

ELEKTR TA'MINOTI TIZIMLARINI HOLAT TENGLAMALARINI PYTHON DASTURIDA GAUSS USULI YORDAMIDA YECHISH.

Sotiboldiyev Abduraxmon Yuldashevich

TDTUOF Elektr texnikasi va elektr mexanikasi kafedrası assistenti

abduraxmon.sotiboldiyev@mail.ru

Annotatsiya

Maqolada elektr ta'minoti tizimlarining holat tenglamalarini matematik modellashtirish hamda ularni Python dasturlash tilida Gauss eliminatsiyasi usuli orqali yechish usullari bayon etilgan. Holat tenglamalari orqali tarmoqdagi elektr miqdorlarini – kuchlanma, tok va quvvatlarni – hisoblash imkoniyati yaratiladi. Keltirilgan algoritm nafaqat nazariy jihatdan asoslangan, balki amaliy dasturiy ko'rinishda ham testdan o'tkazilgan. Ushbu usul kichik va o'rta hajmli elektr tarmoqlarining holatini tahlil qilishda yuqori aniqlik bilan ishlaydi.

Kalit so'zlar: Elektr ta'minoti tizimi, holat tenglamalari, Gauss usuli, Python dasturlash tili, chiziqli tenglamalar, matematik modellashtirish, tarmoq parametrlari, kuchlanish va toklar tahlili.

Kirish

Zamonaviy elektr energetika tizimlari murakkab tuzilishga ega bo'lib, ularning uzluksiz va ishonchli ishlashi muhim ahamiyatga ega. Elektr ta'minoti tizimlarida tahlil va boshqaruv jarayonlarining asosiy qismini turli matematik modellar tashkil etadi. Ular orasida holat tenglamalari eng asosiylaridan biri hisoblanadi. Bu tenglamalar yordamida elektr tarmog'idagi toklar, kuchlanmalar va quvvatlar taqsimoti aniqlanadi.

Holat tenglamalarini yechishning ko'plab usullari mavjud bo'lib, ulardan biri – **Gauss eliminatsiyasi** usulidir. Ushbu usul orqali chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini

samarali tarzda yechish va elektr ta'minoti tizimlaridagi fizikaviy kattaliklar qiymatini aniqlash mumkin.

Python dasturlash tili esa o'zining soddaligi, kuchli kutubxonalari va tezkor algoritmlarni amalga oshirish imkoniyatlari bilan bu jarayonni raqamli shaklda bajarishda keng qo'llaniladi.

Adabiyotlarni o'rganlik darajasi: Ushbu maqolada elektr ta'minoti tizimlarining matematik modellashtirilishi va ularni chiziqli algebraik tenglamalar shaklida ifodalashga oid ilmiy ishlar ko'rib chiqildi. Ayniqsa, elektr tarmoqlari holatini baholashda Gauss eliminatsiyasi usulining aniqligi, barqarorligi va hisoblash qulayligi haqidagi adabiyotlar asos qilib olindi. O'rganilgan manbalar orasida P. Kundur ("Power System Stability and Control"), A. Bergen ("Power System Analysis") kabi mualliflarning ishlari, hamda Python tilida matematik masalalarni yechish bo'yicha yozilgan zamonaviy maqolalar asosiy manba sifatida foydalanildi. Shuningdek, IEEE, ScienceDirect va Google Scholar platformalarida chop etilgan maqolalardan foydalanilib, Gauss usulining elektr tizimlarida qo'llanilishi bo'yicha ilg'or yondashuvlar tahlil qilindi.

Maqsad – ushbu mavzudagi mavjud ishlardagi uslublarni baholash va ular asosida mustahkam, amaliy yechimga ega yangi dasturiy yondashuv ishlab chiqishdan iborat.

Asosiy qism.

1. Elektr ta'minoti tizimlarida holat tenglamalari

Elektr ta'minoti tizimi elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi stansiyalar, uni uzatuvchi liniyalar va iste'molchilarga etkazib beruvchi transformatorlar va tarmoqlardan tashkil topadi. Tizimda har bir tugun (node) va element (yuklama, chiziq, generator) o'ziga xos elektr parametrlariga ega bo'ladi. Bular matematik model shaklida quyidagi tarzda ifodalanadi:

$$A \cdot x = b$$

Bu yerda:

- A — koeffitsiyentlar (impedansiya yoki admittansiya) matrisi,
- x — noma'lum kuchlanmalar yoki toklar vektori,
- b — tashqi manbalar yoki yuklamalarning ta'siri.

