

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

**Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи**

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Розрахунок компенсації реактивної потужності в електричних
мережах з врахуванням їх взаємовпливу**

Виконав: студент 1 курсу, групи ЕСЕ-15м
8.05070103 – Електротехнічні системи електроспоживання
(шифр і назва напряму підготовки)

Коноплицький В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Демов О.Д.

(прізвище та ініціали)

Вінниця ВНТУ - 2016 року

Актуальність теми. Компенсація реактивної потужності - важлива та необхідна умова економічного функціонування систем електропостачання. Щоб не порушувати баланс потужностей енергосистеми, не завдавати фінансових збитків та контролювати якість електроенергії в допустимих межах, необхідно здійснювати компенсацію реактивної потужності, яка виконується компенсуючими установками.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є зниження втрат в розподільних мережах шляхом компенсації реактивної потужності в них з врахуванням взаємовпливу мереж.

Задачі, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети: - проаналізувати взаємовплив електричних мереж при компенсації реактивної потужності;

- дослідити методи забезпечення заданої вхідної реактивної потужності при мінімумі втрат активної потужності;
- обґрунтувати доцільність застосування “гральних методів” при розрахунку потужності конденсаторних установок;
- показати необхідність застосування сучасних програмних апаратів при розрахунку потужності конденсаторних установок;
- проаналізувати ефект від встановлення КУ в системах електропостачання.

Об'єкт дослідження – процес компенсації реактивної потужності в електричних мережах.

Предмет дослідження – методи для розрахунку компенсації реактивної потужності в електричних мережах.

Методи досліджень. У магістерській роботі використовуються методи матричної алгебри.

Наукова новизна. Розроблено систему управління базами даних, яка дає можливість визначення оптимальної потужності конденсаторних установок, та на відміну від існуючих аналогів є уніфікованою та містить у собі усі необхідні бази даних.

Практична цінність. Підвищення ефективності управління компенсуючими установками забезпечує додаткове зниження втрат в розподільних мережах. Розроблена система управління базами даних може бути впроваджена для розрахунку оптимальної потужності конденсаторних установок.

Вплив живильних мереж на компенсацію реактивної потужності в розподільних

Вплив живильних мереж при розрахунку КРП в розподільних мережах

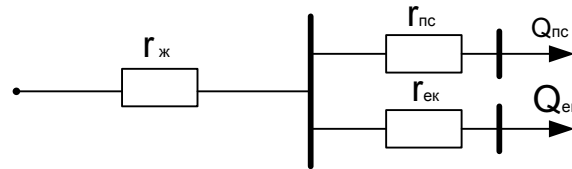
	Ознака впливу	Сутність впливу
1	Задана вхідна реактивна потужність для розподільної мережі [1]	Вхідна реактивна потужність визначається по мінімуму затрат на передачу і генерацію реактивної потужності по живильних і розподільних мережах
2	Забезпечення балансу реактивної потужності [2]	Баланс реактивної потужності забезпечує нормальні режими живильних та розподільних мереж
3	Заданий коефіцієнт потужності для розподільної мережі [3]	Коефіцієнт визначається техніко-економічним станом розподільних та живильних мереж
4	Врахування зменшення втрат активної потужності в живильних мережах при к.р.п. в розподільних [4]	Втрати визначаються через еквівалентні економічні характеристики живильних мереж

Компенсація втрат реактивної потужності трансформаторів ТП 10/0,4 кв з врахуванням впливу живильних мереж

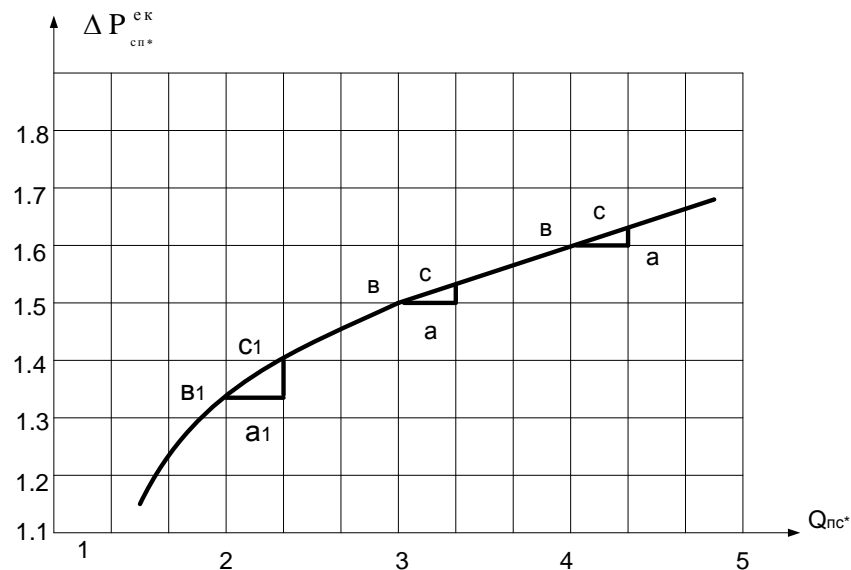
Зниження втрат в заданій мережі при установленні КУ

