

Słowo wstępne

Zeszyt zawiera wyniki prac badawczych prowadzonych w Katedrze Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki (KENER) funkcjonującej na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej od 2004 r. Prezentowane badania i ich wyniki są osadzone w obszarze zainteresowań Katedry, obejmującym energoelektronikę, napędy elektryczne i energoelektroniczne, elektronikę przemysłową, elektronikę, elektrotermię, elektrotechnologię oraz sterowanie mikroprocesorowe. Część prezentowanych prac była realizowana w ramach działalności własnej oraz działalności kierunkowej Katedry. Część zaś wykonywana była przy współpracy z przedsiębiorstwami przemysłowymi krajowymi i międzynarodowymi. Niektóre z zawartych w zeszycie prac były prezentowane na konferencjach. Prezentowane prace można zebrać w sześć grup tematycznych.

Pierwsza jest związana ze sterowaniem mikroprocesorowym. Praca pierwsza (1) z tej grupy poświęcona jest mikrokontrolerowi DSP TMS 320F2812. Omawia się w niej możliwości mikrokontrolera, z punktu widzenia zastosowań przemysłowych, na przykładzie sterownika falownika MSI. Zaprezentowano również niestandardowe możliwości mikrokontrolera.

Artykuł drugi (15) w omawianej grupie poświęcony jest realizacji sterowania 3-poziomowego falownika napięcia zrealizowanego za pomocą tego samego mikrokontrolera. Sterowanie sprawdzono na analogowym niskonapięciowym modelu falownika.

Druga grupa referatów poświęcona jest sterowaniu.

W artykule (4) zawarto wyniki badania nad sterowaniem DTC maszyny indukcyjnej dwustronnie zasilanej, gdzie steruje się niezależnie prędkością obrotową maszyny oraz mocą bierną pobieraną z sieci. Zaproponowano modyfikację strategii przełączeń, która eliminuje wady klasycznej metody DTC i umożliwia poprawną pracę maszyny przy prędkości synchronicznej (modyfikacja ta była zastosowana wcześniej do sterowania silnika klatkowego przy niskich prędkościach obrotowych oraz przy prędkości zerowej).

Artykuł (13) jest raportem z badań energoelektronicznego układu napędowego z maszyną indukcyjną sterowaną z przemiennika częstotliwości (sterowanie DTC z modulatorem), poprzez prostownik MSI (sterowanie wektorowe z orientacją względem wektora napięcia sieci). Sterowanie obu przekształtników zostało zrealizowane za pomocą karty DS1104 firmy dSPACE.

Sterowanie obiektem zdecydowanie różnym od poprzednich omawia się w artykule (3). Jest to sterowanie temperatury w wannie wodnej 30 dm³ w zakresie do 100°C. Obiekt jest trudny do sterowania, ma znaczną stałą czasową (12 min) i znaczne opóźnienie transportowe (~3 min). Stabilizację przestrzenną temperatury (maksymalna różnica 0,2°C) zrealizowano za pomocą mikrokontrolera H8/3048F i regulatora o zmiennej strukturze PID/PI/forsowanie mocy, przy jednym czujniku temperatury i jednym grzejniku. Układu jest przeznaczony do pracy w laboratorium testującym żywność.

Trzecia grupa tematyczna to przekształcanie wysokoczęstotliwościowe. Problematyka dotycząca falownika klasy E zawarta została w artykule (5). Nowum stanowi eliminacja 2-harmonicznej w napięciu tranzystora realizowana za pomocą dodatkowego obwodu L-C. Tworząc falownik klasy EF₂, zyskano sprawność 97,1% przy 526 W oraz 1 MHz.

Nowe zagadnienie badane w Katedrze, jakim jest nagrzewanie pojemnościowe, zaprezentowane jest w artykule (6). Jako zasilacz zaproponowano falownik klasy DE pracujący przy 8 MHz/300 W do którego dołączono układ kondensatora nagrzewającego poprzez transformator koncentryczny dopasowujący podwyższający 1:7:9:10 (gdzie U_{DC}=110 V) Zaproponowany układ ma służyć do badań prowadzonych nad polimerami.

