

Protokol – „SADA DUM“

Číslo sady DUM:	VY_32_INOVACE_EL_7
Název sady DUM:	Elektrotechnická měření pro 2. ročník
Název a adresa školy:	Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910, 549 31 Hronov
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0596
Číslo a název šablony:	III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Obor vzdělávání:	elektrotechnika
Tématická oblast ŠVP:	Elektrotechnická měření
Předmět a ročník:	Elektrotechnická měření - 2. ročník
Autor:	Ing. Luděk Valtar
Použitá literatura:	M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I J. Kraemer, J. Nývlt - Elektrotechnická měření II, vlastní přípravy
Datum vytvoření:	27.11.2013

Anotace	Využití ve výuce
Žáci si ověřují znalosti nabyté v hodinách teoretické výuky předmětu Elektrotechnická měření. Plní úkoly dle počátečního zadání, samostatně provádějí zapojování obvodů, měření elektrických i dalších veličin podle pokynů v protokolu. Po vypracování slouží protokol jako pomůcka k přípravě na maturitní zkoušku.	Sada je využívána při hodinách praktického měření v laboratoři. Žáci používají materiály k samostatné práci, kdy do protokolů zaznamenávají naměřené hodnoty, provádějí výpočty a zakreslují naměřené závislosti. Z uvedených záznamů si vytvoří vlastní závěr.



Digitální učební materiál

Měření bipolárního tranzistoru

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_01

Anotace: Proměření výstupní charakteristiky bipolárního tranzistoru pro tři různé bázové proudy

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

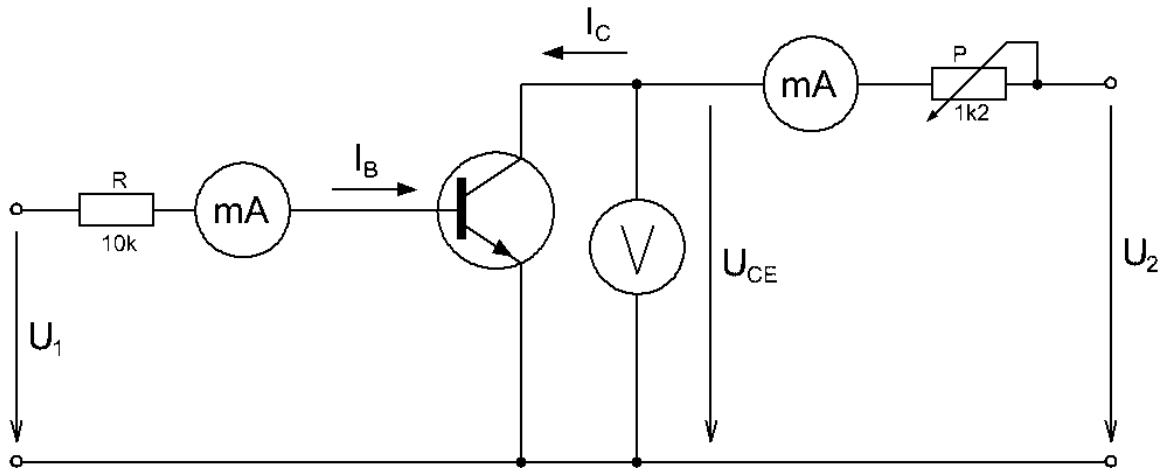
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: J. Kraemer, J. Nývlt – Elektrotechnická měření II

Úkol

Proměřte a graficky znázorněte výstupní charakteristiku bipolárního tranzistoru $I_C = f(U_{CE})$ pro alespoň tři různé proudy báze I_B .

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Voltmetr digitální, rozsahy 2 a 20 V

Ampérmetr digitální, rozsah 200 μ A

Ampérmetr digitální, rozsah 20 mA

Rezistor uhlíkový 10 k Ω / 0,25 W

Reostat posuvný 1,2 k Ω / 630 mA

2x laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 2 A

Postup

Výstupní charakteristika tranzistoru je závislost kolektorového proudu I_C na napětí U_{CE} mezi kolektorem a emitorem při konstantním proudu báze I_B . S rostoucím proudem báze se zvyšuje maximální dosažitelný kolektorový proud, protože proudem báze se tranzistor otevírá. Při měření musíme dát pozor, abychom nepřekročili maximální kolektorovou ztrátu tranzistoru $P_C = I_C \cdot U_{CE}$. Tuto hodnotu nalezneme v katalogovém listu měřeného tranzistoru. Kolektorový proud zpočátku při zvyšování napětí U_{CE} prudce roste. Jakmile dojde k nasycení tranzistoru, proud dále stoupá jen nepatrně.

Po zapojení obvodu nastavíme proud báze napětím U_1 na první hodnotu. Napětí U_{CE} nastavíme napětím U_2 tak, aby začal tranzistorem protékat malý proud I_C . Tento proud můžeme omezit vhodným nastavením reostatu P . Zkontrolujeme správnou velikost proudu

báze I_B a do tabulky zapíšeme napětí U_{CE} a proud I_C . Zvýšíme napětí kolektoru, zkontrolujeme (případně nastavíme) správný proud báze I_B a do tabulky zapíšeme další hodnotu napětí U_{CE} a proudu I_C . Snažíme se naměřit dostatek hodnot zejména ve zlomu charakteristiky, abychom následně mohli dostatečně přesně sestrojít grafickou závislost $I_C = f(U_{CE})$. Po dosažení maximální hodnoty U_{CE} celé měření opakujeme pro druhou a třetí hodnotu bázevého proudu. Naměřené hodnoty potom vyneseme do grafu.

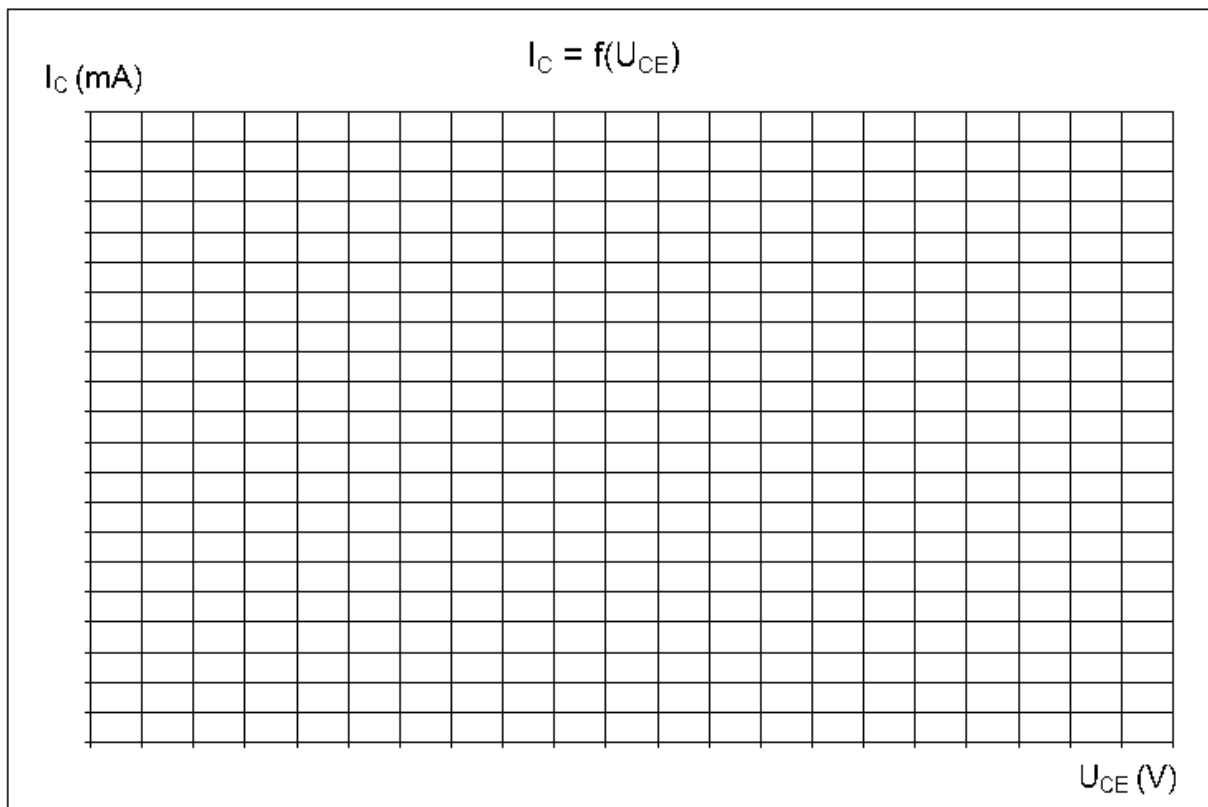
Tabulka hodnot

Číslo měření	$I_{B1} = \mu A$	
	U_{CE}/V	I_C/mA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Číslo měření	$I_{B2} = \mu A$	
	U_{CE}/V	I_C/mA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Číslo měření	$I_{B3} = \mu A$	
	U_{CE}/V	I_C/mA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Graf



Závěr



Digitální učební materiál

Zobrazení VA charakteristiky diody

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_02

Anotace: Zobrazení VA charakteristiky diody na osciloskopu a určení charakteristických hodnot součástky

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

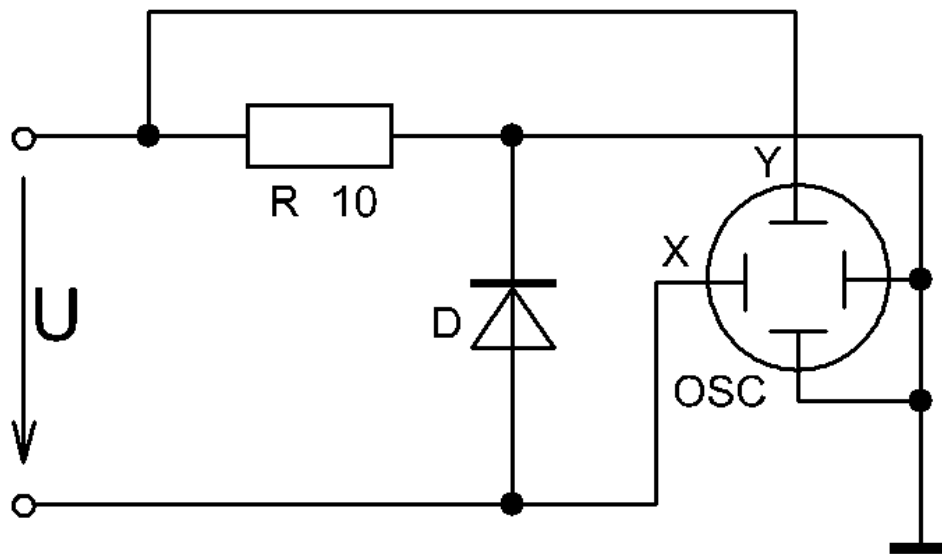
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: vlastní příprava

Úkol

Pomocí osciloskopu zobrazte VA charakteristiku usměrňovací diody a Zenerovy diody. Odečtěte prahové napětí usměrňovací diody a stabilizační napětí Zenerovy diody. Tuto hodnotu porovnejte s katalogovým údajem. Charakteristiky obou diod zakreslete.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Regulovatelný zdroj střídavého napětí

Osciloskop

Zatěžovací rezistor 10Ω

Postup

Pro zobrazení voltampérové charakteristiky měřené součástky je třeba osciloskop přepnout do režimu XY. Na vstup X pak přivedeme napětí na součástce a na vstup Y napětí, které odpovídá proudu měřené součástkou. Rezistor R převádí proud na napětí. Jeho velikost volíme tak, aby proud i napětí na součástce byly dostatečné.

Většina osciloskopů má pro oba vstupy společnou zem. Proto vstupy nemůžeme zapojit nezávisle na sobě, jako např. voltmetr a ampérmetr u Ohmovy metody při měření odporů. Společný bod obou vstupů (zem) musíme zapojit mezi snímací rezistor R a měřenou součástku. Tím však dojde k obrácení polarity buď napětí nebo proudu. V použitém zapojení

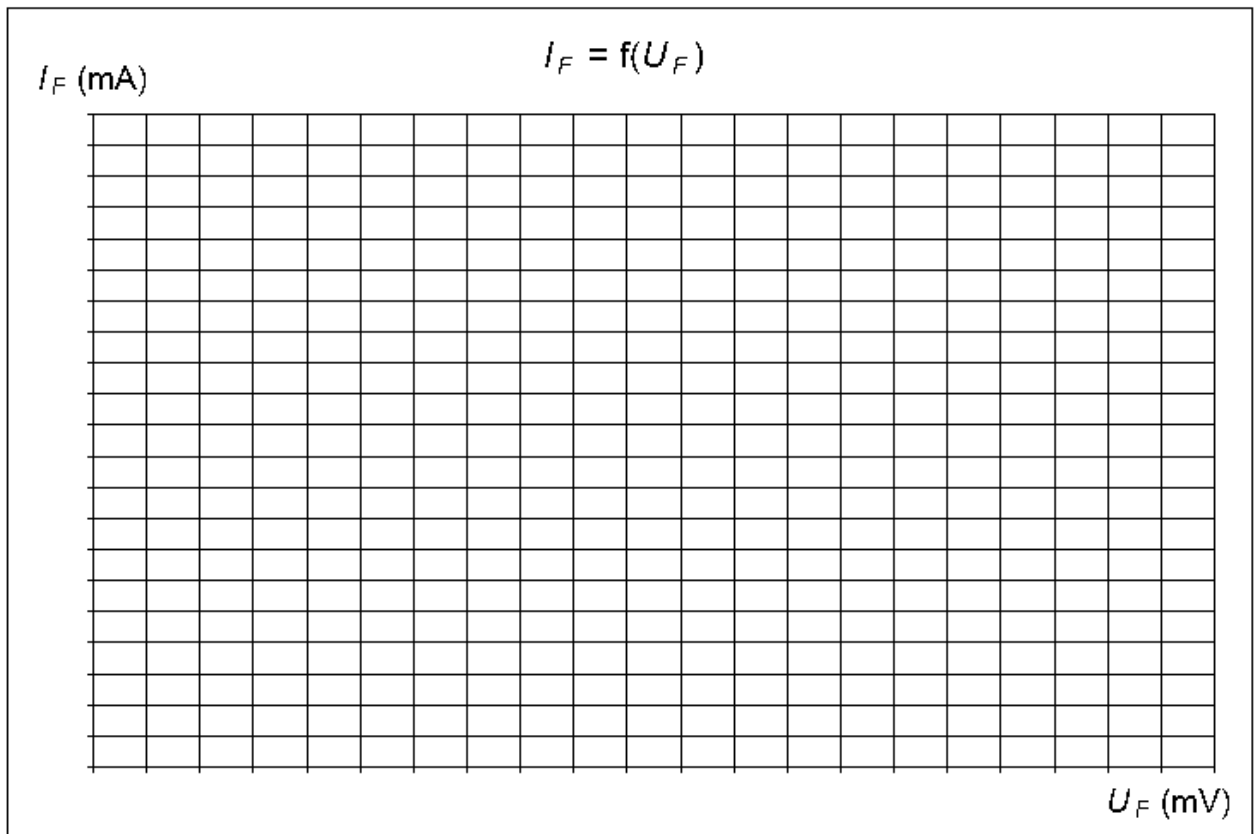
odpovídá kladnému napětí na diodě (vstup X) záporné napětí proudové osy (vstup Y). Tuto situaci vyřešíme invertováním vstupu Y .

