



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



KIEROWNIK ZAKŁADU  
DR HAB. INŻ.  
BARTŁOMIEJ UFNALSKI  
PROFESOR UCZELNI

SEKRETARIAT ISEP

TEL. 22 234 6025, FAX 22 234 6023

GMACH ELEKTROTECHNIKI, POK. 314

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

**Electrical Drive Division**  
Institute of Control and Industrial Electronics

TOBRI  
INNOVATIVE SOLUTIONS FOR CONTROL

- CLEAN POWER
- INTELLIGENT BUILDING
- POWER CONDITIONING
- ENERGY FLOW CONTROL SYSTEMS
- ARTIFICIAL-INTELLIGENCE-BASED DRIVES
- ADAPTIVE AND ROBUST MOTION CONTROL
- PROCESS CONTROL WITH PLC APPLICATIONS
- ULTRALIGHT PERMANENT MAGNET MOTOR DRIVES
- HIGH DENSITY POWER ELECTRONICS (HOPE PROJECT)
- VARIABLE SPEED POWER SYSTEMS FOR DISTRIBUTED GENERATION

AND MANY OTHER TECHNOLOGIES TO POWER GENERATION, POWER CONVERSION, RENEWABLE ENERGY, HYBRID ENERGY SYSTEMS AND MODERN DRIVES.

By joining our team as a M.Sc. or Ph.D. student, you will acquire knowledge and practical skills that will enable you to become a qualified and sought-after control specialist. Many of our Graduates are on the payrolls of leading Polish and International companies like Medcom and APS Energia in Poland, NEWAGE-AVKSEG in England, Voltamper in South Africa and Semikron Int. The programme paves the way for students to participate in research early on and offers them an opportunity to gather practical experience and "know-how" on energy generation, conversion and control simultaneously while studying.

**JOIN US!**



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PRACOWNICY DYDAKTYCZNO-NAUKOWI



PROFESOR  
DR HAB. INŻ.  
GRZEGORZ  
KAMIŃSKI



PROFESOR  
DR HAB. INŻ.  
LECH  
GRZESIAK



DR HAB. INŻ.  
GRZEGORZ  
IWAŃSKI  
PROF. UCZELNI



DR HAB. INŻ.  
ARKADIUSZ  
KASZEWSKI  
PROF. UCZELNI

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PRACOWNICY DYDAKTYCZNO-NAUKOWI



DR INŻ.  
REMIGIUSZ  
OLESIŃSKI



DR INŻ.  
JAN  
SZCZYPIOR



DR INŻ.  
ADAM  
BIERNAT



DOC. DR INŻ.  
WOJCIECH  
URBAŃSKI

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PRACOWNICY DYDAKTYCZNO-NAUKOWI



DR INŻ.  
MAREK  
MICHALCZUK



DR INŻ.  
ANDRZEJ  
GAŁECKI



DR INŻ.  
DOMINIK  
GÓRSKI



DR INŻ.  
PAWEŁ  
MACIEJEWSKI



DR INŻ.  
GRZEGORZ  
DZIECHCIARUK



DR INŻ.  
PIOTR  
PURA

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PRACOWNICY DYDAKTYCZNO-NAUKOWI



DR INŻ.  
MONIKA  
JAKUBOWSKA



DR INŻ.  
MICHAŁ  
GIERCZYŃSKI



DR INŻ.  
GENNADIY  
DAUKSHA



DR INŻ.  
ANDRZEJ  
STRAŚ



DR INŻ.  
KRZYSZTOF  
JACKIEWICZ

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PRACOWNICY DYDAKTYCZNO-NAUKOWI



MGR INŻ.  
EMIL  
KUPIEC



MGR INŻ.  
TOMASZ  
MIAZGA



MGR INŻ.  
RAFAŁ  
JAKUBOWSKI



MGR INŻ.  
TOMASZ  
BAŁKOWIEC

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PRACOWNICY EMERYTOWANI I TECHNICZNI



DOC. DR INŻ.  
KRZYSZTOF  
DUSZCZYK



DR INŻ.  
ZBIGNIEW  
SZULC



MGR INŻ.  
MIKOŁAJ  
PATEJUK



WALDEMAR  
ZIELIŃSKI



MAREK  
ULATOWSKI

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## ROLA NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO W NOWOCZESNEJ TECHNICIE

„Jednym z podstawowych elementów procesu technologicznego jest wprowadzanie w ruch urządzeń technicznych. Współczesny napęd cechuje się regulacją prędkości w stanach ustalonych i w stanach przejściowych oraz wysoką sprawnością energetyczną. W chwili obecnej stosowane są metody regulacji wszystkich znanych maszyn elektrycznych. Metody te odnoszą się zarówno do pracy silnikowej jak i hamowania generatorowego”

W. Koczara, „Wprowadzenie do napędu elektrycznego”, OWPW, 2012

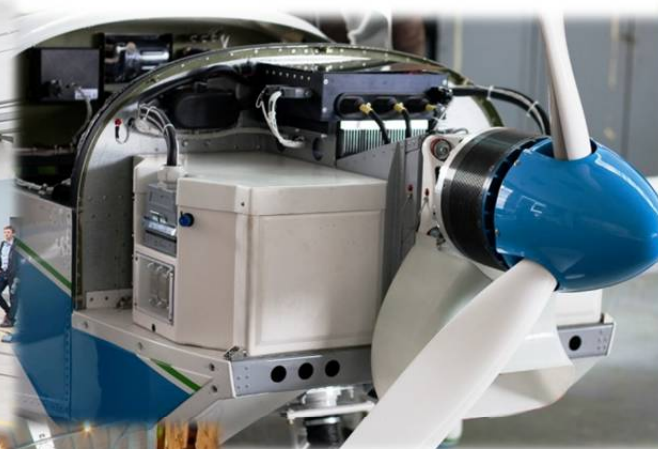
<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## ZASTOSOWANIA NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO W TRANSPORCIE



Elektryczne napędy pojazdów samochodowych, kolejowych, śrub statków morskich i śmigieł lekkich statków powietrznych

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## ZASTOSOWANIA NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO W TRANSPORCIE



Dźwigi osobowe i towarowe,  
suwnice, schody ruchome,  
i inne systemy transportowe



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## ZASTOSOWANIA NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO W PRZEMYSŁE



Napędy pomp,  
wentylatorów, i  
innych maszyn  
ciężkich



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## ZASTOSOWANIA NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO W AUTOMATYCE

Napędy obrabiarek  
sterowanych numerycznie



Napędy elementów  
wykonawczych  
zautomatyzowanej  
linii produkcyjnej

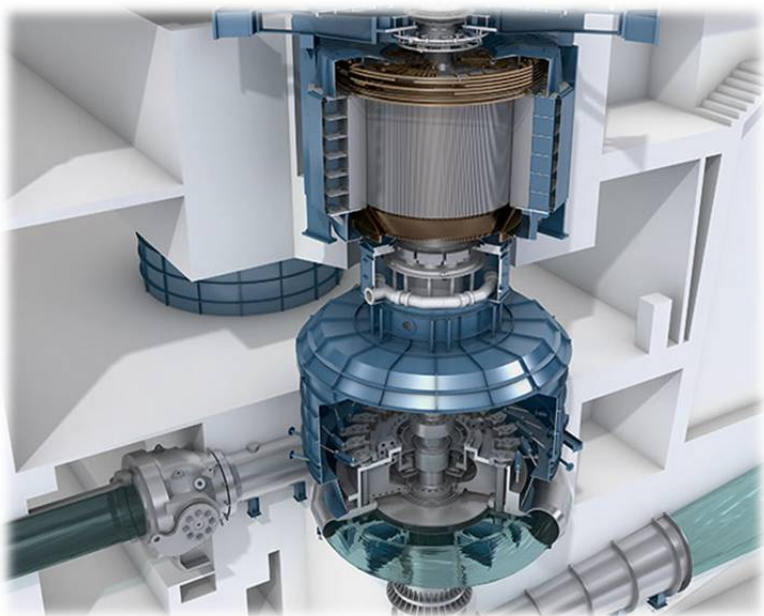
Napędy osi robotów przemysłowych



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

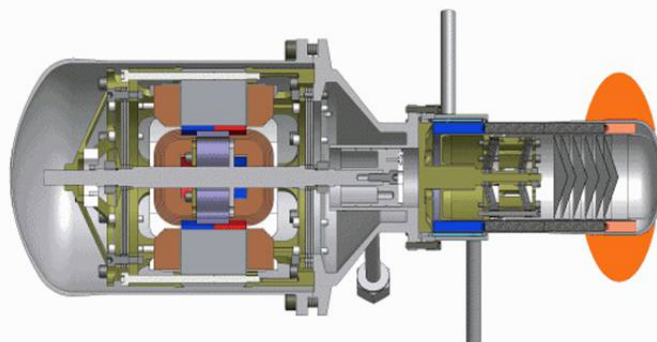


## PRACA GENERATOROWA NAPĘDU W ŹRÓDŁACH ENERGII



Generator typu DFIG dla elektrowni wodnych (General Electric)

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



Silnik Stirlinga z generatorem liniowym



Silnik spalinowy liniowy z generatorem







POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PRZYKŁADY INNYCH ZASTOSOWAŃ NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



Napędy bezwładnościowe do  
pozycjonowania satelitów



Napędy wspomagające  
w egzoskielecie



Serwonapędy do stabilizacji położenia  
systemów radarowych i artyleryjskich

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## ZAKRES PROWADZONYCH W ZNE BADAŃ NAUKOWYCH

- Sterowanie napędów i serwonapędów z wykorzystaniem metod inteligencji obliczeniowej
- Nowe zastosowania napędów elektrycznych – samochody elektryczne, lekkie statki powietrzne, transport zbiorowy i spersonalizowany
- Praca generatorowa napędów w układach o zmiennej/regulowanej prędkości – turbiny wodne i wiatrowe, spalinowe zespoły prądotwórcze
- Układy wytwarzania, magazynowania i poprawy jakości energii - prostowniki i filtry aktywne, falowniki o sinusoidalnym napięciu wyjściowym, baterie, superkondensatory, systemy PV, ogniwa paliwowe

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Współpraca z **Volt Ampere (RPA)** przy opracowaniu szeregu konstrukcji spalinowych zespołów prądotwórczych wspomaganych zasobnikiem energii



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

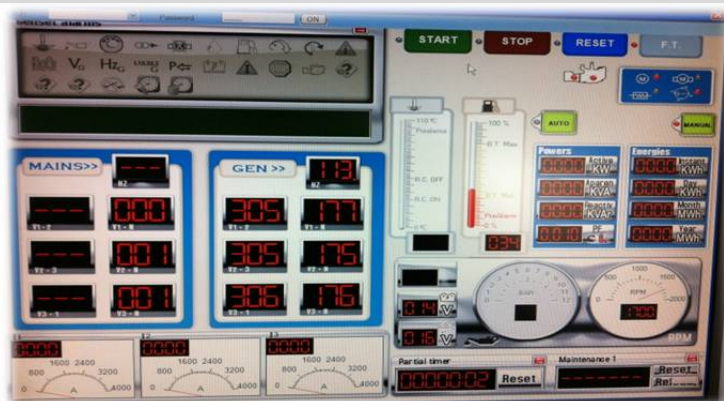




POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Współpraca z **Volt Ampere (RPA)** przy opracowaniu szeregu konstrukcji spalinowych zespołów prądotwórczych wspomaganym zasobnikiem energii

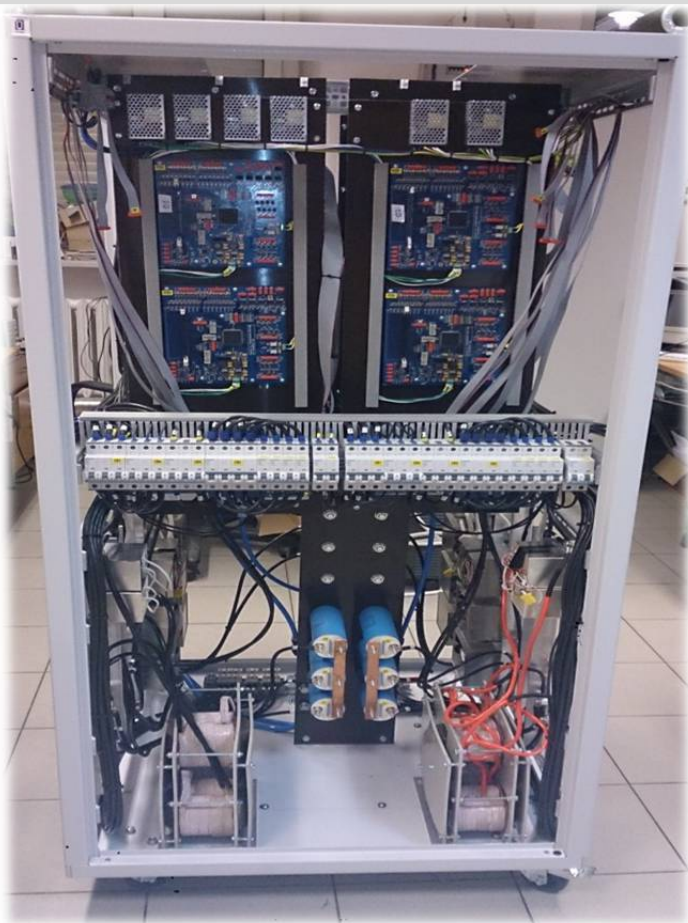


<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

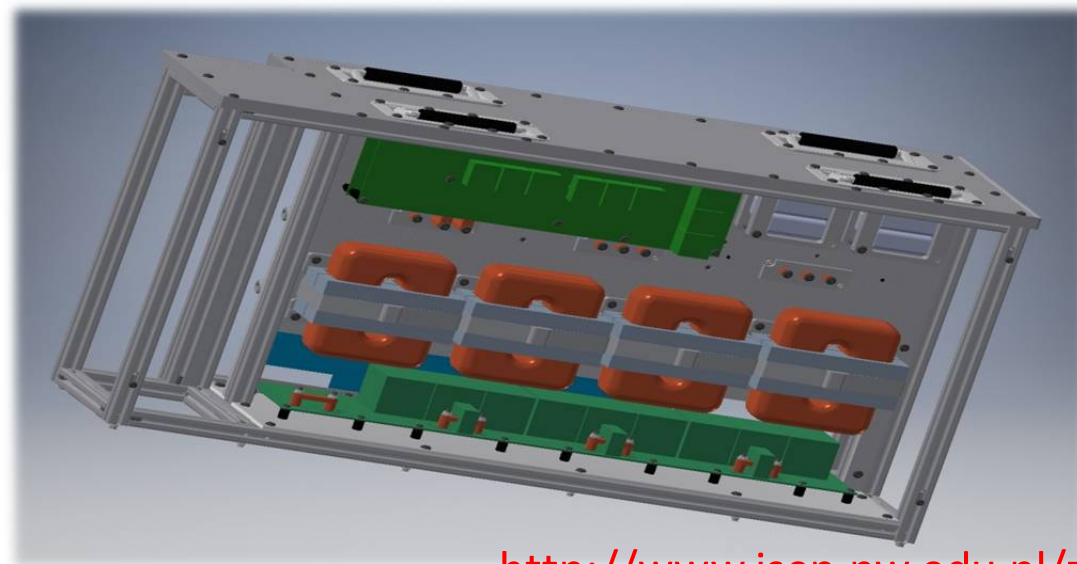




## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Współpraca z **Volt Ampere (RPA)** przy opracowaniu szeregu konstrukcji spalinowych zespołów prądotwórczych wspomaganym zasobnikiem energii

