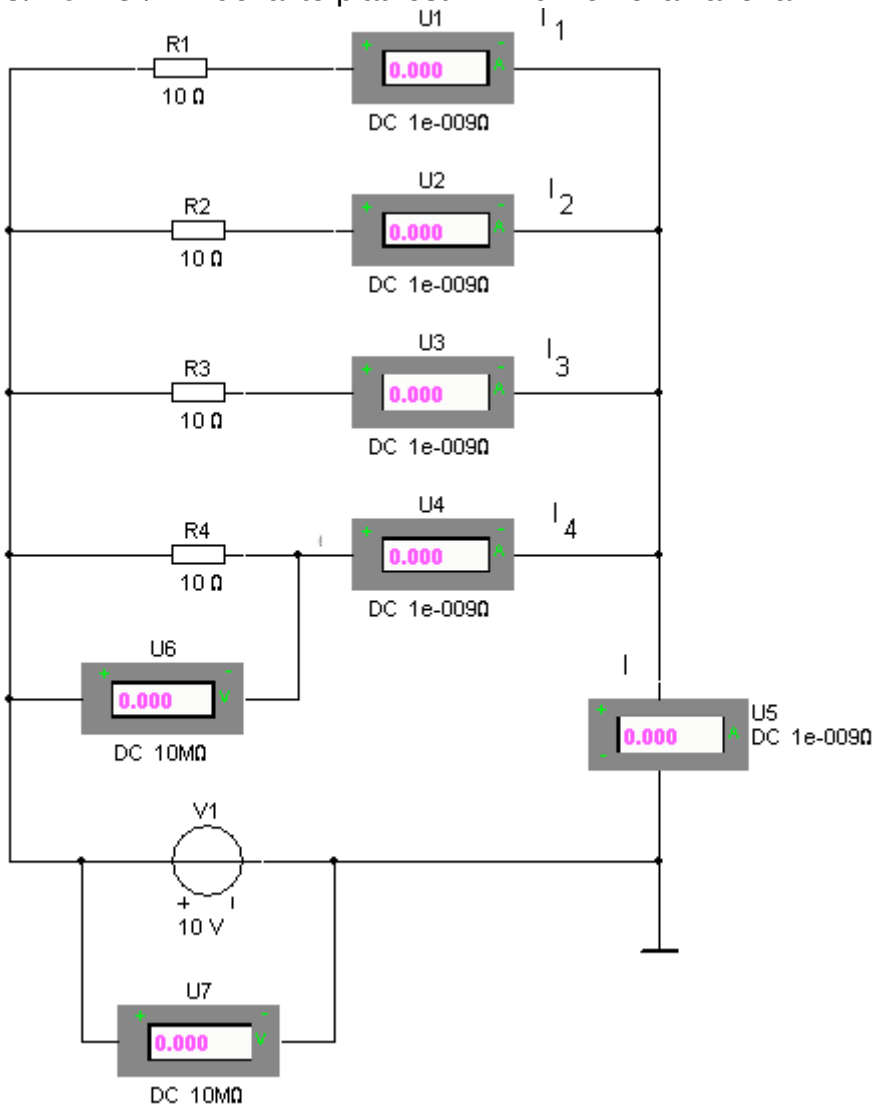
2. Zapojte do série tři rezistory (2Ω, 3Ω a 5 Ω) a připojte je ke zdroji stejnosměrného napětí 10 V. Změřte proud I, procházející obvodem a dle vzorce $U = I.R_1 + I.R_2 + I.R_3$ ověřte platnost 2. Kirchhoffova zákona.



I (A)	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_3 (Ω)	U (V)

Vyhodnocení měření :

3. Zapojte čtyři rezistory s odporem 10 Ω paralelně a připojte je ke zdroji stejnosměrného napětí 10 V. Změřte proudy I_1, I_2, I_3, I_4 v jednotlivých paralelních větvích a celkový proud I. Změřte velikost napětí zdroje U a napětí na jednotlivých rezistorech. Výpočtem dle těchto dvou vzorců $I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$ a $I = U/R1 + U/R2 + U/R3 + U/R4$ dokažte platnost 1. Kirchhofffova zákona

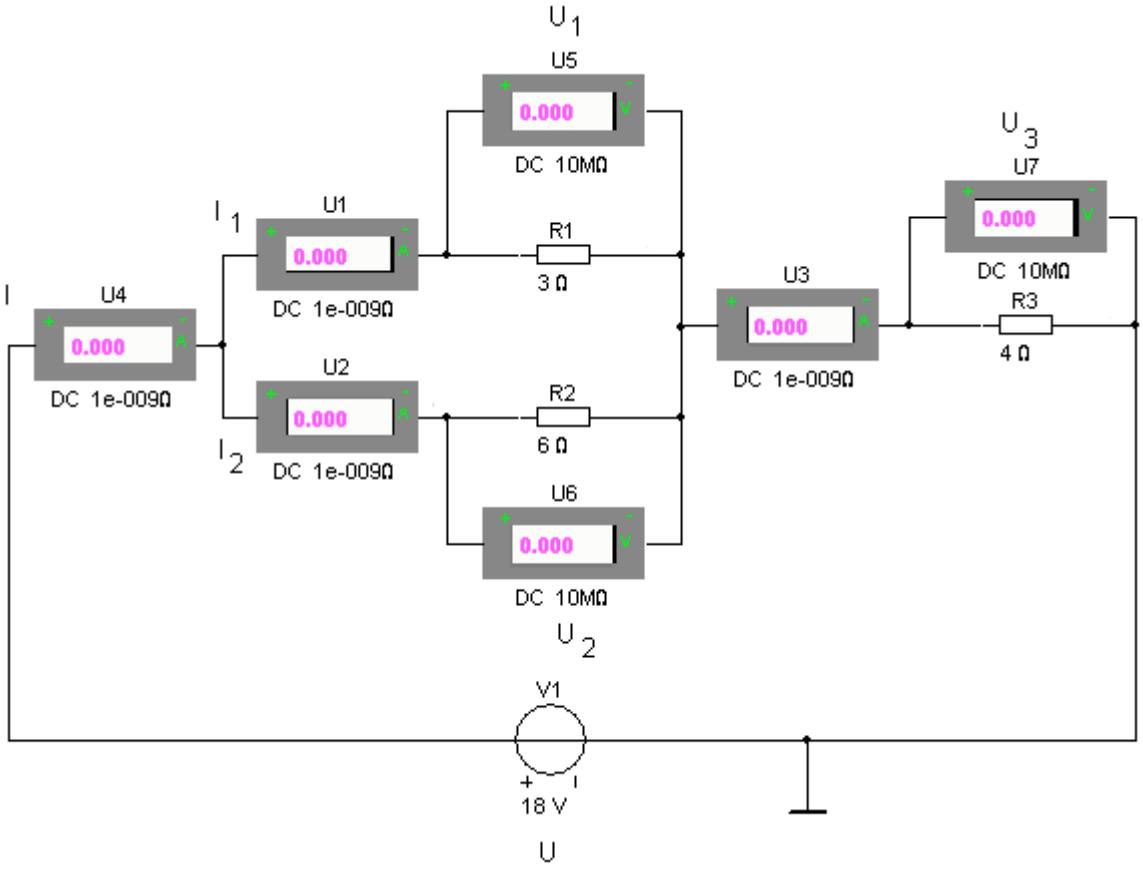


I (A)	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	I_4 (A)

U (V)	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_3 (Ω)	R_4 (Ω)	I (A)

Vyhodnocení měření :

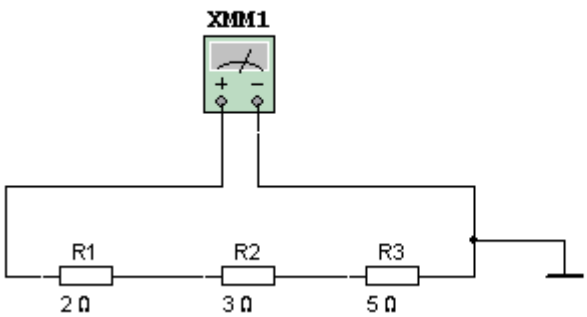
4. Zapojte dva rezistory (6Ω a 3 Ω) paralelně a do série k nim rezistor 4 Ω . Tento obvod připojete ke zdroji napětí 18 V. Změřte napětí na jednotlivých rezistorech a proud procházející jednotlivými rezistory a celkový proud I a napětí zdroje U. Ověřte výpočtem $I = I_1 + I_2$, $U = U_1 + U_3$, $U = U_2 + U_3$ a U1 = U2.



I (A)	I_1 (A)	I_2 (A)	U (V)	U_1 (V)	U_2 (V)	U_3 (V)

Vyhodnocení měření :

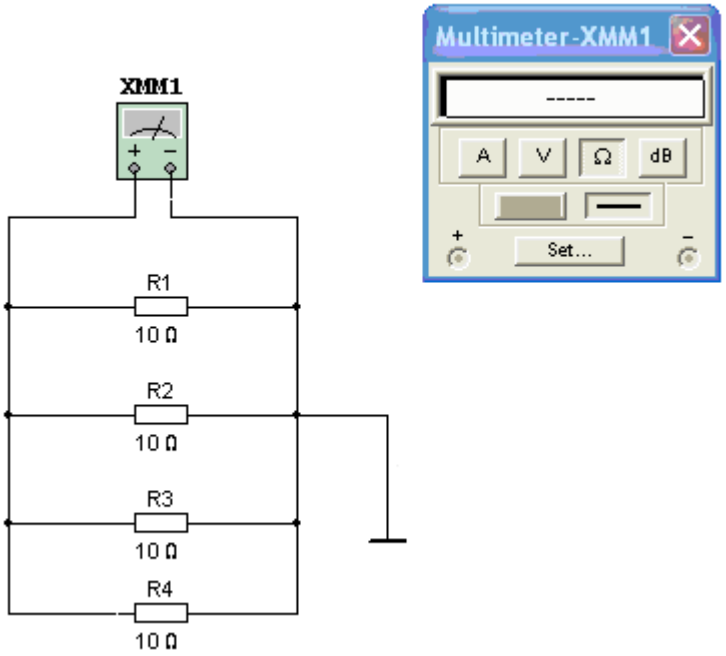
5. Změřte výsledný odpor rezistorů z výše uvedených zapojení pomocí multimetru přepnutého na měření odporu. Výpočtem se přesvěčte o správnosti naměřené hodnoty.





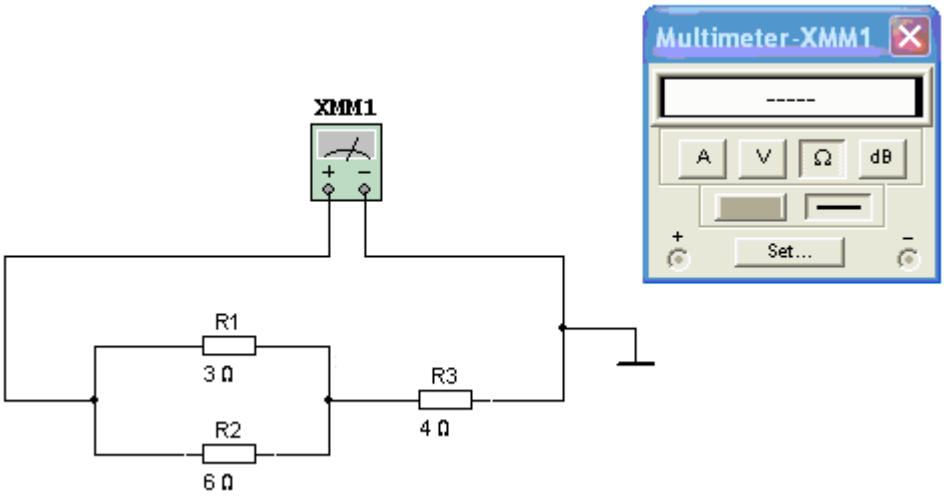
R (Ω)

$R = R_1 + R_2 + R_3$



R (Ω)

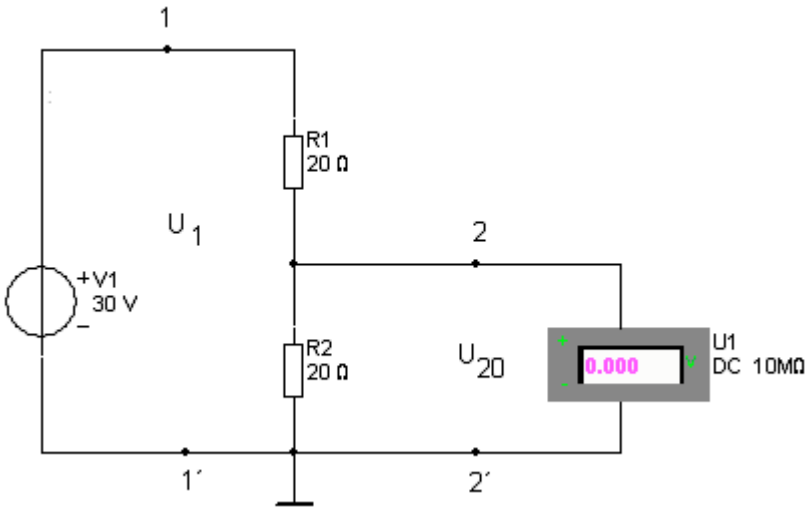
$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$



R (Ω)

$R = ((R_1 . R_2) / (R_1 + R_2)) + R_3$

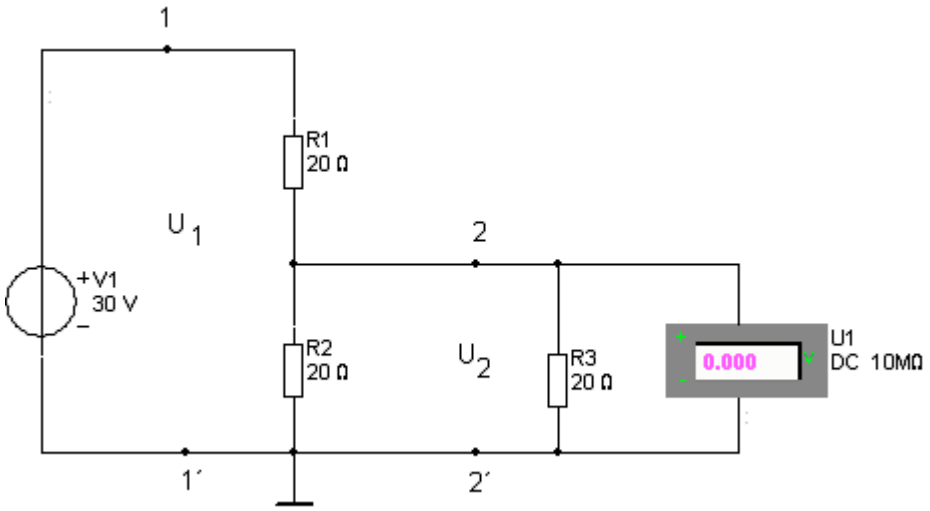
6. Dělič napětí tvořený rezistory $R_1 = 20\ \Omega$ a $R_2 = 20\ \Omega$ je připojen na stejnosměrné napětí 30 V. Změřte velikost výstupního napětí a výpočtem se přesvědčte o správnosti naměřeného napětí : $U_{20} = U_1 . (R_2 / (R_1 + R_2))$.



