

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

(повна назва кафедри)

**Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної магістерської роботи**

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: “Підвищення ефективності застосування активних фільтрів для зменшення коливань напруги”

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕМ-19М  
141– Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка

(шифр і назва напрямку підготовки)

Лебедь Д. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф. Бурбело М. Й.

(прізвище та ініціали)

# Вступ

- Обґрунтування вибору теми дослідження. Наявність на промислових підприємствах потужних швидкозмінних навантажень спричинює певні проблеми, які погіршують якість електричної енергії. Дані споживачі спричиняють утворення в електричних мережах коливання напруги. Тому є необхідність зниження цих коливань напруги.
- Мета і завдання дослідження. Метаю роботи є підвищення ефективності застосування активних фільтрів для зменшення коливань напруги.
- Для досягнення поставленої мети було виконано наступні задачі:
  - - розглянуто роботи по зменшенню коливань;
  - - розроблена програма для побудови графіка електричних навантажень та розрахунку коливань напруги;
  - - досліджено роботу активних фільтрів по зменшенню коливань напруги;
- Об'єкт дослідження. Процес підвищення якості електроенергії в розподільних електричних мережах.
- Наукова новизна отриманих результатів і положень, що виносяться на захист, полягає застосуванні активних фільтрів в розподільних електричних мережах для зменшення коливань напруги за допомогою компенсації реактивної потужності.
- В роботі отримано такі наукові результати:
  - 1. Вперше обґрунтовано застосування активного фільтра для зменшення коливань напруги при запуску асинхронного двигуна, відповідно, для компенсації реактивної потужності, що дозволяє забезпечити стабільну роботу системи.

# Характеристика коливань напруги

- В кожній енергосистемі існує поняття якості електричної енергії, його порушення призводить до несправності приладів, які споживають ЕЕ з цієї енергосистеми. Одним з показників якості ЕЕ можуть бути коливання напруги.
- До коливань відносять швидкі зміни діючого значення напруги, що відбуваються зі швидкістю 1-2% в секунду і більше.
- Коливання напруги характеризуються амплітудою (швидка зміна напруги)  $\delta U_t$ ; інтенсивність миготіння ламп розжарювання, які створюють подразнюючий вплив на зір людини (показником флікера)  $P_t$ .
- Показник флікера характеризує потужність КН з урахуванням характерних особливостей зорового і мозкового сприйняття людиною коливань світлового потоку ламп розжарювання, повністю подібних КН. Лампи розжарювання є найбільш масовими навантаженнями, чутливими до КН в більшій мірі, ніж телевізійні приймачі, комп'ютери, електронні та мікроелектронні пристрої управління.