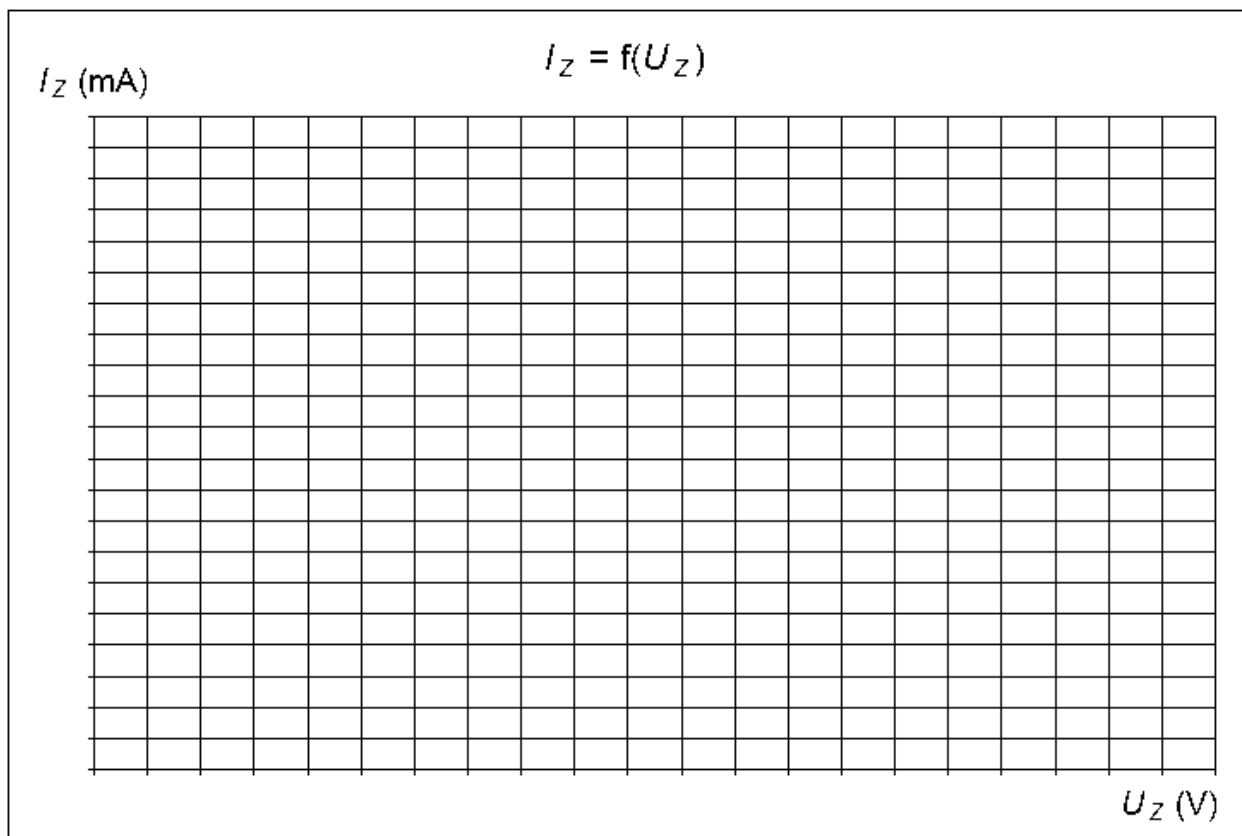
Po zapojení nastavíme citlivost vstupu X na 500 mV/d a 1 V/d pro vstup Y . To odpovídá proudu 100 mA/d. Budeme-li zobrazovat charakteristiku při jiných hodnotách, upravíme citlivosti vstupů podle potřeby. Ke vstupu připojíme regulovatelný střídavý zdroj a jeho napětí postupně zvyšujeme. Současně sledujeme zobrazovanou charakteristiku. Po nastavení požadovaných hodnot odečteme prahové napětí diody a hodnotu zapíšeme. Postup opakujeme pro Zenerovu diodu.

Tabulka hodnot

Katalogové údaje			Změřeno
Usměrňovací dioda	U_F/V	I_F/mA	U_F/V
Zenerova dioda	U_Z/V	I_Z/mA	U_Z/V

Grafy





Závěr



Digitální učební materiál

Měření impedance V, A, W

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_03

Anotace: Měření impedance voltmetrem, ampérmetrem a wattmetrem

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

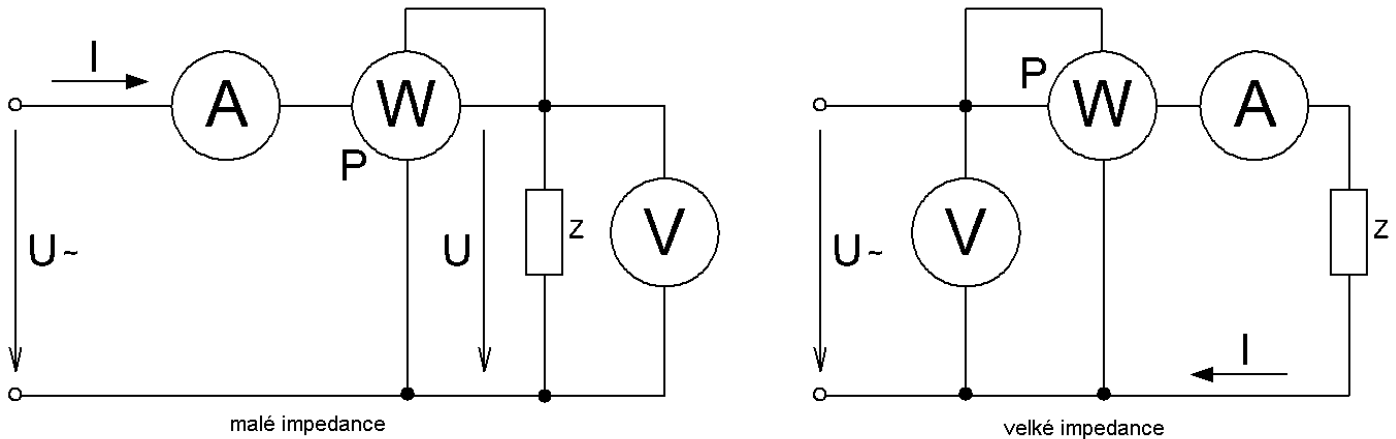
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Pomocí voltmetru, ampérmetru a wattmetru určete neznámou impedanci. Určete fázový posuv proudu vůči napětí φ , impedanci zapište ve tvaru $Z = R \pm jX$.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Regulovatelný zdroj střídavého napětí 0 - 280 V / 5 A

Voltmetr magnetoelektrický s usměrňovačem, rozsah 240 V

Ampérmetr magnetoelektrický s usměrňovačem, rozsah 1200 mA

Wattmetr elektrodynamický, rozsah 240 V / 5 A

Postup

Metoda je rozšířením Ohmovy metody měření odporu pro obvod střídavého proudu. Na rozdíl od odporu ve stejnosměrném obvodu má impedance Z navíc jalovou složku. Aby se projevila nejen činná složka R impedance Z , ale i její jalová složka X , musíme obvod napájet ze zdroje střídavého napětí. Použité přístroje měří střídavé napětí a střídavý proud. Elektrodynamický wattmetr je schopen měřit jak výkon ve stejnosměrném obvodu, tak činný výkon v obvodu střídavém. Ze změřeného napětí a proudu určíme zdánlivý výkon $S = U \cdot I$ a impedanci $Z = \frac{U}{I}$. Porovnáním zdánlivého výkonu S s činným výkonem na wattmetru $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$ určíme účinník $\cos\varphi = \frac{U \cdot I \cdot \cos\varphi}{U \cdot I} = \frac{P}{S}$. Z fázorového diagramu platí pro činnou složku $R = Z \cdot \cos\varphi$ a pro jalovou $X = Z \cdot \sin\varphi$. Nevýhodou metody je to, že z naměřených hodnot nelze určit charakter zátěže.

Pro měření vybereme zapojení buď pro malé, nebo pro velké impedance. Rozhodující je velikost měřené impedance vůči odporům cívek měřicích přístrojů. Po zapojení obvodu postupně zvyšujeme napětí napájecího zdroje, současně pozorujeme výchylku ručky wattmetru. Pokud se ručka vychyluje doleva, zaměníme přívody k jeho napět'ové cívce. Napětí zdroje U_{\sim} nastavíme na jmenovitou hodnotu napájecího napětí zátěže (měřené impedance Z). Dbáme na to, abychom nepřekročili žádný z rozsahů měřicích přístrojů. Ze stupnic přístrojů pak odečteme konečné hodnoty napětí U , proudu I a činného výkonu P . Naměřené údaje dosadíme do výše uvedených vztahů a vypočteme požadované veličiny.

Tabulka hodnot

U/V	I/A	P/W

Výpočty

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$\varphi = \arccos\varphi = \quad =$$

$$R = Z \cdot \cos\varphi = \quad \cdot \quad =$$

$$X = Z \cdot \sin\varphi = \quad \cdot \quad =$$

$$Z = R \pm jX = \quad \pm j \quad =$$

Závěr



Digitální učební materiál

Měření impedance třemi voltmetry, měření impedance třemi ampérmetry

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_04

Anotace: Měření impedance třemi voltmetry, měření impedance třemi ampérmetry

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

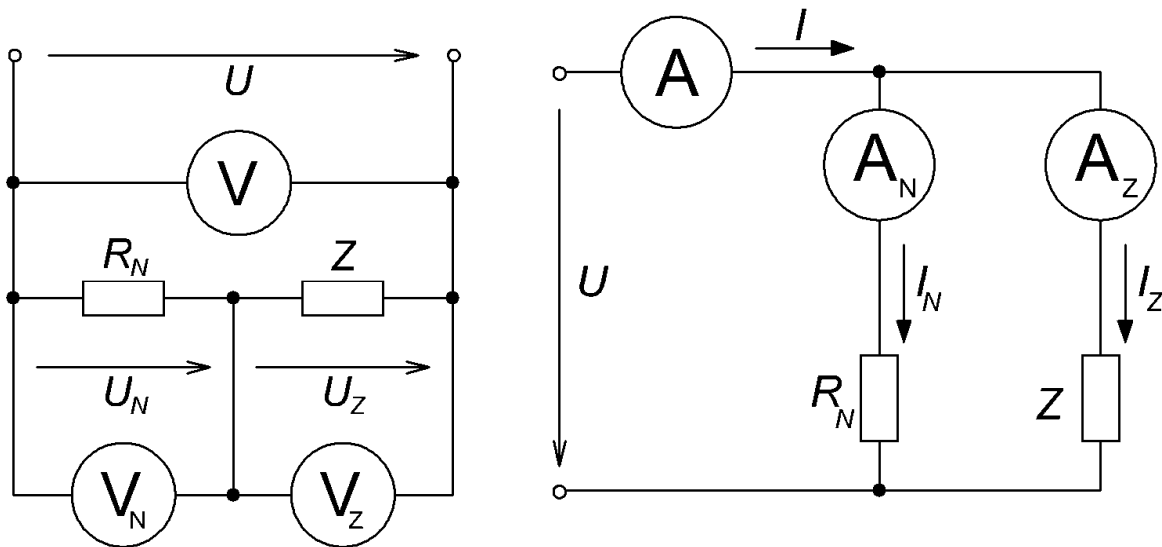
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete parametry neznámé impedance metodou tří voltmetrů a metodou tří ampérmetrů. Určete fázový posuv proudu vůči napětí φ , impedanci zapište ve tvaru $Z = R \pm jX$. Výsledky zjištěné oběma metodami porovnejte.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Regulovatelný zdroj střídavého napětí 0 - 40 V

3x digitální voltmetr, rozsah 20 V

3x digitální ampérmetr, rozsah 20 mA

Odporová dekáda

Postup

Metoda tří voltmetrů vychází z porovnávací metody pro měření malých odporů. Napětí U_Z na neznámé impedanci Z porovnáváme s napětím U_N na známém (normálovém) odporu R_N . Impedancí i odporem prochází společný proud, proto platí $\frac{U_Z}{U_N} = \frac{Z}{R_N} \Rightarrow Z = R_N \frac{U_Z}{U_N}$. Pro daný obvod sestavíme fázorový diagram a pomocí kosinové věty s úpravou pro výpočet doplňkového úhlu určíme $\cos\varphi = \frac{U^2 - U_N^2 - U_Z^2}{2U_N \cdot U_Z}$, kde φ je fázový posuv mezi proudem a napětím na impedanci Z . Nyní můžeme stanovit obě složky impedance (činnou R a jalovou X), pro které platí $R = Z \cdot \cos\varphi$ a $X = Z \cdot \sin\varphi$. Metoda tří ampérmetrů vychází z porovnávací metody pro měření velkých odporů. Postupujeme podobně jako u metody tří voltmetrů, zde ale tvoří nor-

málový odpor R_N a měřená impedance Z proudový dělič. Na obou prvcích je stejné napětí U , proto platí $\frac{I_N}{I_Z} = \frac{Z}{R_N} \Rightarrow Z = R_N \frac{I_N}{I_Z}$. Podobně jako u předchozí metody určíme $\cos\varphi = \frac{I^2 - I_N^2 - I_Z^2}{2I_N \cdot I_Z}$ a $R = Z \cdot \cos\varphi$ a $X = Z \cdot \sin\varphi$. Nevýhodou obou metod je to, že neumožňují určit charakter zátěže.

