

Wydział: FiIS	Imię i nazwisko: 1. Piotr Moszkowicz 2. Wiktor Jasiński		Rok: Drugi	Grupa: PN 14:40	Zespół: 1
PRACOWNIA FIZYCZNA WFiIS AGH	Temat: Modelowanie pola elektrycznego				Nr ćwiczenia: 31
Data wykonania: 18.03.2019	Data oddania: 25.03.2019	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

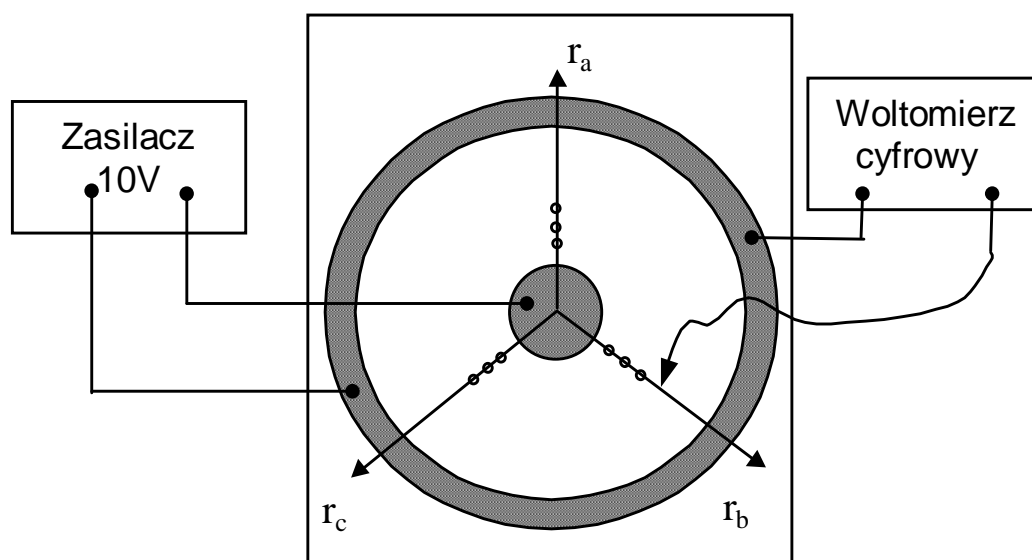
Ćwiczenie nr 31: Modelowanie pola elektrycznego

Cel ćwiczenia:

Wyznaczenie linii ekwipotencjalnych i wektorów natężenia pola elektrycznego na płaszczyźnie dla różnych konfiguracji elektrod. [1]

1. Układ pomiarowy

Pokazany na rys. 1w układ składa się z płyty modelowej do badania danego rozkładu pola oraz zasilacza i woltomierza cyfrowego. Mamy do wyboru płyty będące modelami kondensatorów: płaskiego, cylindrycznego oraz kondensatora o dowolnym kształcie elektrod. Płyty modelowe zawierają metalowe elektrody umieszczone na czarnym papierze przewodzącym prąd elektryczny. Powierzchnia papieru osłonięta jest folią izolacyjną z wyciętymi otworami dla punktów pomiarowych.



Rys. 1w. Schemat połączeń układu pomiarowego do modelowania pola elektrycznego

2. Wykonanie ćwiczenia

Uwagi wstępne

- Połącz obwód elektryczny jak na rys.2 z użyciem zalecanej płyty modelowej.
- Ustaw napięcie zasilacza na wartość 10V.
- Przy pomocy sondy zmierz wartość potencjału w różnych punktach płyty. **Uwaga!** Poprawny pomiar wymaga zastosowania odpowiedniej, tzn. zapewniającej dobry kontakt elektryczny z papierem lecz nie powodującej jego uszkodzenia, siły nacisku sondy.

