|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Katedra Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii  Laboratorium Podstaw Inżynierii Materiałowej | | | | |
|  | Lp. | Imię i Nazwisko | | Udział studenta w opracowaniu sprawozdania [%] |
| 1 | KAROLINA GROSIAK | | 25% |
| 2 | ELŻBIETA WIŚNIEWSKA | | 25% |
| 3 | KACPER BORUCKI | | 25% |
| 4 | DOMINIK MICHORZEWSKI | | 25% |
| Data ćwiczenia | Wydział | | Elektryczny | |
| 18.03.2018 | Nazwa i kod kursu | | Podstawy Inżynierii Materiałowej – ELR041262L | |
| Nr grupy laboratoryjnej | | 4 | |
| Nr ćwiczenia | Temat ćwiczenia | | | Ocena i podpis prowadzącego |
| 5 | Badanie właściwości magnetycznych próbek blach elektrotechnicznych | | |  |

# Cel i zakres ćwiczenia

Cel:

* Badanie właściwości magnetycznych próbek blach elektrotechnicznych

## Zakres:

* Wyznaczenie dynamicznej krzywej magnesowania dla danych próbek
* Wyznaczenie stratności magnetycznej na podstawie pętli histerezy przy B = 1T

# Opis sposobu wykonania ćwiczenia

## Wyznaczenie dynamicznej krzywej magnesowania dla danych próbek:

1. Do wykonania ćwiczenia wykorzystano próbkę wykonaną z blachy prądnicowej V-350 przy użyciu metody oscylograficznej. Następnie sparametryzowano próbkę pod kątem jej wagi, długości, średniej długości oraz powierzchni przekroju poprzecznego próbki. Kolejno zamieszczono dane na protokole, dot. liczby zwojów uzwojenia magnesującego i pomiarowego aparatu Epsteina, częstotliwości źródła zasilania, oraz obliczono wartości współczynnika indukcyjności wzajemnej transformatora powietrznego H oraz długości średniej drogi magnetycznej. W dalszej kolejności podłączono próbkę do układu pomiarowego, układając blachy prądnicowe złożone z blach równolegle i prostopadle walcowanych naprzemiennie oraz równolegle względem siebie. Następnie wykonano 15 pomiarów, poczynając od najwyższego dopuszczalnego prądu dla danej próbki, tak aby nie rozmagnesować jej. Dla każdego kolejnego pomiaru zmniejszano wartość prądu. Dla wszystkich pomiarów zapisano po trzy wartości wskazań woltomierzy V1 i V2 a następnie obliczono ich wskazania średnie. Kolejno obliczono natężenie pola magnetycznego, indukcję magnetyczną oraz przenikalność dynamiczną.
2. Następne ćwiczenie wykonano analogicznie do powyższego, z tą różnicą, iż do wykonania pomiarów wykorzystano próbkę wykonaną z blachy transformatorowej M-4.
3. W trakcie wykonania trzeciego ćwiczenia użyto próbki wykonanej z blachy transformatorowej M-4. Postępowano tak samo jak w ćwiczeniu 1. Podczas podłączenia próbki do układu pomiarowego nie zachowano takiego samego sposobu ułożenia blach, pakiety blach równolegle i prostopadle walcowanych, zostały ułożone w sposób przypadkowy.

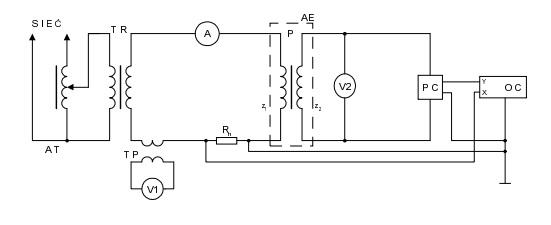
## Wyznaczenie stratności magnetycznej blach:

Na podstawie ćwiczenia powyżej odczytano wielkości wyznaczające położenie wierzchołka pętli histerezy – a,b i powierzchnię pętli histerezy - σ oraz wyznaczono wielkości α,β. Następnie obliczono straty magnetyczne na histerezę. Do określenia stratności próbki przy ustawionym jej namagnesowaniu sporządzono wydruk pętli histerezy z ekranu oscyloskopu (w naszym przypadku z ekranu komputera).

# Spis przyrządów

1. oscyloskop I-7-IVA-2920;
2. aparat Epsteina M-40 do I-7-IVA-2985;
3. transformator powietrzny do I-7-IVA-2985;
4. transformator separujący do I-7-IVA-2985;
5. rezystor wzorcowy do I-7-IVA-2985;
6. przestawka EPS-3-200 do I-7-IVA-2985;
7. przetwornik całkujący do I-7-IVA-2985;
8. amperomierz do I-7-IVA-2985;
9. woltomierz do I-7-IVA-2985;
10. woltomierz do I-7-IVA-2985.