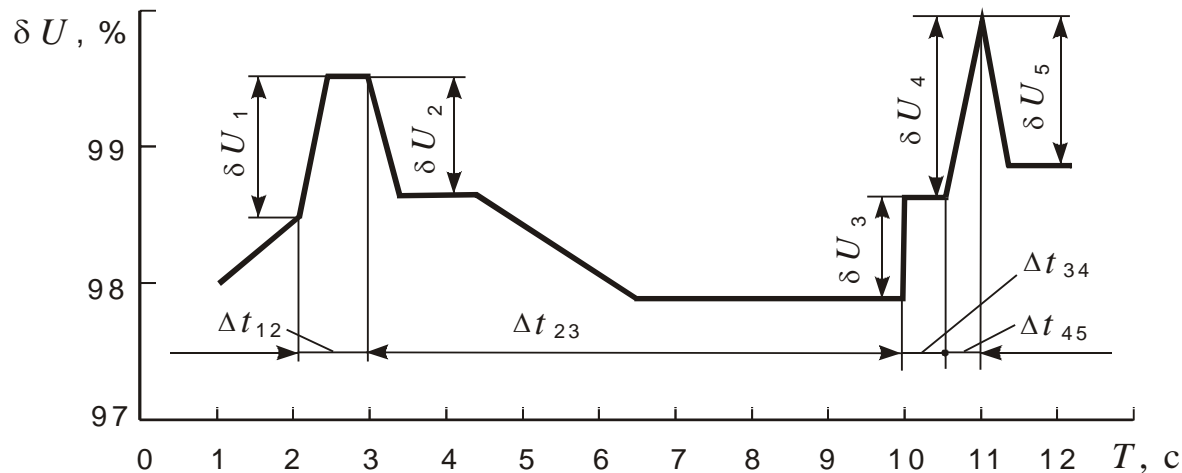
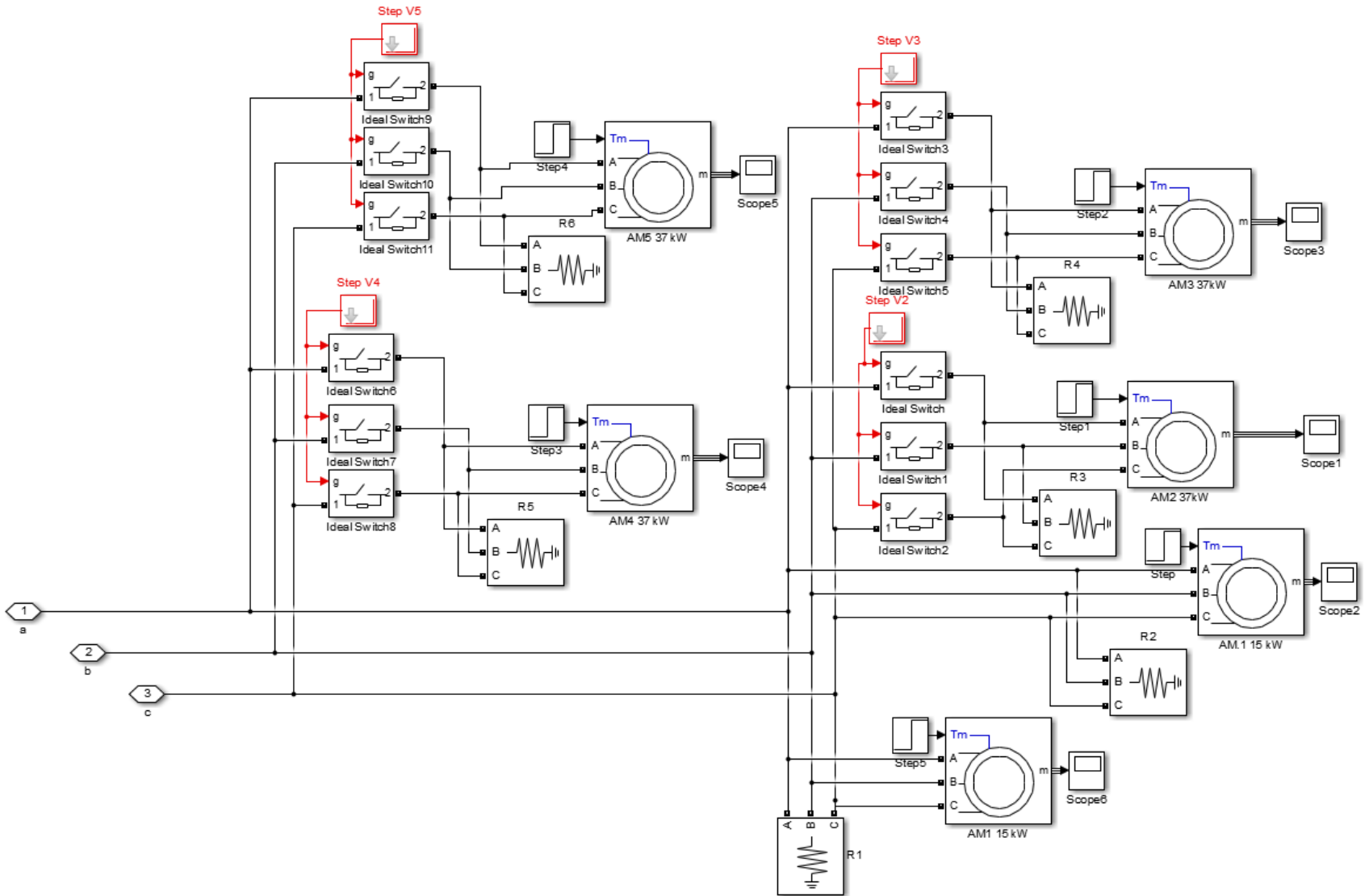


Рисунок – Коливання напруги (п'ять швидких змін напруги за 12 с)

