

Sprawdzanie prawa Malusa

Informatyka – profil praktyczny, semestr II
Wydział Matematyki Stosowanej
Politechnika Śląska

Sekcja 5
Piotr Skowroński, Bartłomiej Pacia

Maj 2022

1 Wstęp teoretyczny

Falą elektromagnetyczną nazywamy zaburzenie pola elektromagnetycznego rozchodzące się w przestrzeni. Zmienne pole elektryczne wytwarza pole magnetyczne. Z kolei zmienne pole magnetyczne wytwarza pole elektryczne. Oznacza to, że fala elektromagnetyczna to inaczej sprzężone ze sobą pola elektryczne i magnetyczne. Fala elektromagnetyczna jest przykładem fali poprzecznej.

Fala poprzeczna to fala, w której oscylacje są prostopadłe do kierunku rozchodzenia się tej fali. Polaryzacja jest zjawiskiem możliwym tylko dla fali poprzecznej. W przypadku fali niespolaryzowanej fala oscyluje we wszystkich możliwych kierunkach prostopadłych do kierunku rozchodzenia się fali. Polaryzacja jest procesem, w wyniku którego osiągamy tylko jeden kierunek oscylacji. Możliwe jest to dla światła na przykład przy pomocy tak zwanego polaryzatora, czyli materiału pochłaniającego światło w kierunku ułożenia cząsteczek tego materiału.

Prawo Malusa mówi, że natężenie światła spolaryzowanego jest równe natężeniu światła padającego na polaryzator pomnożonemu przez cosinus kąta padania tego światła do kwadratu. Prawo to działa, tylko kiedy światło padające jest spolaryzowane.

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

Gdzie:

I - natężenie światła spolaryzowanego,

I_0 - natężenie światła padającego,

ϕ - kąt między płaszczyzną polaryzacji światła a płaszczyzną polaryzacji polaryzatora.

Celem ćwiczenia jest sprawdzenie, czy prawo Malusa zachodzi.

2 Pomiar

Podczas wykonywania doświadczenia w pracowni pomiary zapisywaliśmy ręcznie na kartce. Następnie przepisaliśmy wyniki naszych pomiarów do pliku CSV, by umożliwić ich wykorzystanie w programie.

Użyliśmy języka Python w środowisku Jupyter Notebook. Wykorzystaliśmy biblioteki *numpy*, *pandas* i *matplotlib*.

3 Wykresy i tabela z danymi

Wykres $I(\phi)$, $I_T(\phi)$, Obrócony wykres $I_T(\phi + \alpha)$ i tabela z obliczeniami

Przyjmujemy niepewności:

