



Badanie pętli histerezy ferromagnetyka

E9

Przyrządy:

Układ do wyznaczania pętli histerezy, oscyloskop dwukanałowy, autotransformator, woltomierz (multimetr uniwersalny).

Pętlę histerezy można obserwować w układzie przedstawionym na rysunku 1. Prąd przemienny o natężeniu I_1 w uzwojeniu pierwotnym o liczbie zwojów Z_1 wytwarza pole magnesujące rdzeń Tr2 o natężeniu:

$$H = \frac{Z_1 I_1}{l}$$

L - średnia długość drogi magnetycznej w rdzeniu transformatora Tr2

Napięcie w obwodzie pierwotnym Tr2 wyraża się wzorem:

$$U_1 = \frac{R_1 l H}{Z_1}$$

Elementy obwodu wtórnego są tak dobrane, że stanowi on obwód całkujący $R_2 \gg 1/\omega C$, czyli o wartości natężenia prądu I_2 w obwodzie wtórnym Tr2 decyduje wartość oporu R_2 .

Napięcie U_2 podawane na oscyloskop (Y) wyraża się zależnością:

$$U_2 = \frac{Z_2 S B}{R_2 C}$$

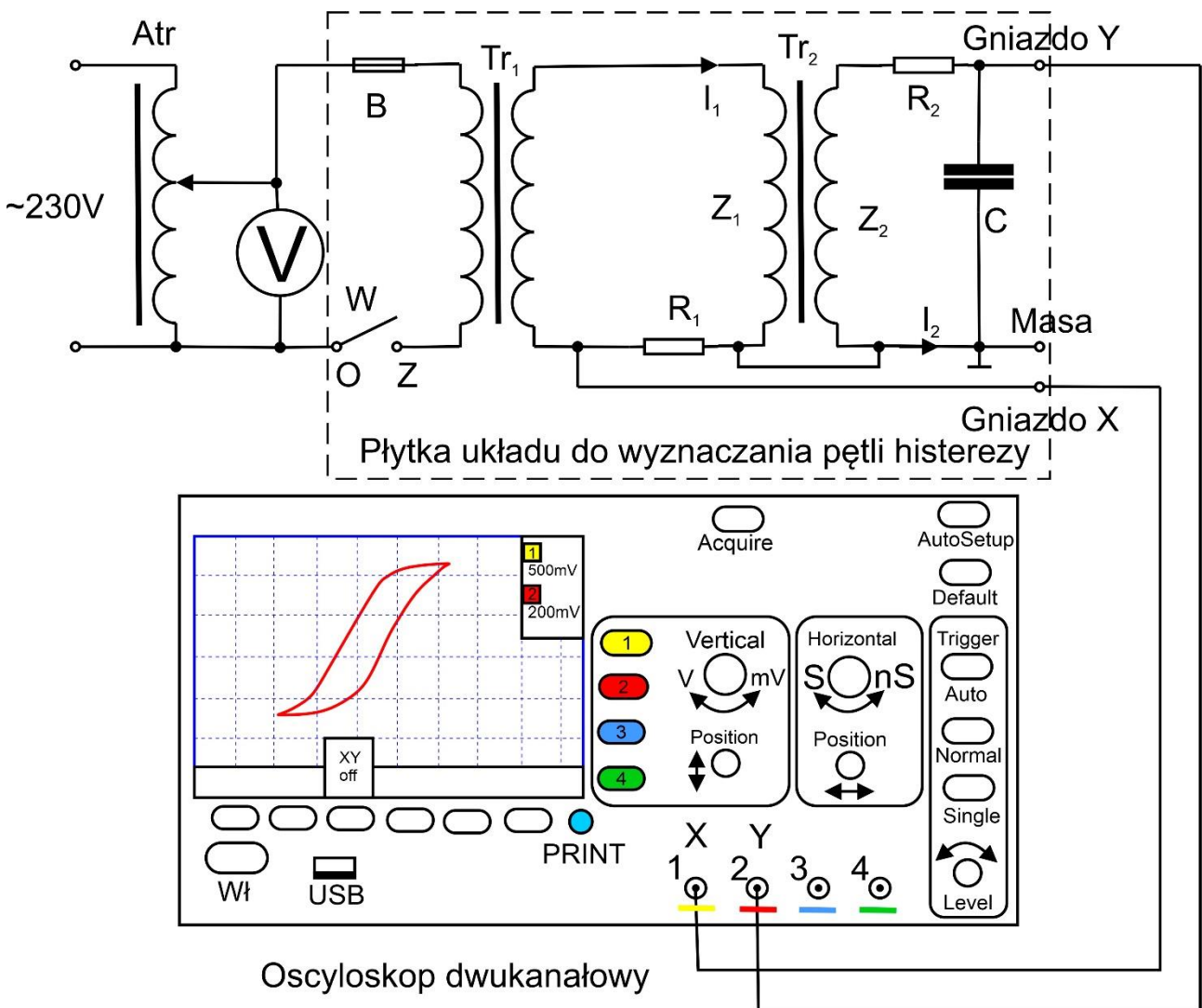
S - pole przekroju poprzecznego rdzenia transformatora Tr2