Nejprve zapojíme obvod se třemi voltmetry. Po kontrole zapojení a nastavení správných rozsahů na měřicích přístrojích zapneme napájecí zdroj a postupně zvyšujeme napětí. Odporovou dekádu nastavíme tak, aby napětí na ní U_N bylo podobné napětí U_Z na měřené impedanci. Do tabulky pak zapíšeme všechna změřená napětí (číslo měření 1) a nezapomeneme si poznamenat R_N . Měření ještě dvakrát opakujeme pro jiná napětí U (číslo měření 2 a 3). Po ukončení měření spočteme podle příkladu výpočtu impedanci Z , její složky R a X a fázový posuv φ . Všechny hodnoty zapíšeme do tabulky a u každé veličiny spočteme průměrnou hodnotu. Obdobně postupujeme při měření třemi ampérmetry. Na závěr hodnoty zjištěné oběma metodami porovnáme a zdůvodníme případné rozdíly.

Tabulka hodnot (metoda tří voltmetrů)

Číslo měření	$R_N = \Omega$						
	U/V	U_N/V	U_Z/V	Z/Ω	R/Ω	X/Ω	$\varphi/^\circ$
1							
2							
3							
Φ							

Výpočty

$$Z = R_N \frac{U_Z}{U_N} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$\cos\varphi = \frac{U^2 - U_N^2 - U_Z^2}{2U_N \cdot U_Z} = \frac{\quad - \quad - \quad}{2 \cdot \quad \cdot \quad} =$$

$$\varphi = \arccos\varphi =$$

$$R = Z \cdot \cos\varphi = \quad \cdot \quad =$$

$$X = Z \cdot \sin\varphi = \quad \cdot \quad =$$

$$Z = R \pm jX = \quad \pm j \quad =$$

Tabulka hodnot (metoda tří ampérmetrů)

Číslo měření	$R_N = \Omega$						
	I/mA	I_N/mA	I_Z/mA	Z/Ω	R/Ω	X/Ω	$\varphi/^\circ$
1							
2							
3							
Φ							

Výpočty

$$Z = R_N \frac{I_N}{I_Z} = \quad \quad \quad =$$

$$\cos\varphi = \frac{I^2 - I_N^2 - I_Z^2}{2I_N \cdot I_Z} = \frac{\quad - \quad - \quad}{2 \cdot \quad \cdot \quad} =$$

$$\varphi = \arccos\varphi =$$

$$R = Z \cdot \cos\varphi = \quad \cdot \quad =$$

$$X = Z \cdot \sin\varphi = \quad \cdot \quad =$$

$$Z = R \pm jX = \quad \pm j \quad =$$

Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Měření kapacity dělením náboje

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_05

Anotace: Měření kapacity osciloskopem metodou dělení náboje

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

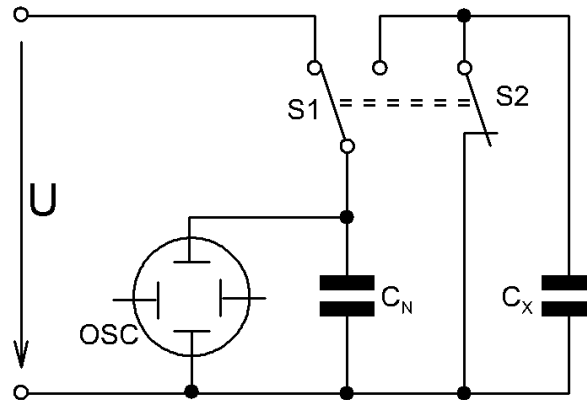
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Metodou dělení náboje určete kapacitu neznámého kondenzátoru.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 2 A

Osciloskop

Normálový kondenzátor

Dvojité přepínač

Postup

Metoda spočívá v rozdělení náboje mezi dva kondenzátory. K nabitému kondenzátoru o známé kapacitě C_N připojíme vybitý kondenzátor o neznámé kapacitě C_X . Náboj se rozdělí mezi oba dva kondenzátory. Platí $Q = C_N \cdot U = (C_N + C_X) \cdot U_1$, kde U_1 je napětí na kondenzátorech po jejich spojení. K určení kapacity neznámého kondenzátoru C_X potřebujeme znát obě napětí a kapacitu normálového kondenzátoru C_N . Pro kapacitu neznámého kondenzátoru platí $C_X = \frac{C_N(U - U_1)}{U_1}$. K měření napětí používáme osciloskop, protože díky ztrátám v dielektriku kondenzátoru napětí na kondenzátorech poměrně rychle klesá.

Po zapojení obvodu přepneme přepínače do pozice podle schématu a osciloskop přepneme do paměťového režimu se zapnutou časovou základnou. Spínač S_2 zajistí vybití měřeného kondenzátoru. Časovou základnu osciloskopu nastavíme tak, aby doba přechodu paprsku přes celou obrazovku byla 2–5 sekund. Napětí zdroje U nastavíme na plnou výchylku na obrazovce. V okamžiku, kdy pohybující se paprsek je asi v polovině šířky obrazovky, pře-

pneme přepínač. Napětí skokem klesne na hodnotu U_1 . Tuto hodnotu odečteme a po dosazení do výše uvedeného vztahu určíme C_X . Nejlepších výsledků dosáhneme, když $U_1 = \frac{1}{2}U$. To nastane tehdy, když kapacity obou kondenzátorů jsou stejné. Proto se snažíme vybrat normálový kondenzátor o přibližně stejné kapacitě, jakou má kondenzátor měřený. Pro zpřesnění výsledků měření opakujeme.

Tabulka hodnot

ČM	U/V	U_1/V	$C_N/\mu F$	$C_X/\mu F$
1				
2				
3				
4				
5				
Φ				

Výpočty

$$C_X = \frac{C_N(U-U_1)}{U_1} = \frac{\mu F \cdot (V - V)}{V} = \mu F$$

Závěr



Digitální učební materiál

Měření kapacity de Sautyho můstkem

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_06

Anotace: Měření kapacity de Sautyho můstkem

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

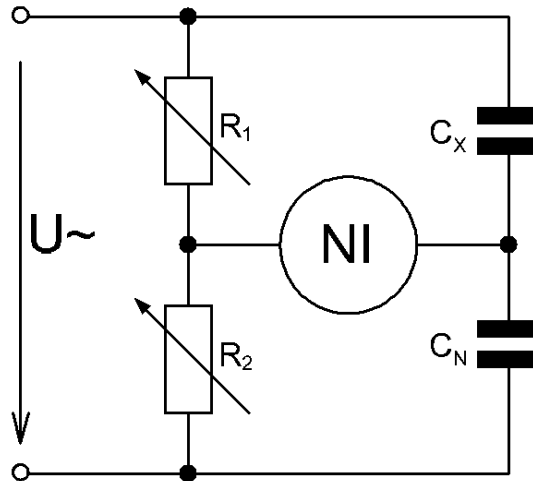
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete kapacitu neznámého kondenzátoru de Sautyho můstkem.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Regulovatelný zdroj střídavého napětí 0 - 30 V

Osciloskop

Normálový kondenzátor

2x odporová dekáda

Postup

Můstek napájíme střídavým napětím o kmitočtu 50 Hz. Výstupní napětí odporového děliče tvořeného rezistory R_1 a R_2 porovnááme s napětím na výstupu kapacitního děliče. Toto napětí závisí na napětí zdroje, na kapacitě normálového kondenzátoru C_N a na kapacitě kondenzátoru měřeného C_X . Můstek je vyvážen tehdy, když poměr odporů rezistorů je roven poměru reaktancí kondenzátorů $\frac{R_1}{R_2} = \frac{X_{CX}}{X_{CN}}$. Pro kapacitu měřeného kondenzátoru lze pak

odvodit $C_X = C_N \frac{R_2}{R_1}$. V praxi však mají kondenzátory ztráty, takže můstek nelze úplně vyvážit - je tedy vhodný pouze pro kvalitní kondenzátory s malým ztrátovým činitelem $\text{tg}\delta$.

Po zapojení provedeme kontrolu obvodu a napětí zdroje postupně zvyšujeme, abychom na stínítku osciloskopu zobrazili napětí mezi výstupy odporového a kapacitního děliče s dostatečnou amplitudou. Vyzkoušíme, jak toto napětí závisí na nastavení odporových dekád R_1 a R_2 a pokusíme se můstek vyvážit. Pokud se nám podaří sledované napětí dostatečně sní-

žit, zvýšíme napájecí napětí a postup opakujeme. Protože je de Sautyho můstek jednoduchý a neumožňuje úplné vyvážení, ukončíme celý postup při dosažení minimálního sledovaného napětí. Pro zpřesnění výsledku měření opakujeme při jiném nastavení odporových dekád. Hodnoty R_1 a R_2 zapíšeme do tabulky a ze známé kapacity C_N spočteme kapacitu měřeného kondenzátoru.

Tabulka hodnot

ČM	R_1 / Ω	R_2 / Ω	$C_N / \mu\text{F}$	$C_X / \mu\text{F}$
1				
2				
3				
4				
5				
Φ				

Výpočty

$$C_X = C_N \frac{R_2}{R_1} = \quad \mu\text{F} \cdot \frac{\Omega}{\Omega} = \quad \mu\text{F}$$

Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Měření indukčnosti voltmetrem a ampérmetrem

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_07

Anotace: Měření odporu a indukčnosti cívky

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

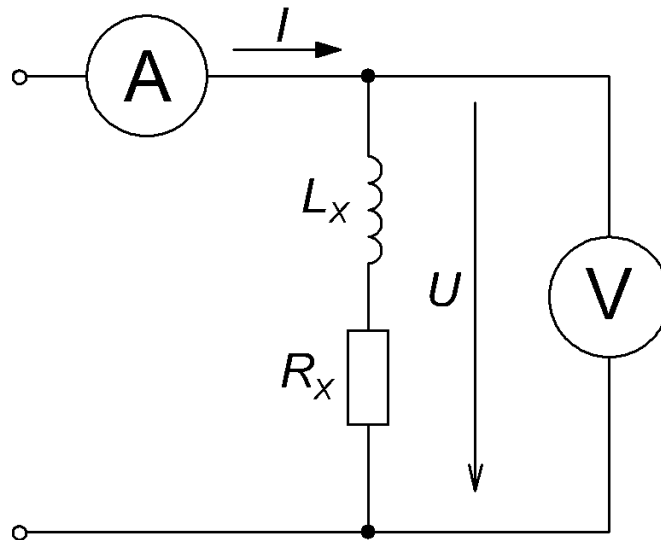
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Pomocí voltmetru a ampérmetru určete indukčnost, odpor a činitel jakosti vzduchové cívky.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Regulovatelný zdroj střídavého napětí 0 - 30 V

Regulovatelný zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V

Digitální voltmetr

Digitální ampérmetr

Postup

Při napájení obvodu ze zdroje střídavého napětí se projeví reaktance cívky X_L . Vodič, kterým je cívka navinuta má odpor, a proto se kromě reaktance projeví také odpor tohoto vodiče R_X . Reaktance X_L a odpor R_X společně tvoří impedanci Z . Abychom mohli určit jednotlivé složky impedance, musíme provést další měření – při napájení měřicího obvodu stejnosměrným proudem se reaktance cívky neprojeví, měříme tedy pouze odpor vodiče. Ze známé impedance Z a odporu R_X pak určíme reaktanci X_L a nakonec i činitel jakosti cívky.

Po zapojení obvod zkontrolujeme a připojíme ke zdroji střídavého proudu. Zjistíme proud a napětí v obvodu a hodnoty zapíšeme do tabulky. Měření třikrát opakujeme při různém napětí. Vypočteme průměrnou hodnotu impedance Z . Totéž provedeme při napájení obvodu

stejnoseměrným zdrojem, určíme průměrnou hodnotu R_X . Po dosazení do vztahů vypočteme požadované hodnoty X_L , Q a L .