W pracy (2) opisano transformator koncentryczny wielkiej częstotliwości o znakomitych parametrach energetycznych. W wyniku badań uzyskano transformator o danych: 4,28 kW, o przekładni 2:1, pracujący przy 1 MHz, wykazujący bardzo wysoką sprawność (98%) oraz zdecydowanie wyższą względem innych konstrukcji gęstość mocy: (75 kW/kg).

Wyniki prac związanych z realizowanym projektem europejskim typu Craft – HIPOLITY, którego celem było przebadanie systemu SMES z cewką magazynującą energię wykonaną z nadprzewodnika wysokotemperaturowego (HTS), są przedstawione w trzech artykułach.

Artykuł (14) zawiera porównanie realizacji dwóch kondycjonerów o względnie małej mocy (20 kW) i małej energii (24 kJ), jednego z nadprzewodnikowym zasobnikiem energii (SMES-HTS) i drugiego z zasobnikiem superkondensatorowym (ScES).

Analiza łącznika tyrystorowego zastosowanego w kondycjonerze mocy z cewką nadprzewodzącą (SMES-HTS), zrealizowanym w projekcie HIPOLITY, jest przedmiotem artykułu (12). Trzecim artykułem związanym z badaniami w projekcie HIPOLITY jest artykuł (15) poświęcony sterowaniu wektorowemu 3-poziomowego falownika napięcia za pomocą kontrolera TMS320F7812. Ostatnia praca jest fragmentem szerszych badań mających na celu ustalenie przydatności przekształtników wielopoziomowych w układach typu SMES.

Wyniki prowadzonych w Katedrze prac w zakresie falowników rezonansowych typu L - L||C, o częstotliwości do 100 kHz, opisano w dwóch artykułach (10) oraz (11). Pierwszy z nich poświęcony jest wpływowi częstotliwości pracy falownika L-(L||C) na jego właściwości w zakresie od częstotliwości rezonansu szeregowego do częstotliwości rezonansu równoległego. Zakłada się zmienność parametrów obciążenia (nagrzewanie indukcyjne). Artykuł drugi jest poświęcony możliwości wykorzystania dławików szeregowych do łączenia równoległego półmostków tranzystorowych w falowniku L-(L||C).

Współczesnej technologii IT poświęcono artykuł (9) gdzie przedyskutowano ważny i egący na czasie problem transmisji danych cyfrowych za pomocą sieci energetycznej nn. Omawia się zadania konstrukcyjne oraz prezentuje prototypowe urządzenie do takiej transmisji wraz z odpowiednim oprogramowaniem. Są to wyniki współpracy Katedry z przedsiębiorstwem IT.

Prace badawcze w zakresie współczesnych technologii skojarzonego wytwarzania energii, realizowane w Katedrze, znajdują odzwierciedlenie w artykułach (7) i (8). Poświęcone są projektowi demonstracyjnemu: skojarzone źródła ciepła i energii elektrycznej. W pierwszym artykule ustalono zapotrzebowanie na energię cieplną i elektryczną na podstawie pomiarów obiektów istniejących oraz na podstawie obliczeń bazując na modelach matematycznych obiektów. Artykuł drugi zawiera procedurę projektowania optymalnego ze względu na maksymalizację zysku gdzie wielkościami optymalizowanymi są moc cieplna i elektryczna. Prace stanowią materiał źródłowy do badań nad technologią skojarzonego wytwarzania energii.

Kierownik

Katedry Energoelektroniki

Napędu Elektrycznego i Robotyki

Dr hab. inż. Bogusław Grzesik, prof. Pol. Śl.

Foreword

The current issue of our Scientific Bulletins contains the results of research conducted in the Department of Power Electronics, Electric Drives and Robotics (KENER in Polish) existing at the Faculty of Electrical Engineering of the Silesian University of Technology since 2004. The research and its results are placed in scientific interest area of the Department. They include: electronics, industrial electronics, power electronics, electrical drives, electroheat, electrotechnology and microprocessor control. Some works were realized as the Department research. The others were realized in cooperation with Polish and international industry companies. Some of the papers were presented at conferences.

The papers contained in this issue can be divided into six groups.

