

Wstęp teoretyczny

Na fale elektromagnetyczne składa się pole elektryczne, zwyczajowo definiowane jako siła działająca na ładunek stacjonarny, przypadająca na jednostkę ładunku, oraz pole magnetyczne, zwyczajowo definiowane przez siłę działającą na poruszający się ładunek. Jest ona przykładem fali poprzecznej ponieważ kierunek drgań cząstek fali elektromagnetycznej jest prostopadły do kierunku rozchodzenia się tej fali.

Polaryzacja to zjawisko które określa kierunek drgań fali względem kierunku jej rozchodzenia. W przypadku zwykłej fali niespolaryzowanej cząsteczki drgają w każdym kierunku prostopadłym do kierunku rozchodzenia się fali.

Prawo Malusa mówi, że natężenie spolaryzowanego światła jest równe ilorazowi natężenia światła niespolaryzowanego padającego na polaryzator i kwadratu cosinusa kąta padającego światła

$$I = I_0 \cdot \cos^2(\varphi)$$

I - natężenie światła spolaryzowanego

I_0 - natężenia światła niespolaryzowanego

φ - kąt padania światła

Pomiary natężenia światła spolaryzowanego

Do ćwiczenia wykorzystaliśmy fotometr polaryzacyjny. Detektorem światła w tym układzie jest fotorezystor, czyli opornik, zmieniający swój opór pod wpływem padającego światła. Pomiarowi podlega natężenie prądu I płynącego przez fotorezystor. Dzięki temu wykres zależności natężenia prądu od kąta skręcenia polaryzatora, wygląda tak samo, jak wykres dla natężenia światła.

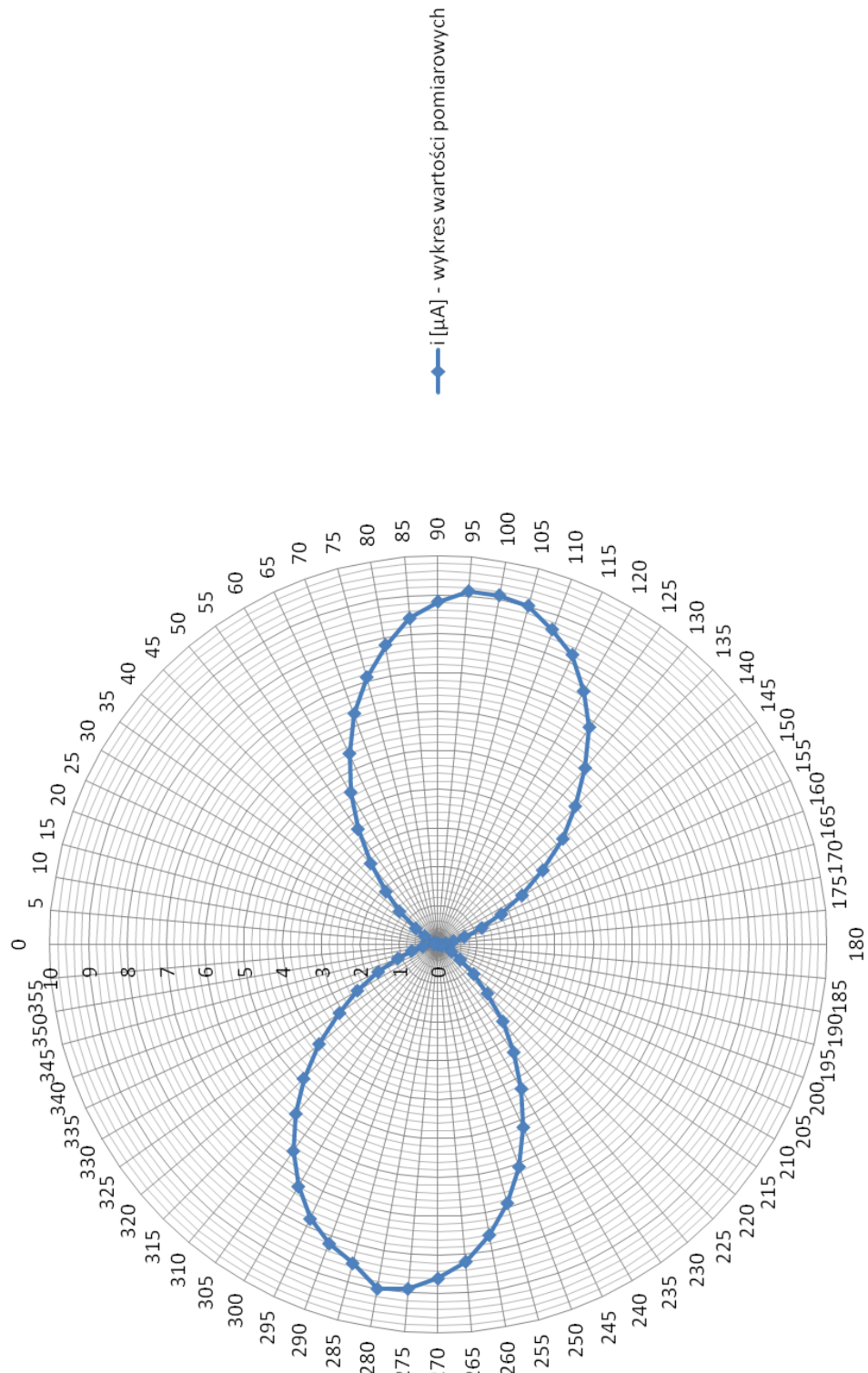
Mieżyliśmy kąty pomiędzy 0° - 360° zwiększając je co każde 5° . Dla każdego mierzzonego kąta spisywaliśmy natężenie prądu które odpowiadało natężeniu światła.