U20 (V)

Vyhodnocení měření :

7. K výše uvedenému děliči napětí připojte zatěžovací rezistor Rz = 20 Ω a změřte výstupní napětí zatíženého děliče U2. Správnost měření zkontrolujte výpočtem: $U_2 = U_1 . ((R_2 . Rz) / R_2 . Rz + R_1 . R_2 + R_1 . Rz))$.
8.

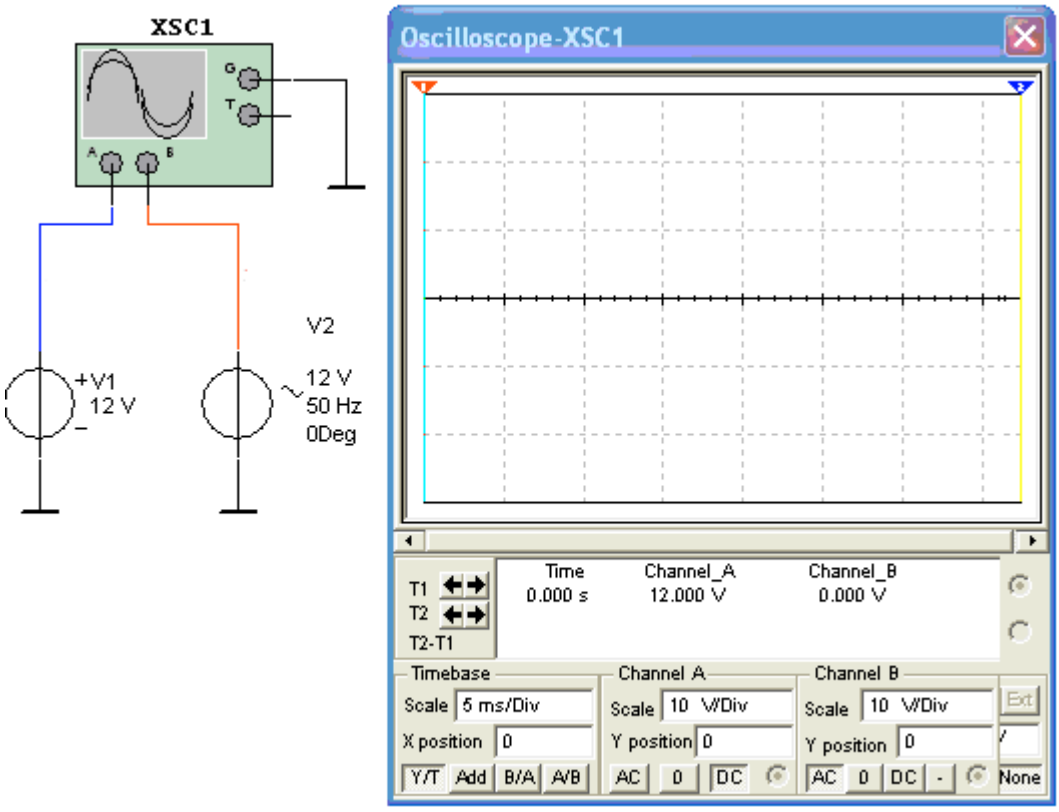


U2 (V)

Vyhodnocení měření :

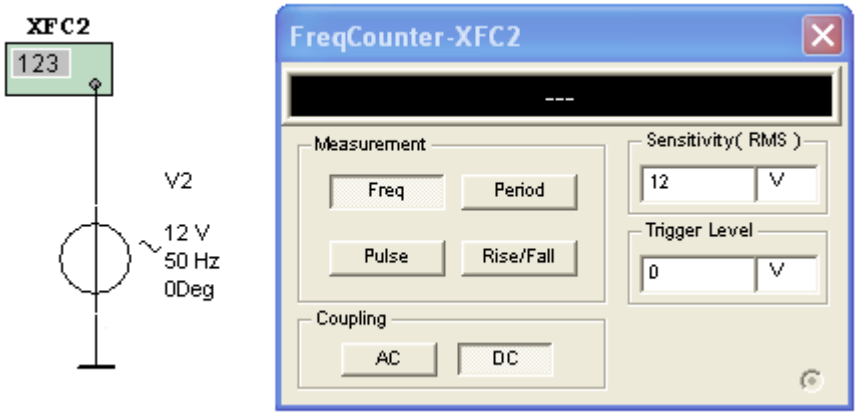
Rezistor, cívka a kondenzátor v obvodu stejnosměrného a střídavého proudu

1. Zobrazte průběh stejnosměrného a střídavého napětí na osciloskopu. Průběhy nakreslete do protokolu o provedeném měření.



Vyhodnocení měření :

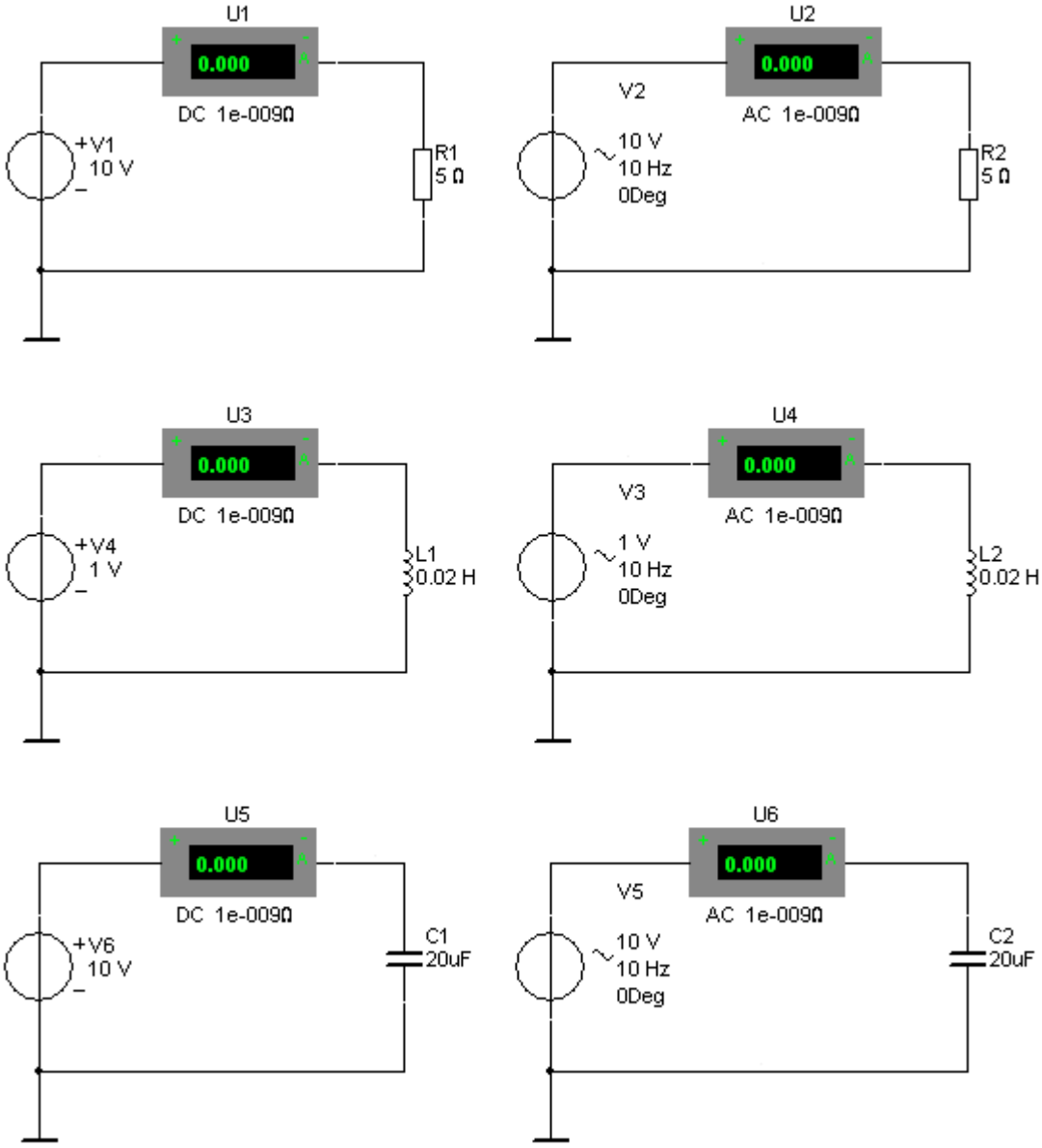
2. Frekvenčním čítačem změřte frekvenci zdroje střídavého napětí s frekvencí 50 Hz.



f (Hz)

Vyhodnocení měření :

3. Změřte velikost stejnosměrného a střídavého proudu v obvodu s rezistorem, cívkou a kondenzátorem. U střídavého zdroje měřte proud při frekvenci 10 Hz, 100 Hz, 1 000 Hz, 10 000 Hz, a 100 000 Hz. Naměřený proud zapište do tabulky. Ve vyhodnocení měření uveďte jak se tyto součástky chovají v obvodu ss a st proudu a u střídavého při nízkých frekvencích a při vysokých frekvencích. Naměřené hodnoty zkontrolujte výpočtem dle uvedených vzorců.

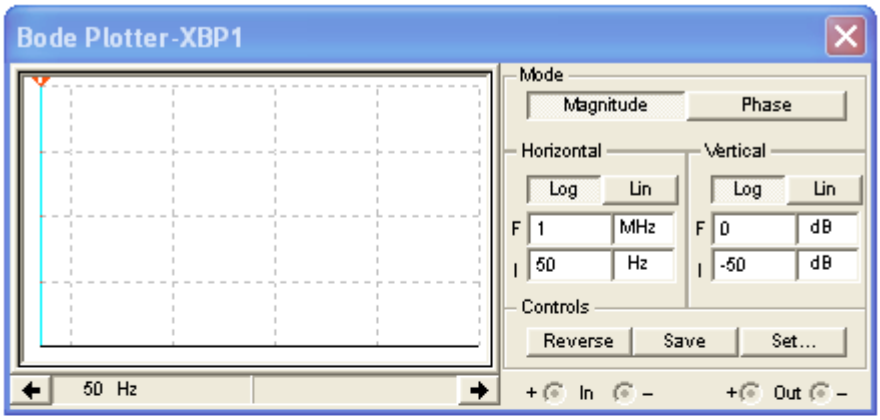


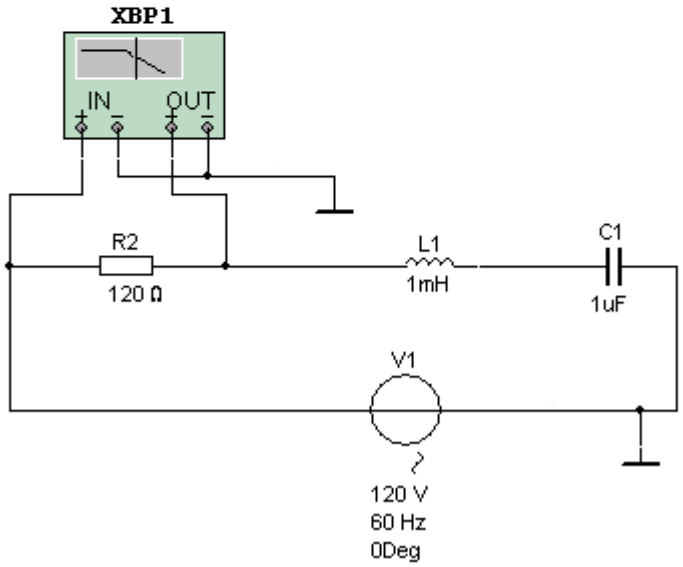
$I = U / R$ $I = U / X_L$ $X_L = 2.\pi . f .L$ $I = U / X_C$ $X_C = 1/ (2. \pi . f .C)$

	I ss (A)			I st (A)				
f =	0 Hz		f =	10Hz	100 Hz	1000Hz	10 000Hz	100 000Hz
s R			s R					
s L			s L					
s C			s C					

Vyhodnocení měření :

4. Sériový rezonanční obvod :
   a) Sestavte sériový R, L, C obvod se zdrojem střídavého napětí a dle schématu připojte k rezistoru měřící přístroj Bode Plotter a zobrazte na něm rezonanční křivku sériového R, L, C obvodu)(závislost U na f) , kterou nakreslete do protokolu a kurzorem určete rezonanční frekvenci fr.





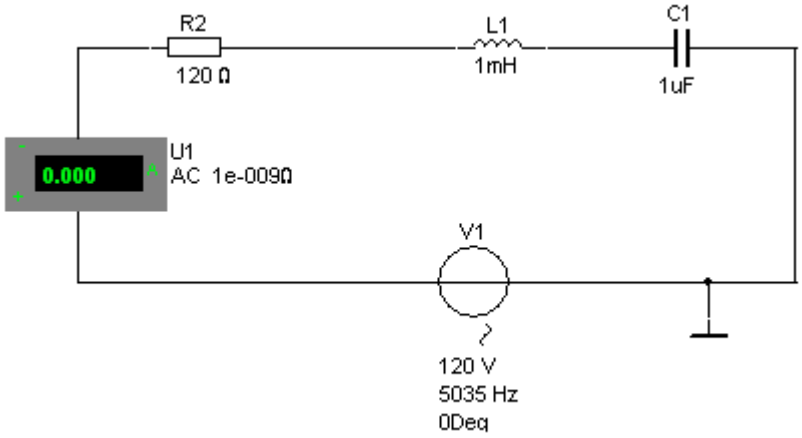
fr (Hz)

Vyhodnocení měření :

b) Vypočítejte rezonanční frekvenci fr = 1 / (2.π.√(L. C))

fr (Hz)

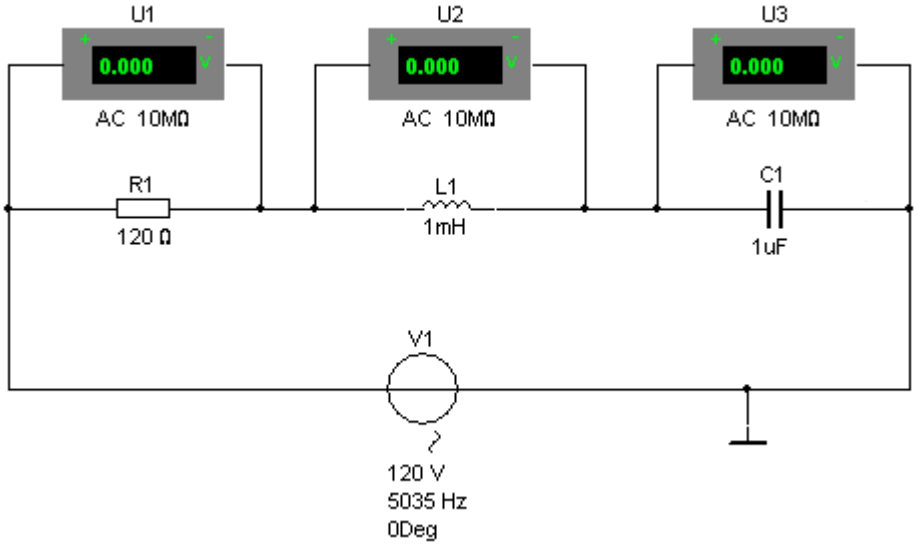
c) Sestavte výše uvedený rezonanční obvod a do obvodu zapojte ampérmetr. Změřte proud při rezonanční frekvenci fr , při podrezonanční frekvenci 50 Hz a při nadrezonanční frekvenci 50 kHz. Naměřené údaje zapište do tabulky.



I (A) při 50 Hz	I (A) při fr	I (A) při 50 kHz
Pod rezonanční frekv.	Při rezonanci	Nad rezonanční frekv.