Tabulka hodnot

ČM	U_{\sim}/V	I_{\sim}/mA	Z/Ω	$U_{=}V$	$I_{=}mA$	R_X/Ω
1						
2						
3						
Φ						

Výpočty

$$Z = \frac{U_{\sim}}{I_{\sim}} = \frac{\text{V}}{\text{mA}} = \quad \Omega$$

$$R_X = \frac{U_{=}}{I_{=}} = \frac{\text{V}}{\text{mA}} = \quad \Omega$$

$$X_L = (Z^2 - R_X^2)^{1/2} = (\quad \Omega^2 - \quad \Omega^2)^{1/2} = \quad \Omega$$

$$Q = \frac{X_L}{R_X} = \frac{\Omega}{\Omega} =$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{\Omega}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ s}^{-1}} = \quad \text{H}$$

Závěr



Digitální učební materiál

Měření indukčnosti Owenovým můstkem

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_07

Anotace: Měření indukčnosti Owenovým můstkem

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

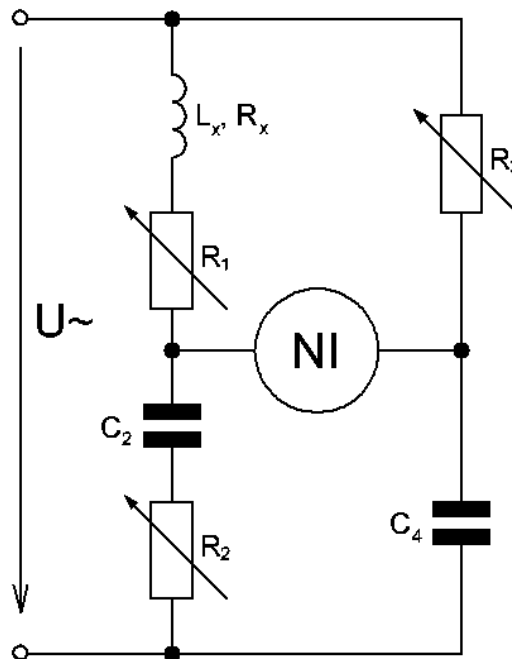
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete indukčnost a odpor vinutí neznámé cívky Owenovým můstkem. Výsledky porovnejte s údaji zjištěnými pomocí voltmetru a ampérmetru a RLC měřičem.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Regulovatelný zdroj střídavého napětí 0 - 30 V

Osciloskop

2x normálový kondenzátor

3x odporová dekáda

Postup

Můstek je kmitočtově nezávislý a je vhodný pro měření velkých indukčností. K jeho napájení použijeme střídavý zdroj s kmitočtem 50 Hz. Pro rovnováhu můstku lze odvodit $L_X = R_2 R_3 C_4$ a $R_X = R_3 \frac{C_4}{C_2} - R_1$. Výhodou Owenova můstku je vyvažování pouze odporovými dekádami.

Po zapojení provedeme kontrolu obvodu. Zapneme zdroj a jeho napětí postupně zvyšujeme tak, abychom jej na stínítku osciloskopu zobrazili dostatečnou amplitudou. Potom můstek vyvažujeme změnou nastavení odporových dekád. Pokud je amplituda zobrazovaného napětí příliš nízká, zvýšíme napájecí napětí a pokračujeme ve vyvažování můstku. Po vyváže-

ní odečteme odpory dekád vypočteme L_X a R_X . Výsledky porovnáme s údaji zjištěnými pomocí voltmetru a ampérmetru a RLC měřičem.

Tabulka hodnot

R_1 / Ω	R_2 / Ω	R_3 / Ω	$C_2 / \mu\text{F}$	$C_4 / \mu\text{F}$

Výpočty

$$L_X = R_2 R_3 C_4 = \quad \Omega \cdot \quad \Omega \cdot \quad \mu\text{F} = \quad \text{H}$$

$$R_X = R_3 \frac{C_4}{C_2} - R_1 = \quad \Omega \cdot \frac{\mu\text{F}}{\mu\text{F}} - \quad \Omega = \quad \Omega$$

Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Měření kapacity voltmetrem a ampérmetrem

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_09

Anotace: Měření kapacity voltmetrem a ampérmetrem

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

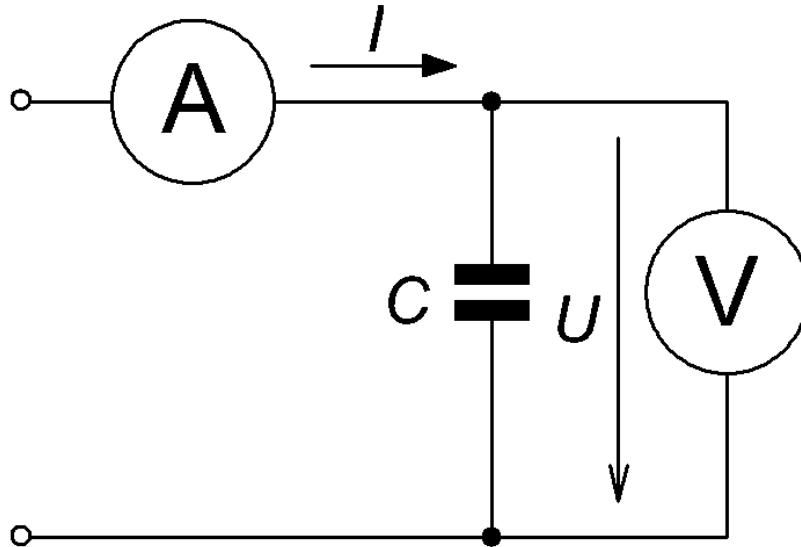
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete kapacitu neznámého kondenzátoru pomocí voltmetru a ampérmetru. Výsledky porovnejte s údaji zjištěnými RLC měřičem.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Regulovatelný zdroj střídavého napětí 0 - 30 V

Digitální voltmetr

Digitální ampérmetr

Postup

Kondenzátor je součástka, která klade průchodu stejnosměrného proudu nekonečný odpor. Skutečným kondenzátorem prochází pouze nepatrný proud, který je dán nedokonalostmi dielektrika. Avšak v obvodu střídavého proudu kondenzátorem prochází proud, jehož velikost závisí na kapacitě součástky, kmitočtu a velikosti napájecího napětí. Pro nenáročná měření můžeme použít regulovatelný střídavý zdroj s kmitočtem 50 Hz, digitální voltmetr a digitální ampérmetr. Pokud je kondenzátor kvalitní (můžeme zanedbat jeho ztráty) a má dostatečnou kapacitu, prochází jím mnohem větší proud než paralelně připojeným voltmetrem a chyba metody je zanedbatelná. Reaktance kondenzátoru je podle Ohmova zákona v obvodu střídavého proudu $X_C = \frac{U}{I}$. Protože současně platí $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$, můžeme při známém proudu,

napětí a jejich kmitočtu z rovnosti obou vztahů určit kapacitu kondenzátoru $C = \frac{I}{2\pi fU}$. Metoda není vhodná pro elektrolytické kondenzátory, protože součástíku během měření prochází střídavý proud.

Měření opakujeme pro různé hodnoty napětí, výslednou kapacitu určíme jako průměrnou hodnotu provedených měření.

Tabulka hodnot

ČM	U/V	I/mA	$C/\mu F$
1			
2			
3			
4			
5			
Φ			

Výpočty

$$C = \frac{I}{2\pi fU} = \frac{\text{mA}}{2\pi \cdot 50\text{s}^{-1} \cdot \text{V}} = \quad \mu\text{F}$$

Závěr



Digitální učební materiál

Kalibrační křivka měřicího přístroje

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_10

Anotace: Kalibrační křivka a ověření TP měřicího přístroje

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

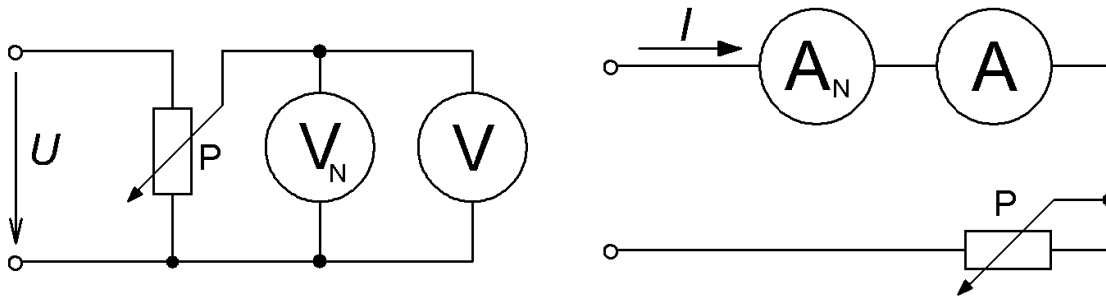
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete a zakreslete kalibrační křivku měřicího přístroje. Z naměřených hodnot ověřte třídu přesnosti.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Voltmetr magnetoelektrický (normálový)

Voltmetr magnetoelektrický

Ampérmetr magnetoelektrický (normálový)

Ampérmetr magnetoelektrický

Reostat 1200Ω

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí $0 - 30 \text{ V} / 2 \text{ A}$

Postup

Kalibrační (opravná, korekční) křivka měřicího přístroje zmenšuje nepřesnosti, které vznikají při odečítání výchylky ručky na stupnici měřicího přístroje. Výchylku ručky ověřovaného přístroje porovnáváme s výchylkou přístroje normálového, který by měl mít alespoň o dva stupně lepší třídu přesnosti. Pro měření zvolíme takové měřicí rozsahy, aby výchylka ručky normálového přístroje α_N odpovídala výchylce ručky přístroje porovnávaného α . Do grafu vyneseme závislost opravy O na výchylce α porovnávaného přístroje. Oprava O je hodnota, kterou musíme přičíst k výchylce α , abychom dostali skutečnou hodnotu výchylky α_{NO} normálového přístroje. Tuto hodnotu určíme pomocí korekční křivky normálového přístroje. Platí $\alpha_{NO} = \alpha_N + O_N$, kde O_N je oprava pro výchylku α_N tohoto přístroje. Třídu přesnosti ověřovaného přístroje určíme z tabulky naměřených hodnot. Z ní vybereme hodnotu O_m , která je nej-

větší hodnotou opravy O bez ohledu na znaménko. $TP = 100 \cdot |O_m| / \alpha_M$, kde α_M je maximální výchylka porovnávaného přístroje.

Obvod zapojíme podle uvedeného schéma. Zkontrolujeme nulovou počáteční výchylku obou přístrojů. Výchylku porovnávaného přístroje postupně zvyšujeme po deseti dílcích a do tabulky zapisujeme údaje α_N a O_N . Po ukončení měření dopočteme a do tabulky doplníme α_{NO} a O . Nakonec sestrojíme kalibrační křivku a určíme TP podle výše uvedeného vztahu.

Tabulka hodnot

1)

ČM	α/d	α_N/d	O_N/d	α_{NO}/d	O/d
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

2)

ČM	α/d	α_N/d	O_N/d	α_{NO}/d	O/d
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Příklad výpočtu

$$\alpha_{NO} = \alpha_N + O_N =$$

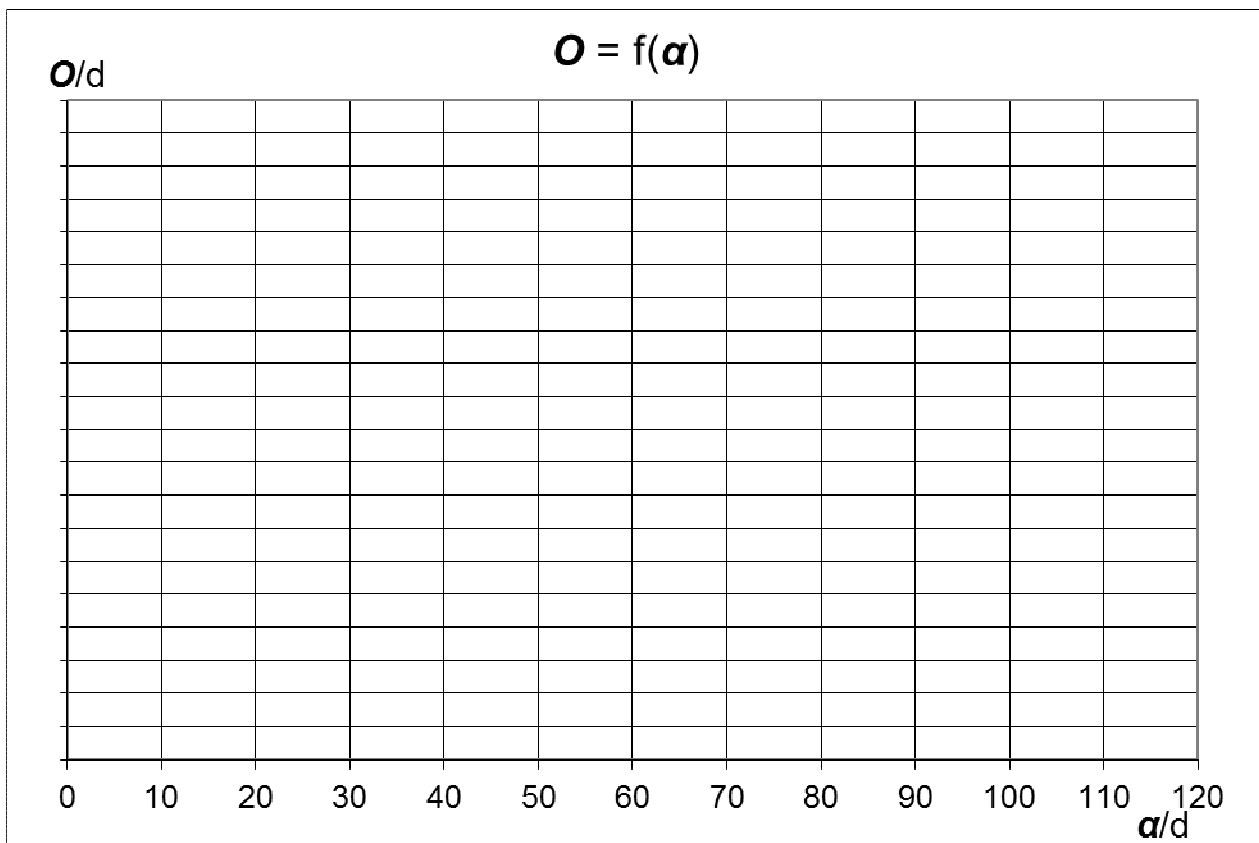
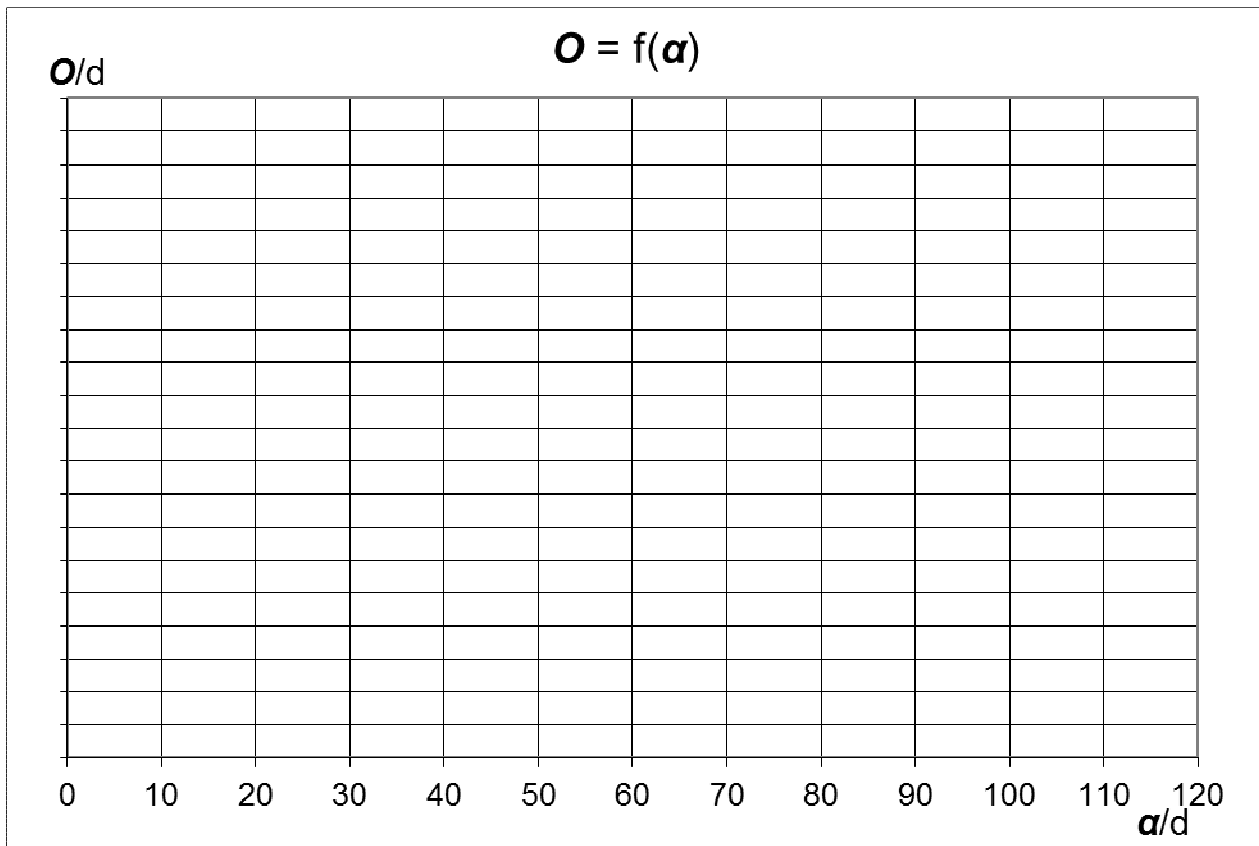
$$O = \alpha_{NO} - \alpha =$$