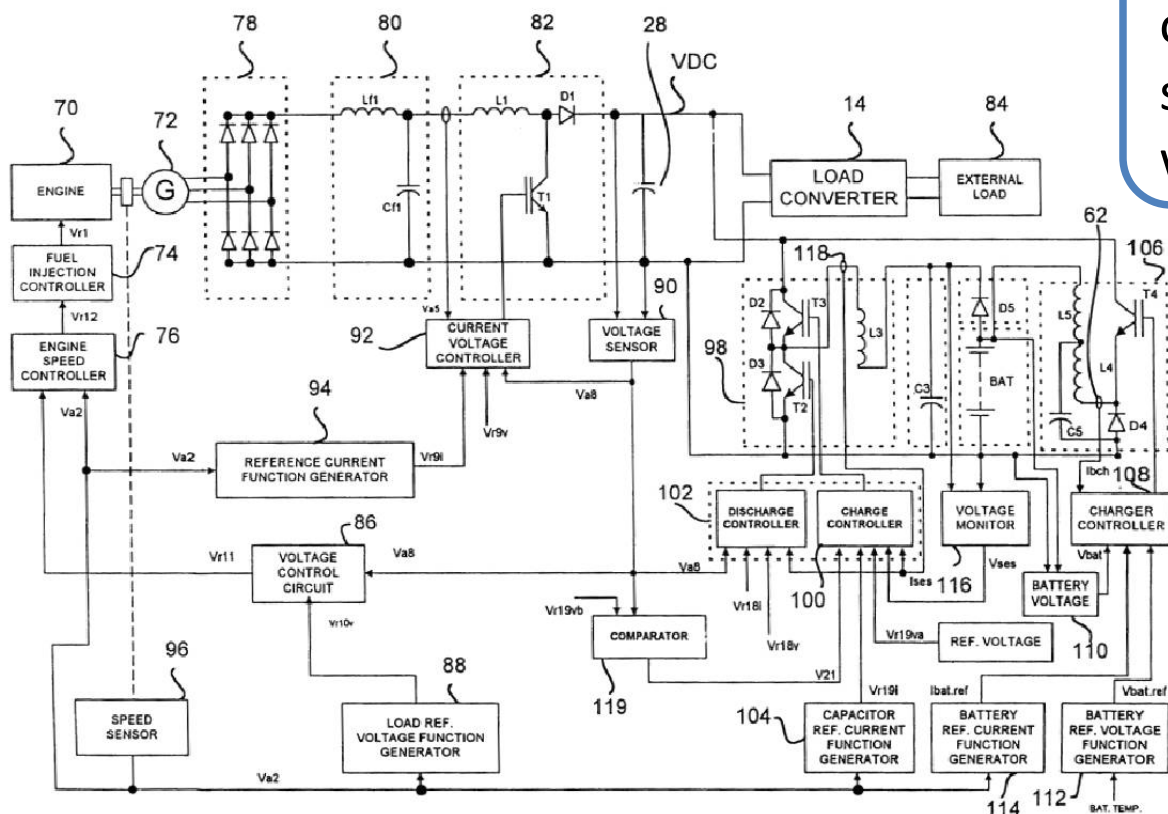






## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Współpraca z **Volt Ampere (RPA)** przy opracowaniu szeregu konstrukcji spalinowych zespołów prądotwórczych wspomaganych zasobnikiem energii



Patent światowy na spalinowy zespół prądotwórczy o regulowanej prędkości wspomagany zasobnikiem energii - HYGEN. M. Da Ponte, L. Grzesiak, W. Koczara, A. Niedziałkowski, P. Pospiech: Hybrid Generator Apparatus, South Africa Patent No. 97/11503, **Patent US 6175217 (B1)**

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

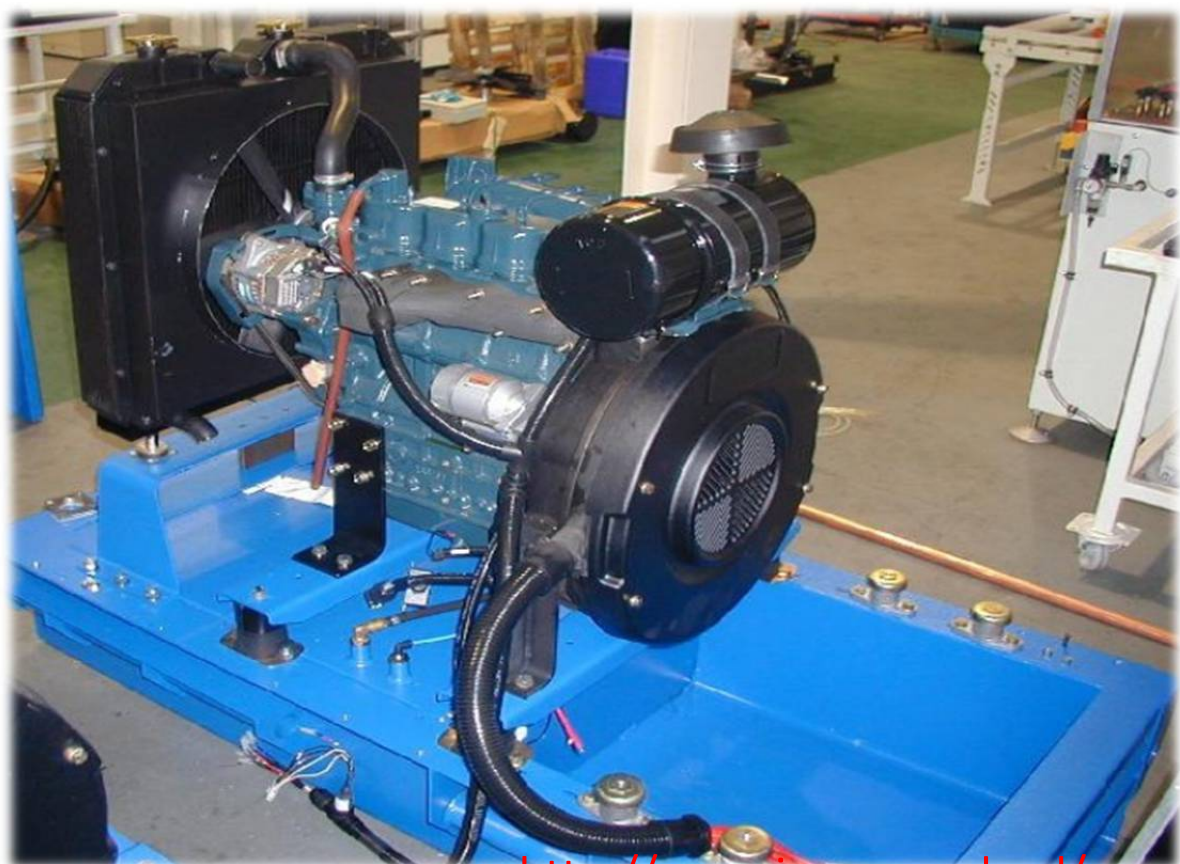


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Współpraca z **Cummins Generator Technologies (UK)** przy opracowaniu spalinowego zespołu prądotwórczego z maszyną PMSM o polu osiowym



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



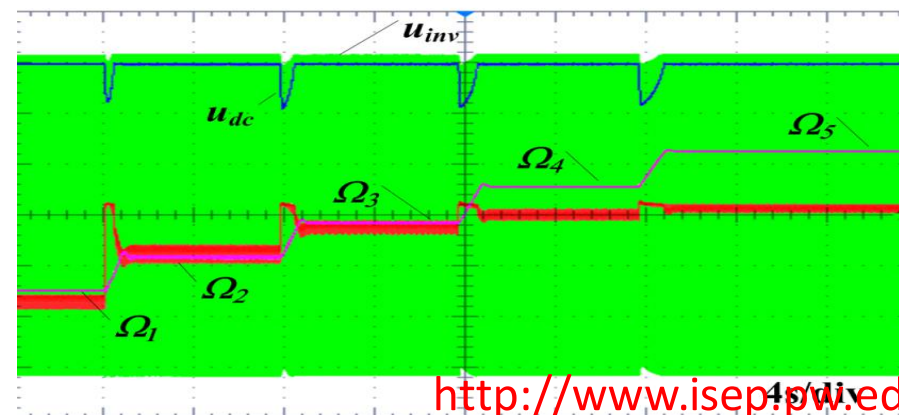
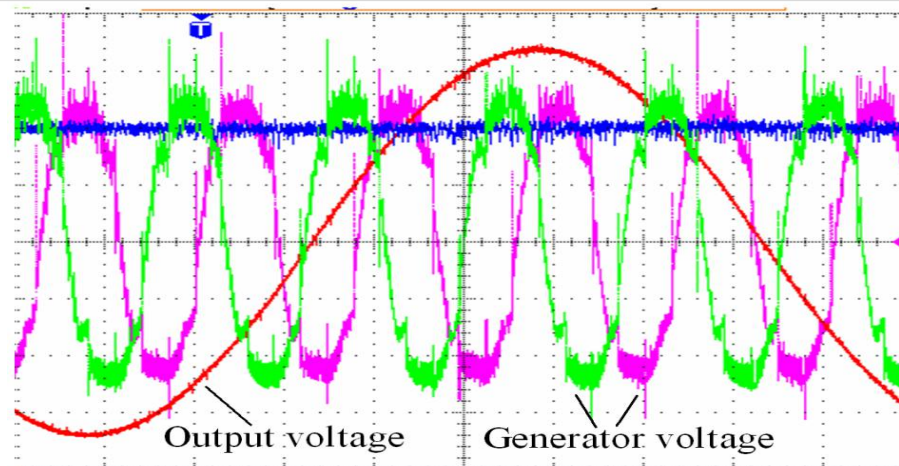
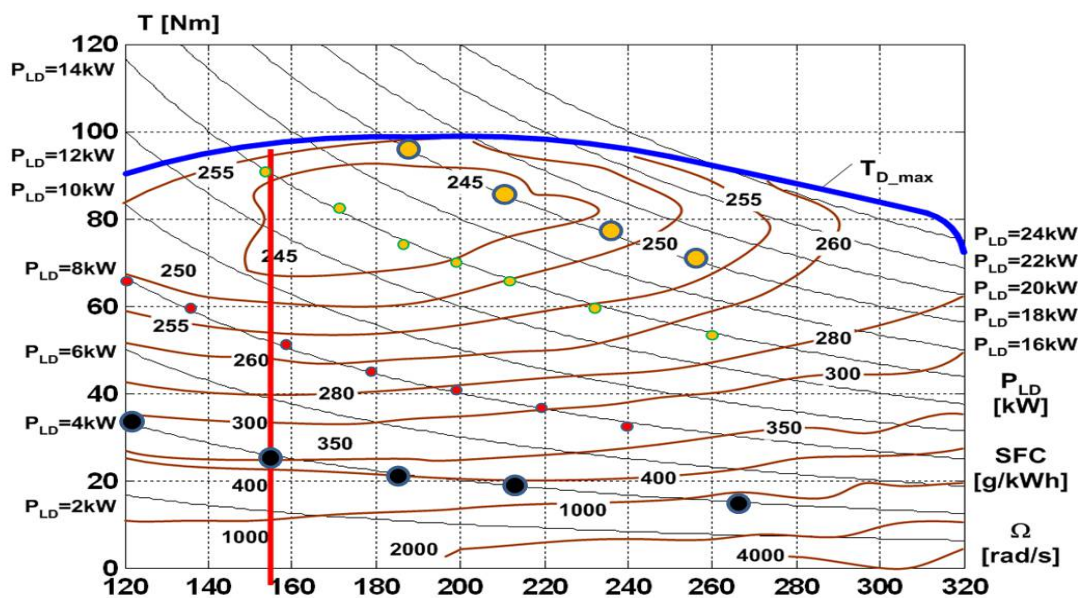


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Współpraca z **Cummins Generator Technologies (UK)** przy opracowaniu spalinowego zespołu prądotwórczego z maszyną PMSM o polu osiowym



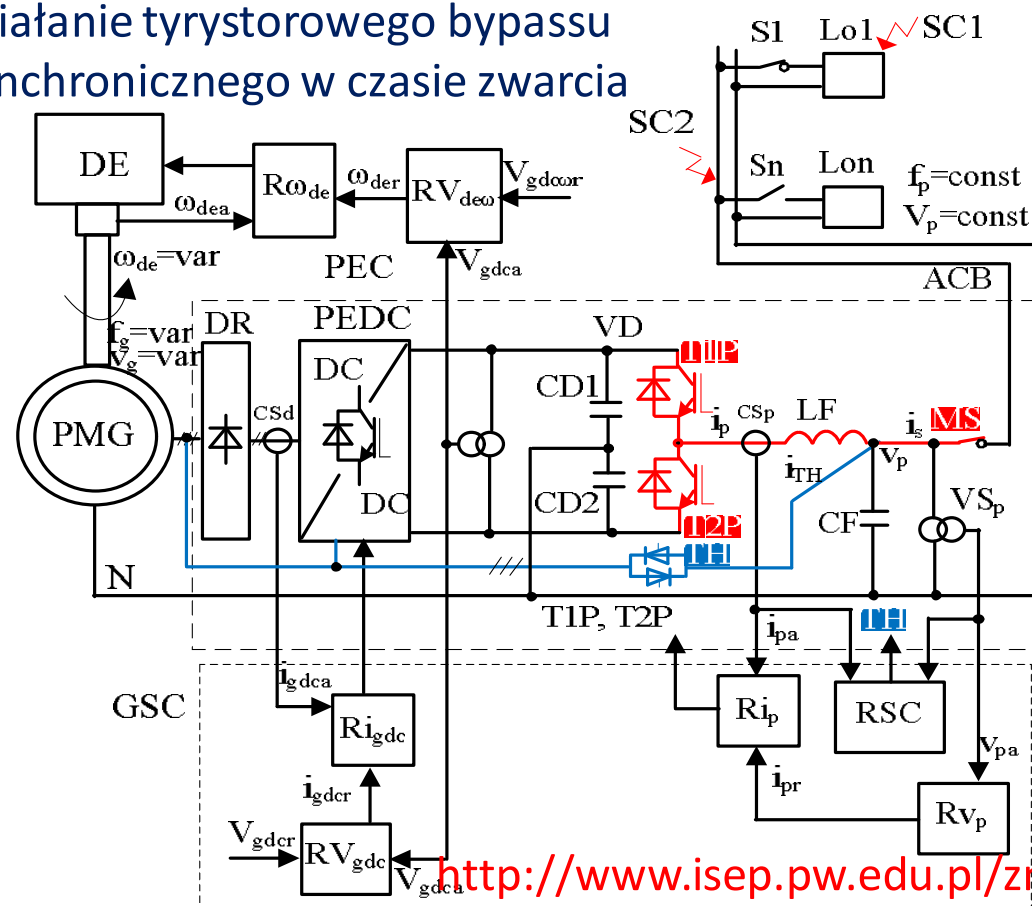
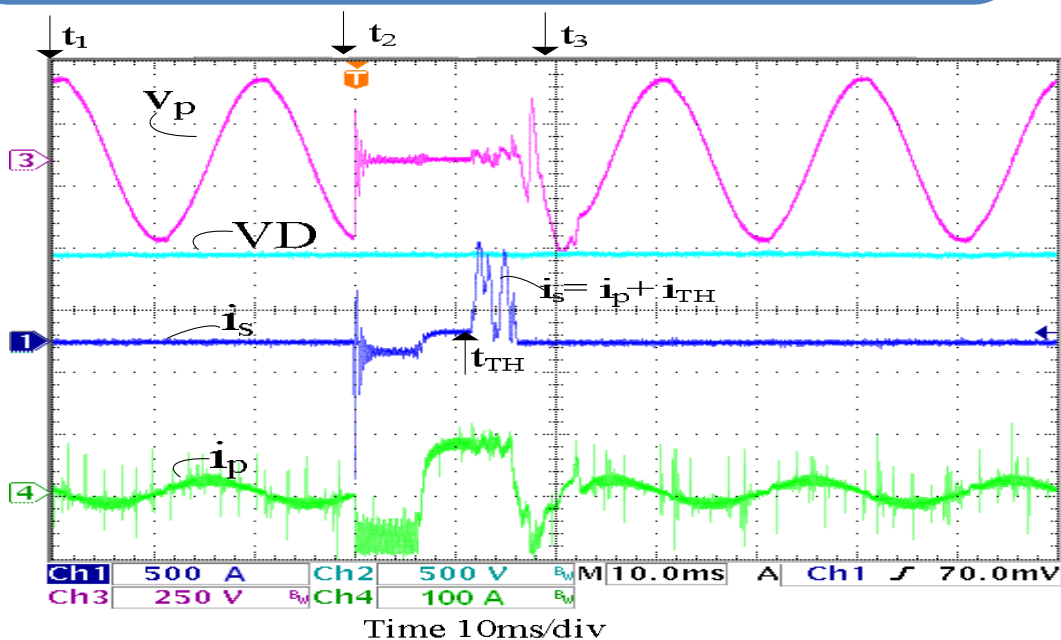
<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Współpraca z **Cummins Generator Technologies (UK)** przy opracowaniu spalinowego zespołu prądotwórczego z maszyną PMSM o polu osiowym

Działanie tyrystorowego bypassu asynchronicznego w czasie zwarcia









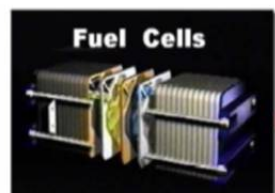
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



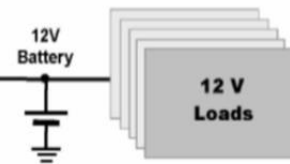
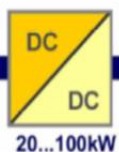
## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

# H<sub>2</sub>PE

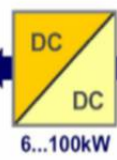
High Density Power Electronics for FC- and ICE-  
Hybrid Electric Vehicle Powertrains



Fuel Cells



240V... 500V



Energy storage  
UltraCaps  
NiMH, Li-Ion,...



