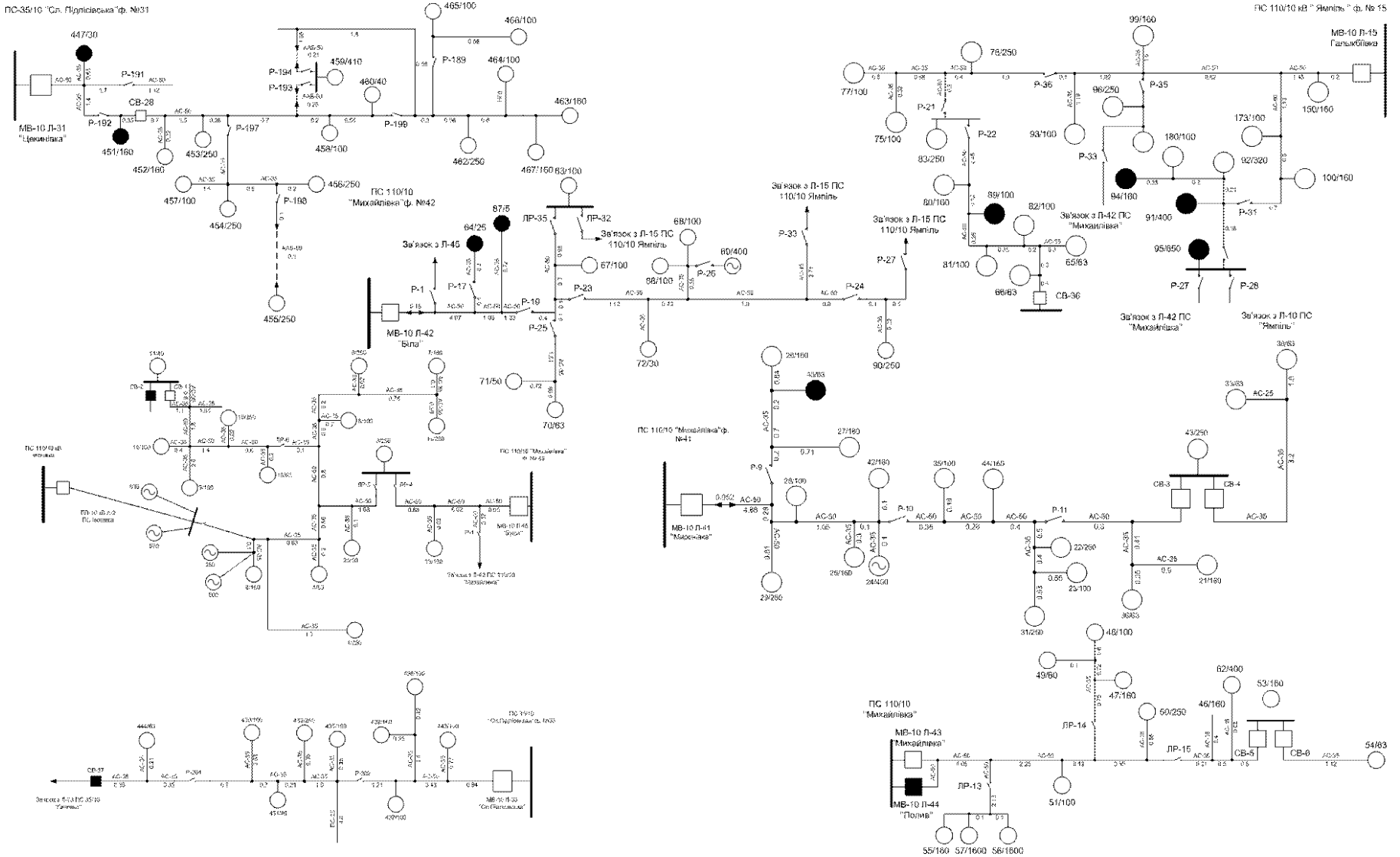


Забродський Віталій Анатолійович

# **ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕТІКАНЬ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У ЯМПІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ**

Керівник  
к.т.н., доцент  
Кулик В.В.

