

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій та систем

кваліфікаційна робота
за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр»

спеціальності 8.05070102 – «Електричні системи та мережі»

на тему:

**«РОЗВИТОК ФРАГМЕНТУ МЕРЕЖІ АКЦІОНЕРНОГО
ТОВАРИСТВА ХМЕЛЬНИЦЬКОБЛЕНЕРГО ІЗ ДОСЛІДЖЕННЯМ
РЕКЛОУЗЕРІВ »**

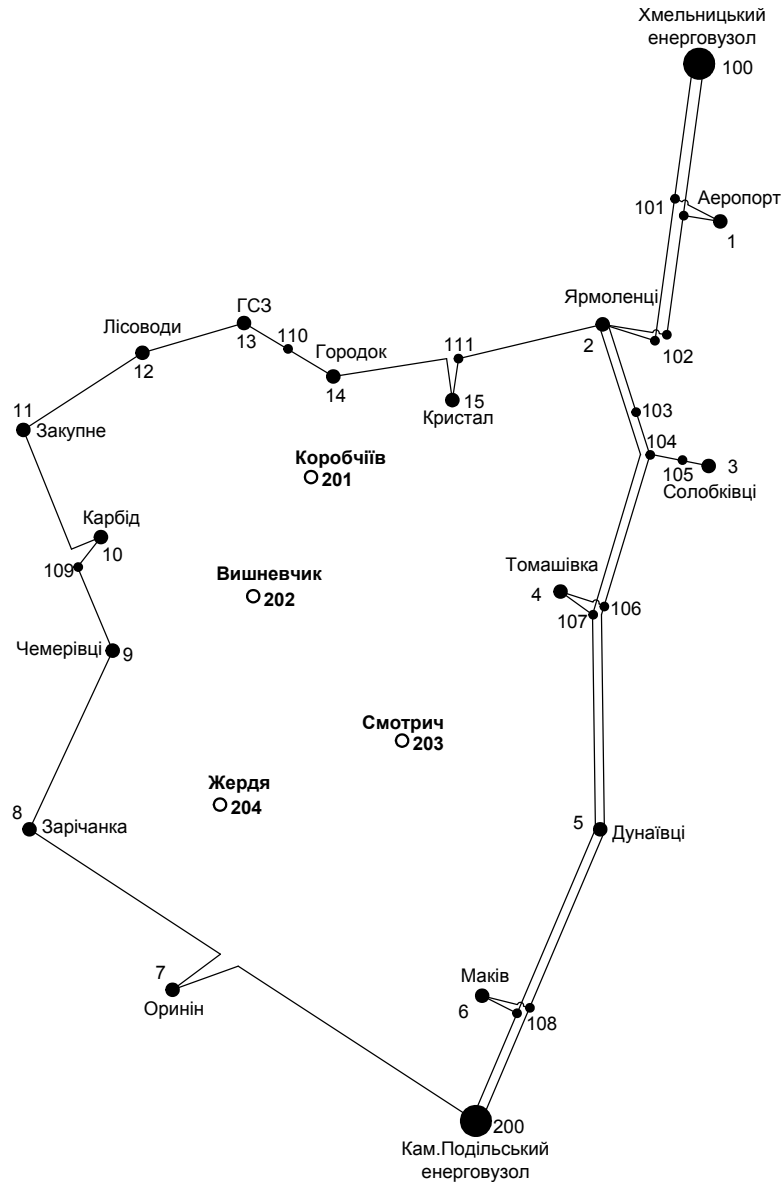
Виконав: Бетанкурт Д.А.

Керівник: доцент каф. ЕСС
Нетребський В. В.

Метою данної роботи є вибір оптимального варіанту розвитку фрагменту електромережі АТ «Хмельницькобленерго» за техніко-економічними показниками. Та аналіз і перспективи розвитку реклоузерів в електричних мережах.

Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язано такі **основні задачі**:

- проведено розрахунок та вибір моделі розвитку фрагменту електромережі АТ «Хмельницькобленерго»;
- проведено розрахунок та аналіз усталеного режиму оптимальної моделі розвитку фрагменту електромережі АТ «Хмельницькобленерго»;
- узагальнено конструкції реклоузерів;
- встановлено перспективи використання реклоузерів як елементів електричної мережі;
- обгрунтовано заходи безпечної експлуатації влаштувань захисту від блискавки та від статичної електрики;
- **Об'єктом дослідження** є фрагмент електричної мережі АТ «Хмельницькобленерго» та реклоузери.
- **Предметом дослідження** є методи розрахунку та оптимізації нормальних режимів ЕЕС, та надійність спрацювання реклоузерів.
- **Методи дослідження.** Для аналізу та розв'язання поставленої задачі використано методи математичного моделювання.



