

Měření na transformátoru

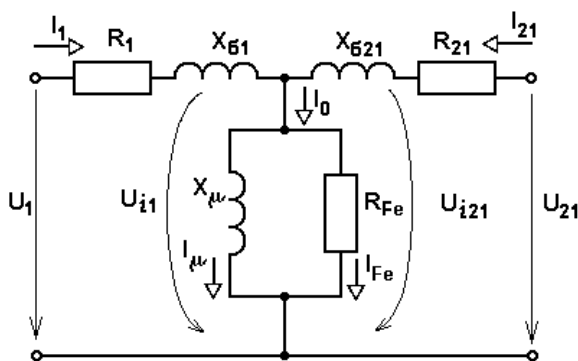
Zadání: Proved'te měření vlastností a parametrů oddělovacího transformátoru se závitovým převodem $p=1$ s napájecím napětím 42V

Popis úlohy:

Transformátor je elektrický stroj pracující na principu elektromagnetické indukce, vzájemné indukčnosti dvou cívek. Transformátor tvoří dvě vinutí (vstupní – primární a výstupní – sekundární) spojená magnetickým obvodem. Po připojení primárního vinutí ke zdroji střídavého sinusového napětí vytvoří proud primárního vinutí magnetický tok, který indukuje napětí v sekundárním vinutí. Transformátory se používají ke změně hodnoty napětí a proudu, při zachování hodnoty kmitočtu. V reálném transformátoru vznikají ztráty ve vinutí a v magnetickém obvodu. Chování transformátoru v různých provozních režimech lze popsat náhradním obvodem a parametry transformátoru.

Při tomto měření budete zjišťovat základní parametry transformátoru – převod, napětí nakrátko, ztráty ve vinutí a v magnetickém obvodu. Dále budete sledovat chování transformátoru při různém zatížení, jeho účinnost, změnu výstupního napětí a poměr ztrát k zatížení.

Náhradní schéma transformátoru:



Význam parametrů náhradního schéma:

- R_1 – činný odpor primárního vinutí;
- $X_{1\sigma}$ – rozptylová reaktance (ztráty magnetického toku) primárního vinutí;
- R_{21} – činný odpor sekundárního vinutí přepočtený na vstup;
- $X_{21\sigma}$ – rozptylová reaktance sekundárního vinutí přepočtená na vstup;
- R_{Fe} – odpor kryjící ztráty v železe;
- X_{μ} – magnetizační reaktance.

Postup měření:

a) Měření naprázdno

Zapojte měřicí obvod podle schéma pro měření naprázdno a při zatížení. Měřicí obvod připojte k dílenskému zdroji na napětí 42V, odpojte zatěžovací reostaty **R** a zapněte zdroj. Pomocí regulačního reostatu R_U nastavte na měřiči výkonu vstupní napětí transformátoru 42 V. Volbou funkcí na číslicovém wattmetru Hameg HM 8115-2 změřte činný výkon P_0 (označení funkce **W**), jalový výkon Q (označení funkce **Var**), zdánlivý výkon S (označení funkce **VA**) a účinník (označení funkce **PF**). Z voltmetru připojeného na výstup transformátoru odečtete výstupní napětí naprázdno U_{20} . Výsledky zapište do řádku měření „**Naprázdno**“.

b) Měření při zatížení

Na výstup transformátoru připojte dva v sérii zapojené zatěžovací reostaty 250 Ω a postupně proved'te měření všech vstupních veličin (P , Q , S , $\cos\phi$) pro zatěžovací proudy $I_2 = 0,15$ až 0,6A. Pro měření při zatěžovacích proudech 0,75 až 1,65A použijte paralelní zapojení obou rezistorů 250 Ω .

c) Měření nakrátko

Zapojte měřicí obvod podle schéma pro měření nakrátko. Spojte výstup transformátoru nakrátko, na regulačním rezistoru R_U nastavte maximální hodnotu odporu a připojte měřicí obvod ke zdroji napětí 24V. Snižováním odporu rezistoru R_U nastavte hodnotu vstupního proudu stejnou jako při posledním měření při zatížení, kdy $I_2 = 1,65$ A. Do tabulky zapište napětí nakrátko U_{1k} , proudu I_{1k} , ztráty nakrátko P_{1k} , jalový příkon Q_k , zdánlivý příkon S_k a účinníku nakrátko $\cos\phi_k$.

d) Měření teploty

Po odečtení hodnot při měření nakrátko ponechejte měřený transformátor ještě cca 10 minut zapojený do měřicího obvodu a termokamerou FLUKE Ti-100 určete maximám teplotu vinutí a teplotu magnetického obvodu. Podle zobrazeného snímku popište rozložení teploty na transformátoru. Nejsvětlejší (téměř bílá) pole vyjadřují místa s nejvyšší teplotou.

Upozornění: Při měření termokamerou dbejte zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k poškození zraku přítomných osob laserovým ukazovátkem!