# ФРАГМЕНТ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 10 КВ ЯМПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ

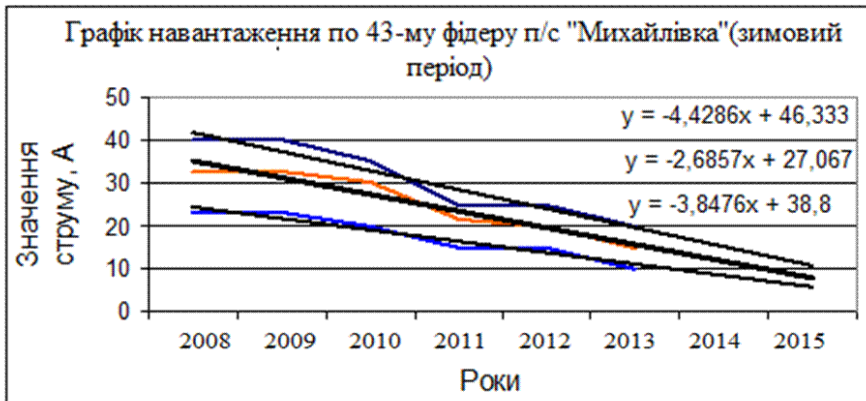


# ПРОГНОЗ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТП 10/0,4 КВ ЯМПЛЬСЬКИХ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Вихідні дані та результати прогнозування навантаження для фідера 43 підстанції „Михайлівка”

Період	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2	
ф-43	макс	40	40	35	25	25	20	15	0,9255
	мін	23	23	20	15	15	10	8	0,9327
	3	35	35	35	25	20	15	12	0,9319
	ср	33	33	30	22	20	15	12	0,9319

Графік зміни навантаження по фідеру 43 підстанції „Михайлівка”



пс"Михайлівка"

ф-41		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2
	макс	7	8	9	8	10	10	11	0,779
	мін	3	3	5	4	5	4	5	0,866
	3	5	3	5	6	10			
ф-42	ср	5	5	6	6	8	8	9	0,788
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2
	макс	3	4	5	5	5	6	6,4668	0,868
	мін	3	4	5	4	5	5	5,5336	0,777
ф-43	3	3	4	5	4	5			
	ср	3	4	5	4	5	5	6	0,756
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2
	макс	40	40	35	25	25	20	15	0,926
ф-45	мін	23	23	20	15	15	10	8	0,933
	3	35	35	35	25	20			
	ср	33	33	30	22	20	15	12	0,932
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2
ф-45	макс	7	9	10	10	10	11	12	0,796
	мін	5	7	8	8	9	8	10	0,853
	3	6	8	10	8	10			
	ср	6	8	9	9	10	10	11	0,739

пс"Гальжбіївка"

ф-15		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2
	макс	170	160	150	90	50	50	46	0,916
	мін	80	80	75	30	30	25	24	0,834
	3	135	130	130	80	40			
ф-15	ср	128	123	118	67	40	38	38	0,898

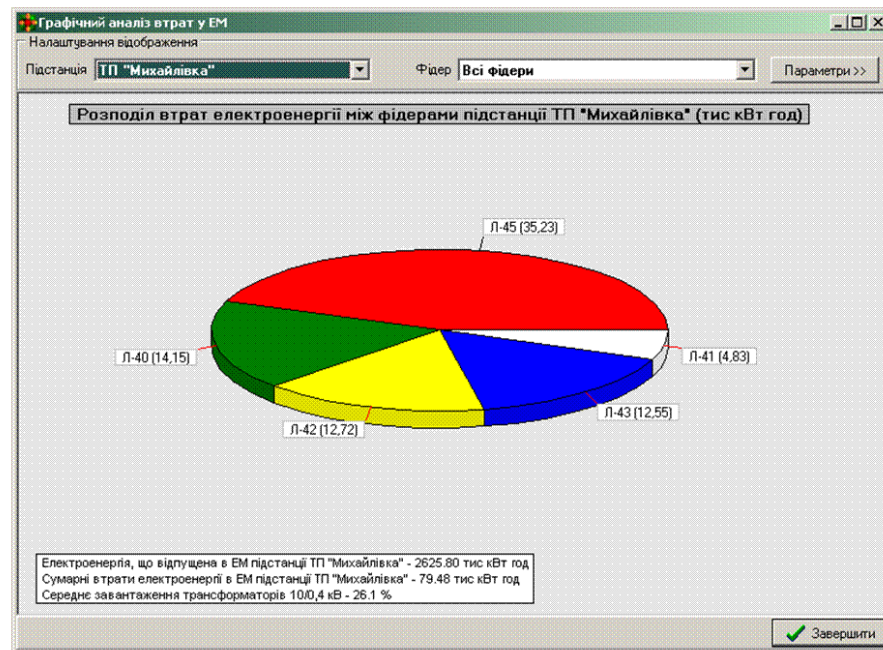
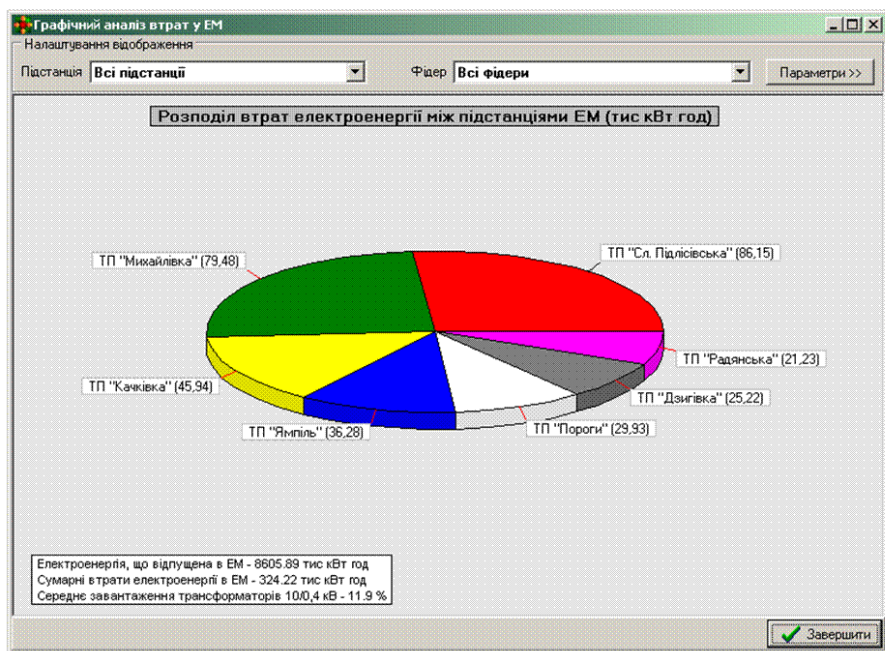
пс"Підлісівська"

