



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

MĚŘENÍ – Laboratorní cvičení z měření

Měření na elektrických strojích - transformátor, část 3-2-3

Číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0093

Název projektu: Inovace výuky na VOŠ a SPŠ Šumperk

Šablona: III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: 20

Číslo materiálu: VY_32_INOVACE_SPŠ-ELE-4-III2_E3_07

Ročník: 3.

Jméno autora: Ing. Jaroslav Drexler

Škola: VOŠ a SPŠ Šumperk, Gen. Krátkého 1

Anotace: Pracovní sešit pro laboratorní cvičení - 1. část.

Klíčová slova: stejnosměrný vnitřní odpor, měření naprázdno, měření nakrátko, měření při zatěžování.

	ELEKTROTECHNICKÁ MĚŘENÍ – PRACOVNÍ SEŠIT		Číslo úlohy: 3-2-3	Číslo žáka:
Název úlohy: Měření parametrů transformátoru - 1. část			Listů: 9	List: 1
<u>Zadání:</u> Na předloženém jednofázovém transformátoru změřte: 1. Izolační stav (izolační odpor R_{iz}) zkušebním napětím 500 V 2. Stejnosměrný vnitřní odpor vinutí transformátoru 3. Měřením transformátoru naprázdno zjistěte: a) činné ztráty - P_{10} a P_{R1} a P_{dFe} b) ztrátový příkon - S_{10} c) účinník - $\cos\varphi_{10}$ d) převod transformátoru - K Měření doplňte požadovanými grafickými závislostmi <u>Základní parametry:</u> Ze štítkových údajů transformátoru zjistíme základní parametry. Není-li některý údaj uveden můžeme si jej orientačně vypočítat z ostatních údajů, nebo jej zjistíme měřením, např. proud z výkonu, nebo z průřezu vodičů, výkon z rozměrů železného jádra, počet závitů měřením apod. Mezi základní parametry transformátoru patří: • <i>Typové označení:</i> • <i>Jmenovité napětí primárního a sekundárního vinutí</i> • <i>Jmenovitý výkon</i> • <i>Jmenovitý proud primárního vinutí (hodnota pojistky)</i> • <i>Jmenovitý proud sekundárního vinutí</i> • <i>Frekvence, pro kterou je transformátor navržen</i>				
Měřil dne:	Odevzdal dne:	Třída:	Jméno:	Klasifikace:
Inovace výuky na VOŠ a SPŠ Šumperk CZ.1.07/1.5.00/34.0093			Spolupracovali:	

Název úlohy: **Měření parametrů transformátoru - 1. část**

Listů: 9

List: 2

Měřený předmět:

<i>Štítkové údaje transformátoru:</i>	
<i>Typové označení:</i>	
<i>Jmenovité napětí primárního vinutí</i>	<i>V</i>
<i>Jmenovité napětí sekundárního vinutí</i>	<i>V</i>
<i>Jmenovitý výkon</i>	<i>VA</i>
<i>Jmenovitý proud primárního vinutí (hodnota pojistky)</i>	<i>A</i>
<i>Jmenovitý proud sekundárního vinutí</i>	<i>A</i>
<i>Frekvence, pro kterou je transformátor navržen</i>	<i>Hz</i>
<i>Počet závitů primární a sekundární cívky, nebo převod</i>	
<i>Výrobní číslo</i>	
<i>Krytí</i>	
<i>Rozměry š x h x v</i>	<i>mm</i>
<i>Hmotnost</i>	<i>kg</i>
<i>Rok výroby</i>	

Použité měřicí přístroje a pomůcky:

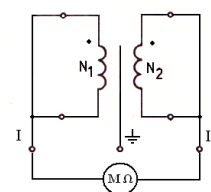
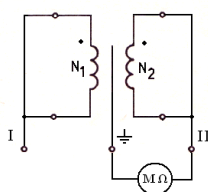
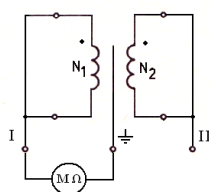
<i>Označení</i>	<i>Název</i>	<i>Měřicí systém</i>	<i>Rozsah</i>	<i>TP</i>	<i>Vnitřní odpor</i>	<i>Inven. číslo</i>