# Навантаження електричної мережі



# Розрахункові параметри двигунів

Назва пристрою	Sp, кВА	cos φ	Pp, кВт	sin φ	Qp, кВар
АД 1	8,5	0,38	3,3	0,91	7,75
АД 1	8,5	0,38	3,3	0,91	7,75
АД 2	18	0,21	3,8	1	18
АД 3	18,2	0,2	3,8	0,97	17,8
АД 4	18	0,21	3,8	0,97	17,5
АД 5	17,7	0,209	3,7	0,98	17,4
Разом	88,9		21,7		86,2

$$\delta U_t = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\text{НОМ}}} \cdot 100\%$$

## Амплітуда напруги

№	U <sub>max</sub> , В	U <sub>min</sub> , В	δU <sub>ti</sub> , %
1	230,2	220	4,43
2	229,8	218,3	5
3	229	218,1	4,73
4	228,2	217,8	4,52
5	227,8	217,1	4,65

## Показник флікера

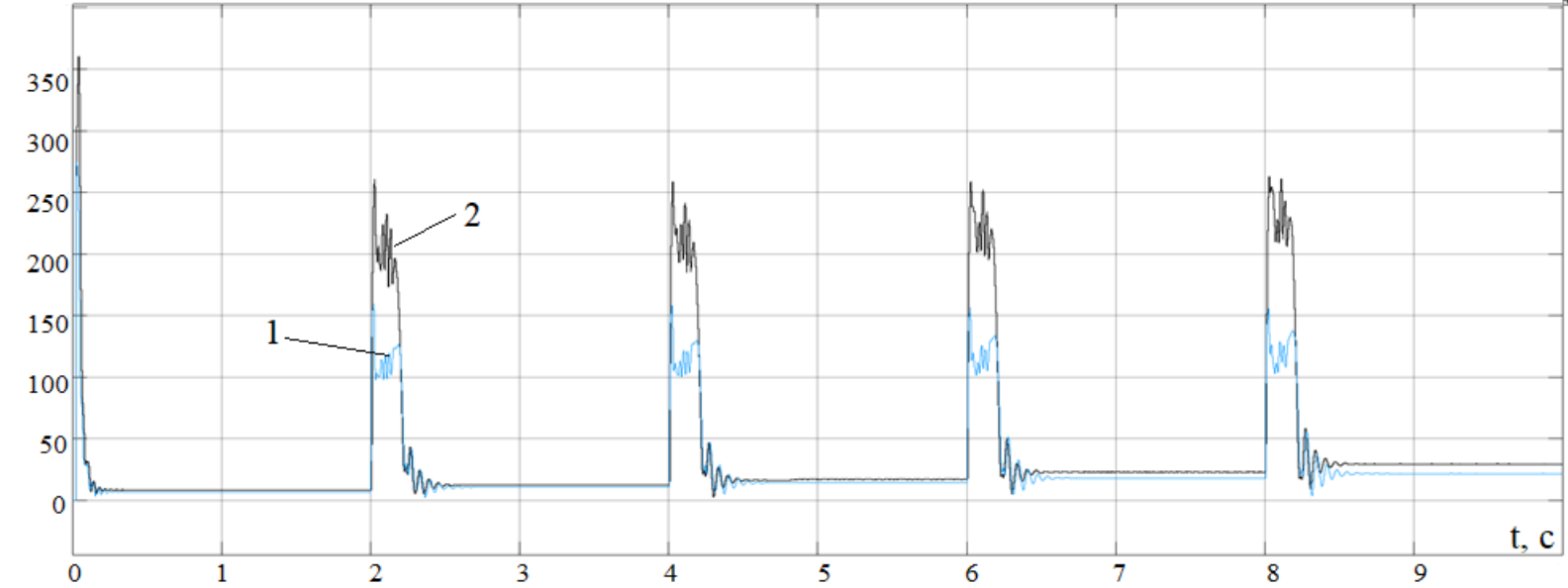
№	P <sub>St</sub>
1	0,295
2	1,05
3	1,05
4	1,05
5	1,05

