

Електротехнически факултет

Лабораторен стенд за експериментално изследване на качеството на електрическата енергия и електромагнитната съвместимост при работата на силови електронни преобразуватели

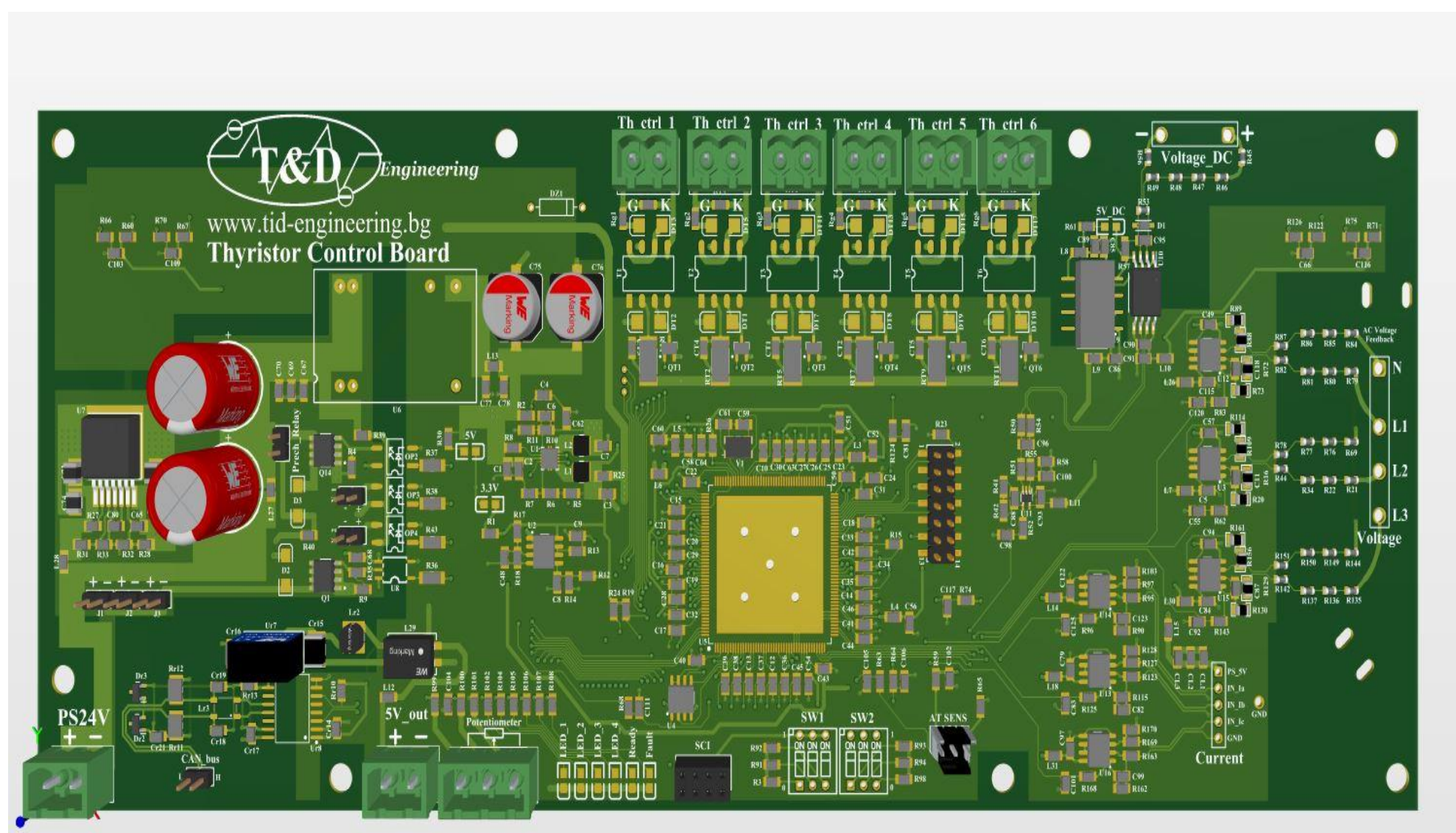
Р-л на проекта: Никола Македонски, гл. ас., катедра ECEO
Участници: Владимир Чиков, доц., катедра ECEO
Христиан Панчев, гл. ас., катедра ECEO
Милен Дуганов, ас., докторант, катедра ECEO
Галин Сегов, ас., докторант, катедра ECEO
Стефан Стефанов, студент, катедра ECEO
Димитър Димитров, студент, катедра ECEO
Владислав Нанков, студент, катедра ECEO