ICE and E-motor / generator



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





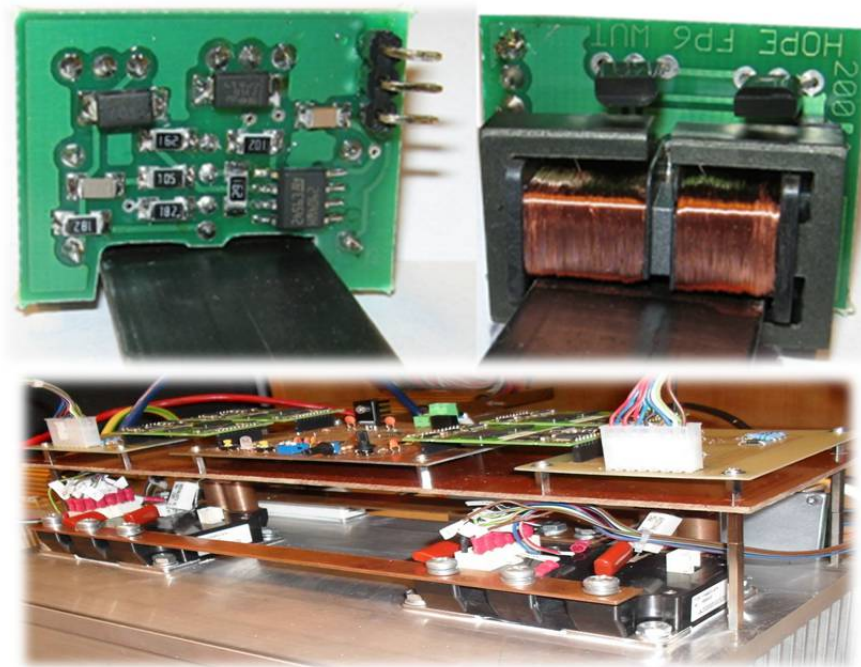
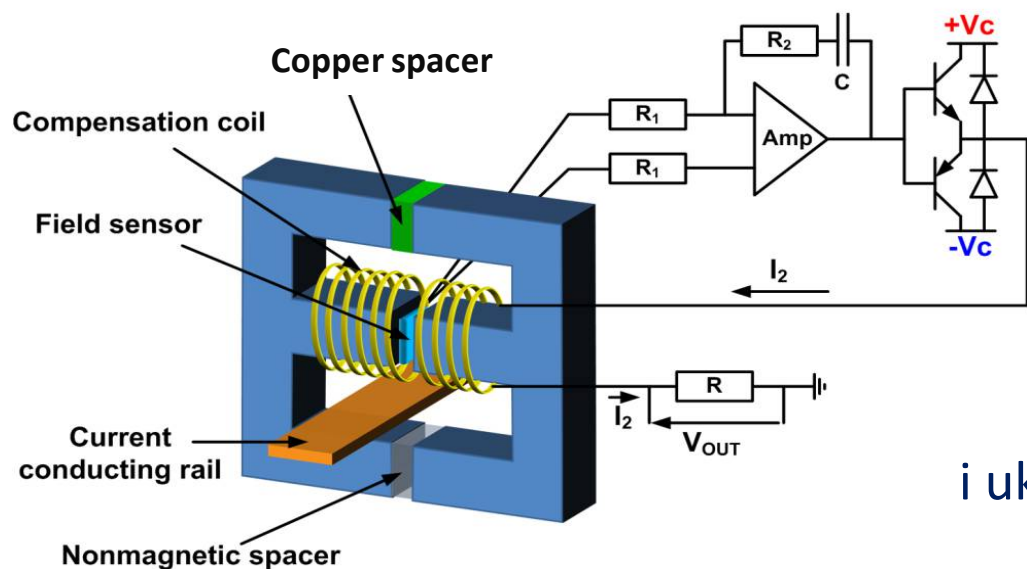
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

# H<sub>6</sub>PE

High Density Power Electronics for FC- and ICE-  
Hybrid Electric Vehicle Powertrains



Czujnik prądu o obniżonych stratach własnych  
i układ do badania charakterystyk częstotliwościowych

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



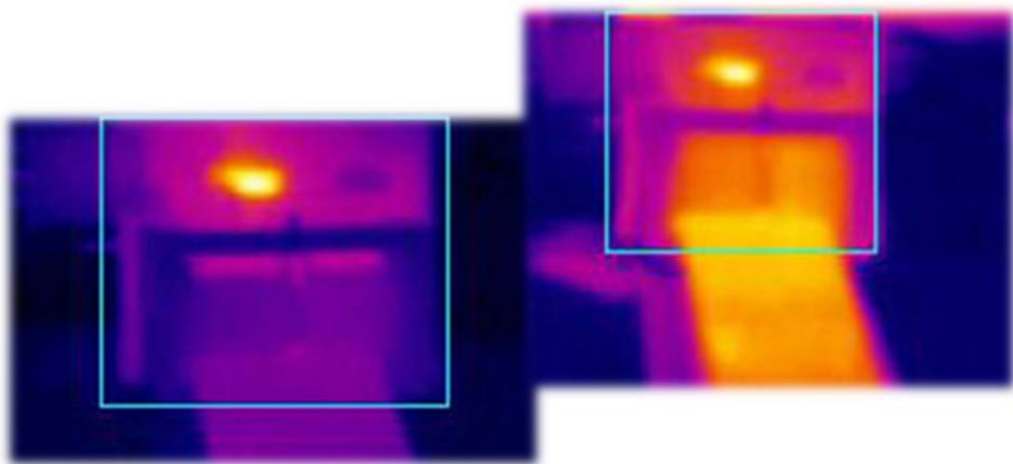
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ŻNE

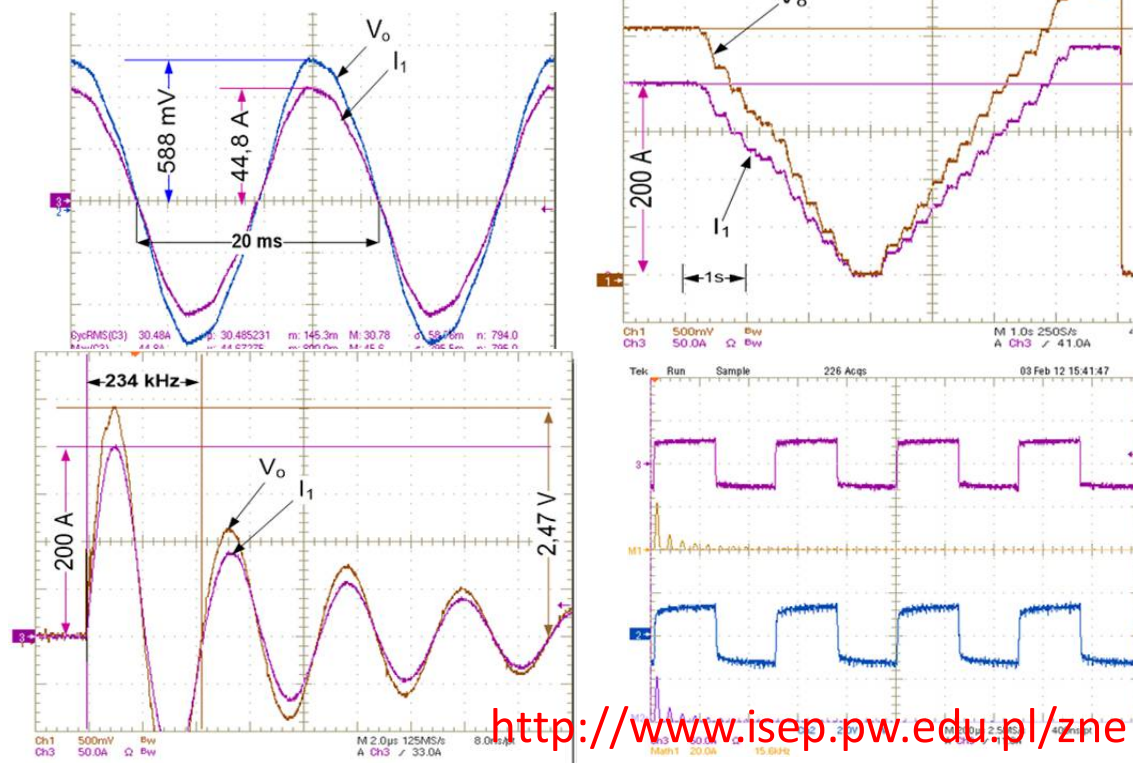
# H<sub>6</sub>PE

High Density Power Electronics for FC- and ICE-  
Hybrid Electric Vehicle Powertrains



Wyznaczanie strat termicznych na elementach  
czujnika w zależności od mierzonego prądu

### Wymuszenia prądowe oraz odpowiedzi czujnika prądu







POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

CONTROL OF RENEWABLE  
INTEGRATED SYSTEMS  
TARGETING ADVANCED  
LANDMARKS – **CRISTAL**  
Projekt europejski w ramach  
6 Programu Ramowego EU



### Koordynator:

- **ARU - Anglia Ruskin University, Cambridge, UK**

### Konsorcjanci:

- AAU – Aalborg University, Denmark
- PUT – Politecnico di Torino, Italy
- ENV – Environment Park S.P.A., Italy
- TUB – Transilvania University of Brasov, Romania
- **WUT – Warsaw University of Technology, Poland**
- UPB – University Politehnica Bucharest, Romania
- TEI – Technological & Educational Institute of Patra, Greece
- NAS – Cummins Generators Technology, UK
- STS – Sustainable Technology Solutions, UK
- DIT – Dublin Institute of Technology, Ireland

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

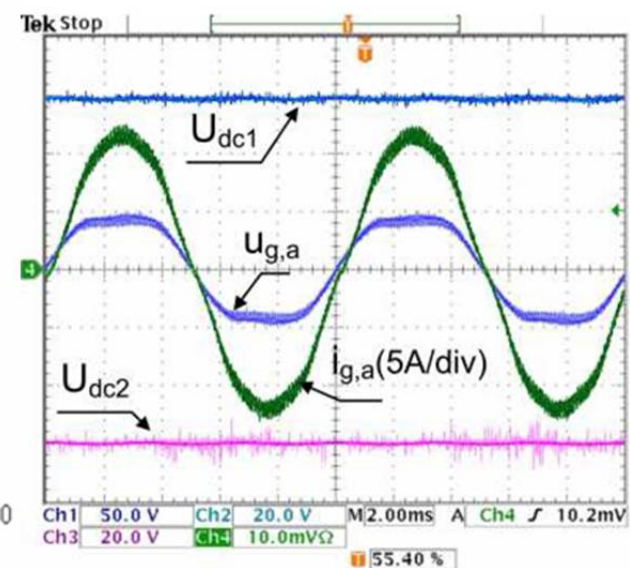
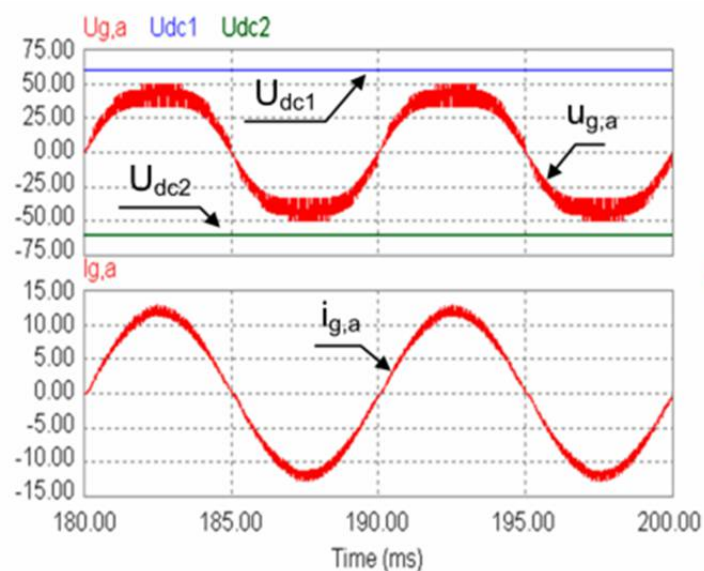


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

CONTROL OF RENEWABLE  
INTEGRATED SYSTEMS  
TARGETING ADVANCED  
LANDMARKS – **CRISTAL**  
Projekt europejski w ramach  
6 Programu Ramowego EU



Komputerowe modelowanie źródeł i przekształtników  
w oparciu o parametry układów rzeczywistych w celu  
szybkiego prototypowania układów sterowania.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



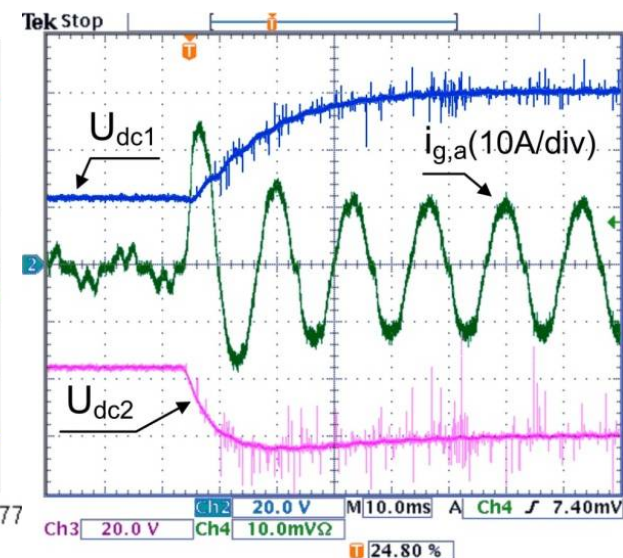
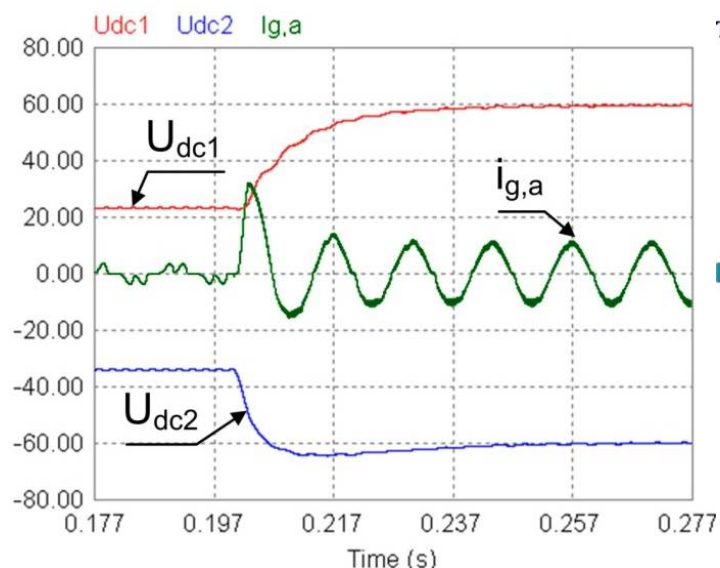


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

CONTROL OF RENEWABLE  
INTEGRATED SYSTEMS  
TARGETING ADVANCED  
LANDMARKS – **CRISTAL**  
Projekt europejski w ramach  
6 Programu Ramowego EU



Komputerowe modelowanie źródeł i przekształtników  
w oparciu o parametry układów rzeczywistych w celu  
szybkiego prototypowania układów sterowania.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