# Schematy układów pomiarowych



*Rys. 1. Układ pomiarowy do badania właściwości magnetycznych próbek blach elektrotechnicznych:*

*AT – autotransformator do regulacji napięcia, TR – transformator separujący i obniżający napięcie,*

*TP – transformator powietrzny, Rn – rezystor wzorcowy, A – amperomierz, P – badana próbka,*

*PC – przetwornik całkujący, OS – oscyloskop, V1, V2 – woltomierze cyfrowe z przetwornikami wartości średniej napięcia,*

*z1 – uzwojenie magnesujące, z2 – uzwojenie pomiarowe, AE – aparat Epsteina*

# Warunki środowiskowe

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Warunki środowiskowe | Temperatura [°C] | Wilgotność [%] | Ciśnienie [hPa] |
| 22 | 32 | 1003 |

# Wyniki pomiarów









- wartość współczynnika indukcyjności wzajemność transformatora powietrznego H

– liczba zwojów uzwojenia magnesującego i pomiarowego aparatu Epsteina 25 cm

– częstotliwość źródła zasilania

- długość średniej drogi magnetycznej

– gęstość materiały próbki

– całkowita masa pasków wchodzących w skład próbki

– powierzchnia przekroju poprzedniego próbki

– długość paska

B – indukcja magnetyczna

H – zewnętrzne pole magnetyczne

µ - przenikalność magnetyczna

– indukcja nasycenia

– pole magnetyczne przy którym następuje nasycenie

– wyznaczają położenia wierzchołka histerezy

α, β – obliczane ze wzorów:

σ – powierzchnia pętli histerezy

– straty magnetyczne na histerezę

- napięcia ze wskazań woltomierzy cyfrowych

– średnie z trzech napięć każdego wskazania

Zbiorczy wykres przedstawiający zależności B = f(H) dla blach: V-350, M-4 ułożonych regularnie i M-4 ułożonych chaotycznie

*Rys. 2. Wykres zależności B = f(H)*

Zbiorczy wykres przenikalności magnetycznej dla blach: V-350, M-4 ułożonych regularnie i M-4 ułożonych chaotycznie

*Rys. 3. Wykres przenikalności magnetycznej*

# Przykładowe obliczenia

1. Do obliczeń przenikalności magnetycznej
2. Do obliczeń stratności

\*Wyniki zostały podłożone z wyliczeń w Excelu, ponieważ w równaniach podane są wartości już zaokrąglone przy przeliczeniach kalkulatorem mogą wyjść inne wartości.

# Interpretacja wyników oraz wnioski

Porównując przebiegi charakterystyk magnesowania wszystkich trzech próbek, można łatwo zauważyć, że różnią się od siebie w sposób znaczący. Badane próbki blach prądnicowych V-350 zbliżają się do stanu nasycenia w polu ok. 800 A/m, podczas gdy próbki blach transformatorowych M-4 osiągają ten stan dopiero w polu o natężeniu zbliżonym do 1400 A/m. Porównując próbki blach transformatorowych można zauważyć, że te ułożone regularnie wymagają mniejszego natężenia pola (1400 A/m) do osiągnięcia stanu nasycenia, niż te ułożone chaotycznie (1500 A/m).

Różnicę widać również w wartości indukcji nasycenia – dla blach V-350 wynosi 1,18T, dla blach M-4 ułożonych regularnie: 1,82T, a dla blach M-4 ułożonych chaotycznie: 1,87T. Zatem układ blach transformatorowych ma wpływ na przebieg charakterystyki magnesowania, a – co za tym idzie – parametry samego rdzenia transformatora.

Po kształtach krzywych magnesowania można wywnioskować, że blachy transformatorowe M-4 są materiałem magnetycznie twardszym od blach prądnicowych V-350.

Duże różnice widać również porównując krzywe przenikalności dynamicznej. Dla blach V-350 maksymalna przenikalność magnetyczna wynosi ok. 6843,64 H/m, dla blach M-4 ułożonych regularnie wynosi ok. 9506,84 H/m, a dla blach M-4 ułożonych chaotycznie ok. 14333,09 H/m. Widać więc zdecydowane różnice, zwłaszcza pomiędzy blachami M-4 ułożonymi w inne sposoby.

W wynikach pomiarów stratności magnetycznej najlepiej wypadają próbki blach V-350, z wynikiem 1,54 W/kg. Stratność magnetyczna blach M-4 ułożonych regularnie wynosi 0,74 W/kg, a ułożonych nieregularnie – 0,86 W/kg. Zatem najwięcej energii traci się stosując rdzenie zbudowane z tych ostatnich ułożonych w sposób chaotyczny.