

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Кафедра електропостачання імені проф. В.М.Синькова

УДК 621.316.1

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА
на тему:

«Управління режимом роботи фрагменту електричної мережі напругою 110/35 кВ Києво-Святошинського РП в умовах його експлуатації»

Спеціальність (напрямок підготовки) 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

Виконав: студент.

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

Нормоконтроль: к.т.н., доц.

Мамич В.М.

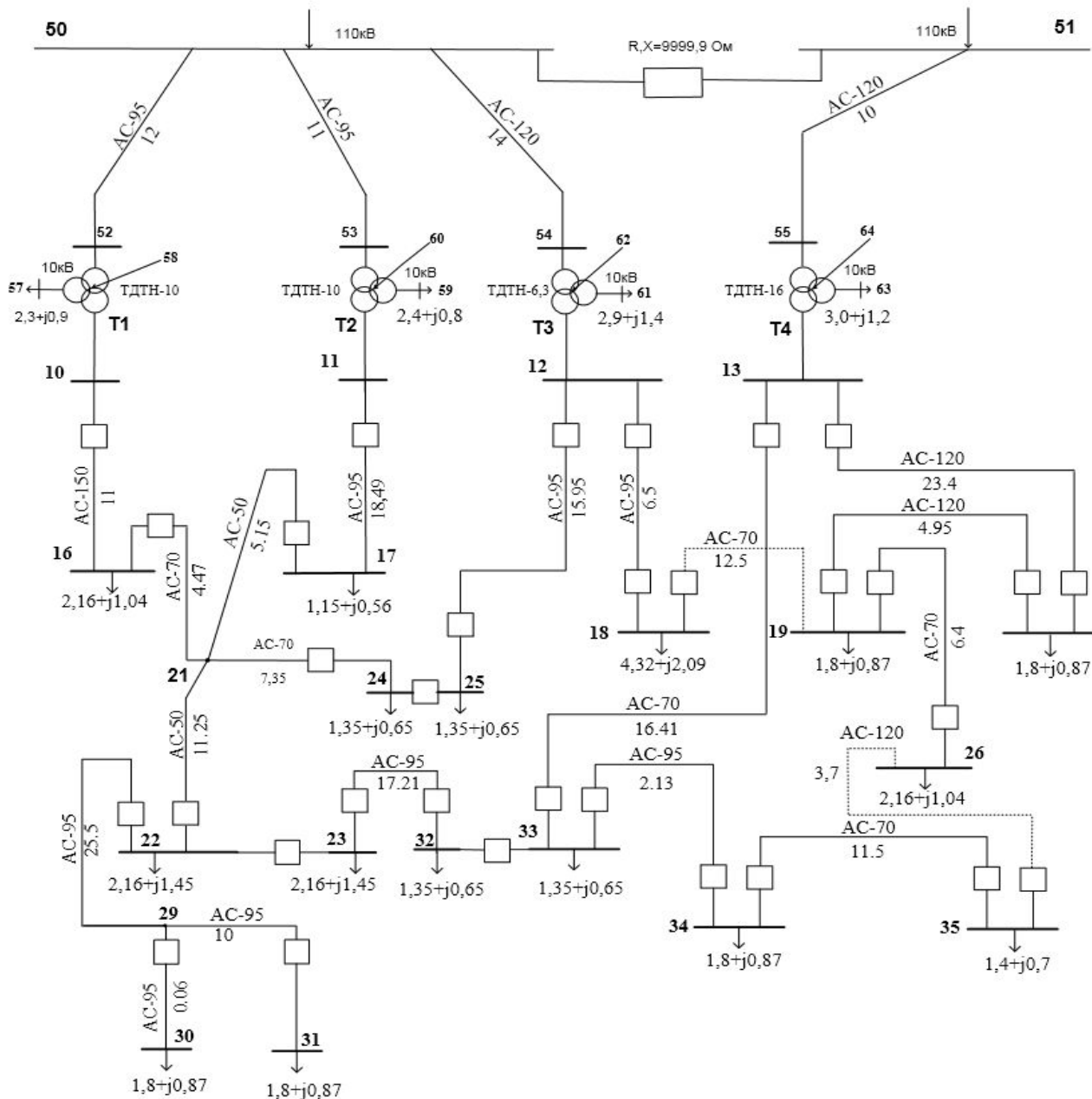
Скрипник А.М.

