

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНИХ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Доповідач: ст. гр. ЕПА-18м

Кметюк О.С.

Керівник: к.т.н. доц. Паянок О.С.

Мета, задачі та об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є процеси перетворення енергії в комбінованій автономній системі електропостачання з відновлювальними джерелами енергії.

Предметом є математичні моделі та структури, які дозволяють підвищити ефективність комбінованих автономних систем електропостачання з відновлювальними джерелами енергії (ВДЕ).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягає в розрахунку та виборі складових елементів комбінованої системи автономного електропостачання на основі відновлювальних джерел енергії з техніко-економічним обґрунтуванням впровадження в експлуатацію при значеннях потенціалу Вінниччини.

До **задач** магістерської кваліфікаційної роботи можна віднести:

- аналіз існуючих комбінованих систем автономного електропостачання на основі відновлювальних джерел енергії;
- техніко-економічний розрахунок впровадження комбінованої системи автономного електропостачання на основі відновлювальних джерел енергії;
- розрахунок та вибір оптимальних елементів комбінованої системи автономного електропостачання;
- розробка схеми електричної функціональної електротехнічного комплексу комбінованої автономної системи електропостачання;
- розробка схем електричних принципових модулів електротехнічного комплексу комбінованої автономної системи електропостачання та алгоритму оптимізації режимів роботи КАСЕП.
- розробка комп'ютерної моделі комбінованої системи автономного електропостачання.

Загальна характеристика систем ЕП на основі ВДЕ



Рисунок 1 – Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ)



Рисунок 3 – Фотоелектрична станція



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд ДЕС

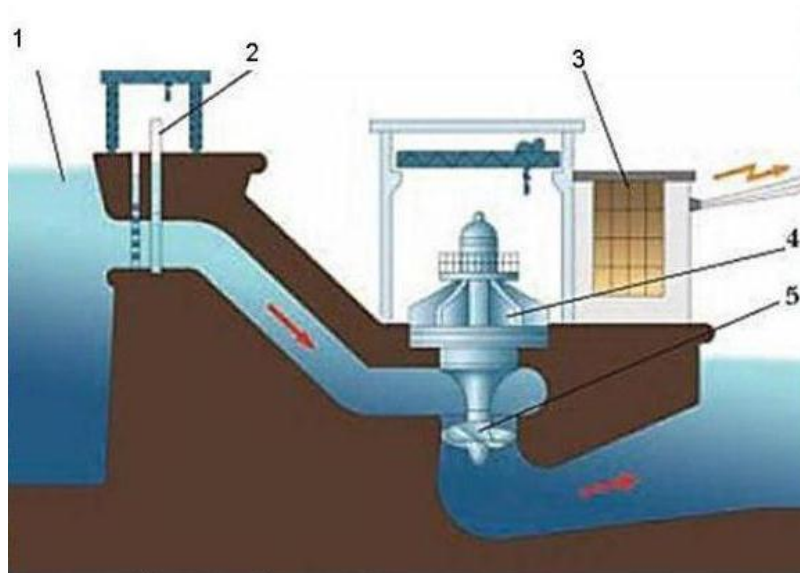


Рисунок 4 – Схема влаштування міні-ГЕС

ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СТРУКТУРИ КАСЕП.