ф-31		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2
	макс	35	35	40	50	80	80	83	0,857
	мін	20	25	25	30	60	65	67	0,828
	3	35	30	35	45	70			
ф-33	ср	30	30	33	42	70	73	76	0,843
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	R2
	макс	8	8	10	10	15	17	18	0,872
	мін	5	5	5	10	10	12	13	0,85
ф-33	3	8	8	10	10	10			
	ср	7	7	8	10	12	15	15	0,925

# СТРУКТУРА ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У ЯМПІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Структурування живильних підстанцій за навантажувальними втратами у присьднаних мережах 10 кВ

Структурування фідерів підстанції «Михайлівка» за навантажувальними втратами у присьднаних мережах 10 кВ



# ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ УСТАНОВОК КРП У ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

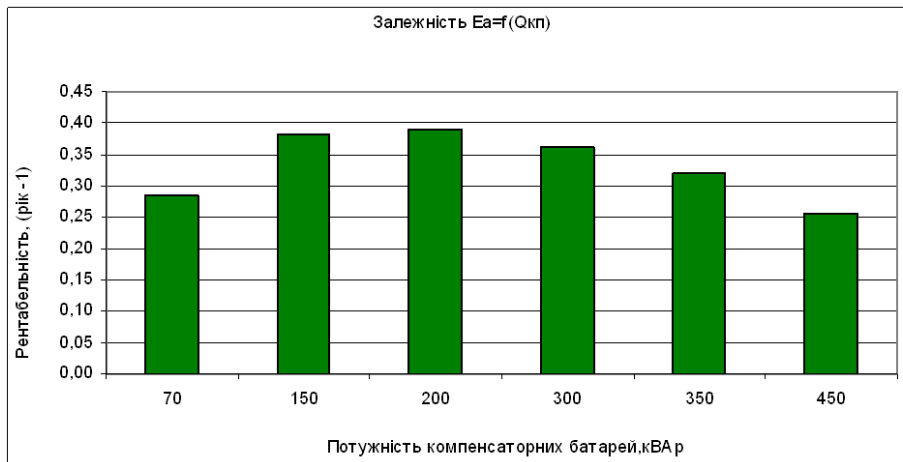
## Ефективність встановлення компенсуючи пристроїв за втратами ПС „Михайлівка”, Ф 45, тп 16

Qкп, кВАр	75	150	225	300	375	450
dP, кВт	43,7	42,4	41,4	40,8	40,6	40,8

## Ефективність встановлення компенсуючи пристроїв за рентабельністю

Qкп, кВАр	70	150	200	300	350	450
E <sub>а</sub> , рік <sup>-1</sup>	0,29	0,38	0,39	0,36	0,32	0,26

