

ВІТРОВА ГЕНЕРАТОРНА УСТАНОВКА З ВЕРТИКАЛЬНОЮ ВІССЮ

Виконав: ст. гр. ЕТЗ-18м
Ягорлицький В. В.

Керівник: к.т.н. доц. каф. ЕМСАПТ
Богачук В. В.

Мета, задачі та об'єкт дослідження

Мета роботи полягає в дослідженні електромеханічних характеристик вітроенергетичної установки з вертикальною віссю з метою оптимізації, виборі складових вітроенергетичної установки їх економічне обґрунтування на підставі розрахунків.

До **задач** магістерської кваліфікаційної роботи відносяться:

- аналіз існуючих типів ВЕУ;
- розрахунок основних параметрів ВЕУ;
- техніко-економічний розрахунок вибору системи ВЕУ;
- розрахунок та вибір оптимальних елементів комплексу вітроенергетичної установки, таких як: механічна передача, генератор, контролер регулювання заряду акумуляторних батарей, акумуляторних батарей та інвертора;
- моделювання роботи електротехнічного комплексу ВЕУ.

Об'єктом дослідження є процеси, що протікають в вітроенергетичному комплексі з вертикальною віссю обертання.

Предметом дослідження є моделі, методи та режими роботи вітроенергетичної установки з вертикальною віссю обертання.

Науковою новизною є принципово новий підхід використання мотор-колеса в якості генератора.

