|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wydział | Dzień/godz.  Czwartek 14-17 | | | Nr zespołu  **14** | |
| **Elektryczny** | Data  29.10.2009 | | |
| Nazwisko i Imię | Ocena z przygotowania | | Ocena z sprawozdania | | Ocena |
| 1. Rudzka Aleksandra |  | |  | |  |
| 2. Bułanowska Maja |  | |  | |  |
| 3. Długoszewski Albert |  | |  | |  |
| Prowadzący:  Michał Kwaśny | | Podpis  prowadzącego | | | |

**Temat: Badanie Efektu Halla**

1. **Cel Ćwiczenia:**

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z przebiegiem efektu Halla, budową Halotronu, zaobserwowanie zmiany napięcia Halla względem natężenia prądu płynącego w obwodzie i napięcia mierzonego na Halotronie.

1. **Wprowadzenie:**

**Efekt Halla-** zjawisko fizyczne, odkryte w 1879 roku przez Edwina H. Halla. Polega ona na wystąpieniu potencjałów w przewodniku, w którym płynie prąd elektryczny, gdy przewodnik znajduje się w położeniu poprzecznym do płynącego prądu w polu magnetycznym. Napięcie to, zwane od nazwiska odkrywcy, napięciem Halla, pojawia się między płaszczyznami ograniczającymi przewodnik prostopadle do płaszczyzny wyznaczanej przez kierunek prądu i wektor indukcji pola magnetycznego. Jest ono spowodowane działaniem siły Lorentza na ładunki poruszające się w polu magnetycznym.

**Siła Lorentza-** siła jaka działa na cząstkę obdarzoną ładunkiem elektrycznym poruszającą się w polu elektromagnetycznym. Wzór podany został po raz pierwszy przez Hendrika Lorentza i dlatego nazwano go jego imieniem.

**Wzór pozwalający obliczyć siłę Lorentza:**



F- siła

E- natężenie pola elektrycznego

B- indukcja magnetyczna

q- ładunek elektryczny cząstki

v- prędkość cząstki

x- iloczyn wektorowy

**Hallotron-** urządzenie, którego zasada działania opiera się na efekcie Halla. Hallotrony wykonywane są na bazie materiałów półprzewodnikowych o dużej ruchliwości nośników ładunku np. arsenek indu, tellurek rtęci, z materiałów litych np. german oraz w technologii warstwowej np. przez nachylanie próżniowe na podłoże ceramiczne. Mała grubość urządzenia jest istotna w kontekście czułości hallotronu, ponieważ napięcie Halla jest odwrotnie proporcjonalne do grubości próbki. Dlatego na ze względu na potrzeby metrologiczne np. pomiary pól w szczelinach, jak i racjonalnej konstrukcji określającej ich wysoką czułość, wykonywane są jak możliwie cienkie i wąskie.

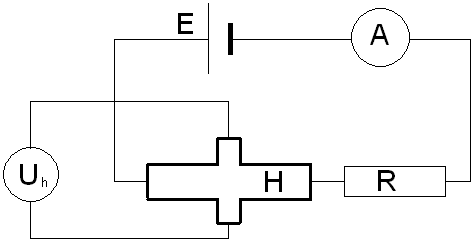
**Zastosowanie Hallotronu:**

* do pomiaru wielkości elektromagnetycznych takich jak indukcja magnetyczna, natężenie prądu, moc czy opór,
* do pomiaru wielkości innych niż elektryczne, np. kąt obrotu (na części wirującej zamocowany jest magnes współpracujący z nieruchomym hallotronem), przesunięcie, drgania mechaniczne, ciśnienie,
* w układach wykonujących operacje matematyczne i logiczne,
* jako kompas.

Zastosowanie hallotronu umożliwiło budowę tanich silniczków prądu stałego np. do wentylatorów używanych w komputerach.