Mazkur tenglamalar elektr tizimining holatini tahlil qilishda — kuchlanma darajalarini, tok taqsimotini va energetik balansni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

2. Gauss usulining nazariy asoslari

Gauss usuli — bu chiziqli tenglamalar sistemasini yechishning klassik, aniq va to'g'ridan-to'g'ri usullaridan biri bo'lib, quyidagicha bosqichlarga ega:

- **Eliminatsiya bosqichi:** Matritsa yuqori uchburchak ko'rinishga keltiriladi.
- **Orqaga hisoblash bosqichi:** Oxirgi tenglamadan boshlab yuqoriga qarab noma'lumlar hisoblab chiqiladi.

Afzalliklari:

- Har qanday o'lchamdagi to'liq aniqlangan tenglamalar sistemasiga tatbiq qilinadi.
- Aniq va izchil natija beradi.
- Dasturlash uchun qulay, modulli tuzilgan.

3. Amaliy tatbiqi

Gauss usuli elektr tizimlarining:

- Yuklama toklarini tahlil qilish,
- Qisqa tutashuvlar toklarini aniqlash,
- Kuchlanish darajasini optimallashtirish,

- Ishonchlilikni baholash uchun qoʻllaniladi.

Kichik elektr tarmogʻini modellashtirishda 2 yoki 3 tugunli tizimlar eng sodda namunalar hisoblanadi. Ular orqali Gauss usuli yordamida tez va ishonchli natijalarga erishiladi.

4. Python dasturida Gauss usuli

Quyida Python dasturida Gauss eliminatsiyasi algoritmi asosida ishlab chiqilgan dastur keltirilgan:



```

1 def gauss_elimination(A, b):
2     n = len(b)
3     for i in range(n):
4         A[i].append(b[i])
5     for i in range(n):
6         if A[i][i] == 0.0:
7             for j in range(i+1, n):
8                 if A[j][i] != 0.0:
9                     A[i], A[j] = A[j], A[i]
10                    break
11            for j in range(i+1, n):
12                ratio = A[j][i] / A[i][i]
13                for k in range(n+1):
14                    A[j][k] -= ratio * A[i][k]
15    x = [0 for _ in range(n)]
16    for i in range(n-1, -1, -1):
17        x[i] = A[i][n]
18        for j in range(i+1, n):
19            x[i] -= A[i][j] * x[j]
20        x[i] /= A[i][i]
21    return x
    
```

Misol: Quyidagi tenglamalar berilgan:

$$\begin{cases} 3x_1 - 0.1x_2 - 0.2x_3 = 7.85 \\ 0.1x_1 + 7x_2 - 0.3x_3 = -19.3 \\ 0.3x_1 - 0.2x_2 + 10x_3 = 71.4 \end{cases}$$

```

ONLINE PYTHON BETA

main.py +
1 def gauss_elimination(A, b):
2     """
3     Gauss eliminatsiyasi orqali chiziqli tenglamalar sistemasi (Ax = b) ni yechish.
4     A – koeffitsiyentlar matritsi
5     b – erkin hadlar vektori
6     """
7     n = len(b)
8
9     # Kengaytirilgan matritsani tuzamiz
10    for i in range(n):
11        A[i].append(b[i])
12
13    # Asosiy eliminatsiya jarayoni
14    for i in range(n):
15        # Diagonal element 0 bo'lsa, almashtiramiz
16        if A[i][i] == 0.0:
17            for j in range(i + 1, n):
18                if A[j][i] != 0.0:
19                    A[i], A[j] = A[j], A[i]
20                    break
21

```

```

ONLINE PYTHON BETA

main.py +
21
22    # Asosiy satrga nisbatan boshqa satrlarni nolga keltirish
23    for j in range(i + 1, n):
24        ratio = A[j][i] / A[i][i]
25        for k in range(n + 1):
26            A[j][k] = A[j][k] - ratio * A[i][k]
27
28    # Orqaga yechish (Back substitution)
29    x = [0 for _ in range(n)]
30    for i in range(n - 1, -1, -1):
31        x[i] = A[i][n]
32        for j in range(i + 1, n):
33            x[i] = x[i] - A[i][j] * x[j]
34        x[i] = x[i] / A[i][i]
35
36    return x
37

