

Міністерство освіти та науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:
«Модернізація електропривода вітрової електростанції»

Виконав студент групи ЕПА-19м – Ільніцький Андрій Олексійович
Керівник – к.т.н. доцент Розводюк Михайло Петрович

Актуальність та мета розробки

Тема для даної магістерської роботи актуальна тому що вітроенергетика є одним із перспективних напрямків альтернативної енергетики і активно розвивається.

Мета роботи – підвищення надійності роботи вітрової електроустановки шляхом удосконалення її електропривода.

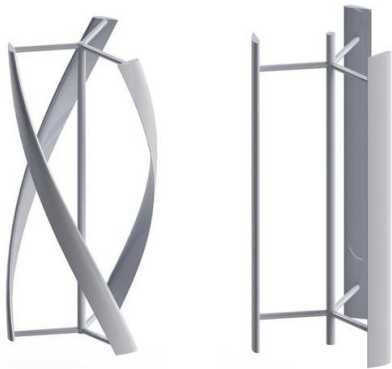
Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- 1) здійснити аналіз існуючих типів електроприводів вітрової електростанції;
- 2) розробити математичну модель електропривода та здійснити її перевірку шляхом комп'ютерного моделювання;
- 3) здійснити практичну реалізацію електропривода вітрогенератора.

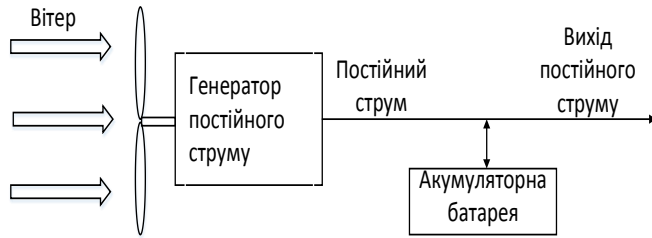
Об'єктом дослідження є процеси, що протікають в електроприводі вітрової електростанції.

Предметом дослідження є математичні моделі та структура електропривода вітрової електростанції.

