

УДК 621.31

І.В. Мартиновський, Б.Я. Оробчук, к.т.н., доц., А. З. Стасів, І. М. Сисак, к.т.н., доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

I. Martynovskyi, B. Orobchuk, Ph.D., Assoc. Prof., A. Stasiv, I. Sysak, Ph.D., Assoc. Prof.
REACTIVE POWER COMPENSATION IN MODERN ELECTRIC POWER SYSTEMS

Управління реактивною потужністю є одним із ключових аспектів ефективного функціонування електроенергетичних систем. Незважаючи на те, що реактивна потужність не виконує корисної роботи, вона забезпечує необхідні умови для передачі активної потужності через електричні мережі, зокрема підтримання належного рівня напруги. Надлишок або нестача реактивної потужності може призводити до зниження коефіцієнта потужності, підвищення втрат у мережі, зменшення ефективності використання трансформаторів і кабельних ліній, а також до нестабільної роботи обладнання споживачів.

Неадекватне управління реактивною потужністю в умовах зростання частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) спричиняє суттєві коливання напруги в мережах середньої напруги, що негативно впливає на якість електропостачання та викликає аварійні режими.

Компенсація реактивної потужності, як правило, здійснюється за допомогою конденсаторних батарей, синхронних компенсаторів або сучасних пристроїв типу FACTS (Flexible AC Transmission Systems), зокрема SVC (Static VAR Compensators) і STATCOM (Static Synchronous Compensator). Ці технології забезпечують динамічну стабілізацію напруги в режимі реального часу, що є особливо важливим для інтеграції ВДЕ.

Впровадження компенсації реактивної потужності на промислових підприємствах дозволяє знизити енергоспоживання на 8% та уникнути штрафів за низький коефіцієнт потужності, що запроваджують більшість системних операторів.

Таким чином, компенсація реактивної потужності є не лише технічним заходом з підтримки стабільності мережі, а й інструментом енергоефективності та економічної доцільності в сучасних умовах трансформації енергосистеми.

В [1] авторами розглянута розробка лабораторного стенду, призначеного для вивчення впливу компенсації реактивної потужності у споживачів струму на втрати напруги та енергії в лінії електропередач і його інтеграція в навчальний тренажер системи диспетчерського керування.

Запропонована функціональна схема лабораторного стенду (рисунок 1), укомплектований лабораторний стенд компенсації реактивної потужності (рисунок 2), створена графічна модель лабораторного стенду дослідження компенсації реактивної потужності при підключеному навантаженні (рисунок 3) [1].

Проте в роботі [1] не забезпечено плавний пуск для асинхронного двигуна – навантаження, яке використовується в лабораторному стенді.

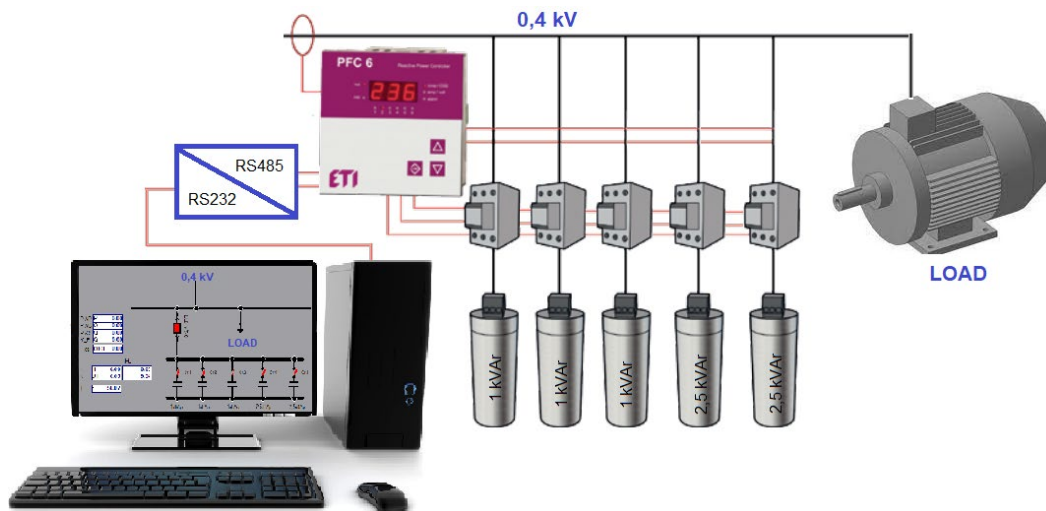


Рисунок 1. Функціональна схема лабораторного стенду.



Рисунок 2. Лабораторний стенд компенсації реактивної потужності.

