

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

Оптимізація режимів електричної мережі 110 кВ з
урахуванням впливу додаткових джерел
потужності

Науковий керівник: к.т.н., доц., Малогулко Ю.В.

Розробив: ст. гр. 2ЕСМ-17м Луценко М.П

ВНТУ Вінниця 2019

Мета і завдання дослідження

Метою даної роботи є дослідження впливу додаткових джерел реактивної потужності на режими електричної мережі для забезпечення оптимізації режимів роботи електричної мережі.

Об'єктом дослідження роботи є нормальні режими електричних мереж напругою 110кВ.

Предметом дослідження є методи оптимізації режимів електричних мереж 110 кВ з урахуванням впливу додаткових джерел реактивної потужності.

Відповідно до мети було розглянуто **такі завдання:**

- розрахунок та аналіз режиму існуючої електричної мережі 110/35/10 кВ;
- модельовання розвитку електричної мережі. Визначення оптимальної схеми електричної мережі ;
- техніко-економічне порівняння варіантів електричної мережі без та з пристроями компенсації;

Схема включення конденсаторної батареї

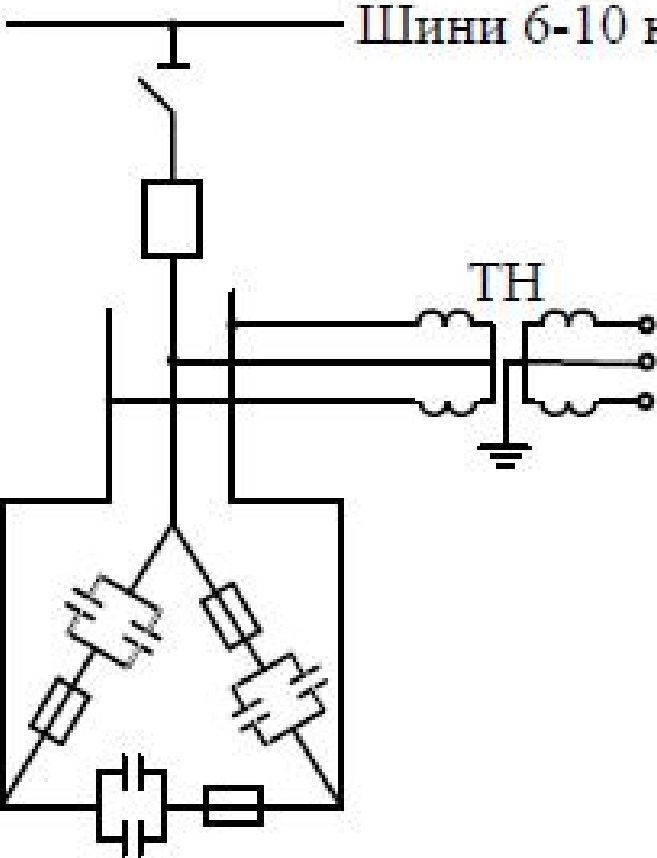


Рисунок 1 – Схема включення конденсаторної батареї

Коефіцієнти потужності

4

1. Миттєвий коефіцієнт потужності $\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{3}UI}$ (1)

2. Середній коефіцієнт потужності $\cos\varphi_{cp} = \frac{\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2 + \cos\varphi_3 + \dots + \cos\varphi_n}{n}$, (2)

3. Середньозважений коефіцієнт потужності $\cos\varphi_{cp.з} = \frac{W_a}{\sqrt{(W_a^2 + W_r^2)}}$. (3)