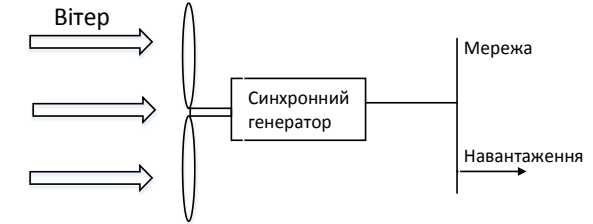
Класифікація вітрогенераторів



Типові схеми генерування



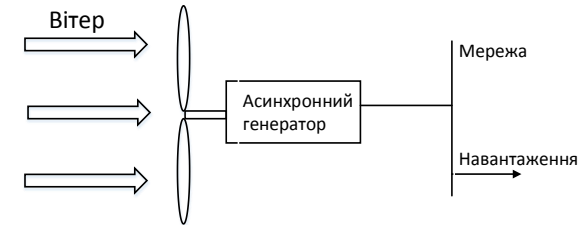
Змінна частота обертання



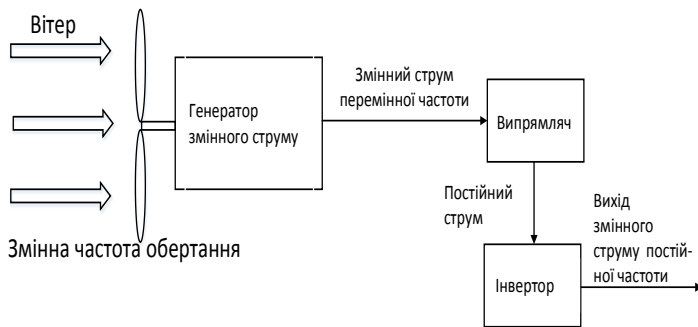
Постійна частота обертання



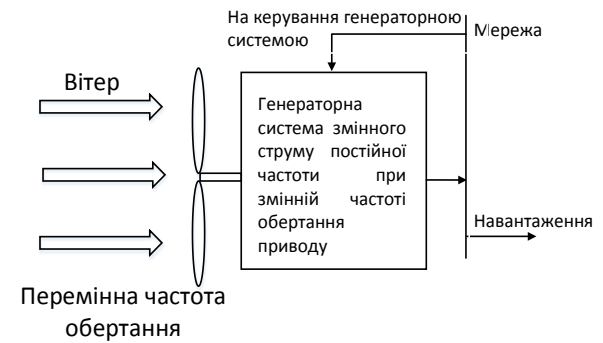
Змінна частота обертання