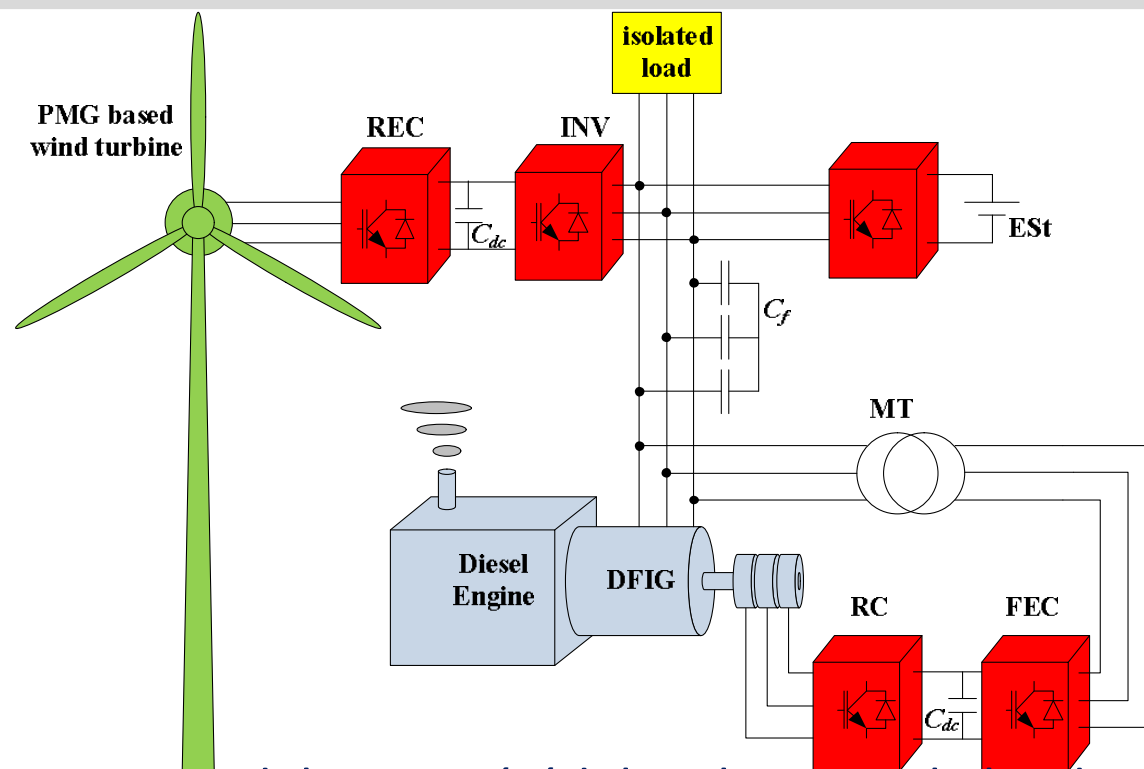


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

CONTROL OF RENEWABLE  
INTEGRATED SYSTEMS  
TARGETING ADVANCED  
LANDMARKS – **CRISTAL**  
Projekt europejski w ramach  
6 Programu Ramowego EU

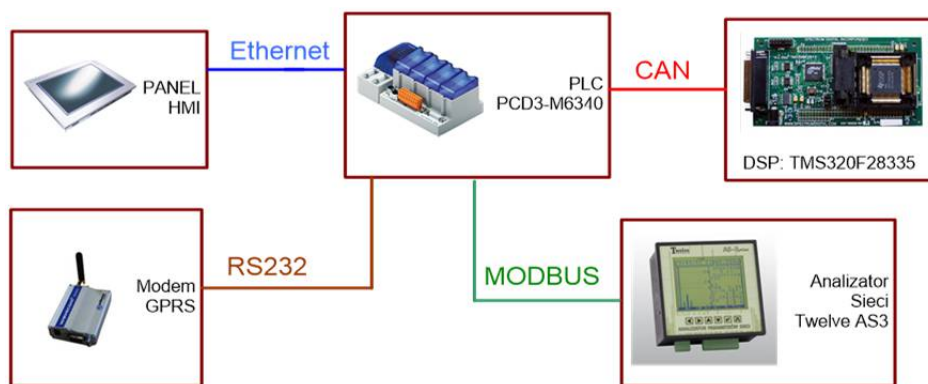


Modelowanie źródeł, mikrosieci i hybrydowych  
układów wytwarzania energii elektrycznej  
<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

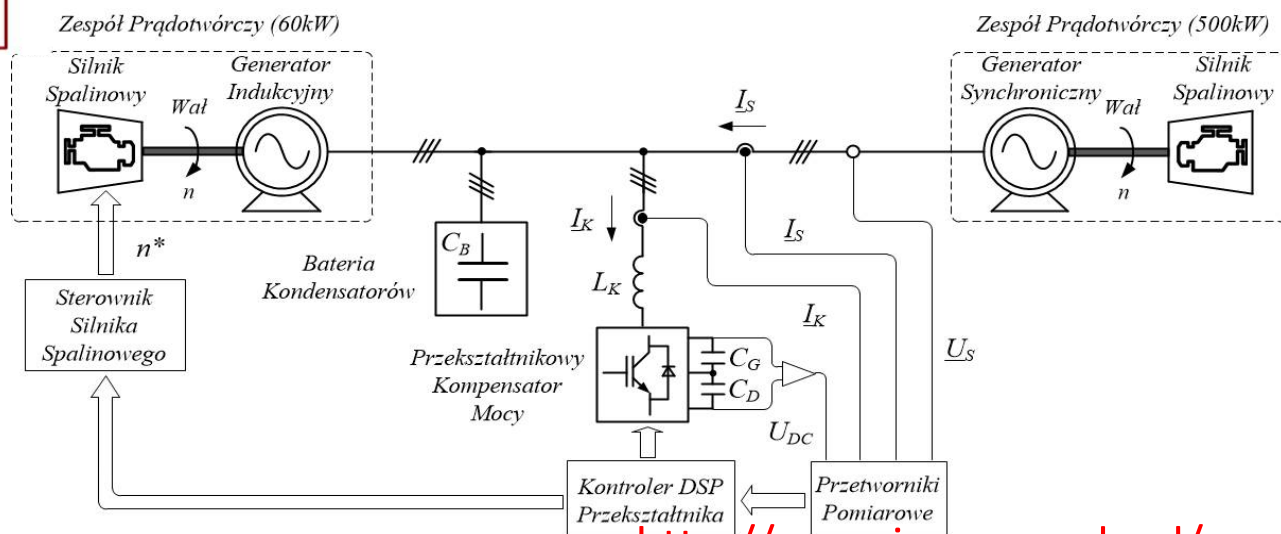
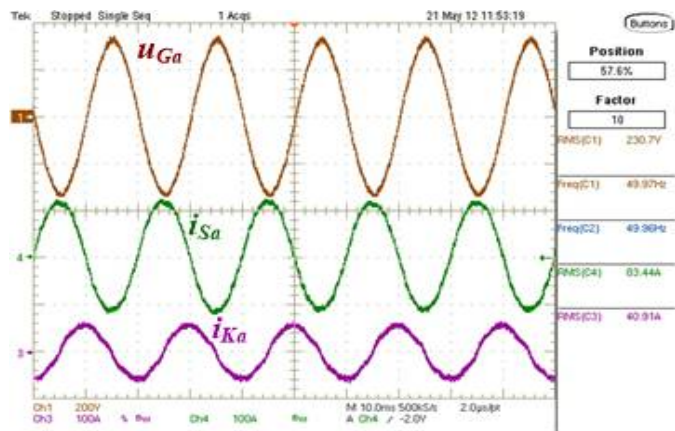




## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ŻNE



Współpraca z **HORUS ENERGIA Sp. z o.o.** przy budowie zespołu prądotwórczego z maszyną indukcyjną jako zdalnie monitorowanego demonstratora układu kompensacji mocy biernej i harmonicznych



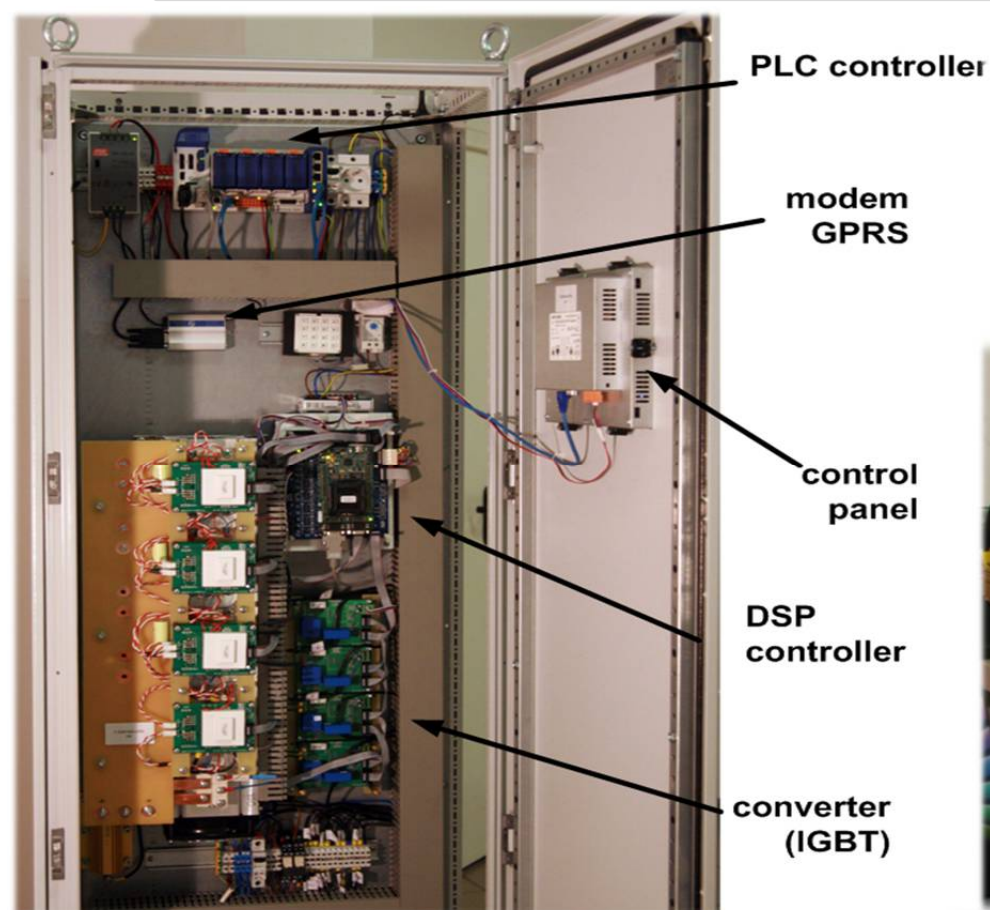


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Współpraca z **HORUS ENERGIA Sp. z o.o.** przy budowie zespołu prądotwórczego z maszyną indukcyjną jako zdalnie monitorowanego demonstratora układu kompensacji mocy biernej i harmonicznych



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

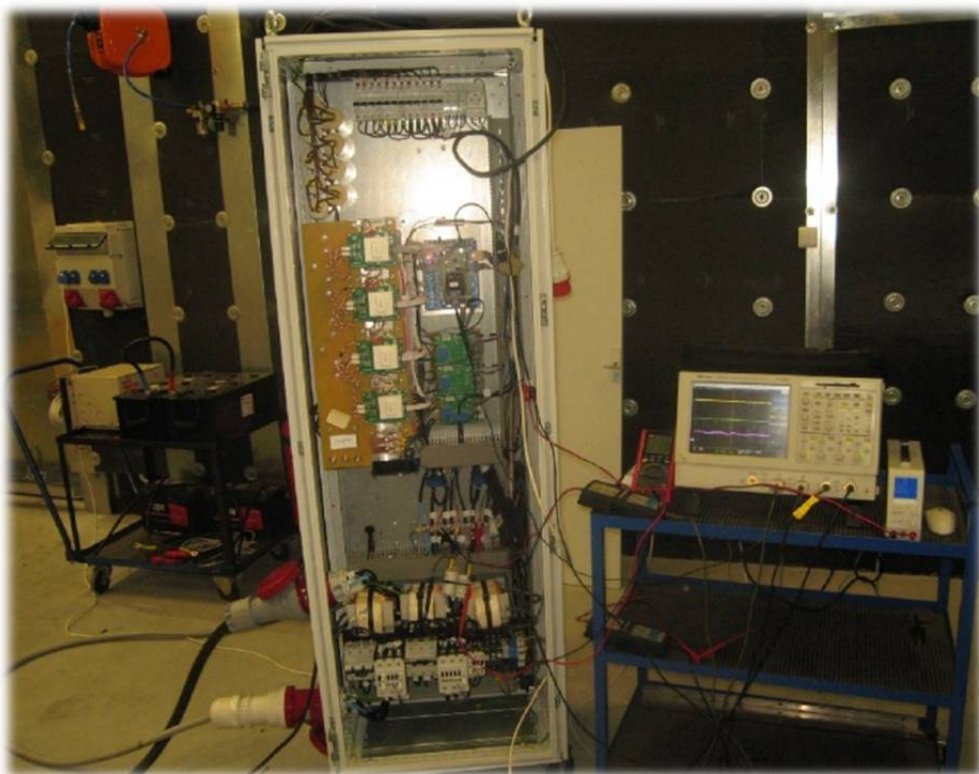




POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Badania układu 60kW z silnikiem spalinowym Perkins 1104C-44TG3 w lab. przemysłowym

Współpraca z **HORUS ENERGIA Sp. z o.o.** przy budowie zespołu prądotwórczego z maszyną indukcyjną jako zdalnie monitorowanego demonstratora układu kompensacji mocy biernej i harmonicznych

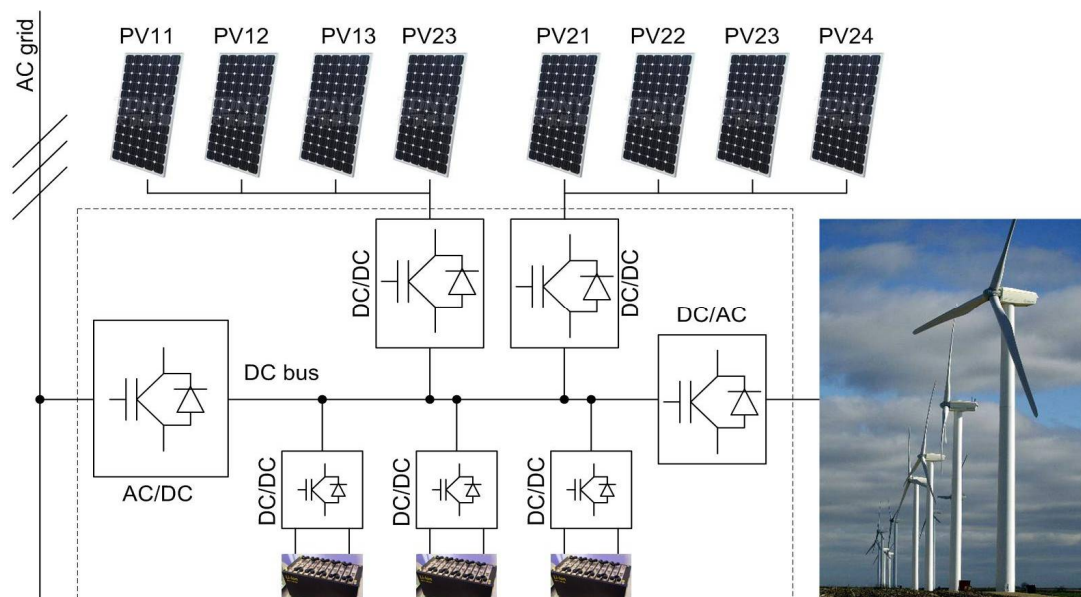


<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Demonstracyjny układ ładowania magazynów elektrochemicznych energią pochodzącą ze źródeł odnawialnych w stacji wymiany akumulatorów trakcyjnych dla pojazdów elektrycznych. Współpraca z **Inst. Transportu Samochodowego**