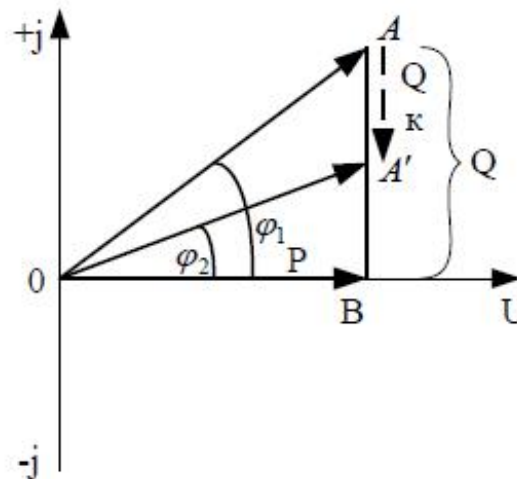


Рисунок 2 - Векторна діаграма компенсації потужності

Створення розрахункової моделі існуючої мережі

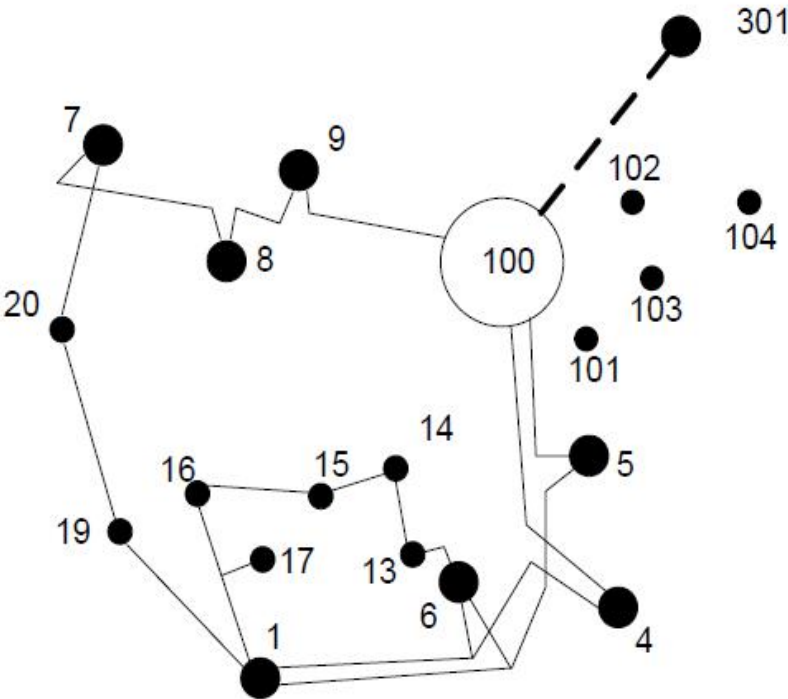


Рисунок 3 – Схема електричної мережі з новими вузлами споживання

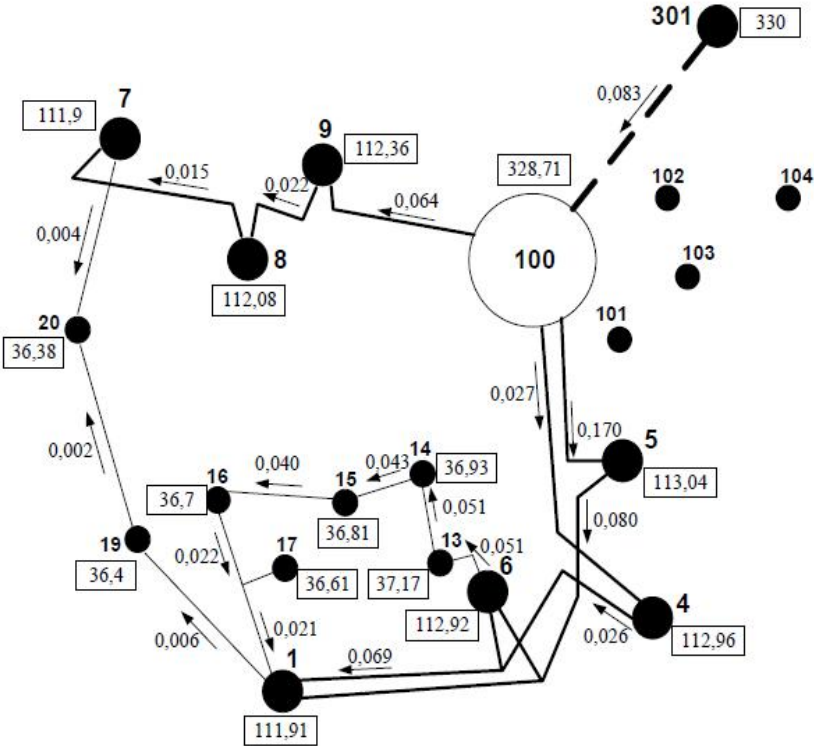


Рисунок 4 – Топологічна схема існуючої електричної мережі

Моделювання розвитку електричної мережі. Визначення оптимальної схеми електричної мережі