Частота обертання близька до постійної

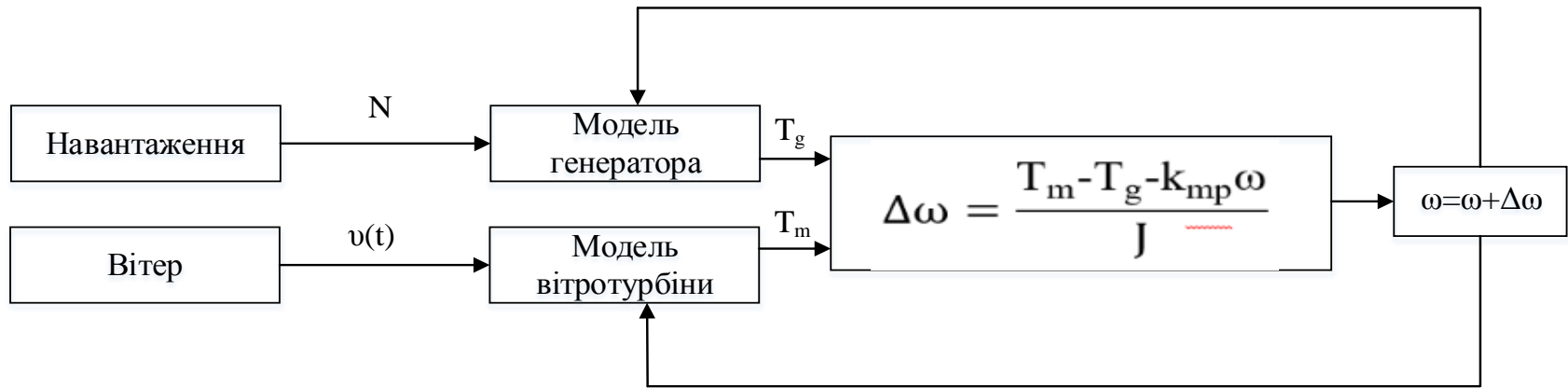


Змінна частота обертання



Перемінна частота обертання

Математична модель вітрогенератора



Структурна схема, яка характеризує робочий процес в електроустановці

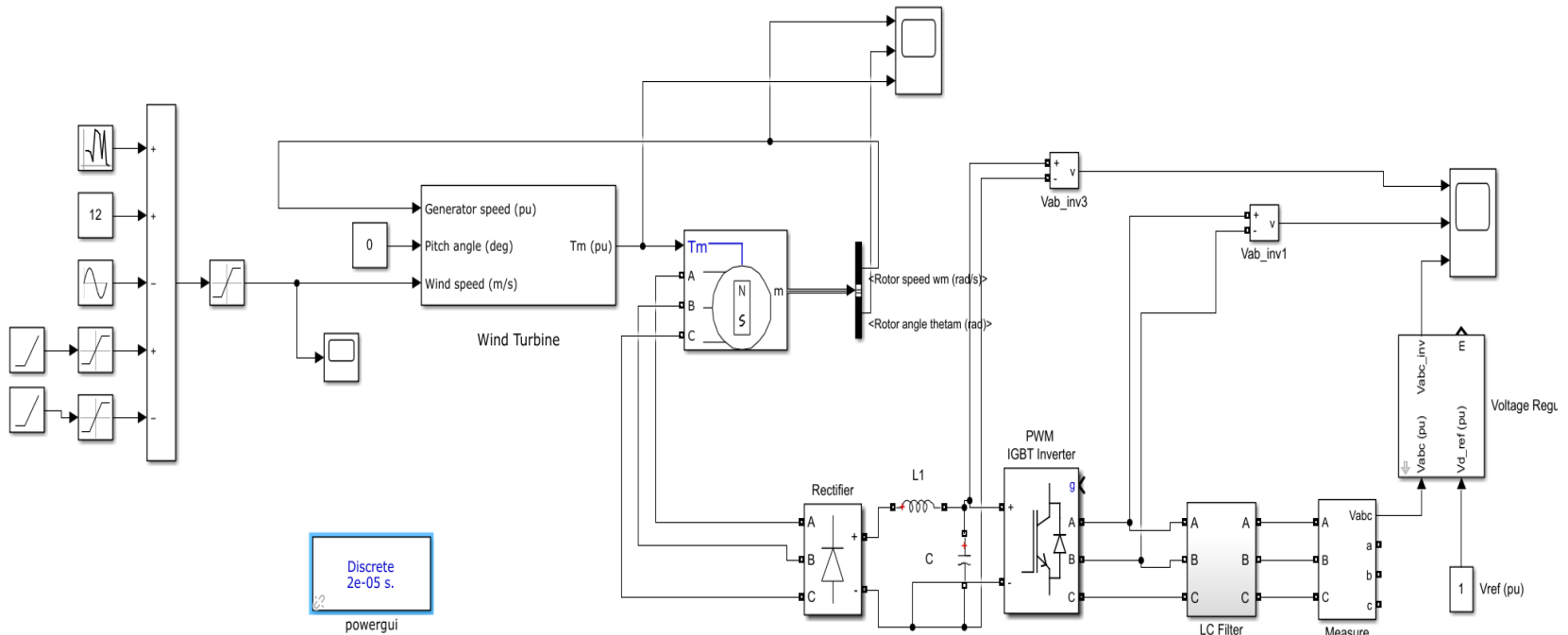
$$T_m = \frac{1}{2} \rho \pi R^3 v^2 C_p(\lambda, \beta)$$

