



UNIVERZA V MARIBORU



FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO  
2000 Maribor, Smetanova ul. 17

Študij. leto: 2011/2012

Skupina: 9

## MERITVE

### LABORATORIJSKE VAJE

**Vaja št.:** 11.2 Histereza železnega jedra

**Datum:** 05.01.2012

**Priimek in ime:** NIKOLIĆ GREGOR

**BESEDILO NALOGE:** Posnemite dinamično histerezno zanko železnega jedra in obliko magnetilnega toka s spominskim osciloskopom in rezultate natisnite s tiskalnikom. Ocenite specifične izgube  $p_X$  v dveh merilnih točkah.

Pregledal: \_\_\_\_\_

Ocena: \_\_\_\_\_

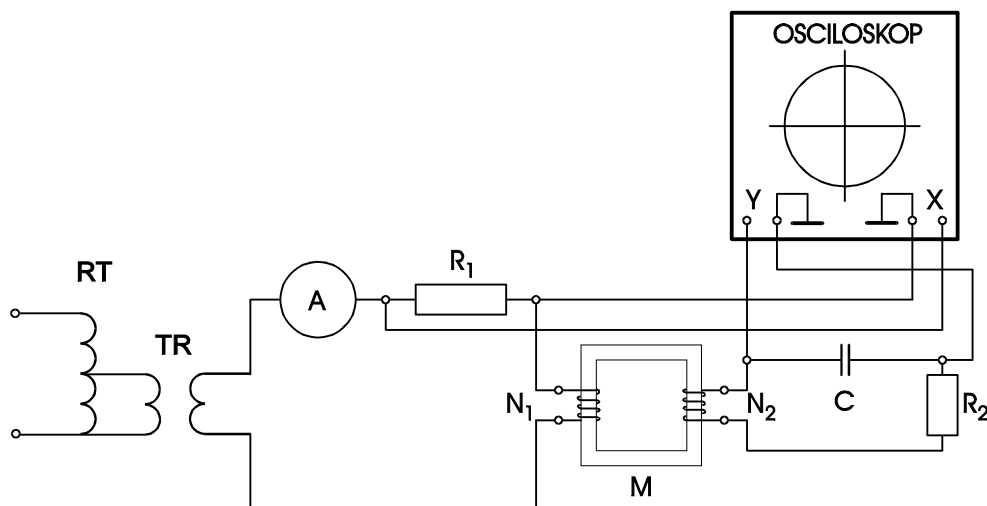
Datum: \_\_\_\_\_

POROČILO NAJ VSEBUJE

1. besedilo naloge
2. vezalni načrt
3. popis instrumentov, naprav in elementov
4. vplivne veličine
5. opis poteka meritev in izračunov
6. prikaz merilnih rezultatov (tabele, grafi)
7. komentar



## 1. Vezalni načrt



## 2. Popis instrumentov, naprav in elementov

- TR* ločilni transformator; **ELM VM-321, DM št.: 6**  
*RT* regulacijski transformator; **ELM VM-321, DM št.: 6**  
*A* univerzalni instrument; **Iskra ØFL0120, 73051**  
*R<sub>1</sub>* nizkoohmski dekadni upor; **VEB E15170**  
*R<sub>2</sub>* visokoohmski dekadni upor; **ISKRA, MA 2112, št.717**  
*C* kondenzator; **DUCATI, 3,5 µF**  
*M* merjenec; **Tektronix TDS 210**  
 Osciloskop;  
 Vmesnik;  
 Tiskalnik;

## 3. Vplivne veličine

Temperatura prostora ..... **24,3 °C**  
 Tlak v prostoru..... **975,7 hPa**  
 Vlažnost zraka v prostoru..... **34 %**

## 4. Potek meritev in izračunov

Na osciloskopu nastavimo ustrezno merilno območje za oba vhoda. S spreminjanjem napajalne napetosti nastavimo dva magnetilna toka tako, da dobimo dve značilni histerezni krivulji. Merili za magnetno poljsko jakost in magnetno gostoto določimo s pomočjo napetostne odklonske konstante za vhoda X in Y. Merilo za magnetno poljsko jakost je:

$$k_H = \frac{k_X N_1}{l_{sr}} \left( \frac{A}{m} / \text{razd} \right).$$

Pri tem so:

- k<sub>X</sub>* napetostna odklonska konstanta vhoda X (V/razd),  
*N<sub>1</sub>* število obojev in  
*l<sub>sr</sub>* srednja dolžina silnic v jedru (m).