Vyhodnocení měření :

d) Změřte napětí na rezistoru, cívce a kondenzátoru při rezonančním kmitočtu fr a zkontrolujte je výpočtem. Naměřené údaje zapište do tabulky..

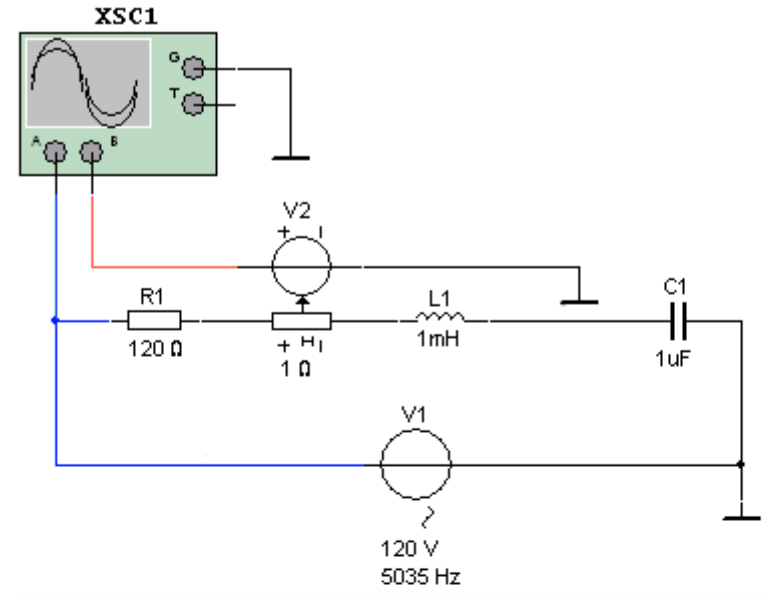


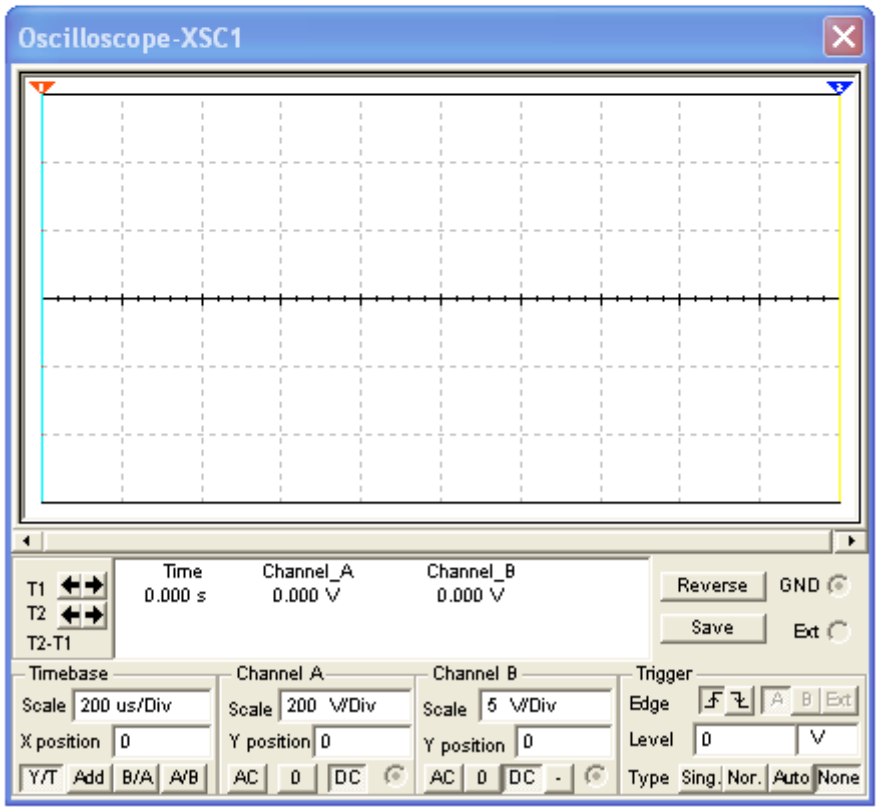
U_R (V)	U_L (V)	U_C (V)

$U_R = R \cdot I$ $U_L = X_L \cdot I$ $U_C = X_C \cdot I$

Vyhodnocení měření :

e) Níže uvedeným zapojením sériového R, L , C obvodu za použití převodníku proud-napětí zobrazte na osciloskopu fázový posuv při rezonanci. Naměřené průběhy nakreslete do grafu (závislost U a I na t).



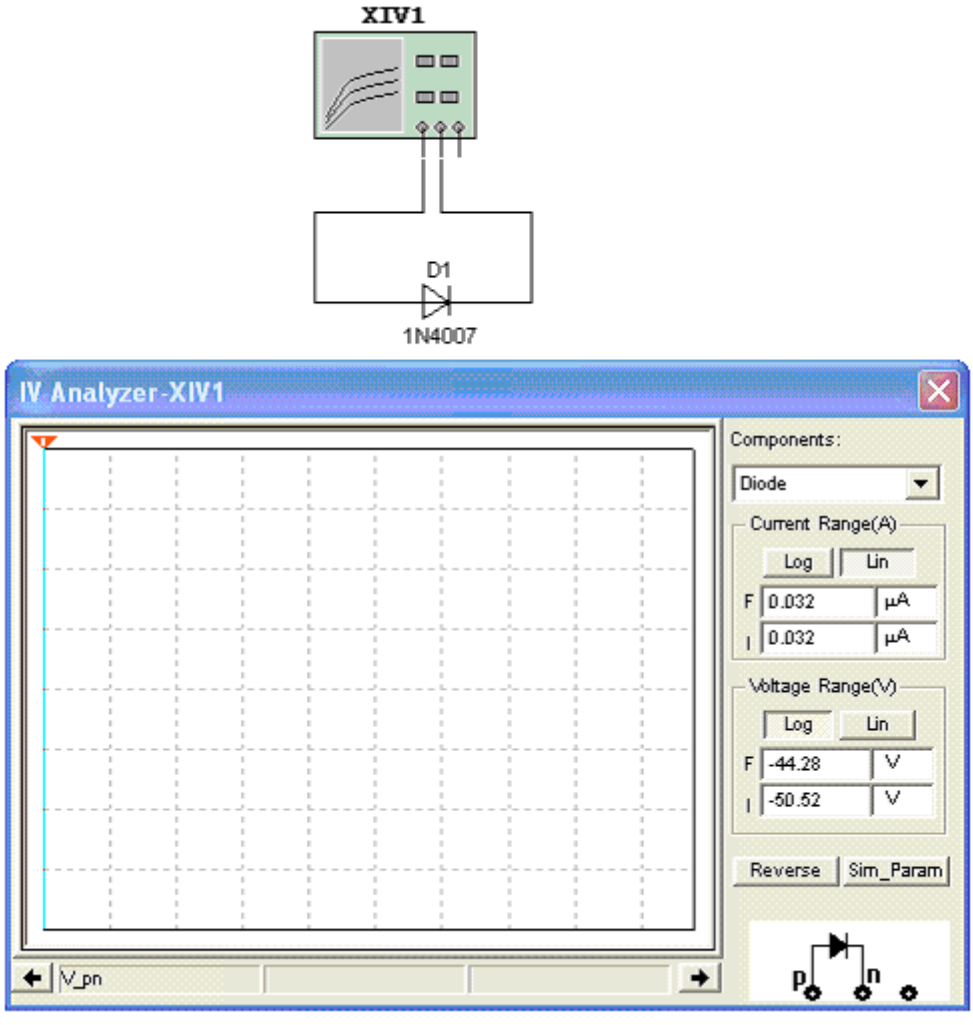


Vyhodnocení měření :

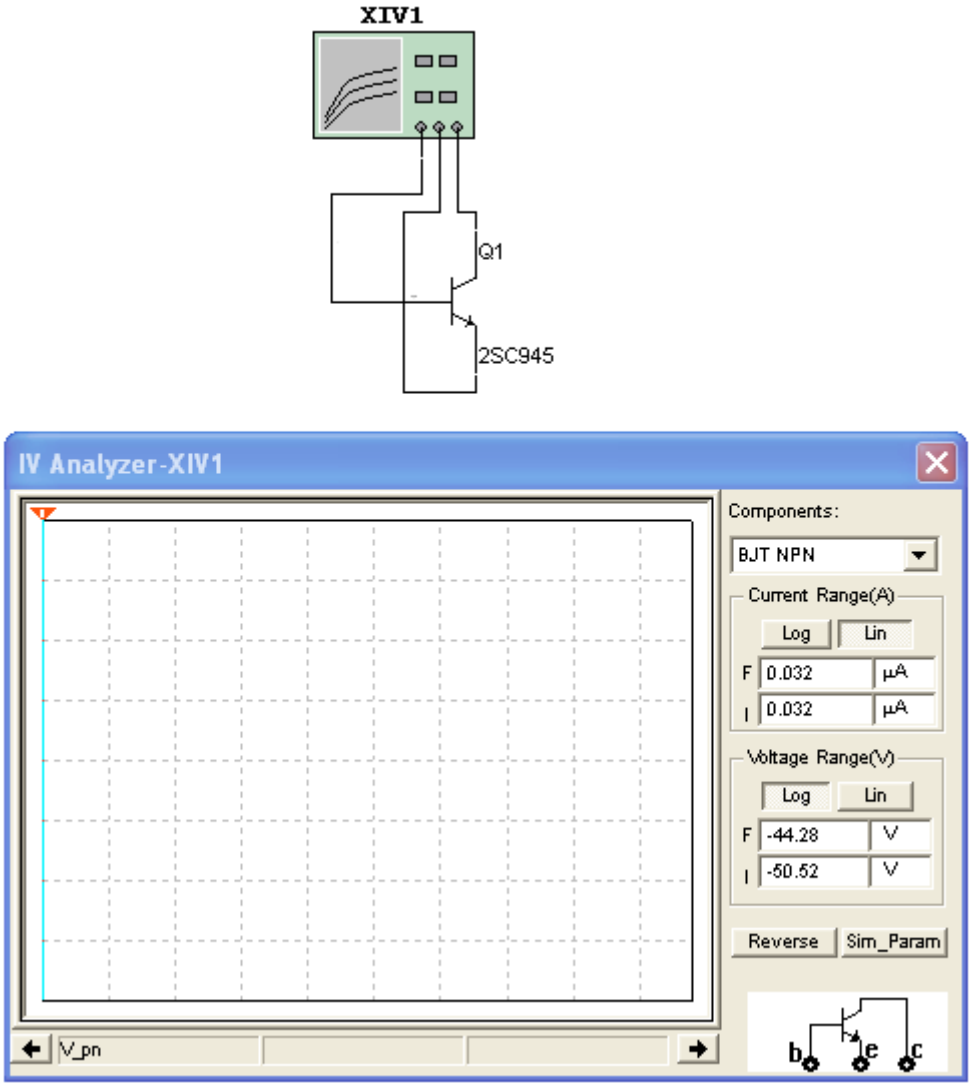
Voltampérové charakteristiky elektronických součástek

1. Pomocí I – V analyzeru zobrazte voltampérové charakteristiky polovodičové diody, bipolárního tranzistoru a unipolárních tranzistoru.

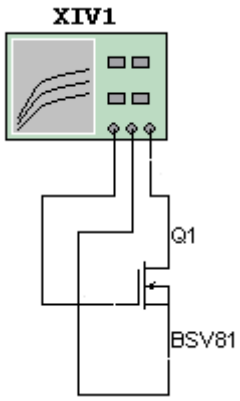
   a) VA charakteristika polovodičové diody :



b) VA charakteristika bipolárního tranzistoru NPN (výstupní charakteristiky) :

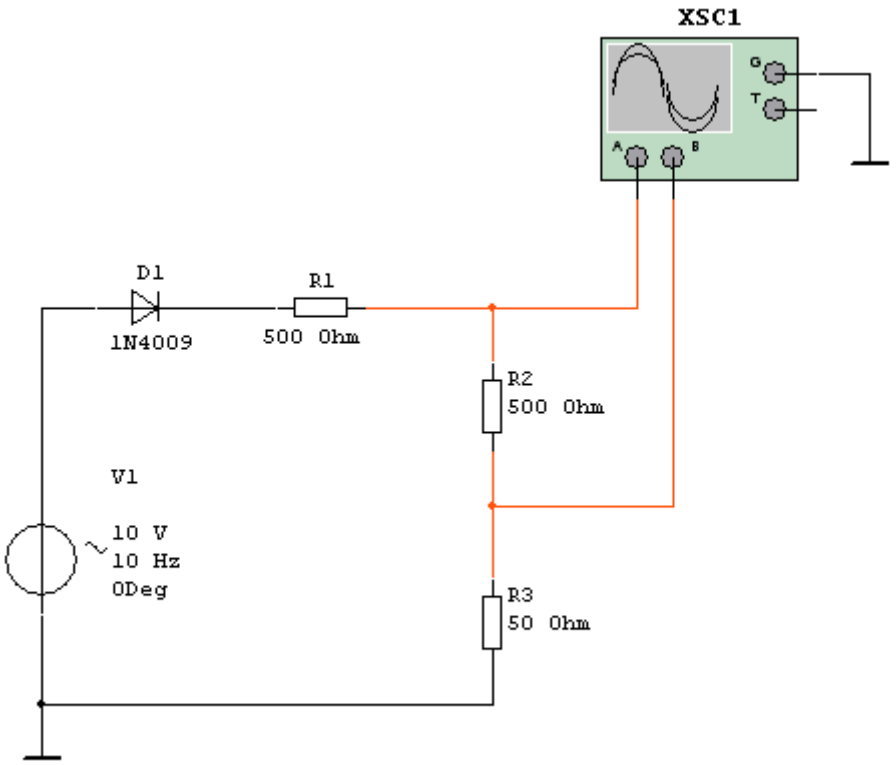


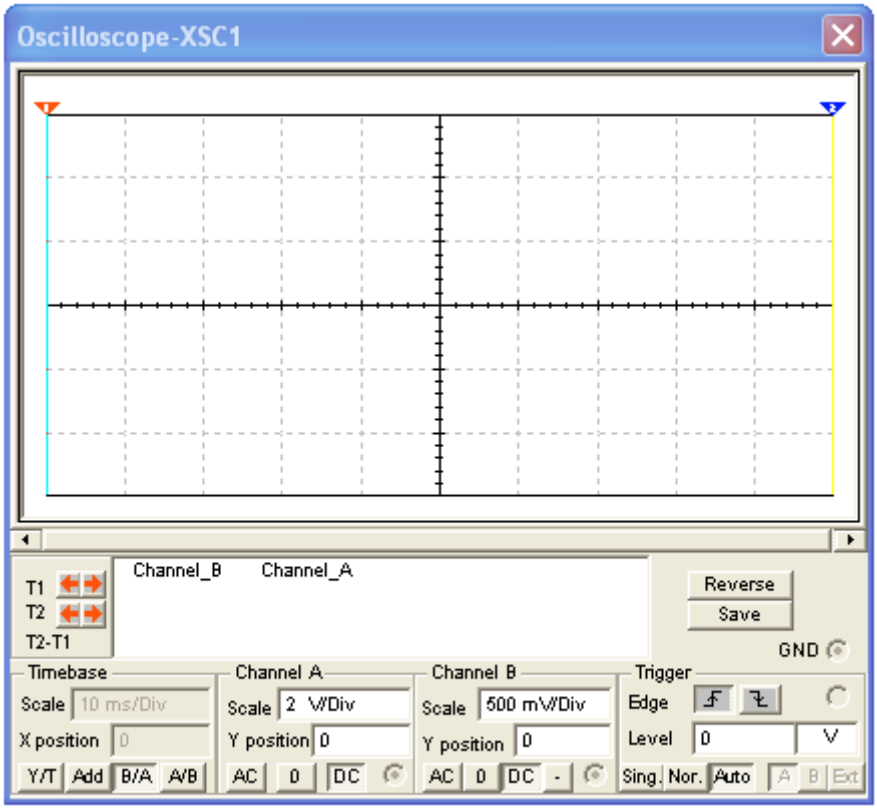
c) VA charakteristiky unipolárního tranzistoru NMOS (výstupní charakteristiky)