Таблиця 1 - Дані про лінії існуючої електричної мережі

№ номер початку лінії	№ номер кінця лінії	Назва лінії	Довжина лінії, км	Марка проводу
100	101	Хмельницький енерговузол – 101	2×5,8	АС-185
101	1	101 – Аеропорт	2×1,1	АС-95
101	102	101 – 102	2×18	АС-185
102	2	102 – Ярмоленці	2×2,6	АС-120
2	103	Ярмоленці – 103	2×4,6	АС-185
103	104	103 – 104	4,9	АС-185
104	105	104 – 105	1,8	АС-95
105	3	105 – Солобківці	4	АС-120
104	106	104 – 106	4,9	АС-185
2	107	Ярмоленці – 107	24,3	АС-185
106	4	106 – Томашівка	3,5	АЖ-120
107	4	107 – Томашівка	3,5	АЖ-120
5	106	Дунаївці – 106	2×2,6	АС-120
5	107	Дунаївці – 107	2×13,4	АС-185
108	5	108 – Дунаївці	2×16,3	АС-120
108	6	108 – Маків	2×1,7	АС-120
200	108	Хмельницький енерговузол – 108	2×18,57	АС-120
2	111	Ярмоленці – 111	7,7	АС-95
111	15	111 – Кристал	2×3,5	АС-185
15	14	Кристал – Городок	13,5	АС-95
14	110	Городок – 110	2,71	АЖ-120
110	13	110 – ГСЗ	2×0,25	АС-120
13	12	ГСЗ – Лісоводи	10,29	АЖ-120
12	11	Лісоводи – Закупне	13,3	АС-95
10	11	Карбід – Закупне	6	АС-120
109	10	109 – Карбід	2×2,3	АС-120
9	109	Чемерівці – 109	12,5	АС-120
8	9	Зарічанка – Чемерівці	15,8	АС-120
7	8	Оринін – Зарічанка	21,7	АЖ-120
200	7	Кам.Подільський енерговузол – Оринін	19,8	АЖ-120

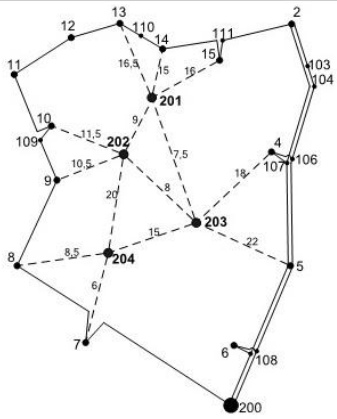
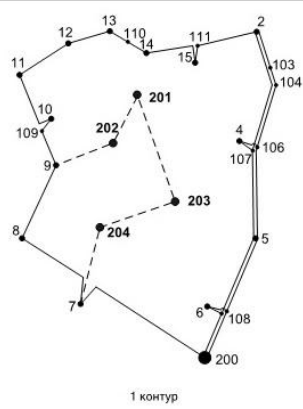
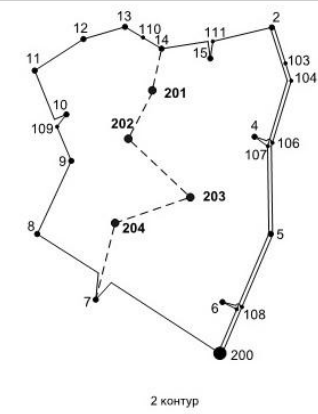


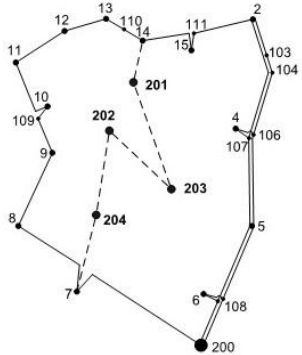
Схема максимального графа електричної мережі