Merilo za magnetno gostoto  $B$  je:

$$k_B = \frac{k_Y C R_2}{N_2 A} \quad (\text{T/razd}).$$

Pri tem so:

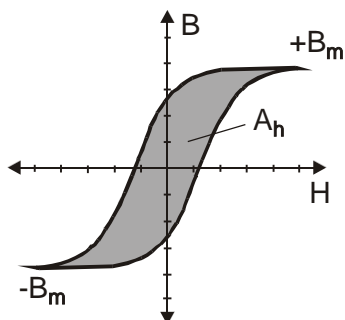
- $k_Y$       napetostna odklonska konstanta vhoda  $Y$  (V/razd),
- $C$         kapacitivnost kondenzatorja  $C$  (F),
- $R_2$       skupna ohmska upornost sekundarnega kroga ( $\Omega$ ),
- $N_2$       število obojev sekundarnega navitja in
- $A$         presek jedra ( $\text{m}^2$ ).

Specifične izgube ocenite z enačbo:

$$p_X = \frac{A_h}{\rho} \cdot f = \frac{k_H \cdot k_B \cdot A_{OSC}}{\rho} \cdot f \quad (\text{W/kg}).$$

Pri tem so:

- $B_m$       maksimalna magnetna gostota ( $\text{T} = \text{Vs}/\text{m}^2$ ),
- $A_h$       ploščina histerezne zanke  $\left( \frac{\text{A}}{\text{m}}/\text{razd} \cdot \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}/\text{razd} \cdot \text{razd}^2 = \frac{\text{Ws}}{\text{m}^3} \right)$ ,
- $A_{OSC}$     ploščina histerezne zanke na osciloskopu ( $\text{razd}^2$ )
- $f$         frekvenca napajanja ( $\text{Hz} = 1/\text{s}$ ) in
- $\rho$         specifična masa vzorca ( $7600 \text{ kg}/\text{m}^3$ ).



Histerezna zanka.

#### 4.1 Določitev meril in izračun specifičnih izgub za prvo merilno točko

$$A = 4 \cdot 3,2 = 12,8 \text{ cm}^2 = 0,00128 \text{ m}^2$$

$$l_{sr} = 2 \cdot 8 + 2 \cdot 12,7 = 41,4 \text{ cm} = 0,414 \text{ m}$$

$$k_H = \frac{\frac{k_X}{R_1} N_1}{l_{sr}} = \frac{1}{0,414} \cdot 87 = 21,014 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$k_B = \frac{k_Y C R_2}{N_2 A} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot 180 \cdot 10^3}{87 \cdot 0,00128} = 0,0566 \text{ T/razd}$$

$$k_{I_1} = \frac{k_x}{R_1} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ A/razd}$$

$$p_X = \frac{A_h}{\rho} \cdot f = \frac{k_H \cdot k_B \cdot A_{OSC}}{\rho} \cdot f = \frac{21,014 \cdot 0,0566 \cdot 14,92}{7600} \cdot 50 = 0,117 \text{ W/kg}$$



#### 4.2 Določitev meril in izračun specifičnih izgub za drugo merilno točko

$$A = 4 \cdot 3,2 = 12,8 \text{ cm}^2 = 0,00128 \text{ m}^2$$

$$l_{sr} = 2 \cdot 8 + 2 \cdot 12,7 = 41,4 \text{ cm} = 0,414 \text{ m}$$

$$k_H = \frac{\frac{k_x}{R_1} N_1}{l_{sr}} = \frac{\frac{5}{10} \cdot 87}{0,414} = 105,0725 \frac{\text{A}}{\text{m}}/\text{razd}$$

$$k_B = \frac{k_y C R_2}{N_2 A} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot 180 \cdot 10^3}{87 \cdot 0,00128} = 0,283 \text{ T/razd}$$