Для розвитку електричної мережі повинні бути:

- інформація про географічне розташування вузлів споживання і вузла джерела електричної енергії;
- дані про навантаження;
- вартісні показники ліній електропередач і втрат електроенергії.

Для побудови математичної моделі необхідно вибрати критерій оптимізації. В даному випадку за критерій вибираємо затрати на розвиток електричної мережі $Z_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Z_i$, а змінними, або факторами, що оптимізуються, приймаємо потужності, які протікають і-тими електропередачами. З одного боку, можна буде оптимізувати затрати кольорового металу, втрати активної потужності, і якщо буде необхідність, втрати реактивної потужності. З другого боку, з'явиться можливість врахування якості напруги і надійності мережі.

$$Z_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Z_i = \sum_{i=1}^n (a_i + b_i P_i^2) l_i \quad (4)$$

$$\sum_{i=j} P_i = P_j, j = \overline{1, m} \quad (5)$$

$$P_i \leq P_i^{\max}, i = \overline{1, n}$$

$$Z_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Z_i = \sum_{i=1}^n (a_i + b'_i P_i) l_i \quad (6)$$

$$\sum_{i=j} P_i = P_j, j = \overline{1, m} \quad (7)$$

$$P_i \leq P_i^{\max}, i = \overline{1, n}$$

Застосування методу транспортної задачі до вибору оптимальної схеми розвитку електричної системи

Для і-го пункту живлення рівняння обмеження має вигляд:
$$\sum_k x_{ik} + x_{ii} = a_i, \quad (11)$$

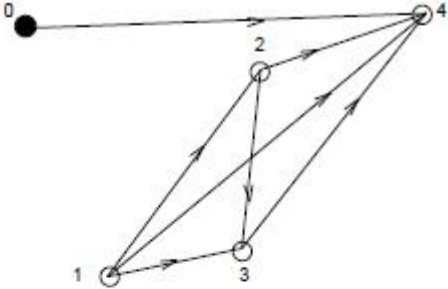
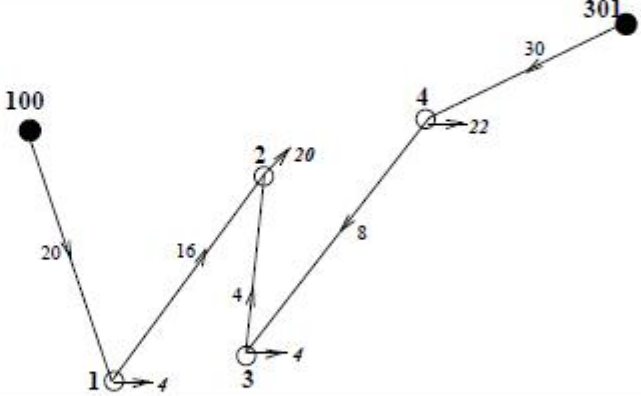
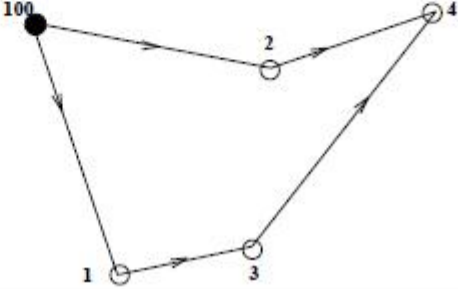
Для j-го пункту споживання рівняння обмеження таке:
$$\sum_i x_{ij} - x_{jj} = b_j, \quad (12)$$