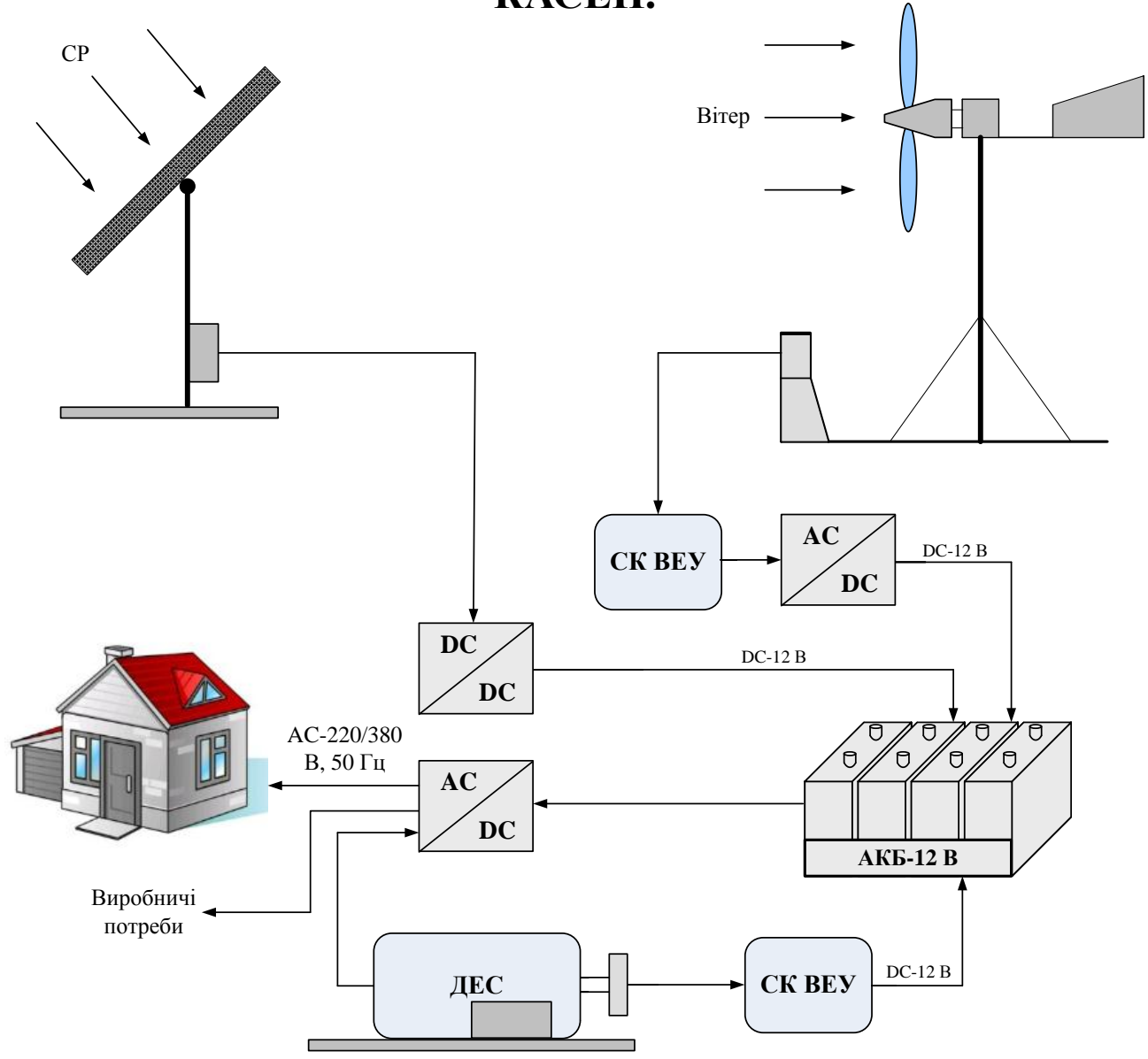


Рисунок 5 – Структурна блок-схема системи КАСЕП

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ КАСЕП.

Таблиця 1 – Витрати електроенергії малим фермерським господ-ом

№ п/п	Електрообладнання	Встановлена номінальна потужність, Вт
1.	Типове навантаження побутового споживання приватного будинку: - холодильник; - кухонне приладдя/пристрої; - телевізори; - пральна машина; - електроінструмент; - бойлер; - освітлення; - насос (водопостачання).	7000
2.	Електричне опалення в розрахунку на опалювальну площу 50 м ² (в опалювальний сезон).	5500
3.	Майстерня по обслуговуванню транспортних та інших сільськогосподарських засобів та приладдя.	2500
4.	Токарний та столярний верстати, інше електрообладнання.	5500
5.	Млин (виготовлення кормів, круп, сумішей).	3500
6.	Електроспоживання та обслуговування приміщень по розведенню та утриманню сільськогосподарських тварин (корів, телят, свиней).	2800
7.	Виробництво молочної та м'ясної продукції (пастеризатори, преси, дегідратори, печі...)	4500
8.	Інше допоміжне обладнання.	2000
	Разом:	33300
	Коефіцієнт одночасності використання обладнання	0,72
	Загальна розрахункова потужність навантаження	23976

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ КАСЕП

Таблиця 3 – Кошторис капіталовкладень

Елементи електротехнічного комплексу	Ціна, грн.
Синхронний генератор ГС-15	28500
Конструкція ВЕУ, встановлення	18000
Мережевий інвертор GoodWe GW15K-DT (ВЕУ)	75148
Редуктор 1Ц2У 315К-25-12 ЦЦУ1(ВЕУ)	14280
Фотогальванічні панелі REC270PEBLACK(37 шт.)	118300
Металоконструкції для монтажу панелей, кріплення	20000
AGM аккумулятори EverExceed DP-12200 (8 шт. – 19,2 кВт)	112792
Контролер WWS200A-360	41440
Інвертор DiehlPlatinum 3000 H (ФЕС)	18262
Інвертор DiehlPlatinum 7200 TL (ФЕС)	30400
Додаткові пристрої системи КСАЕП	12000
Периферійні пристрої, комутаційні апарати	5600
Кабель для ФЕС TUV Solar Cable 4 мм (100м.)	2800
Дизельна ЕС Hyundai DHY 12000SE-3 10 кВт	116759
Загальна вартість	614281
Транспортні витрати та монтажні витрати (13%)	79857
Витрати на будівельні роботи (10%)	61428
Капітальні витрати (інвестиції)	755566

Розрахунок потужності, вибір двигуна ЕП ВЕУ

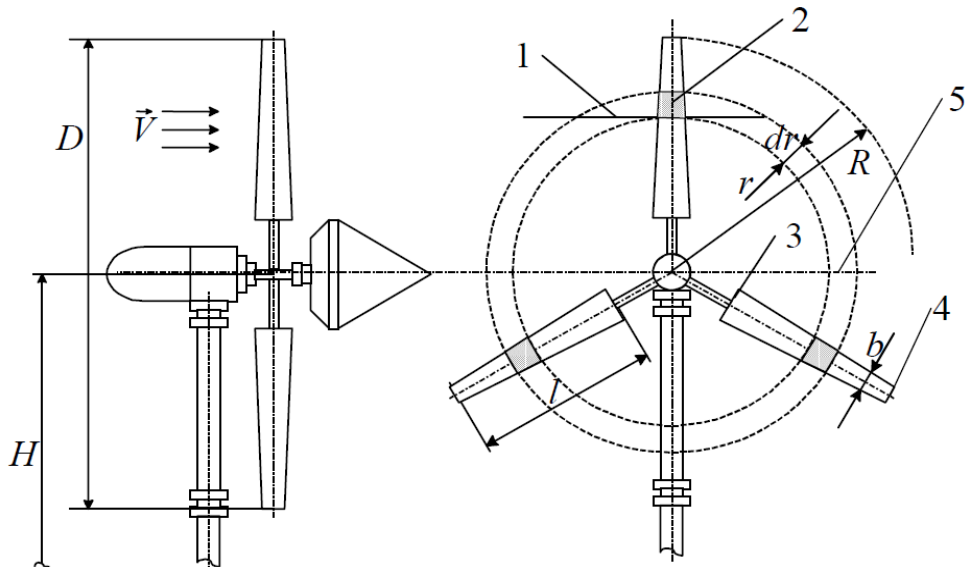


Рисунок 6 – Вітроколесо пропелерного типу:
 1 – проміжний переріз; 2 – елементарна лопать;
 3 – корінний переріз; 4 – периферійний переріз;
 5 – елементарний кільцевий струмінь