$\Phi, ^\circ$	$I, \mu A$
0	0
5	0
10	0
15	0
20	0
25	0,1
30	0,4
35	0,7
40	1,3
45	1,9
50	2,7
55	3,6
60	4,5
65	5,4
70	6,3
75	7,1
80	7,8
85	8,4
90	8,8
95	9,1
100	9,1
105	9,0
110	8,6
115	8,2
120	7,5
125	6,8
130	5,9
135	5,0
140	4,2
145	3,3
150	2,5
155	1,8

160	1,2
165	0,7
170	0,4
175	0,2
180	0
185	0
190	0
195	0
200	0
205	0,1
210	0,4
215	0,7
220	1,2
225	1,8
230	2,6
235	3,4
240	4,3
245	5,2
250	6,1
255	6,9
260	7,6
265	8,2
270	8,6
275	8,9
280	9,0
285	8,5
290	8,2
295	7,8
300	7,2
305	6,5
310	5,7
315	4,9
320	4,0

325	3,1
330	2,4
335	1,7
340	1,1
345	0,7
350	0,4
355	0,1
360	0

i [μ A] - wykres wartości pomiarowych



Obliczanie według prawa Malusa teoretycznych wartości prądu płynącego przez fotoopornik:

Teoretyczne wartości prądu płynącego przez fotoopornik można wyliczyć ze wzoru:

$$i_T = i_{max} \cos^2(\phi)$$

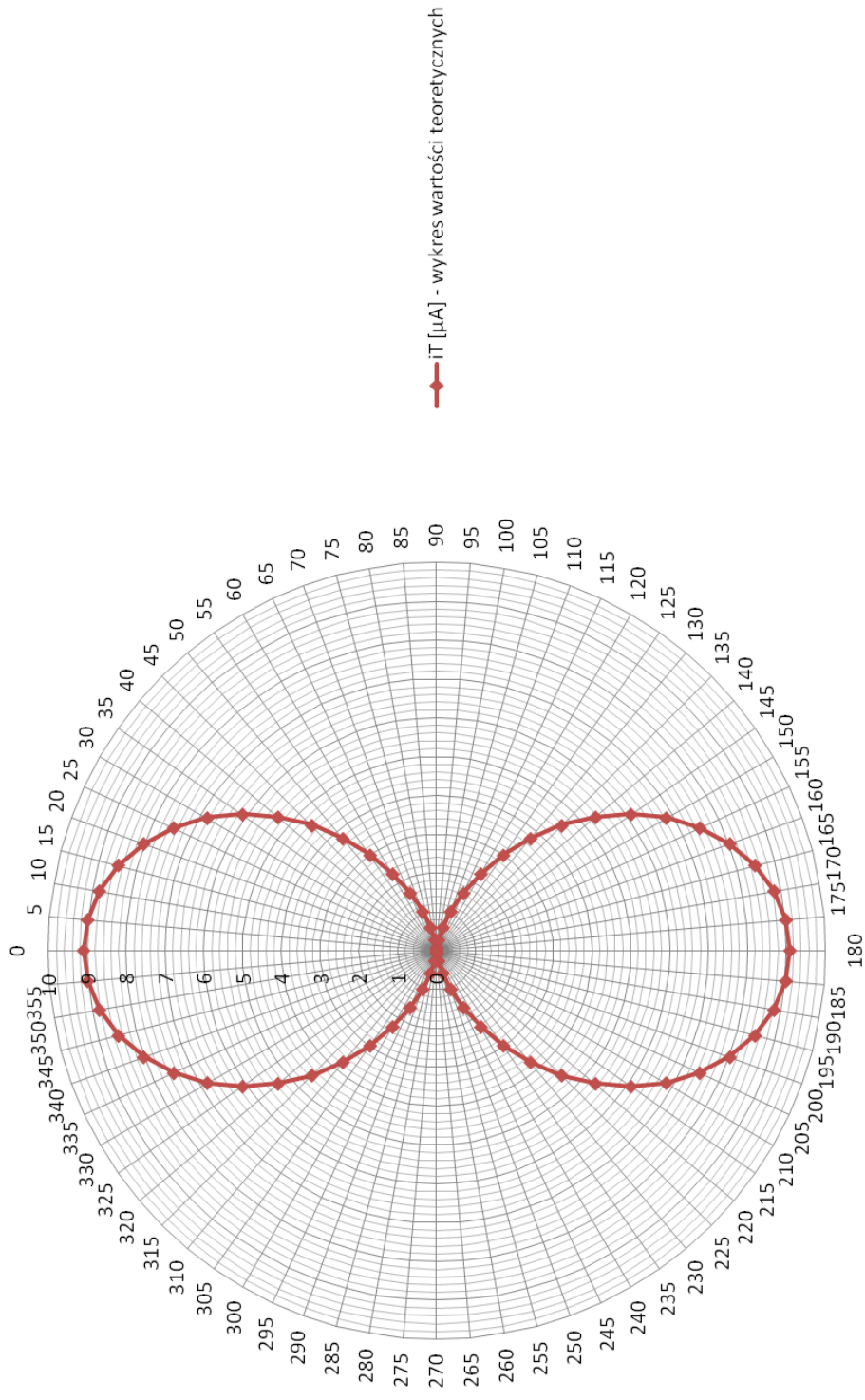
Gdzie i_{max} jest maksymalnym wskazaniem amperomierza. W naszym przypadku 9.1 A.