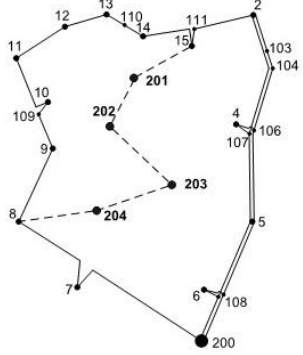
1 контур



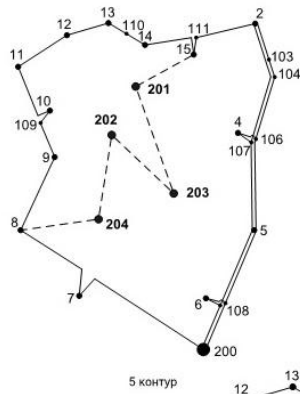
2 контур



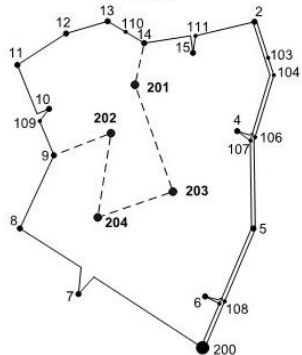
3 контур



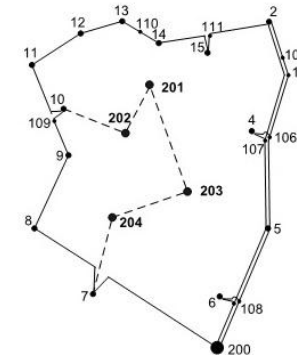
4 контур



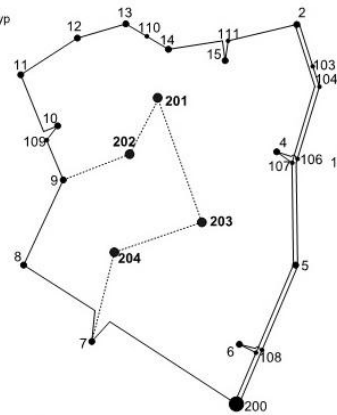
5 контур



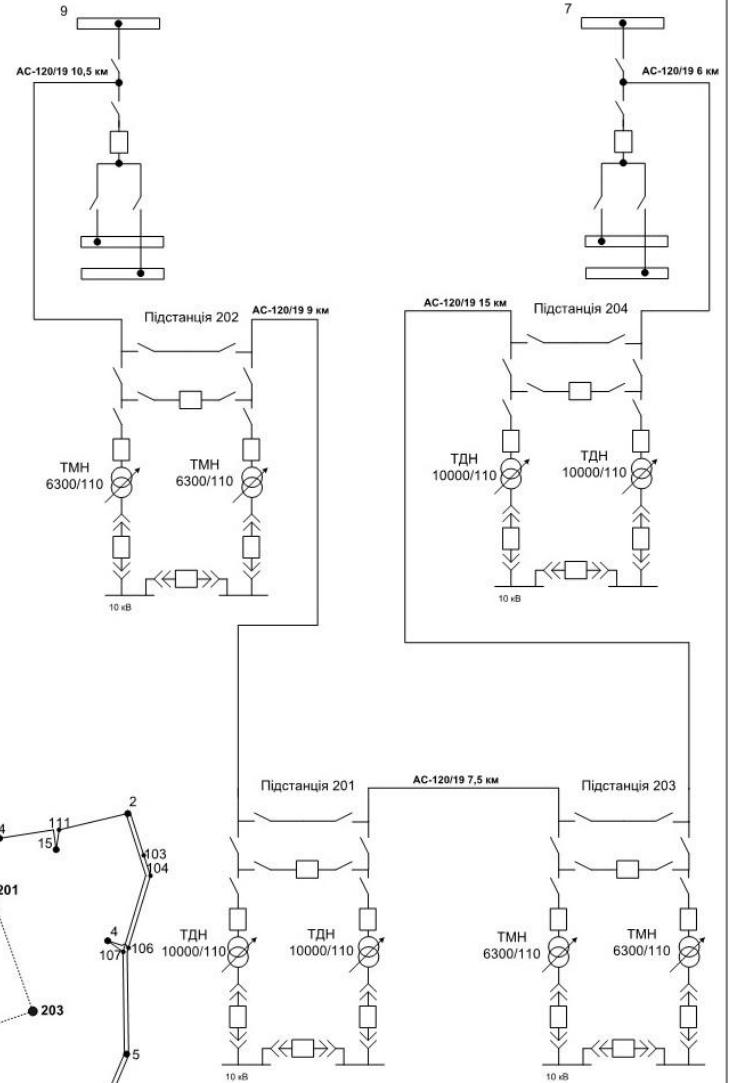
6 контур

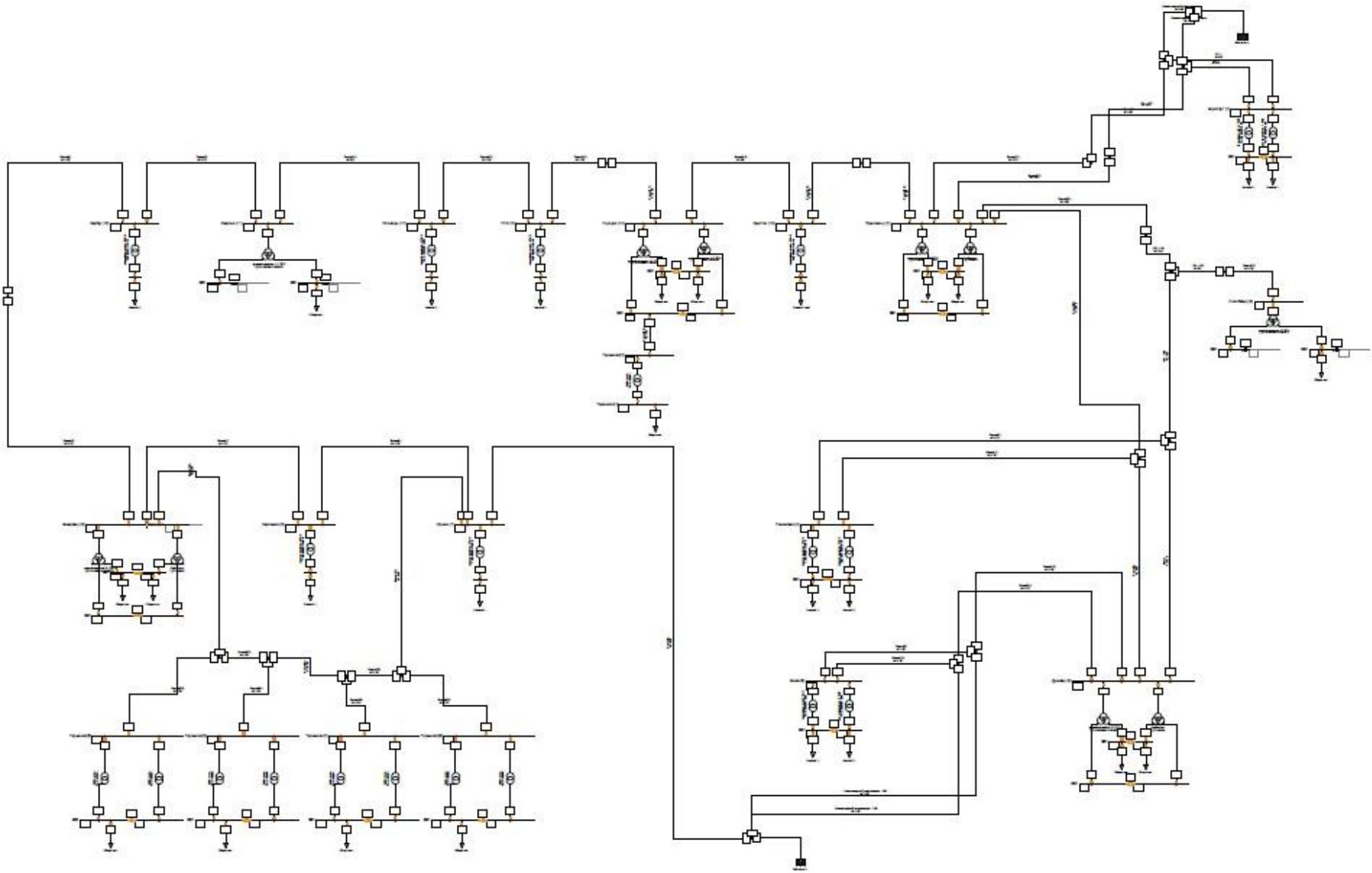


7 контур



Оптимальна схема електричної мережі за методом поконтурної оптимізації





Тривалість звітного періоду: 6000.0 год Час втрат: 2958.2 год

Інтегральні характеристики електричної мережі 750-35 кВ

	Потужності		Електроенергія	
	акт. (МВт)	реакт. (МВАр)	акт. (млн. кВт*г)	реакт. (млн. квар*г)
Усього одержано:	80.0	51.5	481.04	308.89
від зовнішніх джерел	0.0	0.0	1.51	0.00
від внутрішніх джерел	79.9	51.5	479.53	308.89
Усього відпущено:	78.0	41.8	468.00	244.85
зовнішнім споживачам	0.0	1.1	0.00	0.35
внутрішнім споживачам	78.0	40.6	468.00	243.90
Усього втрачено:	2.0	9.7	13.04	64.04

Втрати потужності та електроенергії

Втрати	потужності (МВт):	електроенергії (млн. кВт*г)
в лініях електропередачі	1.3	8.93
з них в ЛЕП 750-330 кВ	0.0	0.00
в ЛЕП 220-35 кВ	1.3	8.93
в трансформаторах	0.6	4.10
з них холостого ходу	0.4	2.29
навантажувальні	0.3	1.81
Сумарні 750-35 кВ	2.0	13.04 (2.71 %)
з них холостого ходу	0.4	2.29 (17.53 %)
від перетоків акт. потужн.	1.2	8.24 (63.17 %)
від перетоків реакт. потужн.	0.4	2.51 (19.24 %)
Всього у мережах 750-35 кВ	2.0	13.04 (2.71 %)