Загальна характеристика, класифікація ВЕУ

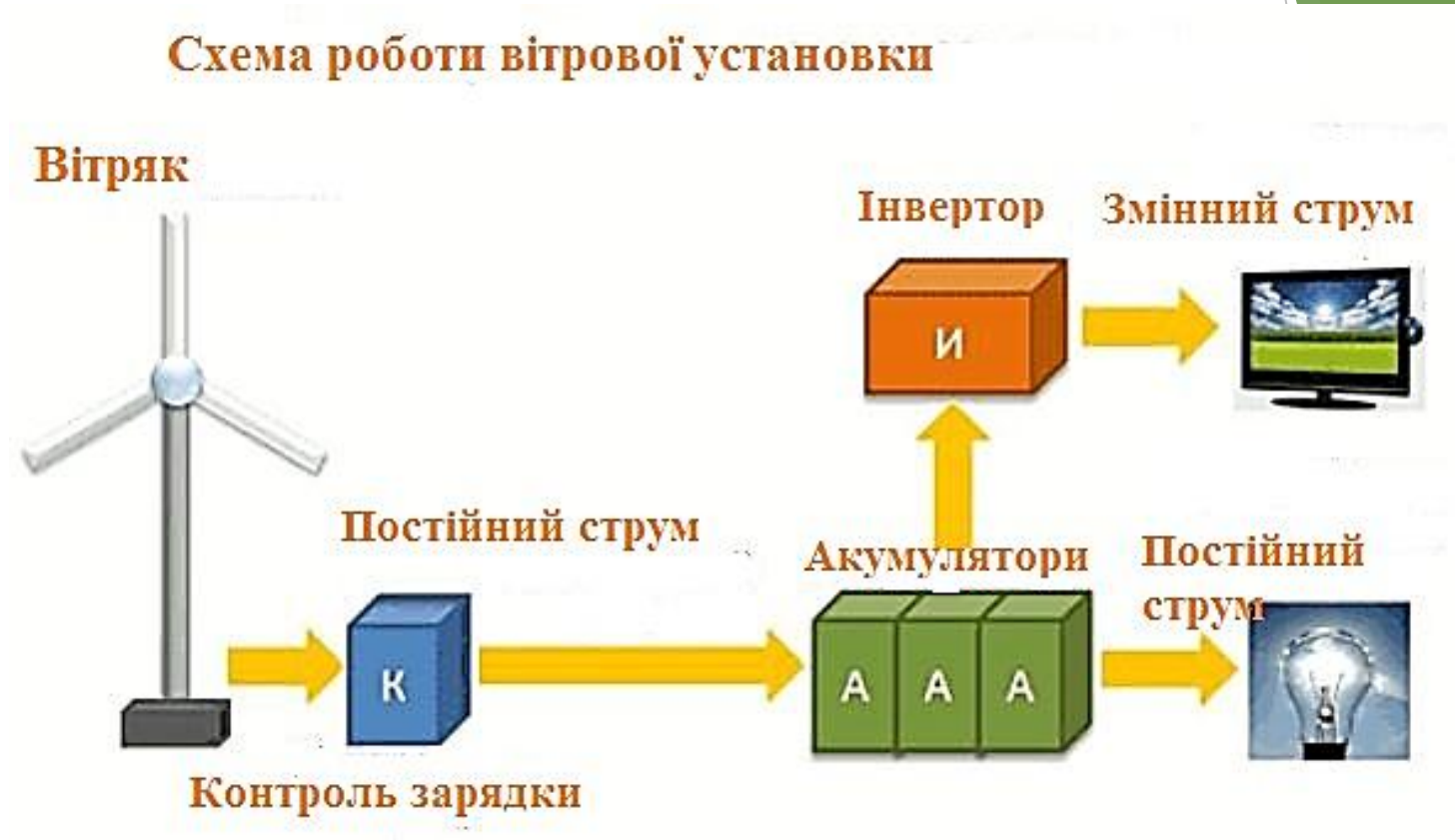


Рисунок 1 – Вітроустановка з підключенням до мережі

Конструкції вітроенергетичних установок можна поділити наступним чином:

- з горизонтальною віссю обертання; - з вертикальною віссю обертання.

ВЕУ з вертикальною віссю має три основних виконання:

- Ротор Савоніуса;

- Ротор Дар'є;

- Турбіна Горлова

Конструктивна схема ВЕУ з вертикальною віссю

На рисунку 2 зображені такі елементи: 1 – стартер (ротор Савоніуса); 2 – вісь; 3 – електрогенератор; 4 – гальмівний пристрій; 5 – робоча лопать; 6 – розтяжка; 7 – рама; 8 – перетворювач напруги; 9 – акумулятор; V – швидкість вітру; H – висота вітроустановки; h – половина висоти робочої лопаті; n – швидкість обертання робочої лопаті; D – діаметр розгортки лопатей .