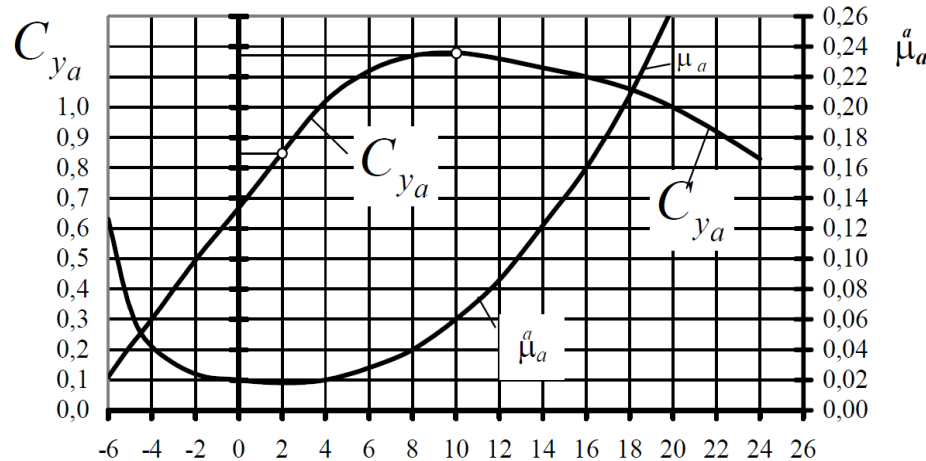
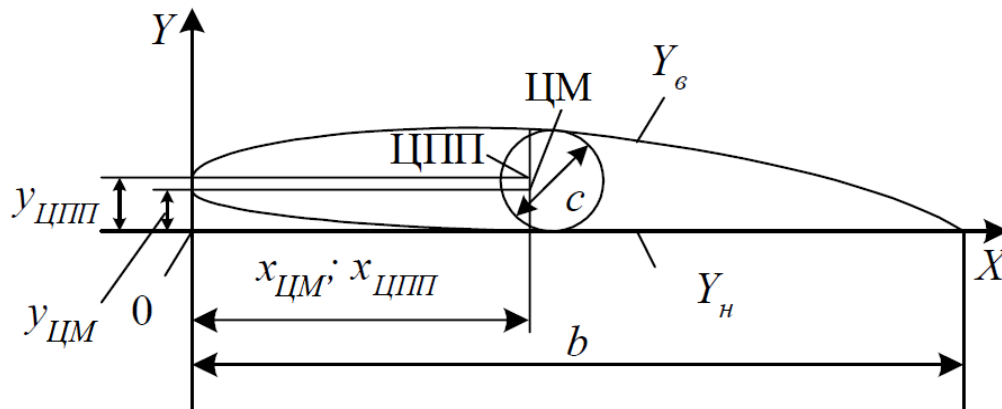


Рисунок 7 – Аеродинамічні характеристики профілю типу «Есперо»



ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ КСАЕП (ВЕУ, ФЕС)

Вибір елементів КСАЕП (ВЕУ, ФЕС)

Дані синхронного генератора ГС-15

Номінальна потужність, кВт	15
Схема з'єднання	Зірка
Напруга, В	400
Частота, Гц	50
Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	0.8
Номінальний струм, А	27
ККД, %	90
Частота обертання, об/хв	1500
Режим роботи по ГОСТ 183-74	S1 (довготривалий)
Тип збудження	безщіткове, самозбудження

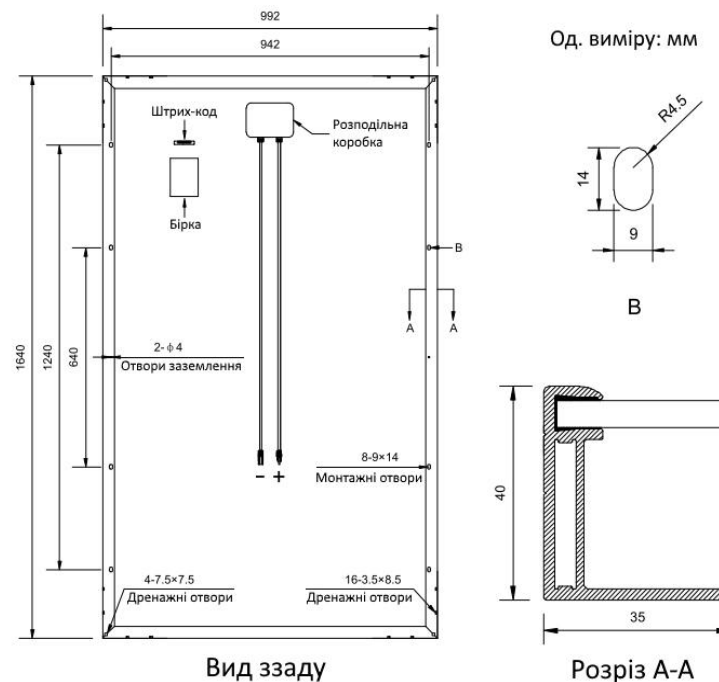
Технічні характеристики ФЕС

№ п/п	Найменування технічної складової	Кількість
1	Загальна кількість фотогальванічних панелей потужністю 270 Вт (шт.)	35
2	Кількість інверторів Diehl Platinum 3000 H	1
3	Кількість інверторів Diehl Platinum 7200TL	1
4	Номінальна потужність електростанції (кВт)	10

Основні параметри фотогальванічних панелей типу REC270PE BLACK

№ п/п	Найменування показника	REC270PE BLACK
1	Максимальна потужність, P_M	270 Вт
2	Струм короткого замикання, I_K	9,29 А
3	Напруга холостого ходу, U_{XX}	38,6 В
4	Напруга в режимі видачі максимальної потужності, U_{MP}	31,2 В
5	Номінальний струм, I_{MP}	8,67 А
6	Габаритні розміри (Д, Ш, Т), мм	1665x991x38
7	Вага	19кг
8	Відносне значення ефективності	16,4 %