Гай О.В.

- **Об'єктом дослідження в дипломному проекті є вплив пристроїв регулювання на режим електричної мережі.**
- **Предметом дослідження дипломного проекту є фізичні процеси, що проходять в електричній мережі 110/35 кВ при управлінні її експлуатаційним режимом (зустрічне регулювання напруги, компенсації реактивної потужності і оптимізація неоднорідних контурів).**

- **Метою дипломного проектування є управління експлуатаційним режимом фрагменту електричної мережі 110/35 кВ Києво-Святошинського РП за допомогою існуючих пристроїв та підходів (зустрічне регулювання напруги, компенсація реактивної потужності та оптимізація неоднорідних контурів).**

Схема з'єднань електричної мережі 110/35 кВ і параметри по вузлах та ділянках

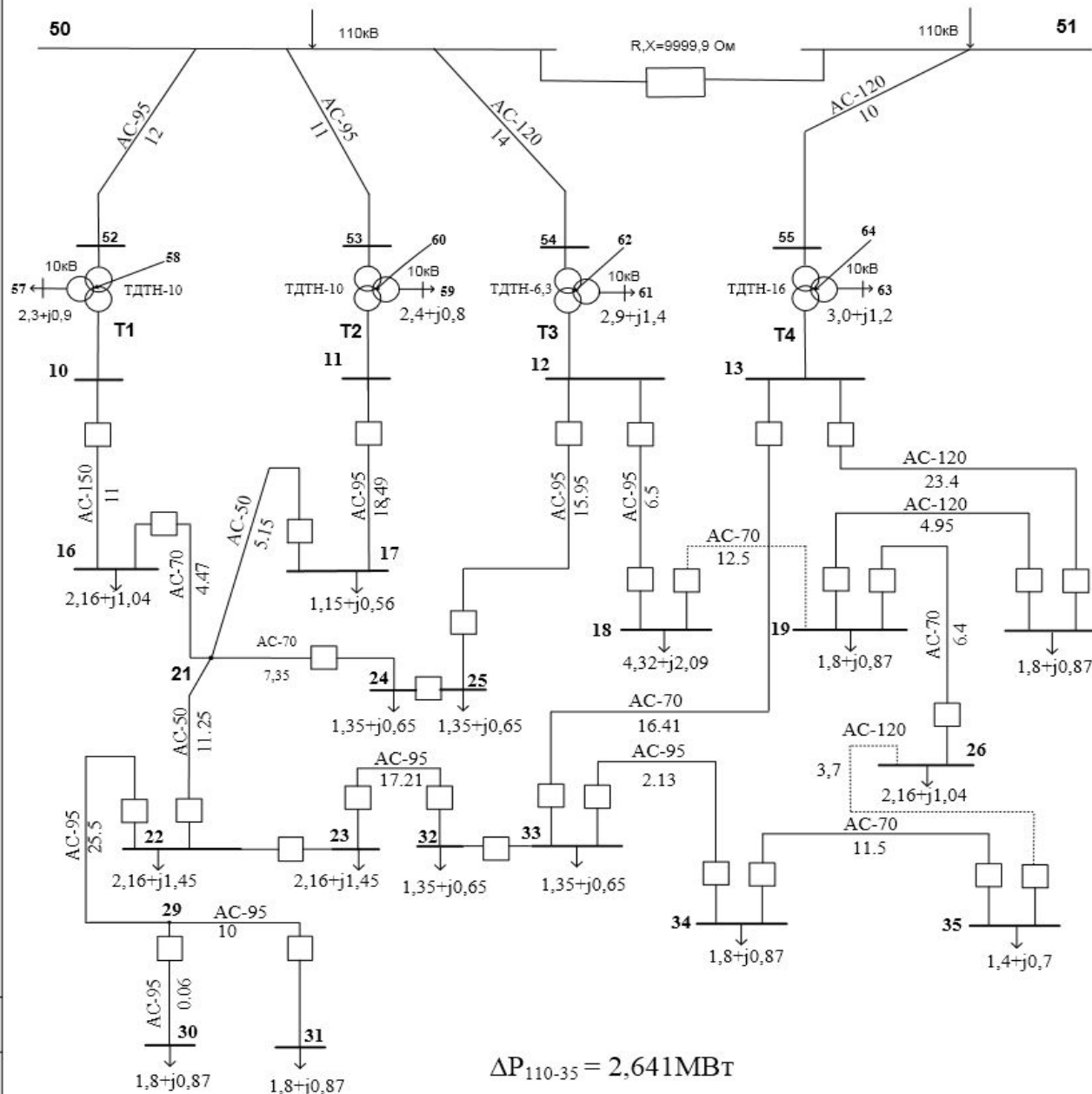


№ вузла	P, МВт	Q, МВар
16	2,16	1,04
17	1,15	0,56
18	4,32	2,09
19	1,8	0,87
20	1,8	0,87
21	0	0
22	2,16	1,05
23	2,16	1,05
24	1,35	0,65
25	1,35	0,65
26	1,07	0,7
29	0	0
30	1,8	0,87
31	1,8	0,87
32	1,35	0,65
33	1,35	0,65
34	1,8	0,87
35	1,4	0,7
50	0	0
51	0	0
52	0	0
57	2,3	0,9
53	0	0
54	0	0
55	0	0
58	0	0
59	2,4	0,8
54	0	0
62	0	0
61	2,9	1,4
64	0	0
63	3	1,2

Ділянка мережі	Номінальна напруга, кВ	Марка проводу	L, км	r0, Ом/км	x0, Ом/км	R, Ом	X, Ом
