



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 magnetických veličin, část 3-9-3

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: 22

Číslo materiálu: VY_32_INOVACE_SPŠ-ELE-6-III2_E3_07

Ročník: 3.

Jméno autora: Ing. Vít Krňávek

Škola: VOŠ a SPŠ Šumperk, Gen. Krátkého 1

Anotace: Pracovní list pro měření magnetických veličin - 1.část.

Klíčová slova: intenzita magnetického pole, magnetická indukce, amplitudová magnetizační křivka



Název úlohy: Měření magnetických veličin

Listů: 5 List: 2

Zadání:

Na předloženém vzorku feromagnetického materiálu (transformátoru) provedte pomocí osciloskopu následující měření:

- Převedením magnetických veličin na elektrické veličiny zjistíte při střídavé magnetizaci závislost $B_m=f(H_m)$, tzv. amplitudovou magnetizační křivku feromagnetického materiálu.
- Magnetizační křivku zakreslete do grafu a stanovte v ní důležité oblasti magnetizace.

Rozbor zvolené měřicí metody:

Magnetizační (amplitudovou) křivku, tzn. dvojice k sobě příslušných hodnot B_{\max} a H_{\max} – vrcholů hysterezních smyček budeme zjišťovat podle následujícího postupu:

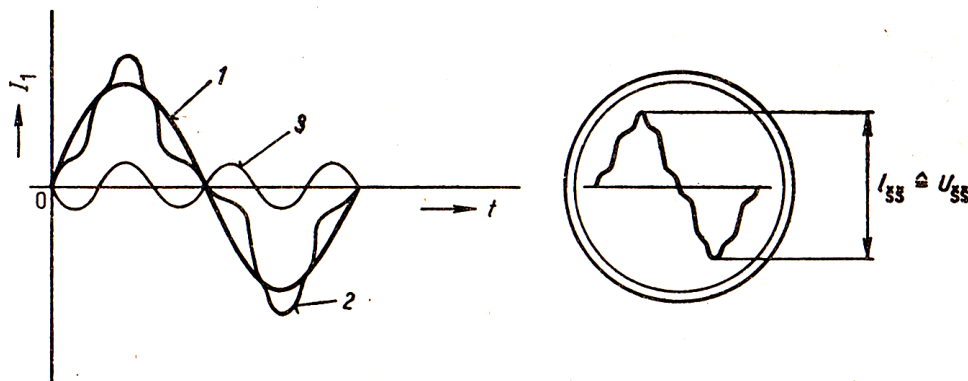
Určení maximální intenzity magnetického pole

Okamžitá hodnota intenzity magnetického pole v jádře měřeného transformátoru je dána výrazem

$$H = I_1 \frac{N_1}{l_s} \quad \text{maximální hodnota} \quad H_{\max} = I_{1\max} \frac{N_1}{l_s}$$

Z tohoto výrazu vyplývá, že k určení H_{\max} potřebujeme změřit pouze maximální primární proud $I_{1\max}$, protože počet závitů N_1 a délku střední siločáry l_s známe z rozměrů jádra.

Průběh magnetizačního proudu I_1 je vlivem nelineárních vlastností magnetického obvodu značně zkreslen třetí harmonickou viz. obr.1. U měřeného transformátoru dochází ke zkreslení proudu a nikoliv napětí proto, že transformátor bude při měření napájen z tvrdého zdroje napětí (zdroje s malým vnitřním odporem). K měření maximální hodnoty magnetizačního proudu $I_{1\max}$ se používá špičkový (maximální) voltmetr nebo osciloskop.



Obr.1 Zkreslení magnetizačního proudu

1- první harmonická, 2- výsledný zkreslený průběh, 3- třetí harmonická

Jméno:

Třída:

Měřil dne:

Odevzdal dne:

KLASIFIKACE

Příprava:

Činnost:

Zpracování:

Vyhodnocení:

Celkem:

Název úlohy: **Měření magnetických veličin**

Listů: 5 List: 3

Na vstup osciloskopu přivedeme napětí za snímacího rezistoru R_1 , jehož průběh bude odpovídat průběhu magnetizačního proudu I_1 . Napětí $U_{1\max}$ určíme za vzdálenosti $l_{\text{šš}}$ odečtené na stínítku obrazovky, jak je znázorněno na obr.1. Vzdálenost $l_{\text{šš}}$ odpovídá příslušnému napětí špička-špička $U_{\text{šš}}$.