Рисунок 8 – Геометрія поверхні сонячних батарей ФЕС



ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СТРИНГОВИХ ІНВЕРТОРІВ

Таблиці 2 – Основні характеристики інвертора Platinum 3000 Н та Platinum 7200 TL

Вхідні параметри інвертора (DC)	Значення параметра
Максимальна потужність при постійному струмі, кВт	3,0
Максимальне значення напруги при постійному струмі, В	600
Максимальний струм на кожний MPPT, А	13,5
Максимальний вхідний струм, А	20,2
Діапазон MPPT на 100% потужності, В	від 230 до 480
Максимальна кількість входів	3
Кількість MPPT трекерів	1
Вихідні параметри інвертора (AC)	
Номінальна активна потужність, кВт	2,9
Максимальна повна потужність, кВА	2,9
Максимальна активна потужність (cosφ=1), кВт	2,9
Номінальна напруга, В	230 (+/-20%)
Номінальна частота, Гц	50 (+/-10%)
Номінальний струм, А	13
Кількість фаз/кількість виходів	1/3
Коефіцієнт потужності, cosφ	0,9
Загальні параметри інвертора	
Діапазон робочих температур, °С	від -25 до +65
Відносна вологість, %	від 4 до 99%
Клас захисту оболонки	IP65
Висота установки, м	від 0 до 2000
Габаритні розміри (ШхДхВ), мм	610 x 353 x 154
Вага, кг	19

Вхідні параметри інвертора (DC)	Значення параметра
Максимальна потужність при постійному струмі, кВт	7,2
Максимальне значення напруги при постійному струмі, В	880
Максимальний струм на кожний MPPT, А	21
Діапазон MPPT на 100% потужності, В	від 351 до 710
Максимальний вхідний струм, А	26
Максимальна кількість входів	3
Кількість MPPT трекерів	1
Вихідні параметри інвертора (AC)	
Номінальна активна потужність, кВт	6,9
Максимальна повна потужність, кВА	6,9
Номінальна напруга, В	230 (+/-20%)
Номінальна частота, Гц	50 (+/-20%)
Номінальний струм, А	30
Кількість фаз/кількість виходів	1/1
Коефіцієнт потужності, cosφ	0,7
Загальні параметри інвертора	
Діапазон робочих температур, °С	від -20 до +60
Відносна вологість, %	від 0 до 95%
Клас захисту оболонки	IP66
Висота установки, м	від 0 до 2000
Габаритні розміри (ШхДхВ), мм	720 x 320 x 250
Вага, кг	29