1. **Schemat ćwiczenia**

Ćwiczenie rozpoczęliśmy od budowy obwodu według poniższego schematu:



E- źródło napięcia stałego,

A- amperomierz,

Uh- woltomierz,

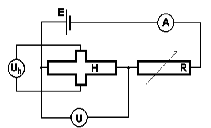
H- hallotron,

R- opornica dekadowa

Wymiary Hallotronu:

* grubość d = (1001) µm
* szerokość c =(2,50,1)mm
* długość l = (10,00,1)mm

W celu zbadania zmiany napięcia Halla w stosunku do zmian napięcia na hallotronie nasz obwód rozszerzyliśmy dodając dodatkowy woltomierz:



E- źródło napięcia stałego

A- amperomierz

U Uh,- woltomierze

H- hallotron

R- opornica dekadowa

**Charakterystyka mierników:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FUNKCJA** | **ZAKRES** | **KLASA** | **ROZDZIELCZOŚĆ** |
| **Napięcie stałe DC** | **200mV**  **2V**  **20V**  **200V**  **100V** | **+- 0,5%rdg1)+ 1dtg2)** | **100µV**  **1mV**  **10mV**  **100mV**  **1V** |
| **Prąd stały DC** | **200µA**  **2mA**  **20mA** | **+- 0,5%rdg+ 1dtg** | **0,1µA**  **1µA**  **10µA** |
| **200mA**  **2A** | **+- 1,2%rdg+ 1dtg** | **100µA**  **1mA** |
| **20A**  **20µA** | **+- 2,0%rdg+ 5dtg** | **10mA**  **10µA** |
| **Rezystancja** | **200Ω**  **2kΩ**  **20kΩ**  **200kΩ**  **2MΩ**  **20MΩ** | **+- 0,5%rdg+ 3dtg**  **+-1,0%rdg+ 2dtg** | **0,1Ω**  **1Ω**  **10Ω**  **100Ω**  **1kΩ**  **10kΩ** |

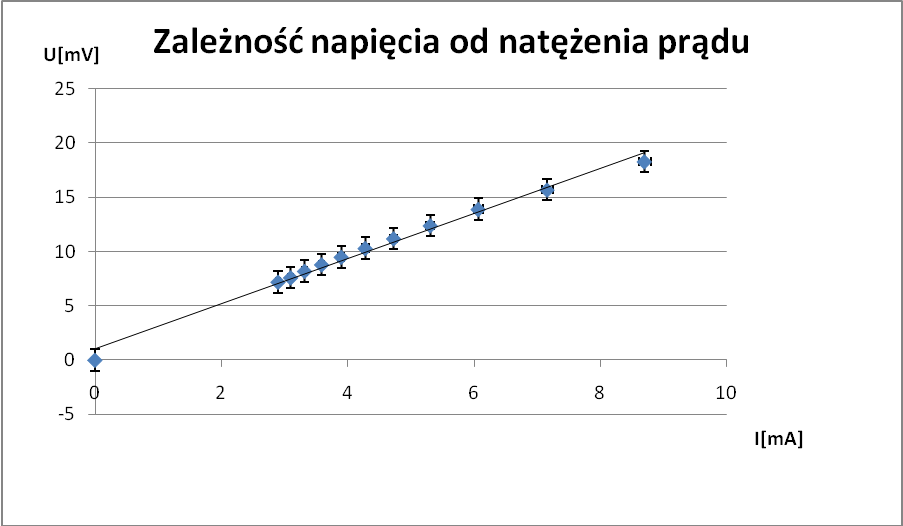
1. **Wykonanie Ćwiczenia**
2. **Badanie napięcia halla[ Uh] w zależności od natężenie prądu sterującego[ A]**