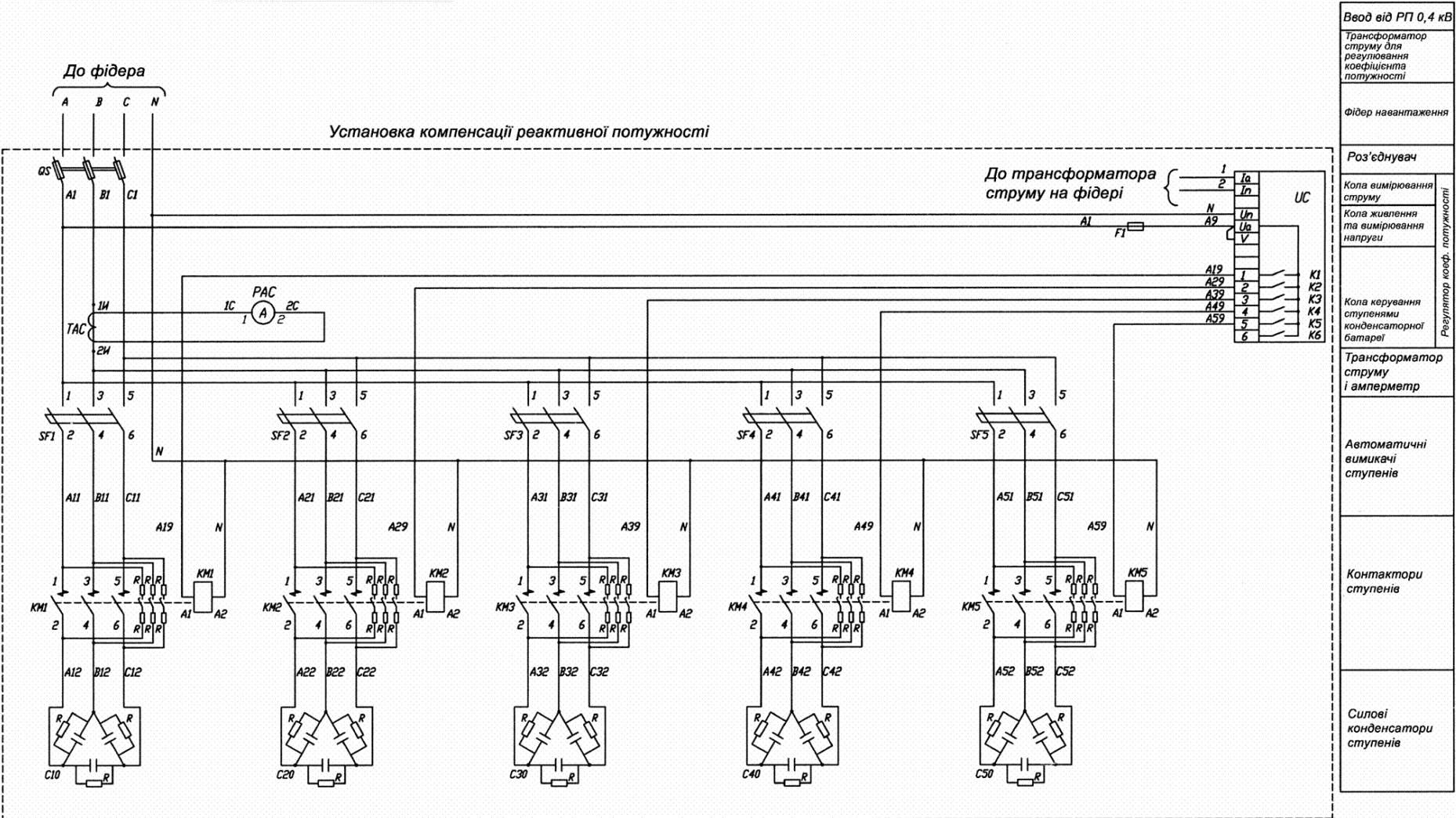
## Рентабельність встановлення КУ для фідера 45 підстанції „Михайлівка”



## Результати розрахунку рентабельності встановлення компенсаційних пристроїв

Л-45 Михайлівка				К	В	E <sub>a</sub>	Ток
ΔP'	ΔP''	Qкп	ΔW				
кВт	кВт	кВАр	кВт·год	тис.грн	тис.грн	рік <sup>-1</sup>	років
45,4	43,7	70	1289,88	29,5	2,95	0,29	3,5
45,4	42,4	150	2276,27	41,5	4,15	0,38	2,6
45,4	41,4	200	3035,02	54,5	5,45	0,39	2,6
45,4	40,8	300	3490,28	66,5	6,65	0,36	2,8
45,4	40,6	350	3642,03	76,5	7,65	0,32	3,1
45,4	40,8	450	3490,28	86,5	8,65	0,26	3,9
Л-42 Михайлівка				К	В	E <sub>a</sub>	Ток
ΔP'	ΔP''	Qкп	ΔW				
кВт	кВт	кВАр	кВт·год	тис.грн	тис.грн	рік <sup>-1</sup>	років
21,7	20,4	70	1031,3	29,5	2,95	0,21	4,8
21,7	20,2	150	1189,96	42,5	4,25	0,15	6,8
21,7	20,9	200	634,643	56,5	5,65	0,00	-
Л-43 Михайлівка				К	В	E <sub>a</sub>	Ток
ΔP'	ΔP''	Qкп	ΔW				
кВт	кВт	кВАр	кВт·год	тис.грн	тис.грн	рік <sup>-1</sup>	років
21,3	19,1	70	1687,09	29,5	2,95	0,40	2,5
21,3	18,9	150	1840,46	41,5	4,15	0,29	3,4
21,3	20,7	200	460,116	54,5	5,45	-0,03	-
21,3	24,5	300	-2454	58,5	5,85	-0,47	-
Л-15 Ямпіль				К	В	E <sub>a</sub>	Ток
ΔP'	ΔP''	Qкп	ΔW				
кВт	кВт	кВАр	кВт·год	тис.грн	тис.грн	рік <sup>-1</sup>	років
23,4	21,4	70	1512,42	29,5	2,95	0,35	2,8
23,4	21,2	150	1663,66	41,5	4,15	0,25	3,9
23,4	22,9	200	378,105	54,5	5,45	-0,04	-
Л-31 Слобода Підлісівська				К	В	E <sub>a</sub>	Ток
ΔP'	ΔP''	Qкп	ΔW				
кВт	кВт	кВАр	кВт·год	тис.грн	тис.грн	рік <sup>-1</sup>	років
20,4	18,8	70	1190,79	29,5	2,95	0,26	3,9
20,4	18,2	150	1637,34	41,5	4,15	0,25	4,0
20,4	18,7	200	1265,22	54,5	5,45	0,10	9,5