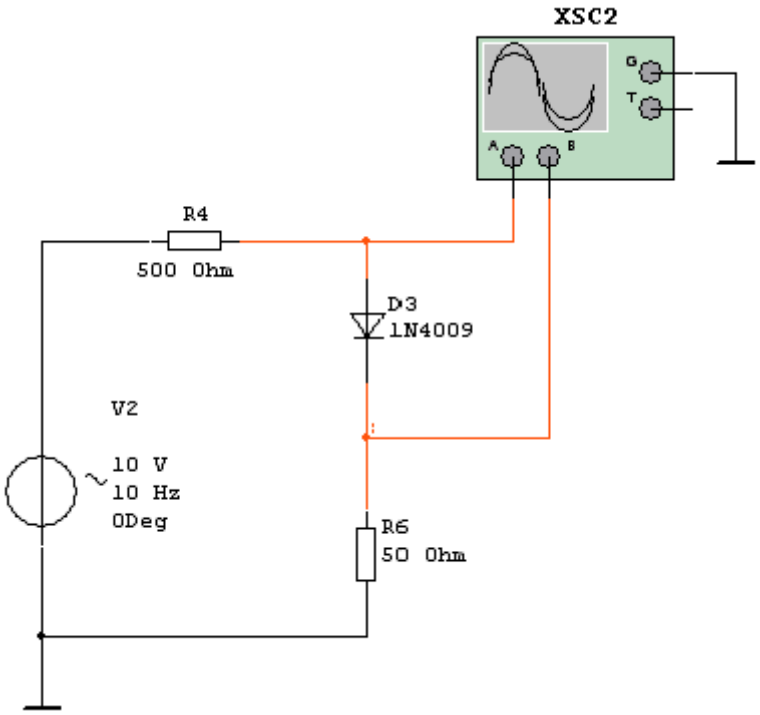
Vyhodnocení měření :

2. Zobrazte na osciloskopu voltampérovou charakteristiku rezistoru, polovodičové diody a bipolárního tranzistoru.
    a) rezistoru :

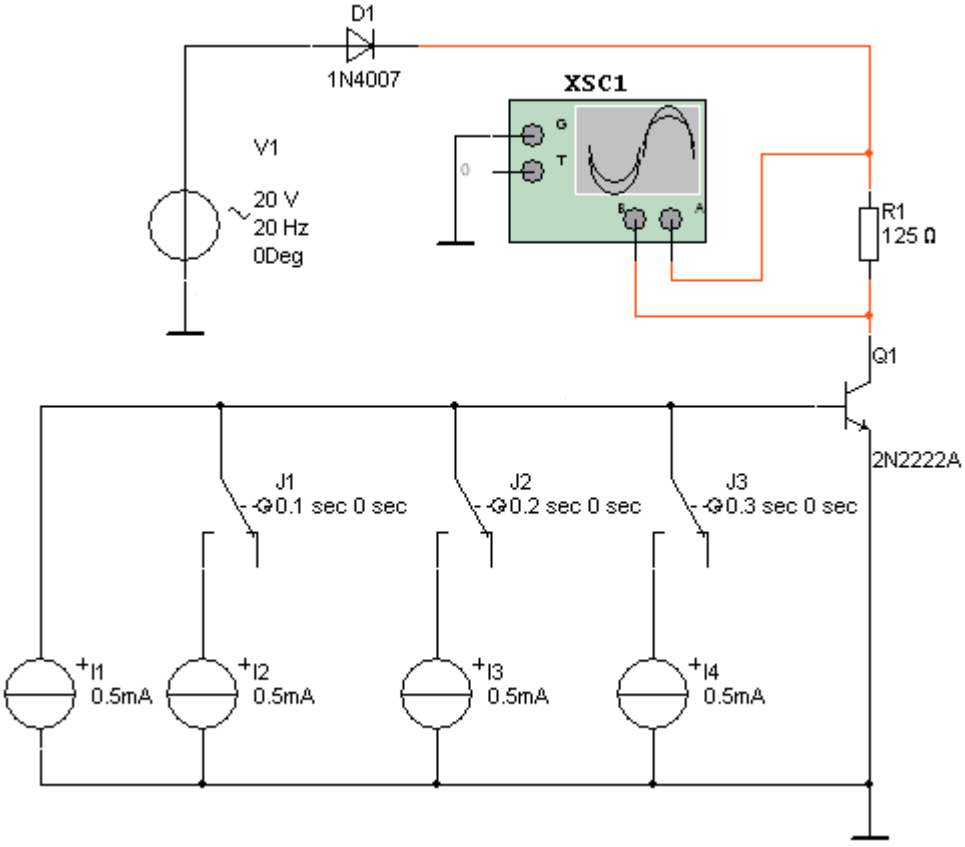


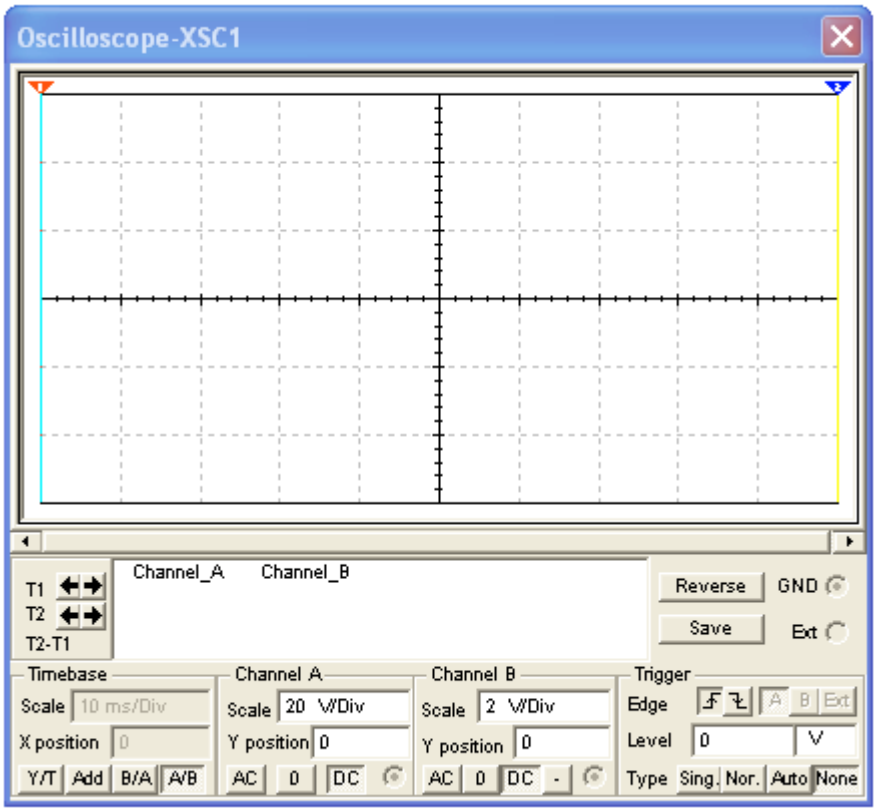


b) polovodičové diody :



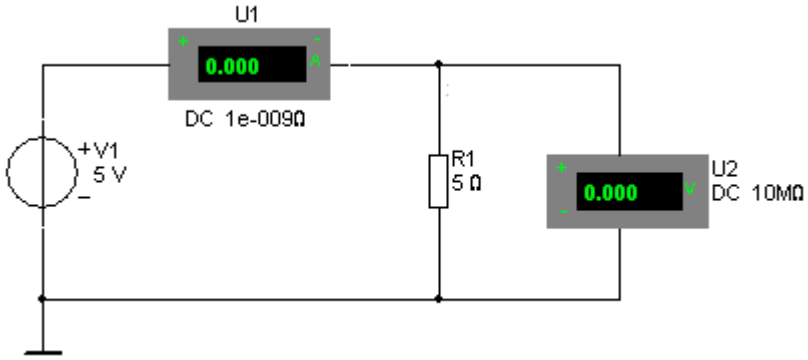
c) bipolárního tranzistoru :





Vyhodnocení měření :

3. Měřením proudu a napětí sestrojte voltampérovou charakteristiku rezistoru .



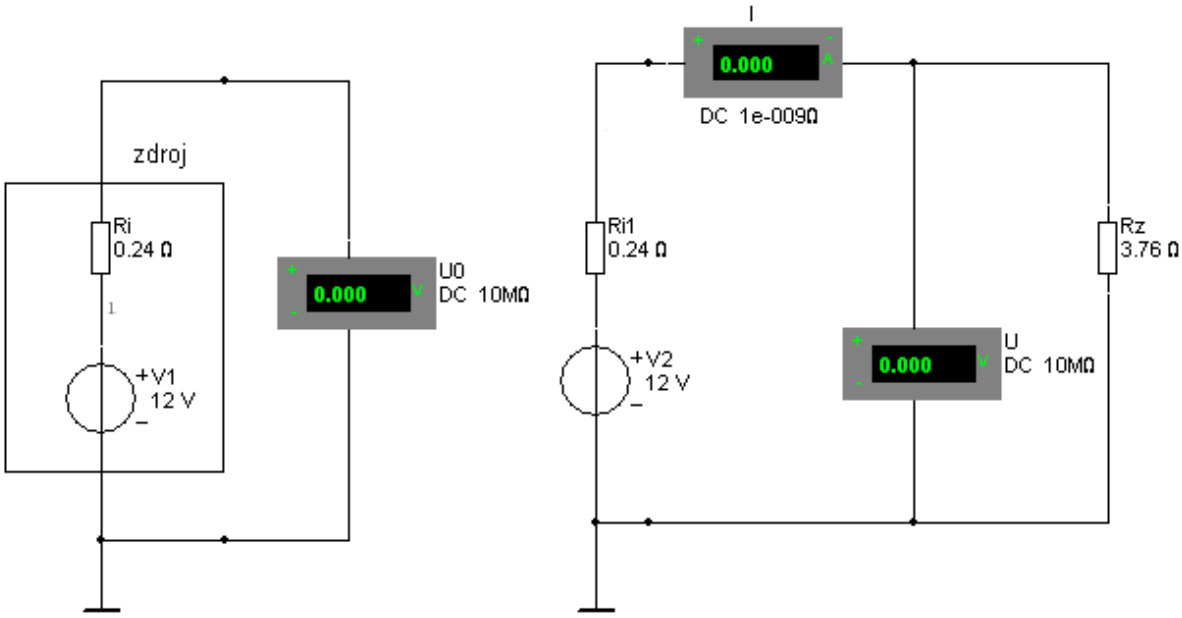
U (V)	0	5	10	15	20	25
I (A)						



Vyhodnocení měření :

Elektrický zdroj a řazení elektrických zdrojů

1. Stejnosměrný zdroj má napětí naprázdno Uo = 12 V, vnitřní odpor zdroje je Ri = 0,24 Ω. Na svorky zdroje připojme odpor Rz = 3,76 Ω. Změřte proud v obvodu I, svorkové napětí zdroje při zatížení U a svorkové napětí zdroje naprázdno Uo. Naměřené údaje zapište do tabulky. Přesvědčte se o správnosti naměřených hodnot výpočtem dle vzorců : I = Uo/ (Ri + Rz) a U = Uo – I. Ri.
   Měňte hodnotu vnitřního odporu Ri a měřte svorkové napětí zdroje při zatížení U.
   Měňte hodnotu odporu zátěže Rz a měřte proud v obvodu I.
   Naměřené údaje zapište do tabulky.



Uo (V)	I (A)	U (V)

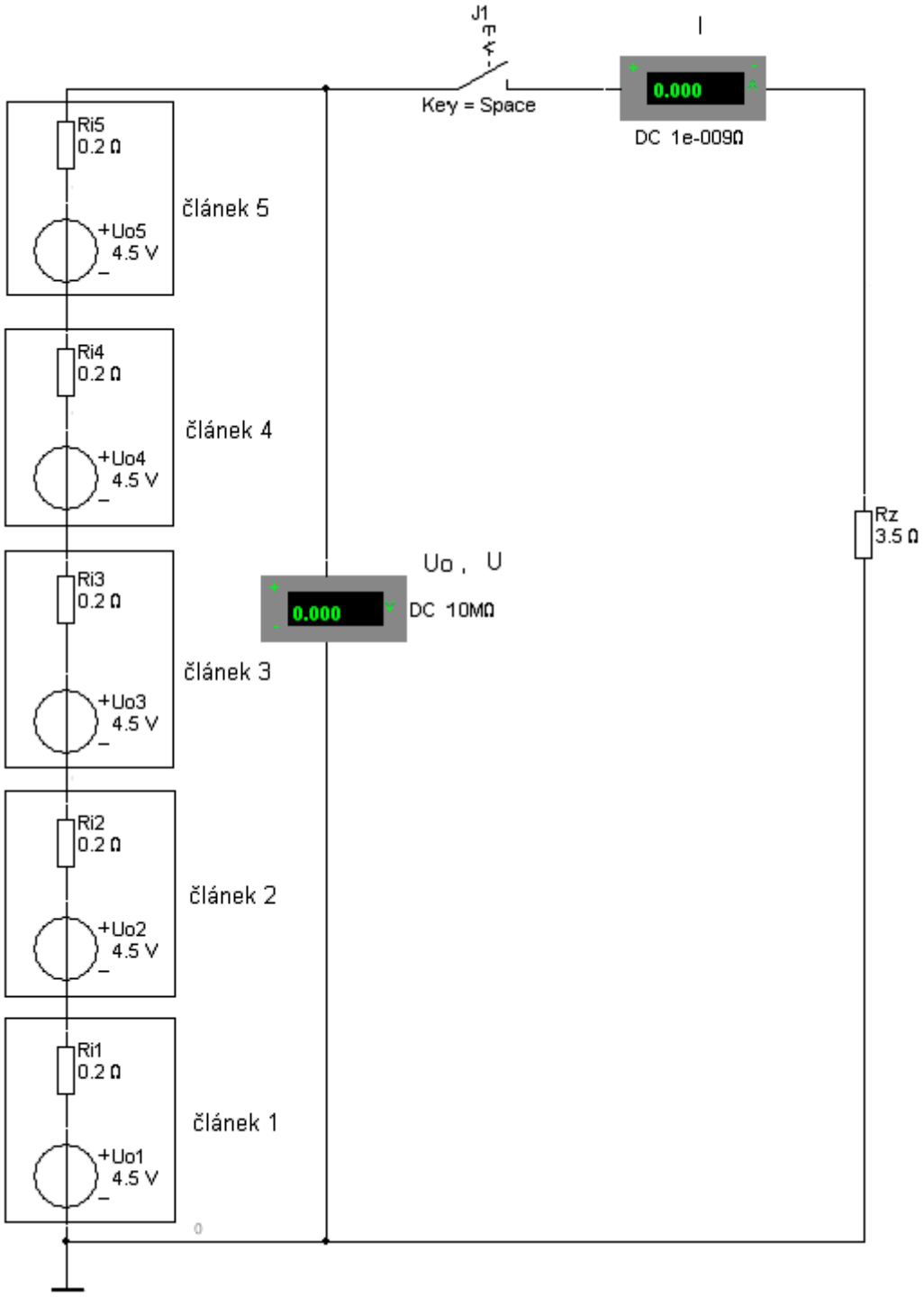
Ri (Ω)	U (V)

Rz (Ω)	I (A)

Vyhodnocení měření :

2. Jak velké je napětí naprázdno, proud a svorkové napětí, jestliže 5 článků s napětím naprázdno 4,5 V, vnitřním odporu 0,2 Ω spojíme sériově, paralelně a nově vzniklou baterii zatížíme rezistorem o odporu 3,5 Ω.