Тривалість звітного періоду: 6000.0 год Час втрат: 2958.2 год

Інтегральні характеристики електричної мережі 750-35 кВ

	Потужності		Електроенергія	
	акт. (МВт)	реакт. (МВАр)	акт. (млн. кВт*г)	реакт. (млн. квар*г)
Усього одержано:	113.9	76.0	686.34	461.19
від зовнішніх джерел	0.1	0.0	3.27	5.28
від внутрішніх джерел	113.8	76.0	683.07	455.91
Усього відпущено:	109.7	57.7	658.20	339.06
зовнішнім споживачам	0.0	1.1	0.00	0.00
внутрішнім споживачам	109.7	56.5	658.20	339.06
Усього втрачено:	4.2	18.3	28.14	122.13

Втрати потужності та електроенергії

Втрати	потужності (МВт):	електроенергії (млн. кВт*г)
в лініях електропередачі	3.1	21.32
з них в ЛЕП 750-330 кВ	0.0	0.00
в ЛЕП 220-35 кВ	3.1	21.32
в трансформаторах	1.1	6.83
з них холостого ходу	0.5	2.82
навантажувальні	0.6	4.00
Сумарні 750-35 кВ	4.2	28.14 (4.10 %)
з них холостого ходу	0.5	2.82 (10.02 %)
від перетоків акт. потужн.	2.7	18.45 (65.55 %)
від перетоків реакт. потужн.	1.0	6.87 (24.42 %)
Всього у мережах 750-35 кВ	4.2	28.14 (4.10 %)

Тривалість звітного періоду: 6000.0 год Час втрат: 2958.2 год

Інтегральні характеристики електричної мережі 750-35 кВ

	Потужності		Електроенергія	
	акт. (МВт)	реакт. (МВАр)	акт. (млн. кВт*г)	реакт. (млн. квар*г)
Усього одержано:	115.0	76.8	692.92	466.17
від зовнішніх джерел	0.1	0.0	3.34	5.49
від внутрішніх джерел	114.9	76.8	689.58	460.68
Усього відпущено:	110.7	58.2	664.20	342.06
зовнішнім споживачам	0.0	1.2	0.00	0.00
внутрішнім споживачам	110.7	57.0	664.20	342.06
Усього втрачено:	4.3	18.6	28.72	124.11

Втрати потужності та електроенергії

Втрати	потужності (МВт):	електроенергії (млн. кВт*г)
в лініях електропередачі	3.2	21.80
з них в ЛЕП 750-330 кВ	0.0	0.00
в ЛЕП 220-35 кВ	3.2	21.80
в трансформаторах	1.1	6.92
з них холостого ходу	0.5	2.94
навантажувальні	0.6	4.08
Сумарні 750-35 кВ	4.3	28.72 (4.14 %)
з них холостого ходу	0.5	2.94 (9.90 %)
від перетоків акт. потужн.	2.8	18.84 (65.59 %)
від перетоків реакт. потужн.	1.0	7.04 (24.50 %)
Всього у мережах 750-35 кВ	4.3	28.72 (4.14 %)

		DigSILENT		Проект :	
		PowerFactory		15.1.7	
				Дата: 16.12.2018	
Розрахунок УР					
Розрахунок УР, нелінійний, симетричний, пряма посл.					
Автоматична адаптація моделі складності					
АРНТ РПН					
Учитывать пределы реакт. мощности					
Уравнений модели					

Свод данных по Системе		Исследование: Study Case		Прил.:	
Число подстанций	15	Кол-во Шин	51	Кол-во Терминалов	376
число 2-обм. Т.	12	число 3-обм. Т.	10	Число шин. машин	0
Кол-во Нагрузок	22	Число поперечных КУ	0	Кол. SVS	0
Генерация	= 0,00 МВт		0,00 Мвар		0,00 МВА
Из внешней сети	= 80,11 МВт		36,74 Мвар		88,98 МВА
Нагр. P (U)	= 79,00 МВт		40,65 Мвар		87,96 МВА
Нагр. P (Dn)	= 78,00 МВт		40,65 Мвар		87,96 МВА
Нагр. P (Dn-U)	= 0,00 МВт		0,00 Мвар		
Двиг. Нагр.	= 0,00 МВт		0,00 Мвар		0,00 МВА
Потери	= 2,11 МВт		-1,51 Мвар		
Вард. м-т-ть ЛЭП	=		-9,37 Мвар		
Компенсация инд.	=		0,00 Мвар		
Компенсация емк.	=		0,00 Мвар		
Уст. м-т-ть генерации	= 0,00 МВт				
Врахованный резерв	= 0,00 МВт				
Общ. коэф. м-т-ти:					
Генерация	= 0,00 [-]				
Нагр./Двиг.	= 0,89 / 0,00 [-]				