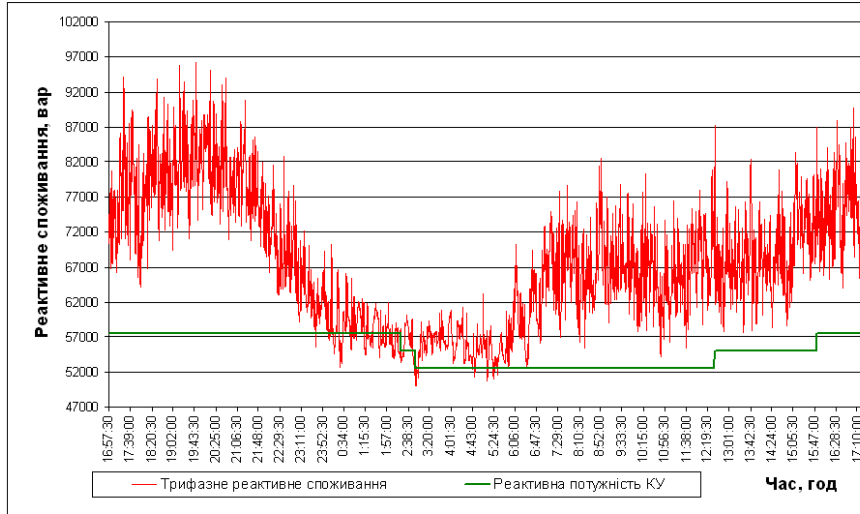
# СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА-ПРИНЦИПОВА ТА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ



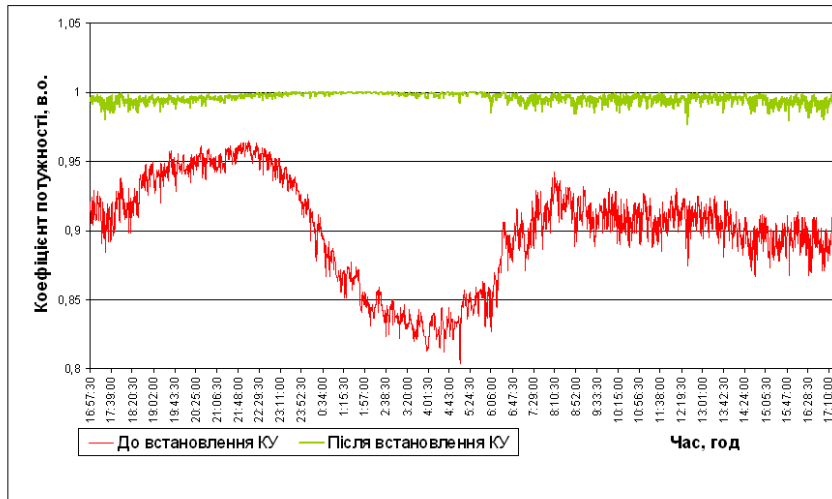
Ввод від РП 0,4 кВ	
Трансформатор струму для регулювання коефіцієнта потужності	
Фідер навантаження	
Роз'єднувач	
Кола вимірювання струму	Регулятор коэф. потужності
Кола живлення та вимірювання напруги	
Кола керування ступенями конденсаторної батареї	Трансформатор струму і амперметр
	Автоматичні вимикачі ступенів
	Контактори ступенів
	Силові конденсатори ступенів

