

## 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

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

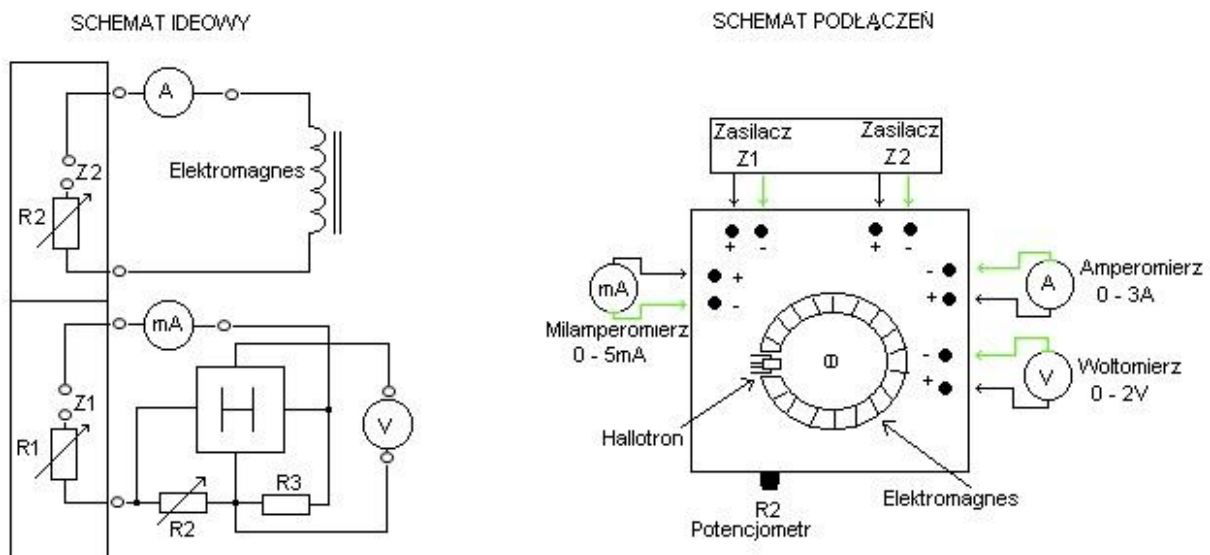
oraz wyznaczenie współczynnika Halla  $R_H$  dla hallotronu półprzewodnikowego InSb.

### IV. Zestaw pomiarowy

Hallotron umieszczony w 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  $Z_2$ ) potencjometrem  $R_1$  ustalić prąd  $I_x$  w obwodzie hallotronu na ok. 5 mA. Potencjometrem  $R_2$  ustawić zerowe wychylenie miliwoltomierza (wstępna kompensacja) i ponownie podłączyć przewód do zasilacza  $Z_2$ .
- Ustalić potencjometrem  $R_4$  (w zasilaczu  $Z_2$ ) 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	
$R_{H_1} =$		$R_{H_2} =$		$R_{H_3} =$		$R_{H_4} =$	
$\bar{R}_H =$				$u(\bar{R}_H) =$			
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:

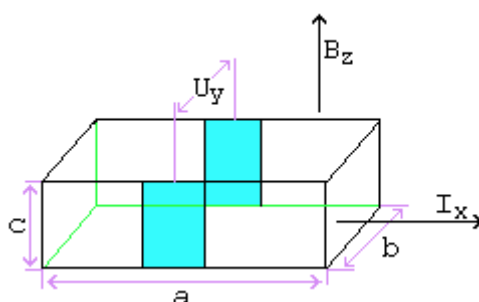
$$\begin{aligned} 100 \text{ [Azw]} &- 0,15 \text{ T} \\ I_z \text{ [Azw]} &- B \end{aligned}$$

$B$  – indukcja odpowiadająca natężeniu  $I$  prądu w elektromagnesie

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

Wymiary hallotronu:  $a \times b \times c = 8 \times 9 \times 1 \pm 0,05$  [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  $u(n)$

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