Зниження втрат	Сумарна потужність, при установленні КУ в вузлі 8, квар			
	10	20	30	40
В розподільних мережах, Вт	101,17 8	200,89 6	299,15 4	395,95 2
В живильних мережах, Вт	167,12 4	33,568	499,33 2	664,41 6
Сумарне зниження в розподільних та живильних мережах, Вт	268,30 2	53,464	798,48 6	1060

Вплив КУ промислових споживачів на КРП в розподільних мережах ЕК



Заступна схема узагальненої мережі живлення



Залежність відносної величини втрат, створених комунально-побутовим реактивним навантаженням, від величини реактивного навантаження промислового споживача

Матриця гри промислових і комунально-побутових споживачів (платіжна матриця)

B_j A_i	B_1	B_2	...	B_n
A_1	δP_{11}	δP_{12}	...	δP_{1n}
A_2	δP_{21}	δP_{22}	...	δP_{2n}
...
A_m	δP_{m1}	δP_{m2}	...	δP_{mn}

		Потужність КУ промислового споживача, квар									
		4500	4600	4700	4800	4900	5000	5100	5200	5300	5400
Потужність КУ ЕК, квар	450	117,818	118,051	118,276	118,491	118,699	118,899	119,092	119,278	119,457	119,631
	500	144,000	144,314	144,615	144,906	145,185	145,455	145,714	145,965	146,207	146,441
	550	172,515	172,924	173,318	173,697	174,062	174,414	174,754	175,082	175,398	175,704
	600	203,294	203,815	204,317	204,800	205,265	205,714	206,147	206,566	206,969	207,360
	650	236,272	236,922	237,548	238,150	238,732	239,292	239,833	240,356	240,861	241,349
	700	271,385	272,181	272,948	273,687	274,400	275,088	275,752	276,393	277,013	277,613
	750	308,571	309,533	310,459	311,351	312,212	313,043	313,846	314,622	315,372	316,098
	800	347,774	348,919	350,022	351,086	352,112	353,103	354,061	354,987	355,882	356,748
	850	388,935	390,283	391,582	392,835	394,045	395,214	396,343	397,435	398,491	399,514
	900	432,000	433,571	435,086	436,547	437,959	439,322	440,640	441,915	443,148	444,343
	950	476,917	478,732	480,481	482,170	483,802	485,378	486,902	488,377	489,805	491,187
	1000	523,636	525,714	527,719	529,655	531,525	533,333	535,082	536,774	538,413	540,000
	1050	572,108	574,471	576,751	578,954	581,082	583,140	585,132	587,059	588,926	590,735
	1100	622,286	624,954	627,531	630,020	632,427	634,754	637,006	639,187	641,300	643,348
	1150	674,124	677,120	680,014	682,810	685,514	688,130	690,662	693,115	695,491	697,795
1200	727,579	730,924	734,156	737,280	740,302	743,226	746,057	748,800	751,458	754,036	
1250	782,609	786,325	789,916	793,388	796,748	800,000	803,150	806,202	809,160	812,030	
1300	839,172	843,281	847,253	851,095	854,813	858,413	861,900	865,280	868,558	871,737	
1350	897,231	901,755	906,129	910,361	914,458	918,425	922,270	925,997	929,612	933,120	

Вигляд інтерфейсу розрахунку балансової задачі КРП

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Вхідні дані для розрахунку												
2													
3	Напруга, кВ:					10							
4													
5	Кількість ТП штук					5							
6													
7	Вхідна реактивна потужність, квар:					280							
8													
9	Час використання максимального навантаження, год					3000							
10													
11	Тариф за активну електроенергію, грн/кВт*год					1,52							
12													
13													
14	Потужність конденсаторних батарей встановлених на ТП, квар:												
15		Розрах. Пот.		Найближча стандартна		Марка БСК							
16	ТП1	247		250		УКР 0,4-250/25							
17	ТП2	452		450		УКР 0,4-450/25							
18	ТП3	535		550		УКР 0,4-550/25							
19	ТП4	465		450		УКР 0,4-450/25							
20	ТП5												
21													
22	ΣQн=	2488	квар										
23	ΣQк=	1700	квар										
24	ΣQн-ΣQк=	788	квар										
25	Qвх=	280	квар										