СХЕМА СТРУКТУРНА ПОБУДОВИ ВЕУ СИСТЕМИ КАСЕП

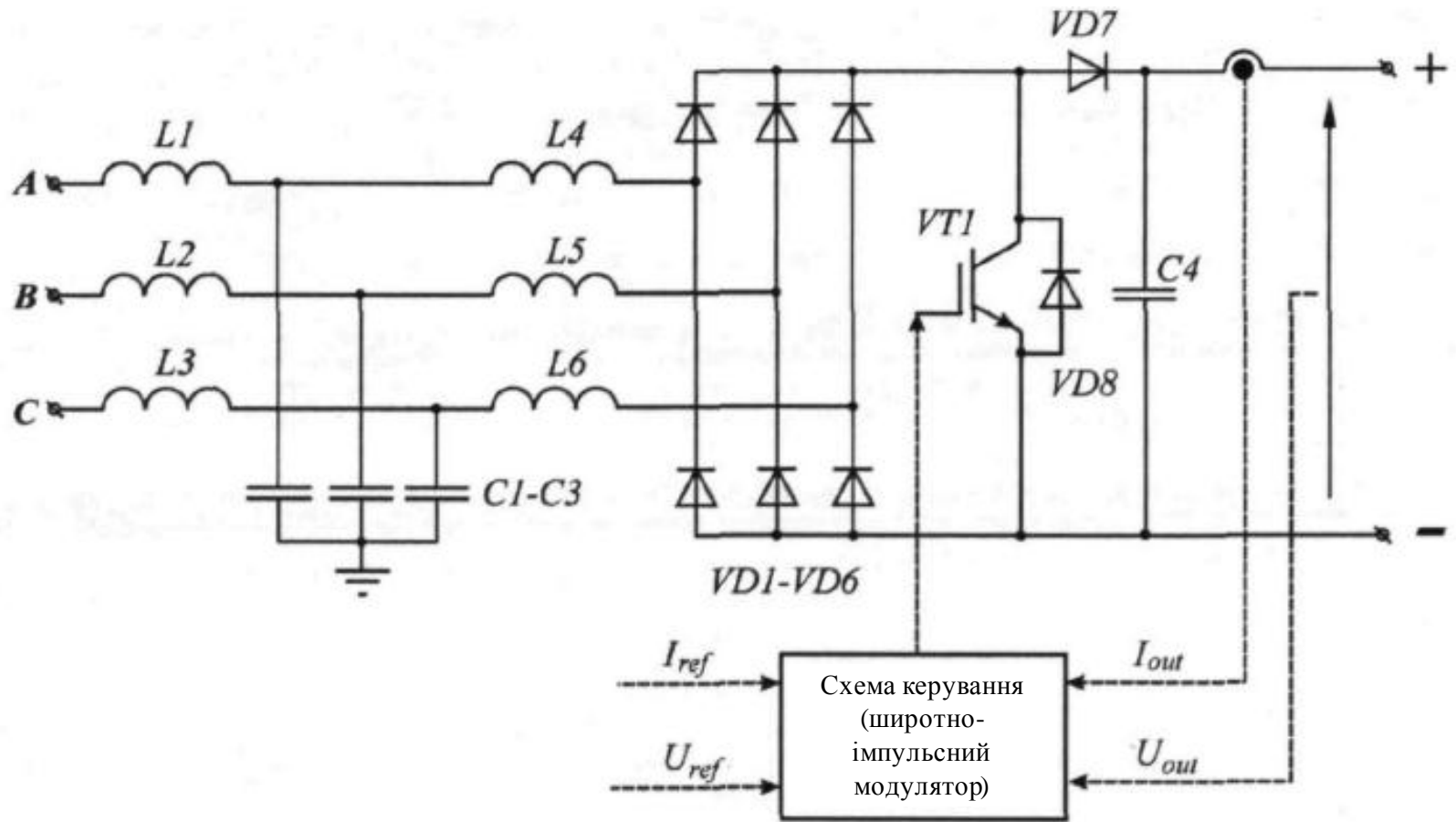


Рисунок 9 – Структурна схема побудови керованого випрямляча ВЕУ

Схема електрична функціональна системи КАСЕП

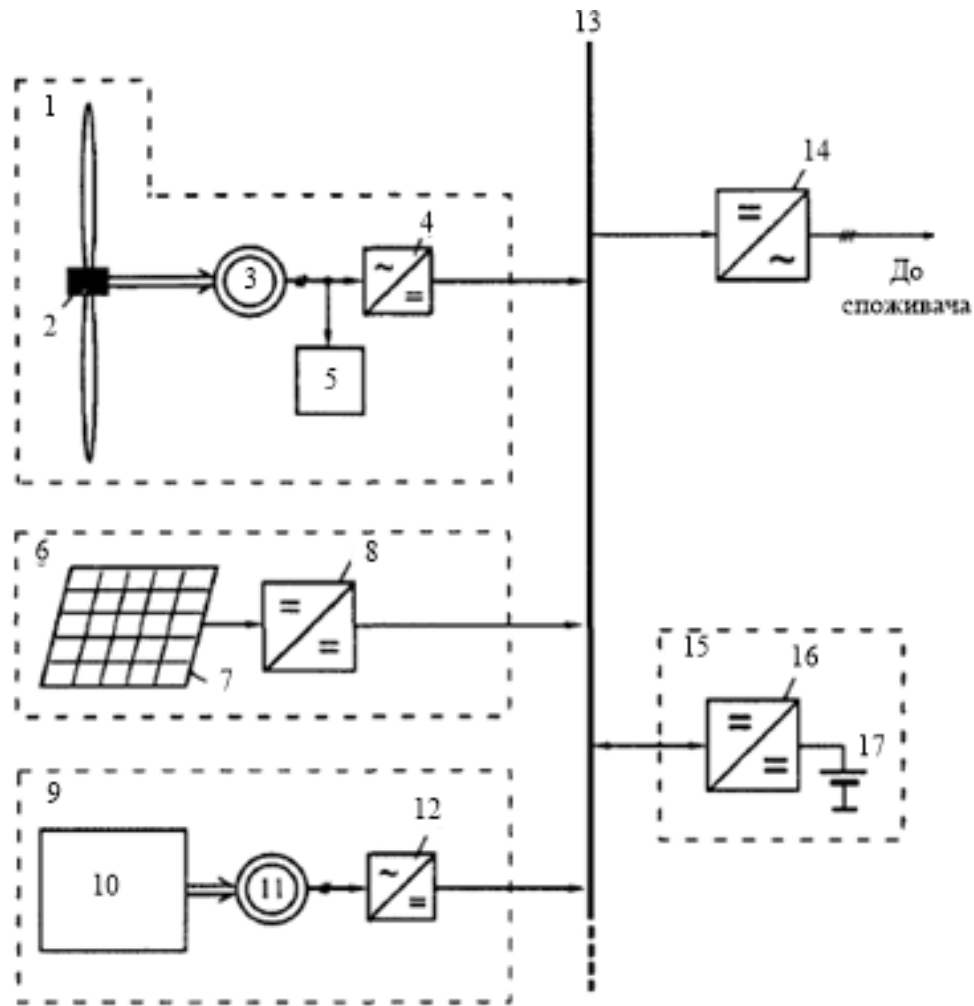


Рисунок 6 – Схема електрична функціональна системи КСАЕП

На рисунку 6: 1 – ВЕУ; 2 – вітрова турбіна; 3, 11 – синхронний генератор; 4, 12 – керований випрямляч; 5 – блок баластних навантажень; 6 – фотоелектрична установка; 7 – сонячна панель; 8 – конвертор напруги; 9 – дизельна електростанція (ДЕС); 10 – дизельний двигун; 13 – шина постійного струму; 14 – інвертор напруги; 15 – буферний накопичувач електроенергії; 16 – двонаправлений імпульсний перетворювач; 17 – блок акумуляторних батарей.