$$P_t = \frac{k}{\theta} \cdot \int_{t-\theta}^t dt \int_0^{35} g^2(f)G(f,t)df$$

# Дослідження впливу АФ на роботу системи

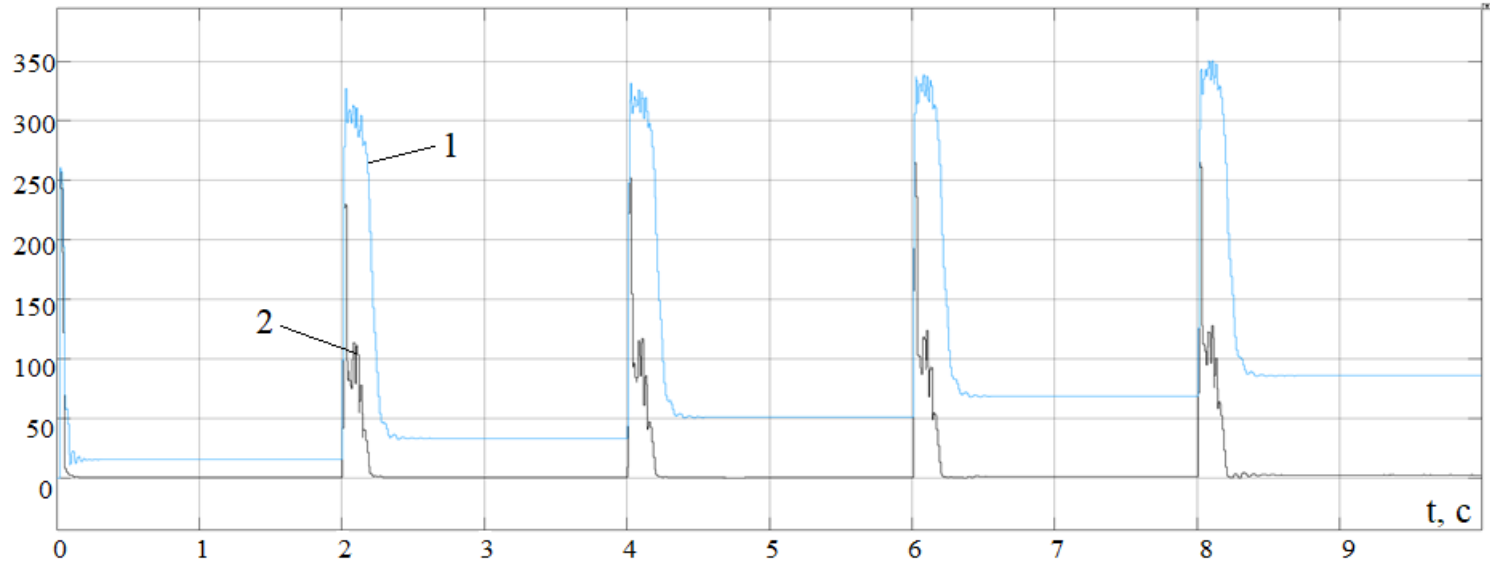
Графік зміни активної потужності

$P$ , кВт

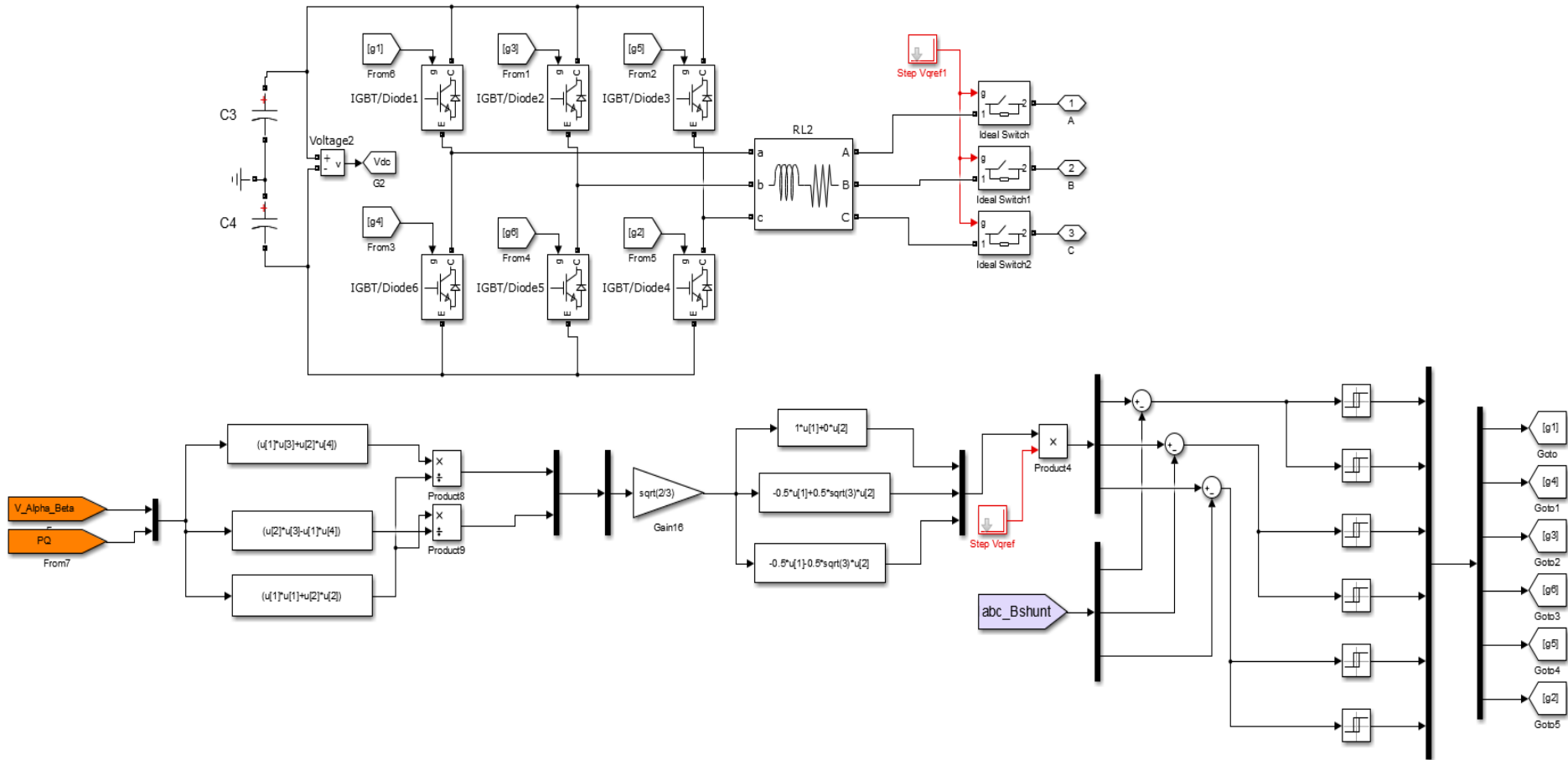