SÉRIOVÉ SPOJENÍ :



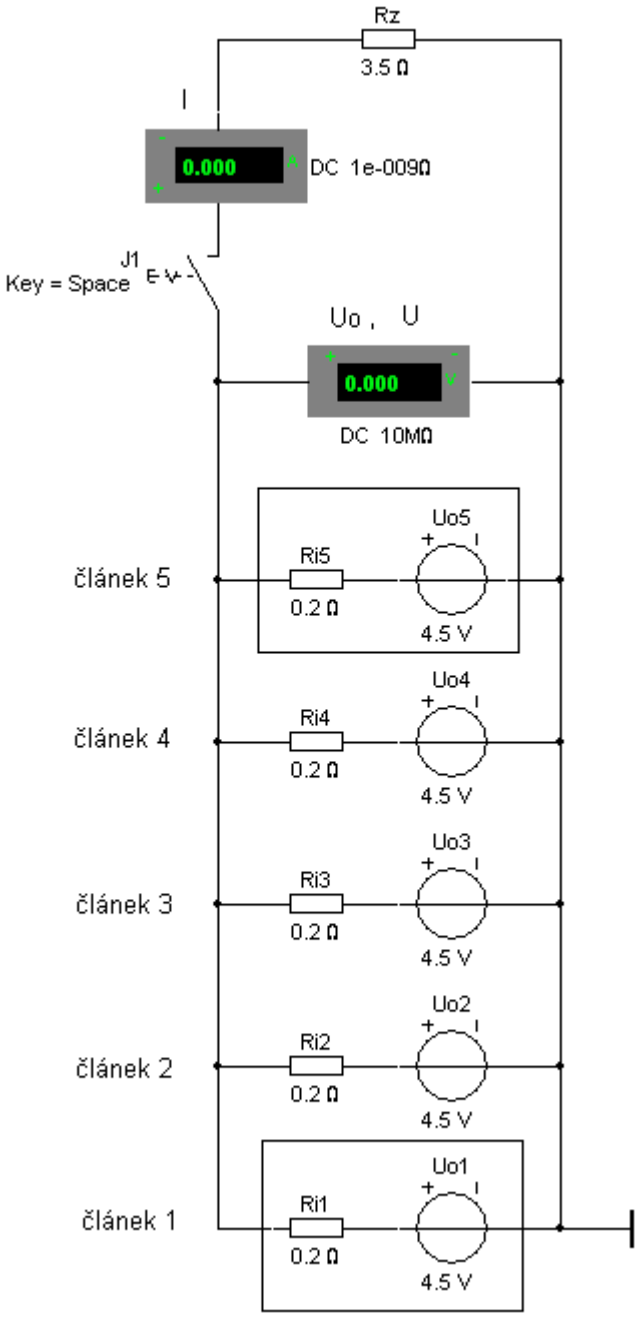
Uo (V)	I (A)	U (V)

Výpočty : Napětí naprázdno : Uo = n . Uo1

Proud : I = Uo / (n. Ri1 + Rz)

Svorkové napětí : U = Uo – I . (n. Ri1)

PARALELNÍ SPOJENÍ :



Uo (V)	I (A)	U (V)

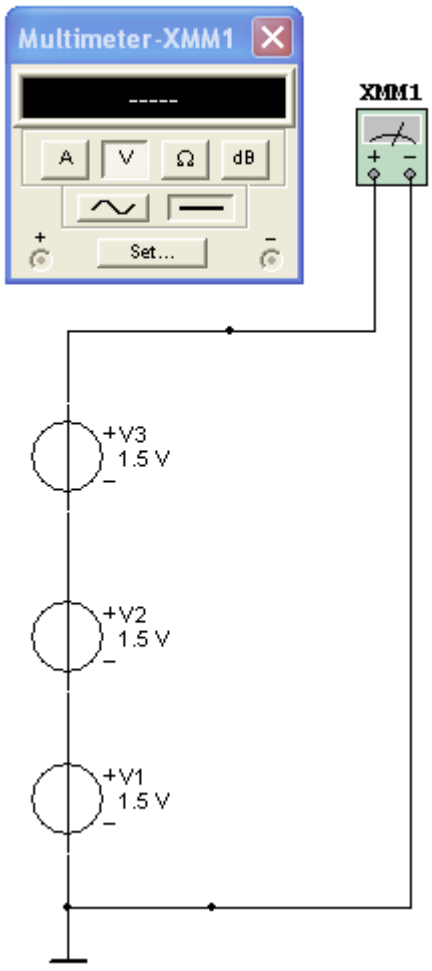
Výpočty : Napětí naprázdno : Uo = Uo1

Proud : I = Uo / (Ri1/n + Rz)

Svorkové napětí : U = Uo – I . Ri1/n

Vyhodnocení měření :

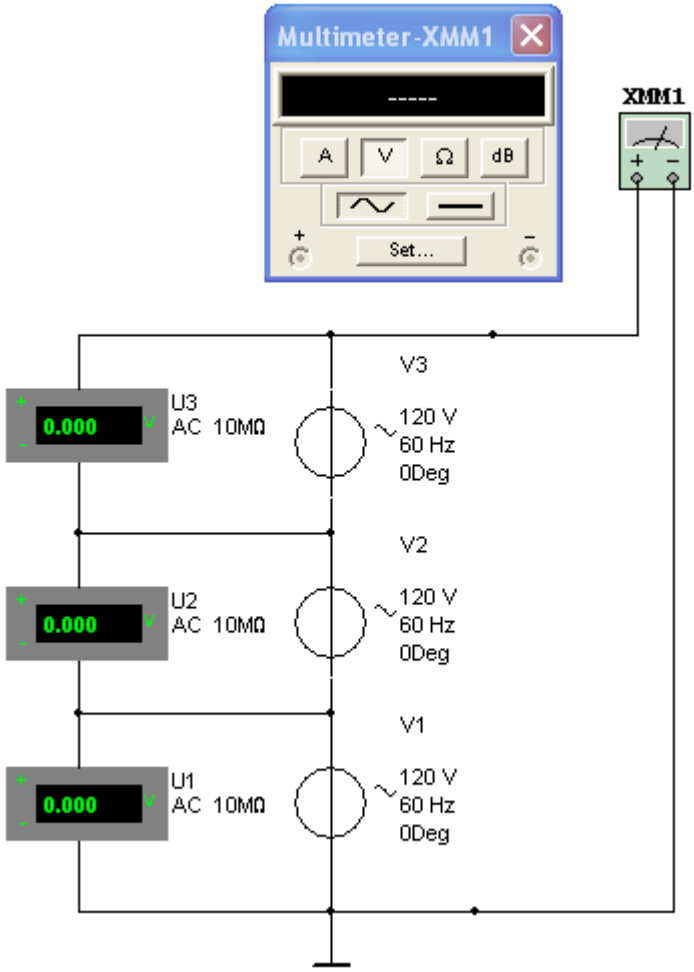
3. Spojte tři stejnosměrné 1,5 V zdroje napětí do série a zjistěte výstupní napětí naprázdno této baterie. O správnosti měření se přesvědčte výpočtem : $U = U_1 + U_2 + U_3$.



U (V)

Vyhodnocení měření :

4. Zapojte tři zdroje střídavého napětí 120 V, 60 Hz do série a změřte velikost výstupního napětí naprázdno multimetrem. O správnosti měření se přesvědčte výpočtem : $U = U_1 + U_2 + U_3$.

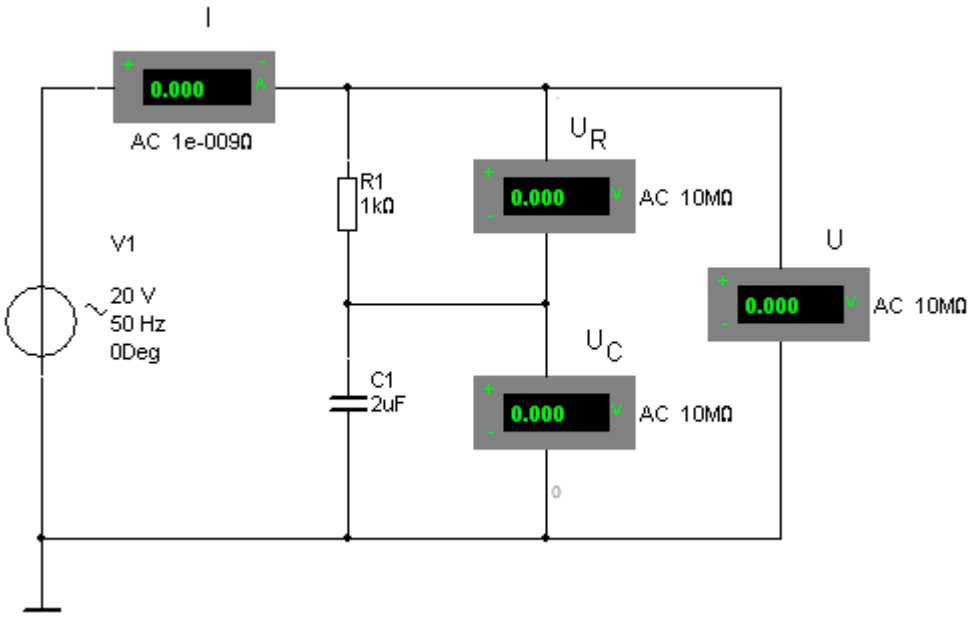


U (V)

Vyhodnocení měření :

Obvody R,L,C v sérii a R, L, C paralelně

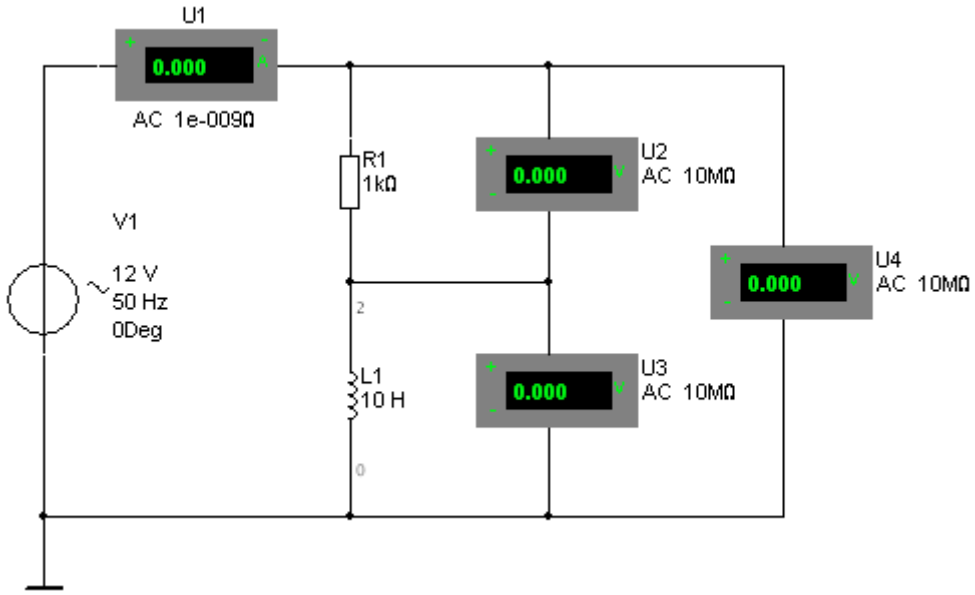
1. Rezistor a kondenzátor v sérii.
   Zadáno : R = 1 kΩ, C = 2uF jsou spojeny v sérii a připojeny na střídavé napětí U = 20 V, f = 50 Hz. Vypočítejte napětí na rezistoru UR, napětí na kondenzátoru UC a proud procházející obvodem. Měřením na tomto obvodu ověřte správnost výpočtů.
   $X_C = 1 / (2.\pi.f.C) =$
   $Z = \sqrt{(R^2 + X_c)^2} =$
   $I = U / Z =$
   $U_R = I . R =$
   $U_C = I . X_c =$
   $U = \sqrt{(U_R^2 + U_c)^2} =$



I (A)	UR (V)	Uc (V)	U (V)

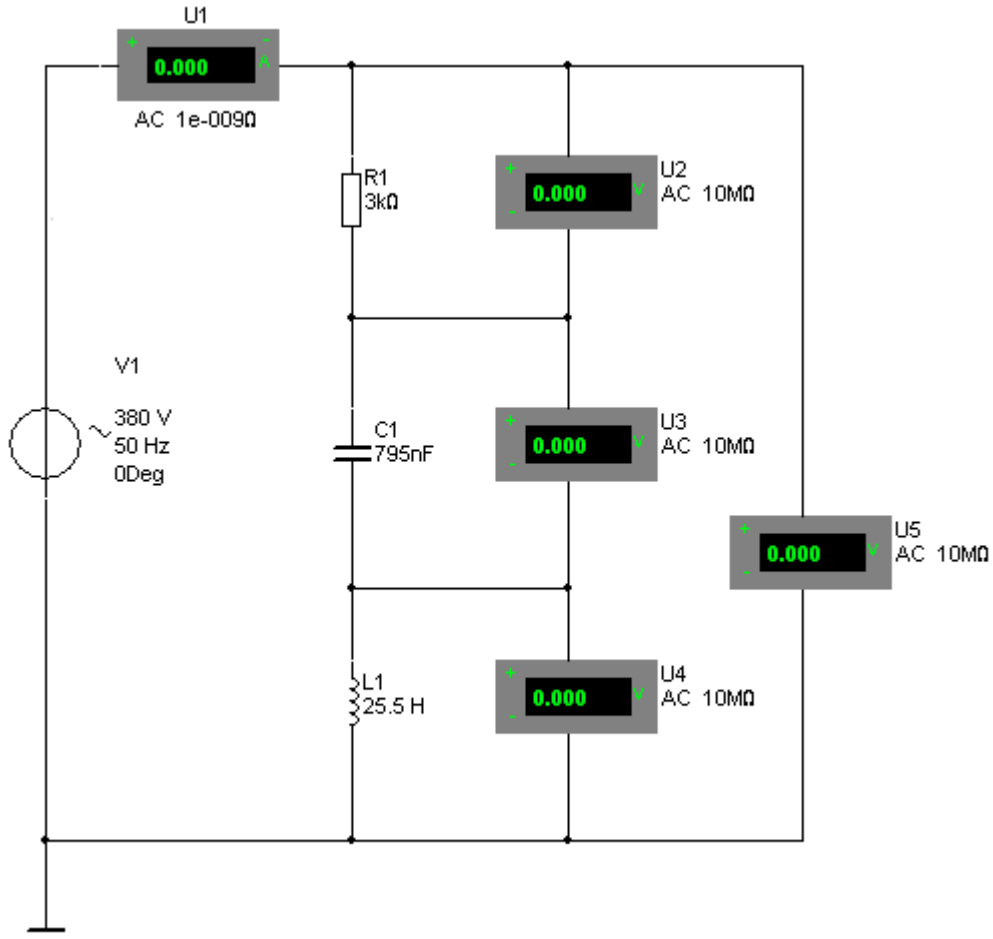
Vyhodnocení měření :