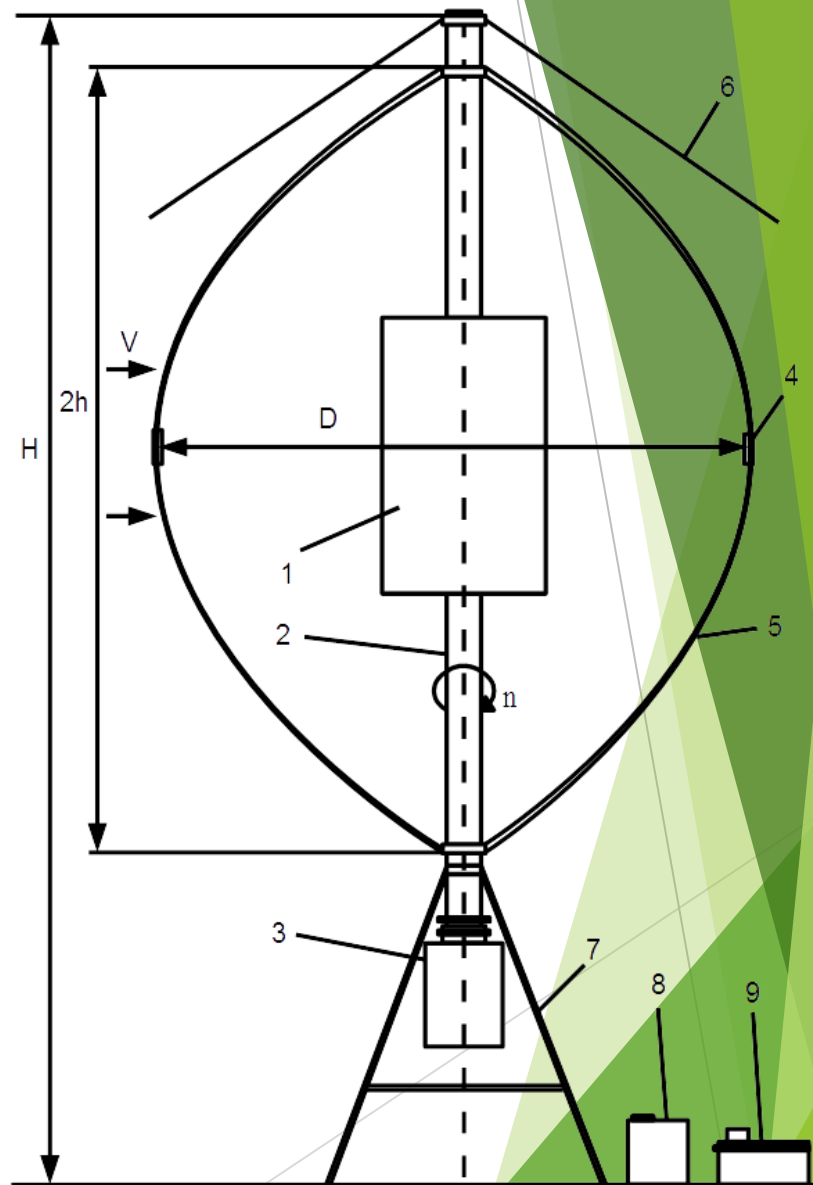
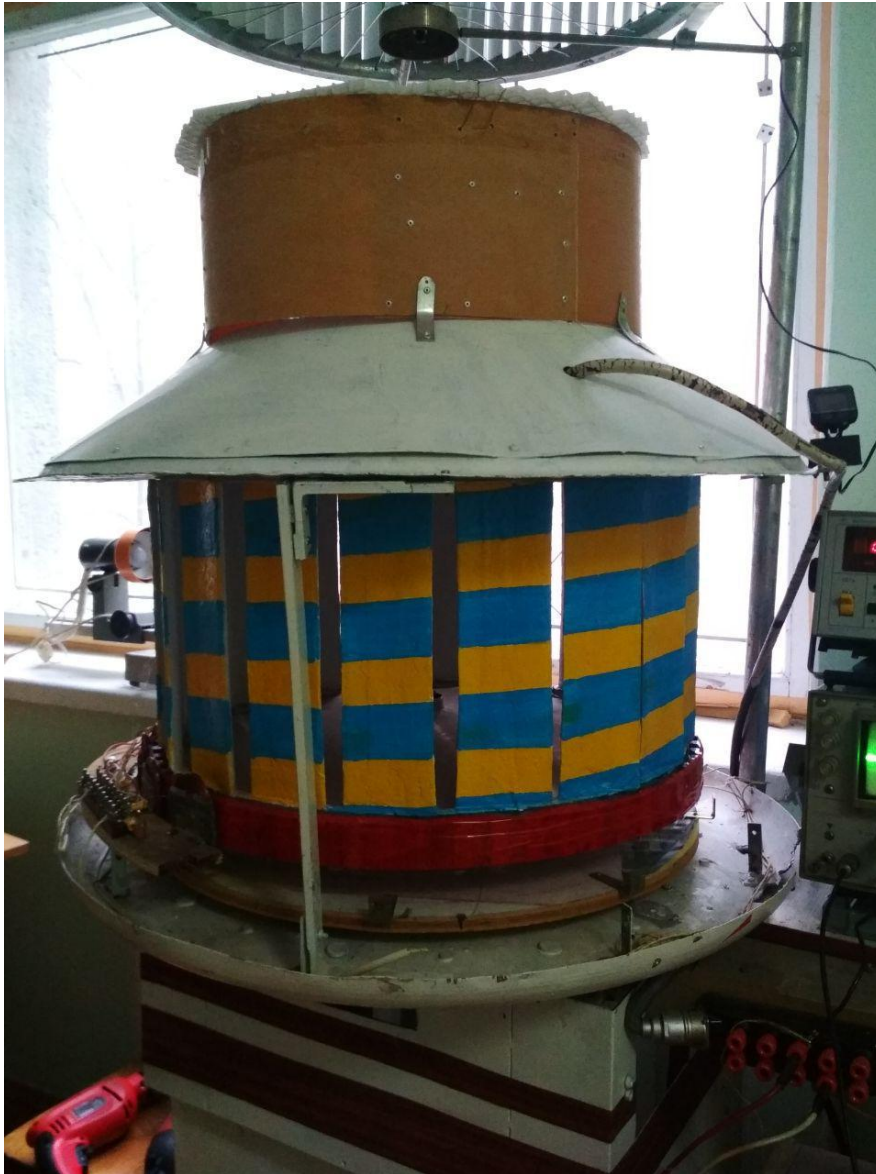