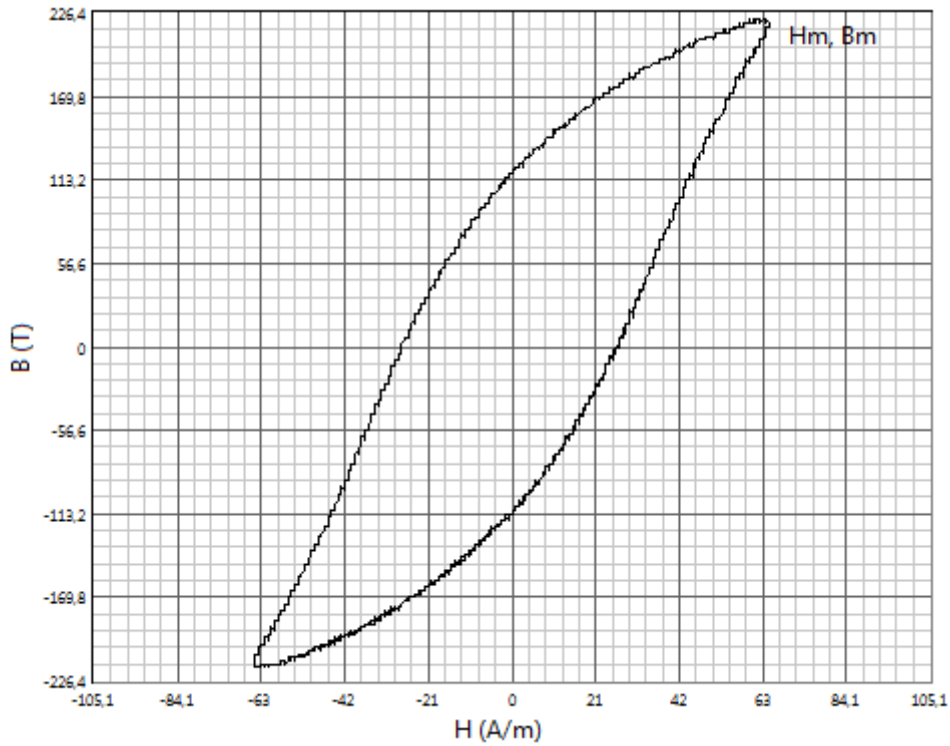
$$k_{I_1} = \frac{k_x}{R_1} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ A/razd}$$

$$p_x = \frac{A_h}{\rho} \cdot f = \frac{k_H \cdot k_B \cdot A_{OSC}}{\rho} \cdot f = \frac{105,0725 \cdot 0,283 \cdot 6,72}{7600} \cdot 50 = 1,314 \text{ W/kg}$$