Схема електрична принципова системи КАСЕП

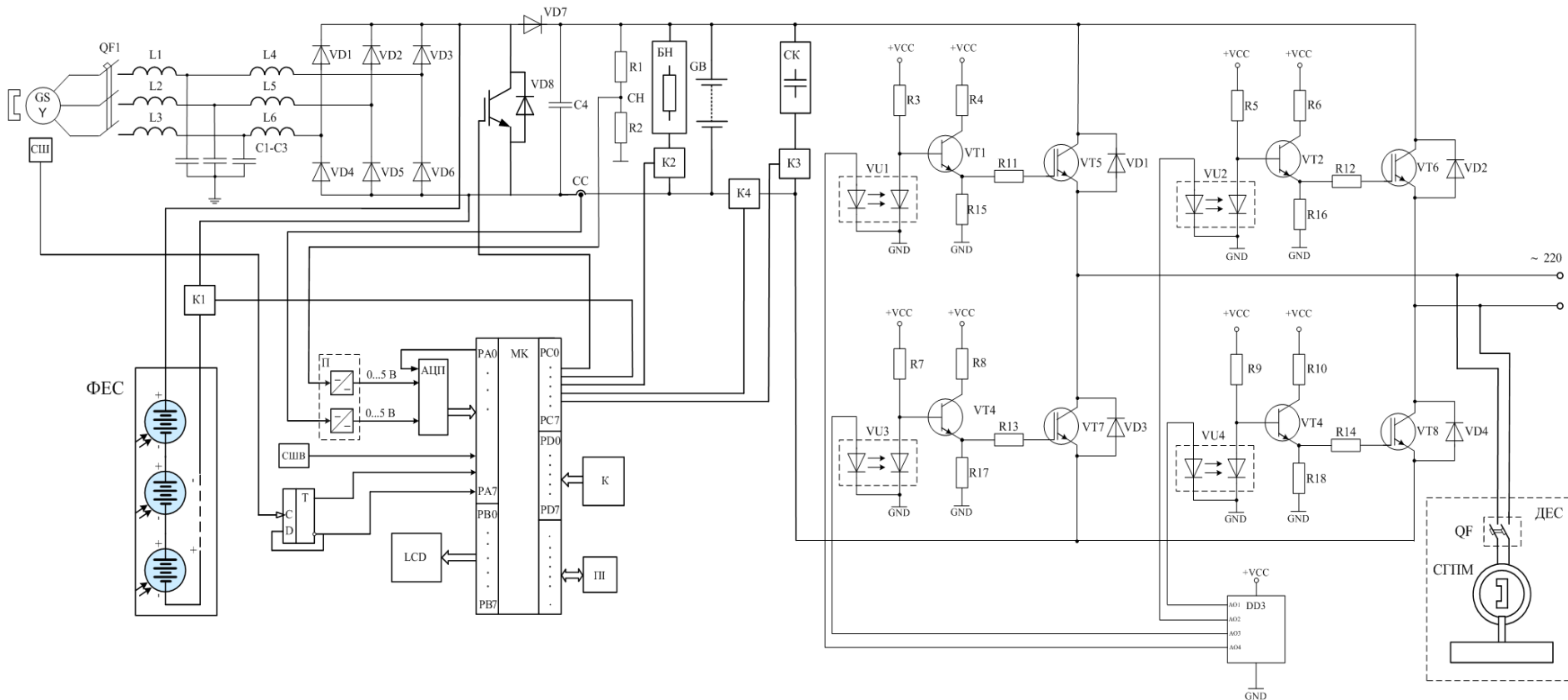