А функція, що мінімізується, має наступний вигляд:
$$y(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad i \neq j. \quad (13)$$

	1	2	3	...	n	a_i	
1	$-x_{11}$	x_{12}	x_{13}	...	x_{1n}	a_1	$-\pi_1$
2	x_{21}	$-x_{22}$	x_{23}	...	x_{2n}		$-\pi_2$
3	x_{31}	x_{32}	$-x_{33}$...	x_{3n}	a_3	$-\pi_3$
...
n	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}	...	$-x_{nn}$		$-\pi_n$
b_j		b_2		...			
	π_1	π_2	π_3	...	π_n		

Таблиця 1 – Транспортна матриця у загальному вигляді

Вибір остаточного варіанту схеми

Назва методу	Функція затрат, тис.у.о.	Варіант схеми ЕМ
Симплекс метод	454,352	
Метод транспортної задачі	125,251	
Метод по контурній оптимізації	154,538	

Таблиця 2 – Результати оптимізації схеми ЕМ за трьома методіми

Вибір схем підстанцій нових споживачів

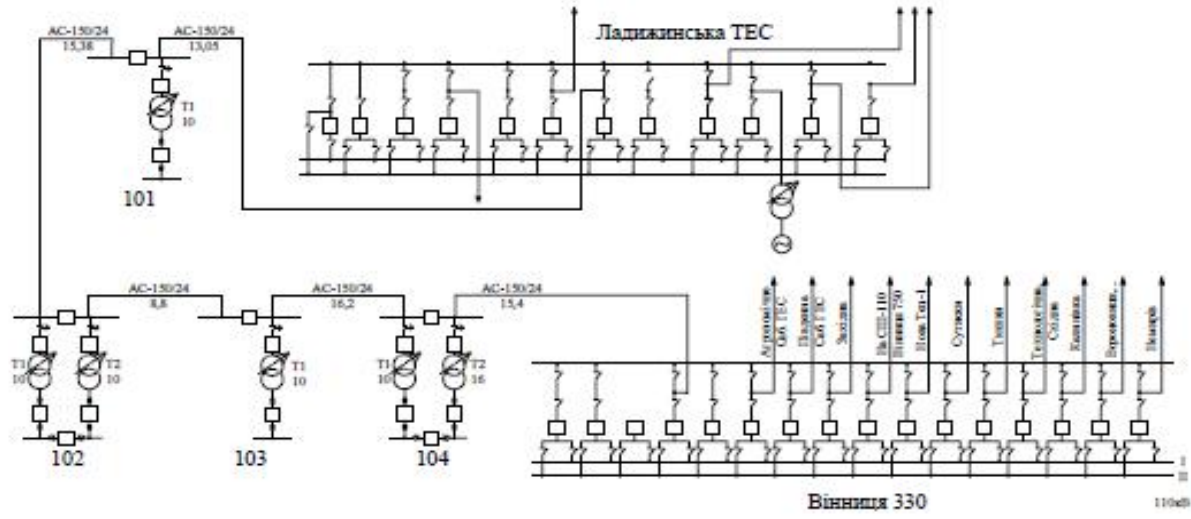