Въведение

Съвременните электроснабдителни системи се характеризират с широко приложение на силови електронни преобразуватели, които, въпреки високата си енергийна ефективност, оказват съществено влияние върху качеството на електрическата енергия и електромагнитната съвместимост.

Цели и задачи

Проектът има за цел разработване и реализиране на лабораторен научно-изследователски стенд за експериментално изследване влиянието на силови електронни преобразуватели върху качеството на електрическата енергия и електромагнитната съвместимост.



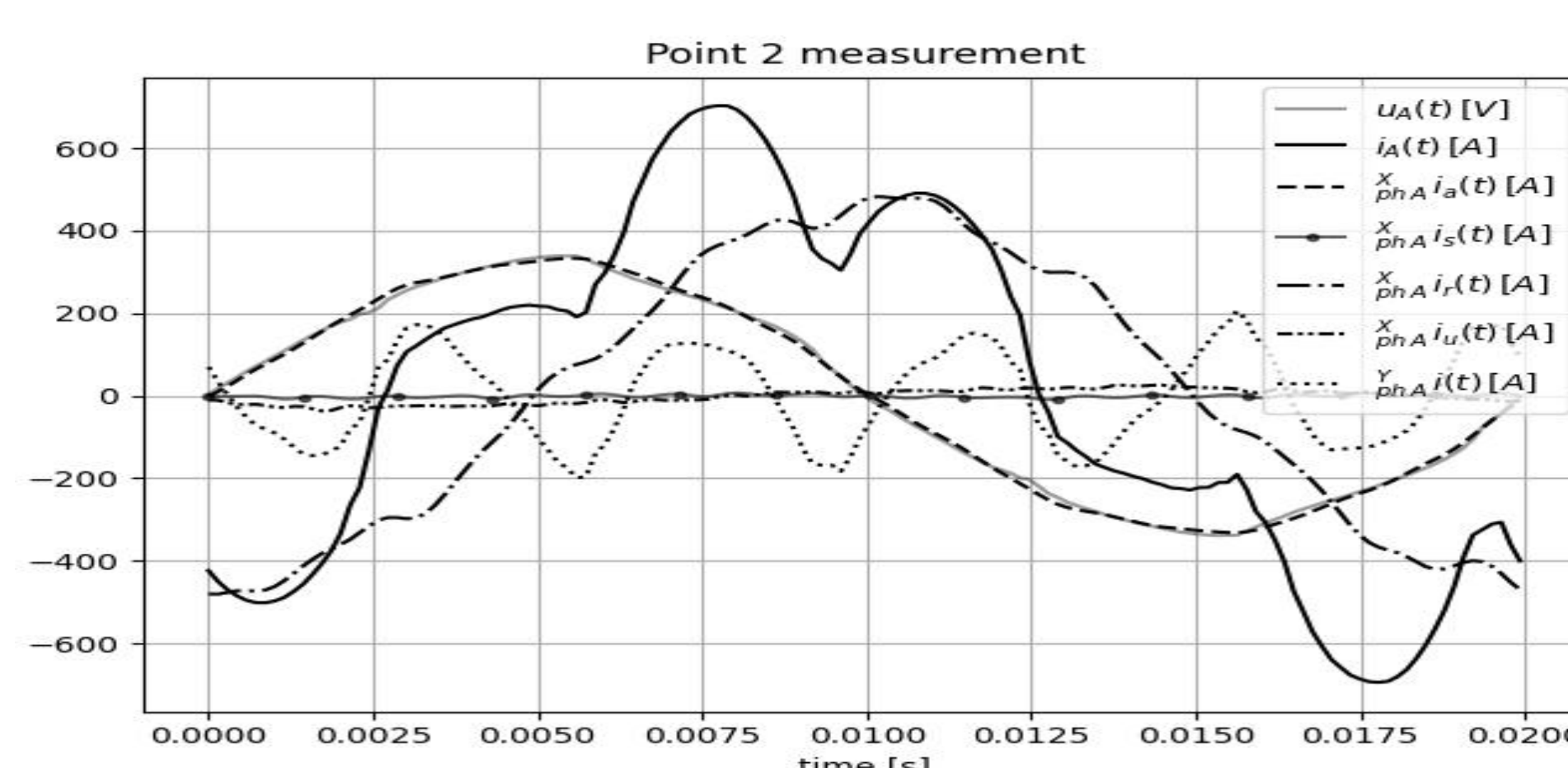
Фиг. 1. Управляваща платка, за лабораторните стендове.