Механічний момент вітрової турбіни

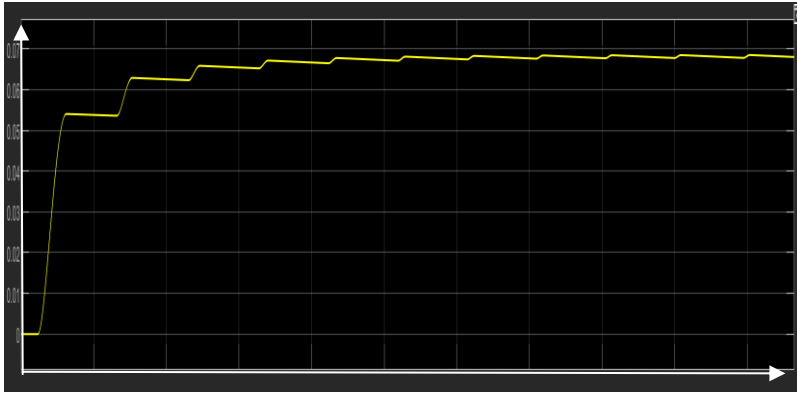
$$\begin{cases} \frac{d}{dt} i_d = \frac{1}{L_d} u_d - \frac{R}{L_d} i_d + \frac{L_q}{L_d} p \omega_r i_q, \\ \frac{d}{dt} i_q = \frac{1}{L_q} u_q - \frac{R}{L_q} i_q + \frac{L_d}{L_q} p \omega_r i_d - \frac{\lambda p \omega_r}{L_q}, \\ T_e = 1.5 p [\lambda i_q + (L_d - L_q) i_d i_q], \\ \frac{d}{dt} \omega_r = \frac{1}{J} (T_e - F \omega_r - T_m), \\ \frac{d}{dt} \theta = \omega_r, \end{cases}$$

Система рівнянь для опису роботи генератора

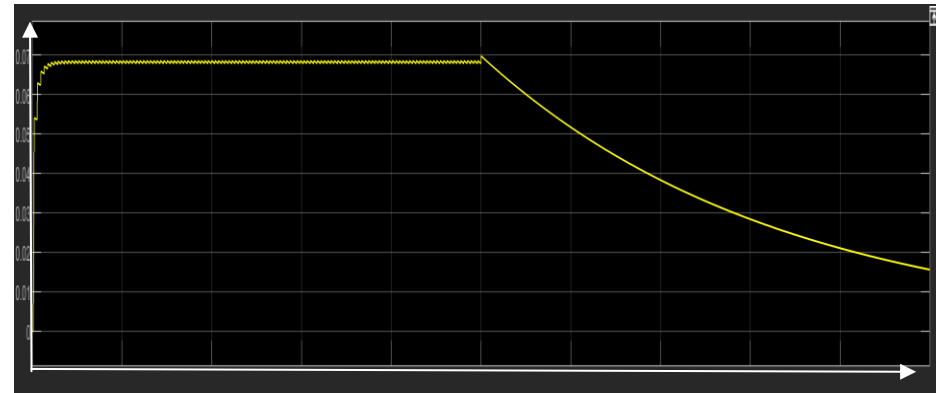
Структурна схема вітрогенератора в пп Matlab



