

## 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

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

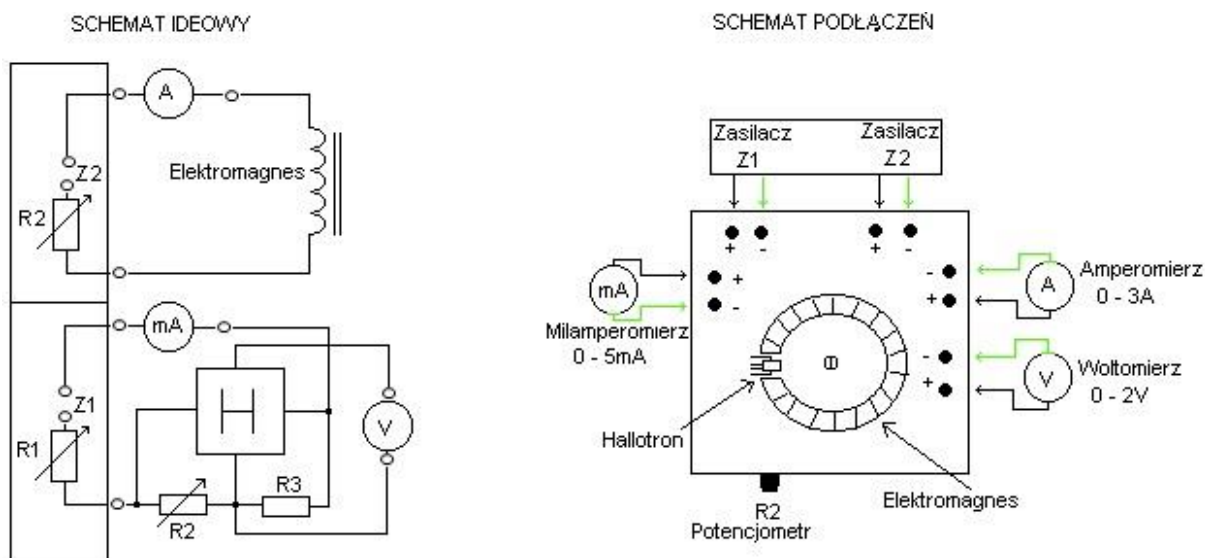
oraz wyznaczenie współczynnika Halla  $R_H$  dla hallotronu półprzewodnikowego InSb.

### IV. Zestaw pomiarowy

Hallotron umieszczony w szczeliny 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 Z<sub>2</sub>) potencjometrem R<sub>1</sub> ustalić prąd I<sub>x</sub> w obwodzie hallotronu na ok. 5 mA. Potencjometrem R<sub>2</sub> ustawić zerowe wychylenie miliwoltomierza (wstępna kompensacja) i ponownie podłączyć przewód do zasilacza Z<sub>2</sub>.
- Ustalić potencjometrem R<sub>4</sub> (w zasilaczu Z<sub>2</sub>) prąd elektromagnesu na I = 0,5 A.
- Wyznaczyć zależność U<sub>y</sub> = f(I<sub>x</sub>) - napięcia Halla U<sub>y</sub> od prądu I<sub>x</sub> płynącego przez hallotron. Prąd I<sub>x</sub> 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 <sub>1</sub> = 0,5 A B <sub>1</sub> =		I <sub>2</sub> = 1 A B <sub>2</sub> =		I <sub>3</sub> = 1,5 A B <sub>3</sub> =		I <sub>4</sub> = 2 A B <sub>4</sub> =	
I <sub>x</sub> [mA]	U <sub>y</sub> [V]	I <sub>x</sub> [mA]	U <sub>y</sub> [V]	I <sub>x</sub> [mA]	U <sub>y</sub> [V]	I <sub>x</sub> [mA]	U <sub>y</sub> [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 <sub>H1</sub> =		R <sub>H2</sub> =		R <sub>H3</sub> =		R <sub>H4</sub> =	
$\bar{R}_H$ =				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:

$$\frac{100 \text{ [Azw]} - 0,15 \text{ T}}{250 \cdot I \text{ [Azw]} - B}$$

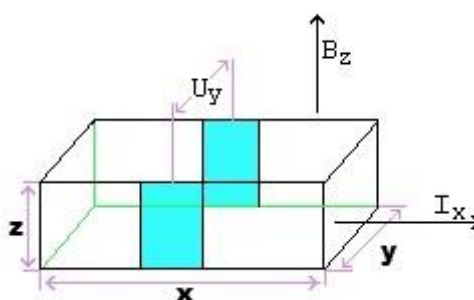
B – indukcja odpowiadająca natężeniu I prądu w elektromagnesie

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

Wymiary hallotronu: x= 8 mm; y= 9 mm; z= 1 mm;

Δx= Δy= Δz= 0,05 mm

Elektromagnes ma N = 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:

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

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

Uwaga: Jeżeli natężenie prądu  $I_x$  wyrażamy w  $mA$ , to współczynnik kierunkowy „ $a$ ” będzie wyrażony w  $k\Omega$ .

Aby uzyskać prawidłowy wymiar stałej Halla (czyli  $\frac{m^3}{C}$ ) należy podstawić do wzoru wartość  $z$  wyrażoną w  $mm$ .

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  $u(n)$

$$n = \frac{1}{q \cdot R_H};$$

$$u(n) = \frac{u(\bar{R}_H)}{q \cdot \bar{R}_H^2}$$

gdzie  $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$