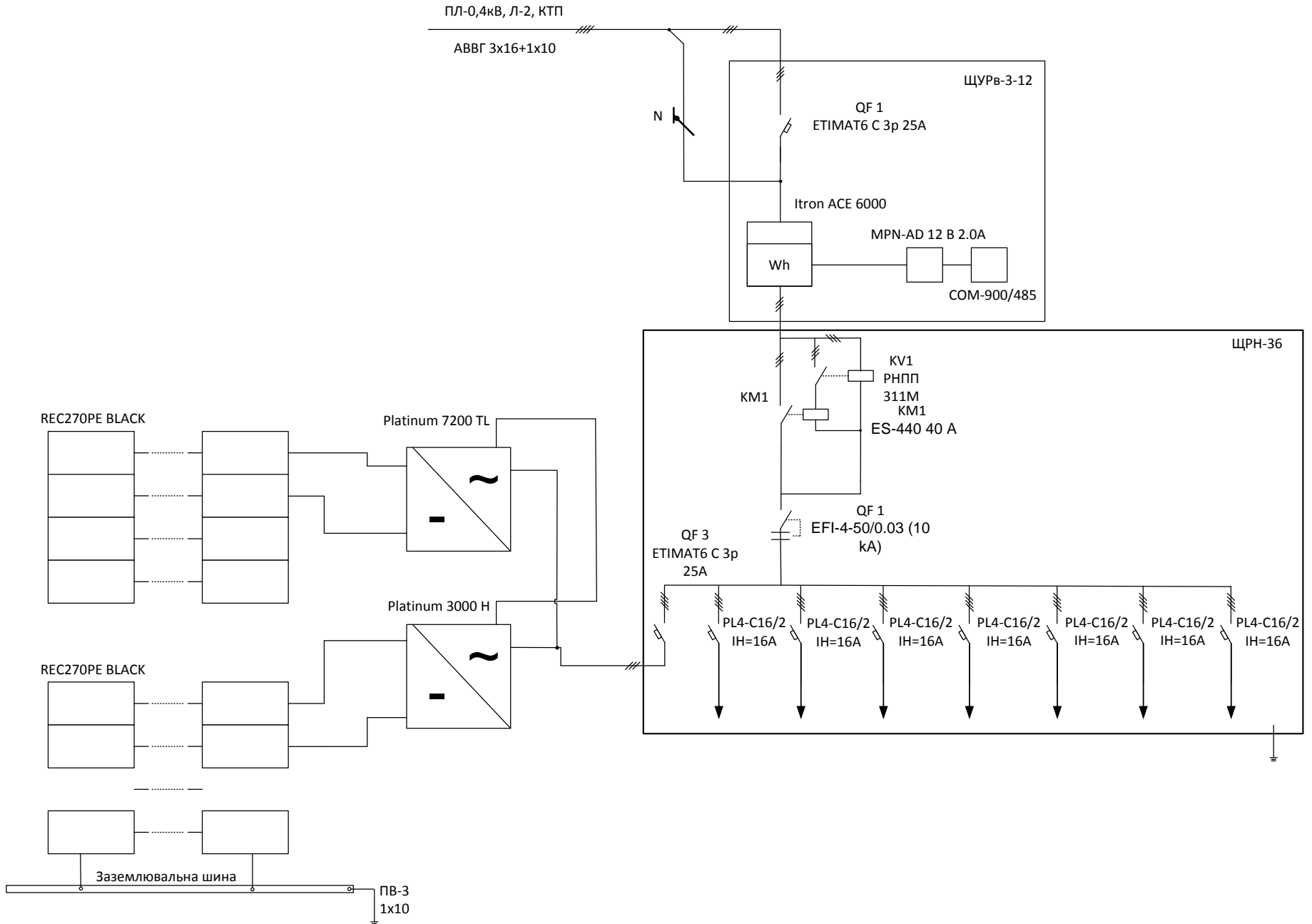
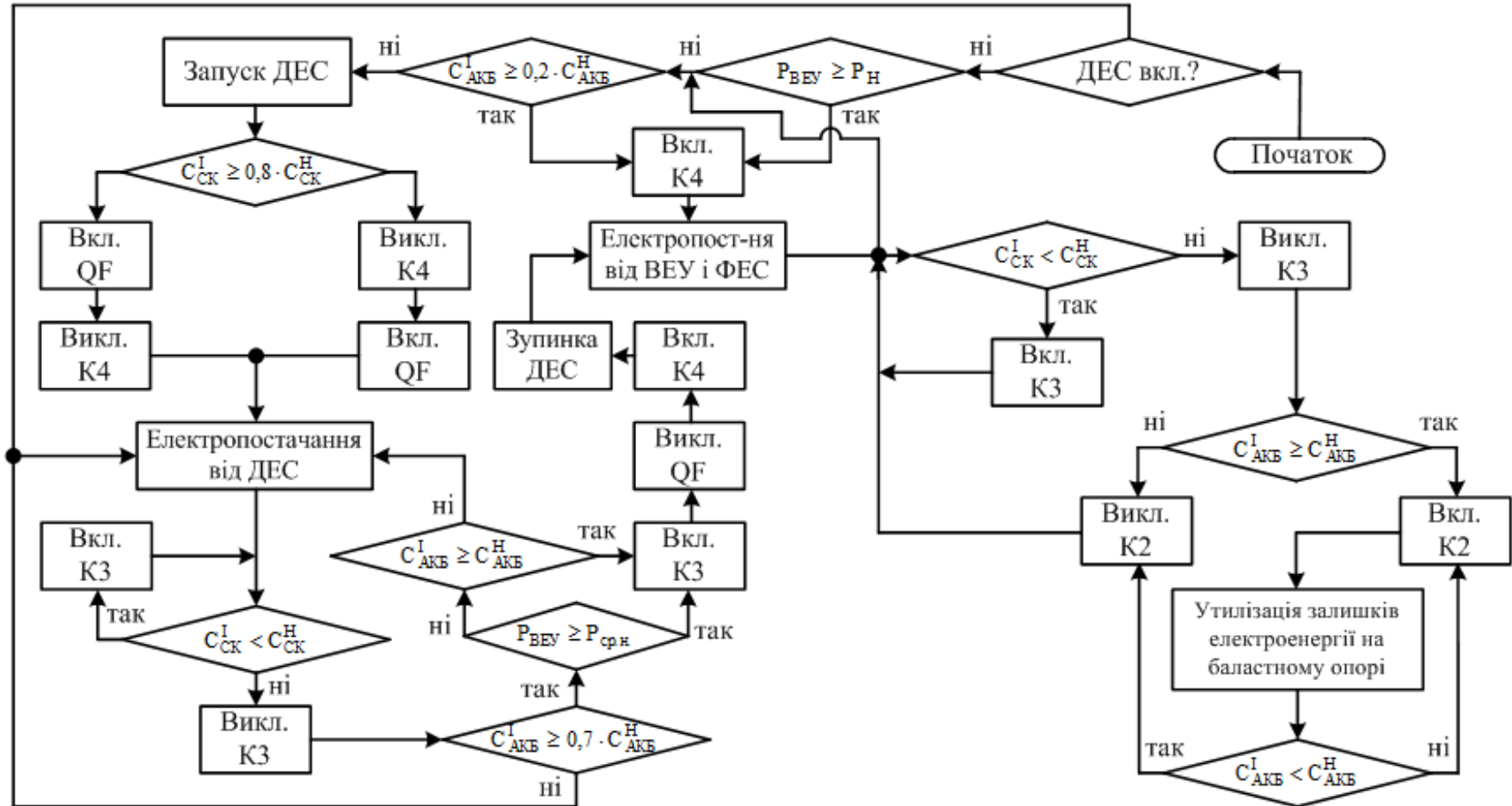


