

Ćwiczenie Nr 322

Temat: **Efekt Halla**

I. Literatura

1. Encyklopedia fizyki – PWN W-wa 1974.
2. Sz.Szczeniowski – Fizyka doświadczalna cz. III – PWN, W-wa 1966.
3. Ch.Kittel – Wstęp do fizyki ciała stałego – PWN, W-wa 1970.
4. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. Praca zbiorowa pod redakcją Tadeusza Rewaja.

II. Tematy teoretyczne

1. Indukcja i natężenie pola magnetycznego, siła Lorentza, uogólnione prawo Ohma.
2. Efekt Halla - sens fizyczna stałej Halla.

III. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie charakterystyk statycznych

$$U_y = \frac{R_H \cdot B}{c} \cdot I_x \quad (1)$$

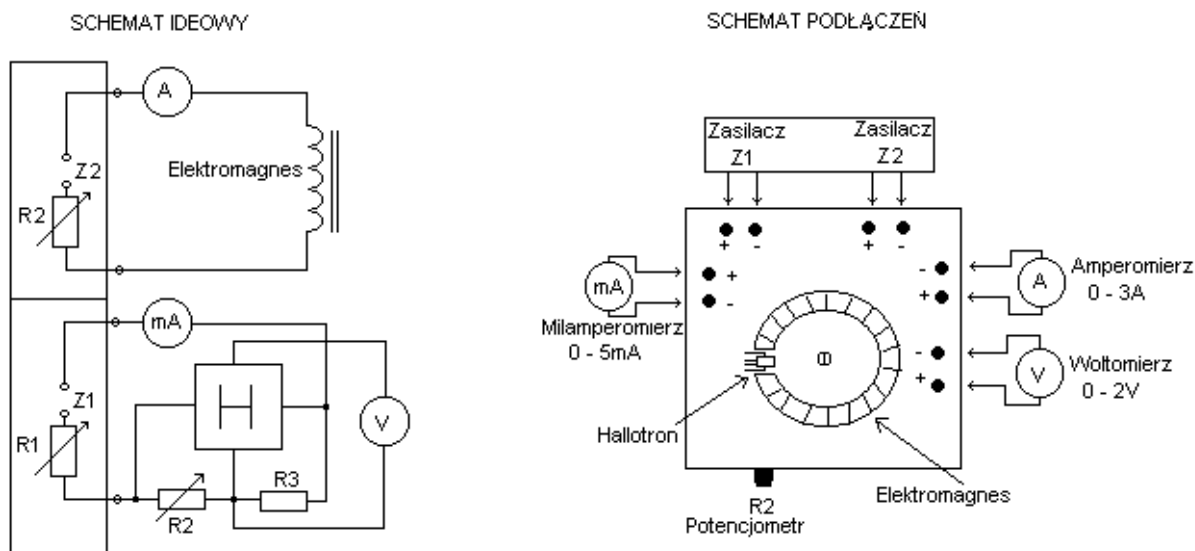
oraz wyznaczenie współczynnika Halla R_H dla hallotronu półprzewodnikowego InSb.

IV. Zestaw pomiarowy

Hallotron umieszczony w szczelinie rdzenia ferromagnetycznego, elektromagnes, zasilacz hallotronu Z_1 , zasilacz elektromagnesu Z_2 , miliamperomierz, amperomierz, miliwoltomierz, opornik kompensacyjny R_2 .

V. Wykonanie ćwiczenia

1. Połączyć obwód wg poniższego schematu



Hallotron H zasilany z zasilacza Z_1 znajduje się w polu magnetycznym elektromagnesu zasilanego z zasilacza Z_2 . Napięcie Halla jest mierzone miliwoltomierzem. Z powodu ewentualnych niejednorodności materiału hallotronu lub gradientu temperatury, mogą wystąpić dodatkowo napięcia zakłócające pomiar napięcia Halla. Do kompensacji tych szkodliwych napięć służy dzielnik napięcia $R_2 - R_3$.