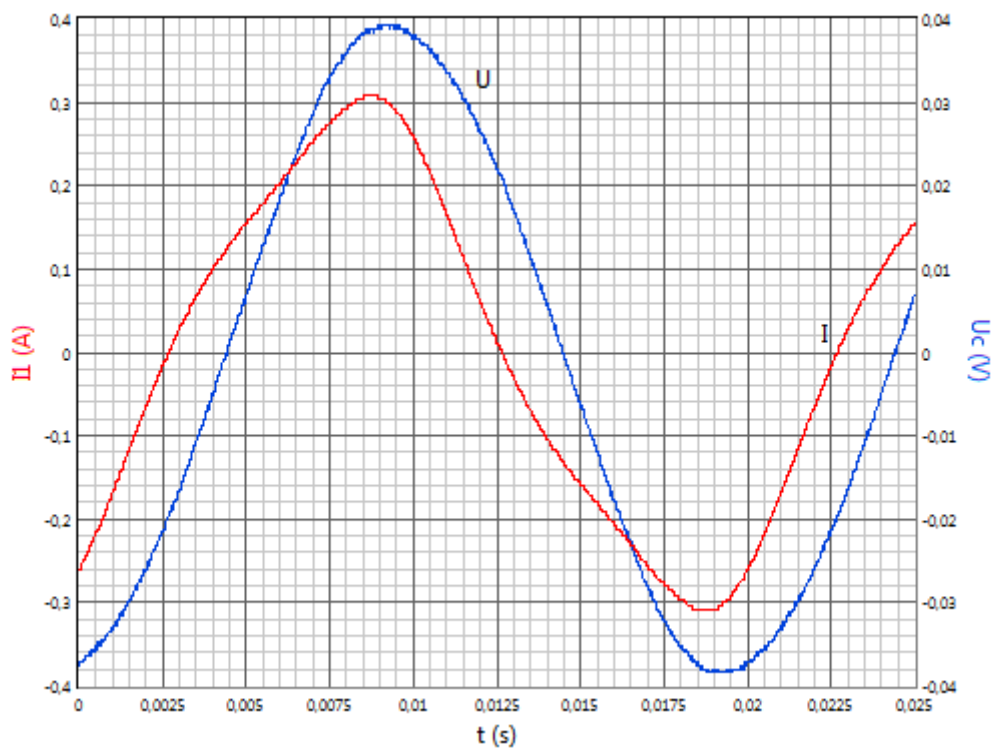
#### 5. Prikaz merilnih rezultatov

Št. Mer.	$k_x$ (V/razd)	$k_y$ (V/razd)	$k_H$ ((A/m)/razd)	$k_B$ (T/razd)	$A_{OSC}$ (razd <sup>2</sup> )	$k_{I1}$ (A/razd)	$p_x$ (W/kg)
1	1	0,01	21,0145	0,0566	14,92	0,1	0,117
2	5	0,05	105,0725	0,2829	6,72	0,5	1,314