$Q$ , кВар

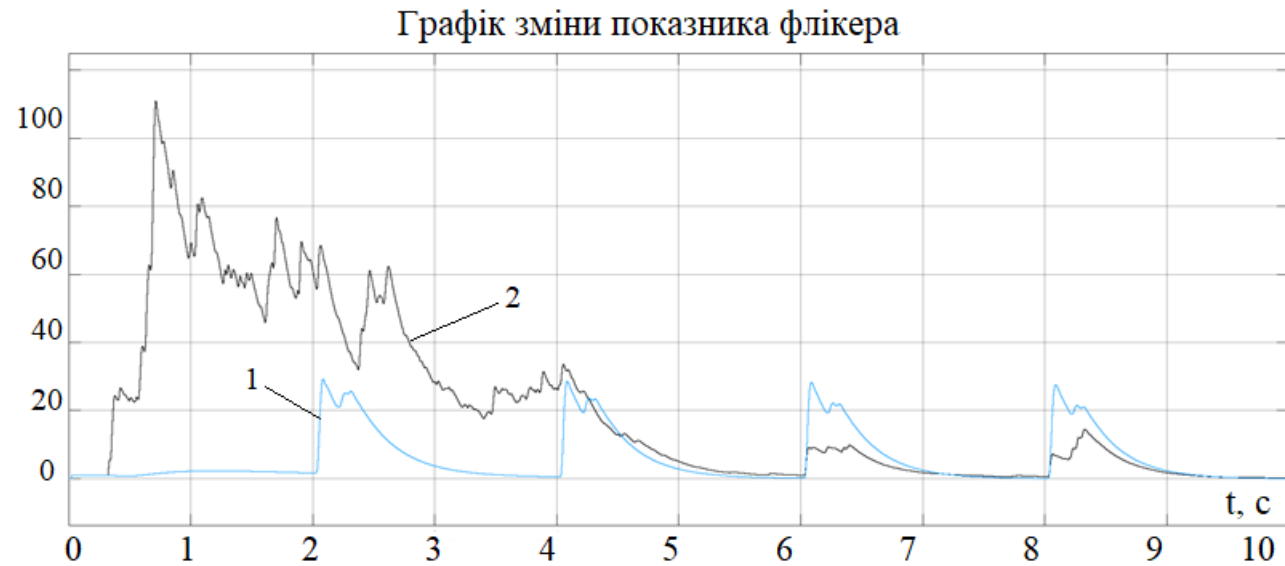
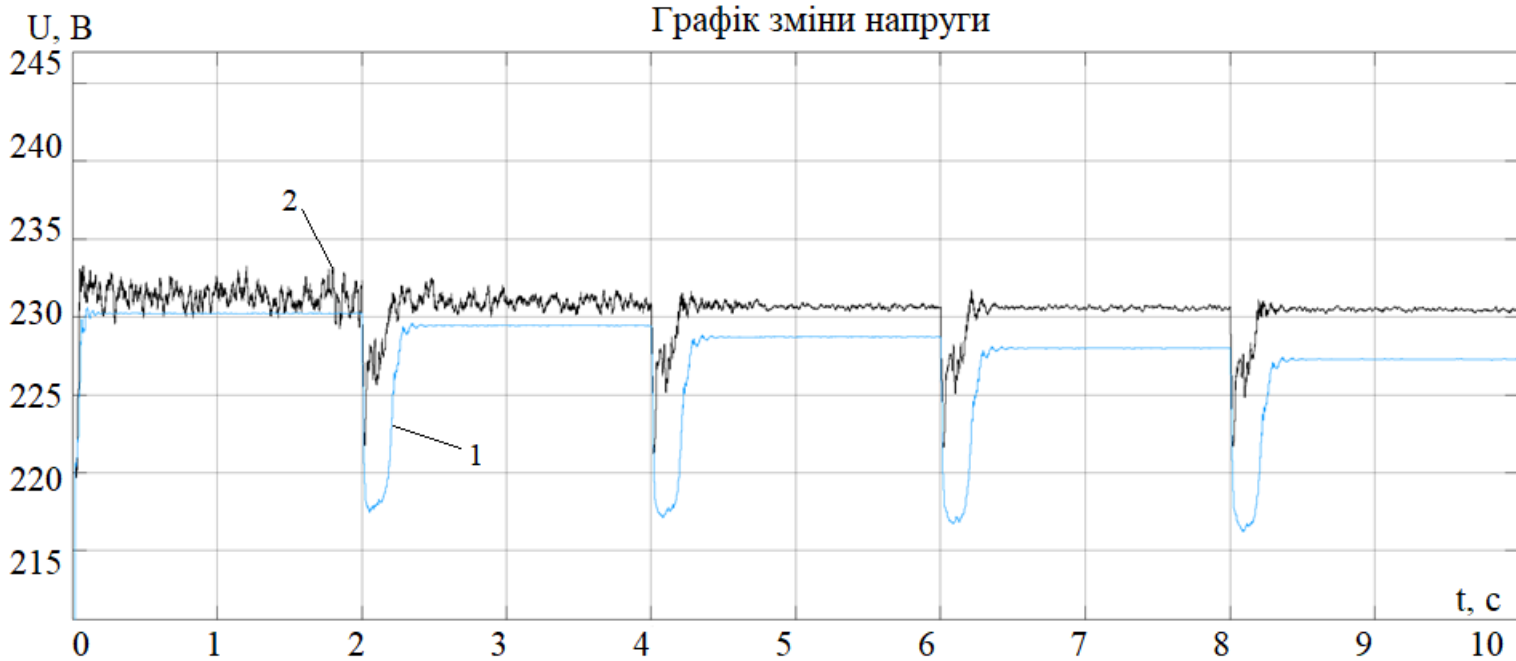
Графік зміни реактивної потужності



# Модель схеми керування АФ



# Дослідження впливу АФ на коливання напруги





# Розраховані параметри двигунів після ввімкнення активного фільтра

Назва пристрою	$\cos \phi$	$P_p$ , кВт	$\sin \phi$	$Q_p$ , кВар
АД 1	1	4,3	0,081	0,35
АД 1	1	4,3	0,081	0,35
АД 2	1	4	0,01	0,01
АД 3	1	4,6	0,01	0,01
АД 4	1	6	0,15	0,9
АД 5	1	6,5	0,15	1
Разом		29,7		2,62