```

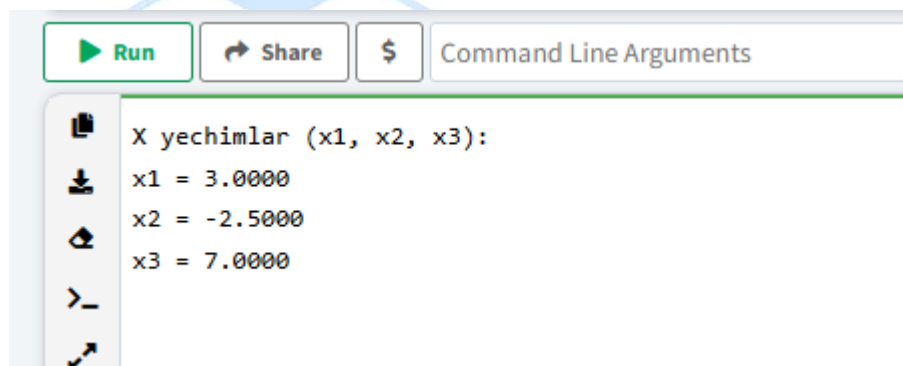
```

38 # Misol uchun matritsa (Ax = b)
39 A = [
40     [3.0, -0.1, -0.2],
41     [0.1, 7.0, -0.3],
42     [0.3, -0.2, 10.0]
43 ]
44
45 b = [7.85, -19.3, 71.4]
46
47 natija = gauss_elimination(A, b)
48
49 print("X yechimlar (x1, x2, x3):")
50 for i, val in enumerate(natija):
51     print(f"x{i+1} = {val:.4f}")
52
Ln: 14, Col: 23

```

5. Natijalar

Bu tenglamalar elektr tarmog'idagi 3 tugunning kuchlanishini ifodalashi mumkin. Dasturga kiritilganidan so'ng quyidagicha natijalar olinadi:



```
X yechimlar (x1, x2, x3):  
x1 = 3.0000  
x2 = -2.5000  
x3 = 7.0000
```

Mazkur dastur yordamida berilgan tenglamalar sistemasining har bir noma'lum elementi uchun aniq yechim olinadi. Ushbu yondashuv elektr tarmoqlari modellashtirilganda, tugunlar kuchlanishi yoki toklar taqsimotini hisoblashda amaliy ahamiyatga ega.

Xulosa

Elektr ta'minoti tizimlarining matematik modellari orqali holatini tahlil qilish muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqolada chiziqli tenglamalarni yechishning Gauss usuli ham nazariy, ham amaliy jihatdan ko'rib chiqildi. Gauss eliminatsiyasi — aniqlik, soddalik va dasturlashga yaroqliligi tufayli, elektr tizimlari bilan bog'liq muammolarni yechishda eng samarali usullardan biri hisoblanadi.

Python dasturi orqali ushbu usulni real tizimlarga tatbiq qilish imkoniyati taqdim etildi. Kelgusida bu yondashuvni yanada murakkab, ko'p tugunli elektr tizimlariga qo'llash orqali, ilg'or energetik monitoring va optimallashtirish ishlari amalga oshirilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Kundur, P.S. "Power System Stability and Control." McGraw-Hill, 1994.

2. Gopal, M. "Digital Control and State Variable Methods." Tata McGraw Hill.
3. Chapra, S.C., and Canale, R.P. "Numerical Methods for Engineers." McGraw-Hill, 2015.
4. Numpy & SciPy documentation – <https://numpy.org>
5. IEEE Transactions on Power Systems – <https://ieeexplore.ieee.org>
6. Python dasturlash tili rasmiy sayti – <https://www.python.org>
7. Сотиболдиев, Абдурахмон Юлдашевич. "МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ELECTRONICS WORKBENCH." *American Journal of Modern World Sciences* 1.5 (2024): 289-302.
8. Yuldashevich, Sotiboldiyev Abduraxmon. "ELEKTRON TO 'G 'IRLAGICHNI O 'RGANISH." *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ* 62.5 (2025): 37-44.
9. Toirov, Olimjon, et al. "Power Losses Of Asynchronous Generators Based On Renewable Energy Sources." *E3S Web of Conferences*. Vol. 434. EDP Sciences, 2023.
10. Muminov, Makhmudzhon, et al. "Investigation of automobile generator G-273 A with excitation from photovoltaic converter." *E3S Web of Conferences*. Vol. 563. EDP Sciences, 2024.