На Фиг. 1 е показана управляващата платка за лабораторните макети. Всеки от тях е разработен на модулен принцип и съдържа Управляващ модул, Силова част, Товари, Измервателни модули и Силов трансформатор.

Използвани са експериментални методи и анализ на моментни стойности на напрежения и токове, регистрирани в реални обекти – промишлен завод и училищна сграда. Анализът е извършен с прилагане на съвременни теории за мощността, в частност мощностната теория на физическите компоненти на тока, което позволява детайлна оценка на енергийните процеси при съвместна работа на линейни и нелинейни товари.

Резултати

Експерименталните изследвания ясно показват, че съвместната работа на управляеми и неуправляеми силови електронни преобразуватели оказва съществено негативно влияние върху качеството на електрическата енергия. Установени са високи нива на хармонично изкривяване на токовете, както и наличие на характерни за изправителните схеми хармоници, които се инжектират в электроснабдителната мрежа и водят до деформация на напрежението.



Фиг. 2. Напрежение и ток на фаза А, към група управляеми тиристорни изправители. Показани са и токовете компоненти според мощностната теория за токовете физични компоненти.

Съществен резултат от проекта е експерименталното потвърждение, че силовите електронни преобразуватели генерират значителна реактивна мощност дори при отсъствие на класически реактивни елементи, както се вижда на Фиг. 2. Тази реактивна мощност е пряко свързана с фазовото отместване между напрежение и ток, породено от комутационните процеси и принципа на работа на преобразувателите. Прилагането на мощностната теория на физическите компоненти на тока позволява ясно разграничаване на различните компоненти на тока и показва, че реактивният компонент в определени режими е съпоставим или по-голям от активния.

Получените резултати доказват също, че традиционните методи за компенсация на реактивната мощност, базирани единствено на кондензаторни батерии, са неефективни в условия на силно нелинейни товари и високо хармонично съдържание.

Публикации по проекта

1. N. Makedonski, H. Panchev, G. Ivanova, P. Parushev and M. Duganov, "Impact of the joint operation of adjustable electric drives on electromagnetic compatibility and power quality indicators in a packaging polymer plant.," 2025 17th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF), Varna, Bulgaria, 2025, pp. 1-6
2. N. Makedonski, H. Panchev, P. Parushev, G. Ivanova and M. Duganov, "Experimental study of the joint operation of multiple nonlinear electrical loads on the quality of electrical energy in a school building.," 2025 17th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF), Varna, Bulgaria, 2025, pp. 1-6

Заклучение

Взаимодействието между хармониците и компенсиращите уредби води до нестабилна работа и често сработване на защитите. Това обосновава необходимостта от прилагане на комплексни технически решения, включващи пасивни, активни или хибридни филтри, с цел подобряване на енергийната ефективност и електромагнитната съвместимост на электроснабдителните системи.