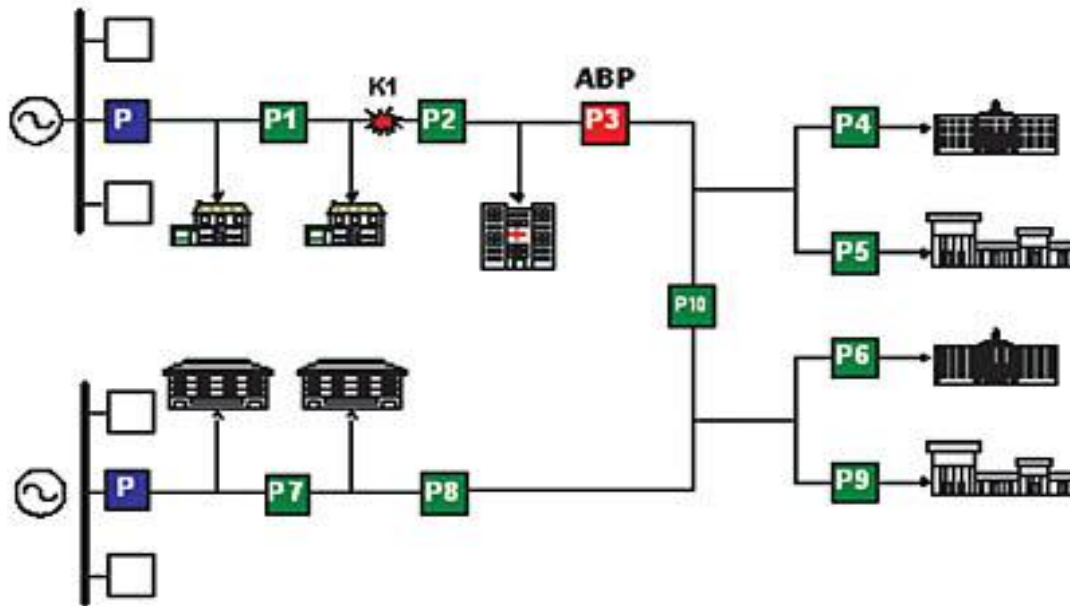
		DigSILENT		Проект :	
		PowerFactory		15.1.7	
				Дата: 16.12.2018	
Розрахунок УР					
Розрахунок УР, нелінійний, симетричний, пряма посл.					
Автоматична адаптація моделі складності					
АРНТ РПН					
Учитывать пределы реакт. мощности					
Уравнений модели					
Свод данных по Системе					
Число подстанций	21	Кол-во Шин	66	Кол-во Терминалов	524
число 2-обм. Т.	20	число 3-обм. Т.	10	Число шин. машин	0
Кол-во Нагрузок	26	Число поперечных КУ	0	Кол. SVS	0
Генерация	= 0,00 МВт		0,00 Мвар		0,00 МВА
Из внешней сети	= 113,74 МВт		58,65 Мвар		127,97 МВА
Нагр. P (U)	= 109,70 МВт		56,51 Мвар		123,40 МВА
Нагр. P (Dn)	= 109,70 МВт		56,51 Мвар		123,40 МВА
Нагр. P (Dn-U)	= 0,00 МВт		-0,00 Мвар		
Двиг. Нагр.	= 0,00 МВт		0,00 Мвар		0,00 МВА
Потери	= 4,04 МВт		2,14 Мвар		
Вард. м-т-ть ЛЭП	=		-10,30 Мвар		
Компенсация инд.	=		0,00 Мвар		
Компенсация емк.	=		0,00 Мвар		
Уст. м-т-ть генерации	= 0,00 МВт				
Врахованный резерв	= 0,00 МВт				
Общ. коэф. м-т-ти:					
Генерация	= 0,00 [-]				
Нагр./Двиг.	= 0,89 / 0,00 [-]				

