

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО

Мегафакультет трансляционных информационных технологий

Факультет информационных технологий и программирования

Моделирование №2

По дисциплине «Физические основы компьютерных и сетевых технологий»

Выполнил студент группы
№М3203

Петров Денис Александрович

Проверила

Хуснутдинова Наира Рустемовна

Санкт-Петербург

2023

Задание №2 («Конденсаторы различных геометрий»)

1. Задание

Часть 1. Определить емкость для конденсаторов следующих геометрий в зависимости от расстояний между пластинами:

- плоский конденсатор с плоскими прямоугольными пластинами, размером $A \times B$
- плоский конденсатор с плоскими круглыми пластинками одинаковых радиусов R

Визуализировать эквипотенциальные поверхности и силовые линии в таких конденсаторах с учетом краевых эффектов. (3 балла)

Часть 2. Рассмотреть конденсатор с прямоугольными пластинами, размером $A \times B$ (статор) и диэлектрической пластиной между ними, имеющей прямоугольную форму ($A \times B$), который вращается с некоторой угловой скоростью ω вокруг оси (ротор), проходящей через центры круглых пластин статора. Толщина диэлектрической пластины h (в k раз меньше, чем d). Найти зависимость изменения емкости конденсатора C от времени (от положения диэлектрической пластинки). Построить график зависимости $C=f(t)$ (3балла)

2. Объект исследования

Конденсаторы разных геометрий, конденсатор с диэлектрической пластиной

3. Теория

Формулы

$$1. \quad C = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$2. \quad C_r = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot 2\pi R}{d}$$

$$3. \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_d}$$

$$4. \quad C_d = \frac{\epsilon_d \cdot \epsilon_0 \cdot S}{h}$$

$$5. \quad C_1 = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d-h}$$

Кроме того, в работе используются формулы из аналитической геометрии и высшей математики

4. Ход работы

Задание 1.

Пишем функцию, для подсчета емкости плоских конденсаторов:

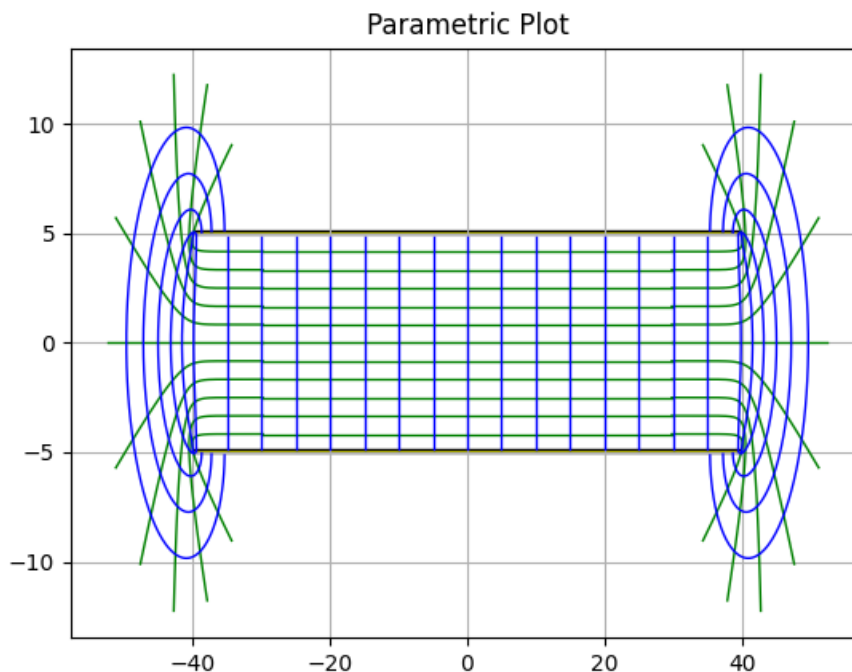
- 1) с прямоугольными пластинами размера $s = a * b$ и расстоянием между пластинами d :

```
def Capacity(s, d, E=1):  
    return E * E_0 * s / d
```

- 2) с круглыми пластинками радиуса r и расстоянием между пластинами d :

```
def RoundCapacity(r, d, E=1):  
    return E * E_0 * r * 2 * np.pi / d
```

Далее используя формулы из статьи [Краевой эффект](#), визуализируем эквипотенциальные поверхности и силовые линии в конденсаторе с учетом краевых эффектов - [код](#)



Задание 2.

Найдем зависимость изменения емкости конденсатора $C = f(\alpha)$ от угла поворота α , где $\alpha = \omega t$. [Полный код решения](#)

В решении использовались:

Формула поворота точки $A(x, y)$ на угол α -

```
def RotatePoint(A, angle)
```

Функция для нахождения точки пересечения двух отрезков -

```
def IntersectionOfLines(A, B, C, D)
```

Формула для нахождения площади параллелограмма по 3 точкам -

```
def ParallelogramArea(A, B, C)
```

