

Kacper Kulczycki

Zadanie 113

**Badanie skreńcenia płaszczyzny polaryzacji mikrofal
o długości $\lambda = 3$ cm, pod wpływem pola magnetycznego
(efekt Faradaya)**

Warszawa 2002

Wstęp

Celem tego doświadczenia było zbadanie skręcenia płaszczyzny polaryzacji mikrofal o długości fali 3 cm, pod wpływem pola magnetycznego (skręcenie to następowało w ferrycie), oraz wyznaczenie kąta skręcenia tejże płaszczyzny w zależności od natężenia prądu (płynącego przez solenoid) wytwarzającego w ferrycie pole magnetyczne.

Teoria

Ogólnie:

$$\vec{B} = \mu \vec{H}_0 \quad \text{wz.1}$$

oraz:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}} \quad \text{wz.2}$$

Falę spolaryzowaną liniowo można przedstawić jako superpozycję fali spolaryzowanej kołowo lewo- i prawoskrętnie.

Zjawisko Faradaya

Dla fal elektromagnetycznych spolaryzowanych liniowo biegnących w polu magnetycznym, równoległe do jego linii:

$$\Delta\varphi = k(\lambda) l (\vec{B} - \mu_0 \vec{H}_0) \quad \text{wz.3}$$

(Skręcenie to następuje w prawą stronę).

Dla ferrytów $\mu \gg 1$, czyli właściwe jest przybliżenie:

$$\Delta\varphi = k \vec{l} \vec{B} \quad \text{wz.4}$$

B nie jest dla ferromagnetyków liniową funkcją H_0 , więc $\Delta\varphi$ też nie jest, czyli wykres $\Delta\varphi(H_0)$ będzie pętlą histerezy.

gdzie:

\vec{B} - wektor indukcji magnetycznej,

\vec{H}_0 - wektor zewnętrznego pola magnetycznego (liniowo zależny od natężenia prądu płynącego solenoidzie),

μ - przenikalność magnetyczna ośrodka,

v - prędkość fali elektromagnetycznej w ośrodku (dla fali spolaryzowanej prawoskrętnie jest większa niż dla fali spolaryzowanej lewoskrętnie – ze zjawiska Faradaya),

ϵ - przenikalność elektryczna ośrodka,

c - prędkość światła w próżni,

$\Delta\varphi$ - kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji fali elektromagnetycznej w ośrodku,

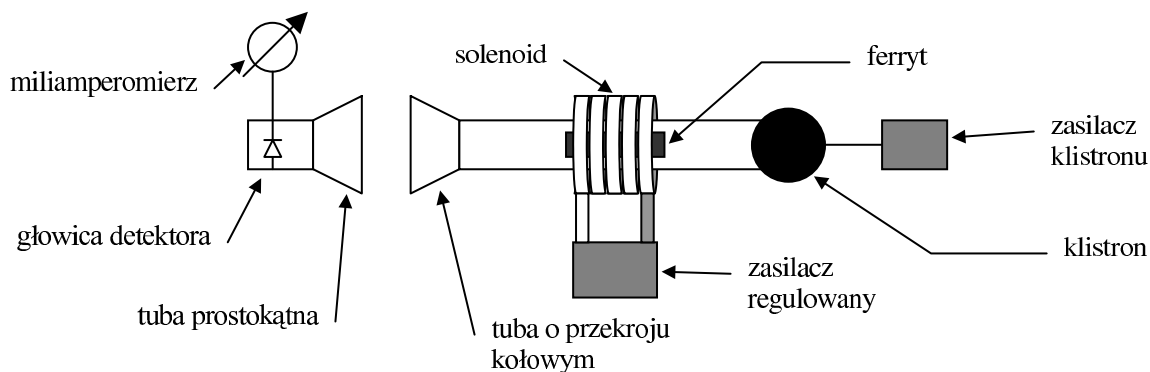
l - długość drogi jaką przebywa fala w ośrodku,

k - stała Verdet (zależna od długości fali),

μ_0 – przenikalność magnetyczna próżni,

Przebieg doświadczenia

Układ pomiarowy użyty w doświadczeniu jest schematycznie przedstawiony na rysunku 1.