Рисунок 2 – Конструктивна схема

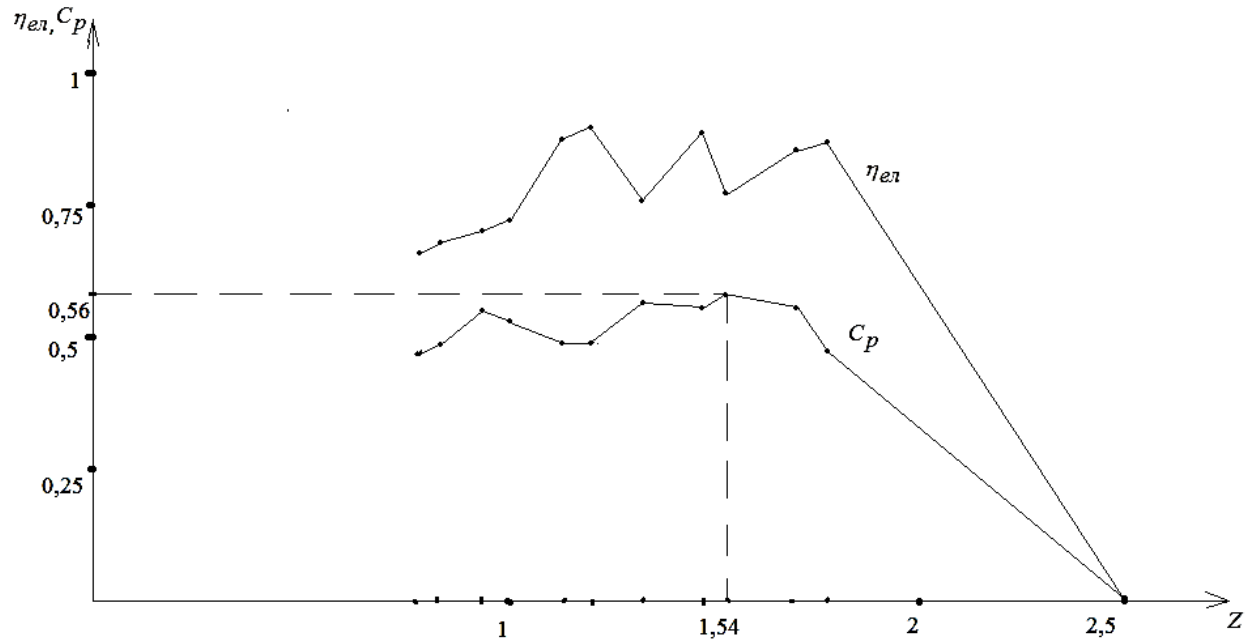
Експериментально досліджувана установка



► Дослідження установки проводилось за допомогою таких приладів:

1. Амперметр Э59: Клас точності 0,5;
2. Електронний вольтметр В7-46;
3. Осциллограф С1-65А
4. Електронно-лічильний частотомір Ч3-54.

Результат дослідження



З графіку видно, що найбільшого значення коефіцієнт вітровикроситання $C_p = 0,56$ набуває при швидкості $z = 1,54$. При цій же швидкості коефіцієнт корисної дії генератора дорівнює $\eta_{ел} = 0,78$.

Характеристики генератора та редуктора

Таблиця 1 – Дані редуктора Ч-160-20

| | |
|---------------------------------|----------|
| Типорозмір редуктора | Ч-160-20 |
| Передаточне число | 20 |
| Номінальний крутний момент, Н·м | 1500 |
| ККД | 0.87 |
| Ціна | 710\$ |



Таблиця 2 – Дані синхронного генератора ST-3

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Номінальна потужність, кВт | 3 |
| Схема з'єднання | Зірка |
| Напруга, В | 48 |
| Частота, Гц | 50 |
| Коефіцієнт потужності, cosφ | 1 |
| Номінальний струм, А | 60 |
| ККД, % | 78 |
| Частота обертання, об/хв | 550 |
| Режим роботи по ГОСТ 183-74 | S1 (довготривалий) |
| Тип збудження | Без щіткове, самозбудження |
| Ціна | 520\$ |