10-16	35	AC-150	11	0,2	0,41	2,18	4,47
16-21	35	AC-70	4,47	0,43	0,43	1,91	1,93
18-21	35	AC-50	5,15	0,63	0,44	3,24	2,24
21-22	35	AC-50	11,25	0,63	0,44	7,09	4,89
21-24	35	AC-70	7,35	0,43	0,43	3,18	3,15
22-29	35	AC-95	25,5	0,31	0,42	7,8	10,74
29-30	35	AC-95	0,06	0,31	0,42	0,02	0,03
11-17	35	AC-95	18,49	0,31	0,42	5,66	7,78
12-25	35	AC-95	15,95	0,31	0,42	4,88	6,71
12-18	35	AC-95	6,5	0,31	0,42	1,99	2,74
13-20	35	AC-120	23,4	0,25	0,41	5,83	9,69
19-26	35	AC-70	6,4	0,43	0,43	2,74	2,76
19-20	35	AC-120	4,95	0,25	0,41	1,23	2,05
23-32	35	AC-95	17,21	0,31	0,42	5,27	7,25
33-34	35	AC-95	2,13	0,31	0,42	0,65	0,9
34-35	35	AC-70	11,5	0,43	0,43	4,92	4,97
13-33	35	AC-70	16,41	0,43	0,43	7,02	7,09
29-31	35	AC-95	10	0,31	0,42	3,06	4,21
22-23	35	-	-	-	-	-	-
52-58	110	-	-	-	-	5	142
58-57	10	-	-	-	-	5	82,7
58-10	35	-	-	-	-	5	0
53-60	110	-	-	-	-	5	142
60-59	10	-	-	-	-	5	82,7
60-11	35	-	-	-	-	5	0
54-62	110	-	-	-	-	9,7	226
62-61	10	-	-	-	-	9,7	131
62-12	35	-	-	-	-	9,7	0
55-64	110	-	-	-	-	2,6	88,9
64-63	35	-	-	-	-	2,6	52
64-13	10	-	-	-	-	2,6	0
50-52	110	AC-95	12	0,31	0,43	3,95	4,2
50-53	110	AC-95	11	0,31	0,43	3,63	3,85
50-54	110	AC-120	14	0,25	0,43	3,78	4,85
51-55	110	AC-120	10	0,25	0,43	2,7	3,47
50-51	110	-	-	-	-	9999,9	9999,9
50-51	110	-	-	-	-	9999,9	9999,9