Рисунок 6 – Схема електрична принципова електротехнічного комплексу системи КАСЕП

Схема електрична принципова ФЕС



Алгоритм оптимізації структури та режимів роботи КАСЕП



Моделювання перехідних процесів ВЕУ

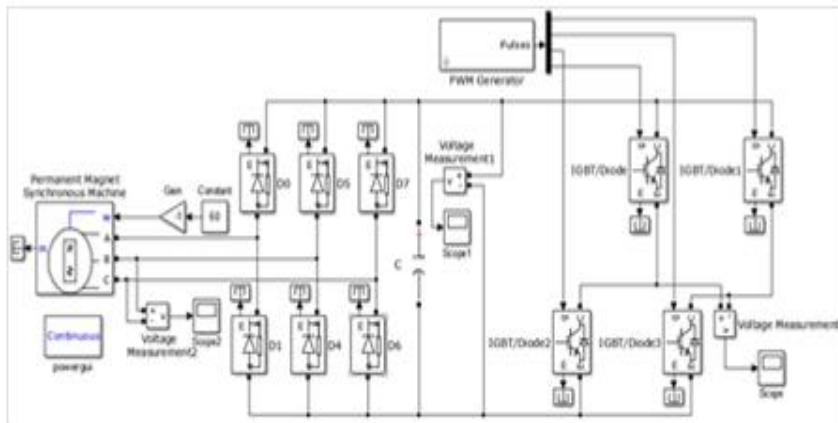


Рисунок 9 – Модель вітроенергетичної установки

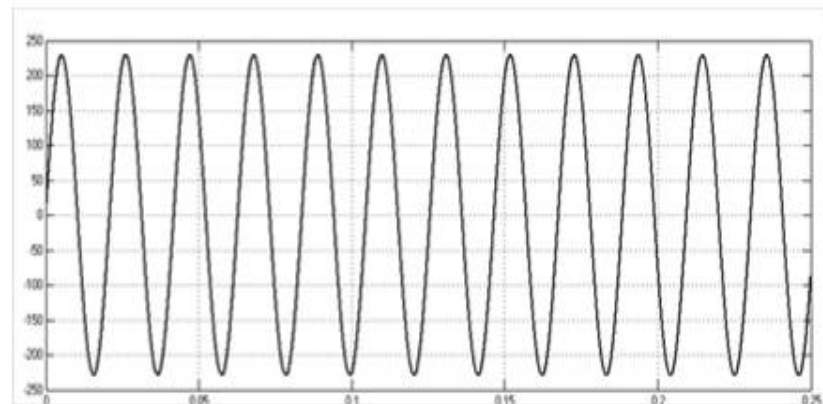


Рисунок 10 – Напруга на виході синхронного генератора



Рисунок 11 – Крива напруги на виході випрямляча

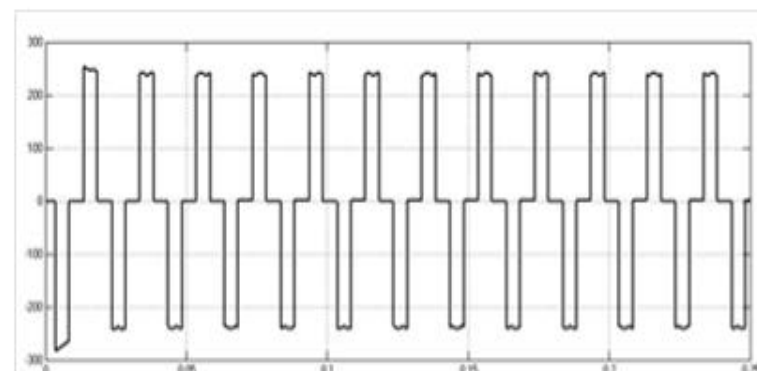


Рисунок 12 – Напруга на виході інвертора

Моделювання перехідних процесів ФЕС

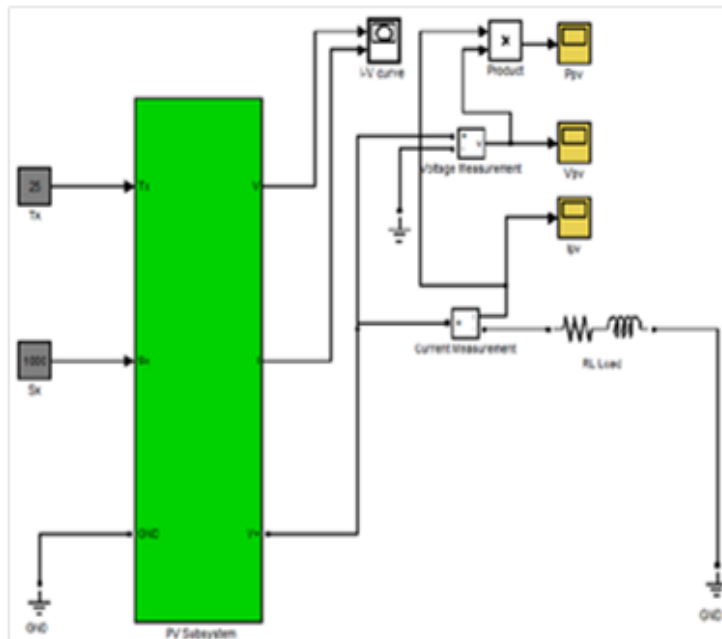


Рисунок 13 – Модель сончної панелі REC270PE

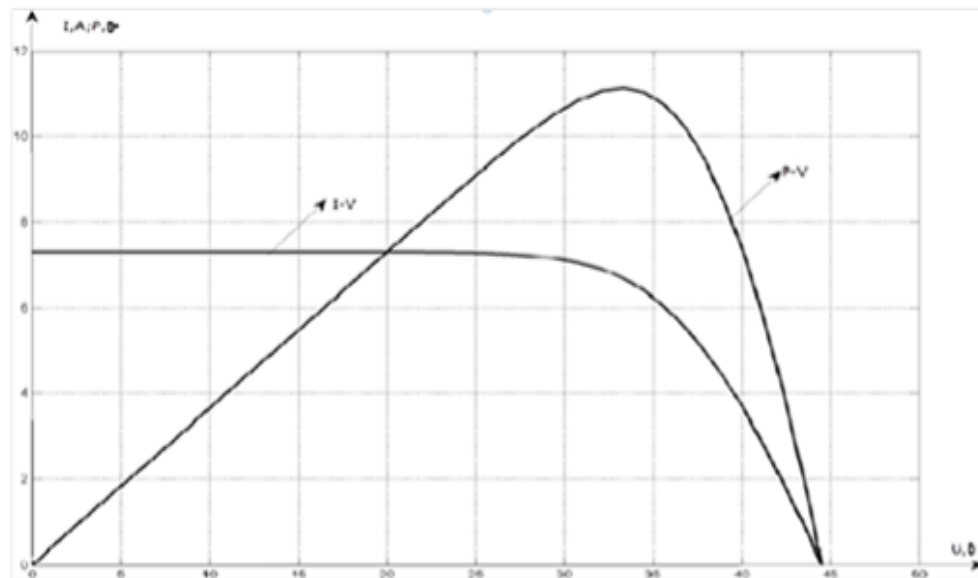


Рисунок 14 – Характеристики сонячної панелі

ВИСНОВКИ

Результати виконаної роботи показали, що розробка комбінованих систем автономного електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії є актуальним завданням щодо вирішення проблеми підвищення продуктивності і зниження витрат на генерування енергії.

В результаті виконання роботи було отримано такі загальні результати:

- проведено аналіз системи електропостачання на базі вітроелектричних установок, сонячних електростанцій та дизельних електростанцій; сформовано вимоги, які пред'являються до комбінованих систем автономного електропостачання;

- обгрунтовано розробку структури КАСЕП. Розраховано потужності системи комбінованої системи автономного електропостачання на основі відновлювальних джерел енергії, визначено характеристики основних елементів системи КАСЕП;

- виконано розрахунок ефективності капіталовкладень для впровадження комбінованої системи електропостачання із відновлюваними джерелами енергії; досліджувана система КАСЕП в комплексі окупить себе за 6,59 роки;

- здійснено вибір та розрахунок елементів комбінованої автономної системи електропостачання, а саме: тип генератора ВЕУ, елементи фотогальванічної електростанції, проміжного накопичувача енергії, контролера заряду та інверторів ВЕУ та ФЕС;

- розроблено схеми електричні структурні та принципові комбінованого автономного електротехнічного комплексу та блок-схему алгоритму оптимізації режимів його роботи;

- методом комп'ютерного моделювання досліджено динамічні характеристики системи КАСЕП;

- визначено основні положення щодо безпечної експлуатації ЕТК в умовах дії шкідливих чинників оточуючого середовища.