**Měření a vyhodnocení úloh:****1. Měření izolačního stavu (izolační odpor R_{iz}) zkušebním napětím 500 V**

Měřením izolačního odporu kontrolujeme, zda izolace elektrického stroje má dostatečný odpor, který je potřebný pro provoz zařízení. Bez ověření izolačního stavu, nelze zahájit měření na jakémkoliv elektrickém stroji. Po každém zatěžování el. stroje zjišťujeme izolační odpor za tepla a kontrolujeme, zda nedošlo k poškození stroje. Izolační odpor měříme měřičem izolačních odporů (Megmetem) při zkušebním napětí 100 V, 500 V nebo 1000 V podle jmenovitého napětí daného elektrického stroje. Před měřením zkratujeme jednotlivá vinutí a měříme (viz. **Obr. 1**) :

Primární vinutí proti kostře

Sekundární vinutí proti kostře

Primární proti sekundárnímu
vinutí

Obr. 1 Měření izolačního stavu transformátoru

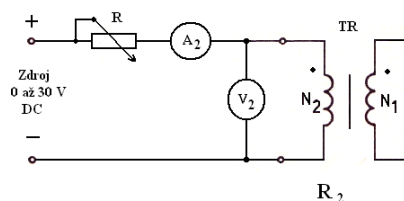
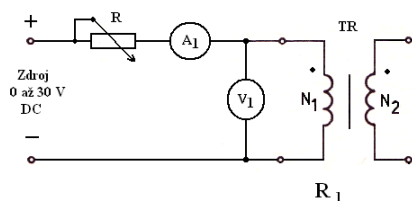
Povolená hodnota izolačního stavu je dána typem zařízení a je rozdílná při měření v teplém stavu (norma stanovuje teplotu 75 °C) a za studena (musí být hodnota několikanásobně vyšší).

TAB 1- Izolační stav (izolační odpor R_{iz}) zkušebním napětím 500 V

Měření	R_{iz} [MΩ] za studena	vyhovuje - nevyhovuje	R_{iz} [MΩ] po zahřátí	vyhovuje - nevyhovuje
Prim. vinutí - kostra				
Sekund. vinutí - kostra				
Prim. vinutí, - sekund. vinutí				

**2. Stejnoseměrný vnitřní odpor vinutí transformátoru**

Stejnoseměrný vnitřní odpor vinutí měříme Volt-ampérovou metodou pomocí stejnosměrného proudu zapojení dle Obr. 2. Měření provádíme při 25% a 50% jmenovitého proudu vinutí.



Obr. 2 Měření stejnosměrného vnitřního odporu vinutí transformátoru

TAB 2. Stejnoseměrný vnitřní odpor vinutí transformátoru

Měření	I [A]	U [V]	R [Ω]	Průměr R [Ω]
Primární vinutí				
$I_{1jmen} =$ A				
Sekundární vinutí				
$I_{2jmen} =$ A				

Příklad výpočtu:

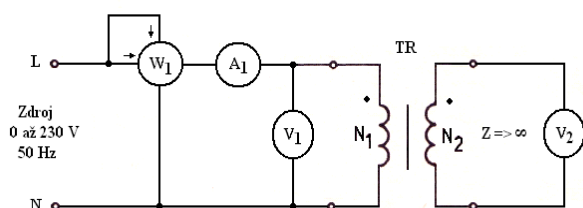
Stejnoseměrný vnitřní odpor vinutí R_1 a R_2 vypočteme ze vztahů:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} \quad [\Omega; V, A]$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} \quad [\Omega; V, A]$$

**3. Měření transformátoru naprázdno**

Primární vinutí N_1 připojíme přes měřicí přístroje na regulovatelný zdroj napětí dle Obr. 3 a na sekundární vinutí N_2 připojíme voltmetr V_2 s velkým vnitřním odporem $R_V \rightarrow \infty$.



Obr. 3 Měření transformátoru naprázdno

Plynule zvyšujeme hodnotu napětí zdroje U_I od 0 V do $1,1 U_{IN}$ (tj. do 110% jmenovitého napětí). Na voltmetru V_1 měříme napětí U_{10} naprázdno, na ampérmetru A_1 měříme proud transformátoru naprázdno I_{10} a na wattmetru W_1 měříme příkon naprázdno

P_{10} . Odečítáme i hodnotu napětí na sekundárním vinutí U_{20} z voltmetru V_2 .

Výpočtem určíme ztráty z ohmického odporu P_{R1} a ztráty v železe P_{dFe} , zdánlivý příkon naprázdno S_{10} , účinník naprázdno $\cos \varphi_{10}$ a převod transformátoru K .

TAB 3. Měření transformátoru naprázdno

Čís. měř	U_{10} [V]	I_{10} [A]	P_{10}			U_{20} [V]	P_{R1} [W]	P_{dFe} [W]	S_{10} [VA]	$\cos \varphi_{10}$ [-]	K [-]
			α [d]	konst. [W/d]	P_{10} [W]						
1.	20										
2.	40										
3.	60										
4.	80										
5.	100										
6.	120										
7.	140										
8.	160										
9.	180										
10.	200										
11.	220										
12.	230										
13.											
14.											