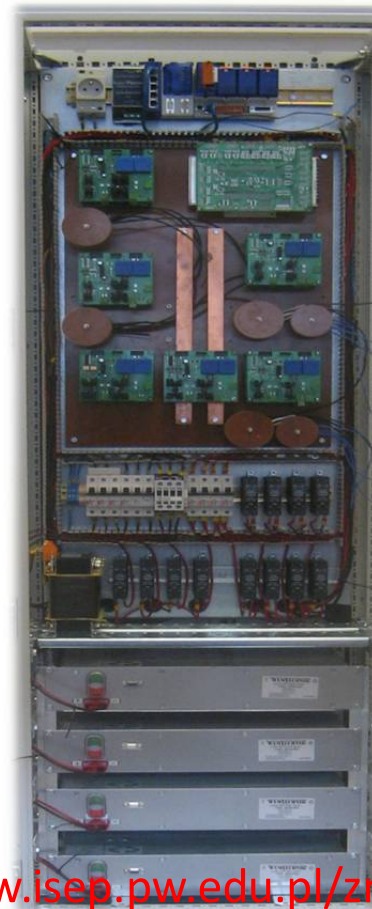
Komunikacja  
PLC/LAN

Zestaw  
przekształtników  
impulsowych

Zabezpieczenia  
nadnapięciowe i  
nadprądowe

Zestaw  
baterii Li-Io

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





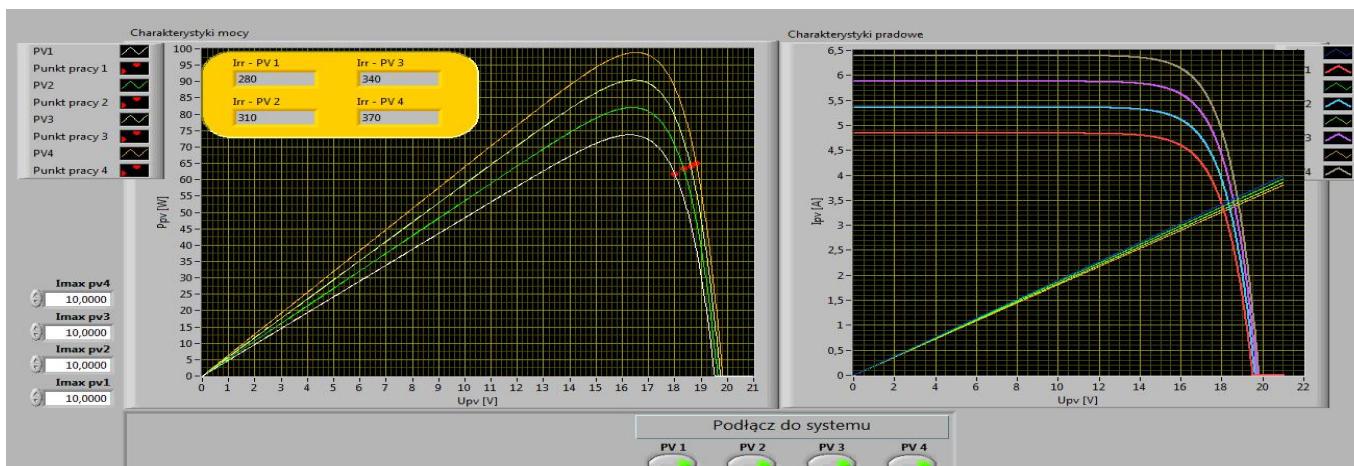
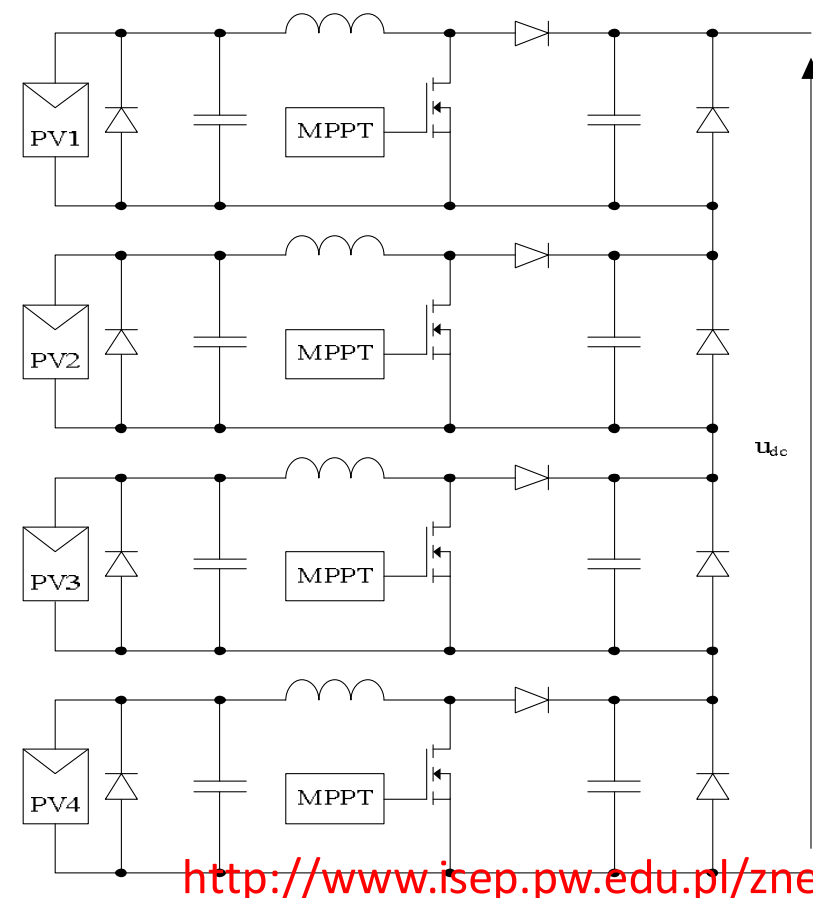


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ŻNE

Demonstracyjny układ ładowania magazynów elektrochemicznych energią pochodzącą ze źródeł odnawialnych w stacji wymiany akumulatorów trakcyjnych dla pojazdów elektrycznych. Współpraca z **Inst. Transportu Samochodowego**



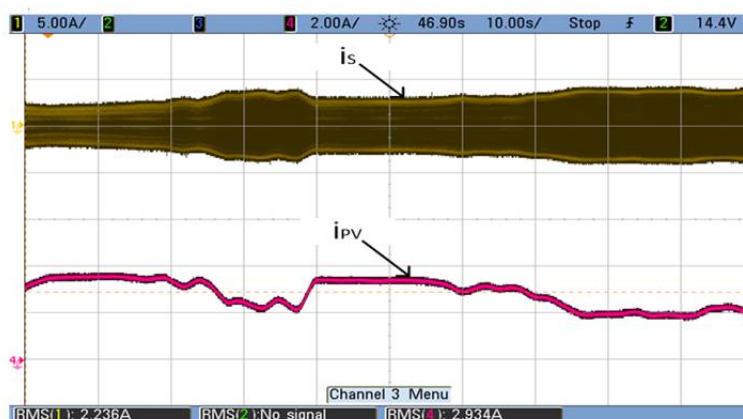
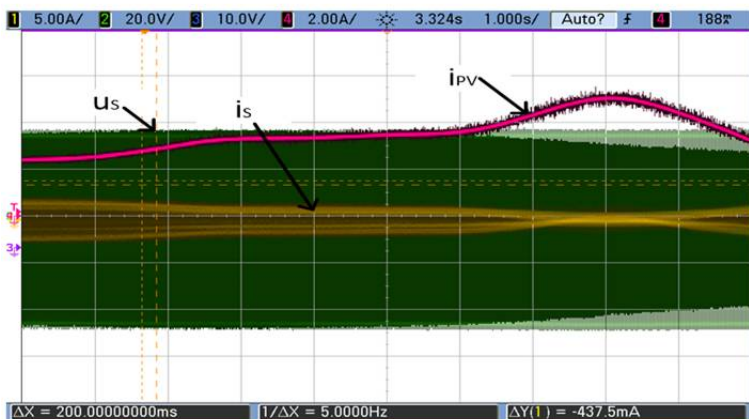
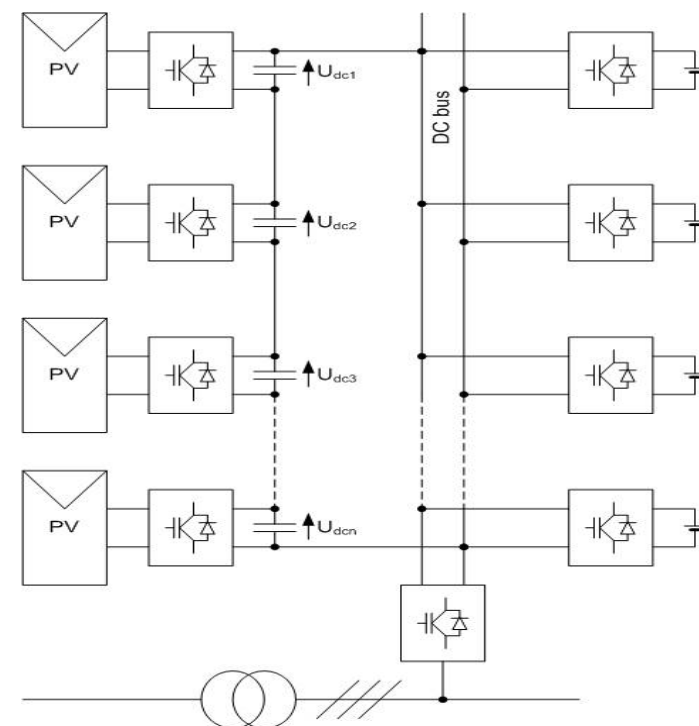
Poszukiwanie punktów mocy maksymalnej paneli PV  
w kaskadowym układzie DC/DC

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Demonstracyjny układ ładowania magazynów elektrochemicznych energią pochodzącą ze źródeł odnawialnych w stacji wymiany akumulatorów trakcyjnych dla pojazdów elektrycznych. Współpraca z **Inst. Transportu Samochodowego**

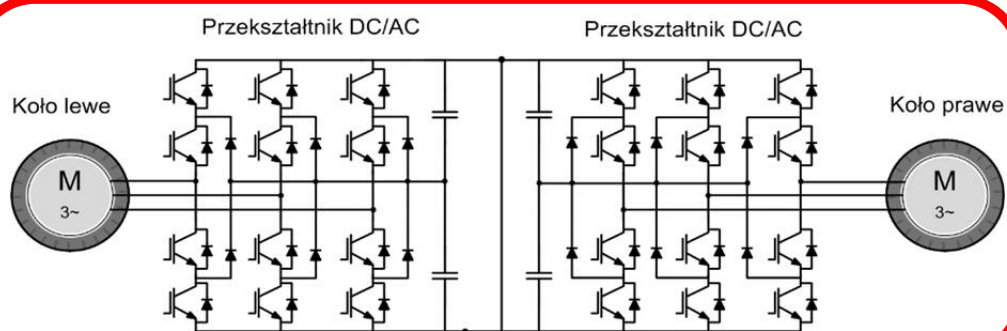


Zmiana mocy promieniowania słonecznego sprawia, że zmienia się zapotrzebowanie na energię z sieci. Przy wzroście prądu paneli PV zmniejsza się prąd sieci.

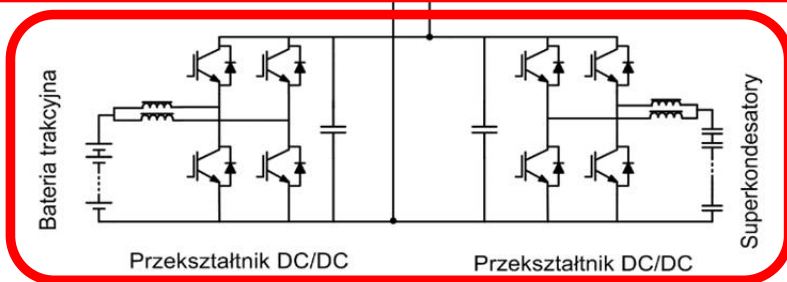




## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Napęd miejskiego pojazdu elektrycznego dla osób niepełnosprawnych (**Eco-car**)  
Współpraca WE PW (ZNE – układy przekształtnikowe, ZME – silniki napędowe) z Wydziałem Transportu PW



- Napęd dwusilnikowy

Ograniczenie liczby mechanicznych elementów ruchomych. Przenoszenie momentu obrotowego na koła odbywa się bez skrzyni biegów, sprzęgła, mechanizmu różnicowego, wału napędowego i ew. reduktora

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

- Hybrydowy magazyn energii

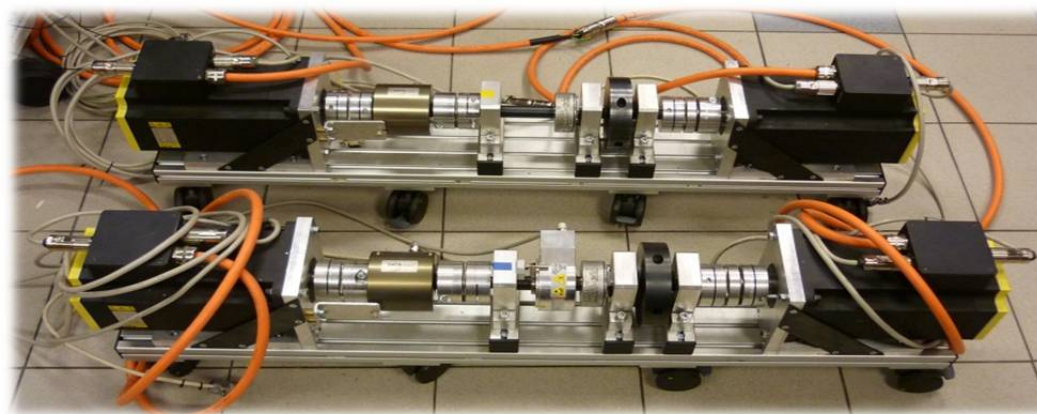
Wysoka wydajności źródła energii niezależnie od temperatury i stopnia zużycia ogniw



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Napęd miejskiego pojazdu elektrycznego dla osób niepełnosprawnych (**Eco-car**)  
Współpraca WE PW (ZNE – układy przekształtnikowe, ZME – silniki napędowe) z Wydziałem Transportu PW



Weryfikacja metod sterowania napędem kół pojazdu na stanowisku stacjonarnym

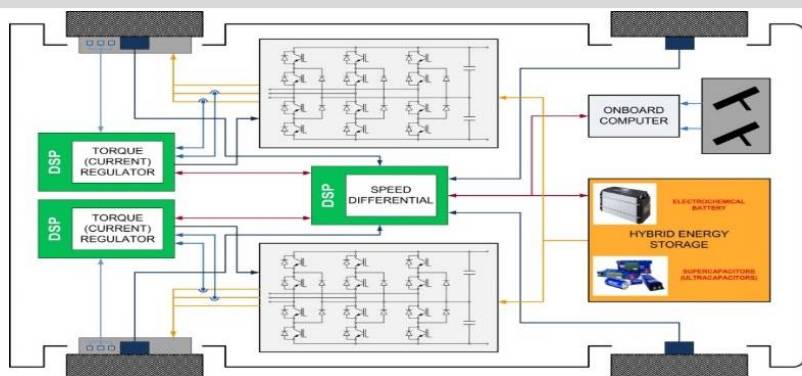




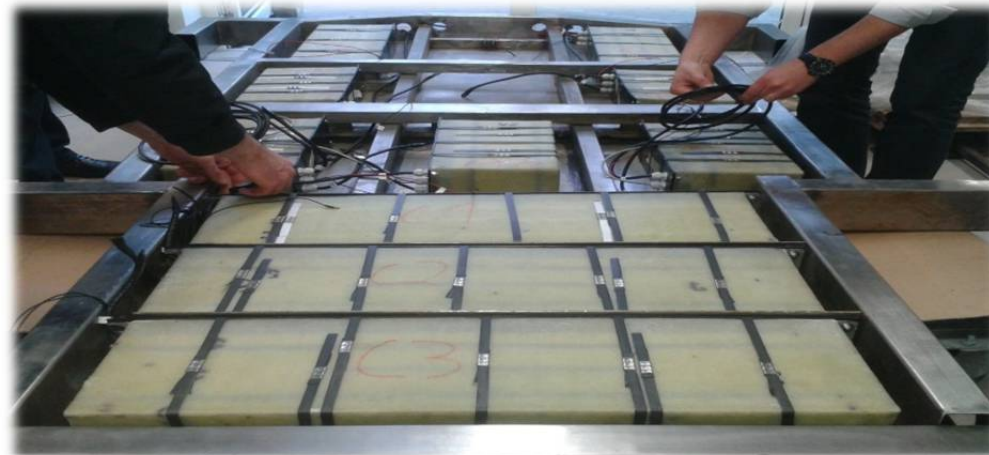
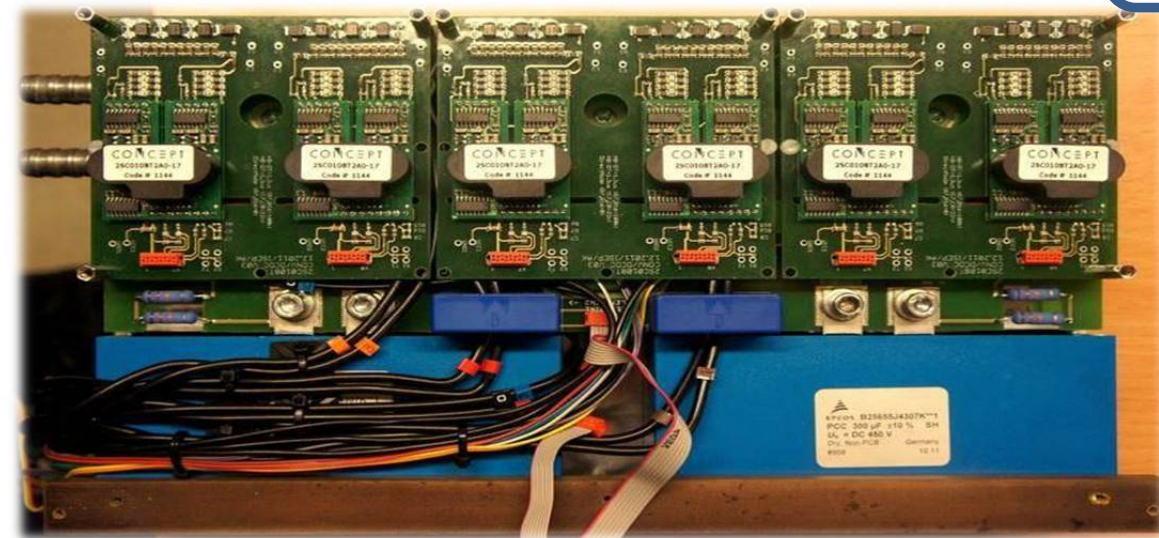
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Napęd miejskiego pojazdu elektrycznego dla osób niepełnosprawnych (**Eco-car**)  
Współpraca WE PW (ZNE – układy przekształtnikowe, ZME – silniki napędowe) z Wydziałem Transportu PW