C - wartość pojemności kondensatora w układzie badanym

R₂- wartość oporu w układzie badanym

B - wartość indukcji magnetycznej w rdzeniu Tr2

Z₂ – ilość zwojów w uzwojeniu wtórnym badanego transformatora Tr2



Rysunek 1

Tr1 - transformator bezpieczeństwa

Tr2 - transformator badany

Kolejność wykonywanych czynności:

UWAGA: Na stronie internetowej I Pracowni Fizycznej i w samej Pracowni są dostępne skrócone instrukcje obsługi multimetru (miernika uniwersalnego) i oscyloskopu.

UWAGA: PRZED MODYFIKACJAMI UKŁADU, LUB JEGO DEMONTAŻEM PO ZAKOŃCZENIU ĆWICZENIA BEZWZGLEDNIE WYŁĄCZYĆ ZASILANIE !!!

UWAGA:W ćwiczeniu wykorzystujemy napięcie 230 V, którym zasilany jest autotransformator. Uruchamiamy go tylko w obecności pracownika technicznego. Przewody zasilające układ badany podłączamy przed włączeniem zasilania autotransformatora. Po włożeniu wtyczki autotransformatora do gniazda zasilającego na tablicy zasilającej ustawiamy obrotowy przełącznik na tej tablicy w pozycji 1, a następnie włączamy włącznik na obudowie transformatora (pozycja I). Jakikolwiek zmiany w podłączenia i odłączenia przewodów od autotransformatora dokonujemy po odłączeniu tego urządzenia z sieci zasilającej (przełącznik na tablicy zasilającej i włącznik na obudowie autotransformatora).

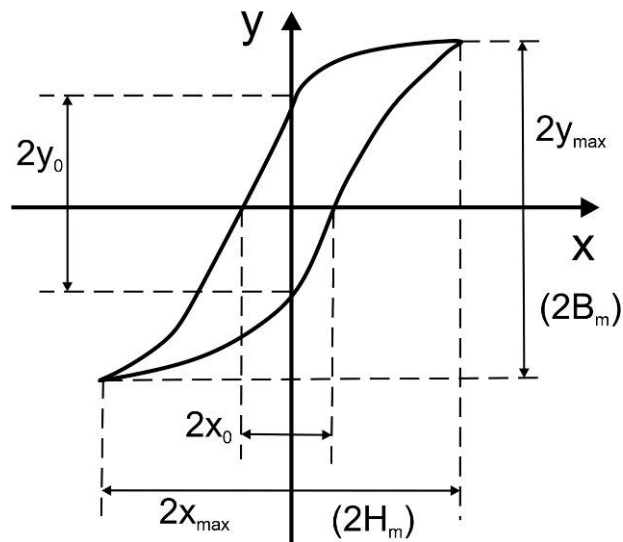
Oscyloskop musi pracować w trybie XY. Jeśli tak nie jest należy wcisnąć przycisk „Acquire”. Na dolnej części ekranu oscyloskopu pojawi się menu z polem wyboru – XYon/XYoff. Przyciskiem funkcyjnym pod tym polem wyboru ustawiamy parametr na XYon.