Ověření třídy přesnosti

$$TP_1 = 100 \cdot |O_m| / \alpha_M =$$

$$TP_2 = 100 \cdot |O_m| / \alpha_M =$$

Graf



Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Změna rozsahu ampérmetru

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_11

Anotace: Změna rozsahu ampérmetru

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

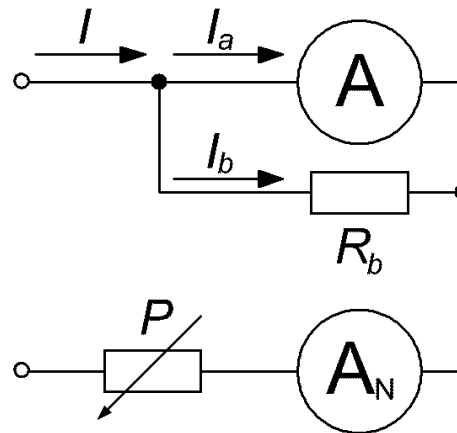
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete bočník R_b ampérmetru tak, aby byl nový rozsah přístroje $I = 1 \text{ mA}$. Ověřte nový rozsah přístroje kontrolním ampérmetrem.

Schéma zapojení :Použité přístroje

Voltmetr magnetoelektrický, rozsah 1,2 V

Ampérmetr digitální, rozsah 2 mA

Reostat posuvný 1,2 k Ω / 630 mA

Odporová dekáda

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 2 A

Postup

Změnu rozsahu ampérmetru provedeme paralelně připojeným bočníkem. Celkový měřený proud I se rozdělí na proud ampérmetrem I_a a proud bočníkem I_b . Aby měla ručka ampérmetru při celkovém proudu I právě plnou výchylku, musí platit $I_b = I - I_a$. Proud I_a je základním rozsahem ampérmetru, abychom mohli určit odpor bočníku R_b , musíme ještě znát buď odpor ampérmetru R_a , nebo úbytek napětí na ampérmetru při plné výchylce ručky.

Obvod zapojíme podle schématu. Protože odpor ampérmetru je poměrně malý, musela by být hodnota bočníku pro změnu jeho rozsahu velice malá, a to by nám činilo potíže při jeho nastavování. Proto místo ampérmetru A použijeme magnetoelektrický voltmetr se základním rozsahem $M = 1,2 \text{ V}$. Odpor přístroje na tomto rozsahu určíme z jeho vnitřního odporu R_i (je uveden na stupnici přístroje) a rozsahu M . Odpor přístroje $R_a = M \cdot R_i$. Proud základního rozsahu I_a spočteme z rozsahu přístroje M a jeho odporu R_a ; $I_a = M / R_a = 1 / R_i$. Proud bočníkem $I_b = I - I_a = 1 \text{ mA} - 1 / R_i$ a jeho odpor $R_b = M / I_b = 1,2 \text{ V} / (1 \text{ mA} - 1 / R_i)$. Pro určení bočníku nám tedy stačí zjistit vnitřní odpor voltmetru. Po vypočtení bočníku nastavíme jeho hodnotu přepínači na odporové dekádě. Zapneme napájecí zdroj a postupným zvyšováním

napětí nastavíme proud v obvodu na hodnotu $I = 1 \text{ mA}$. K přesnému nastavení proudu můžeme použít reostat P . Ověříme plnou výchylku ručky voltmetru kontrolním ampérmetrem a zdůvodníme případné rozdíly.

Zjištěné a vypočtené hodnoty

$$R_i =$$

$$R_b = M / I_b = 1,2 \text{ V} / (1 \text{ mA} - 1 / R_i) =$$

Závěr



Digitální učební materiál

Změna rozsahu voltmetru

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_12

Anotace: Změna rozsahu voltmetru

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

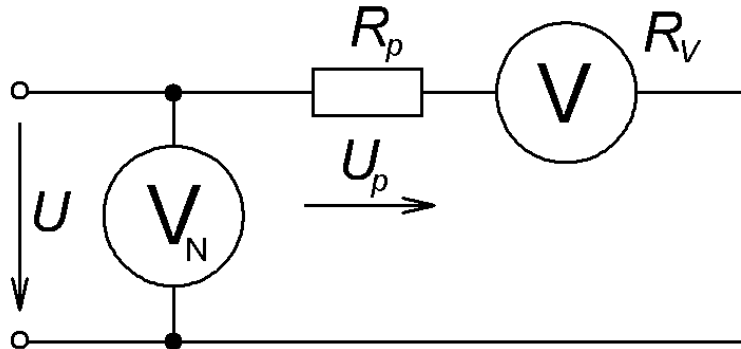
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete vnitřní odpor voltmetru a vypočtete předřadník pro dvojnásobné zvětšení jeho základního rozsahu. Ověřte měřením.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Voltmetr digitální (normálový), rozsah 20 V

Voltmetr magnetoelektrický, rozsah 12 V

Odporová dekáda

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 2 A

Postup

Změnu rozsahu voltmetru provedeme předřadníkem, který zapojíme do série s voltmetrem. Vznikne tak odporový dělič, vstupní napětí U se rozdělí mezi předřadník a voltmetr v poměru jejich odporů. Abychom zvětšili měřený rozsah na dvojnásobek, musí mít napětí na předřadníku stejnou velikost jako na voltmetru. Musí tedy platit $R_p = R_V$. Odpor voltmetru určíme z jeho vnitřního odporu a rozsahu. $R_V = R_i \cdot M$, kde R_i je vnitřní odpor voltmetru (přečteme ze stupnice přístroje) a M je původní rozsah voltmetru $M = 12$ V.

Obvod zapojíme podle schématu. Ze stupnice voltmetru přečteme hodnotu vnitřního odporu přístroje. Dosazením do výše uvedeného vztahu spočteme odpor voltmetru a na odporové dekádě nastavíme stejnou hodnotu. Zapneme napájecí zdroj a napětí nastavíme na plnou výchylku voltmetru. Na normálovém voltmetru zkontrolujeme napětí a zdůvodníme případné rozdíly.

Zjištěné a vypočtené hodnoty

$R_i =$

$$R_V = R_p = M \cdot R_i =$$

Závěr



Digitální učební materiál

Měření odporu Ohmovou metodou

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_13

Anotace: Měření odporu Ohmovou metodou

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

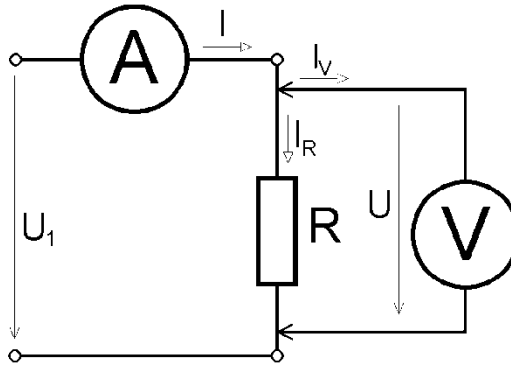
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete odpor rezistoru Ohmovou metodou. Korigujte chybu metody, určete chybu měření z tříd přesnosti použitých měřicích přístrojů.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Voltmetr magnetoelektrický, rozsahy 2,4 - 6 a 24 V, třída přesnosti 1

Ampérmetr magnetoelektrický, rozsahy 6 - 12 - 30 a 60 mA, třída přesnosti 1,5

Rezistor uhlíkový 390 Ω / 0,25 W

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 3 A

Postup

Pro měření jsme zvolili Ohmovu metodu pro měření malých odporů. Jako nezávisle proměnnou volíme napětí, které přivádíme ze stejnosměrného napájecího zdroje. Proud I měříme miliampérmetrem, rezistor je do obvodu zapojen přes proudové svorky. Na nich může vznikat napěťový úbytek díky jejich přechodovému odporu. Proto napětí na rezistoru měříme voltmetrem, připojeným pomocí napěťových svorek až za svorkami proudovými, přímo k vývodům měřeného rezistoru. Díky tomuto zapojení nemá úbytek napětí na miliampérmetru ani na proudových svorkách vliv na chybu měření. Ta je ovlivněna pouze proudem I_V , který prochází voltmetrem. Chyba metody je tím menší, čím větší je celkový odpor voltmetru R_V vůči odporu R měřeného rezistoru.

Při měření nastavíme napětí napájecího zdroje U . Pak odečteme proud z miliampérmetru a obě hodnoty zapíšeme do tabulky. Nezapomeneme si také poznamenat rozsah voltmetru M a jeho vnitřní odpor R_i kvůli korekci chyby metody. Z naměřených hodnot vypočteme odpor R' . Jedná se o hodnotu, která je dána paralelní kombinací odporu měřeného rezistoru a odporu voltmetru na daném napěťovém rozsahu. Pro výsledný odpor platí vztah

$$R' = \frac{R_V \cdot R}{R_V + R} \cdot \text{Z toho } R = \frac{R_V \cdot R'}{R_V - R'}$$

Tabulka hodnot

Č. měření	U/V	I/mA	R'/Ω	M/V	$R_i/k\Omega \cdot V^{-1}$	$R_V/k\Omega$	R/Ω
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Průměrná hodnota				-	-	-	

Příklad výpočtu

$$R' = \frac{U}{I} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$R = \frac{R_V \cdot R'}{R_V - R'} = \frac{\quad}{\quad} =$$

Závěr



Digitální učební materiál

Měření odporu voltmetrem

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_14

Anotace: Měření odporu voltmetrem

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

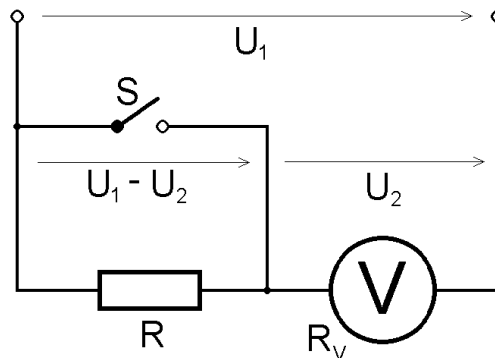
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Změřte hodnotu neznámého odporu rezistoru voltmetrem.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Voltmetr magnetoelektrický, rozsah 1,2 V, třída přesnosti 0,5

Rezistor uhlíkový 4 700 Ω / 0,25 W

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 3 A

Postup

Při tomto měření využíváme nedokonalosti voltmetru. Měřený rezistor zapojujeme do série s voltmetrem – vytváříme tak napěťový dělič. Napětí, ke kterému je obvod připojen, se rozdělí v poměru odporu měřeného rezistoru k celkovému odporu voltmetru. Při sepnutém spínači měříme napájecí napětí přivedené ze zdroje. Optimální situace při měření nastává tehdy, když při sepnutém spínači má ručka voltmetru plnou výchylku a při rozpojení spínače je výchylka právě poloviční. V tomto případě je chyba odečtu obou hodnot malá při dostatečném rozdílu obou měřených napětí. Toto je však výjimečný případ, kterému se v praxi snažíme co nejvíce přiblížit. Odpor měřeného rezistoru spočteme ze vztahu $R = R_V \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$. Z tohoto vztahu vyplývá, že pro výpočet potřebujeme znát odpor voltmetru. Ten jednoduše určíme výpočtem $R_V = R_i \cdot M$, kde R_i je vnitřní odpor voltmetru (bývá uveden na stupnici přístroje) a M je rozsah voltmetru.

Měření provedeme opakovaně při různých hodnotách napětí U_1 . Pro každé toto napětí určíme hodnoty R a z těchto hodnot vypočteme hodnotu průměrnou.