				02.03 – ДП 604 «С» 2018.04.02. 012. ПЗ		
Зм. Лист	№ докум.	Листів	Листів	Управління розвитку роботи проекту	Листів	Місяць
Розробив	Микола Ф.М.			координаційний центр енергосистем 110/35 кВ		
Перевірив	Сергій А.М.			Січеско-Східнокарпатського РП в Україні		
Лист №	Листів			Схема з'єднань електричної мережі напругою 110/35 кВ і її параметри		
К.М. №	Листів			НУБП України		
Лист	Листів			ЕЕТ-1501СК		

Результати розрахунку усталеного режиму



$$\Delta P_{110-35} = 2,641 \text{ MBT}$$

$$\Delta P_{35} = 2,21 \text{ MBT}$$

Вузлові напруги

№ вузла	U, кВ
16	33,8
17	34
18	33,6
19	34,5
20	34,7
22	30,3
23	30,3
24	33,1
25	33,7
26	34,4
30	28,6
31	28,3
32	29,9
33	34,8
34	34,7
35	34,4
50	115
51	115
52	114,3
58	104,8
59	10,2
21	33,2
29	28,6
57	9,9
53	114,5
60	107,6
62	114,4
64	108,5
61	9,6
10	34,9
55	114,4
63	10,3
10	34,9
11	35,9
12	34,1
13	36,2

Аналіз результатів розрахунків

Вузли	Напруги вузлів при 0.95Uном, кВ	Розрахункові вулові напруги U, кВ	Напруги вузлів при 1.05Uном, кВ
16	33,25	33,8	36,75
17	33,25	34	36,75
18	33,25	33,6	36,75
19	33,25	34,5	36,75
20	33,25	34,7	36,75
21	33,25	33,2	36,75
22	33,25	30,3	36,75
23	33,25	30,3	36,75
24	33,25	33,2	36,75
25	33,25	33,7	36,75
26	33,25	34,4	36,75
29	33,25	28,6	36,75
30	33,25	28,6	36,75
31	33,25	28,3	36,75
32	33,25	29,9	36,75
33	33,25	34,8	36,75
34	33,25	34,7	36,75
35	33,25	34,4	36,75
52	104,5	114,3	115,5
53	104,5	114,5	115,5
54	104,5	114,4	115,5
55	104,5	114,4	115,5
10	33,25	34,9	36,75
11	33,25	35,9	36,75
12	33,25	34,1	36,75
13	33,25	36,2	36,75

				02.03 – ДП.604 «С» 2018.04.02. 012. ПЗ			
Зв	Лист	№ докум.	Станд.	Дата	Управління розвитку розвідки фрезеруючої електроенергії, територія енергозону 110-33 кВ, Львівська-Самбірська лінійна РП в м. Львів, Львівська область	Листів	Масштаб
Розробив	Мельник В.М.				Львівська-Самбірська лінійна РП в м. Львів, Львівська область	Архив 1	Архив 1
Перевірив	Сторчак А.М.						
Зав. каб.	Рубчишин				Результати розрахунку усталеного режиму та його аналіз		
Р. інженер	Гай О.В.						
Дата	Робоче						

НУВІП Україна
ЕПР-1501СК

Рекомендації щодо введення режиму в допустимі границі:

1. Зустрічне регулювання напруги за допомогою РПН трансформаторів (Т1 та Т2).
2. Компенсація реактивної потужності у локальному візлі 31.

Результат аналізу режиму

№ вузла	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	30	31	32	33	34	35	50	51	52	58	21	29	57	53	60	59	54	62	61	55	64	63	10	11	12	13	12	13
U, кВ	33,8	34	33,6	34,5	34,7	30,3	30,3	33,1	33,7	34,4	28,6	28,3	29,9	34,8	34,7	34,4	115	115	114	105	33,2	28,6	9,9	115	108	10,2	114	103	9,6	114	109	10,3	34,9	35,9	34,1	36,2	34,1	36,2

Зустрічне регулювання напруги. Зміна коефіцієнта трансформації Т1 та Т2 =0,9822 в.о.