A. Badanie pola kondensatora płaskiego

Zadanie polega na wyznaczeniu pola w dwu obszarach kondensatora płaskiego:

- *Wewnątrz* kondensatora - wzdłuż kierunków a , b , c pokazanych na rys. 3. Zmierzone wartości potencjału wpisujemy do tabeli 1.
- *Na zewnątrz* kondensatora - w obszarze wskazanym przez prowadzącego i obejmującym ok. 50 punktów. Wyniki pomiarów nanosimy bezpośrednio na rys. 3.

B. Badanie pola kondensatora cylindrycznego

Pomiary potencjału wykonujemy wzdłuż trzech promieni: r_a , r_b , r_c . Wyniki nanosimy na rys. 4 oraz wpisujemy do tabeli 2.

C. Badanie pola w dowolnym układzie elektrod

Zmierzyć wartości potencjału w ok. 100 punktach w obszarze płyty wskazanym przez prowadzącego. Wartości potencjałów nanosimy na rys. 5.

Wariant do wykonania (określa prowadzący):

Wykonaj następujące warianty ćwiczenia.....

i

<div>Podpis</div>

3 Wstęp teoretyczny

3.1 Pole elektryczne

Pole wektorowe określające w każdym punkcie siłę działającą na jednostkowy, spoczywający ładunek elektryczny. Pole elektryczne wytwarzane jest przez ładunki elektryczne oraz zmieniające się pole magnetyczne. [2]

3.2 Potencjał elektryczny

Potencjałem elektrycznym φ w dowolnym punkcie P stałego pola elektrycznego nazywa się stosunek pracy W wykonanej przez siłę elektryczną przy przenoszeniu ładunku q z tego punktu do nieskończoności, do wartości tego ładunku:

$$\varphi_P = \frac{W_{P \rightarrow \infty}}{q}$$

Jednostką potencjału jest 1 V (wolt) równy 1 J / 1 C (dżulowi na kulomb). [3]

3.3 Natężenie pola elektrycznego

Natężenie pola elektrycznego – wektorowa wielkość fizyczna charakteryzująca pole elektryczne.

Natężenie pola elektrycznego jest równe sile działającej na jednostkowy dodatni ładunek próbny, co matematycznie wyraża się jako stosunek siły \vec{F} , z jaką pole elektryczne działa na ładunek elektryczny, do wartości q tego ładunku.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Ładunek próbny oznacza ładunek na tyle mały, że nie wpływa on znacząco na rozkład ładunków w badanym obszarze i tym samym nie zmienia pola elektrycznego w badanym punkcie. Jednostką natężenia pola elektrycznego jest niuton na kulomb

$$[\vec{E}] = \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

co jest równoważne woltowi na metr

$$[\vec{E}] = \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Natężenie pola elektrycznego obrazuje się stosując techniki używane do obrazowania pól wektorowych, rysując linie sił pola (linie styczne do wektora siły działającej na ładunek dodatni), których gęstość odzwierciedla lokalne natężenie pola. [4]

3.4 Kondensator płaski

Element elektryczny (elektroniczny), zbudowany z dwóch przewodników (okładek) rozdzielonych dielektrykiem. [5]

4. Opracowanie wyników pomiarów

Wariant A: kondensator płaski

1. Dla obszaru **wewnątrz kondensatora** oblicz średnie wartości potencjału dla danego położenia x . Następnie oblicz wartości doświadczalne natężenia pola jako

$$E_{dośw} = \frac{V_{n+1} - V_n}{x_{n+1} - x_n}$$

Tą wartość przypisać należy punktowi leżącemu w połowie odległości między x_{n+1} oraz x_n ,
o współrzędnej

$$x^* = \frac{x_{n+1} + x_n}{2}.$$

Wyniki obliczeń zanotuj w tabeli 1b.

2. Wykonaj wykresy zależności potencjału V i natężenia pola elektrycznego E od odległości x . Wykres winien zawierać punkty doświadczalne, oraz linię teoretyczną obliczoną wg. wzorów podanych w opisie ćwiczenia.
3. Dla obszaru **na zewnątrz kondensatora** oblicz, wg. wzorów (2) i (3), oraz narysuj wektor natężenia pola wraz ze składowymi E_x i E_y w kilku wybranych punktach pola.
4. Dla **obu wymienionych obszarów** narysuj linie ekwipotencjalne i linie pola. Przyjmij odstęp linii ekwipotencjalnych $1 - 2$ V. Ponieważ poszczególne punkty pomiarowe mogą nie leżeć na rysowanych liniach ekwipotencjalnych, położenie punktów o szukanym potencjale należy ocenić przez proporcjonalny podział odcinków łączących punkty pomiarowe.