$$\text{Dále platí } U_{\max} = \frac{U_{\text{šš}}}{2} \quad \text{a} \quad I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R_1}$$

Z uvedených vztahů vyplývá, že

$$I_{\max} = \frac{U_{\text{šš}}}{2R_1} \quad [\text{A}; \text{V}; \Omega]$$

Napětí $U_{\text{šš}}$ změříme pomocí zkalibrovaného vstupu osciloskopu

$$U_{\text{šš}} = k_{\text{OSC}} I_{\text{šš}} \quad [\text{V}; \text{V/d}; \text{d}]$$

Výsledný vztah pro H_{\max} je

$$H_{\max} = \frac{U_{\text{šš}} N_1}{2R_1 l_s} \quad [\text{A/m}; \text{V}; \Omega; \text{m}]$$

Určení maximální magnetické indukce B_{\max}

Metoda vychází z předpokladu, že výstupní napětí U_2 měřeného transformátoru má sinusový průběh, tzn., že efektivní hodnotu napětí U_2 můžeme měřit přímo, např. střídavým milivoltmetrem.

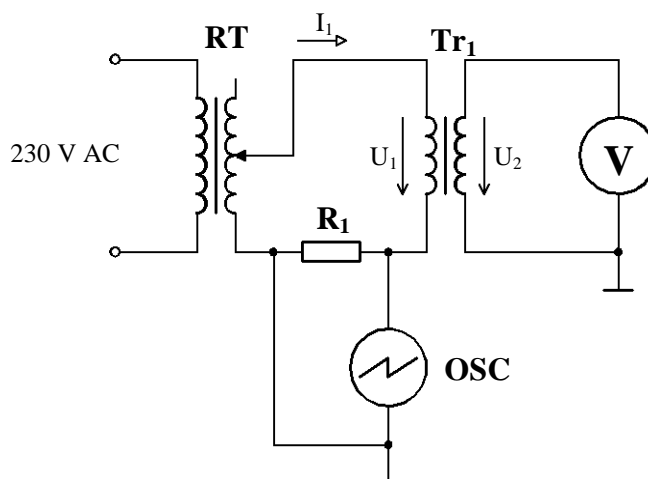
Při určování B_{\max} vyjdeme z transformátorové rovnice

$$U_{ef} = 4,44 B_{\max} S_{Fe} N f$$

$$\text{Z ní pak } B_{\max} = \frac{1}{4,44 S_{Fe} N_2 f} U_2 \quad [\text{T}; \text{m}^2; \text{Hz}; \text{V}]$$

kde U je údaj odečtený na milivoltmetru a ostatní část výrazu je po celé měření konstantní.

Schéma pro měření: Schéma pro měření magnetizační křivky pomocí osciloskopu.



Název úlohy: **Měření magnetických veličin**

Listů: 5 List: 4

Měřený předmět:Tr₁ – transformátor typ $N_1 =$ z, $N_2 =$ z
 $S_{Fe} =$ cm²
 $l_s =$ mm**Použité měřicí přístroje a pomůcky:**

Označení	Název	Typ	Tp	Použitý rozsah	Inventární číslo

Postup měření:

Obvod zapojíme podle schématu a na výstup transformátoru připojíme voltmetr. Regulační transformátor RT slouží k nastavení magnetizačního proudu, který protéká primárním vinutím transformátoru Tr₁. Proud se měří pomocí osciloskopu, jako úbytek napětí na snímacím rezistoru R₁. Postupně zvyšujeme magnetizační proud, odečítáme odpovídající hodnoty napětí U₂ a zapisujeme je do tabulky. Magnetizační proud měníme tak, aby se magnetická indukce B_{max} měnila přibližně po 0,1 T v rozsahu od 0 do 1 T. Z naměřených údajů vypočítáme H_{max} a B_{max} z nichž pak nakreslíme graf magnetizační křivky.

Tabulky naměřených a vypočítaných hodnot:

č.m.	U ₂ [V]	B _{max} [T]	α [d]	k [mV/d]	U _{šš} [V]	H _{max} [A/m]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						



Název úlohy: **Měření magnetických veličin**

Listů: 5

List: 5

Příklad výpočtů:

Graf:

Magnetizační křivku $B_{\max}=f(H_{\max})$ zpracujte na samostatný list milimetrového papíru.

Závěr: (V závěru vyhodnoťte jednotlivé oblasti magnetizační křivky a oblast použití měřeného feromagnetického materiálu.)