$\Phi, ^\circ$	I, μA	$I_t, \mu A$
0	0	9,10
5	0	0,73
10	0	6,41
15	0	5,25
20	0	1,52
25	0,1	8,94
30	0,4	0,22
35	0,7	7,43
40	1,3	4,05
45	1,9	2,51
50	2,7	8,47
55	3,6	0,00
60	4,5	8,25
65	5,4	2,88
70	6,3	3,65
75	7,1	7,73
80	7,8	0,11
85	8,4	8,82
90	8,8	1,83
95	9,1	4,85
100	9,1	6,77
105	9,0	0,53
110	8,6	9,08
115	8,2	0,97
120	7,5	6,03

125	6,8	5,65
130	5,9	1,23
135	5,0	9,03
140	4,2	0,36
145	3,3	7,11
150	2,5	4,45
155	1,8	2,16
160	1,2	8,66
165	0,7	0,04
170	0,4	8,01
175	0,2	3,26
180	0	3,26
185	0	8,01
190	0	0,04
195	0	8,66
200	0	2,16
205	0,1	4,45
210	0,4	7,11
215	0,7	0,36
220	1,2	9,03
225	1,8	1,23
245	2,6	5,65
250	3,4	6,03
240	4,3	0,97
245	5,2	9,08
250	6,1	0,53

255	6,9	6,77
260	7,6	4,85
265	8,2	1,83
270	8,6	8,82
275	8,9	0,11
280	9,0	7,73
285	8,5	3,65
290	8,2	2,88
295	7,8	8,25
300	7,2	0,00
305	6,5	8,47
310	5,7	2,51
315	4,9	4,05
320	4,0	7,43
325	3,1	0,22
330	2,4	8,94
335	1,7	1,52
340	1,1	5,25
345	0,7	6,41
350	0,4	0,73
355	0,1	9,10
360	0	0,73

iT [μA] - wykres wartości teoretycznych



Znalezienie błędu zera

Błąd zerowy można znaleźć z wzoru:

$$\alpha + \phi = \phi T$$

W naszym przypadku wyszło, że błąd zerowy wynosi 105°

Sporządzenie wykresu zależności wskazań amperomierza od kwadratu cosinusa kąta $i(\phi T) = i_{\max} \cdot \cos^2(\phi T)$ wraz ze słupkami niepewności.