Результати моделювання вітрогенератора



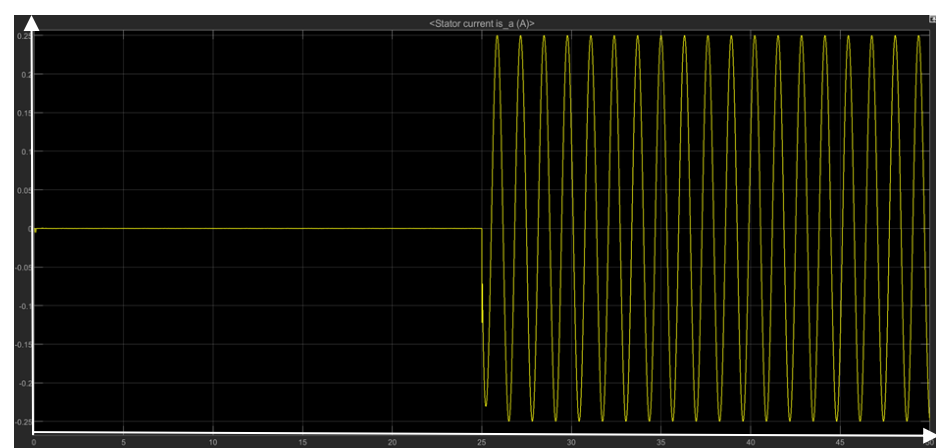
Часова залежність напруги



Часова залежність напруги під навантаженням

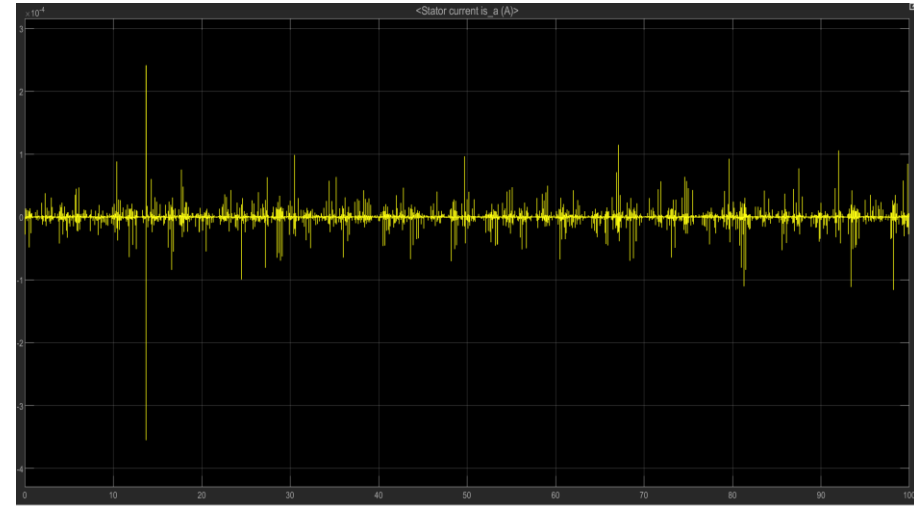
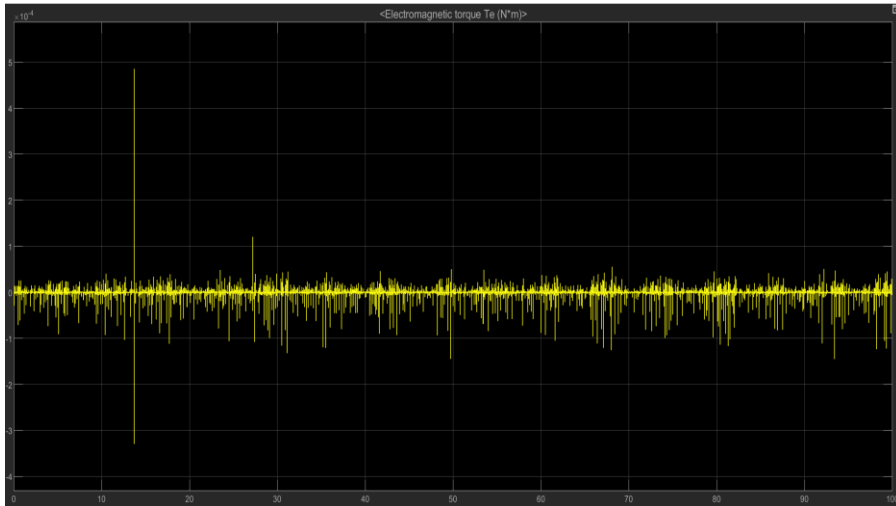
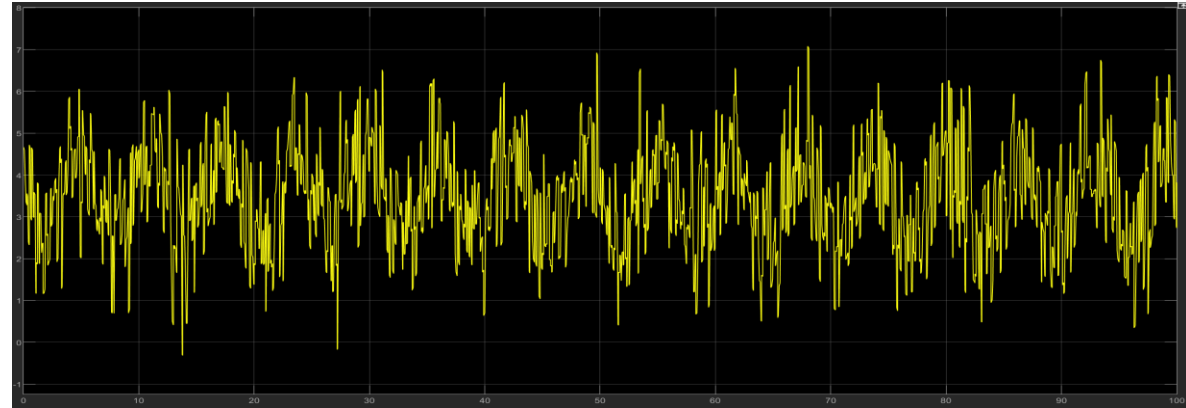
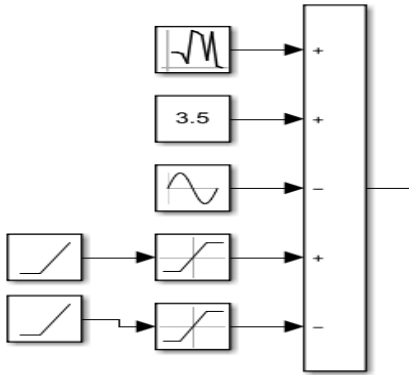