№ вузла	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	30	31	32	33	34	35	50	51	52	58	21	29	57	53	60	59	54	62	61	55	64	63	10	11	12	13
U, кВ	34,5	34,7	33,6	34,5	34,7	31	31,1	33,8	33,7	34	29,5	29,2	30,7	34,8	34,7	34,8	115	115	114,3	106,9	34	29,5	10,1	114,5	109,6	10,4	114,4	102,5	9,6	114,4	108,5	10,3	35,6	36,6	34,1	36,2

Компенсація реактивної потужності. Встановлено БСК в 31 вузлі з модулем напруги 35 кВ

№ вузла	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	30	31	32	33	34	35	50	51	52	58	21	29	57	53	60	59	54	62	61	55	64	63	10	11	12	13
U, кВ	36,5	36,7	33,6	34,5	34,7	34,3	34,3	36	33,7	34,4	34,6	35	34	34,8	34,7	34,4	115	115	114,4	111,6	36,2	34,6	10,6	114,6	113,5	10,8	114,4	102,5	9,6	114,4	108,5	10,3	37,2	37,9	34,1	36,2

Втрати:

$$\Delta P_{110-35} = 2,54 \text{ МВт}$$

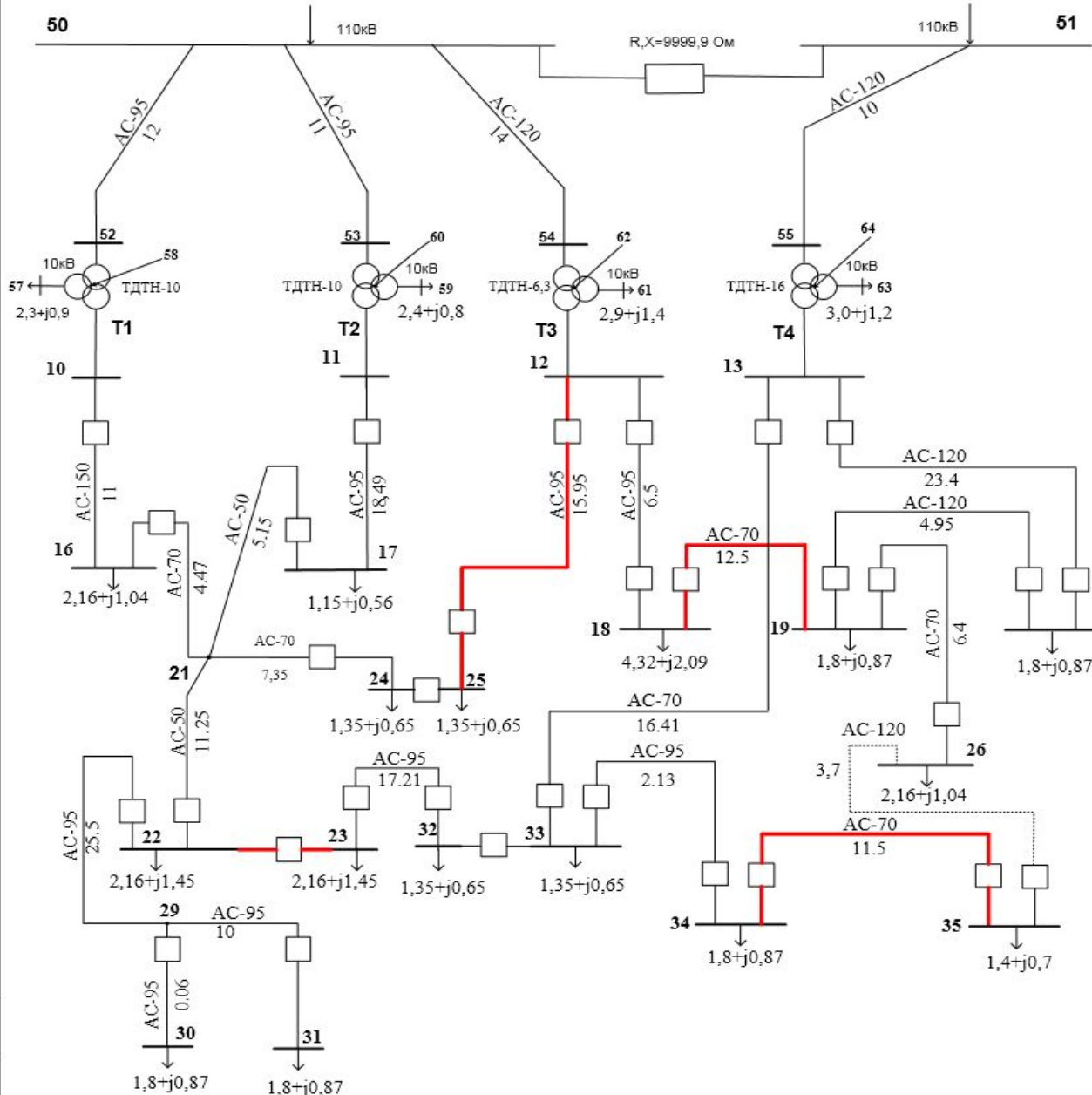
$$\Delta P_{110-35} = 2,08 \text{ МВт}$$

