

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

Кафедра інженерії програмного забезпечення в енергетиці

Практична робота № 4
з курсу: «*Основи Веб-програмування*»

Виконав:

студентка 2-го курсу,
групи ТВ-31

Ященко Анастасія Антонівна

Посилання на GitHub репозиторій:

https://github.com/Yashchen/PW4TB-31_Yashchenko_Anastasiia_Antonivna

Перевірив:

Недашківський О.Л.

Київ 2024/2025

1. Короткий теоретичний матеріал

Електропостачання є важливою складовою частиною функціонування будь-якого сучасного виробничого підприємства, оскільки воно забезпечує енергетичні потреби для роботи обладнання та здійснення виробничих процесів. Ця система має бути ретельно спроектована та оцінена з точки зору безпеки й ефективності її роботи. У цьому есе ми розглянемо основні теоретичні аспекти проектування електропостачання, вибору кабельної продукції, розрахунків для струмів короткого замикання (КЗ), а також перевірки на термічну і динамічну стійкість.

Електричні схеми для промислових підприємств можуть бути радіальними, магістральними чи двоступеневими. Радіальна схема передбачає розміщення підстанцій по всіх напрямках, тоді як магістральна схема об'єднує підстанції в одному напрямку. На великих підприємствах застосовуються двоступеневі схеми, де додаткові підстанції забезпечують живлення особливих споживачів першої категорії.

Вибір напруги для електроживлення часто ґрунтується на техніко-економічних розрахунках. Найпоширенішими є системи з напругою 10 кіловольт, але в деяких випадках можуть використовуватися інші варіанти, наприклад, 6 кіловольт.

Кабелі, як основні елементи для передачі електричної енергії, мають величезне значення для безперебійної роботи системи. Вибір кабелів здійснюється на основі їх конструктивних характеристик, довговічності та термічної стійкості до струмів короткого замикання. Стандартна конструкція кабелю включає провідник (мідний або алюмінієвий), ізоляцію, оболонку та захисний шар.

Економічні та експлуатаційні характеристики кабелів залежать від різних факторів: температури допустимого нагріву провідників, максимально допустимого струму, а також термічних характеристик матеріалів. Наприклад, кабелі з зшитого поліетилену мають високу міцність і можуть витримувати температури до $+250^{\circ}\text{C}$ під час коротких замикань.

Аналіз струмів короткого замикання є важливою складовою для забезпечення безпеки електричних мереж. Розрахунки проводяться для перевірки правильності вибору автоматичних вимикачів і кабелів, враховуючи їх здатність

витримувати термічні та динамічні навантаження. Основні параметри, які визначаються під час цих розрахунків:

- Періодична складова струму — головний елемент струму при трифазному короткому замиканні.
- Ударний струм — найвищий струм, що виникає при короткому замиканні.
- Тепловий імпульс — загальна кількість енергії, яка передається при короткому замиканні.

Щоб правильно розрахувати ці величини, важливо враховувати сумарний опір системи, що включає як резистивний, так і реактивний опір. Труднощі розрахунків збільшуються в умовах мінімальних і аварійних режимів роботи електричної мережі.

2. Опис програмної реалізації з необхідними поясненнями та скріншотами програмного коду;

2.1 Завдання 1

Текст

Створіть Веб калькулятор для розрахунку струму трифазного КЗ, струму однофазного КЗ, та перевірки на термічну та динамічну стійкість у складі:

1. Вибрати кабелі для живлення двотрансформаторної підстанції системи внутрішнього електропостачання підприємства напругою 10 кВ (див. Приклад 7.1.);
2. Визначити струми КЗ на шинах 10 кВ ГПП (див. Приклад 7.2.);
3. Визначити струми КЗ для підстанції Хмельницьких північних електричних мереж (ХПнЕМ), яка може мати три режими: нормальний режим; мінімальний режим; аварійний режим (див. Приклад 7.4.).

Опис реалізації

На HTML-сторінці є поля вводу для напруги, потужності та вибору режиму підстанції. Кожному полю присвоєно унікальний id, що дозволяє зчитувати значення через JavaScript. Результати обчислення виводяться в окремий контейнер. Стили оформлення елементів зберігаються в файлі style.css, що дозволяє легко змінювати вигляд без зміни HTML-коду.

```

1  <!DOCTYPE html>
2  <html lang="uk">
3  <head>
4      <meta charset="UTF-8">
5      <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6      <title>Калькулятор струмів короткого замикання</title>
7      <link rel="stylesheet" href="style.css">
8  </head>
9  <body>
10     <header>
11         <h1>Калькулятор струмів КЗ</h1>
12         <p>Розрахунок струмів та перевірка стійкості для різних режимів підстанцій</p>
13     </header>
14     <main>
15         <section class="form-container">
16             <form id="calc-form">
17                 <div class="form-group">
18                     <label for="voltage">Напруга (кВ):</label>
19                     <input type="number" id="voltage" name="voltage" placeholder="10" required>
20                 </div>
21
22                 <div class="form-group">
23                     <label for="power">Потужність (кВА):</label>
24                     <input type="number" id="power" name="power" placeholder="50" required>
25                 </div>
26
27                 <div class="form-group">
28                     <label for="mode">Виберіть режим:</label>
29                     <select id="mode" name="mode" required>
30                         <option value="normal">Нормальний</option>
31                         <option value="minimum">Мінімальний</option>
32                         <option value="emergency">Аварійний</option>
33                     </select>
34                 </div>
35
36                 <button type="submit">Розрахувати</button>
37             </form>
38         </section>
39
40         <section id="results" class="results-container"></section>
41     </main>
42
43     <script src="script.js"></script>
44 </body>
45 </html>