$$u(\phi) = 0.5^\circ,$$

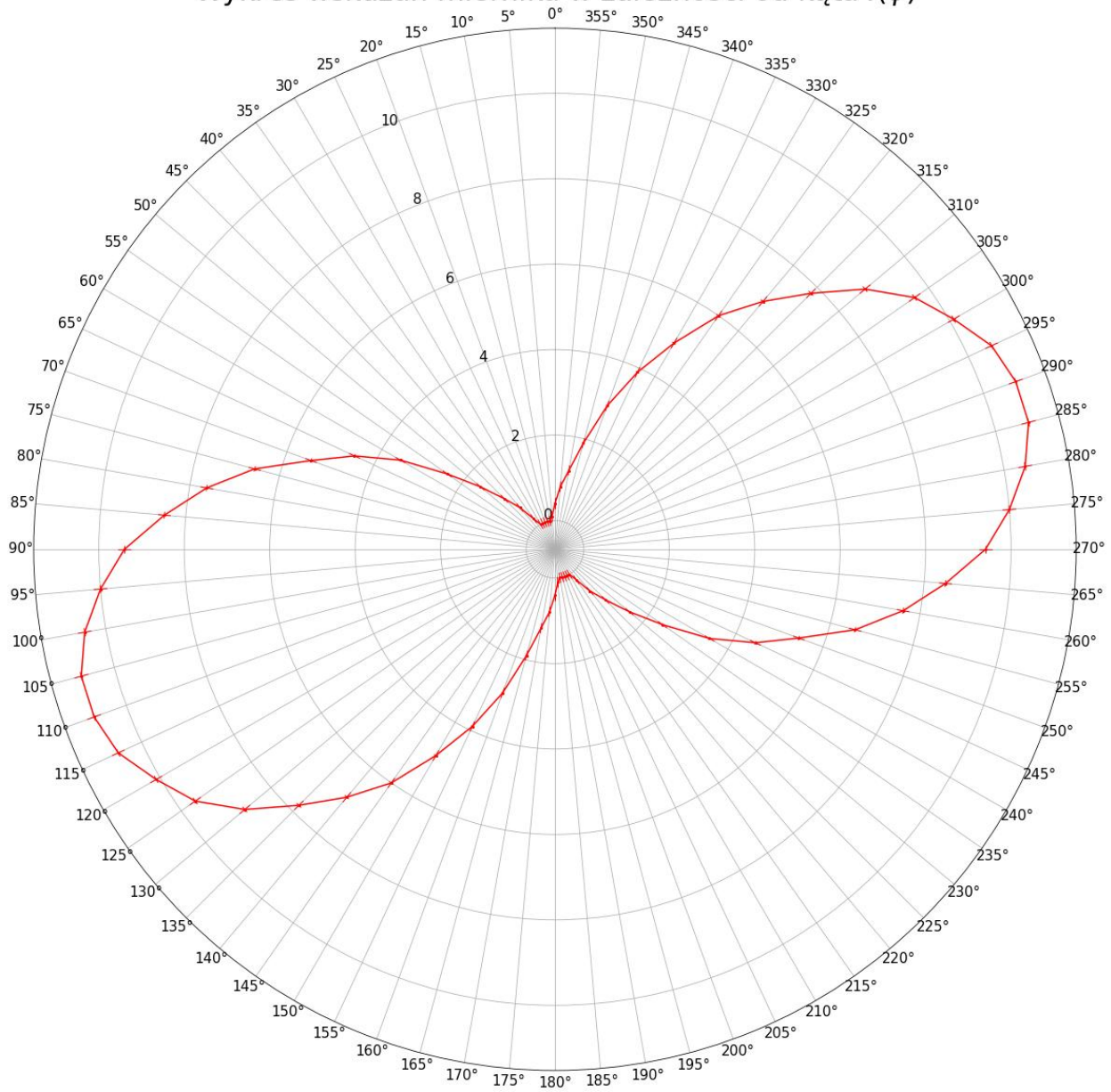
$$u(I) = \frac{0.8\% \cdot I + 0.2}{\sqrt{3}} \text{ dla użytego przez nas urządzenia,}$$

$$u(I_T) = \sqrt{(2I_{max} \cos(\phi) \sin(\phi) \cdot u(\phi))^2 + (\cos(\phi) \cdot u(I))^2} \text{ Z prawa przenoszenia niepewności,}$$