Часова залежність струму

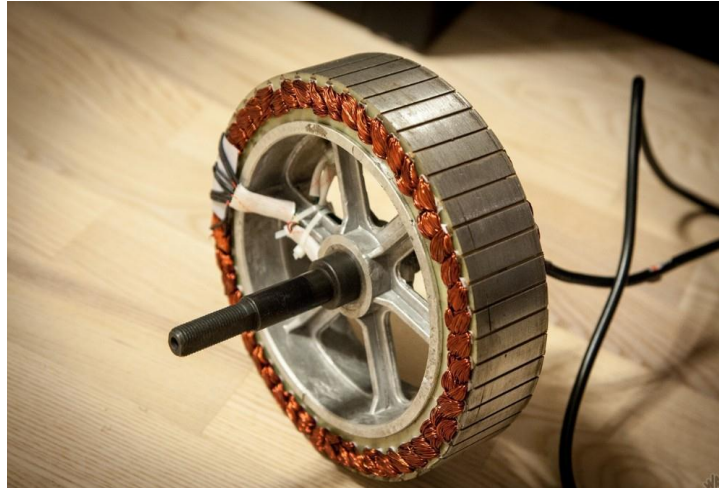


Перехідний процес струму на статора під час ввімкнення навантаження

Дослідження роботи вітрогенератора при змінній швидкості вітру



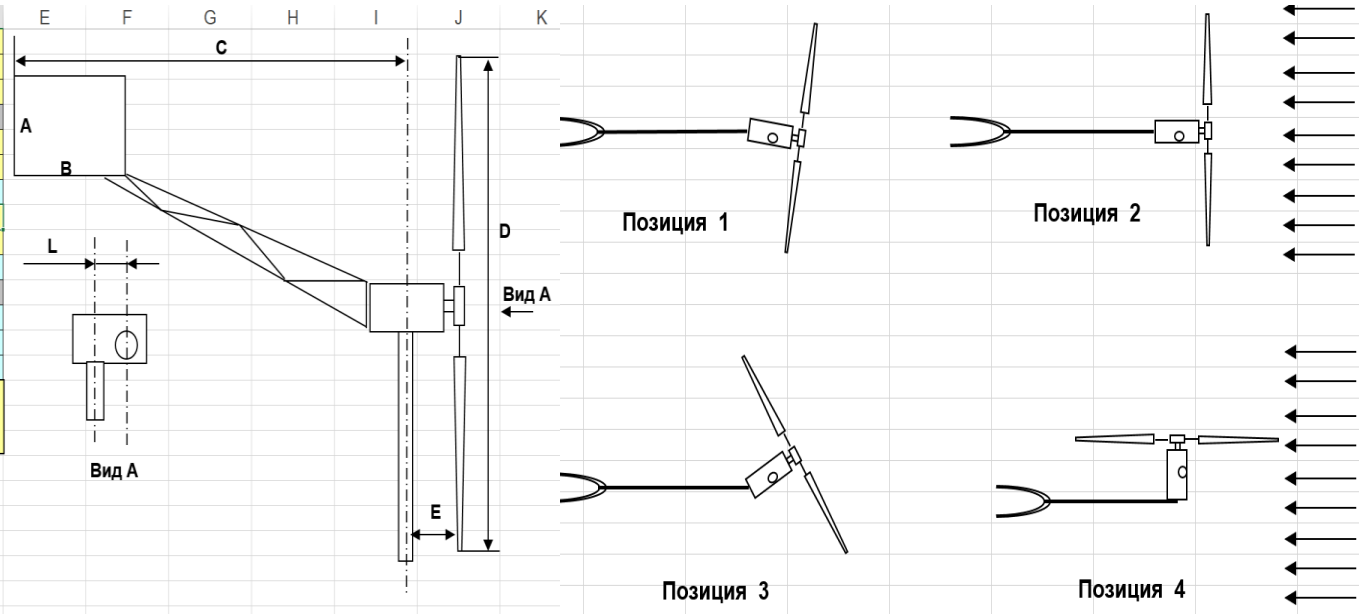
Практична реалізація вітрогенератора



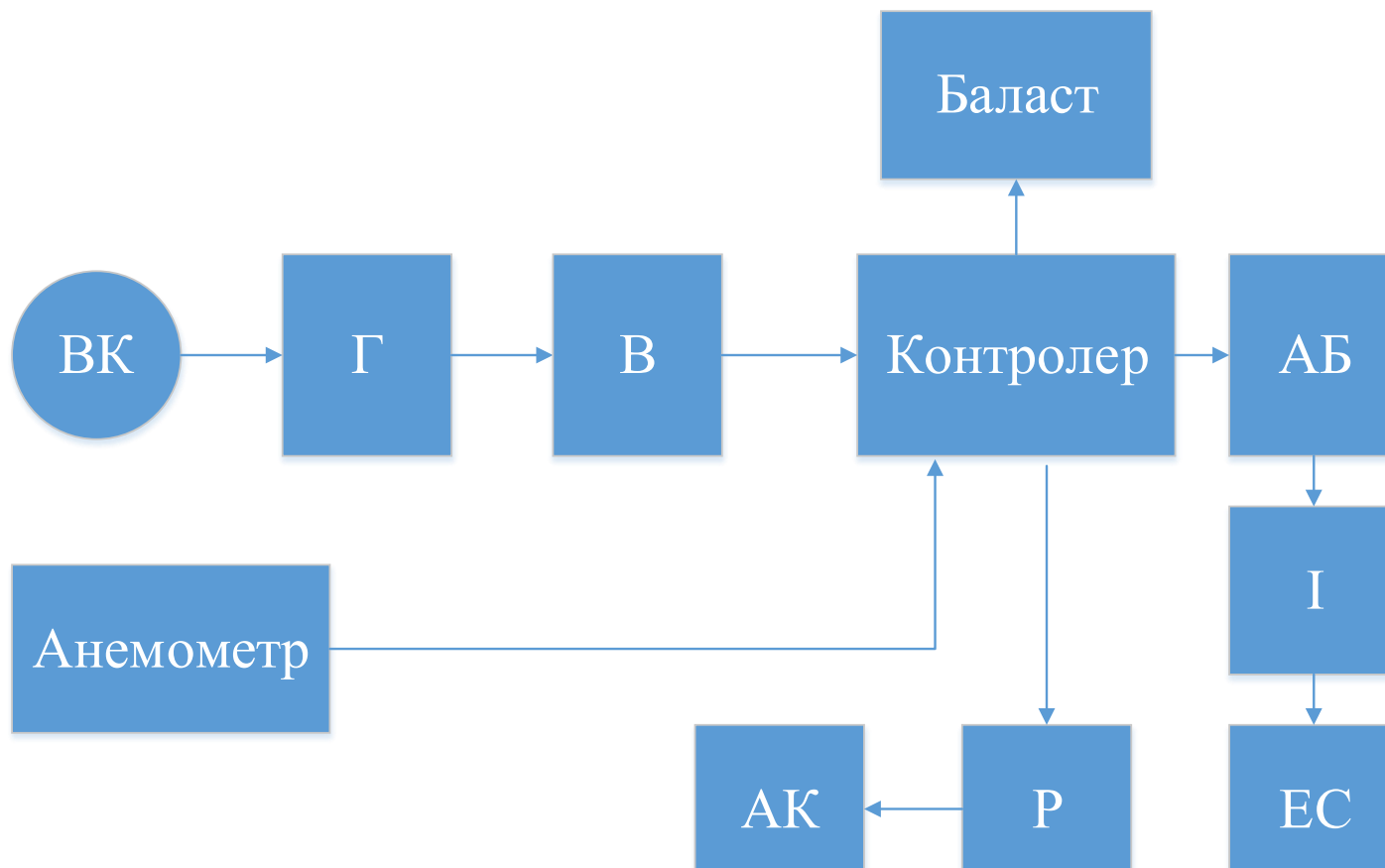
Розрахунок захисту вітрогенератора від штормового вітру