		DigSILENT		Проект :	
		PowerFactory		15.1.7	
				Дата: 16.12.2018	
Розрахунок УР					
Розрахунок УР, нелінійний, симетричний, пряма посл.					
Автоматична адаптація моделі складності					
АРНТ РПН					
Учитывать пределы реакт. мощности					
Уравнений модели					
Свод данных по Системе					
Число подстанций	21	Кол-во Шин	68	Кол-во Терминалов	524
число 2-обм. Т.	21	число 3-обм. Т.	10	Число шин. машин	0
Кол-во Нагрузок	27	Число поперечных КУ	0	Кол. SVS	0
Генерация	= 0,00 МВт		0,00 Мвар		0,00 МВА
Из внешней сети	= 114,84 МВт		59,42 Мвар		129,30 МВА
Нагр. P (U)	= 110,70 МВт		57,01 Мвар		124,52 МВА
Нагр. P (Dn)	= 110,70 МВт		57,01 Мвар		124,52 МВА
Нагр. P (Dn-U)	= 0,00 МВт		-0,00 Мвар		
Двиг. Нагр.	= 0,00 МВт		0,00 Мвар		0,00 МВА
Потери	= 4,14 МВт		2,41 Мвар		
Вард. м-т-ть ЛЭП	=		-10,30 Мвар		
Компенсация инд.	=		0,00 Мвар		
Компенсация емк.	=		0,00 Мвар		
Уст. м-т-ть генерации	= 0,00 МВт				
Врахованный резерв	= 0,00 МВт				
Общ. коэф. м-т-ти:					
Генерация	= 0,00 [-]				
Нагр./Двиг.	= 0,89 / 0,00 [-]				

ВАКУУМНИЙ РЕКЛОУЗЕР SIEMENS

1. Це апарат, що поєднує в собі практично всі види протиаварійної автоматики: АПВ, АВР (автоматичне введення резерву), МСЗ (максимальний струмовий захист), ЗЗЗ (захисту від замикань на землю), ППО (пристрій плавки ожеледі) та інші.
2. Це захисний пристрій, здатний виявляти перевантаження, перериваючи його та автоматично підключаючись до повторного включення лінії. Він реалізується за допомогою елемента керування, що дозволяє здійснювати декілька повторних підключень, крім того, щоб змінювати інтервал і послідовність цих переключень.
3. Реклоузер є повністю автономним інструментом і дозволяє контролювати автоматизацію розподільних мереж. Це також дозволяє в режимі реального часу контролювати параметри якості переданої електричної енергії.





У мережі з двостороннім живленням до реклоузера, встановленим через певні ділянки, додатково встановлюється реклоузер з функцією АВР знаходиться в нормально відключеному положенні.

У разі аварійного відключення або відсутності харчування з підстанції, встановлений в мережі реклоузер з функцією АВР, забезпечує відновлення живлення споживачів фідера, тим самим створюючи оптимальне резервування.



Конструкція перемикача - вид
спереду



Конструкція перемикача - вид
ззаду



Блокування ручки – введено
(робоче положення)



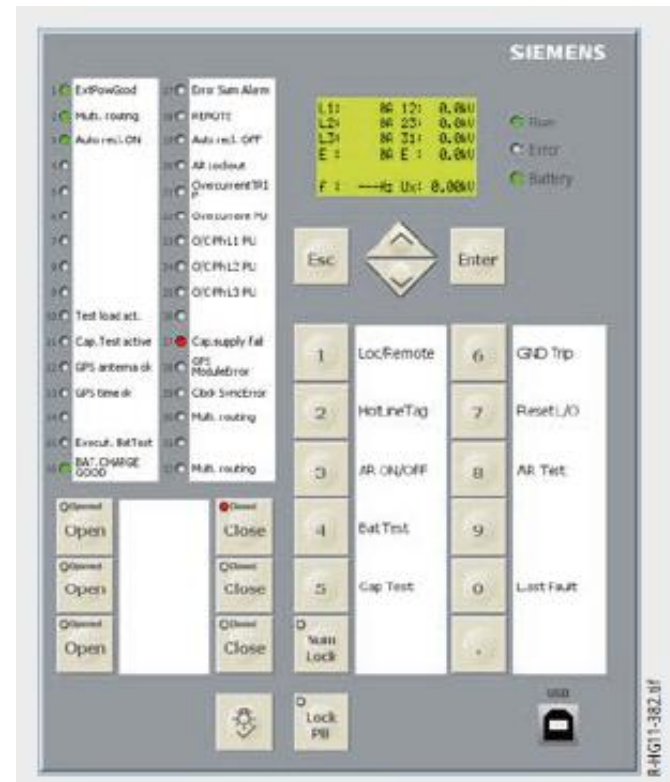
Блокування ручки - витягнутий
(відкрите положення)