Tabulka hodnot

Č. měření	U_1/V	U_2/V	M/V	$R_i/k\Omega \cdot V^{-1}$	R_V/Ω	R/Ω
1						
2						
3						
4						
5						
Průměrná hodnota						

Příklad výpočtu

$$R = R_V \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right) =$$

Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Měření odporu porovnávací metodou

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_15

Anotace: Měření odporu porovnávací metodou

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

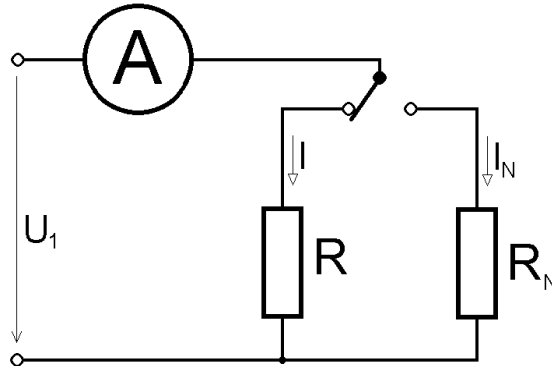
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete odpor rezistoru porovnávací metodou.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Ampérmetr magnetoelektrický, rozsah 0,6 mA, třída přesnosti 0,5

Odporová dekáda, třída přesnosti 0,1

Digitální multimetr, rozsah 200 k Ω

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 3 A

Postup

Pro měření jsme zvolili porovnávací metodu pro měření velkých odporů. Princip této metody spočívá v porovnání proudu, který prochází normálovým rezistorem o odporu R_N s proudem procházejícím měřeným rezistorem o neznámém odporu R . Měřicí obvod napájíme ze zdroje stejnosměrného napětí, oba proudy měříme jediným přístrojem, který podle potřeby přepínáme buď pro měření proudu I_N normálovým rezistorem, nebo proudu I měřeným rezistorem. Vycházíme z toho, že odpor měřeného rezistoru R bude tolikrát větší než normálový odpor R_N , kolikrát menší proud I jím bude procházet vůči proudu I_N . Odpor měřeného rezistoru učíme ze vztahu $R = R_N \frac{I_N}{I}$. Aby chyba metody byla co nejmenší, je třeba, aby odpor měřicího přístroje byl co nejmenší vůči R a R_N . Současně je chyba tím menší, čím více se přibližuje hodnota R hodnotě R_N . Pro případ, kdy $R = R_N$, přechází metoda porovnávací v metodu náhradní; pak je chyba metody nulová. Nevýhodou této metody je potřeba mít k dispozici nastavitelnou odporovou dekádu.

Měření jsme opakovali při různých hodnotách proudu. To jsme prováděli změnou napájecího napětí U_1 na zdroji. Z takto získaných hodnot R jsme určili průměrnou hodnotu. Na závěr ověříme vypočtenou hodnotu náhradní metodou a digitálním ohmmetrem.

Tabulka hodnot

č. měření	I_N/mA	I/mA	$R_N/\text{k}\Omega$	$R/\text{k}\Omega$
1				
2				
3				
4				
5				
Průměrná hodnota				

Příklad výpočtu

$$R = R_N \frac{I_N}{I} =$$

Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Měření odporu můstkem

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_16

Anotace: Měření odporu můstkem

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

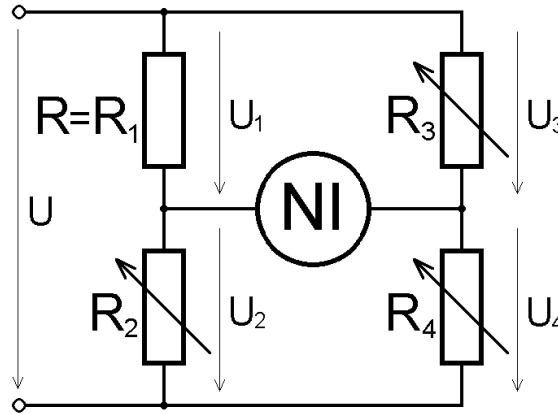
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete odpor rezistoru odporovým můstkem. Výsledek ověřte ohmmetrem.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Digitální voltmetr, rozsah 200 mV

3x odporová dekáda

Digitální ohmmetr, rozsah 200 k Ω

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 3 A

Postup

Měřený odpor R tvoří s odporem R_2 napěťový dělič. Napětí na odporu R_2 porovnáváme s napětím na odporu R_4 , který tvoří s odporem R_3 druhý napěťový dělič. Pokud jsou obě napětí stejná ($U_2 = U_4$), musí voltmetr na pozici nulového indikátoru ukazovat nulové napětí. Můstek je vyvážen; toho dosáhneme nastavením odporových dekád na pozicích R_2 , R_3 a R_4 . Pro vý-

stupní napětí prvního děliče platí $U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$, obdobně pro druhý dělič $U_4 = U \frac{R_4}{R_3 + R_4}$.

Z rovnosti obou napětí lze odvodit $R = R_1 = R_2 \frac{R_3}{R_4}$.

Obvod zapojíme a po kontrole nastavíme dekády na přibližně stejnou hodnotu s měřeným odporem. Při následném vyvažování dbáme na to, abychom nenastavili na dekádách příliš nízkou hodnotu. Mohlo by dojít k jejich proudovému přetížení a následnému poškození. Tomuto riziku lze zabránit nastavením proudového omezení napájecího zdroje na několik desítek miliampér.

Tabulka hodnot

ČM	R_2 / Ω	R_3 / Ω	R_4 / Ω	R_1 / Ω
1				
2				
3				
4				
5				
Průměrná hodnota				

ČM	R_2 / Ω	R_3 / Ω	R_4 / Ω	R_1 / Ω
1				
2				
3				
4				
5				
Průměrná hodnota				

Příklad výpočtu

$$R = R_1 = R_2 \frac{R_3}{R_4} =$$

Závěr



Digitální učební materiál

Měření VA charakteristiky žárovky a variátoru

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_17

Anotace: Měření odporu můstkem

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

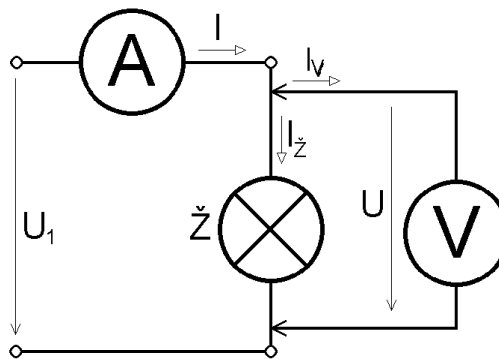
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Proměřte závislost proudu na napětí u žárovky 24 V / 40 W, měření provedte nejméně v deseti bodech. Graficky znázorněte závislost proudu na napětí (tzv. VA charakteristika), závislost výkonu na napětí a odporu vlákna na napětí. Totéž měření provedte u variátoru. Z grafu určete odpor vlákna při nulovém napětí.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Voltmetr digitální, rozsahy 20 - 200 – 700 V

Ampérmetr digitální, rozsah 2 A

Regulovatelný zdroj střídavého napětí 0 – 250 V / 5 A

Žárovka 24 V / 40 W

Digitální multimetr, rozsah 20 Ω

Postup

Vzhledem k tomu, že odpor vlákna žárovky je více než tisíckrát menší než odpor voltmetru na nejnižším rozsahu, zvolili jsme Ohmovu metodu měření malých odporů. Případná korekce chyby metody je bezvýznamná, protože chyba metody dosahuje hodnoty pod 0,1 %. Přesnost naměřených hodnot tedy závisí hlavně na třídě přesnosti použitých měřicích přístrojů. Abychom vyloučili vliv přechodových odporů, použili jsme proudové a napěťové kontakty, jak je zřejmé ze schématu zapojení.

Napětí jsme nastavovali po pravidelných krocích, do tabulky jsme současně zapisovali odpovídající hodnoty proudu. Z těchto hodnot jsme vypočetli odpor vlákna žárovky a výkon. Všechny hodnoty jsme zapsali do tabulky a graficky znázornili požadované závislosti. Stejným postupem jsme proměřili variátor. Nakonec jsme ze znázorněné závislosti odporu vlákna žárovky na napětí odhadli jeho odpor při nulovém napětí. Tento odpor jsme ověřili digitálním multimetrem.

Tabulka hodnot

ČM	U/V	I/A	P/W	R/Ω
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

ČM	U/V	I/A	P/W	R/Ω
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

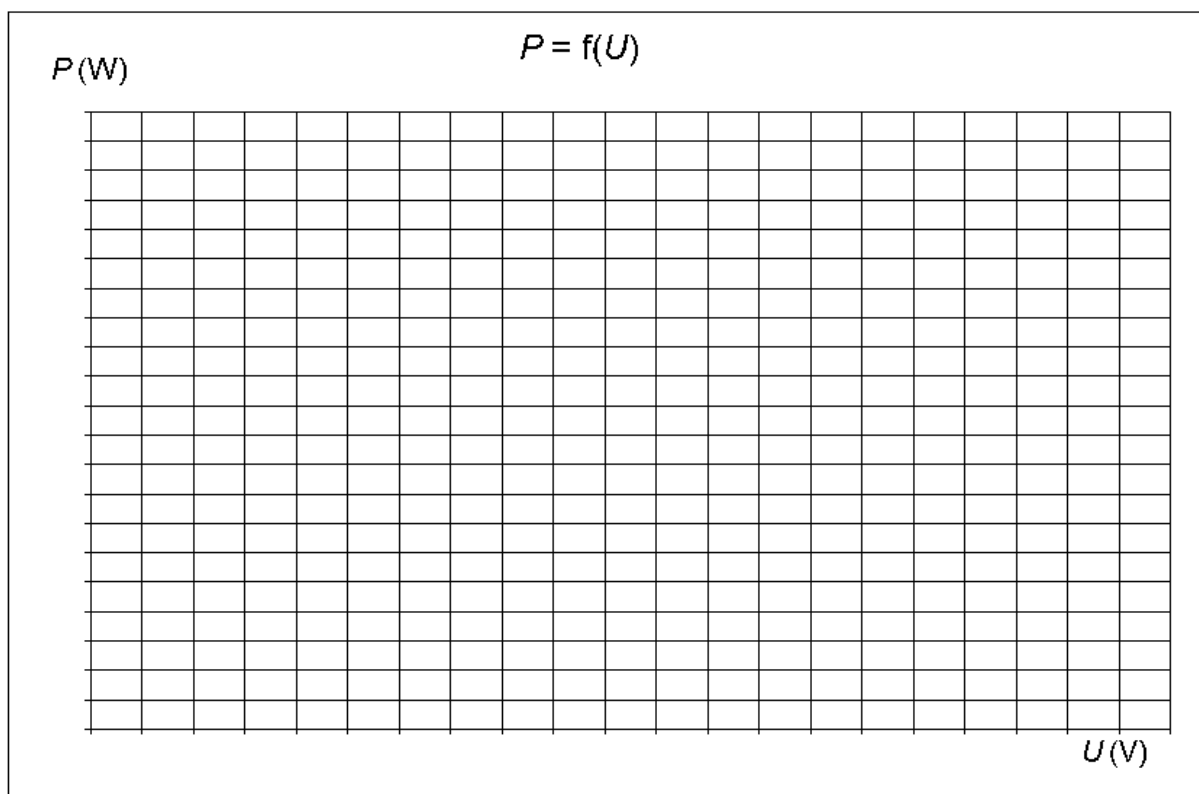
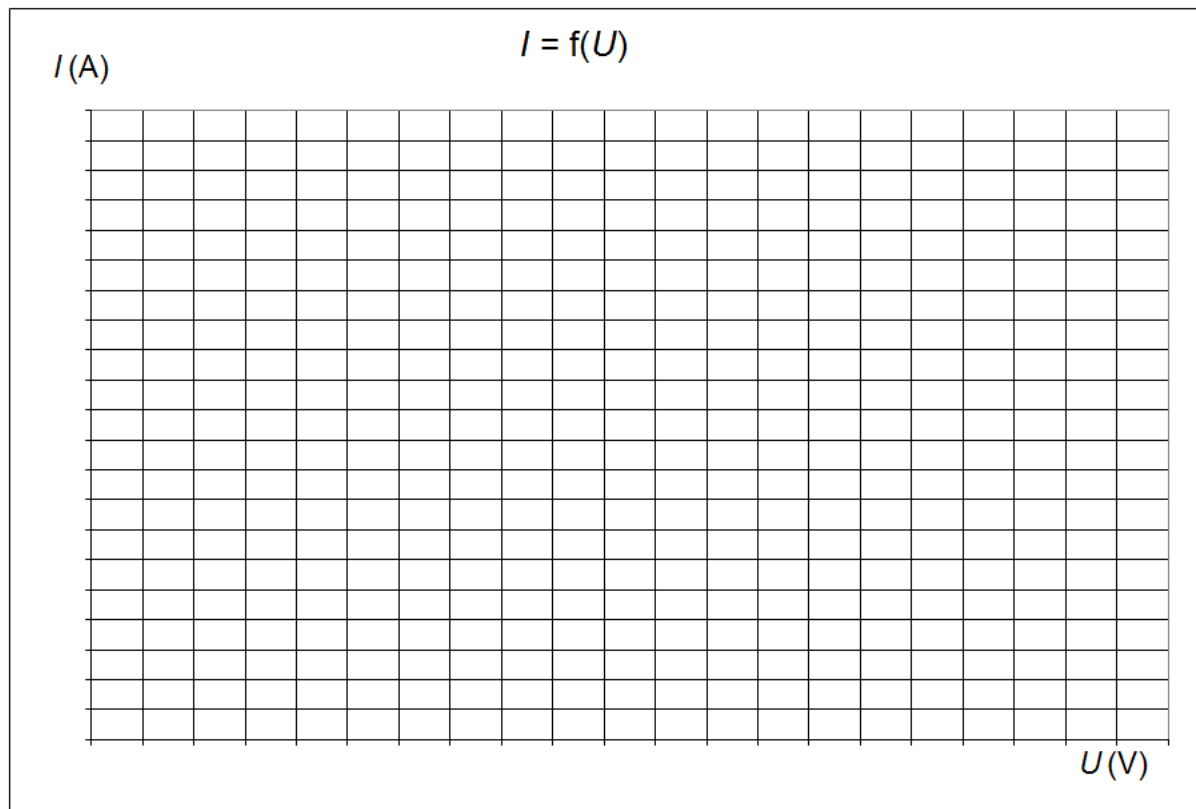
Příklad výpočtu