Wariant B: kondensator cylindryczny

Wykonaj w sposób analogiczny do kondensatora płaskiego. (W przypadku kondensatora cylindrycznego nie ma obszaru pola rozproszonego).

Wariant C: dowolny układ elektrod

1. Narysuj przebieg linii ekwipotencjalnych o odstępach $1 - 2$ V, stosownie do zagęszczenia linii. Ponieważ poszczególne punkty pomiarowe mogą nie leżeć na rysowanych liniach ekwipotencjalnych, położenie punktów o szukanym potencjale należy ocenić przez proporcjonalny podział odcinków łączących punkty pomiarowe.
2. Narysuj przebieg linii pola.
3. Oblicz, według wzorów (2) i (3), oraz narysuj długość wektor natężenia $|\mathbf{E}|$ pola wraz ze składowymi E_x i E_y w kilku wybranych punktach pola. Wyniki obliczeń wpisać do tabeli 3.

5 Aparatura pomiarowa

Przy tym doświadczeniu będziemy korzystać z poniższych przedmiotów:

- Zasilacz
- Kondensator płaski
- Sonda do pomiaru napięcia
- Miernik napięcia

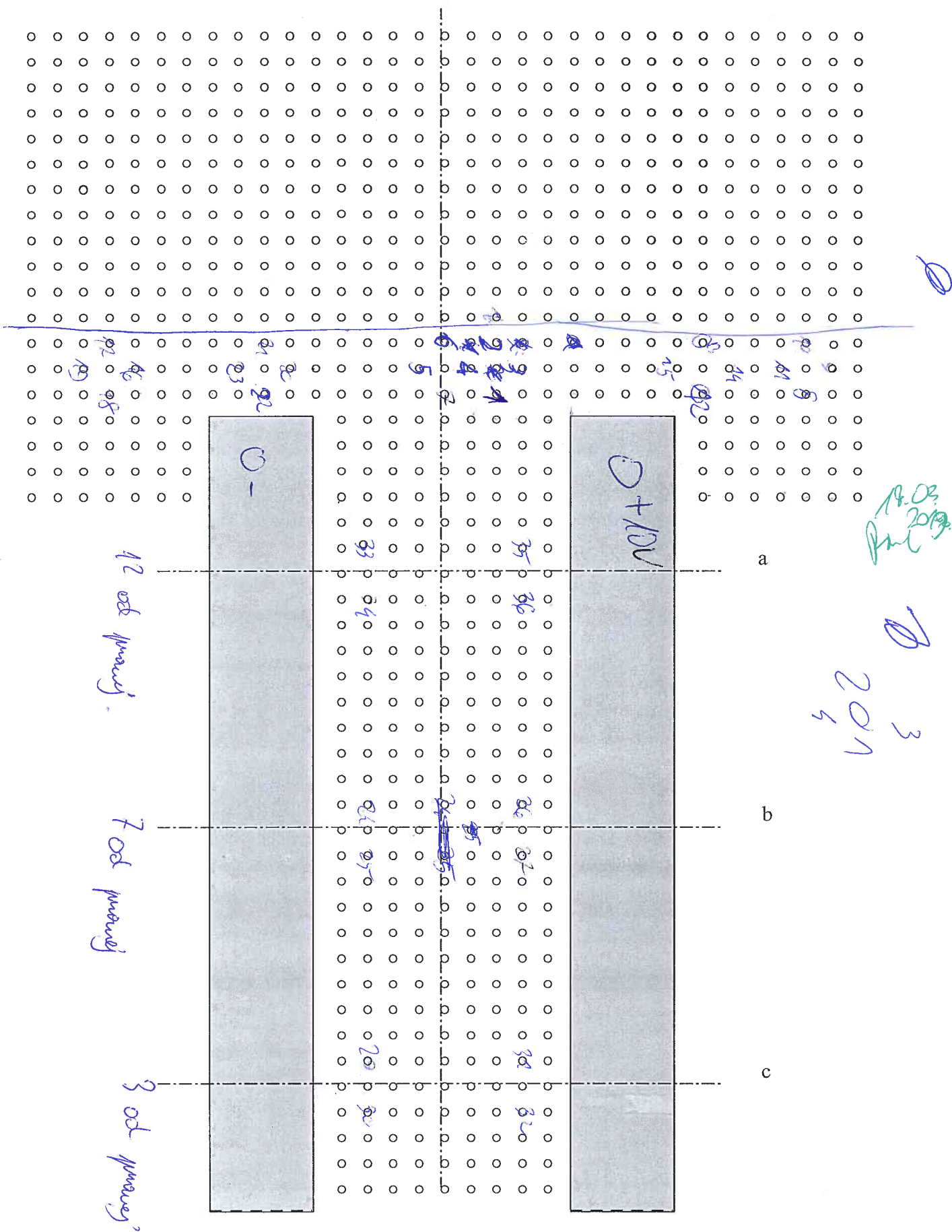
6 Wyniki pomiarów

6.1 Wyniki pomiarów i obliczeń dla płaskiego układu elektrod

L.p.	x [mm]	V_a [V]	V_b [V]	V_c [V]	$V_{dosw} = \frac{V_a+V_b+V_c}{3}$ [V]	V_{teor} [V]
1	3	1.154	1.195	1.021	1.123	1.360
2	5	2.029	2.089	2.363	2.160	2.270
3	7	3.002	3.047	3.015	3.021	3.180
4	9	3.996	4.023	3.825	3.948	4.090
5	11	4.918	4.895	5.073	4.962	5.000
6	13	5.871	5.836	5.801	5.836	5.910
7	15	6.885	6.739	6.692	6.772	6.820
8	17	7.849	7.818	7.701	7.789	7.730
9	19	8.870	8.791	8.582	8.747	8.690

6.2 Wyniki pomiarów potrzebnych do wyliczenia potencjałów w punktach

Na następnej stronie widać spis punktów na rysunku, których pomiary zostały wykonane. Na kolejnej stronie ukazane są wyniki tychże pomiarów.



Rys. 2w. Płaski układ elektrod (wymiary siatki: 0.5 x 0.5 cm)