# ВИЗНАЧЕННЯ УСТАВОК ПО КОЕФІЦІЄНТАМ ПОТУЖНОСТІ КРП

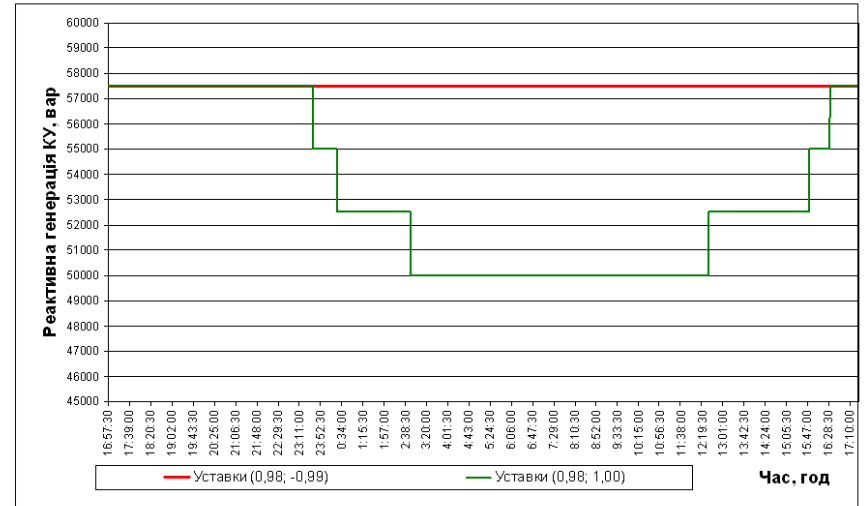
Сумарне реактивне споживання ТП-557 (Т1) та зміна режиму генерації КУ встановленою потужністю 60 квар  
 генерації КУ встановленою потужністю 60 квар  
 ( $\cos\varphi_{\min} = 0.98$ ;  $\cos\varphi_{\max} = 1$ )



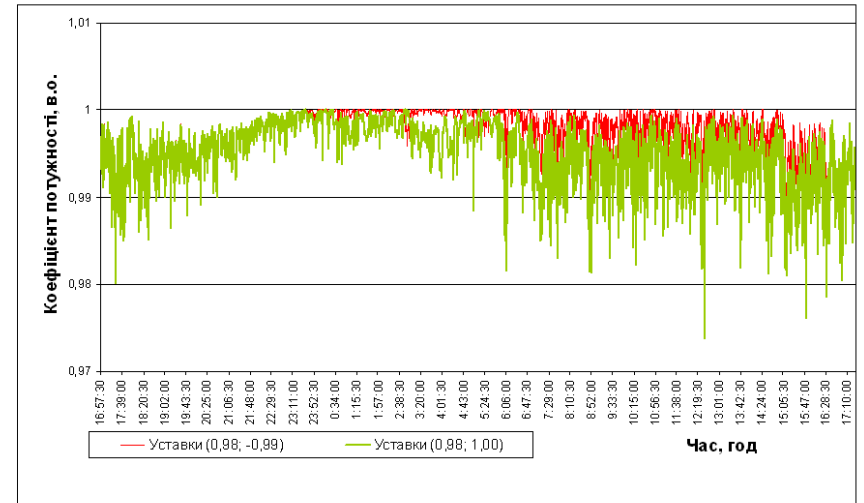
Зміна коефіцієнту потужності на низькій стороні ТП-557 (Т1) за рахунок встановлення КУ потужністю 60 квар



Залежність інтенсивності перемикачів КУ на низькій стороні ТП-557 (Т1) від уставок по коефіцієнту потужності



Залежність зміни коефіцієнту потужності на низькій стороні ТП-557 (Т1) після встановлення КУ потужністю 60 квар від уставок по  $\cos\varphi$



## РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ З КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У ЯМПІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Остаточна схема розташування КУ для забезпечення максимального ефекту зменшення втрат електроенергії в ЕМ з урахуванням технічних обмежень та можливості встановлення

Підстанція	Фідер	ТП 10/0,4 кВ	Q <sub>куНН</sub> , квар
ТП «Михайлівка»	Л-45	ТП-16	200
ТП «Михайлівка»	Л-42	ТП-68	70
ТП «Михайлівка»	Л-43	ТП-54	70
ТП «Сл. Підлісівська»	Л-31	ТП-463	70

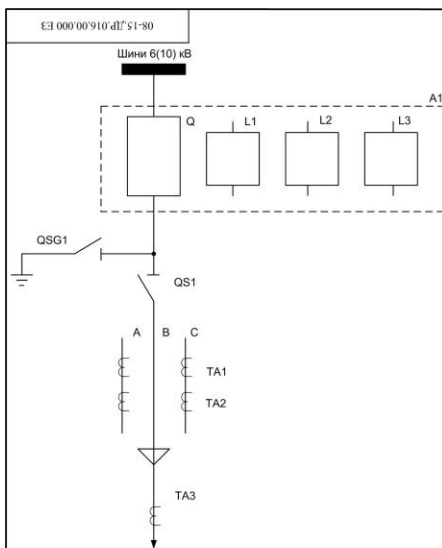
Оптимальні уставки по коефіцієнту потужності для автоматичних регуляторів КУ, що встановлюються на ТП 10/0,4 кВ