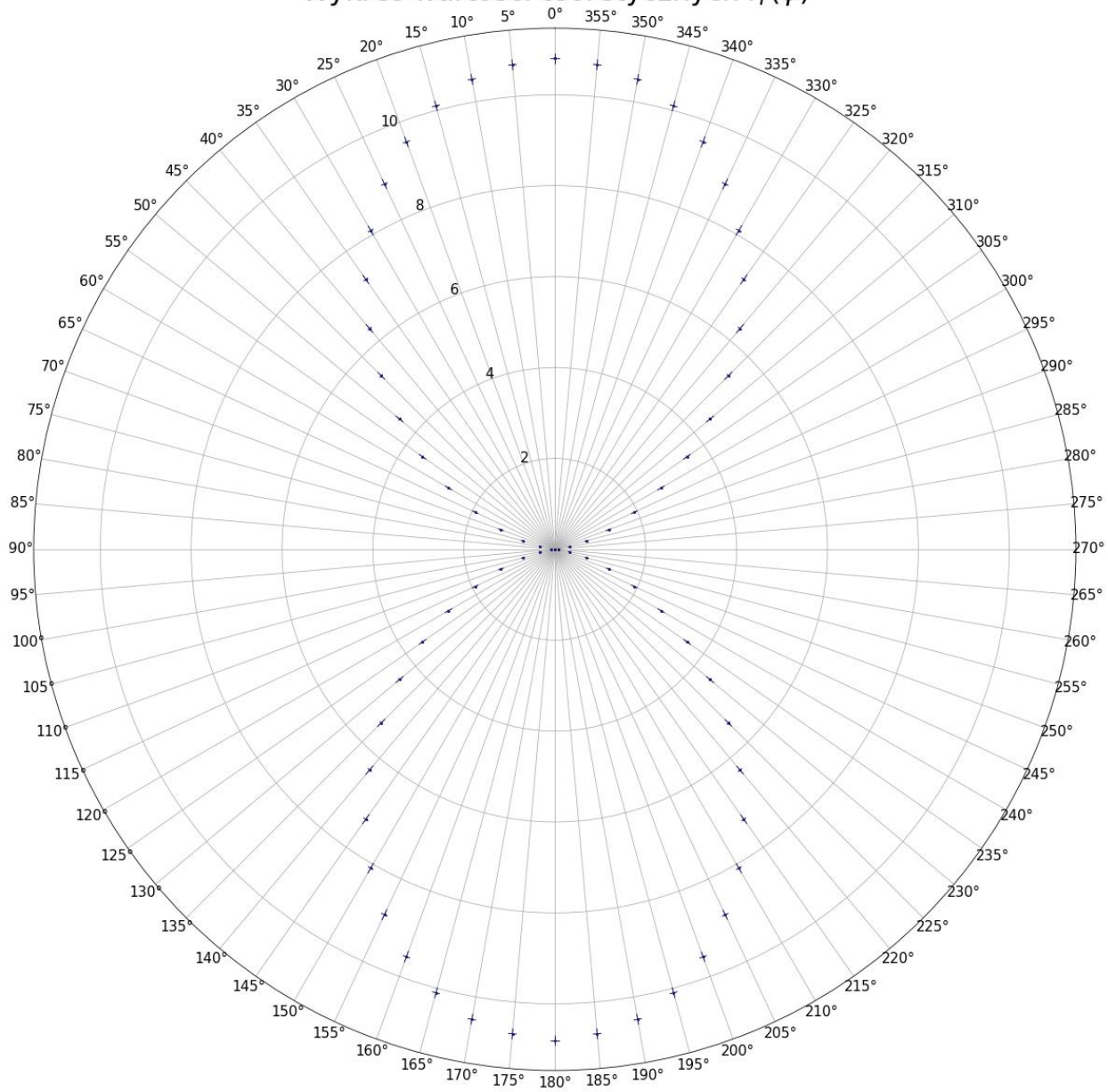
$$\text{Kąt obrotu } \alpha = 110^\circ.$$

Wykresy na następnych stronach.

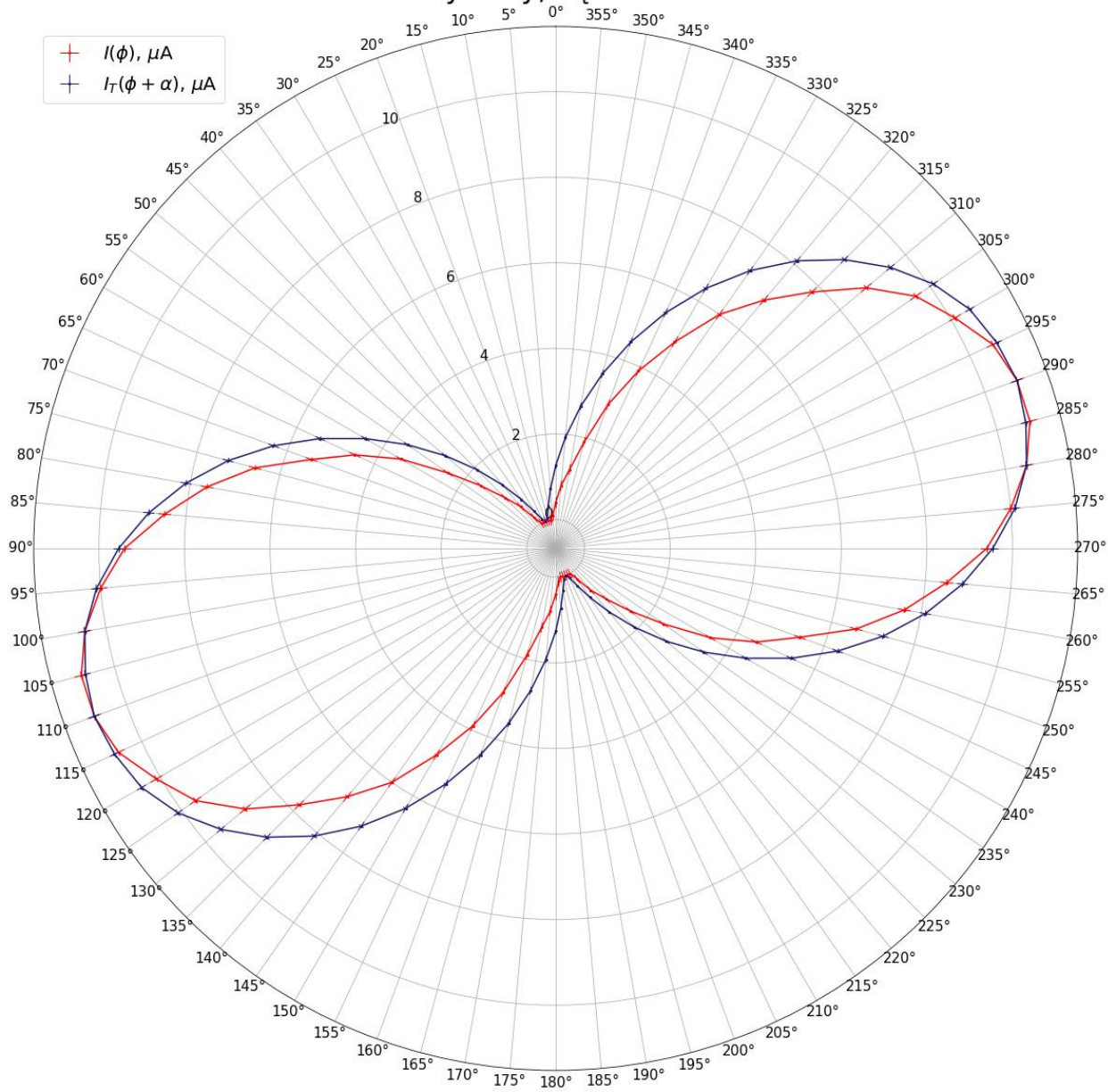
Wykres wskazań miernika w zależności od kąta $I(\phi)$