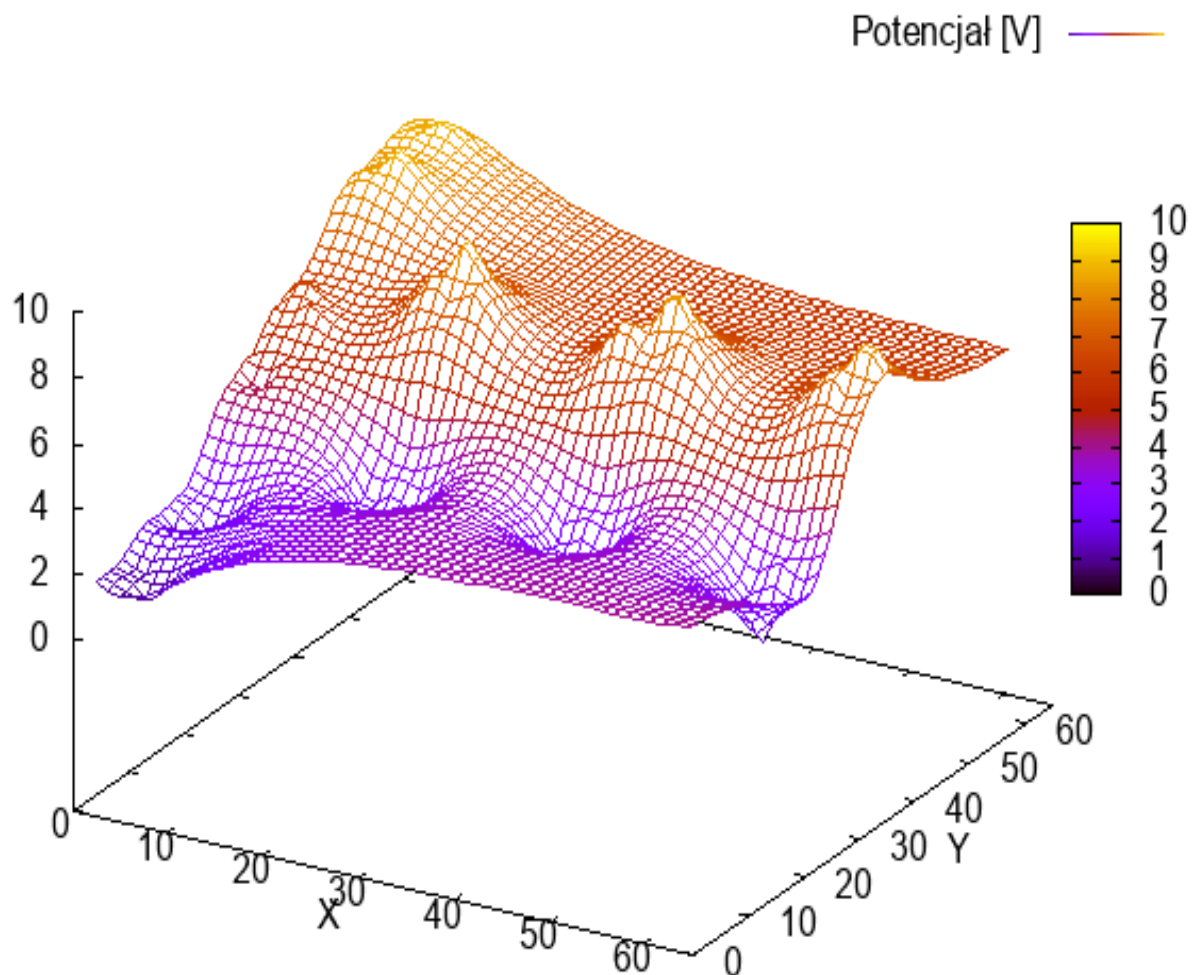
L.p. z rysunku	V [V]
1	6.305
2	5.903
3	6.680
4	5.569
5	4.235
6	4.915
7	5.085
8	9.065
9	8.730
10	8.740
11	8.872
12	9.172
13	8.266
14	8.612
15	8.599
16	1.102
17	1.304
18	0.740
19	0.975
20	2.090
21	2.217
22	1.094
23	1.490
24	2.060
25	2.100
26	7.750
27	7.824
29	1.956
30	2.116
31	7.752
32	7.624
33	2.102
34	2.085
35	7.797
36	7.809