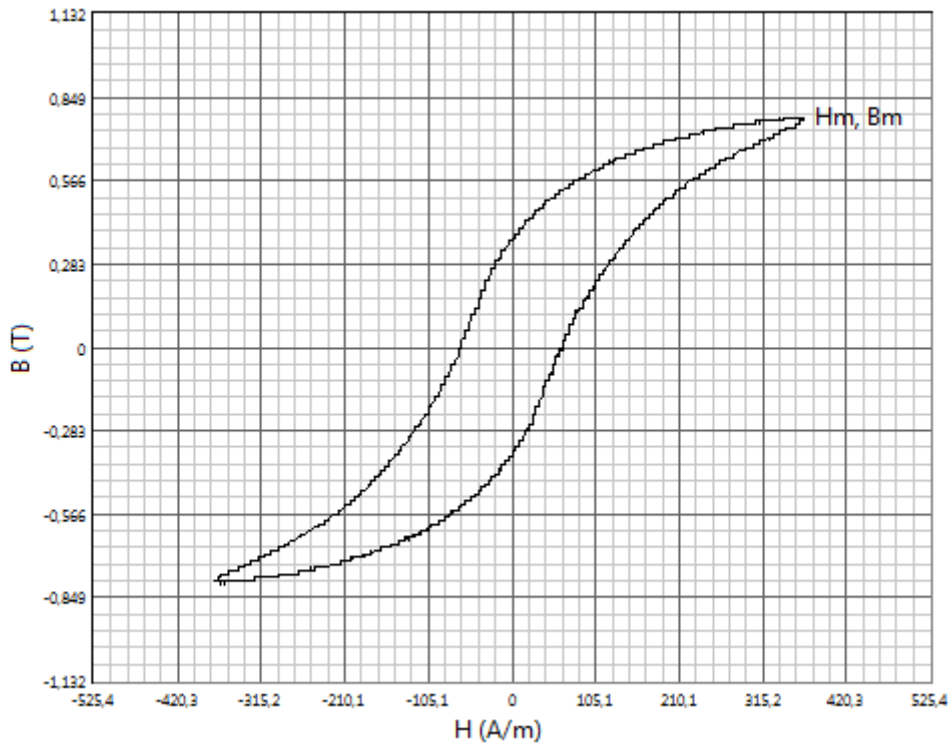


**Slika 1:** Izris dinamične histerezne zanke z označbo maksimalnih vrednosti  $H_m$  in  $B_m$  za prvo merilno točko

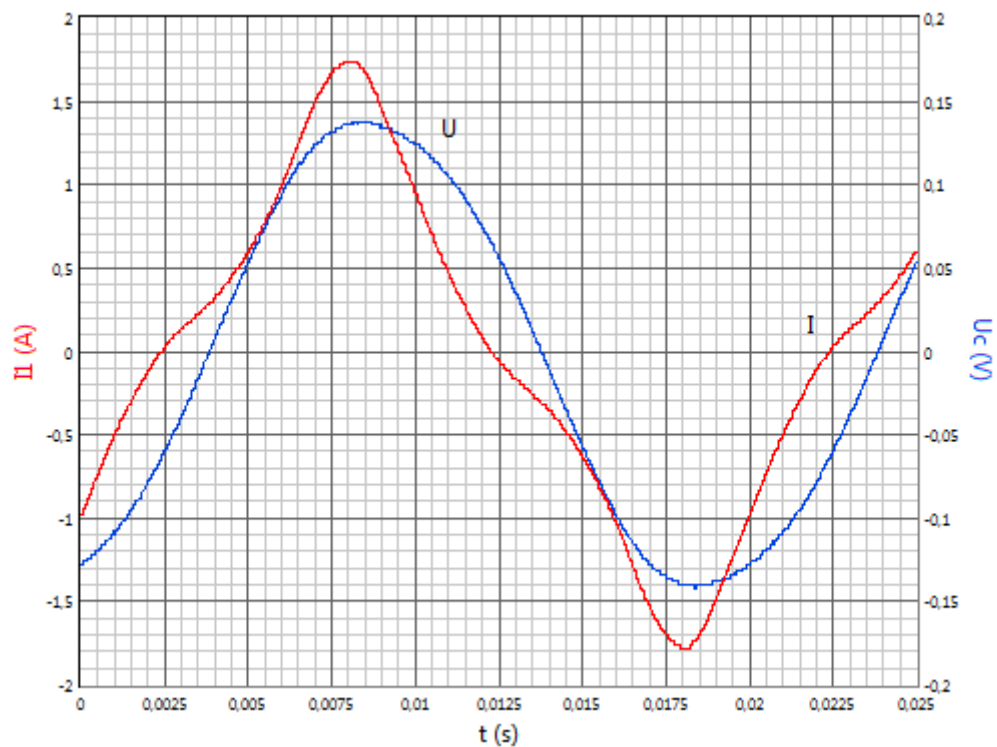


**Slika 2:** Izris magnetilnih tokov in napetosti za prvo merilno točko





**Slika 3:** Izris dinamične histerezne zanke z označbo maksimalnih vrednosti  $H_m$  in  $B_m$  za drugo merilno točko



**Slika 4:** Izris magnetilnih tokov in napetosti za drugo merilno točko



## 6. Komentar

Izvajali smo dinamično meritev histerezne zanke železnega jedra. Dinamična meritev poteka s pomočjo dveh tuljav nameščenih na železno jedro. Primarnemu navitju  $N_1$  je zaporedno vezan upor katerega padec napetosti je proporcionalen magnetilnemu toku, katerega smo priključili na  $x$  odklonsko ploščo osciloskopa v  $x-y$  delovanju. Na sekundarni strani, sta zaporedno navitju  $N_2$  priključena še kondenzator in upor. Potek napetosti na kondenzatorju je proporcionalen gostoti magnetnega pretoka  $B$ , to napetost smo priključili na  $y$  odklonsko ploščo osciloskopa na katerem se je izrisala dinamična histereza.

Histerezne izgube predstavlja površina histerezne zanke. Pri prvi meritvi, pri toku  $I = 0,2 \text{ A}$  so specifične izgube bistveno manjše, čeprav je na prvi pogled, prva histerezna zanka širša in zavzema večjo površino, pa vendar so tam vrednosti bistveno manjše. Pri prvi merilni točki smo ocenili specifične izgube jedra na  $0,117 \text{ W/kg}$ .

V drugi merilni točki, pri toku  $I = 1 \text{ A}$ , preide železno jedro že v zasičenje, kar je razvidno iz funkcije toka  $I = I(t)$ , saj se le ta že nekoliko popači, njegova oblika se deformira. Pri drugi merilni točki, smo ocenili specifične izgube jedra na  $1,314 \text{ W/kg}$ . Zakaj smo podajali zgolj oceno izgub in ne izgube? Merjenje dinamične histerezne zanke ni natančno, da bi lahko natančno narisali histerezno zanko, bi izmerili statično histerezno zanko, izgube železnega jedra pa izmerili z Epsteinovim aparatom.