	A	B	C	D
1				
2	Угол установки оперения		град.	15
3	Скорость ветра		м/с	20
4				
5	Высота оперения	A	м.	0,3
6	Длина оперения	B	м.	0,6
7	Площадь оперения	So	м.кв.	0,18
8	Вынос хвостового оперения	C	м.	2
9	Диаметр ветроколеса	D	м.	3
10	Площадь ветроколеса	Sk	м.кв.	7,07
11				
12	Давление на ветроколесо		кгс	177,2
13	Смещение оси мачты	L	м.	0,013
14	Сила растяжения пружины		кгс	1,168

Желтые поля - область переменных



08-16.МКР.007.00.000



Анемометр

ВК

Г

В

Контролер

АБ

І

ЕС

АК

Р

Баласт

Підпис та дата

Інв. №

На зам. інв.

Підпис та дата

Інв. №

Зм	Лист	№ Докум	Підп.	Дата	
Розробив	Гльницький А.О.				
Перевірів	Розводок М.П.				
Реценз					
Н.контр.					
Затв.					

08-16.МКР.007.00.000

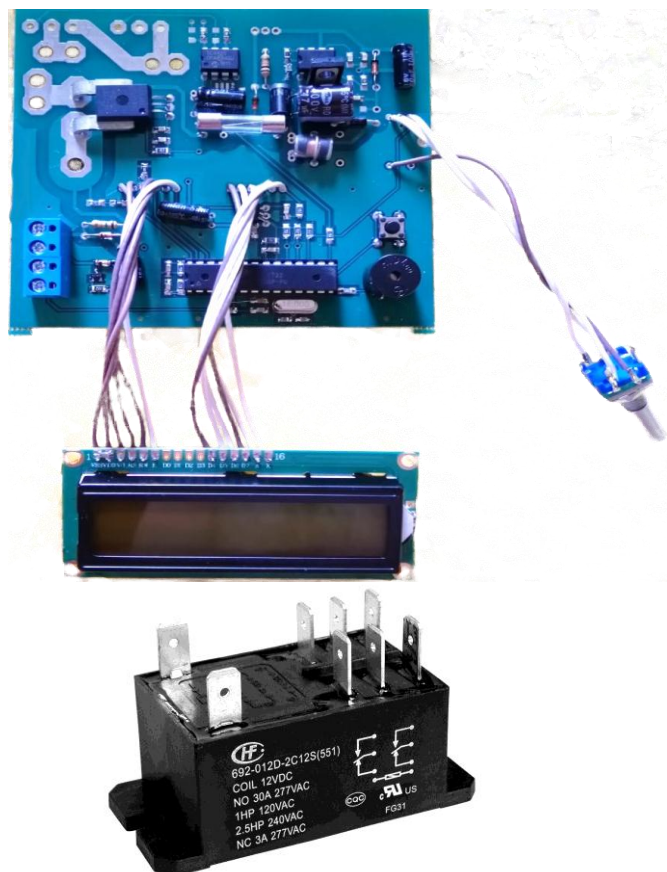
Модернізація електроприводу вітрової електростанції.
Функціональна схема електроприводу вітрогенератора.