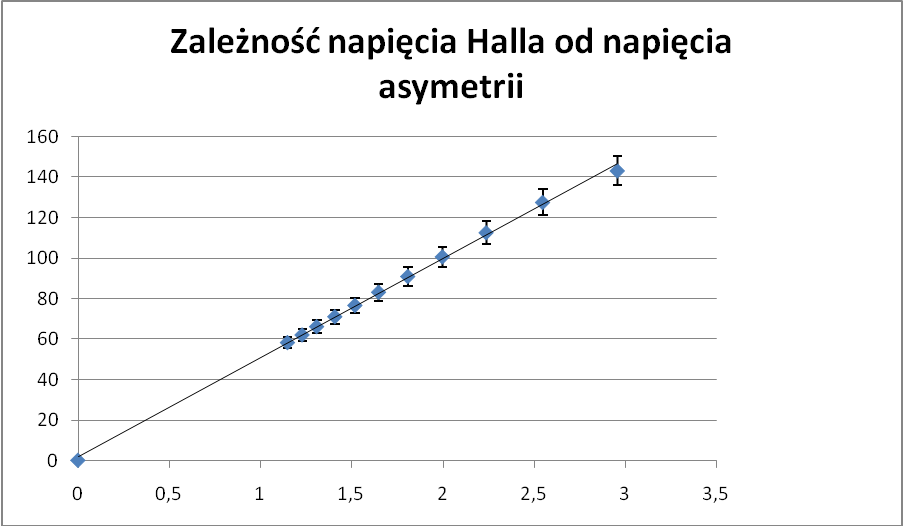
Zmieniając natężenie prądu sterującego poprzez zmianę oporu rezystora dekadowego dokonywaliśmy pomiaru napięcia Halla.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Numer pomiaru: | I[ 20mA] | U[ 200mV] |
| 1. | 0,00 | 0,00 |
| 2. | 2,90 | 7,2 |
| 3. | 3,10 | 7,6 |
| 4. | 3,32 | 8,2 |
| 5. | 3,59 | 8,8 |
| 6. | 3,90 | 9,5 |
| 7. | 4,28 | 10,3 |
| 8. | 4,73 | 11,2 |
| 9. | 5,31 | 12,4 |
| 10. | 6,07 | 13,9 |
| 11. | 7,16 | 15,7 |
| 12. | 8,70 | 18,3 |

Następnie w kolejnym badanym przez nas układzie, już z dodatkowym woltomierzem ustawiliśmy wartość prądu sterowania na Is=0,14. Dokonując zmian wartości prądu elektromagnesu poprzez zmniejszanie oporu na rezystorze dekadowym dokonaliśmy pomiaru napięcia na hallotronie i pomiaru napięcia asymetrii.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Numer pomiaru: | I[ 20m] | Uh[ 200m] | U[ 20m] |
| 1. | 0,00 | 0,0 | 0,00 |
| 2, | 2,89 | 58,2 | 1,15 |
| 3. | 3,09 | 62,0 | 1,23 |
| 4. | 3,32 | 66,1 | 1,31 |
| 5. | 3,58 | 71,0 | 1,41 |
| 6. | 3,89 | 76,6 | 1,52 |
| 7. | 4,26 | 83,1 | 1,65 |
| 8. | 4,71 | 90,9 | 1,81 |
| 9. | 5,29 | 100,6 | 2,00 |
| 10. | 6,05 | 112,5 | 2,24 |
| 11. | 7,08 | 127,5 | 2,55 |
| 12. | 8,64 | 143,1 | 2,96 |





**5. Obliczenia**

Koncentracje elektronów obliczamy korzystając ze wzoru:



po przekształceniu:



Przyjmując następnie *Uh=x* i liczymy współczynnik kierunkowy prostej *y = n·x* metodą najmniejszych kwadratów, zauważając, że współczynnik *b* wynosi 0, otrzymujemy zatem wzór:



gdzie: e=1,60217733\*10, a *B=0,015 T* jest indukcją magnetyczną stałą przy tychpomiarach

Podstawiając zestaw pierwszych pomiarów otrzymujemy:



Posługując się drugim zestawem pomiarów otrzymujemy:



Ruchliwość liczymy ze wzoru:



, gdzie:



Przyjmując następnie *U=x* i liczymy współczynnik kierunkowy prostej *y=n·x* metodą najmniejszych kwadratów, zauważając, że współczynnik *b* wynosi 0, otrzymujemy zatem wzór:



Podstawiając do wzoru otrzymujemy:



**6.Wnioski**

Napięcia Halla (Uh) jest proporcjonalne do prądu sterującego (Is) i spadku napięcia na halotronie(U). Powyższe zależności przedstawiliśmy na powyższych wykresach. Pozwoliły nam one na wyznaczyć koncentracje i ruchliwość nośników.