Schéma zapojení proměření naprázdno a při zatížení:

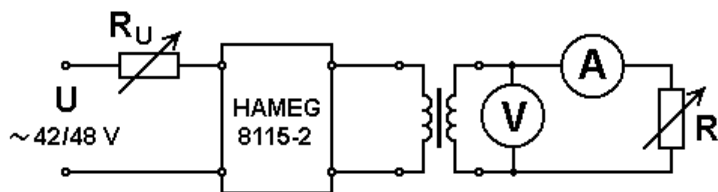
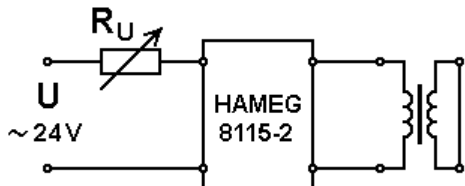


Schéma zapojení proměření nakrátko:



Použité měřicí přístroje:

Název	Označení	Výrobce	Typ	Výrobní číslo	Třída přesnosti	Měřicí soustava	Použité rozsahy
Voltmetr	V	Mastech	MS-8218		$\pm(0,03\%+6\text{dig})$	číslicová	automatická volba
Ampérmetr	A	GANZ	HLA 2		0,5	elektromagnetická	0,6; 1,2; 3A
Wattmetr	HM 8115	Hameg	HM 8115-2		$U=\pm(0,4\%+5\text{dig})$ $I=\pm(0,4\%+5\text{dig})$ $P=\pm(0,5\%+5\text{dig})$ $Q=\pm(2,5\%+5\text{dig})$	číslicová	automatická volba
Válcové rezistory	R	Metra	OPK300	---	---	---	2x 250Ω
Válcový rezistor	R _U	Metra	OPK500	---	---	---	39Ω
Dílenský zdroj							24; 42V

Měřič výkonu – digitální wattmetr Hameg HM 8115-2



Tabulka změřených a vypočítaných hodnot:

U_1 [V]	I_1 [A]	P_1 [W]	S_1 [VA]	Q_1 [var]	$\cos\varphi$ [-]	U_2 [V]	p [-]	I_2 [A]	P_2 [W]	η [%]	ΔP [W]	$\Delta P\%$ [%]	Měření
42								0	0	0		100	naprázdno
42								0,15					při zatížení
42								0,3					
42								0,45					
42								0,6					
42								0,75					
42								0,9					
42								1,05					
42								1,2					
42								1,35					
42								1,5					
42								1,65					
	*)					0	---	---	0	0		100	nakrátko

Poznámka: *) dosadte hodnotu I_1 z předchozího řádku veličiny označené tučnou kurzívou určíte výpočtem.

Do grafu zakreslete zatěžovací charakteristiku transformátoru $U_2=f(I_2)$, závislost účinnosti $\eta=f(I_2)$, převodu $p=f(I_2)$ a účinníku $\cos\varphi=f(I_2)$.

Parametry transformátoru určené z měření naprázdno a nakrátko:

R_1 [Ω]	
R_{21} [Ω]	
R_{Fe} [Ω]	
X_μ [Ω]	
$X_{\sigma 1}$ [Ω]	
$X_{\sigma 21}$ [Ω]	
u_k [%]	
I_{1k} [A]	

Teploty dosažené při jmenovitém zatěžování:

Vinutí	
Magnetický obvod	

Z naměřených hodnot vypočítejte:

a) Vlastnosti při zatěžování:

výstupní výkon:	$P_2 = U_2 \cdot I_2$	*)
účinnost	$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100$	
převod	$p = \frac{U_1}{U_2}$	
ztráty	$\Delta P = P_1 - P_2$	
poměrné ztráty	$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P}{P_1} \cdot 100$	

*) Pro odporovou zátěž uvažujeme při výpočtu činného výstupního výkonu $\cos\varphi=1$.

b) Parametry náhradního schéma:

$R_{Fe} = \frac{U_0^2}{P_0}$	odpor železa – vyjadřuje ztráty v magnetickém obvodu
$X_{\mu} = \frac{U_0^2}{Q_1}$	magnetizační reaktance – vyjadřuje hodnotu magnetického toku, který přenáší výkon do druhého vinutí
$R_1 = R_{21} = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_k}{I_k^2}$	odpory vinutí – primárního a přepočítaný sekundárního vinutí
$X_{\sigma 1} = X_{\sigma 21} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_k}{I_k^2}$	rozptylové reaktance vinutí – vyjadřuje hodnotu magnetického, který nepřenáší výkon do druhého vinutí

Poznámka: Vzhledem k relativně velkému magnetizačnímu proudu měřeného transformátoru je výpočet příčných parametrů náhradního schéma (R_{FE} a X_{μ}) zatížený chybou spočívající v zanedbání úbytků napětí na podélných parametrech náhradního obvodu (R_1 a $X_{\sigma 1}$). Při přesném výpočtu příčných parametrů je nutné zohlednit úbytky na podélné větvi.

c) Parametry a vlastnosti transformátoru:

poměrné napětí nakrátko:	$u_k = \frac{U_{1k}}{U_1} \cdot 100$	[%; V, V]
proud při zkratu na výstupu:	$I_{1k} = \frac{I_{1n}}{u_k} \cdot 100$	[A; A, %]

Poznámka: Jako hodnotu jmenovitého vstupního proudu I_{1n} použijte hodnotu při $I_2=1,65A$

V závěru uveďte:

- 1) Jak se měnil převod a výstupní napětí se zatížením.
- 2) Které ztráty má měřený transformátor větší – naprázdno nebo nakrátko.
- 3) Vyhodnocení průběhu účinnosti transformátoru a při jakém zatížení byla účinnost největší.
- 4) Vyhodnocení průběhu účinníku ($\cos\varphi$) transformátoru na zatížení odporovou zátěží, jaký byl účinník při 50% a 100% zatížení transformátoru.
- 5) Zhodnocení rozložení teploty na jednotlivých částech transformátoru.