Wykres wartości teoretycznych $I_T(\phi)$



Nałożone wykresy, kąt obrotu $\alpha = 110^\circ$



Tabelka z danymi

$\phi, ^\circ$	$I_0, \mu\text{A}$	$I_T, \mu\text{A}$	$u(I_0), \mu\text{A}$	$u(I_T), \mu\text{A}$
0	0.40	10.80	0.12	0.12
5	0.10	10.70	0.12	0.12
10	0.00	10.50	0.12	0.12
15	0.00	10.10	0.12	0.12
20	0.00	9.54	0.12	0.12
25	0.00	8.87	0.12	0.12
30	0.00	8.10	0.12	0.12
35	0.20	7.25	0.12	0.12
40	0.60	6.34	0.12	0.12
45	1.00	5.40	0.12	0.11
50	1.60	4.46	0.12	0.11
55	2.40	3.550	0.13	0.098
60	3.50	2.700	0.13	0.088
65	4.50	1.930	0.14	0.076
70	5.40	1.260	0.14	0.063
75	6.60	0.723	0.15	0.048
80	7.60	0.326	0.15	0.033
85	8.50	0.082	0.15	0.016
90	9.40	0.00	0.16	0.00
95	10.00	0.082	0.16	0.016
100	10.50	0.326	0.16	0.033
105	10.80	0.723	0.17	0.048
110	10.80	1.260	0.17	0.064
115	10.60	1.930	0.16	0.078
120	10.10	2.700	0.16	0.091
125	9.60	3.55	0.16	0.10
130	8.80	4.46	0.16	0.11
135	7.80	5.40	0.15	0.12
140	6.90	6.34	0.15	0.13
145	6.00	7.25	0.14	0.13
150	4.90	8.10	0.14	0.13
155	3.90	8.87	0.13	0.13
160	2.90	9.54	0.13	0.13
165	1.90	10.10	0.12	0.12
170	1.20	10.50	0.12	0.12
175	0.80	10.70	0.12	0.12
180	0.40	10.80	0.12	0.12

4 Wnioski

Otrzymane przez nas wykresy pokazują, że prawo Malusa jest spełnione. Obrócony wykres teoretyczny niemal pokrywa się z wykresem naszych danych pomiarowych. Błędy pomiarowe wynikają z niedokładności urządzenia mierzącego natężenie prądu, jak i niedokładnego odczytu kąta między płaszczyzną polaryzacji światła a płaszczyzną polaryzacji polaryzatora.