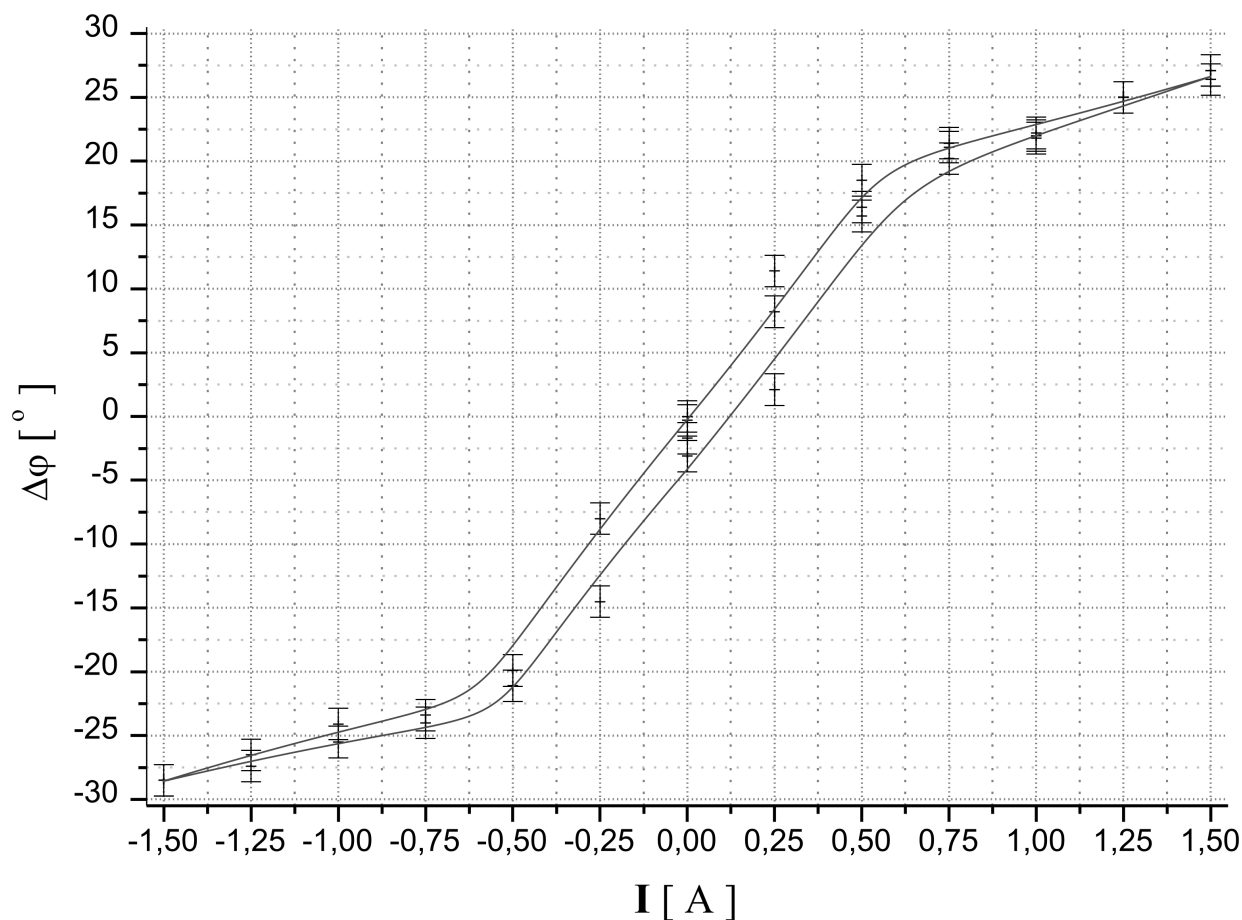
rys.1 Schemat układu pomiarowego

Napięcie reflektora klistronu było tak ustawione, aby uzyskać maksimum prądu na wyjściu analizatora.

Mikrofale z klistronu falowodem doprowadzane były do ferrytu. Ponieważ na falowód wokół ferrytu nawinięty był solenoid, przez który przepuszczano prąd, więc w tym miejscu następowało skrócenie płaszczyzny polaryzacji. Następnie wiązka mikrofal była emitowana przez tubę o przekroju kołowym. Jej polaryzację badano za pomocą analizatora, który składał się z tuby prostokątnej z głowicą detekcyjną podłączoną do miliamperomierza. Tuba zamocowana była w kątomierzu pozwalającym na mierzenie kąta polaryzacji. Jego dokładność wynosiła $0,1^\circ$. Działanie analizatora było następujące: natężenie prądu płynącego przez miliamperomierz osiągało minimum, gdy kierunek polaryzacji mikrofal w tubie (analizatora) było prostopadłe do kierunku polaryzacji mikrofal opuszczających tubę o przekroju kołowym. Doświadczenie polegało więc, na pomiarach kąta φ odpowiadającego minimum prądu płynącego przez miliamperomierz w zależności od natężenia prądu I , związanego z natężeniem pola magnetycznego H_0 .

Wyniki i wnioski

Uzyskane wyniki prezentuje wykres 1.



wyk.1 Zależność $\Delta\phi$ od I (pętla histerezy - czerwona linia ciągła).

Odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru:

dla osi pionowej: $\sigma_{\Delta\phi} = 1,2^\circ$

a dla osi poziomej, zakładano, że natężenia są znane bezbłędnie.

Doświadczenie udało się - pomiary zależności $\Delta\phi(I)$ potwierdziły przewidywaną zależność w postaci pętli histerezy.

Tabele wyników:

dla zależności $\Delta\varphi(I)$:

I [A]	φ [°]	$\Delta\varphi$ [°]
0,00	20,0	0,0
0,25	28,2	8,2
0,50	36,4	16,4
0,75	41,1	21,1
1,00	42,0	22,0
1,25	45,0	25,0
1,50	47,1	27,1
1,25	45,0	25,0
1,00	42,2	22,2
0,75	41,4	21,4
0,50	38,5	18,5
0,25	31,4	11,4
0,00	18,3	-1,7
-0,25	332,0	-8,0
-0,50	320,1	-19,9
-0,75	316,6	-23,4
-1,00	314,5	-25,5
-1,25	312,6	-27,4
-1,50	311,5	-28,5
-1,25	313,5	-26,5
-1,00	315,9	-24,1
-0,75	316,0	-24,0
-0,50	318,9	-21,1
-0,25	325,5	-14,5
0,00	340,3	-0,3
0,00	343,1	-3,1
0,25	22,1	2,1
0,50	35,7	15,7
0,75	40,2	20,2
1,00	41,8	21,8
1,25	45,0	25,0
1,50	46,4	26,4

przy obliczaniu $\sigma_{\Delta\varphi}$:

I [A]	φ [°]
0,15	30,1
0,15	28,8
0,15	28,6
0,15	29,8
0,15	29,3
0,15	30,4
0,15	28,2
0,15	31,1
0,15	29,4
0,15	29,5

$\sigma_{\Delta\varphi}$ obliczone z propagacji małych błędów dla σ_{φ} (bo $\Delta\varphi_i = \varphi_{\text{początkowe}} - \varphi_i$).
 σ_{φ} obliczone jako błąd średni kwadratowy dla średniej 29,52 ° i równe 0,87 °.