Характеристики мотор-колеса

Таблиця 3 – Дані мотор-колеса QS motor 72v3000w

| | |
|--|----------------------------|
| Номінальна потужність, кВт | 3 |
| Максимальна потужність, кВт | 6,2 |
| Схема з'єднання | Зірка |
| Напруга, В | 72 |
| Частота, Гц | 50 |
| Коефіцієнт потужності, cosφ | 1 |
| Номінальний струм, А | 42 |
| ККД, % | 90 |
| Максимальна частота обертання на холостому ході, об/хв | 970 |
| Режим роботи по ГОСТ 183-74 | S1 (довготривалий) |
| Тип збудження | Без щіткове, самозбудження |
| Ціна | 430\$ |



ТЕО вибору електротехнічного комплексу ВЕУ

Таблиця 4 – Капіталовкладення при використанні синхронного генератора

| Елементи електротехнічного комплексу | Ціна |
|--|---------|
| Синхронний генератор | 520\$ |
| Редуктор | 710\$ |
| АКБ | 14000\$ |
| Інвертор | 1500\$ |
| Гібридний контролер заряду АКБ WWS3048 | 880\$ |
| Загальна вартість | 17610\$ |

Таблиця 5 – Капіталовкладення при використанні мотор-колеса

| Елементи електротехнічного комплексу | Ціна |
|--|---------|
| Мотор-колесо | 430\$ |
| АКБ | 14000\$ |
| Інвертор | 1500\$ |
| Гібридний контролер заряду АКБ WWS3048 | 880\$ |
| Загальна вартість | 16810\$ |

Відповідно курсу НБУ на даний час 17610 USD

Становить близько 421442 гривень, а 16810

USD Становить 402297 гривень

Ціна на вітрогенератори потужністю 3 кВт на ринку на даний час варіюється в межах 22000 – 27000 (\$)

Термін окупності при використанні синхронного генератора становить 3,84 роки, а при використанні мотор-колеса в якості генератора 4,29 роки

Структурна схема ВЕУ

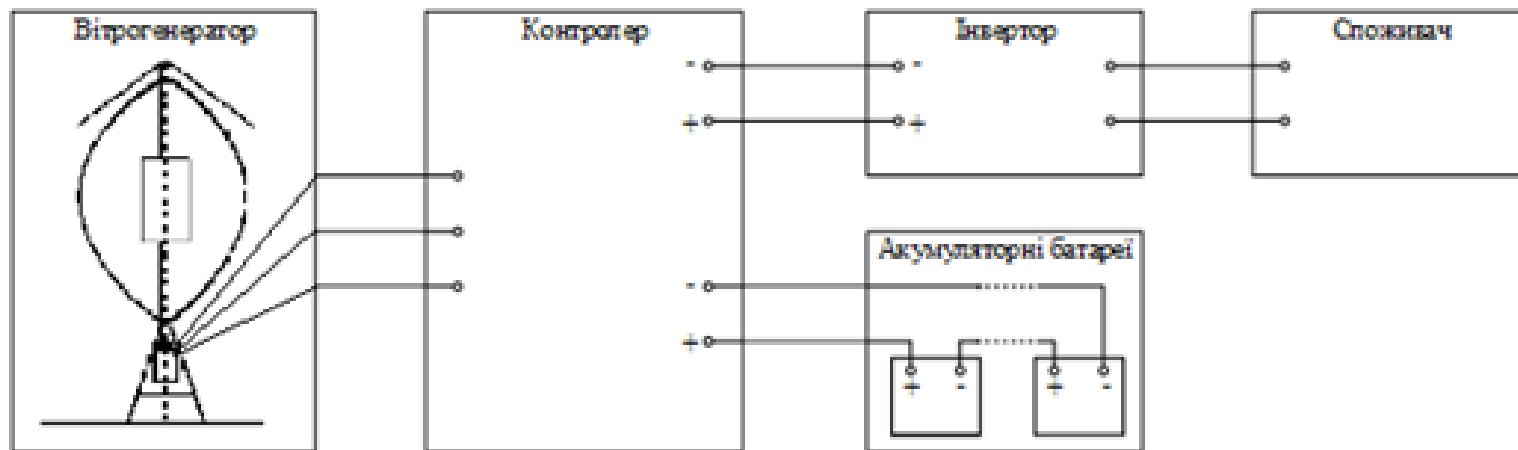


Рисунок 3 – Структурна схема ВЕУ

Змінна напруга сприймається контролером. Контролер є головною керуючою системою вітроенергетичної установки який керує багатьма її параметрами один із яких – контроль заряду рівня акумуляторних батарей. Сприйнята трьох фазна напруга випрямляється в постійну для підзарядки акумуляторних батарей.