2. Rezistor a cívka v sérii.
   Zadáno : R = 1 kΩ a L = 10 H jsou zapojeny v sérii a připojeny na napětí U = 12 V, f = 50 Hz. Vypočítejte U_R, U_L, U a I a ověřte je měřením.
   $X_L = 2.\pi.f.L =$
   $Z = \sqrt{(R^2 + X_L)^2} =$
   $I = U / Z =$
   $U_R = I . R =$
   $U_L = I . X_L =$
   $U = \sqrt{(U_R^2 + U_L)^2} =$



I (A)	UR (V)	UL (V)	U (V)

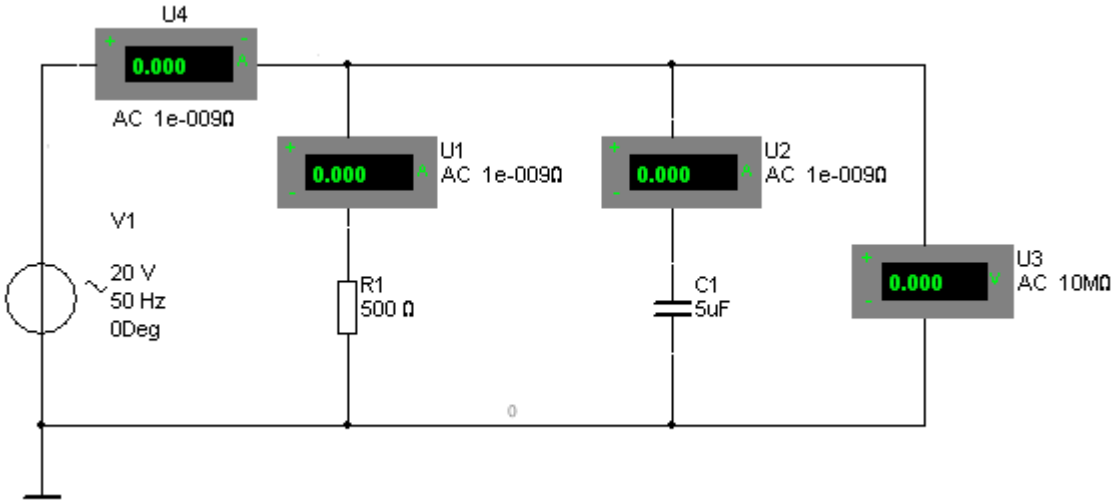
3. Rezistor, kondenzátor a cívka v sérii.
   Zadáno : R = 3 kΩ, C = 795 nF a L =25,5 H jsou zapojeny v sérii a připojeny na střídavé napětí U = 380 V, f = 50 Hz. Vypočítejte U_R, U_C, U_L, U a I a ověřte je měřením.
   $X_L = 2.\pi.f.L =$
   $Xc = 1 / (2.\pi.f.C) =$
   $Z = \sqrt{(R^2 + (X_L - Xc)^2)} =$
   $I = U / Z =$
   $U_R = I . R =$
   $Uc = I . Xc =$
   $U_L = I . X_L =$
   $U = \sqrt{(U_R^2 + (U_L - Uc)^2)} =$



I (A)	U_R (V)	Uc (V)	U_L (V)	U (V)

Vyhodnocení měření :

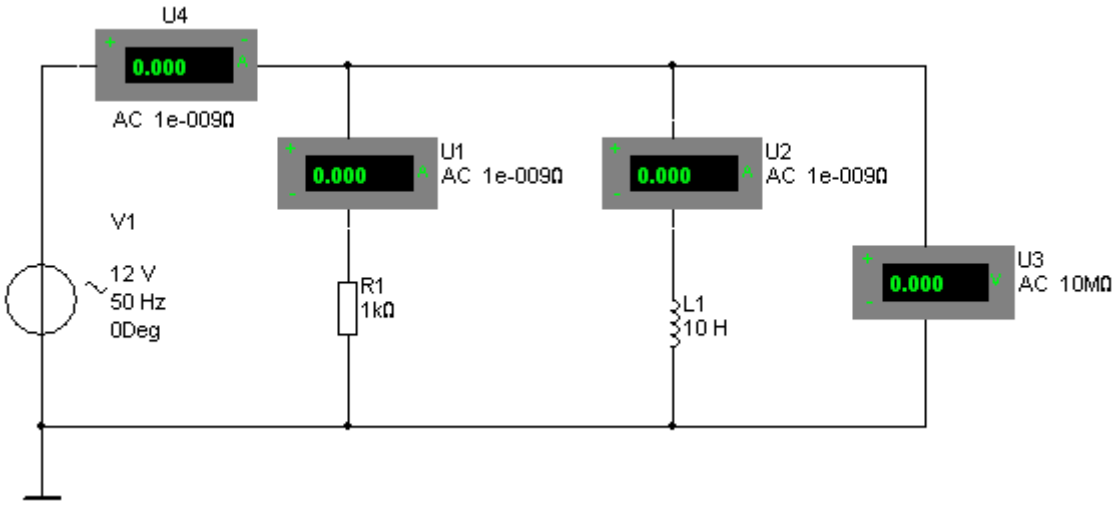
4. Rezistor a kondenzátor paralelně.
   Zadáno : R = 500 Ω, C = 5uF jsou spojeny paralelně a připojeny na střídavé napětí U = 20 V, f = 50 Hz. Vypočítejte proudy I_R , Ic a I a ověřte je měřením.
   Xc = 1 / (2.π.f.C) =
   I_R = U / R =
   Ic = U / Xc =
   I = $\sqrt{}$(I_R + Ic)^2 =



I (A)	I_R (A)	Ic (A)	U (V)

Vyhodnocení měření :

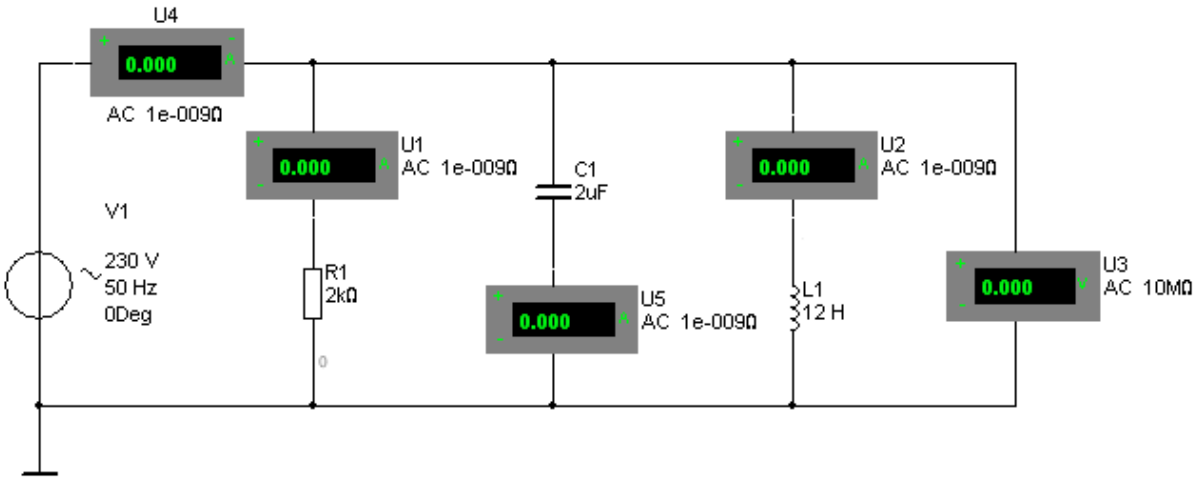
5. Rezistor a cívka paralelně .
   Zadáno : R = 1 k Ω, L = 10 H jsou spojeny paralelně a připojeny na střídavé napětí U = 12 V, f = 50 Hz. Vypočítejte proudy I_R, I_L a I a ověřte je měřením.
   $X_L = 2.\pi.f.L =$
   $I_R = U / R =$
   $I_L = U / X_L =$
   $I = \sqrt{ (I_{R2} + I_L)^2 } =$



I (A)	I_R (A)	I_L (A)	U (V)

Vyhodnocení měření :

6. Rezistor, kondenzátor a cívka paralelně.
   Zadáno : R = 2 kΩ, C = 2 uF a L = 12 H jsou spojeny paralelně a připojeny na střídavé napětí U = 230 V, f = 50 Hz. Vypočítejte proudy I_R, Ic, I_L a I a ověřte je měřením .
   Xc = 1 / (2.π.f.C) =
   X_L = 2.π.f.L =
   I_R = U / R =
   Ic = U / Xc =
   I_L = U / X_L =
   I = √ (I_R^2 + (Ic – I_L)²) =

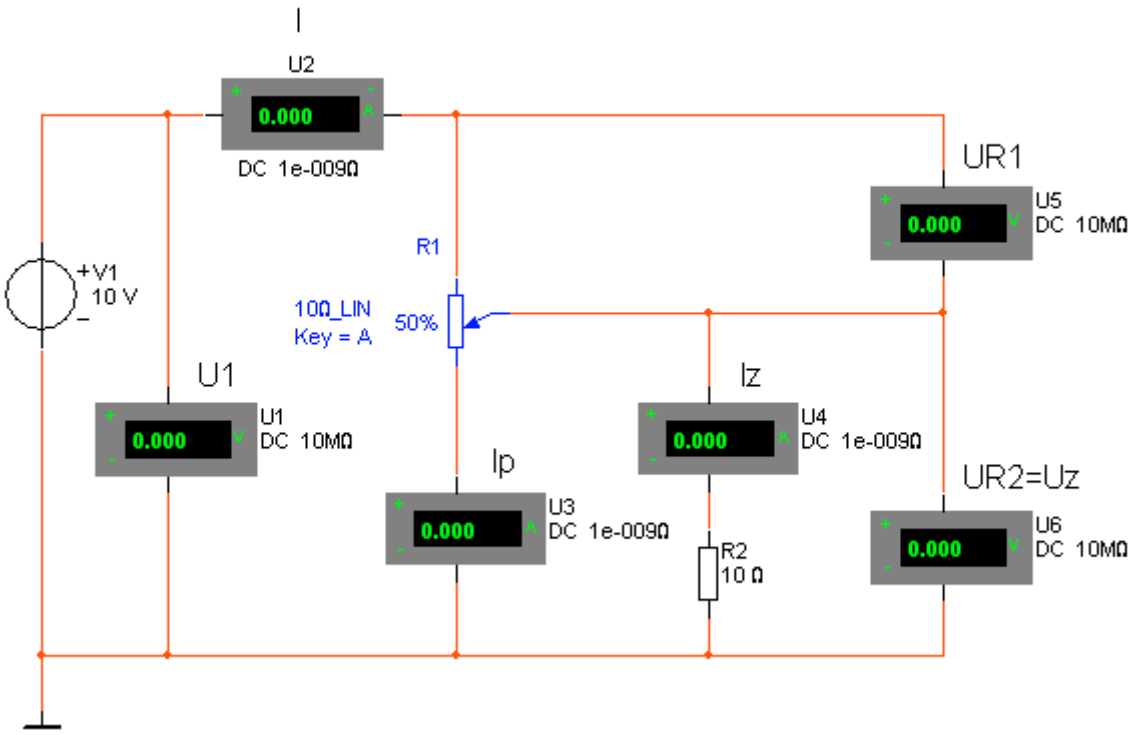


I (A)	I_R (A)	Ic (A)	I_L (A)	U (V)

Vyhodnocení měření :

Vybrané obvody z elektrotechniky

1. Napěťový dělič s potenciometrem – nastavte potenciometr na 25%, 50% a 75 % a naměřené údaje zapište do tabulky.Sledujte změny parametru obvodu.

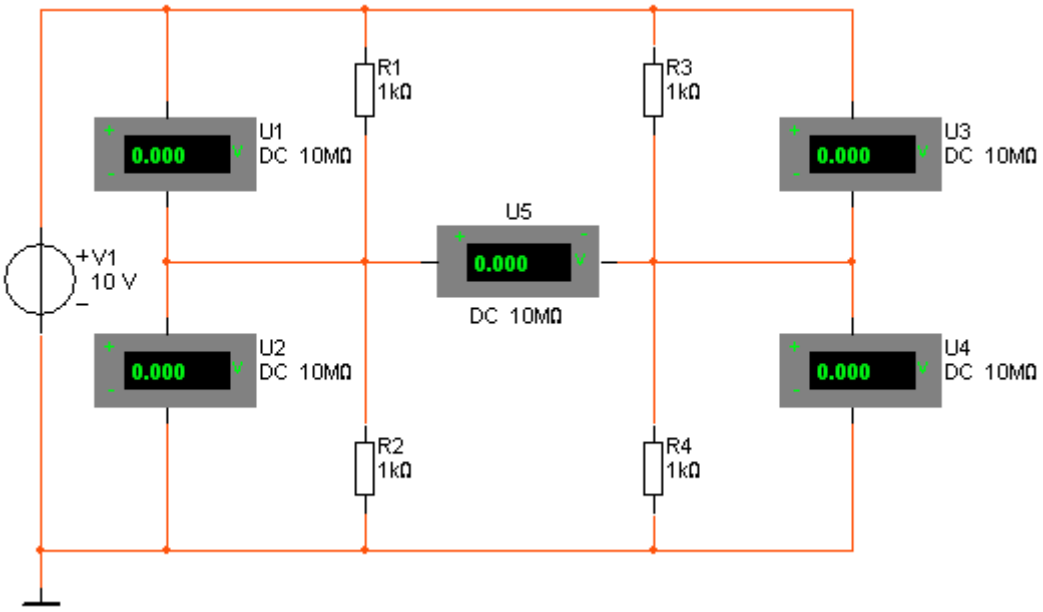


pro R1	I (A)	Ip (A)	Iz (A)	U1 (V)	U_{R1} (V)	U_{R2} = Uz (V)

25%						
50%						
75%						

Vyhodnocení měření:

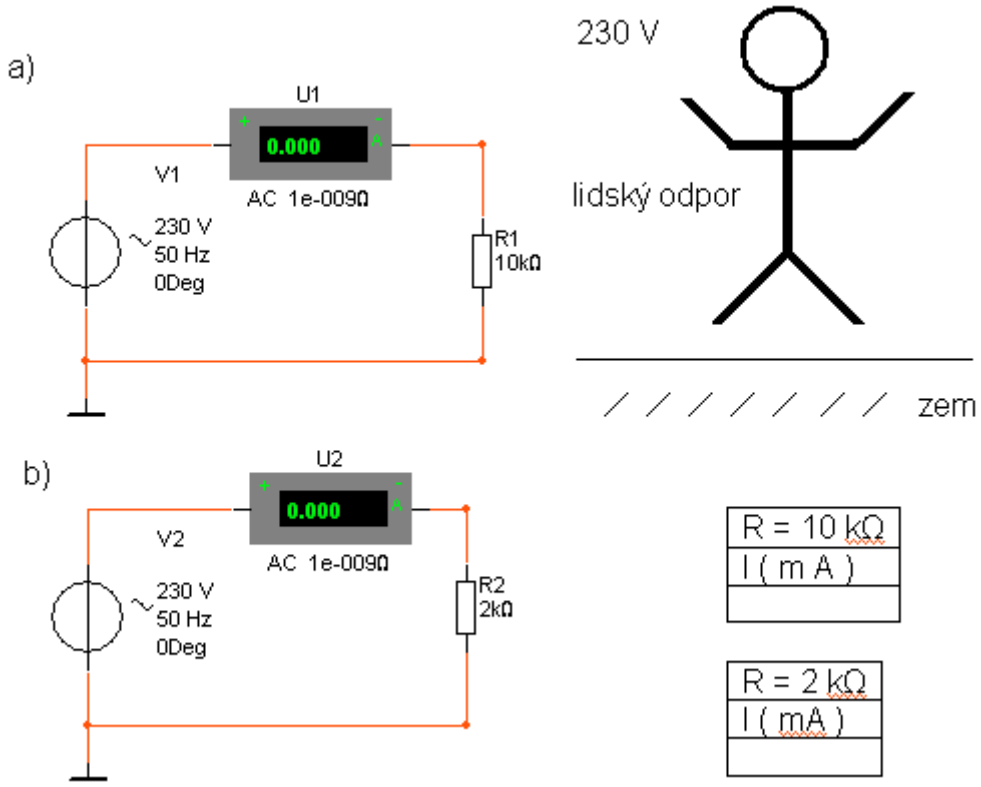
2. Můstkové zapojení – vyvážený můstek a nevyvážený můstek. Měřte při R_2 = 1kΩ a R_2 = 2kΩ.



pro R_2	U_1 (V)	U_2 (V)	U_3 (V)	U_4 (V)	U_5 (U)
1 kΩ					
4 kΩ					

Vyhodnocení měření :

3. Simulace proudu lidským tělem : Odpor těla je 10 kΩ a 2 kΩ proveďte daná měření a porovnejte je.



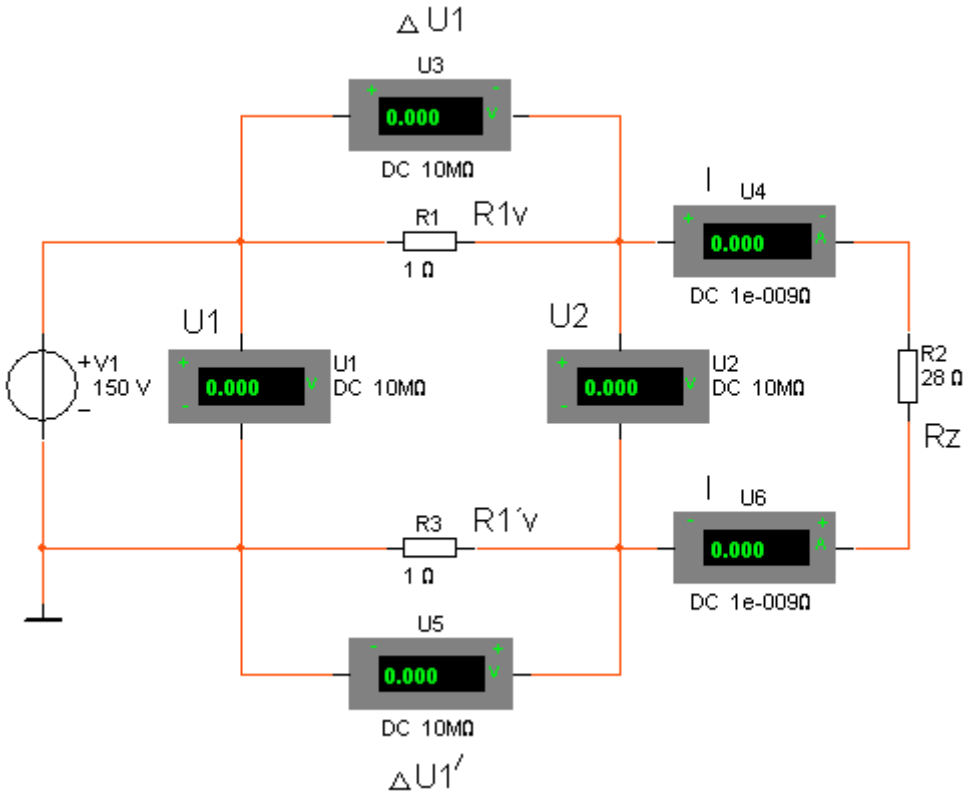
R = 10 kΩ
I (m A)

R = 2 kΩ
I (mA)

Vyhodnocení měření :

4.Úbytek napětí na vedení.

Změřte velikost vstupního a výstupního napětí vedení, jaký proud prochází vedením a jaký je úbytek napětí na vedení. Naměřené údaje ověřte výpočtem.



U_1 (V)	U_2 (V)	ΔU_1 (V)	$\Delta U_1'$ (V)	I (A)

$U_1 = \Delta U_1 + \Delta U_1' + U_2$

$U_2 = I \cdot Rz$

$\Delta U_1 = I \cdot R_1v$

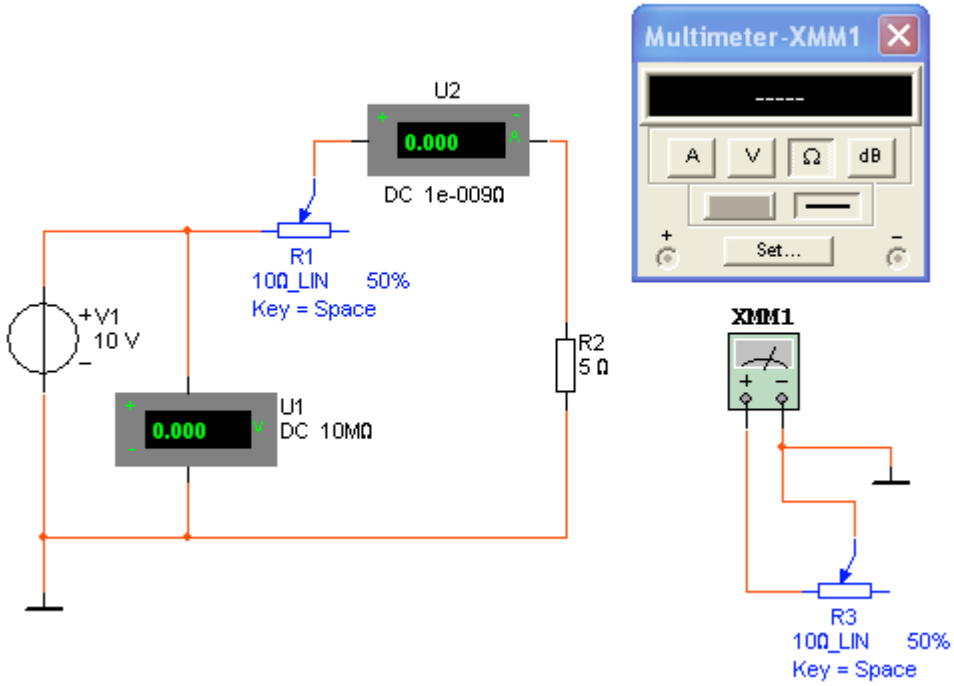
$\Delta U_1' = I \cdot R_1'v$

$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_1'$

$I = U / (R_1v + Rz + R_1'v)$

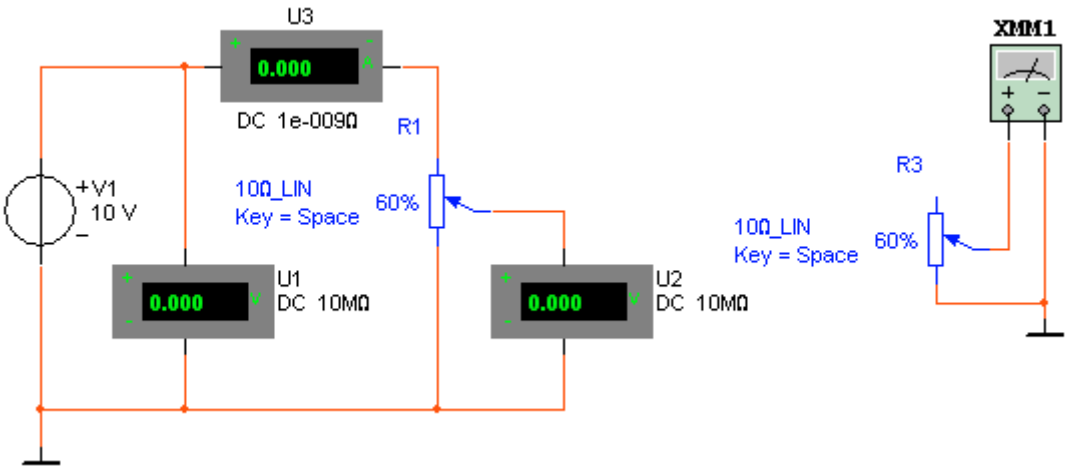
Vyhodnocení měření :

5. Řízení proudu. Měňte odpor reostatu od 1Ω do 5Ω a měřte velikost proudu v obvodu.



R (Ω)	I (A)
1	
2	
3	
4	
5	

6 .Řízení napětí. Měňte odpor potenciometru zapojeného jako dělič napětí od 4Ω do 8Ω a měřte velikost výstupního napětí.

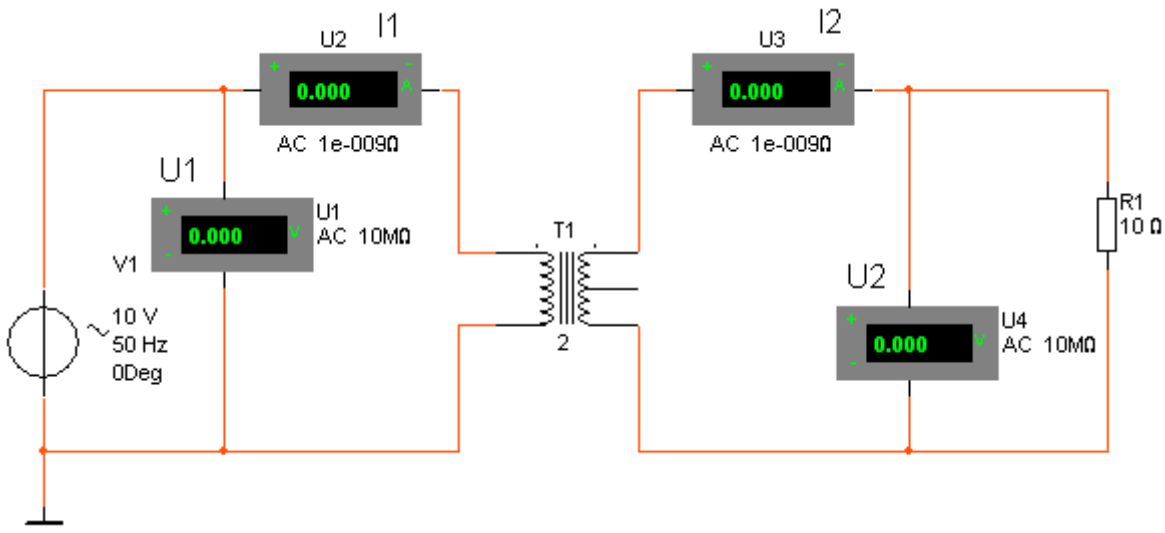


R (Ω)	U1 (V)	U2 (V)
4		

5		
6		
7		
8		

Vyhodnocení měření :

7. Měření na transformátoru. Připojte transformátor ke zdroji střídavého napětí 10 V, na výstup zapojte zátěž 10 Ω a změřte velikost vstupního a výstupního napětí a proudu.



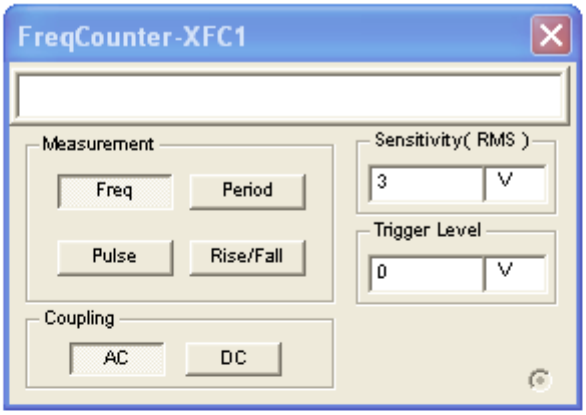
U_1 (V)	U_2 (V)	I_1 (A)	I_2 (A)

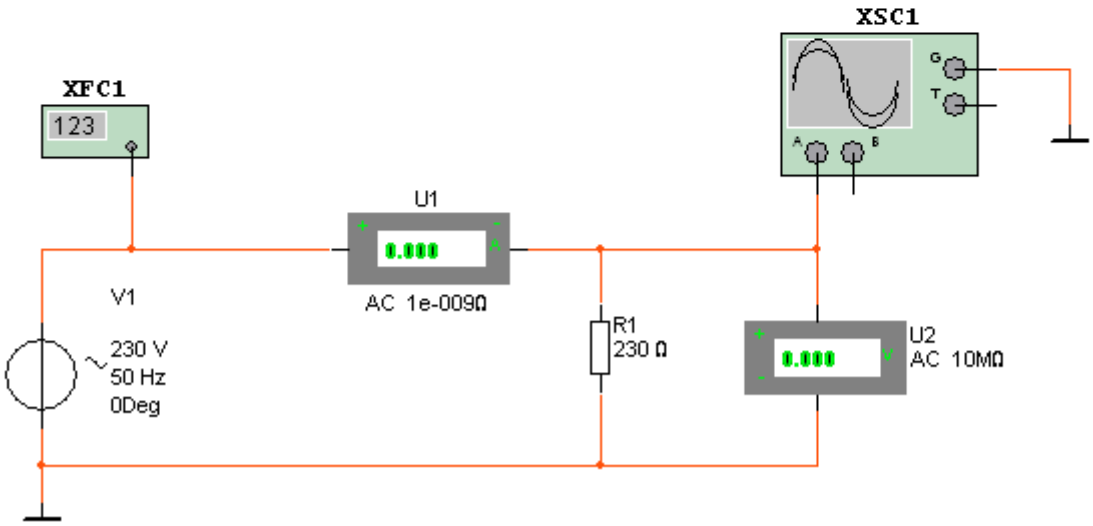
Vyhodnocení měření :

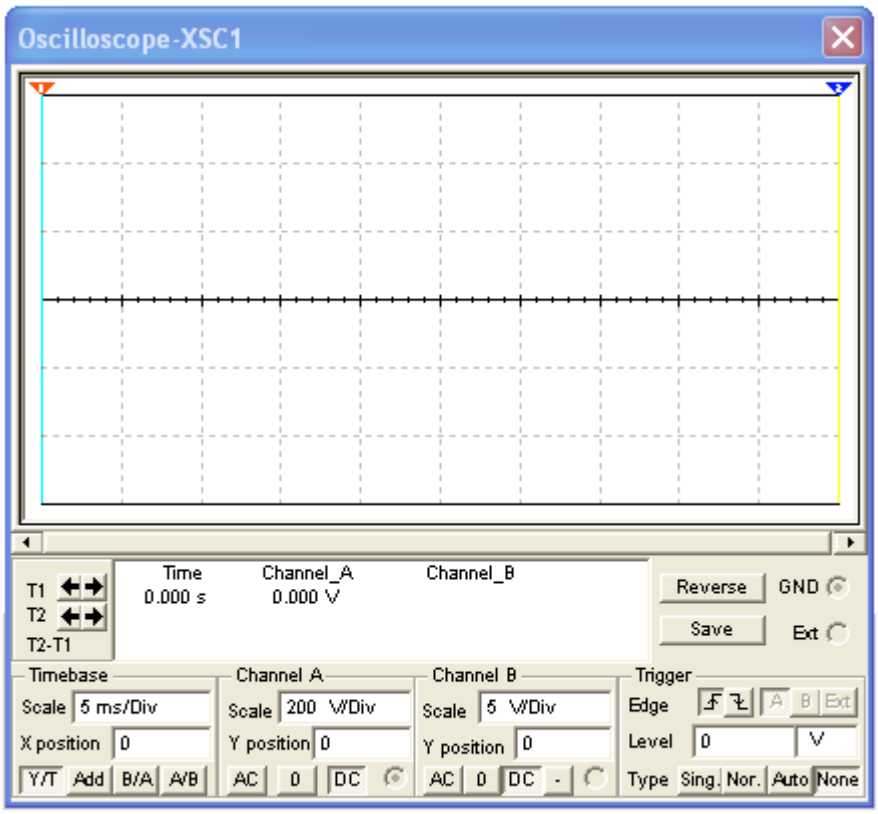
Multisim úloha č. 8 Základní elektrická měření

Střídavý proud jednofázový a trojfázový

1. Jednofázová soustava.Změřte velikost proudu a napětí. Zobrazte na osciloskopu průběh střídavého síťového napětí. Z osciloskopu určete maximální hodnotu sinusového napětí a porovnejte s výpočte Um = √ 2 . U. Frekvenčním čítačem změřte síťovou frekvenci.