Рисунок 5 – Варіант схеми №1

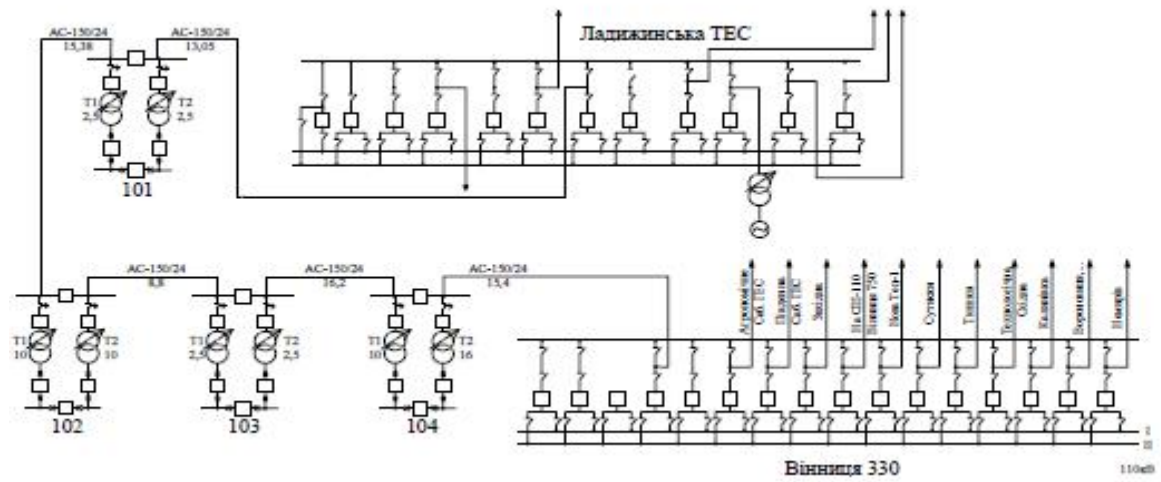


Рисунок 6 – Варіант схеми №2

Техніко-економічне порівняння варіантів електричної мережі без та з пристроями компенсації

Схеми	Клєп, тис. грн	Кпс, тис. грн	К, тис. грн	В _є лєп, тис. грн	В _є пс, тис. грн	Алєп, тис. грн	Апс, тис. грн	В _{втр} лєп, тис. грн	В _{втр} гр, тис. грн	З, тис. грн
без пристроїв компенсації	4901,04	10175,75	15076,79	14,706	305,273	276,417	1831,635	872,819	575,731	53842,600
з пристроями компенсації	4901,04	10882,75	15783,79	14,706	326,483	276,417	1958,895	767,782	506,176	54288,38

Таблиця 3 – Техніко-економічні показники для схем без та з ПК

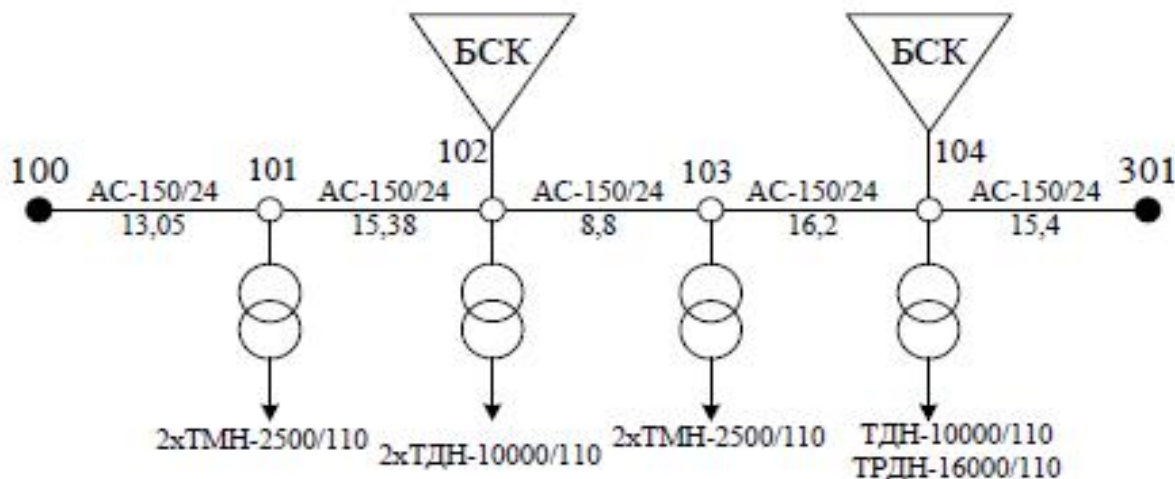


Рисунок 7 – Схема електричної мережі з пристроями компенсації реактивної потужності