Літ. Маса Масш.

Аркуш 1 Аркушів 1

ВНТУ, гр. ЕПА-19м

Основні елементи схеми управління вітрогенератора



Налаштування контролера



V AKB
25.1

I AKB
20.0

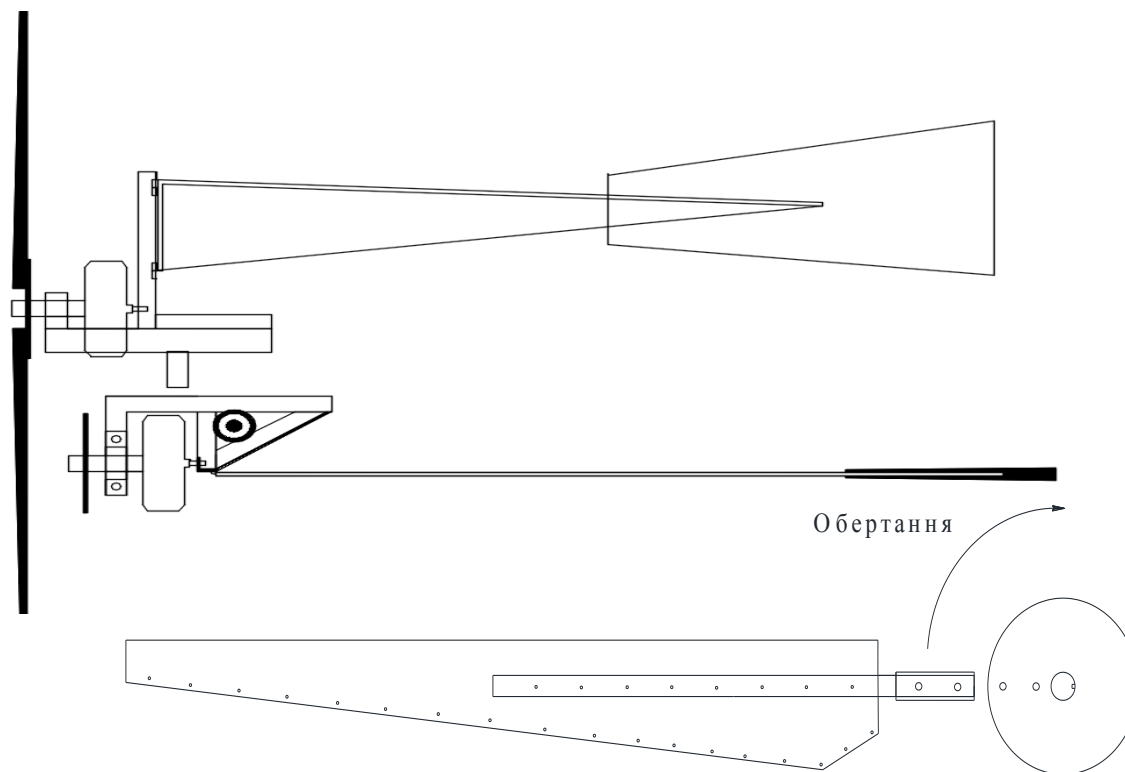
BALLAST
65

WIND
19

WARNING BALAST

WARNING WIND
WIND-16

Схематичне зображення вітрогенератора



ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД



Висновки

Під час виконання роботи було розглянуто сучасні вітрогенератори та проаналізовано їх способи генерації та зберігання енергії. Розглянуто існуючі системи вироблення енергії та обрано найбільш підходящі для реалізації вітрогенератора. Також була розглянута математична модель електропривода вітрогенератора з динамічним рівнянням та структурною схемою. Для комп'ютерного моделювання використано програму Matlab/Simulink.

Вітрогенератор був практично реалізована і побудована на базі мотор-колеса велосипеда потужністю 1500 Вт. Розрахована та реалізована система захисту від сильних вітрів. Керування системою вітрогенератора виконано на базі контролера для вітрогенераторів, виконано налаштування значень напруги, струму та швидкості вітру.

В економічній частині розраховано капітальні вкладення на створення вітрогенератора та витрати на експлуатацію.

В останньому розділі розглянуто основні питання з охорони праці та цивільного захисту.

Дякую за увагу