Název úlohy: **Měření parametrů transformátoru - 1. část**

Listů: 9

List: 6

Příklad výpočtu:

Ztráty naprázdno P_{10} představují ztráty v železe P_{dFe} a ztráty z ohmického odporu $P_{R1} = R_1 I_{10}^2$ primárního vinutí:

$$P_{10} = P_{dFe} + R_1 \cdot I_{10}^2 \quad [W; W, \Omega, A]$$

Při znalosti R_1 můžeme ze vztahu vyjádřit ztráty v železe a ztráty na ohmickém odporu.

$$P_{R1} = R_1 \cdot I_{10}^2 \quad [W; \Omega, A]$$

$$P_{dFe} = P_{10} - R_1 \cdot I_{10}^2 \quad [W; W, \Omega, A]$$

Zdánlivý příkon naprázdno určíme ze vztahu:

$$S_{10} = U_{10} \cdot I_{10} \quad [VA; V, A]$$

Účinník naprázdno určíme ze vztahu:

$$\cos \varphi_{10} = \frac{P_{10}}{S_{10}} = \frac{P_{10}}{U_{10} \cdot I_{10}} \quad [-; W, VA, W, V, A]$$

Převod transformátoru určíme ze vztahu:

$$K = \frac{U_{10}}{U_{20}} = \frac{N_1}{N_2} \quad [-; V, V, -, -]$$

Název úlohy: **Měření parametrů transformátoru - 1. část**

Listů: 9

List: 7

Měření doplňte následujícími požadovanými grafickými závislostmi

Grafy zpracujte v Excelu nebo do přiložených rastrů.

Vyneste graficky závislosti z měření naprázdno:

a) $P_{10} = f(U_1)$ [W; V]

b) $I_{10} = f(U_1)$ [A; V]