Формула для нахождения площади треугольника по 3 точкам -

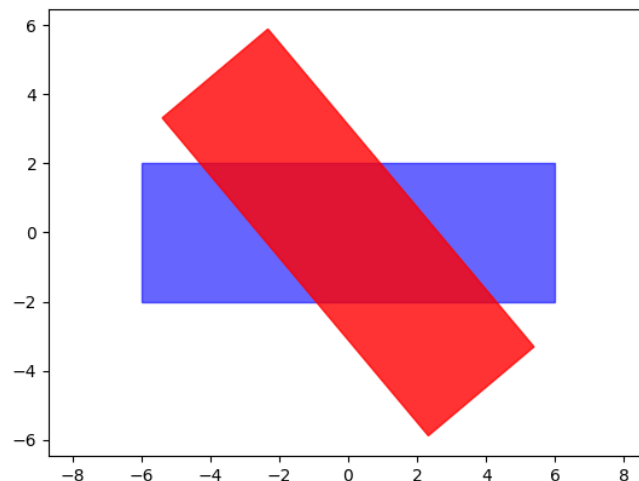
```
def TriangleArea(A, B, C)
```

Формула для нахождения площади пересечения первого прямоугольника со вторым (полученным из первого поворотом на угол α) -

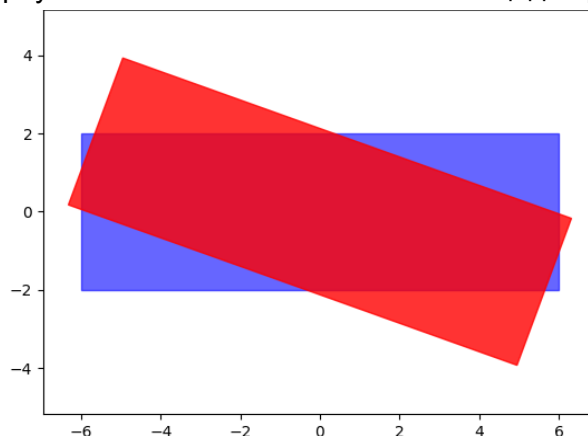
```
def IntersectionArea(a, b, angle)
```

При этом IntersectionArea при подсчете делиться на два случая:

1. **Default Case** : Когда исходный прямоугольник и полученный при повороте имеют 4 точки пересечения, которые образуют параллелограмм
(в этом случае находим площадь параллелограмма по 3 точкам)



2. **X Case** : Когда исходный и полученный поворотом прямоугольники пересекаются в 8 точках (в этом случае находим площадь внешних треугольников и вычитаем её из площади прямоугольника)



Для построения графика $f(\alpha)$ сгенерируем значения α в интервале $(0, \pi)$:

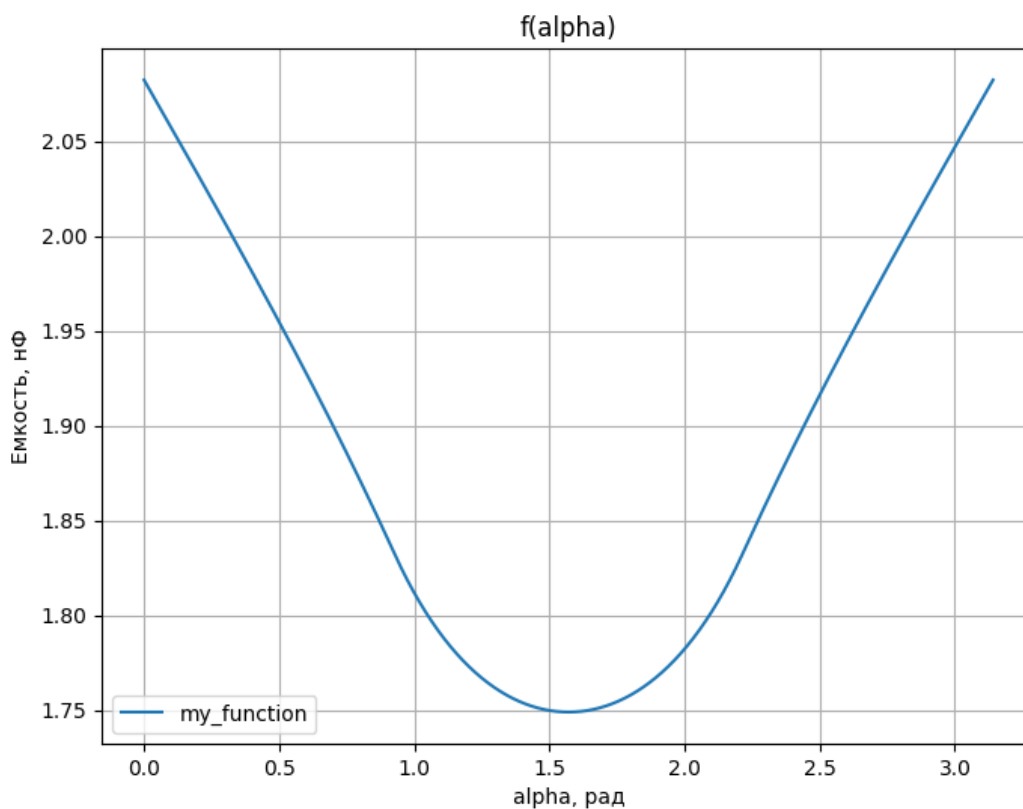
```
alpha_values = np.linspace(0, np.pi, 300)
```

Вычислим емкость конденсатора для каждого угла:

```
function_values = [1e9 * ComputeCapacity(length, width, d, h, alpha)  
for alpha in alpha_values]
```

Построим график используя функцию

```
def Draw(AlphaValues, FunctionValues)
```



5. Результаты

Все используемые материалы и код можно найти на [github](#)