The first group is connected with microprocessor control. Paper (1) describes a DSP microcontroller TMS320F2812 dedicated to control of power electronic converters. It presents peripherals of the microcontroller on the example of PWM inverter control. Peripherals functionality and flexibility of peripherals is analysed from the point of view of the industrial applications.

Second paper (15) in this group is focused on control realisation of the 3-level voltage inverter based on the presented above DSP microcontroller. The correct operation of the controller is proved by experimental results of operation of a low voltage inverter model.

The second group of papers refers to control.

Paper (4) presents results of application of the DTC method to control of a double-fed induction machine ensuring independent control of both the speed and delivered reactive power of the machine. Proposed modification of the switching table eliminates problems of the classical DTC method with operation at a speed close to the synchronous one. This modification was previously used to ensure correct operation of a squirrel cage machine at low and zero speed.

Paper (13) is a report of the tests of an induction machine drive controlled by a PWM inverter (control based on DTC method with use of modulator) and supplied by a PWM rectifier (vector control based on voltage oriented control). Controllers of the both converters were realised by one microprocessor board DS1104 from DSPACE Company.

Control of an object that differs from the presented above is presented in paper (3). It describes a temperature control process of a water tub (30 dm³) within range up to 100°C. The large time constant (12 min) and large transportation delay (~3 min) makes the object very difficult to control. Spatial temperature control (maximal temperature difference is 0.2°C) is realised using a Renesas microcontroller H8/3048F and a variable structure controller with PID/PI/forced power part with one temperature sensor and one heater. The system is used for laboratory biological tests.

The third group of papers is connected with high frequency converters. Paper (5) presents the issues refer to class E inverters. The novelty is elimination of a transistor voltage 2-harmonic realised by using an additional L-C circuit which changes the class of inverter to EF₂. The inverter efficiency is 97.1% with the output power 526 W and switching frequency 1 MHz.

The new issue widens research at our Department in dielectric heating presented in paper (6). A DE-class inverter which operates with 8 MHz switching frequency and 300 W output power is used as a power supply. The inverter (with 110 V DC voltage) supplies a heating capacitor by a HF push up matching transformer (turn-to-turn ratio 1:7:9:10). The proposed system will be used in research focused on polymers. Paper (2) describes a high frequency coaxial transformer with great energetic parameters. The results of research is the transformer off 4.28

kW power, 2:1 turn-to-turn ratio, 1 MHz operation frequency, very high efficiency (98%). Its power density (75 kW/kg) is much higher than transformers presented in other papers.

Results of works connected with the European project HIPOLITY (type Craft), whose main goal was testing a SMES system with a HTS coil are shown in two papers. Paper (14) presents the comparison of two power conditioning systems of a relatively low power (20kW) and low amount of energy (5kJ). Energy storage in one PCS is based on a superconducting coil (SMES-HTS) whereas in the second on supercapacitors (ScES). The analysis of a thyristor switch used in the power conditioning system realised in HIPOLITY project is the subject of paper (12).

The next researches in the Department concerns resonant inverters L-(L||C) – type with operation frequency up to 100 kHz. The research results are presented in two papers (10) and (11). The first one refers to the influence of the inverter operation frequency on its properties within the range between the series and parallel resonant frequencies. In the paper the possibility of changing load parameters (connected with induction heating) is assumed. The second paper presents possibility of use additional series chokes in parallel connections of half-bridges in the inverter L-(L||C) – type.

Paper (9) focuses on present – day IT technology. In the paper important and up to date problems of digital data transmission by means of 400 V power lines are discussed. There are presented design tasks and a prototype device with appropriate software for such transmission. The paper is the results of co-operation of the Department with IT company.

Research in the area of modern technologies of a cogeneration plant, realised in the Department, reflect in papers (7) and (8). They are the results of a demonstration project of a small-scale heat and power plant. The first paper fix as the heat and electrical energy demand base on a measurements of real objects and their mathematical models. The second paper describes a planning procedure of system with taking into account the demand for heat and electrical power. These works are a basic material for research focused on technology of a cogeneration heat and power plant.

Head
Of the Department of Power Electronics,
Electrical Drives and Robotics
Bogusław Grzesik, PhD, MSc,
Professor of the Silesian University of Technology