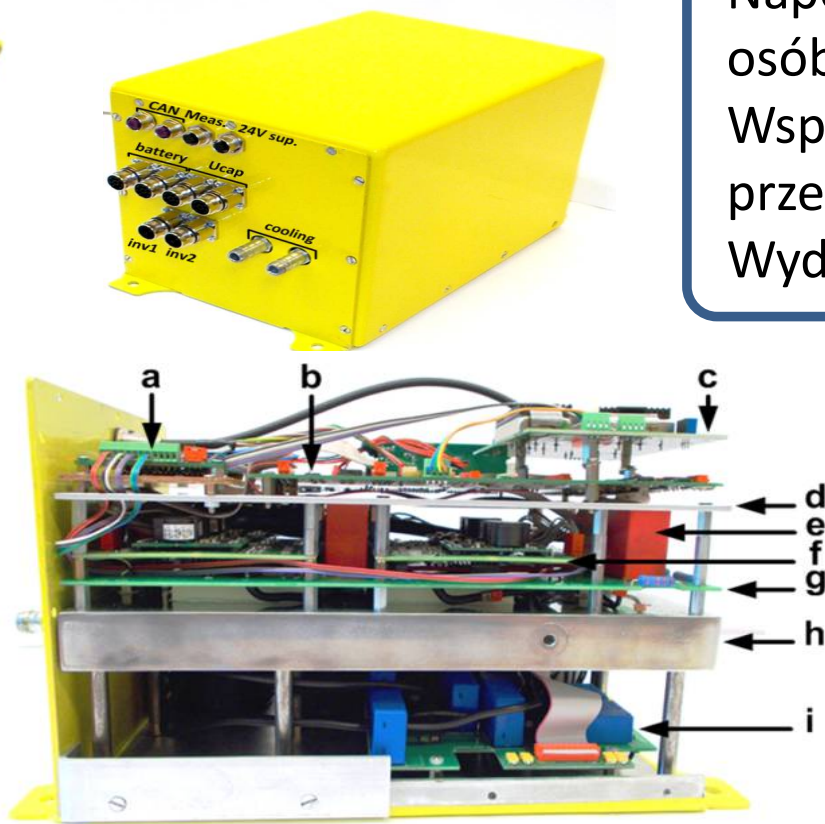




## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

### Przełączniki DC/DC dla magazynu hybrydowego

Napęd miejskiego pojazdu elektrycznego dla osób niepełnosprawnych (**Eco-car**)  
Współpraca WE PW (ZNE – układy przekształtnikowe, ZME – silniki napędowe) z Wydziałem Transportu PW



- a) voltage and current measurement board
- b) heat sink, c) IGBT modules, d) DC-link board
- e) IGBTs driver boards, f) mounting plate
- g) low voltage power supply board
- h) temperature measurements board
- i) control board with DSC and FPGA unit

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



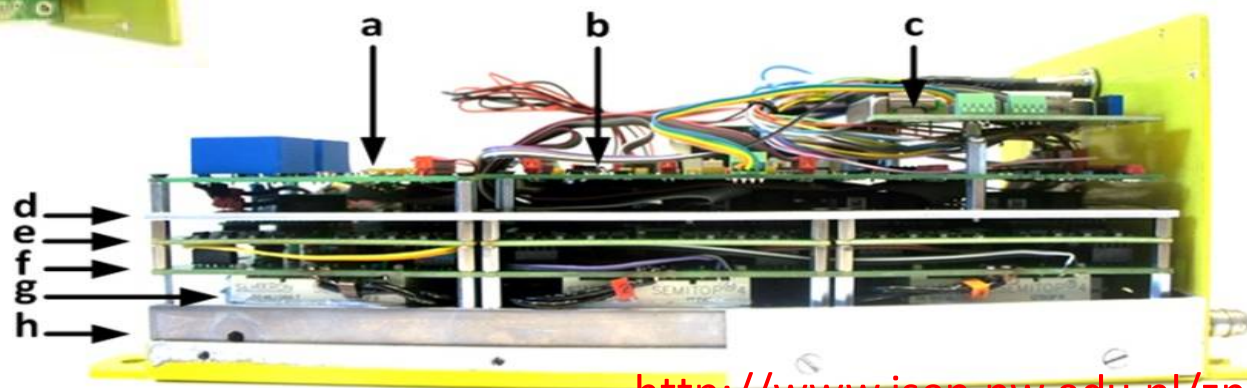


## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

### Przełączniki DC/AC dla napędów kół pojazdu



- a) DC voltages measurement board,
- b) control board with DSC and FPGA unit,
- c) low voltage power supply board,
- d) mounting plate, e) IGBTs driver boards,
- f) DC-link board, g) IGBT modules, h) heat sink



Napęd miejskiego pojazdu elektrycznego dla osób niepełnosprawnych (**Eco-car**)  
Współpraca WE PW (ZNE – układy przekształtnikowe, ZME – silniki napędowe) z Wydziałem Transportu PW



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Napęd miejskiego pojazdu elektrycznego dla osób niepełnosprawnych (**Eco-car**)  
Współpraca WE PW (ZNE – układy przekształtnikowe, ZME – silniki napędowe) z Wydziałem Transportu PW



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





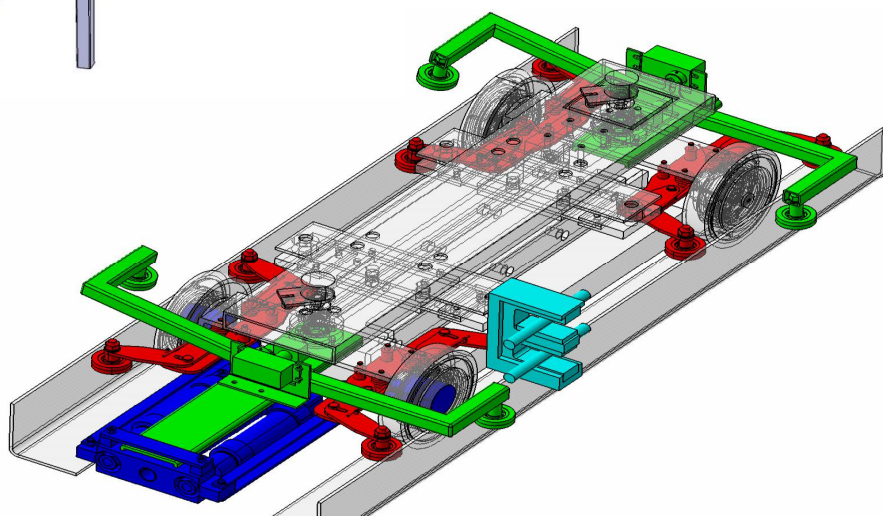
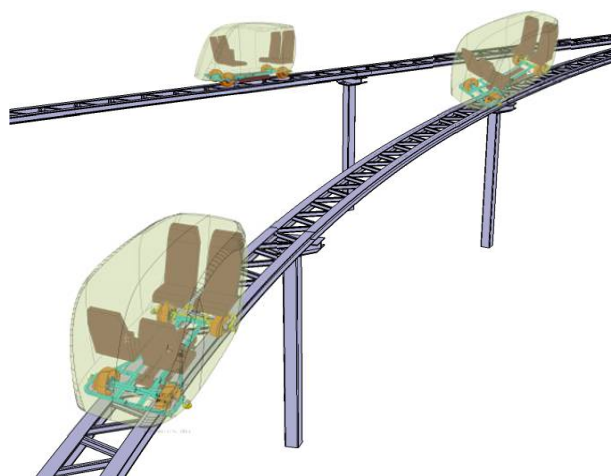


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

Napęd liniowy i system bezstykowego zasilania kabiny w systemie **Personal Rapid Transit**. Współpraca Wydz. Elektrycznego (ZNE – przekształtniki napędowe, zasilanie bezstykowe, ZME – napędowe maszyny liniowe) z Wydz. Transportu PW



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



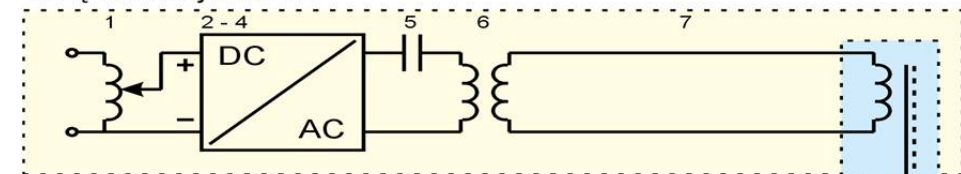


## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

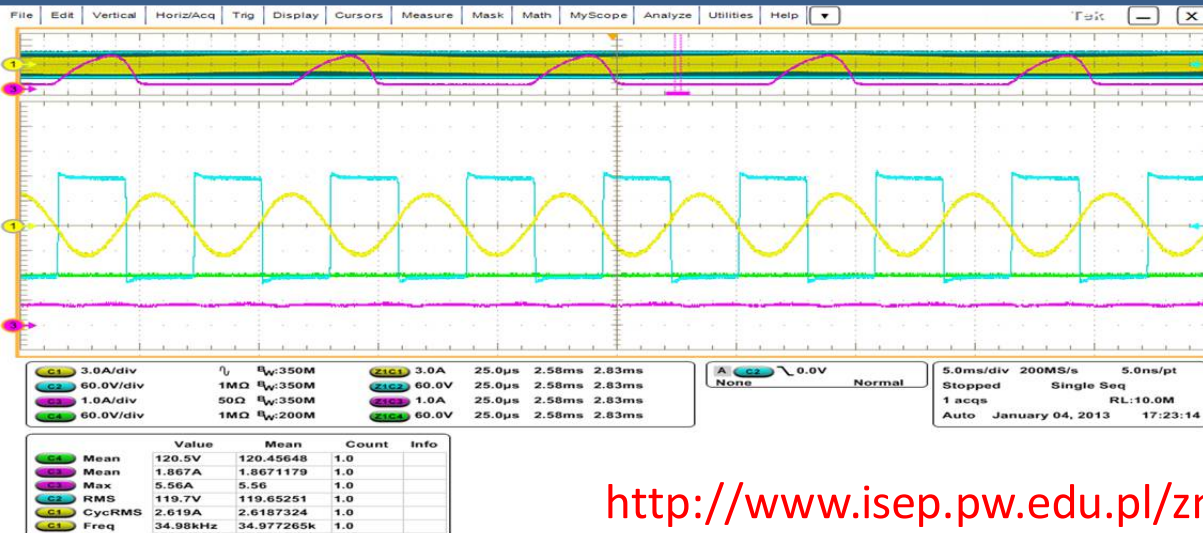
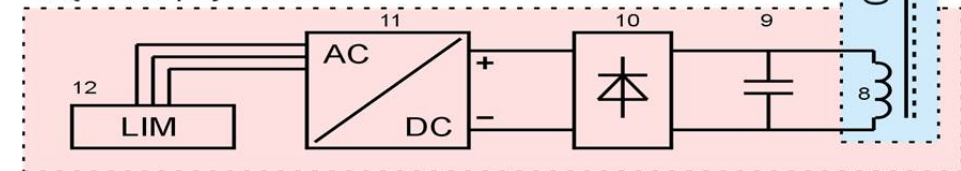


Napęd liniowy i system bezstykowego zasilania kabiny w systemie **Personal Rapid Transit**. Współpraca Wydz. Elektrycznego (ZNE – przekształtniki napędowe, zasilanie bezstykowe, ZME – napędowe maszyny liniowe) z Wydz. Transportu PW

Część stacjonarna



Część na pojeździe









POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Napęd elektryczny dwuosobowego  
motoszybowca AOS-71. Współpraca z  
Wydziałem MEiL PW

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

PMSM Motor – SINETON A37K015  
Nominal power 30kW (@1800rpm)

Batery type: Li-Ion

Battery capacity ca. 50Ah

Battery voltage: max 200V

Wing area - 15,8m<sup>2</sup>

Maximum weight in flight - 550kg

Maximum speed - 250 km/h

Napęd elektryczny dwuosobowego  
motoszybowca AOS-71. Współpraca z  
Wydziałem MEiL PW



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>







POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

PMSM Motor – EMRAX 228 HVAC  
Nominal power 20kW (@2000rpm)

Peak power 35kW (@2000rpm)

Battery type: Li-Ion

Battery capacity ca. 16Ah

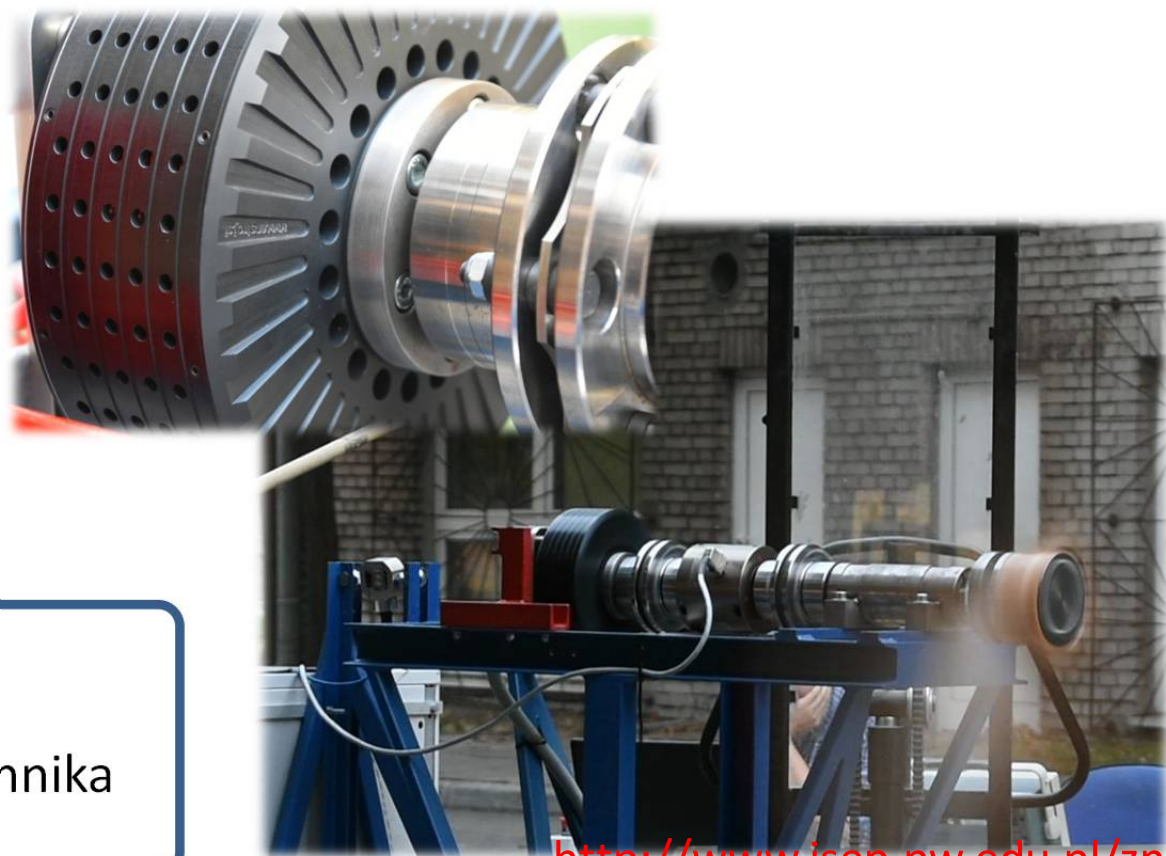
Battery voltage: max 400V

Maximum weight in flight - 650kg

Maximum speed - 250 km/h

Napęd elektryczny motoszybowca AOS-H2  
zasilany z ogniwa paliwowego.