Niepewność punktów pomiarowych wyliczyliśmy ze wzoru:

$$u(i) = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$$

Gdzie niepewność graniczna Δx wyliczana jest ze wzoru:

$$\Delta x = a\% \cdot \text{wynik} + b \cdot \text{rozdzielczość}$$

Przy czym:

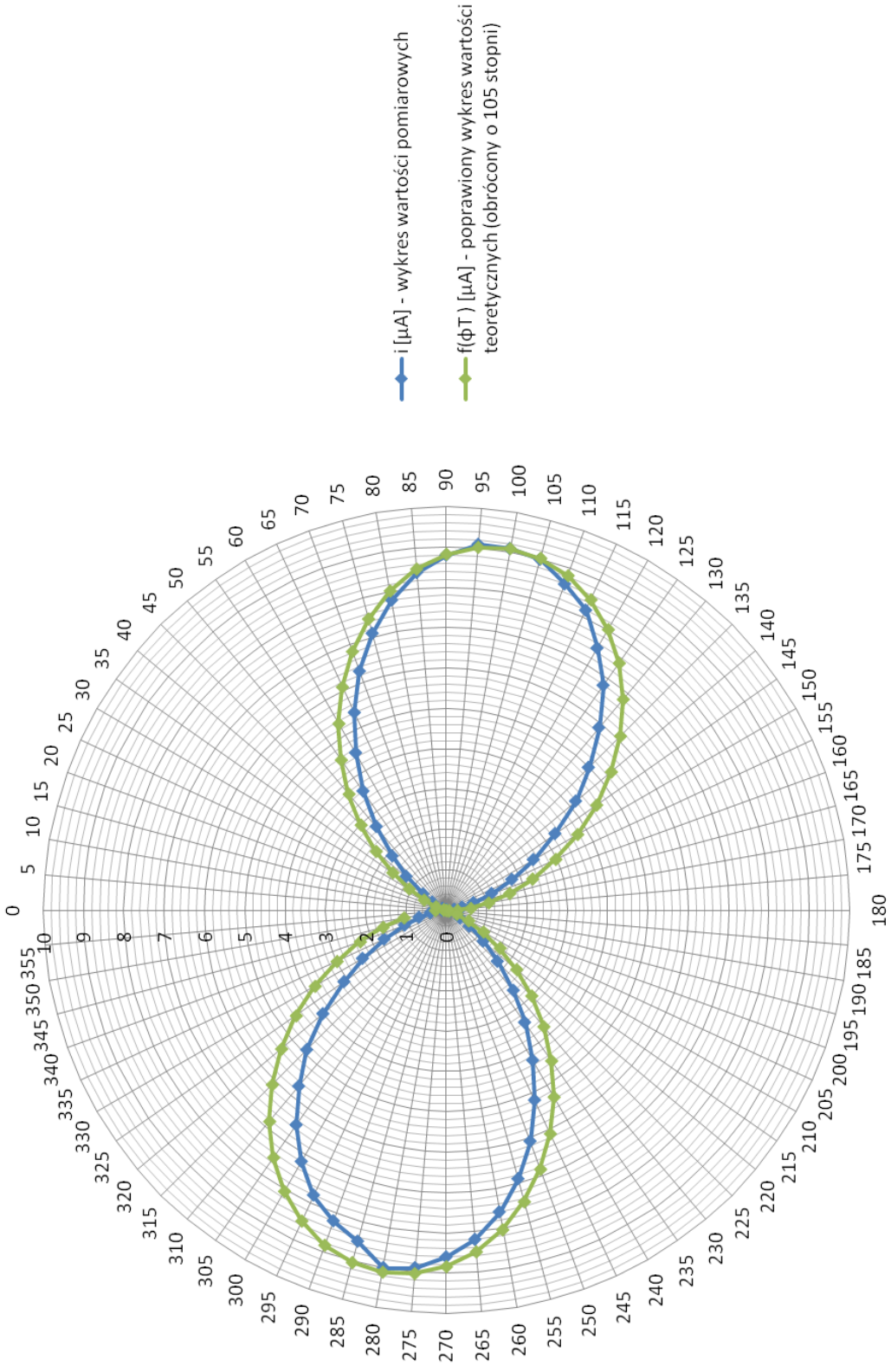
- $a\%$ to klasa przyrządu wynosząca 1,2%
- b to stała wynosząca 3
- rozdzielczość wynosi $0,1 \mu\text{A}$

Podsumowanie

Analizując nasze wykresy można stwierdzić, że są one podobne do wykresów teoretycznych, więc można uznać, że prawo Malusa jest spełnione.

Bibliografia

- <https://cnx.org/contents/u2KTPvIK@3.37:M09m0q00@3/1-7-Polaryzacja>
- <https://cnx.org/contents/FqtblkWY@2.180:ujzkqrBv@4/16-2-P%C5%82askie-fale-elektromagnetyczne>
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Polaryzacja_fali
- Instrukcja przy ćwiczeniu



Wykres zależności wskazań amperomierza od kwadratu
cosinusa kąta $i(\Phi_T) = i_{\max} \cdot \cos^2(\Phi_T)$