7 Wyniki

7.1 Wyniki obliczeń dla płaskiego układu elektrod

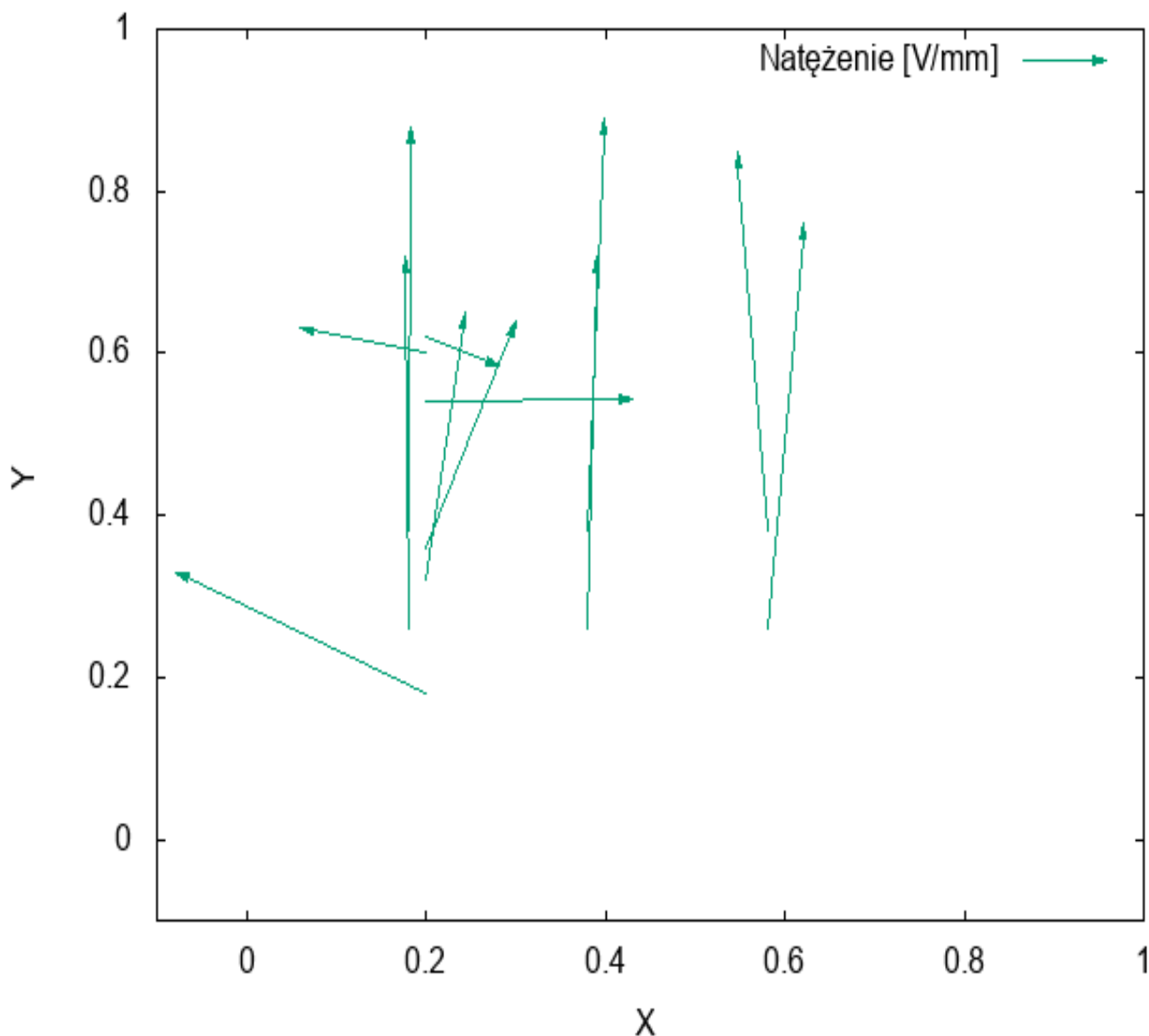
L.p.	x [mm]	$E_{dosw} [\frac{V}{m}]$	$E_{teor} [\frac{V}{m}]$
1	2	0.52	0.46
2	2	0.43	0.46
3	2	0.46	0.46
4	2	0.51	0.46
5	2	0.44	0.46
6	2	0.47	0.46
7	2	0.51	0.46
8	2	0.48	0.46

7.2 Wizualizacja potencjału pola



Rysunek 1: Przybliżenie potencjału pola wewnątrz kondensatora

7.3 Wizualizacja wektorów natężenia pola



Rysunek 2: Przybliżenie natężenia w postaci wektorów pola wewnątrz kondensatora

8 Bibliografia

- [1] http://www.fis.agh.edu.pl/~pracownia_fizyczna/cwiczenia/31_wykon.pdf
- [2] https://pl.wikipedia.org/wiki/Pole_elektryczne
- [3] https://pl.wikipedia.org/wiki/Potencja%C5%82_elektryczny
- [4] https://pl.wikipedia.org/wiki/Nat%C4%99%C5%BCenie_pola_elektrycznego
- [5] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kondensator>