Акумуляторні батареї накопичують в собі електроенергію і віддають її тоді коли генератор недостатньо виробляє електроенергії, або взагалі не генерує її.

Інвертор перетворює постійну напругу в змінну яку уже спроможні спожити споживачі.

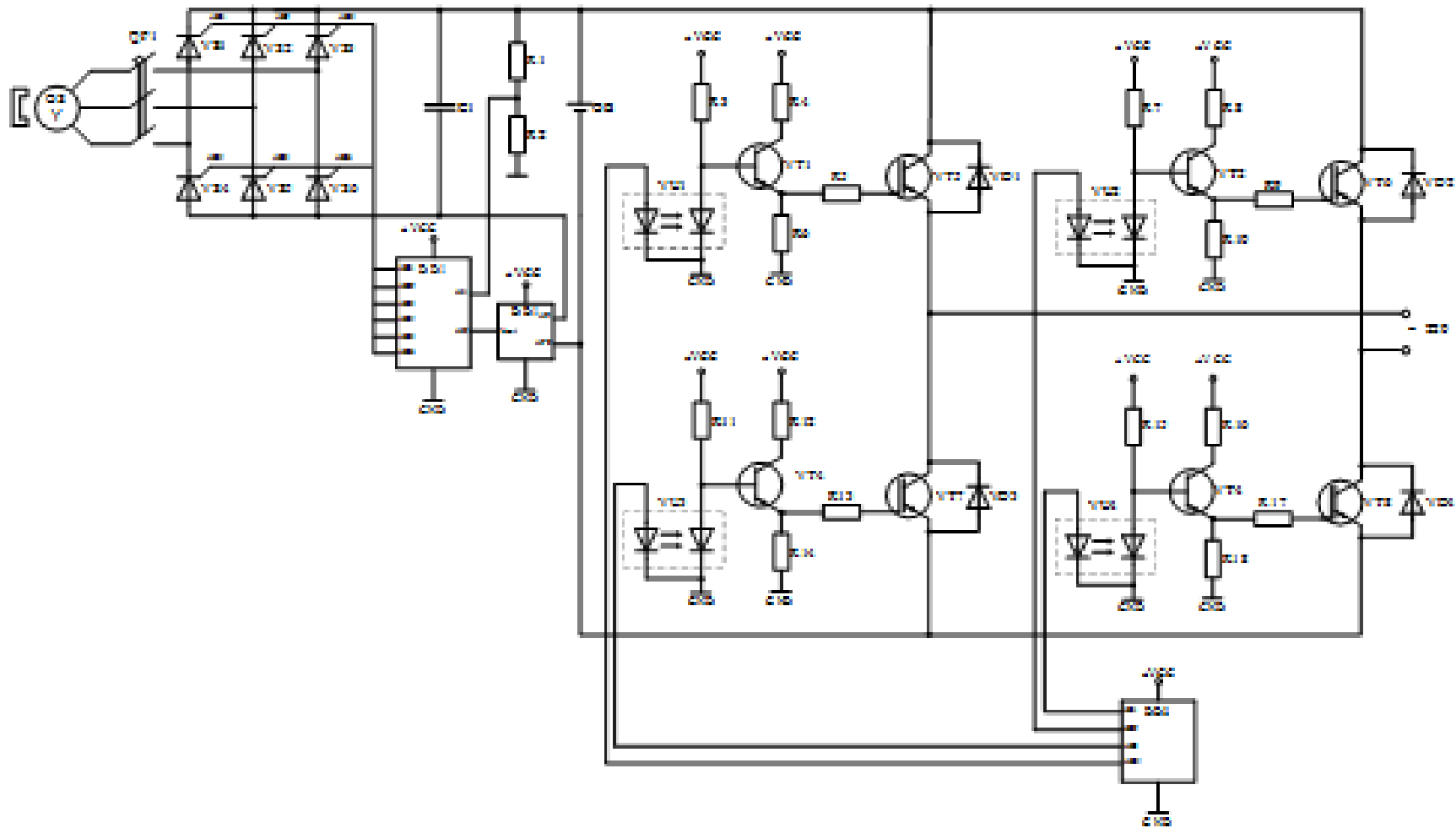


Рисунок 4 – Схема електрична принципова ВЕУ

Функціональна схема ВЕУ

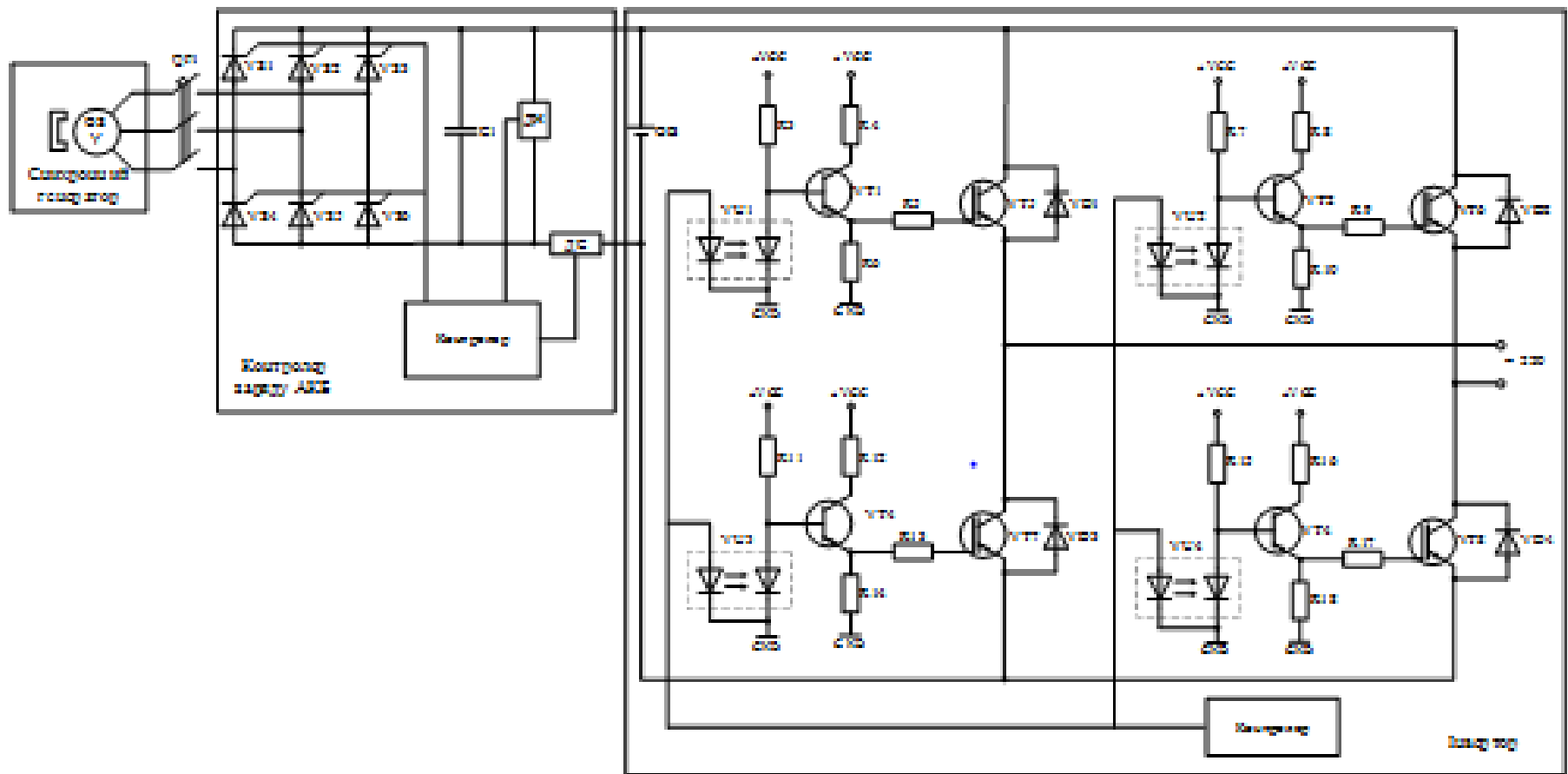