- Przy wyłączonym prądzie elektromagnesu (odłączyć jeden z przewodów od zasilacza Z₂) potencjometrem R₁ ustalić prąd I_x w obwodzie hallotronu na ok. 5 mA. Potencjometrem R₂ ustawić zerowe wychylenie miliwoltomierza (wstępna kompensacja) i ponownie podłączyć przewód do zasilacza Z₂.
- Ustalić potencjometrem R₄ (w zasilaczu Z₂) prąd elektromagnesu na I = 0,5 A.
- Wyznaczyć zależność U_y = f(I_x) - napięcia Halla U_y od prądu I_x płynącego przez hallotron. Prąd I_x zmieniać co 0,5mA w zakresie od 0 do 5mA.
- Pomiary z punktu 5 powtórzyć dla trzech innych prądów elektromagnesu np. I = 1; 1,5; 2 A.
- Propozycja zapisu wyników:

I ₁ = 0,5 A B ₁ =		I ₂ = 1 A B ₂ =		I ₃ = 1,5 A B ₃ =		I ₄ = 2 A B ₄ =	
I _x [mA]	U _y [V]	I _x [mA]	U _y [V]	I _x [mA]	U _y [V]	I _x [mA]	U _y [V]
0,5		0,5		0,5		0,5	
1,0		1,0		1,0		1,0	
1,5		1,5		1,5		1,5	
2,0		2,0		2,0		2,0	
2,5		2,5		2,5		2,5	
3,0		3,0		3,0		3,0	
3,5		3,5		3,5		3,5	
4,0		4,0		4,0		4,0	
4,5		4,5		4,5		4,5	
5,0		5,0		5,0		5,0	
R _{H1} =		R _{H2} =		R _{H3} =		R _{H4} =	
\bar{R}_H =				u(\bar{R}_H) =			
n =				u(n) =			

UWAGA:

100 Azw wytwarza w rdzeniu pole magnetyczne B = 0,15 T. Powyżej tej wartości rdzeń jest w stanie nasycenia, więc zależność B(I) jest liniowa.

Pole magnetyczne działające na hallotron obliczamy z proporcji:

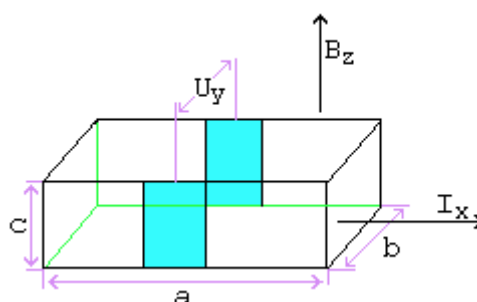
$$\begin{aligned} 100 \text{ [Azw]} &- 0,15 \text{ T} \\ I_z \text{ [Azw]} &- B \end{aligned}$$

B – indukcja odpowiadająca natężeniu I prądu w elektromagnesie

Azw – amperozwoje= natężenie prądu w elektromagnesie pomnożone przez liczbę zwojów cewki elektromagnesu

Wymiary hallotronu: a x b x c = 8 x 9 x 1 ± 0,05 [mm]

Elektromagnes ma z = 250 zwojów.



VI. Opracowanie wyników pomiarów.

1. Na wspólnym rysunku sporządzić wykres czterech charakterystyk $U_y = f(I_x)$. Ponieważ dla stałej wartości pola magnetycznego B zależność ta jest liniowa, dla każdej charakterystyki metodą regresji liniowej wyznaczyć parametry a i b prostej typu:

$$U_y = a \cdot I_x + b \quad (2)$$

oraz ich niepewności $u(a)$ i $u(b)$. (Przy dokładnych pomiarach współczynnik b powinien być równy 0)

2. Wyznaczyć współczynnik Halla R_H dla każdej prostej wykorzystując wyliczone w punkcie 1 współczynniki a poszczególnych prostych:

$$R_H = \frac{a \cdot c}{B}$$

(bo porównując wzór 1 z wzorem 2 i przyjmując $b=0$ otrzymujemy $a = \frac{R_H \cdot B}{c}$).

3. Obliczyć wartość średnią współczynnika Halla \bar{R}_H oraz jej niepewność standardową:

$$u(\bar{R}_H) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 (\bar{R}_H - R_{Hi})^2}{4 \cdot 3}}$$

4. Obliczyć koncentrację n nośników ładunku oraz niepewność tej koncentracji $u(n)$

$$n = \frac{1}{q \cdot R_H}; \quad u(n) = \frac{u(\bar{R}_H)}{q \cdot \bar{R}_H^2} \quad \text{gdzie } q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$