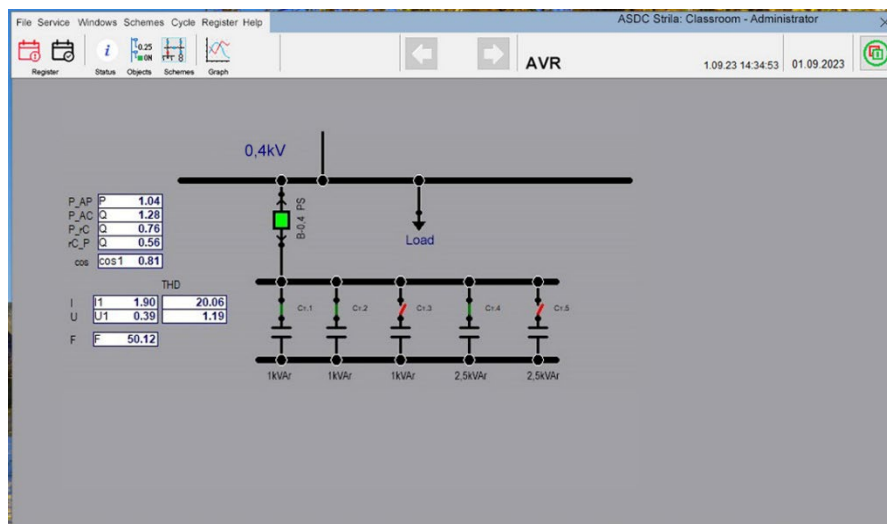


Рисунок 3. Графічна модель лабораторного стенду дослідження компенсації реактивної потужності при підключеному навантаженні.

Асинхронні електродвигуни є найпоширенішим типом двигунів, що використовується в промисловості, транспорті та побутових системах завдяки їхній простоті, надійності й невисокій вартості. Однак традиційний прямий пуск асинхронного двигуна супроводжується високими пусковими струмами (в 6-8 разів більшими за номінальний), що може спричинити суттєве навантаження на електромережу, викликати просідання напруги та скоротити термін служби обладнання.

Плавний пуск – це технологія керованого запуску двигуна за допомогою поступового нарощування напруги, що дозволяє обмежити пусковий струм та забезпечити контрольований момент на валу. Такий підхід значно зменшує механічні навантаження на редуктори, муфти, конвеєри та інші компоненти, що підключені до двигуна. Це підвищує надійність системи та знижує витрати на технічне обслуговування.

Застосування пристроїв плавного пуску також сприяє покращенню енергетичних характеристик електроприводів. Наприклад, використання сучасних пускачів із цифровим управлінням дозволяє зменшити енергоспоживання під час запуску на 10-15% у порівнянні з традиційними методами пуску.

Крім того, зниження пускового струму дозволяє уникнути перевантажень у мережах, особливо в умовах використання резервних або автономних джерел живлення (генератори, системи на базі ВДЕ), де стабільність напруги є критичною.

Плавний пуск асинхронних двигунів – це ефективний інженерний підхід, що забезпечує зменшення пускових навантажень, підвищення енергоефективності, збільшення ресурсу обладнання та покращення якості електричної енергії в системі. У сучасних умовах діджиталізації та підвищення вимог до енергоефективності компенсація реактивної потужності і плавний пуск є не просто технічними засобами, а елементом системного підходу до оптимізації промислового електроприводу.

Література

1. Orobchuk B, Sysak I, Buniak O, Babiuk S, Koval V. Development of the reactive power compensation laboratory bench and its integration into the training simulator of dispatch control system. The 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2023 (ІТТАР 2023).

УДК 621.311

М.С. Наконечний к.т.н., А. С. Гурський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ПОРУШЕНЬ СТІЙКОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМ З ВІТРОВИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ

M. Nakonechy Ph.D, A. Gursky

ANALYSIS OF DYNAMIC DISTURBANCES IN THE STABILITY OF POWER SYSTEMS WITH WIND POWER PLANTS

Зростаюча частка вітроенергії в енергосистемах створює нагальну потребу у ретельному дослідженні її впливу на динамічну стійкість. Традиційно, стабільність енергосистеми визначалася синхронними генераторами. Проте, вітротурбіни використовують інші типи генераторів, що можуть демонструвати іншу поведінку.

Раніше внеском вітрогенераторів у забезпечення стійкості системи часто нехтували. Однак, зі зростанням потужності вітрових електростанцій, їх відключення під час мережевих збурень може призвести до значної втрати генеруючих потужностей, потенційно викликаючи втрату стійкості. Це стало причиною перегляду мережевих правил у країнах із високою