|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ćwiczenia laboratoryjne** | | | | | |
| **Data wykonania pomiarów** | | **Data oddania sprawozdania** | | **Poprawa** |
| **07.01.2019** | | **14.01.2019** | | **N** |
| **Temat wykonanego ćwiczenia** | | | | **Ocena** |
| **Termin:**  Poniedziałek 9:15  Nr grupy  2 | Pomiary parametrów blach elektrotechnicznych | | | |  |
| **Skład Grupy** | **Kamil Rychcik,**  **Kacper Borucki,**  **Katarzyna Jurak** | | **Kacper Borucki** |  |

# Wstęp teoretyczny i cel ćwiczenia

Każdy materiał można scharakteryzować pod względem jego reakcji na zewnętrzne pole magnetyczne. Do opisu właściwości magnetycznych materiałów wygodnie jest używać pojęcia przenikalności magnetycznej. Wśród fundamentalnych stałych fizycznych systemu jednostek występuje przenikalność magnetyczna próżni - służąca do opisu zjawisk elektrodynamicznych. W oparciu o nią definiuje się przenikalność magnetyczną materiału µ, która określa wpływ materiału na zmianę pola magnetycznego:

w zależności:

Przenikalność względna materiału informuje, ile razy przenikalność materiału jest większa od przenikalności magnetycznej próżni.

Materiały ferromagnetyczne charakteryzują się zjawiskiem histerezy, które obrazuje nieodwracalne zmiany indukcji magnetycznej w następstwie zmian natężenia zewnętrznego pola magnetycznego. Ich graficznym obrazem jest pętla histerezy obrazująca zmiany B=f(H).

Ćwiczenie miało na celu wyznaczenie krzywej magnesowania blach elektrotechnicznych poprzez wykonanie serii pomiarów natężenia pola magnetycznego i indukcji magnetycznej w różnych stanach namagnesowania materiału. Wykorzystany w tym celu został układ z aparatem Epsteina.

# Przebieg ćwiczenia

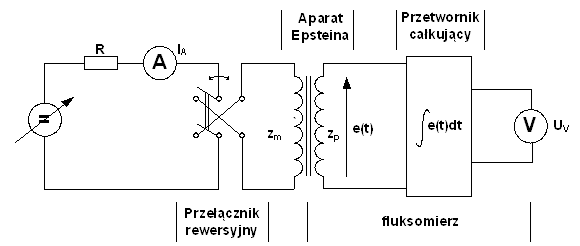
Po podłączeniu układu wykonaliśmy serię pomiarów, zmniejszając po każdym z nich prąd magnesujący. Parametry magnetyczne badaliśmy korzystając z układu całkującego, woltomierza i amperomierza, przy czym po każdym pomiarze blachy zostały poddawane stabilizacji magnetycznej poprzez kilkukrotne wykonanie rewersji prądu magnetycznego.

# Spis przyrządów pomiarowych

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Nazwa urządzenia** | **Dane techniczne przyrządów** |
| **1** | Woltomierz LM-3 | Klasa: 0,5 |
| **2** | Miliamperomierz LM-3 | Klasa: 0,5 |
| **3** | Zasilacz ZT-980-1 | - |
| **4** | Aparat Epsteina | - |
| **5** | Przekaźnikowy przełącznik rewersyjny | - |
| **6** | Układ całkujący | Zakresy: 400ms, 40ms, 4ms |
| **7** | Zasilacz regulowany (do układu całkującego) | - |

# Układ pomiarowy

### Układ pomiarowy z aparatem Epsteina do wyznaczenia metodą statyczną charakterystyki magnesowania blach elektrotechnicznych.



Parametry próbki: m=(1048±1) g - całkowita masa próbki;

l=(300,0±0,5) mm - długość pojedynczego paska blachy; γ=(7,67±0,01) - gęstość blach z zawartością 3% Si

# Tabele pomiarowe

## Wyniki pomiarów i obliczeń charakterystyk i .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Pomiary prądu magnesującego | | | Pomiary napięcia wyjściowego  strumieniomierza | | | | | | Wyniki pomiarów  (wyznaczone dla p=0,95) | | | | | |
| Iz | IA | ur I | Uz | cv | α | UV | urU | cψ | H | | B | | μr | |
| H  ±U(H) | Ur(H) | Β  ±U(Β) | Ur(B) | μr ±U(μr) | Ur(μr) |
| mA | mA | % | V | V/  dz | dz | V | % | mWb/V | A/m | % | T | % | - | % |
| 1 | 75 | 50 | 0,75 | 1,5 | 0,02 | 59,0 | 1,18 | 0,64 | 200 |  | 0,72 |  | 1,4 |  | 3,1 |
| 2 | 75 | 40 | 0,94 | 1,5 | 0,02 | 55,5 | 1,11 | 0,68 | 200 |  | 0,89 |  | 1,4 |  | 3,4 |
| 3 | 75 | 35 | 1,1 | 1,5 | 0,02 | 53,5 | 1,07 | 0,70 | 200 |  | 1,1 |  | 1,5 |  | 3,5 |
| 4 | 75 | 25 | 1,5 | 1,5 | 0,02 | 47,5 | 0,95 | 0,79 | 200 |  | 1,5 |  | 1,5 |  | 4,1 |
| 5 | 30 | 15 | 1,0 | 1,5 | 0,02 | 31,5 | 0,63 | 1,2 | 200 |  | 0,95 |  | 1,8 |  | 4,1 |
| 6 | 15 | 10 | 0,75 | 0,3 | 0,004 | 71,0 | 0,284 | 0,53 | 200 |  | 0,72 |  | 1,3 |  | 3,0 |
| 7 | 7,5 | 5 | 0,75 | 0,15 | 0,002 | 37,0 | 0,074 | 1,0 | 200 |  | 0,72 |  | 1,7 |  | 3,6 |
| 8 | 3 | 2,5 | 0,60 | 0,15 | 0,002 | 18,0 | 0,036 | 2,1 | 200 |  | 0,57 |  | 2,7 |  | 5,5 |

## 

# Przykładowe obliczenia

* błąd graniczny amperomierza
* błąd graniczny woltomierza

### natężenie pola magnetycznego (

* + niepewność standardowa
  + niepewność rozszerzona ()
* indukcja magnetyczna (maksymalna)
  + niepewność standardowa (przy założeniu δ(cψ) = 1%)
  + niepewność rozszerzona (p=0,95, k=2)
* efektywne pole przekroju próbki
* przenikalność magnetyczna względna
  + niepewność standardowa
  + niepewność rozszerzona

# Wykresy

# Wnioski

* Wyniki pomiaru, zgodnie z założeniem, wykazały nieliniową charakterystykę magnesowania badanych blach elektrotechnicznych.
* Przy odpowiednim doborze zakresów przyrządów, niepewności pomiarowe utrzymywały się na zbliżonym poziomie, za wyjątkiem pomiaru przy najmniejszym prądzie magnesowania, na co wpływ w znacznej mierze miał pomiar przy użyciu woltomierza.
* Indukcja nasycenia badanych blach, interpretując przygotowany na podstawie obliczeń wykres, to ok. 1,4T.
* Z wykresu oraz obliczeń wynika również, że maksymalna przenikalność badanych próbek ma wartość zbliżoną do 56310, a przenikalność początkowa to w przybliżeniu 19300.