Współpraca z Wydziałem MEiL PW, Politechnika  
Rzeszowska, i AGH

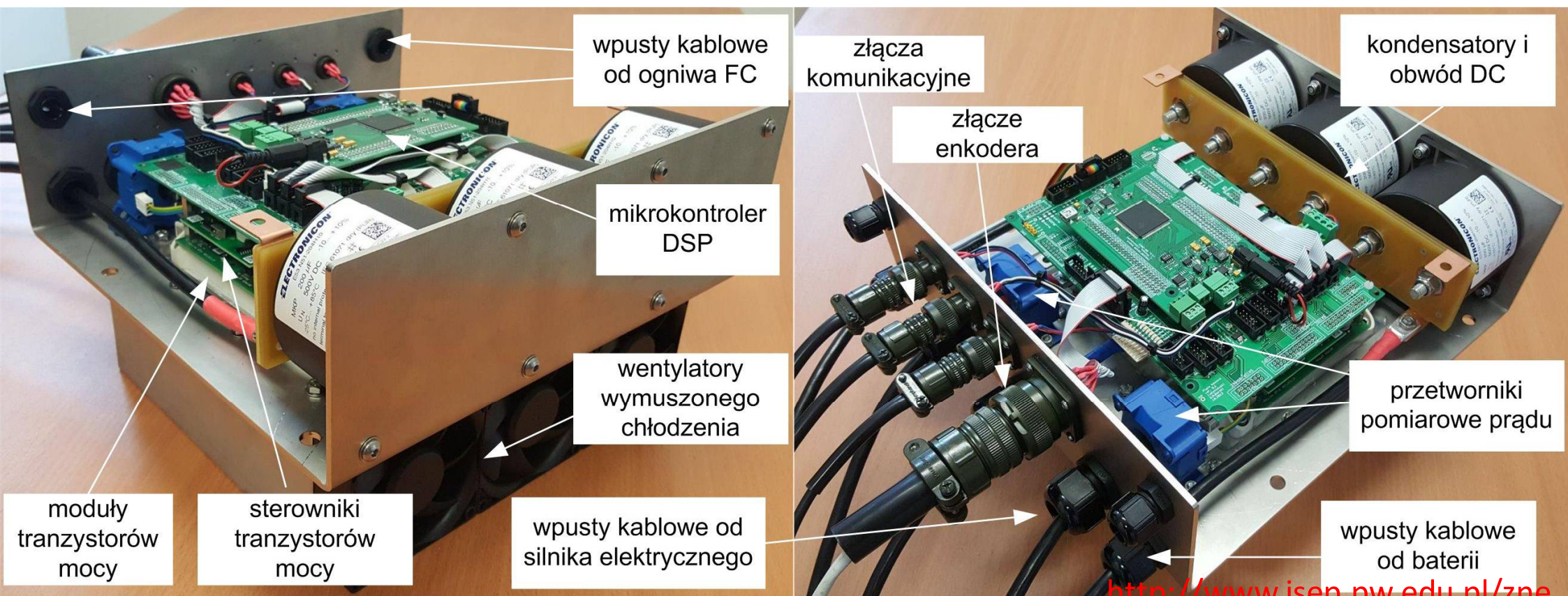


<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

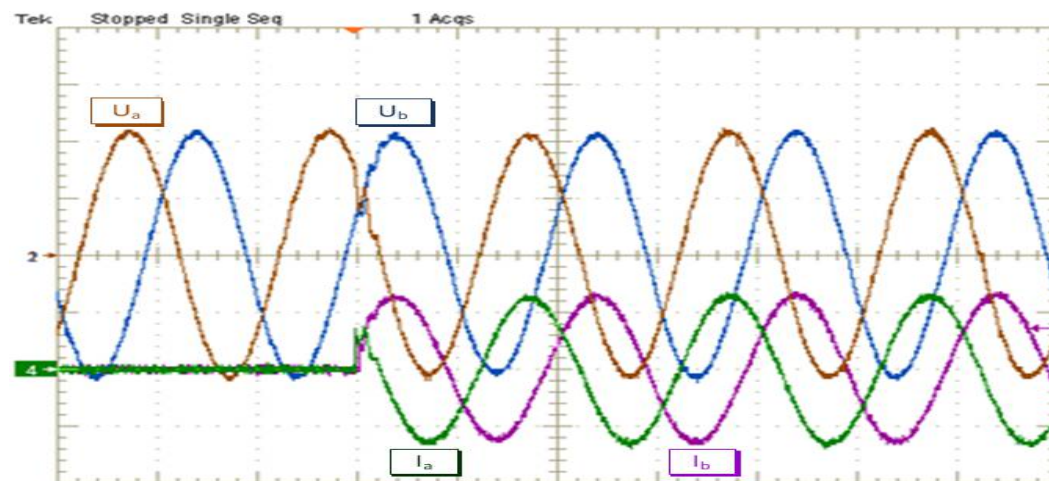
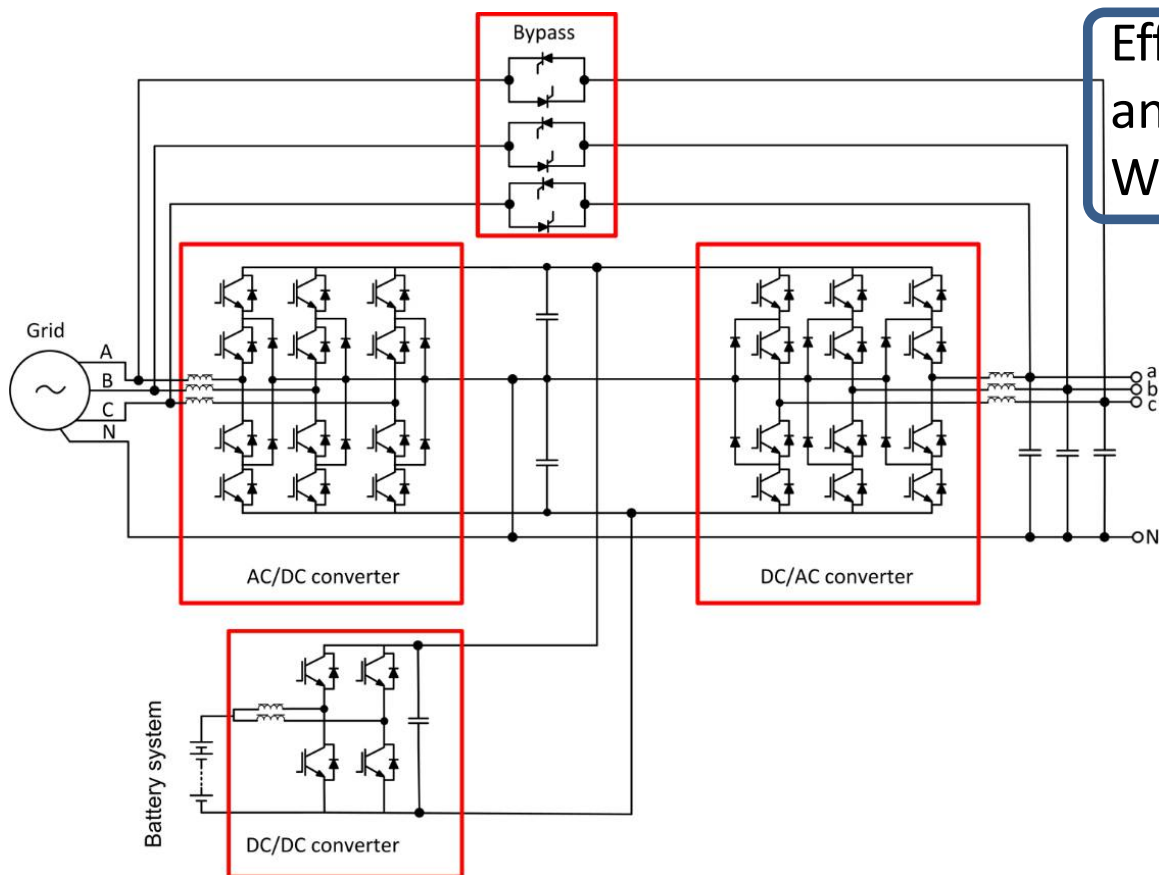






## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

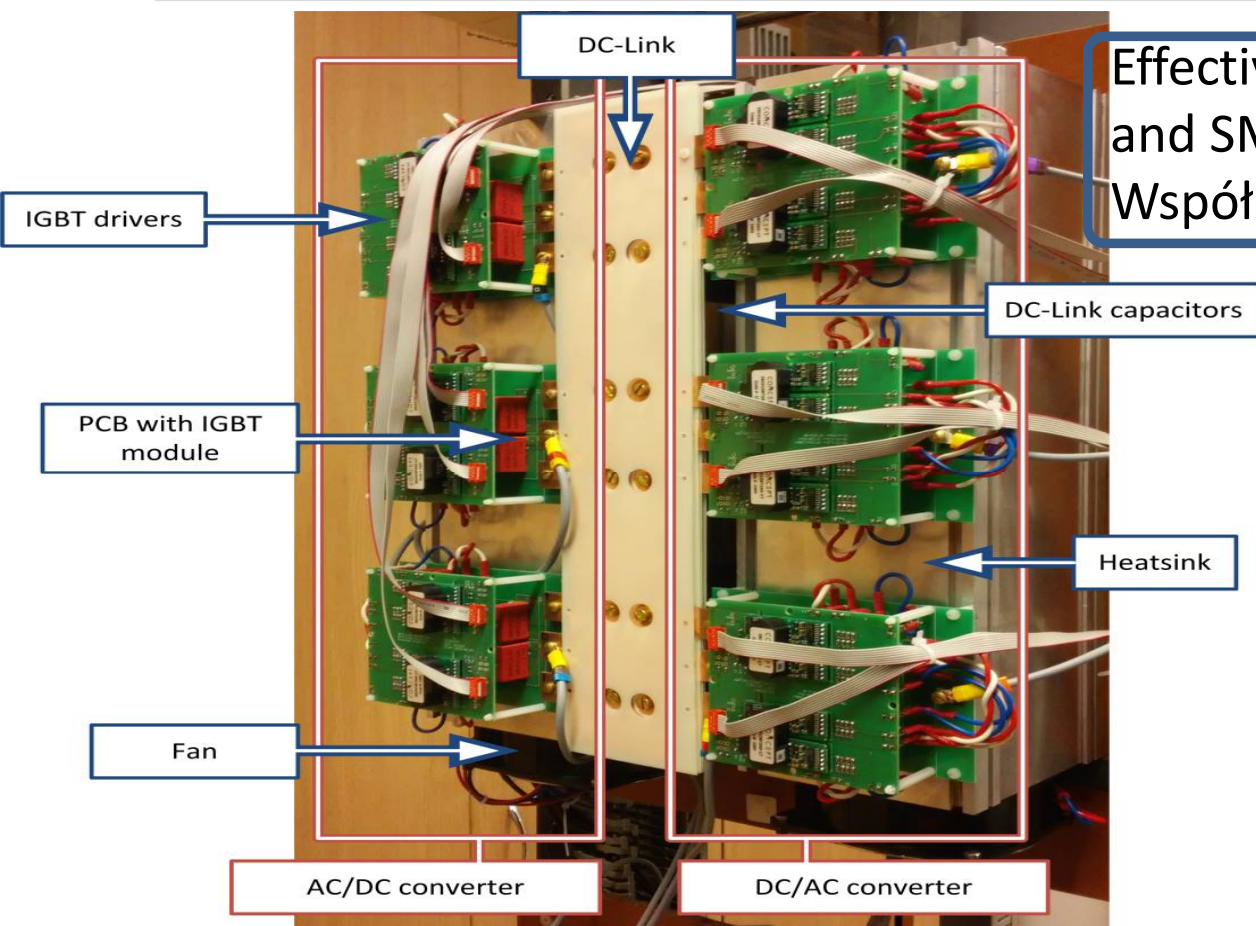
Effective Energy Storage System for photovoltaic and SMART GRID applications  
Współpraca z **S.A.M. Polska Sp. z o. o.**



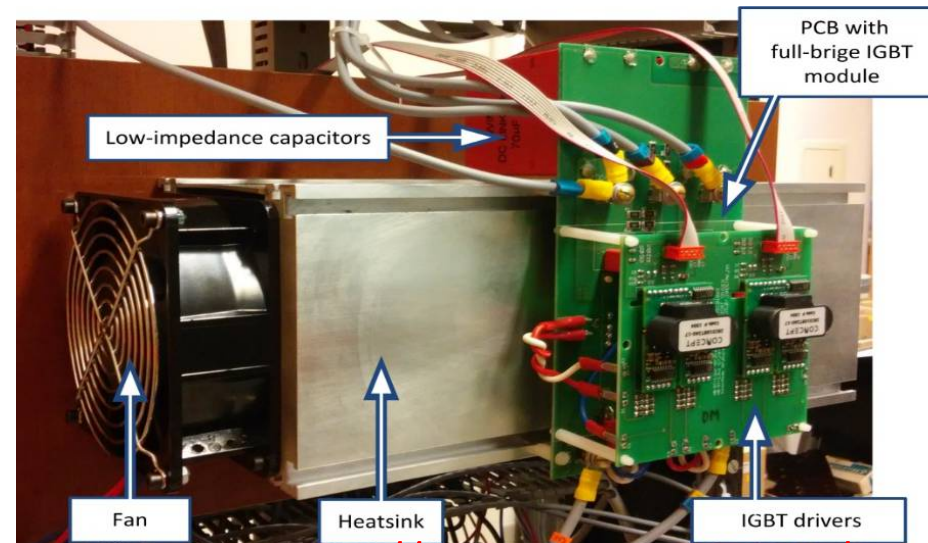




## PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE

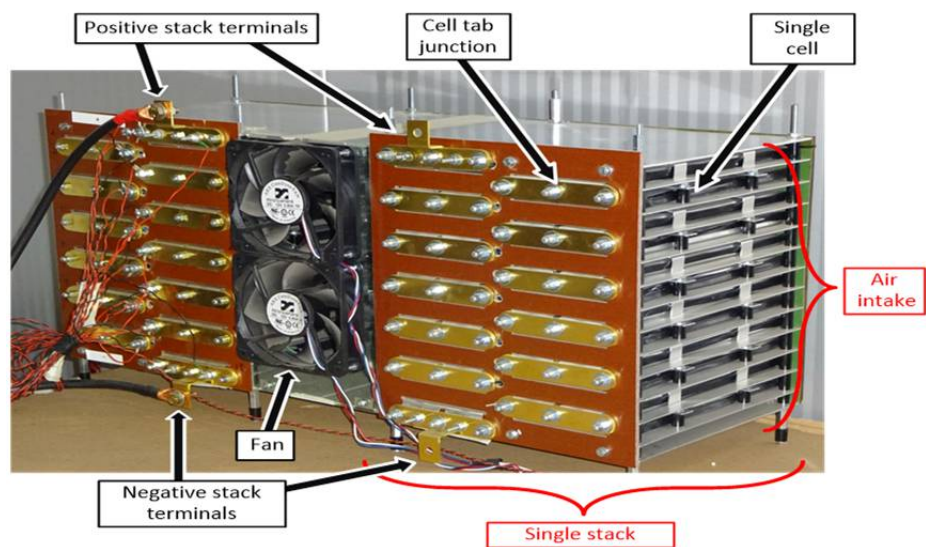


Effective Energy Storage System for photovoltaic and SMART GRID applications  
Współpraca z S.A.M. Polska Sp. z o. o.