Рисунок 5 – Функціональна схема ВЕУ

Математична модель ВЕУ

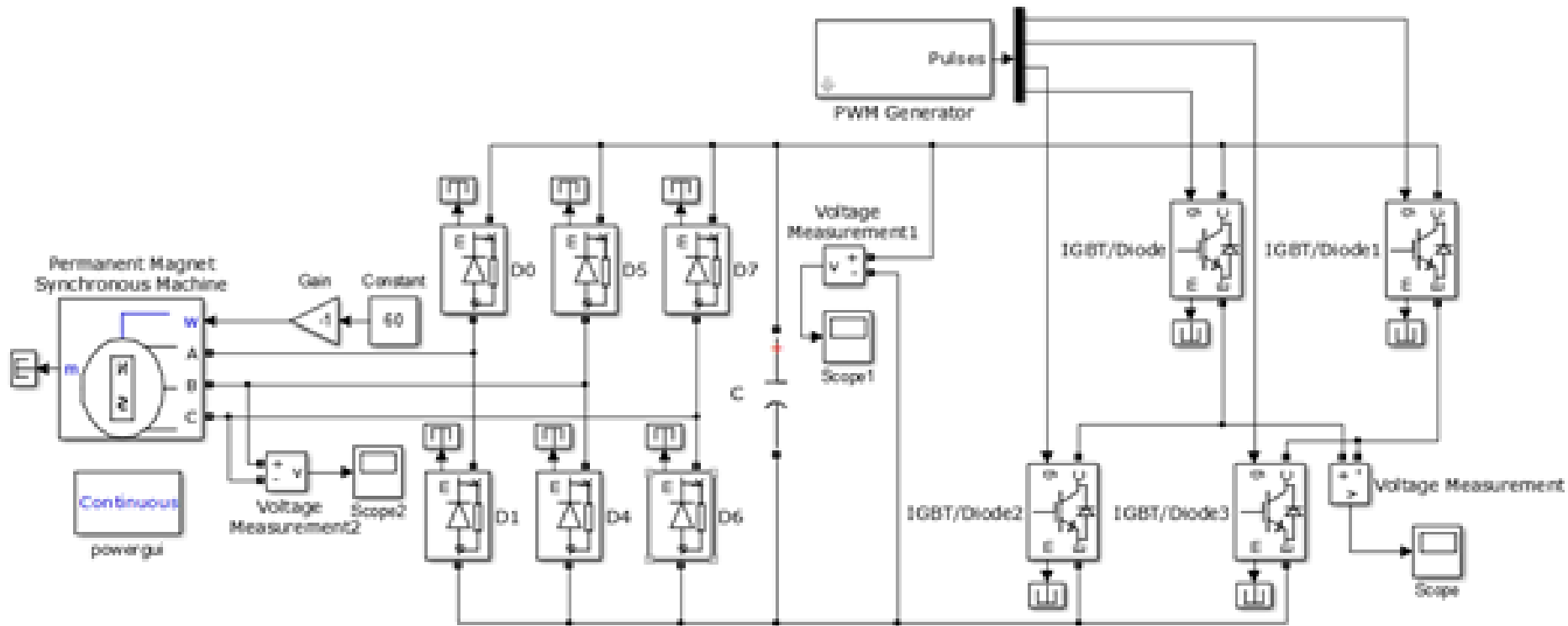


Рисунок 6 – Математична модель вітроенергетичної установки в номінальному режимі роботи.

Висновки

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було отримано такі загальні результати:

1. Проведено аналіз різних типів ВЕУ.
2. Розраховано та проаналізовано основні параметри ВЕУ.
3. Розраховано та обрано наступні елементи комплексу вітроенергетичної установки: редуктор – 1Ц2К 133С-3, синхронний генератор ST-3, акумуляторні батареї TeslaPowerwall, двонаправлений інвертор від TeslaMotors, гібридний контролер заряду АКБ – WWS3048.
4. Запропоновано схему електричну принципову, структурну схему та функціональну схему;
5. Розроблено імітаційну математичну модель ВЕУ в номінальному режимі роботи.



Дякую за увагу!