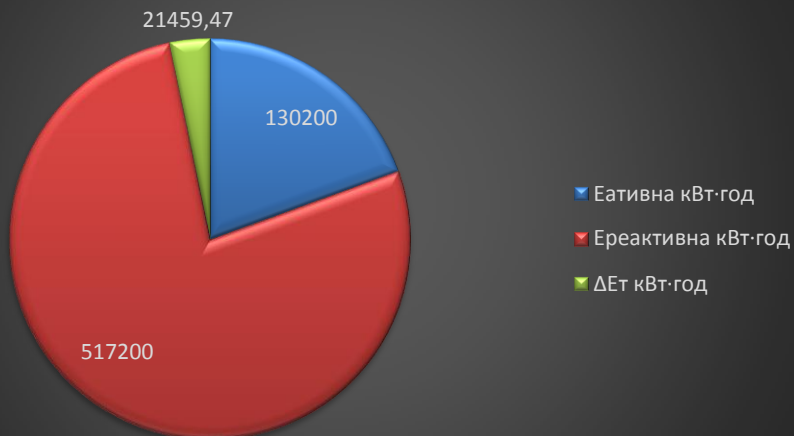


Компенсований показник  
флікера

№	$P_{St}$
4	0,66
5	0,39

# Економічна доцільність встановлення АФ

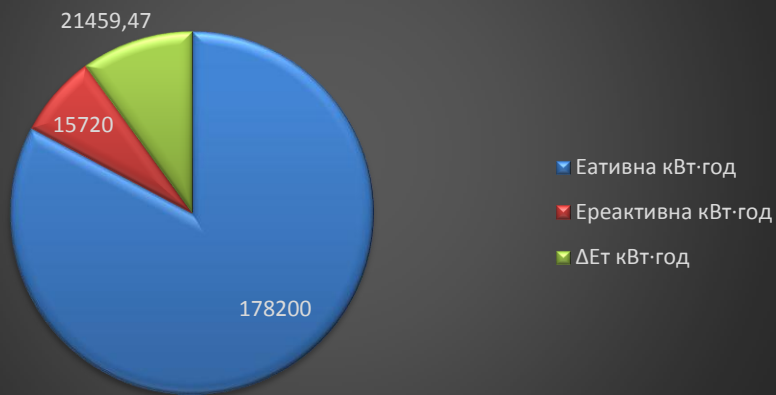
## Річне споживання електроенергії



Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	381751,47	73
Витрати на поточний ремонт	21061,67	4,027
Витрати на амортизацію	15504	2,96
Інші витрати	104579,28	20
<b>Разом</b>	<b>522896,43</b>	<b>100</b>

Річне споживання електроенергії із втратами	Е1	668859,47	кВт·год.
	Е2	215379,47	кВт·год.

## Річне споживання електроенергії після встановлення АФ



# Висновки

- 1. Аналіз літературних джерел показав, що наявність коливань напруги при їх впливі на функціонування широкого спектру електрообладнання призводить до зменшення терміну їх експлуатації. Коливання амплітуди і фази напруги, викликають коливання електромагнітного моменту, активної і реактивної потужностей синхронних генераторів підприємств, це негативно позначається на економічності роботи підприємства в цілому.
- 2. Розроблену схему, яка створює коливання напруги на базі асинхронного двигуна, та досліджено схему контролю за показником флікера та швидкої зміни напруги, що дозволяє ефективно слідкувати за порушенням норм якості електроенергії.
- 3. Запропоновано метод зменшення коливань напруги за допомогою ввімкнення на паралельну роботу активного фільтра. Досліджено схему керування та вплив АФ на роботу схеми з наявними коливаннями напруги. Також запропоновано метод зменшення показника флікера та швидкої зміни напруги та підвищення коефіцієнту потужності АД, що покращило роботу схеми.
- 4. Обґрунтовано доцільність встановлення АФ з економічної точки зору. Розраховано річні витрати на обслуговування обладнання та капітальні вкладення. Запропоновано використання АФ для зменшення плати за реактивну енергію та зменшення вартості електричної енергії в цілому.
- 5. Розглянуті питання охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в цілому та окремо для кожної групи ризику та методи їх усунення.

Дякую за увагу