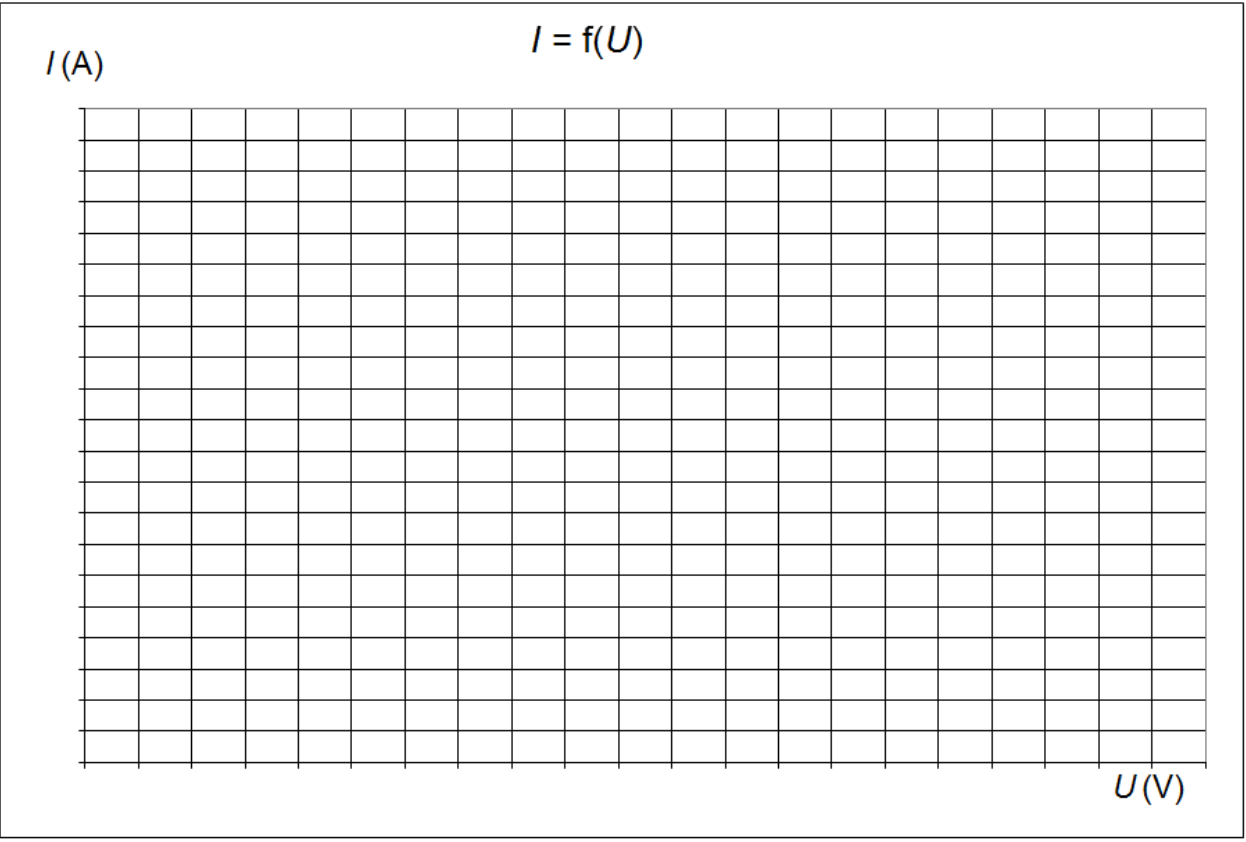
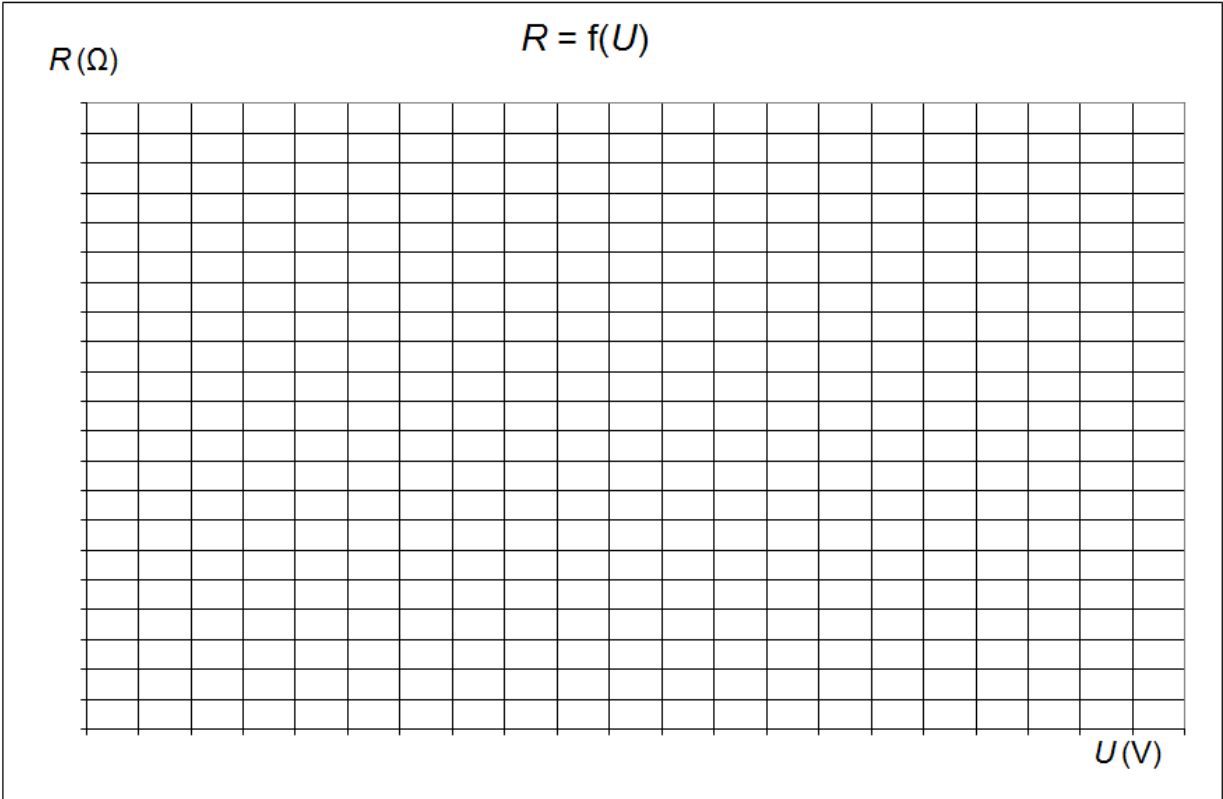
$$P = U \cdot I =$$

$$R = \frac{U}{I} =$$

Závěr

Grafické závislosti







evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Měření usměrňovací diody

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_18

Anotace: Měření usměrňovací diody

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

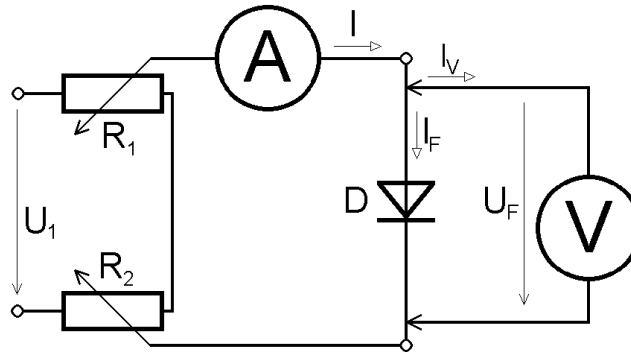
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete voltampérovou charakteristiku polovodičové diody v propustném směru (mezní proud 1000 mA). Zakreslete do grafu s lineární a logaritmickou proudovou osou.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

Voltmetr digitální, rozsah 2 000 mV

Ampérmetr digitální, rozsahy 2 – 20 – 200 mA a 2 A

Křemíková usměrňovací dioda KY251

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 3 A

Reostat laboratorní posuvný 100 Ω

Reostat laboratorní posuvný 10 Ω

Postup

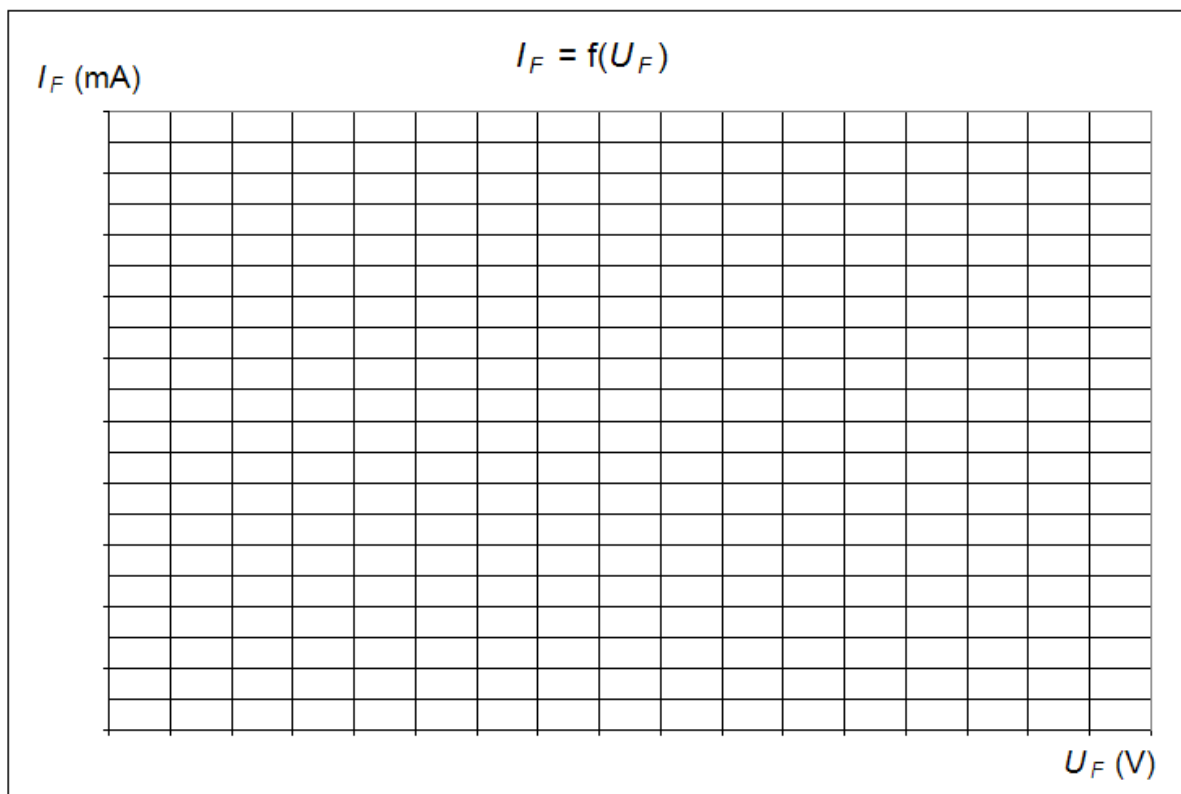
Dioda v propustném směru nejprve klade průchodu proudu velký odpor, s rostoucím úbytkem napětí na diodě U_F však proud procházející diodou I_F prudce stoupá. Pro správné proměření propustné části VA charakteristiky diody bychom tedy museli použít nejprve zapojení pro měření velkých odporů, pak bychom použili zapojení pro odpory malé. Vzniká ale otázka, v jakém rozsahu hodnot U_F a I_F použít první zapojení, a kdy přepojit na druhé. Navíc dojde při změně zapojení na měřené charakteristice k nespojitosti, která bude způsobena vnitřními odpory použitých měřicích přístrojů. Proto bylo zvoleno zapojení pro měření malých odporů s tím, že na pozici voltmetru byl použit digitální přístroj. To má dvě výhody; jednak nemusíme měnit měřicí zapojení, protože vnitřní odpor tohoto přístroje je řádově několik M Ω (a neovlivní tedy měřené hodnoty), druhou výhodou je dobré rozlišení měřeného napětí. Kvůli minimalizaci vlivu přechodových odporů v obvodu byla měřená dioda připojena proudovými svorkami, voltmetr svorkami napěťovými.