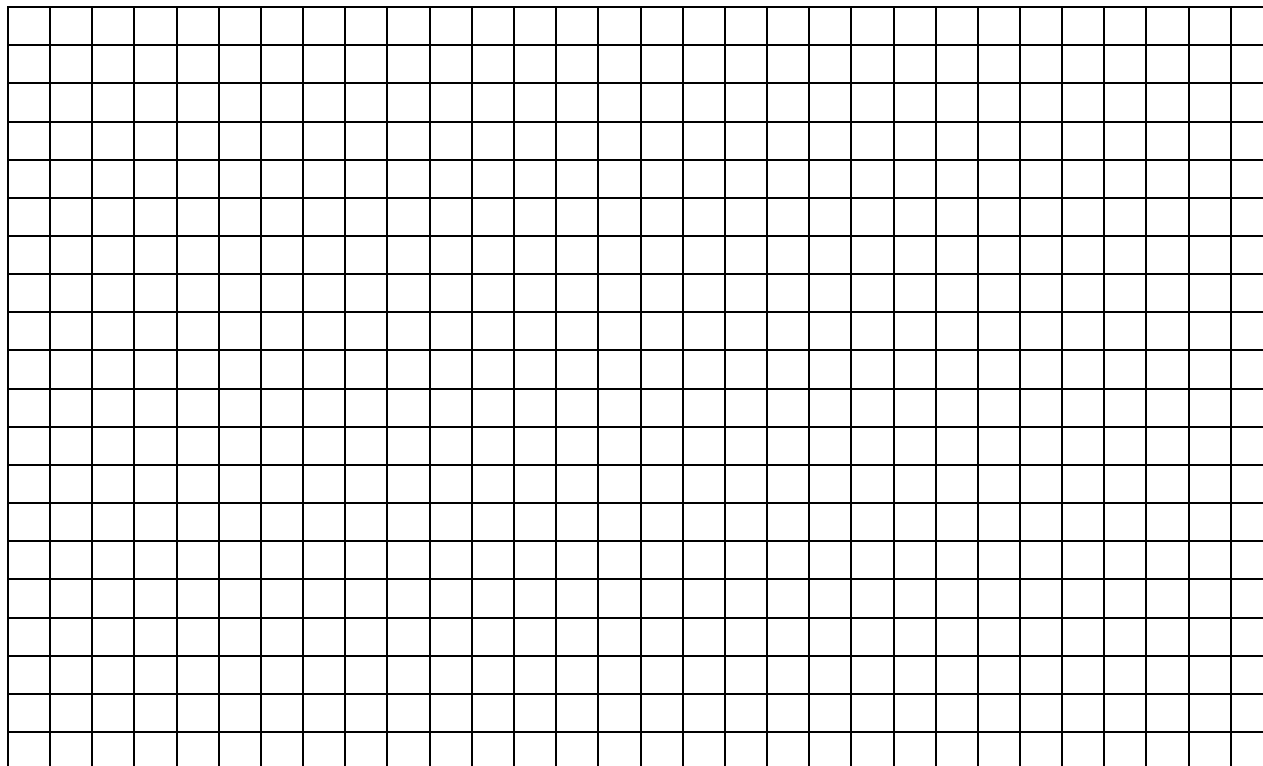
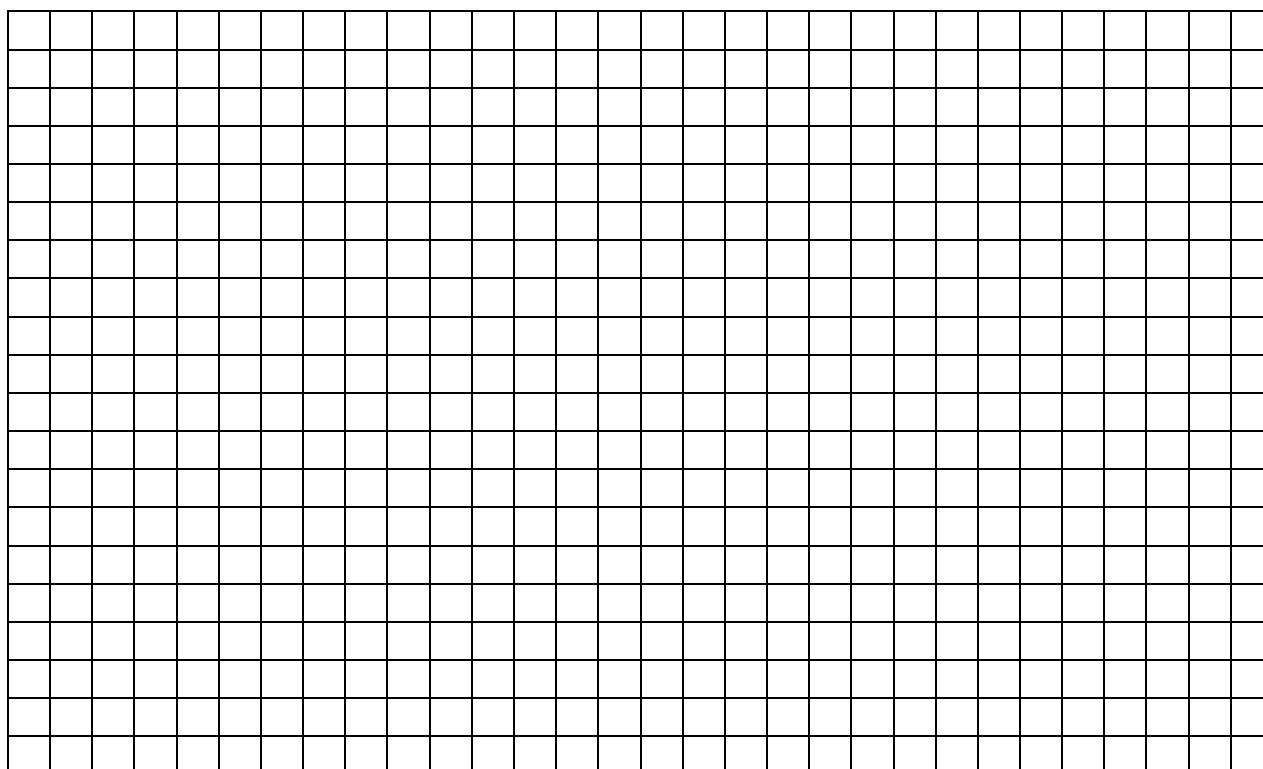
c) $\cos \varphi = f(U_1)$ [- ; V]

Závěr:

Název úlohy: **Měření parametrů transformátoru - 1. část**

Listů: 9

List: 8

Příloha: Grafické závislosti:a) $P_{10} = f(U_1)$ [W; V]b) $I_{10} = f(U_1)$ [A; V]



Název úlohy: **Měření parametrů transformátoru - 1. část**

Listu: 9

List: 9

c) $\cos \varphi = f(U_1)$ [- ; V]

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin black lines. There are 20 columns and 20 rows of squares, creating a total of 400 square units. The grid covers the entire area of the page, leaving no margins or additional markings.