$$\Delta P_{35} = 2,11 \text{ МВт}$$

$$\Delta P_{35} = 1,71 \text{ МВт}$$

				02.03 – ДП.604 «С» 2018.04.02. 012. ПЗ											
Зм. Проект	Зм. вихідні	Відхилення	Дата	Управління режимом роботи трансформаторів розподільної мережі напругою 110-35 кВ Київсько-Східноукраїнського РПН в режимі безреактивності											
Розробник	Михайло В.М.														
Голова	Степанюк А.М.														
Зам. вед.	Грибачук														
В.нач.к.	Гай С.В.														
Зач.	Грибачук														
				Рекомендації щодо введення в допустимі границі											
				НУБП України ЕЕТ-1501СК											

Результати оптимального розмикання електричної мережі напругою 35 кВ та аналіз вузлових напруг



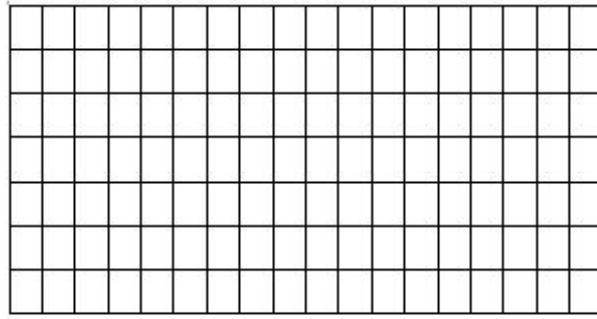
Відключені участки 12-25, 34-35, 22-33, 18-19, зменшення втрат:

$$\Delta P_{110-35} = 1,783 \text{ МВт}$$

$$\Delta P_{35} = 1,406 \text{ МВт}$$

Вузли	Напруги вузлів при $0.95U_{ном}$, кВ	Розрахункові вузлові напруги U, кВ	Напруги вузлів при $1.05U_{ном}$, кВ
16	33,25	36,6	36,75
17	33,25	36,8	36,75
18	33,25	33,8	36,75
19	33,25	33,6	36,75
20	33,25	33,8	36,75
21	33,25	36,3	36,75
22	33,25	35,2	36,75
23	33,25	32,9	36,75
24	33,25	36	36,75
25	33,25	36	36,75
26	33,25	33,3	36,75
29	33,25	34,8	36,75
30	33,25	34,8	36,75
31	33,25	35	36,75
32	33,25	33,4	36,75
33	33,25	33,4	36,75
34	33,25	33,4	36,75
35	33,25	33,2	36,75
52	104,5	114,5	115,5
53	104,5	114,6	115,5
54	104,5	114,4	115,5
55	104,5	114,3	115,5
10	33,25	37,2	36,75
11	33,25	37,8	36,75
12	33,25	34,3	36,75
13	33,25	35,5	36,75

				02.05 – ДП.604 «С» 2018.04.02. 012. ПЗ		
Зм.	Розробник	Перевірив	Затвердив	Місце	Дата	Місяць/Рік
Головний	Спеціаліст	Спеціаліст	Спеціаліст	Львів	2018	02
				Результати оптимального розмикання мережі напругою 35 кВ та аналізу вузлових напруг		
				НУВІІТ Україна ЕЕТ-1301СК		