1. Połączyć układ według schematu przedstawionego na rys. 1 i po sprawdzeniu przez prowadzącego prawidłowości połączeń włączyć do sieci autotransformator, oscyloskop, układ badany (włącznik na płytce układu W).
2. Kręcąc pokrętką autotransformatora i obserwując na woltomierzu napięcie (woltomierz ustawić na pomiar napięcia przemiennego AC, lub „~”) ustawić jego wartość na 150 V. Jest to wartość U_1 .
3. Wyregulować wzmocnienie Y i X oscyloskopu tak, aby pętla histerezy mieściła się na ekranie oscyloskopu a jednocześnie była możliwie największa.

Wzmocnienie oscyloskopu ustawiamy dwoma pokrętkami, jedno wyskalowane jest w V/cm (lub V/dz), drugie w mS/S (jedno dla osi X, drugie dla osi Y). Jedna działka na ekranie oscyloskopu to 1 cm na siatce widocznej na jego ekranie. Wartość czułości w V, lub mV

możemy odczytać na ekranie w chwili obrotu pokręta, lub cały czas w jednym z rogów ekranu. Ekran oscyloskopu jest pokryty siatką dużych kresek, które są rozmieszczone co 1 cm i małych kresek rozmieszczonych co 1 mm. Dzięki tej informacji możemy obliczyć wartość amplitudy (napięcia szczytowego) danego przebiegu. Przykładowo, jeśli przebieg sinusoidalny rozciąga się w pionie na przestrzeni 3 działek (3 cm) od zera na osi do wartości szczytowej przebiegu, a czułość danego kanału to 200 mV na działkę, to wartość amplitudy przebiegu (napięcie szczytowe) = 600 mV.

Po ustawieniu wzmocnienia X i Y na oscyloskopie ustawić pętlę histerezy tak aby środek figury znajdował się w środku ekranu, a osie układu były zgodne z kierunkiem X i Y na oscyloskopie. Dokonujemy tego pokrętłami oznaczonymi strzałką pionową i poziomą.



Wykres 1

5. Ustawione wzmocnienie w V/cm (lub V/dz) (czyli czułość napięciową w kierunku osi X i Y oscyloskopu) zapisać dla danej pętli histerezy jako wartość niezbędną do obliczenia napięcia U_2 .
6. **Pamiętajmy, że obliczenia napięcia U_2 dokonujemy na podstawie wysokości pętli histerezy w pionie i czułości (wartości wzmocnienia oscyloskopu) w torze „Y”,**
7. Odczytać z oscyloskopu napięcie U_2 podane na jego wejście z układu. W tym celu odczytać ile działek wysokości (cm - oś Y) ma figura pętli histerezy. Wynik pomnożyć przez czułość napięciową oscyloskopu (wzmocnienie Y odczytane z jednego z rogów ekranu dla danego kanału, a także pojawiające się chwilowo w momencie zmiany czułości (obrót pokrętelem v/dz) w V/cn (lub V/dz)).
8. Narysować (zrobić zdjęcie, lub zrzut ekranu do pamięci USB – przycisk „Print”) pętlę

histerezy dla danej wartości napięcia U_1 .

9. Z wielkości odcinków $2x_0$ i $2y_0$ dla pętli histerezy uzyskanej przy napięciu na autotransformatorze 150V wyznaczyć pole koercji i pozostałość magnetyczną badanego rdzenia transformatora.
10. ($S=0.35 \cdot 10^{-3} \text{m}^2$, $l=0,12\text{m}$, $Z_1=74$, $Z_2=2600$, $R_1=1,13\Omega$, $R_2=100\text{k}\Omega$, $C=4,94\mu\text{F}$)
11. Czynności z punktów 2 do 8 powtórzyć dla czterech innych napięć U_1 : 130V, 110V, 90V i 70V.
12. Wszystkie uzyskane pętle histerezy narysować na jednym wspólnym układzie współrzędnych wyrażając B w Teslach, a H w A/m.
13. Dyskusję niepewności ograniczyć do wyrażenia niepewności procentowej wielkości H_m i B_m dla pętli histerezy uzyskanej przy napięciu zasilającym 150V.

Wymagania:

- własności magnetyczne ciał stałych [3, 7, 16]
- domeny w ferromagnetyku [3, 7, 16]
- pętla histerezy i jej parametry [1, 7]
- metody wyznaczania pętli histerezy [1]