Підстанція	Фідер	ТП 10/0,4 кВ	Q <sub>ку</sub> , квар	Cosφ <sub>min</sub> , в.о.	Cosφ <sub>max</sub> , в.о.
ТП «Михайлівка»	Л-45	ТП-16	200	0,98	-0,99
ТП «Михайлівка»	Л-42	ТП-68	70	0,96	0,99
ТП «Михайлівка»	Л-43	ТП-54	70	0,96	0,99
ТП «Сл. Підлісівська»	Л-31	ТП-463	70	0,96	-0,99

### Показники ефективності:

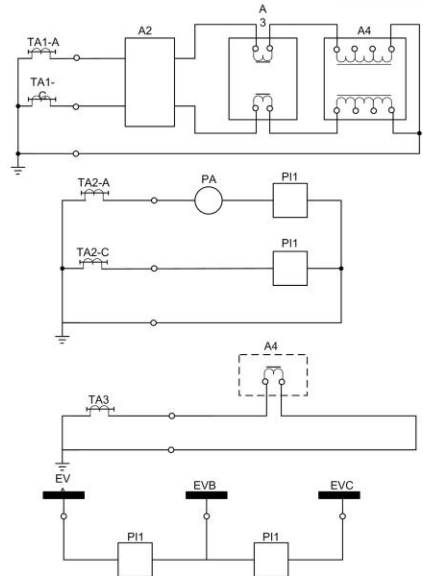
- Капітальні витрати на засоби КРП у Ямпільських електричних мережах: 117 тис. грн.
- Щорічні експлуатаційні видатки: 23,5 тис. грн.
- Річний ефект зменшення втрат електроенергії: 71036,28 кВт год.
- Рентабельність капіталовкладень: 44,5%
- Термін окупності витрат: 2,3 роки.



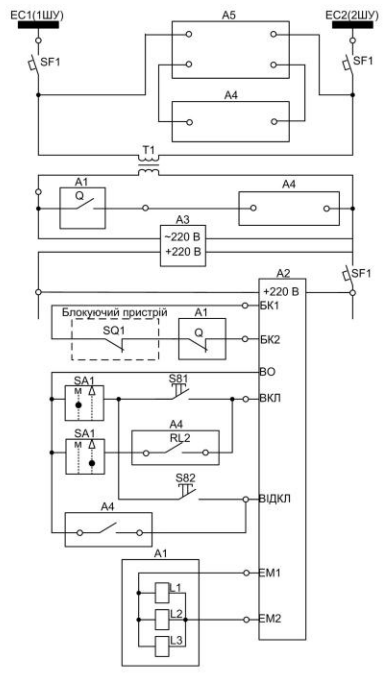


- УЗА-10А - А4
- УЗА-10В - А4
- МС3, СВ, АЧР, АПВ, ЧАПВ, І<sub>а</sub>, І<sub>с</sub>
- УЗА-10В
- ЗНЗ І<sub>о</sub> ІС
- Доп. блок УЗА-10 - А5

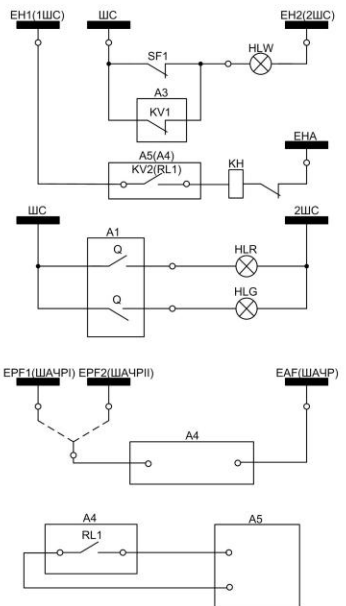
Сигн. авар. відкл. комб. живл.