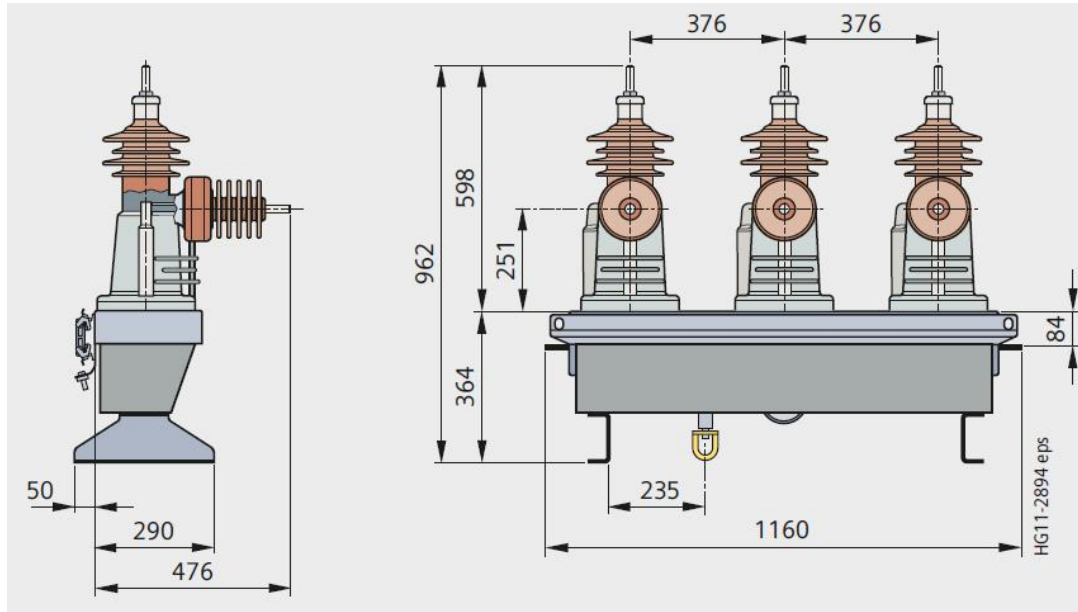
Контролер 7SC80



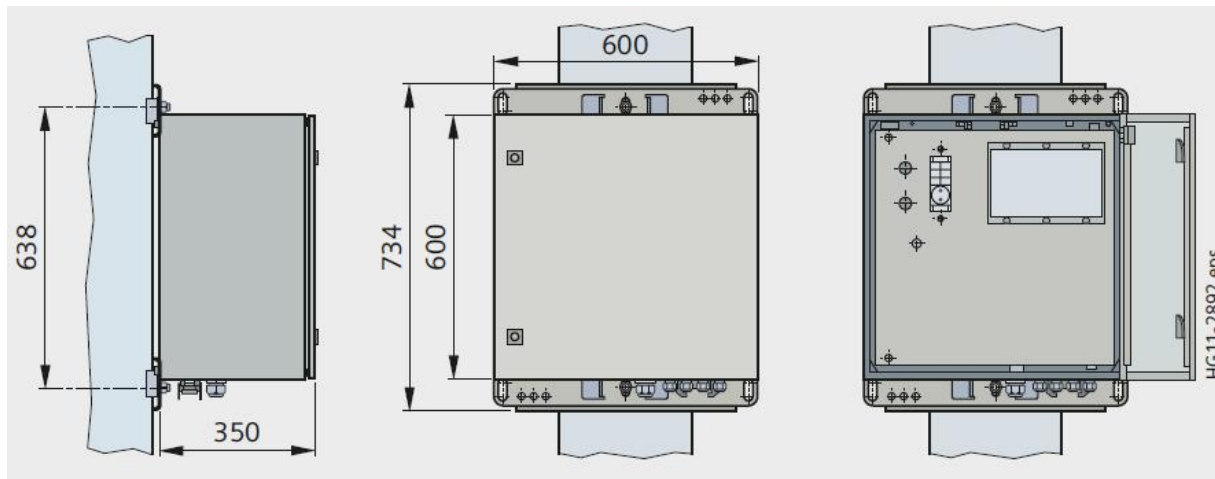
шафа управління
з контролером SIPROTEC 7SC80



IHM web, Контролер 7SC80



розміри трифазного перемикача



розміри контрольної шафи



ВИСНОВКИ

відповідно до поставлених задач в роботі виконано

- спроєктовано розвиток фрагменту електричної мережі ПАТ “Хмельницькобленерго”;
- узагальнена інформація та розрахунки проектування електричних мереж у програмах DisgSILENT Power Factory та Програм Втрати;
- Перспективи використання нових систем захисту в лініях електропередачі, використання реклосерів для більшої надійності в електромережі;
- Проблеми якості мережі передачі були вирішені для хорошого постачання енергії споживачам.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