Дані про ТП					
	ТП1	ТП2	ТП3	ТП4	ТП5
N	2	2	2	2	2
St	630	630	630	630	400
Qн	340	545	628	465	510

$$\left\{ \begin{array}{l}
 3(Q_K) = \frac{B_0}{U^2} \times \sum_{i=1}^n \left[(Q_{Hi} - Q_{Ki})^2 (R_{KLi} + R_{Ti}) \right] + \\
 + [(E_e + E_a) \cdot B_{к0} + B_0 \cdot \Delta P_{\kappa}] \times \sum_{i=1}^n Q_{Ki} \rightarrow \min_{Q_K}; \\
 Q_{Ki} \geq 0, i=1,2,..n; \\
 \sum_{i=1}^n Q_{Hi} - \sum_{i=1}^n Q_{Ki} = Q_{BX}
 \end{array} \right.$$

Показники ефективності КРП

Назва параметрів	Показники за мат. моделю 1	Показники за мат. модель 2
Показник чистого приведенного доходу (NPV)	9488,13	9588,22
Індекс дохідності (PI)	1,078599	1,120278
Термін окупності інвестицій (PBP)	9,64416	8,27454
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	0,1265373	0,161551
Коефіцієнт вигід/витрат (BCR)	0,24765	0,2999

$$q_k = (q_{k1}, q_{k2}, \dots, q_{kn})$$

$$3(q_k) \rightarrow \min_{q_k}$$

$$U = U_H \Rightarrow 3(q_k) = \frac{t \cdot \tau}{U_H^2} \cdot \left(\sum_{i=1}^n (q_{ni} - q_{ki})^2 \cdot (r_i \cdot L_i + r_{Ti}) \right) \cdot 10^{-3} +$$

$$+ ((E_e + E_a) \cdot B_{k0} + t \cdot \tau \cdot \Delta P_k) \cdot \sum_{i=1}^n q_{ki}$$

$$0 \leq q_k \leq q_{ni}, \quad i = 1, \dots, n.$$

$$q_k = (q_{k1}, q_{k2}, \dots, q_{kn})$$

$$3(q_k) \rightarrow \min_{q_k}$$

$$0 \leq q_k \leq q_{ni}, \quad i = 1, \dots, n;$$

$$U = U_H \Rightarrow 3(q_k) = \frac{t \cdot \tau}{U_H^2} \cdot \left(\sum_{i=1}^n (q_{ni} - q_{ki})^2 \cdot (r_i \cdot L_i + r_{Ti}) \right) \cdot 10^{-3} +$$

$$+ ((E_e + E_a) \cdot B_{k0} + t \cdot \tau \cdot \Delta P_k) \cdot \sum_{i=1}^n q_{ki} + (B_{k0} + B_{k0} \cdot E_m) \cdot \sum_{i=1}^n q_{ki} +$$

$$+ D \cdot C_{Wa} \cdot \sum_{i=1}^n (q_{ni} - q_{ki})$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (q_{ni} - q_{ki})}{\sum_{i=1}^n P_i} \leq 0,25.$$

Висновок

В даній магістерській кваліфікаційній роботі було досліджено компенсацію реактивної потужності в електричних мережах з врахуванням їх взаємовливу.

1. Здійснено аналіз використання компенсуючих установок в електричних мережах з врахуванням їх взаємовливу. Також було розглянуто еквівалентування живильних мереж енергопостачальних компаній, в основі якого лежать затрати на передавання реактивної енергії по мережах ЕК до споживача.

2. Показано що змінюючи ступінь компенсації реактивної потужності в мережах промислового споживача, можна значно змінити втрати активної потужності, що створюються реактивним навантаженням комунально-побутових споживачів. При чому між ЕК та промисловими споживачами, які живляться від цих мереж, в процесі впровадження КУ складається «гральна ситуація», що зумовлює доцільність застосування гральних методів при розрахунку впровадження КУ в мережі ЕК.

3. Досліджено що оптимальне використання наявної потужності КУ споживача електроенергії може зменшити втрати активної потужності, підвищити рівень напруги в вузлах та покращити параметри мережі, що є досить ефективно. Технічні рішення з КРП, отримані за розробленими в роботі математичними моделями для умов одного з реальних виробництв, характеризуються високими економічними показниками. В одному випадку термін окупності становить 0,96 року, а в іншому 0,9 року.

4. Було показано розрахунок потужності БСК за допомогою СУБД. При такому розрахунку можна досягти більш точного результату розрахунку потужності БСК, що дозволить досягти додаткових зменшень втрат.

5. Розглянуті питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Заходи з охорони праці розглядалися для типового оперативно-диспетчерського пункту розподільної електричної мережі. Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ГОСТу роботою передбачено застосування загальнообмінної приточно-витяжної вентиляції, застосовування механічної припливно-витяжної системи вентиляції і природної вентиляції як організованої так і неорганізованої, а також запропоновано здійснювати регу