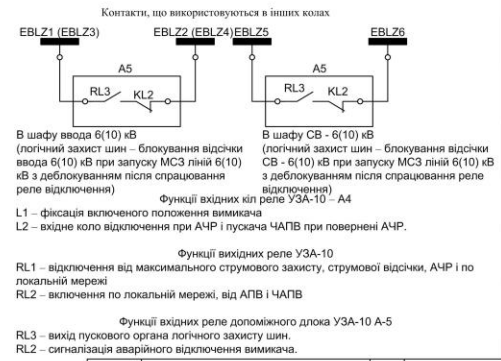
- Струміві кола максимального струмового захисту, заряду відключаючого конденсатора, живлення реле захисту, ЛЗШ та замірів
- Струміві кола лічильника і амперметра
- Струміві кола захисту від однофазних замикань на землю (ЗНЗ)
- Шинки напруги 6(10) кВ
- Кола напруги лічильника



- Шинки управління та автоматичний вимикач
- Кола живлення захисту
- Розподільний трансформатор
- Фіксація вкlopenого положення вимикача
- Блок живлення ВРТЕЛ
- Кола живлення привода вимикача
- Блок-контакти положення вимикача та контакти блокування
- Оперативне вкlopenня
- Вкlopenня по локальній мережі від АПВ і ЧАПВ
- Оперативне відкlopenня
- Відкlopenня від МС3, струмової відсічки, АЧР та по локальній мережі
- Електромагніти вкlopenня та вкlopenня вимикача



- Автомат кіл управління вимкнутий
- Несправність блока живлення
- Аварійне відкlopenня вимикача
- Індикація положення „ВВІМКНЕНО“
- Індикація положення „ВДІКЛЮЧЕНО“
- Шинки АЧР
- Пуск відкlopenня при АЧР та високій ЧАПВ після повернення АЧР
- Управління реле повторювачем реле відкlopenня – (деблокування ЛЗШ, сигналізація аварійного відкlopenня)



Контакти, що використовуються в інших колах

В шафу вводу 6(10) кВ (логічний захист шин – блокування відсічки вводу 6(10) кВ при запуску МС3 ліній 6(10) кВ з деблокуванням після спрацювання реле відкlopenня) Функції вхідних кіл реле УЗА-10 – А4

В шафу СВ - 6(10) кВ (логічний захист шин – блокування відсічки СВ - 6(10) кВ при запуску МС3 ліній 6(10) кВ з деблокуванням після спрацювання реле відкlopenня) Функції вхідних кіл реле УЗА-10 – А4

L1 – фіксація вкlopenого положення вимикача  
L2 – вхідне коло відкlopenня при АЧР і пусачка ЧАПВ при поверненні АЧР.

Функції вихідних реле УЗА-10

RL1 – відкlopenня від максимального струмового захисту, струмової відсічки, АЧР і по локальній мережі  
RL2 – вкlopenня по локальній мережі, від АПВ і ЧАПВ

Функції вхідних реле допоміжного длока УЗА-10 А-5

RL3 – вхід пускового органа логічного захисту шин  
RL2 – сигналізація аварійного відкlopenня вимикача.

ПОЗНАЧЕННЯ	НАЙМЕНУВАННЯ	КІЛЬКІСТЬ	ПРИМІТКА
Q	Вимикач вакуумний ВВ/ТЕЛ-10-16/630 УЗ-3	1	
A1	Привід вимикача	1	
A2	Блок управління ВУ/ТЕЛ-220-05А У2	1	
A3	Блок живлення ВР/ТЕЛ-220-02А У2	1	
SQ1	Пристрій блокуючий	1	
SB1, SB2	Кнопка	2	Тип визначає завод-виготовлювач
HLG	Лампа напівпровідникова комутаційна СКЛ-11-Л-4-220 (зелена)	1	
HLR	Лампа напівпровідникова комутаційна СКЛ-11-К-4-220 (червона)	1	
HLW	Лампа напівпровідникова комутаційна СКЛ-11-Ж-4-220 (жовта)	1	
A4	Пристрій УЗА-10В (УЗА-10А)	1	
A5	Додатковий блок УЗА-10	1	
PA	Амперметр 330 5А	1	Тип визначає завод-виготовлювач
PI	Лічильник активної енергії	1	Тип визначає завод-виготовлювач
T1	Трансформатор ОСМ1-0.063-220/220 ТУ 49-05758084-042-98	1	
TAA, TAC	Трансформатор струму 5А	2	
KN	Реле квазіне РЗУ11-11 85012-40УЗ	1	
SA1	Перемикач ПЕ-011 УЗ	1	Тип визначає завод-виготовлювач
SF1	Вимикач автоматичний АП-50Б-3МТ УЗ1; 2,5/4,5, III ТУ 16-522-139-78	1	Тип визначає завод-виготовлювач
TA3	Трансформатор струму ТЭЛМ	1	

08-15_ДР.016.00.000_EЗ				
№	Зас.	№ докум.	Пар.	Дата
Розробив	Виконав	Перевірив	Має	Місяць
Л. Савченко	В. Савченко	О. Савченко		
І. Савченко	Р. Савченко	О. Савченко		
М. Савченко	К. Савченко	В. Савченко		
З. Савченко	Л. Савченко	П. Савченко		
Схема релеіного захисту ІЛ 10 кВ				
№	Лист	Всього	1	
ВНТУ ім. Є.С.Морозів				