Розрахунково квадратна модель заземлювача

- Довжина РУ $18 \times 9 = 162\text{м}$
- Крок комірки 110кВ - 9м
- Кількість комірок — 18шт.
- Ширина — 57м

Заземлюючий пристрій для установок 110кВ виконується з вертикальних заземлювачів, з'єднувальних полос прокладених поперечно утворюючи заземлюючу сітку зі змінним кроком. Заземлювач змінюється розрахунковою квадратною моделлю (рисунок 5.1) при умові рівності їх площі — S , загальній довжині горизонтальних провідників — t , числа та довжини вертикальних заземлювачів і глибина їх закладення.

Висновки

1. В дипломному проекті був розрахований усталений режим фрагменту електричної мережі 110/35 кВ з використанням програмного забезпечення що реалізує класичний метод Ньютона, додаток А. Аналіз вузлових напруг показав, що напруга багатьох вузлів не входить в допустимі межі. У зв'язку з тим, що всі вузли з заниженою напругою живляться від трансформаторів Т1 і Т2 пропонується використати зустрічне регулювання напруги зміною (зменшенням) їх коефіцієнтів трансформації.

Примітка. У зв'язку з тим, що частина електричної мережі 35 кВ живиться від трансформаторів Т1 і Т2 і має спільну точку (вузол 21), то при використанні зустрічного регулювання коефіцієнти трансформації живлячих трансформаторів повинні змінюватись одночасно на одну і туж ступінь. Для недопущення зрівняльного струму по ланцюгу з'єднання вузлів 10-16-21-17-11.

2. В дипломному проекті був розрахований усталений режим з різними варіантами коефіцієнту трансформації (додатки Б,В,Г). Порівнявши варіанти з різними коефіцієнтами трансформації було вибрано варіант з коефіцієнтом трансформації трансформаторів Т1 та Т2 =0,98 в.о., (додаток Б) тому що напруги в ньому найкраще входили в допустимі межі у порівнянні з іншими варіантами.
3. Аналіз вузлових напруг показав, що напруги багатьох вузлів не входить в допустимі межі і тому потрібно застосувати компенсацію реактивної потужності. В вузлі з найменшою напругою (31) було встановлено батарею статичних конденсаторів з модулем напруги 35 кВ, після чого знову розрахований усталений режим електричної мережі. Після аналізу всі вузлові напруги ввійшли в допустимі межі.

4. Використовуючи програмне забезпечення оптимізації неоднорідних контурів проводиться моделювання місць розмикання електричної мережі 35 кВ результати якого приведені в додатках Е і Є. Для проведення моделювання оптимізації місць розмикання мережі 35 кВ відключені в основному режимі ділянки необхідно включити.

Після оптимізації відключились ділянки 12-25, 34-35, 22-23, 18-19.

5. На кожному з етапів управління режимом роботи фрагменту електричної мережі 110/35 кВ знижувались втрати в мережі.

- Розрахунок усталеного режиму

$$\Delta P_{110-35} = 2,64 \text{ МВт}, \Delta P_{35} = 2,21 \text{ МВт.}$$

- Зустрічне регулювання напруги

$$\Delta P_{110-35} = 2,54 \text{ МВт}, \Delta P_{35} = 2,11 \text{ МВт.}$$

Економія втрат 0,098 МВт і 0,094 МВт.

- Компенсація реактивної потужності

$$\Delta P_{110-35} = 2,08 \text{ МВт}, \Delta P_{35} = 1,71 \text{ МВт.}$$

Економія втрат 0,45 МВт і 0,40 МВт.

- Оптимізація неоднорідних контурів

$$\Delta P_{110-35} = 1,78 \text{ МВт}, \Delta P_{35} = 1,40 \text{ МВт.}$$

Економія втрат 0,30 МВт і 0,30 МВт.

- Загальна економія втрат склала 0,85 МВт і 0,80 МВт.

6. Також в дипломному проекті були розглянуті питання с охорони праці, виконаний розрахунок заземлюючого пристрою відкритого РП 110 кВ та розрахунок блискавкозахисту підстанції.

Дякую за увагу!