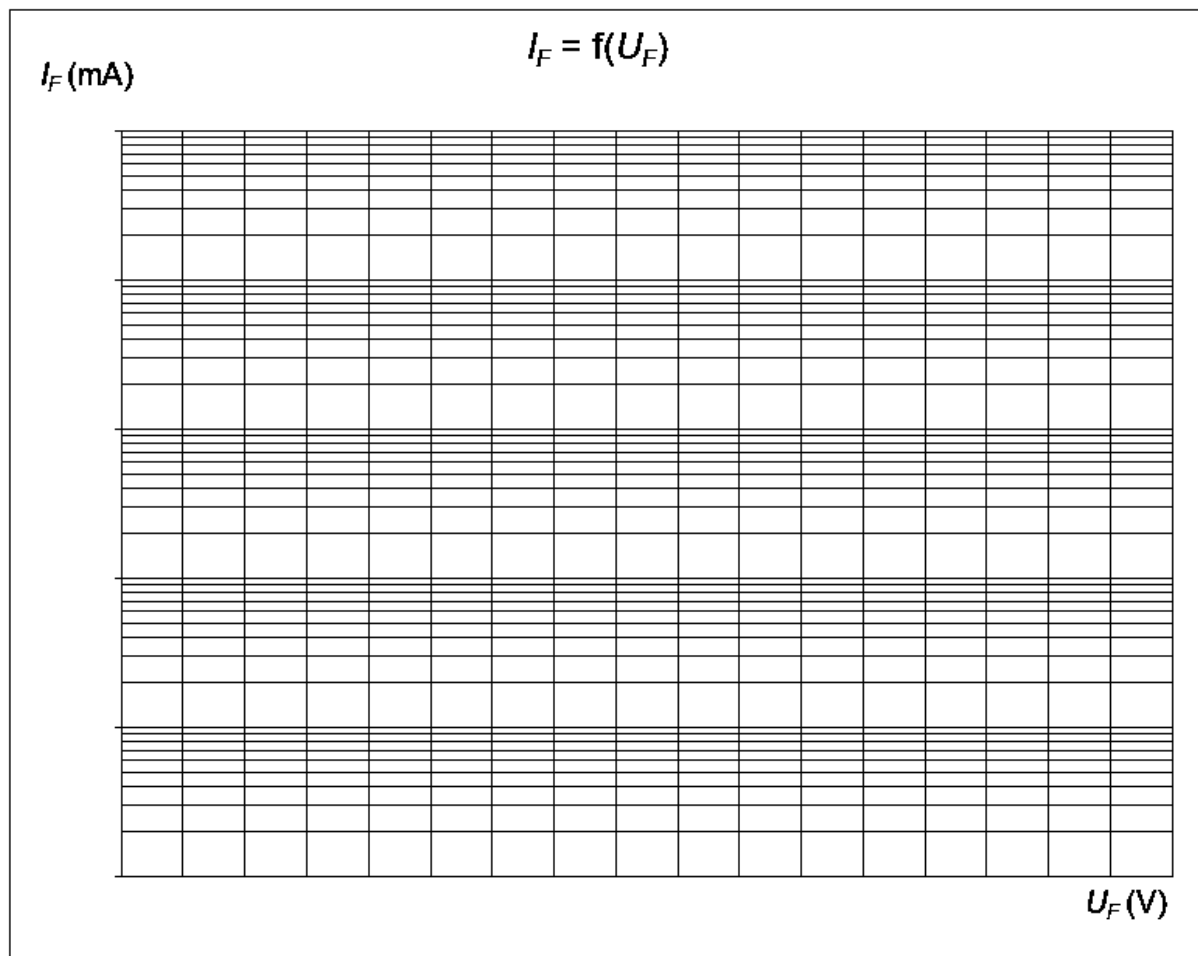
Při měření jsme nejprve nastavili pomocí napětí U_I a reostatů o odporu R_1 a R_2 požadovaný proud diodou I_F a potom jsme odečetli napětí U_F . Reostat R_1 (o odporu $100\ \Omega$) slouží k hrubému nastavení proudu, jemné nastavení provádíme reostatem R_2 (odpor $10\ \Omega$). Nezávisle proměnnou byl tedy v našem měření proud I_F , všechny závislosti byly ale vyneseny podle běžných zvyklostí (nezávisle proměnná napětí U_F).

Tabulka hodnot

ČM	I_F /mA	U_F /mV	ČM	I_F /mA	U_F /mV
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		

Grafické závislosti





Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Měření odporu vinutí a převodu transformátoru

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_19

Anotace: Měření odporu vinutí a převodu transformátoru

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

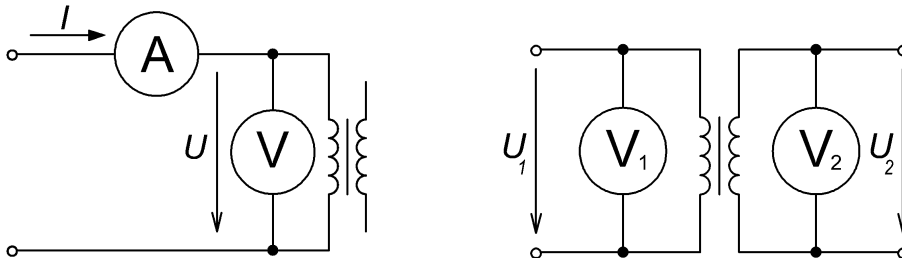
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete odpor vinutí transformátoru a jeho převod.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

4x Voltmetr digitální

Ampérmetr digitální

Regulovatelný zdroj střídavého napětí

Laboratorní zdroj stejnosměrného napětí 0 - 30 V / 3 A

Postup

Pro zjištění odporu vinutí cívek a transformátorů používáme Ohmovu metodu pro měření malých odporů. Zdroj napětí musí být stejnosměrný, aby se neuplatnila reaktance vinutí. Velikost měřicího proudu musí být přiměřená, aby nedocházelo k ohřívání vinutí příliš velkým proudem. Zpravidla stačí měření opakovat 3x pro každé vinutí. Převod je poměr mezi vstupním a výstupním napětím transformátoru. Měření se provádí při napájecím napětí v rozmezí 10 až 70% jmenovitého vstupního napětí U_{IN} . Pokud má transformátor více výstupních vinutí, má také příslušný počet převodů.

Obvod zapojíme podle prvního schéma a nastavíme požadované napětí U . Na ampérmetru odečteme odpovídající proud a údaje zapíšeme do tabulky. Měření každého vinutí opakujeme 3x pro různé hodnoty proudu. Při měření vinutí s malým odporem dbáme na důsledné oddělení proudových a napěťových svorek, abychom se vyhnuli chybě, která je způsobena přechodovým odporem svorek transformátoru. Nakonec určíme průměrnou hodnotu odporu pro každé vinutí. Při měření převodu můžeme měřit převody všech vinutí současně. Ke každému výstupnímu vinutí připojíme jeden voltmetr. Údaje zapíšeme do tabulky. Celkem provedeme 5 měření ve výše uvedeném rozsahu napětí U_I . Opět pro každé vinutí určíme průměrnou hodnotu převodu.

Tabulka hodnot

ČM	U/V	I/A	R/Ω
1			
2			
3			
Průměrná hodnota			

ČM	U/V	I/A	R/Ω
1			
2			
3			
Průměrná hodnota			

ČM	U/V	I/A	R/Ω
1			
2			
3			
Průměrná hodnota			

ČM	U/V	I/A	R/Ω
1			
2			
3			
Průměrná hodnota			

ČM	U_1/V	U_{21}/V	U_{22}/V	U_{23}/V	p_1	p_2	p_3
1							
2							
3							
4							
5							
Průměrná hodnota							

Příklad výpočtu

$$R = \frac{U}{I} = \text{-----} =$$

$$p_1 = \frac{U_1}{U_{12}} = \text{-----} =$$

Závěr



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Transformátor nakrátko a jeho zatěžovací charakteristika

Šablona: III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: VY_32_INOVACE_EL_7 – Elektrotechnická měření pro 2. ročník

DUM: VY_32_INOVACE_EL_7_20

Anotace: Transformátor nakrátko a jeho zatěžovací charakteristika

Autor: Ing. Luděk Valtar

Škola: Střední průmyslová škola, Hronov, Hostovského 910

Obor: Počítačové řídicí systémy

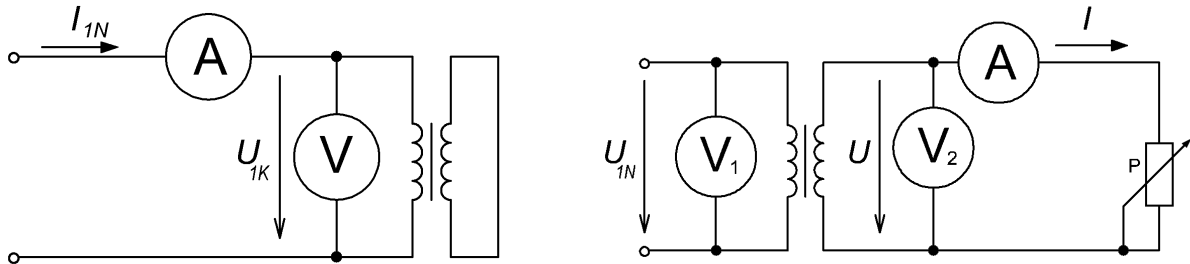
Předmět: Elektrotechnická měření

Ročník: 2.

Použitá literatura: M. Fiala, M. Vrožina, J. Hercik - Elektrotechnická měření I, vlastní příprava

Úkol

Určete napětí nakrátko U_{1k} a procentní napětí nakrátko u_k transformátoru. Proměřte a graficky znázorněte jeho zatěžovací charakteristiku.

Schéma zapojeníPoužité přístroje

- 2x Voltmetr digitální
- Ampérmetr digitální
- Regulovatelný zdroj střídavého napětí
- Zatěžovací reostat

Postup

Při měření transformátoru nakrátko jsou všechna jeho výstupní vinutí zkratována. Zjišťujeme velikost napájecího napětí U_{1k} , při kterém prochází vstupním vinutím jmenovitý proud I_{1N} . Napětí nakrátko je důležitý údaj transformátoru, který potřebujeme znát např. při paralelní chodu transformátorů. Procentní napětí nakrátko u_k je relativní hodnota napětí nakrátko vzhledem ke jmenovitému napětí vyjádřená v procentech. Zatěžovací charakteristika transformátoru je závislost výstupního napětí transformátoru na odebíraném proudu. Zpravidla se znázorňuje graficky až do jmenovitého výstupního proudu.

Před měřením nakrátko je třeba zkontrolovat důkladné zkratování všech výstupních vinutí. Po zapojení a kontrole připojíme obvod ke střídavému regulovatelnému zdroji. Jeho napětí postupně zvyšujeme až do okamžiku, kdy vinutím transformátoru prochází jmenovitý proud I_{1N} . Současně odečteme z voltmetru napětí nakrátko U_{1k} . Napětí plynule snížíme až na nulovou hodnotu a napájecí zdroj vypneme. Měření je třeba provádět rychle, aby nedošlo k nadměrnému zahřátí transformátoru. Nakonec určíme procentní napětí nakrátko $u_k = U_{1k} / U_{1N} \cdot 100\%$. Zatěžovací charakteristiku měříme při jmenovitém vstupním napětí U_{1N} . Odebíraný proud postupně zvyšujeme až do jmenovitého výstupního proudu I_{2N} . Začínáme měřením naprázdno ($I = 0$). Naměřené hodnoty zapisujeme do tabulky, na závěr sestrojíme graf.

Tabulka hodnot

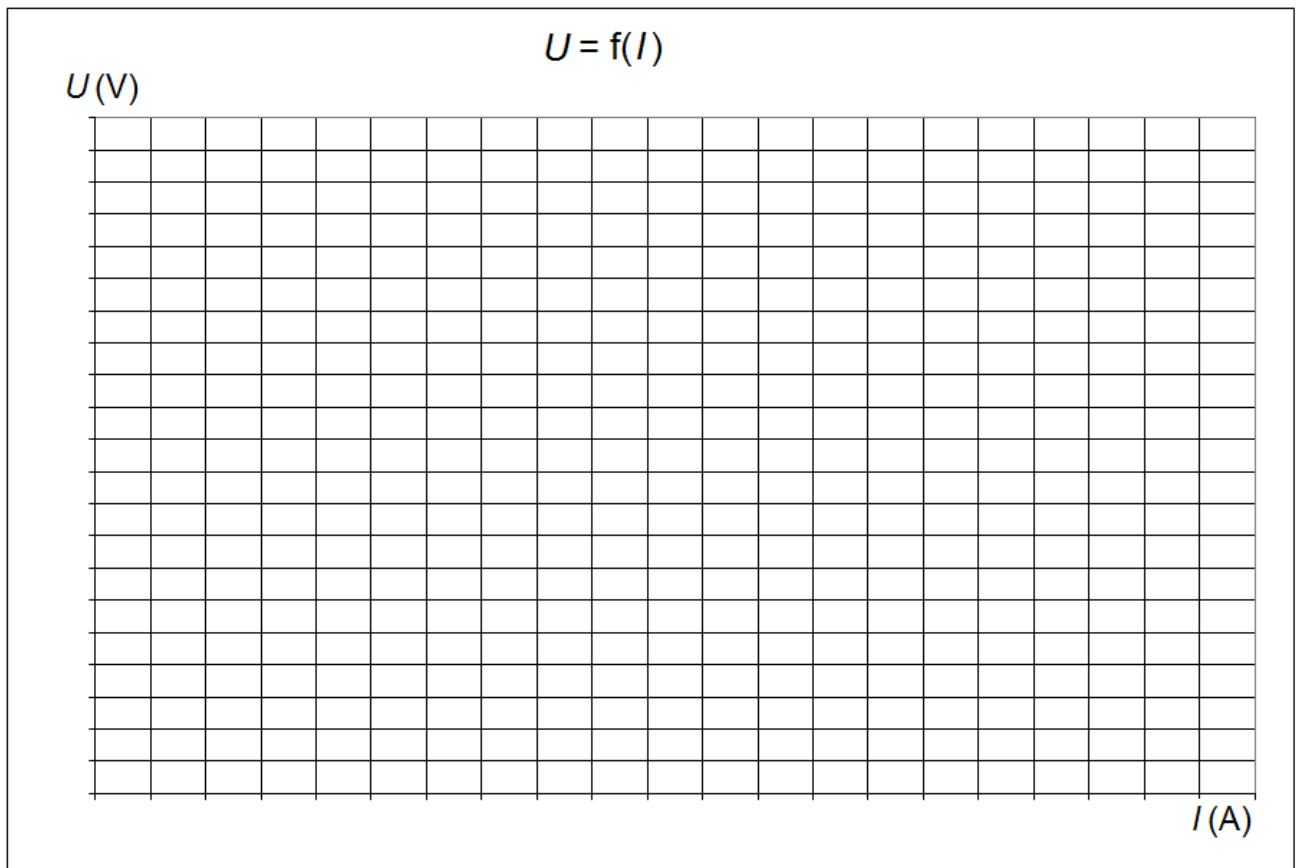
$I_{IN} =$

$U_{Ik} =$

$u_k = U_{Ik} / U_{IN} \cdot 100\% =$

ČM	U/V	I/A
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Graf



Závěr