FreqCounter-XFC1
Measurement
Freq
Period
Pulse
Rise/Fall
Coupling
AC
DC
Sensitivity(RMS)
3
V
Trigger Level
0
V

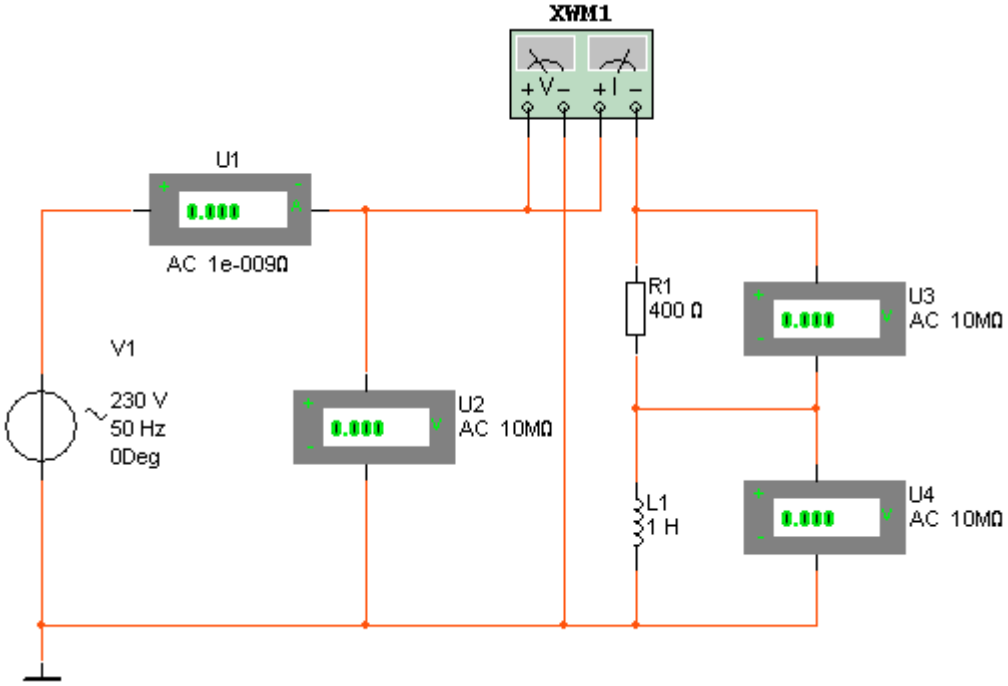

XSC1
XFC1
123
U1
0.000
AC 1e-009Ω
V1
230 V
50 Hz
0Deg
R1
230 Ω
U2
0.000
AC 10MΩ

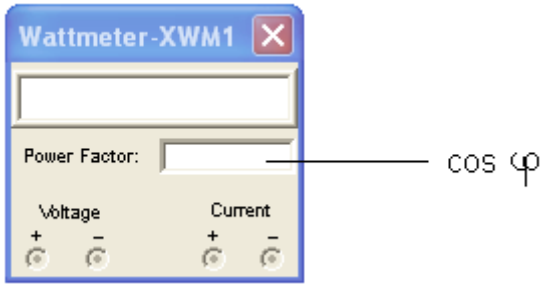


Um (V)	U (V)	I (A)	f (Hz)

Vyhodnocení měření :

2. Výkon jednofázové soustavy. Změřte činný výkon, cos φ a zdánlivý výkon R-L zátěže a ověřte je výpočtem :P U . I cos φ, S = U . I a cos φ = P / S.

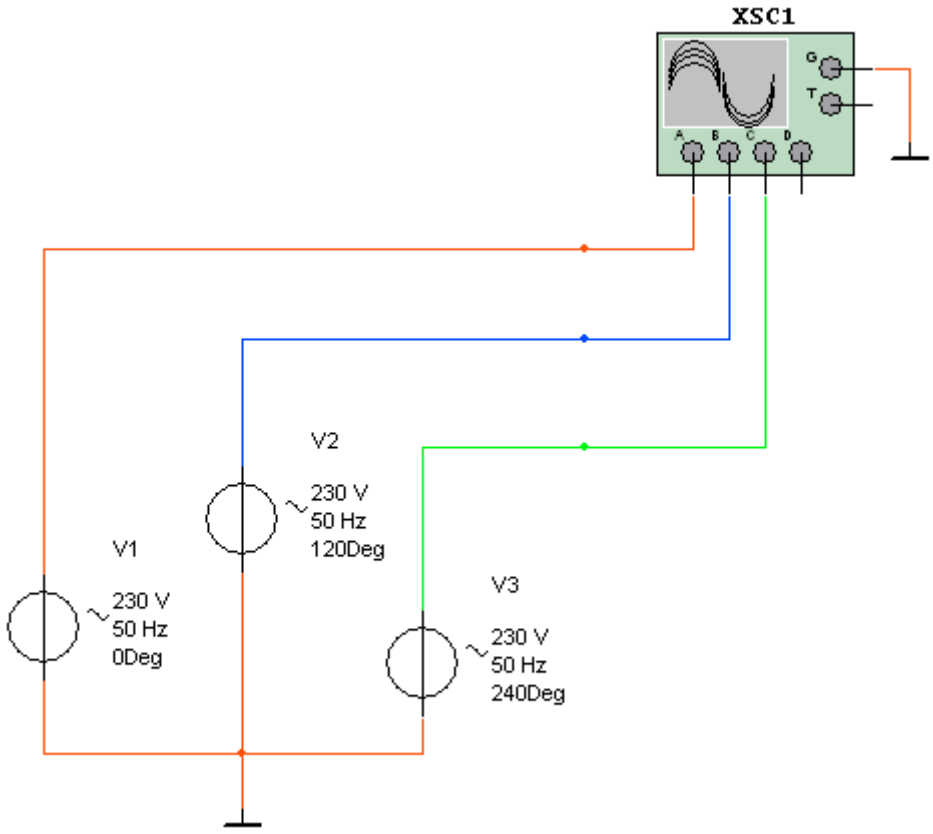


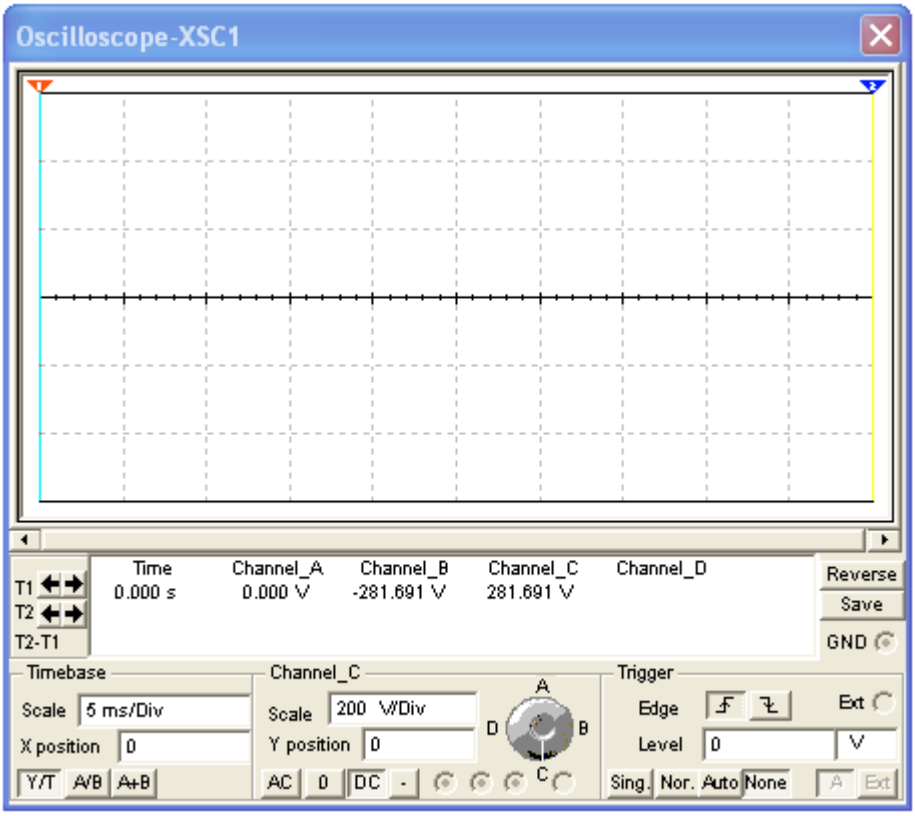


U (V)	I (A)	Pw (W)	Cos φ	UR (V)	UL (V)

Vyhodnocení měření :

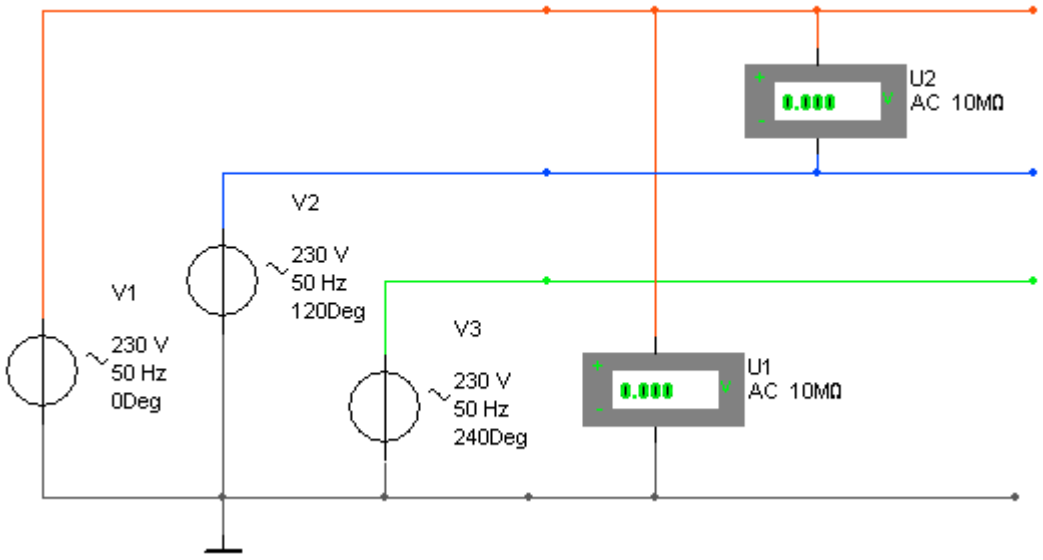
3. Zapojení 3f soustavy do hvězdy – zobrazení 3f napětí na osciloskopu. Zobrazte průběh 3f napětí na osciloskopu a nakreslete jej do protokolu o měření..





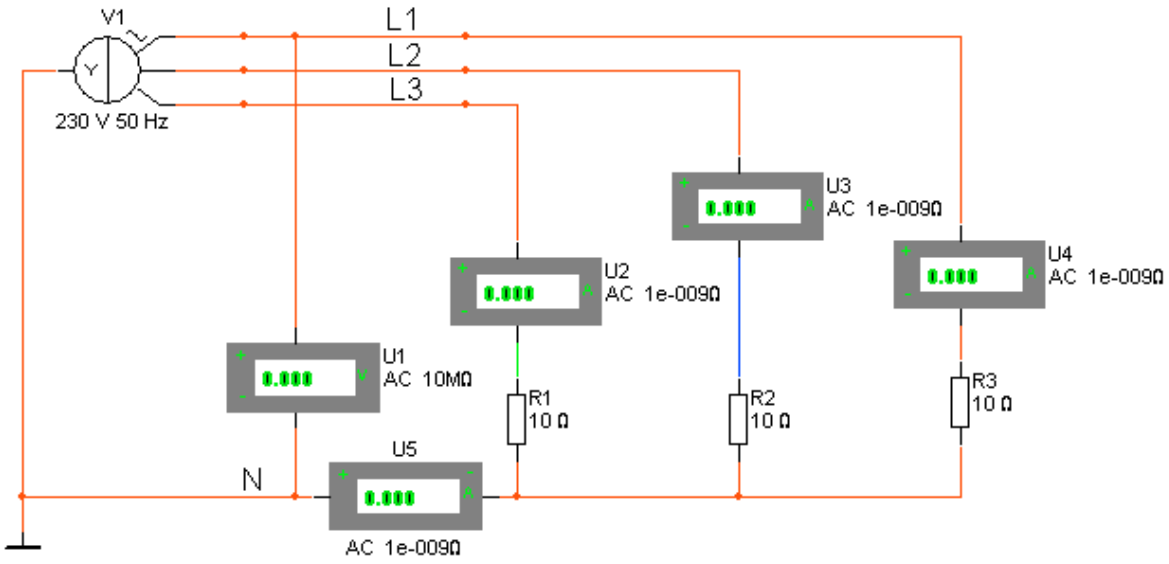
Vyhodnocení měření :

4. Zapojení 3f soustavy do hvězdy – fázová a sdružená napětí.
   Na 3f soustavě změřte fázová a sdružená napětí a ověřte je výpočtem : Us = √ 3 . Uf a Uf = Us / √ 3.



Uf (V)	Us (V)

5. Zapojení 3f soustavy do hvězdy – symetrické zatížení. Do jednotlivých fází zapojte zatěžovací rezistory 10Ω a změřte proudy v jednotlivých fázích a proud nulovým vodičem a ověřte je výpočtem $I_1 = U_1 / R_{z1}$.



I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	I_N (A)

Vyhodnocení :

6. Zapojení 3f soustavy do hvězdy – nesymetrické zatížení. Do jednotlivých fází jako v předchozím zapojení zapojte zatěžovací rezistory 10 Ω, 20 Ω a 30 Ω a změřte proudy v jednotlivých fázích a proud nulovým vodičem a ověřte je výpočtem $I_1 = U / R_{z1}$, $I_2 = U / R_{z2}$ a $I_3 = U / R_{z3}$.