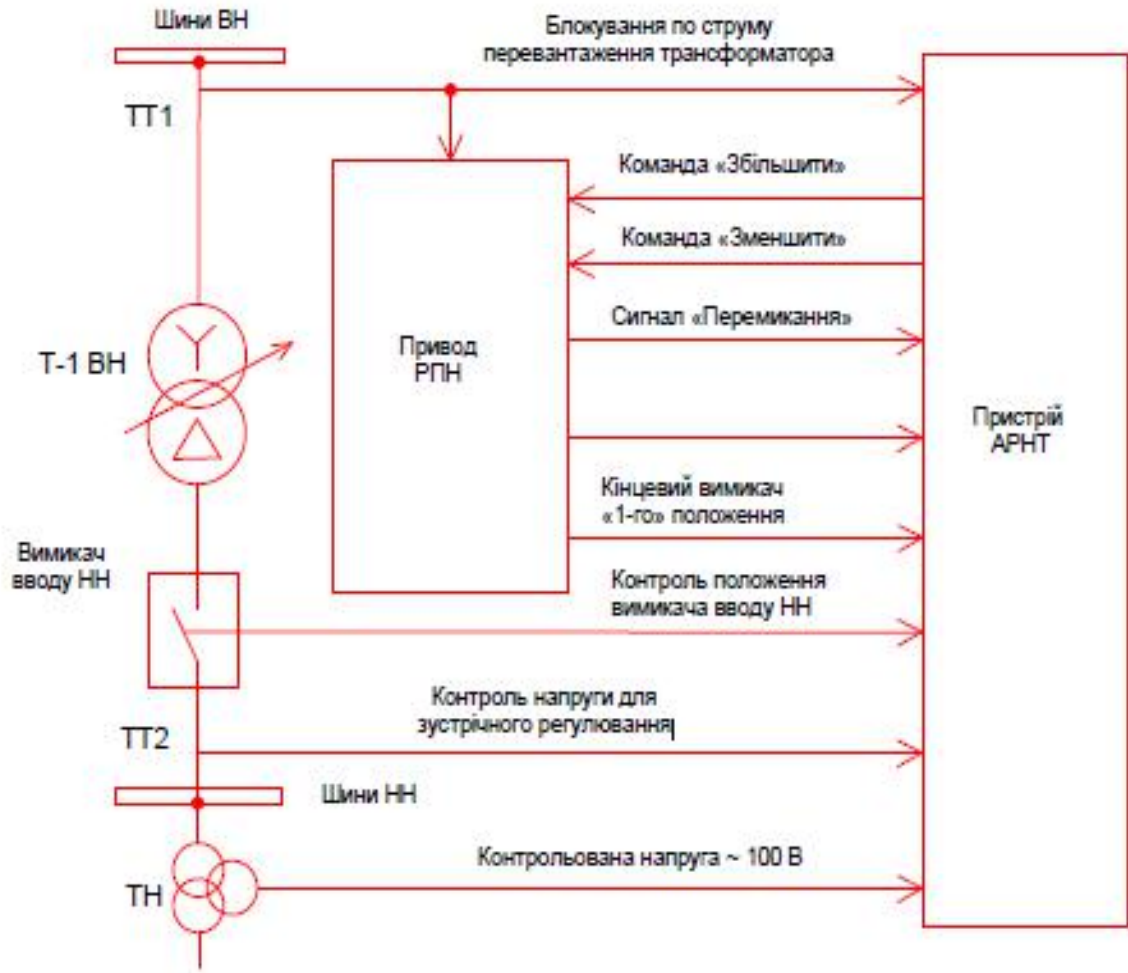


Рисунок 8 – Схема принципу роботи пристрою автоматичного керування РПН

Дослідивши вплив додаткових джерел реактивної потужності на режими електричної мережі, за допомогою програмного комплексу ВТРАТИ провели розрахунки та отримали результати максимального, мінімального та післяаварійного режимів для схеми електричної мережі 110/35/10 кВ з використанням компенсуючих пристроїв. Було здійснено коригування режиму за оптимальною напругою шляхом здійснення автоматичного перемикавання пристроїв компенсації реактивної потужності.

В цілому результати проведеного аналізу показують необхідність проведення компенсації реактивної потужності у споживача.

Дякую за увагу