```

Рисунок 2.1.1 - Код сторінки калькулятора

При натисненні на кнопку “Розрахувати” форма умовно відправляється на обробку, перевіряється та введені дані обраховуються.

```

1 document.addEventListener("DOMContentLoaded", function () {
2   const form = document.getElementById("calc-form");
3   const resultsDiv = document.getElementById("results");
4
5   fetch("modes.json")
6     .then(response => {
7       if (!response.ok) throw new Error(`HTTP Error: ${response.status}`);
8       return response.json();
9     })
10    .then(data => {
11      form.addEventListener("submit", function (event) {
12        event.preventDefault();
13
14        const voltage = parseFloat(document.getElementById("voltage").value);
15        const power = parseFloat(document.getElementById("power").value);
16        const mode = document.getElementById("mode").value;
17
18        if (!voltage || !power || voltage <= 0 || power <= 0) {
19          resultsDiv.innerHTML = `<p style="color: red;">Введіть дійсні значення напруги та потужності!</p>`;
20          return;
21        }
22
23        const modeData = data.modes[mode];
24        const resistance = modeData.resistance;
25        const reactance = modeData.reactance;
26        const totalImpedance = Math.sqrt(Math.pow(resistance, 2) + Math.pow(reactance, 2));
27
28        const threePhaseCurrent = (power * 1000) / (Math.sqrt(3) * voltage * totalImpedance);
29        const singlePhaseCurrent = threePhaseCurrent * 0.7;
30
31        const selectedCable = data.cables.find(cable => threePhaseCurrent <= cable.maxCurrent);
32
33        resultsDiv.innerHTML = `
34          <h3>Результати:</h3>
35          <p><strong>Сумарний опір:</strong> ${totalImpedance.toFixed(2)} Ом</p>
36          <p><strong>Струм трифазного КЗ:</strong> ${threePhaseCurrent.toFixed(2)} А</p>
37          <p><strong>Струм однофазного КЗ:</strong> ${singlePhaseCurrent.toFixed(2)} А</p>
38          <p><strong>Вибраний кабель:</strong> ${selectedCable ? selectedCable.name : "❌ Кабель не знайдено"}</p>
39        `;
40      });
41    })
42    .catch(error => {
43      resultsDiv.innerHTML = `<p style="color: red;">Помилка завантаження даних: ${error.message}</p>`;
44    });
45  });

```

Рисунок 2.1.2 - Функція для обрахунку результатів

У функції вище перевіряється валідність даних та править блок результатів. Для обрахунків використовується асинхроно вивантежені дані з файлу “modes.json”(рис. 2.1.3).

```
1  {
2    "modes": {
3      "normal": {
4        "resistance": 10.65,
5        "reactance": 24.02
6      },
7      "minimum": {
8        "resistance": 34.88,
9        "reactance": 65.68
10     },
11     "emergency": {
12       "resistance": 50.00,
13       "reactance": 75.00
14     }
15   },
16   "cables": [
17     {
18       "name": "ААБ 10 3x25",
19       "maxCurrent": 90
20     },
21     {
22       "name": "ААБ 10 3x50",
23       "maxCurrent": 120
24     },
25     {
26       "name": "ААБ 10 3x70",
27       "maxCurrent": 150
28     },
29     {
30       "name": "ААБ 10 3x95",
31       "maxCurrent": 200
32     }
33   ]
34 }
```

Рисунок 2.1.3 - modes.json

Результат виконання

Калькулятор струмів КЗ

Розрахунок струмів та перевірка стійкості для різних режимів підстанцій

Напруга (кВ):

10

Потужність (кВА):

50

Виберіть режим:

Нормальний

Розрахувати

Результати:

Сумарний опір: 26.28 Ом

Струм трифазного КЗ: 109.87 А

Струм однофазного КЗ: 76.91 А

Вибраний кабель: ААБ 10 3х50

Калькулятор струмів КЗ

Розрахунок струмів та перевірка стійкості для різних режимів підстанцій

Напруга (кВ):

10

Потужність (кВА):

50

Виберіть режим:

Мінімальний

Розрахувати

Результати:

Сумарний опір: 74.37 Ом

Струм трифазного КЗ: 38.82 А

Струм однофазного КЗ: 27.17 А

Вибраний кабель: ААБ 10 3х25

Калькулятор струмів КЗ

Розрахунок струмів та перевірка стійкості для різних режимів підстанцій

Напруга (кВ):

10

Потужність (кВА):

50

Виберіть режим:

Аварійний

Розрахувати

Результати:

Сумарний опір: 90.14 Ом

Струм трифазного КЗ: 32.03 А

Струм однофазного КЗ: 22.42 А

Вибраний кабель: ААБ 10 3х25

Висновок

Електропостачання на промислових підприємствах — це складна інфраструктура, яка вимагає уважного підходу до проектування для забезпечення її ефективності та безпеки. Вибір правильних кабелів, точні розрахунки струмів короткого замикання та розробка програмних рішень для перевірки на стійкість є основними кроками до оптимізації та безперебійної роботи системи. Веб-калькулятор є ефективним інструментом, що дозволяє практично застосовувати теоретичні знання для розрахунку параметрів та перевірки працездатності електричної мережі.