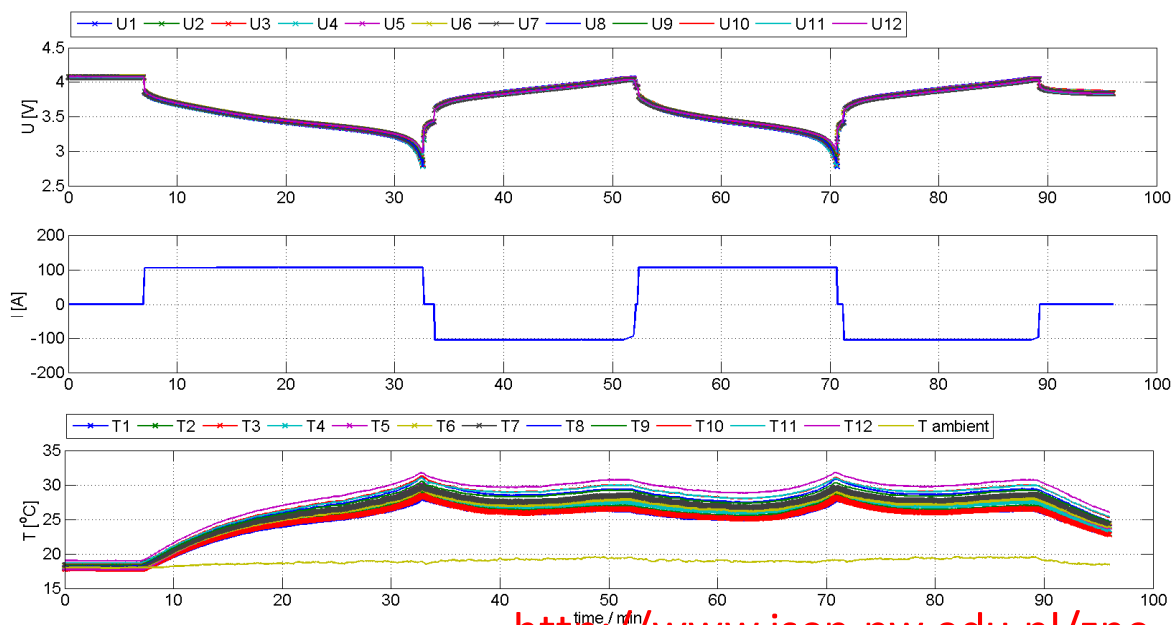


# PROJEKTY NAUKOWE I PRZEMYSŁOWE REALIZOWANE W ZNE



Stack parameter	Value
Max. voltage	50 V
Nom. voltage	43 V
Number of cells	12
Capacity	53 Ah
Energy	2.3 kWh

Effective Energy Storage System for photovoltaic and SMART GRID applications  
Współpraca z **S.A.M. Polska Sp. z o. o.**

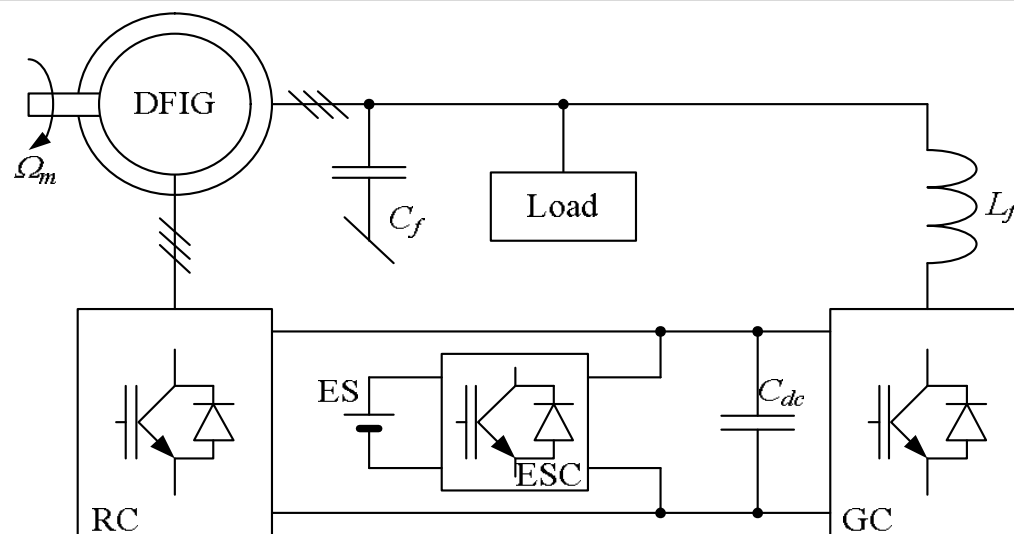
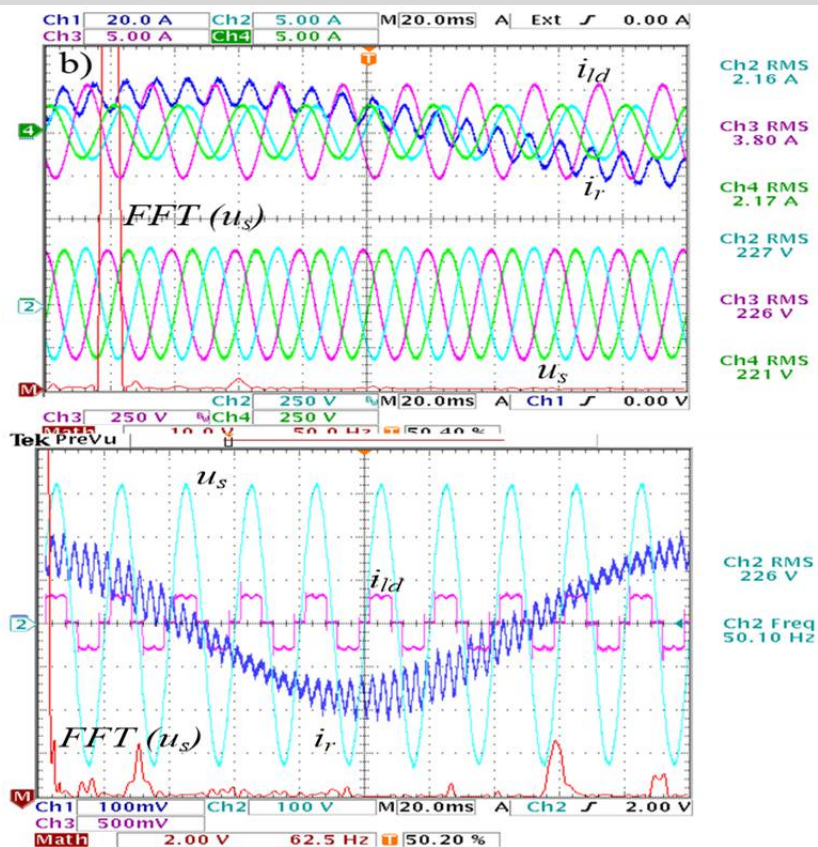






## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Kompleksowe sterowanie prądnicą dwustronnie zasilaną dla pracy sieciowej i autonomicznej



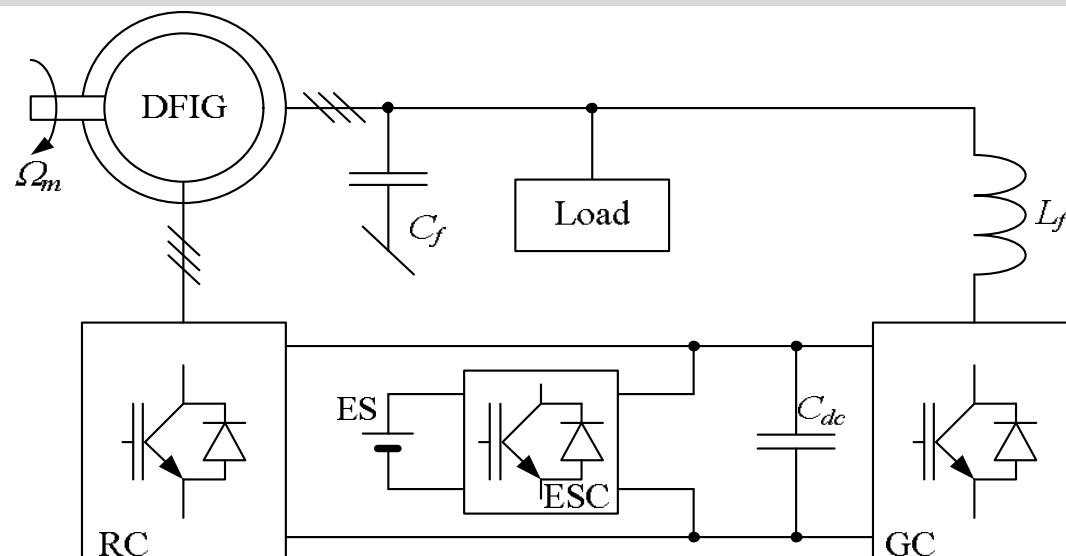
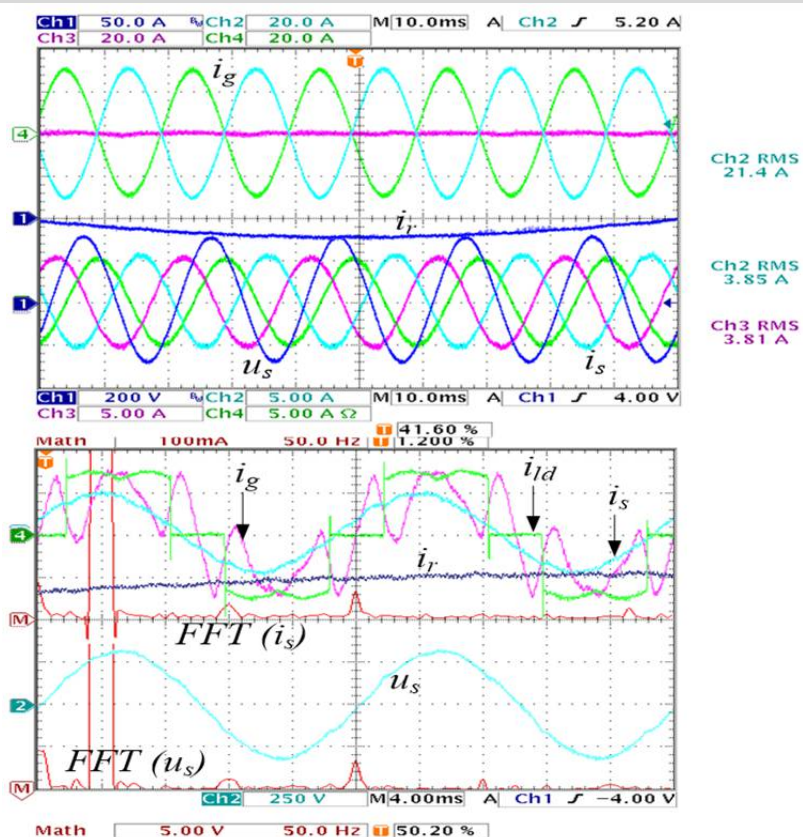
Dostarczanie asymetrii i harmonicznego prądu dla zasilanego obciążenia przekształtnikiem wirnikowym jest możliwa ale wywołuje harmoniczne prądu wirnika oraz tętnienia momentu elektromagnetycznego.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Kompleksowe sterowanie prądnicą dwustronnie zasilaną dla pracy sieciowej i autonomicznej



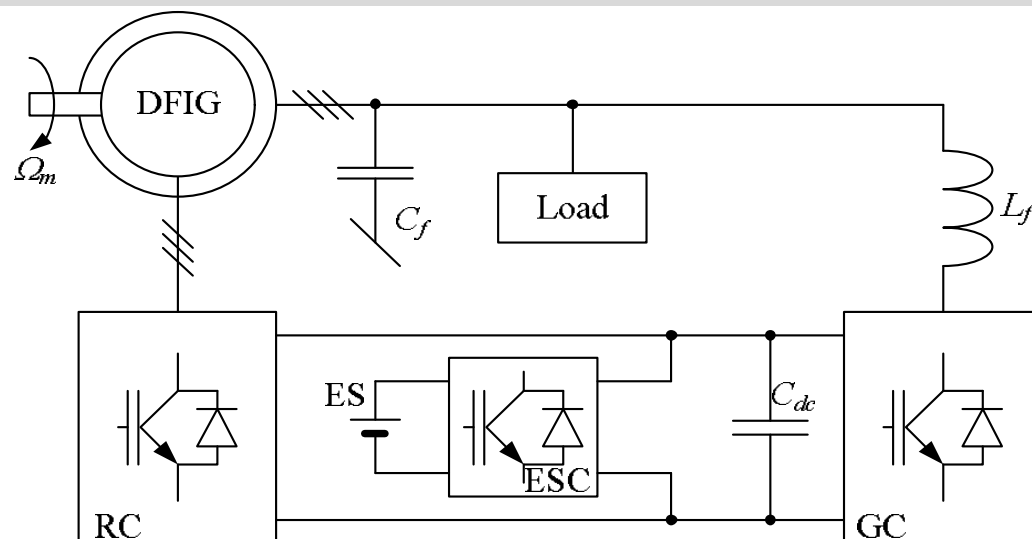
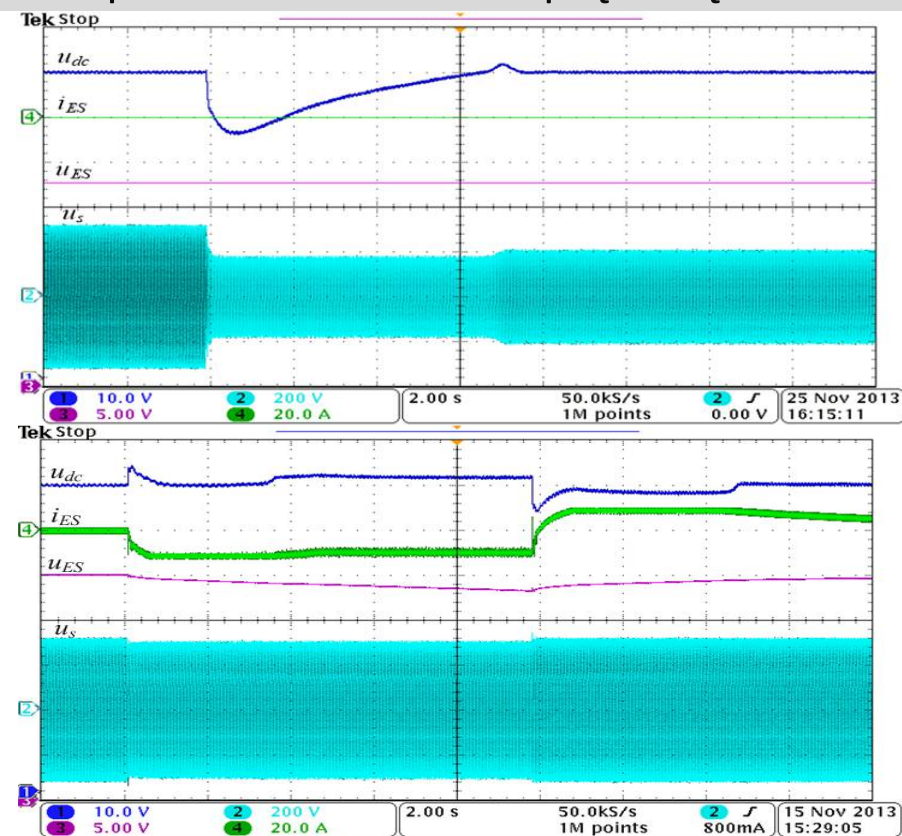
Dostarczanie asymetrii i harmonicznego prądu dla obciążenia przekształtnikiem sieciowym powoduje symetryzację prądu stojana i eliminację oscylacji momentu elektromagnetycznego





## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Kompleksowe sterowanie prądnicą dwustronnie zasilaną dla pracy sieciowej i autonomicznej



W stanie przeciążenia przy niedoborach energii mechanicznej spada napięcie wyjściowe. Wspomaganie magazynem energii pozwala na utrzymanie napięcia zasilającego odbiorniki.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

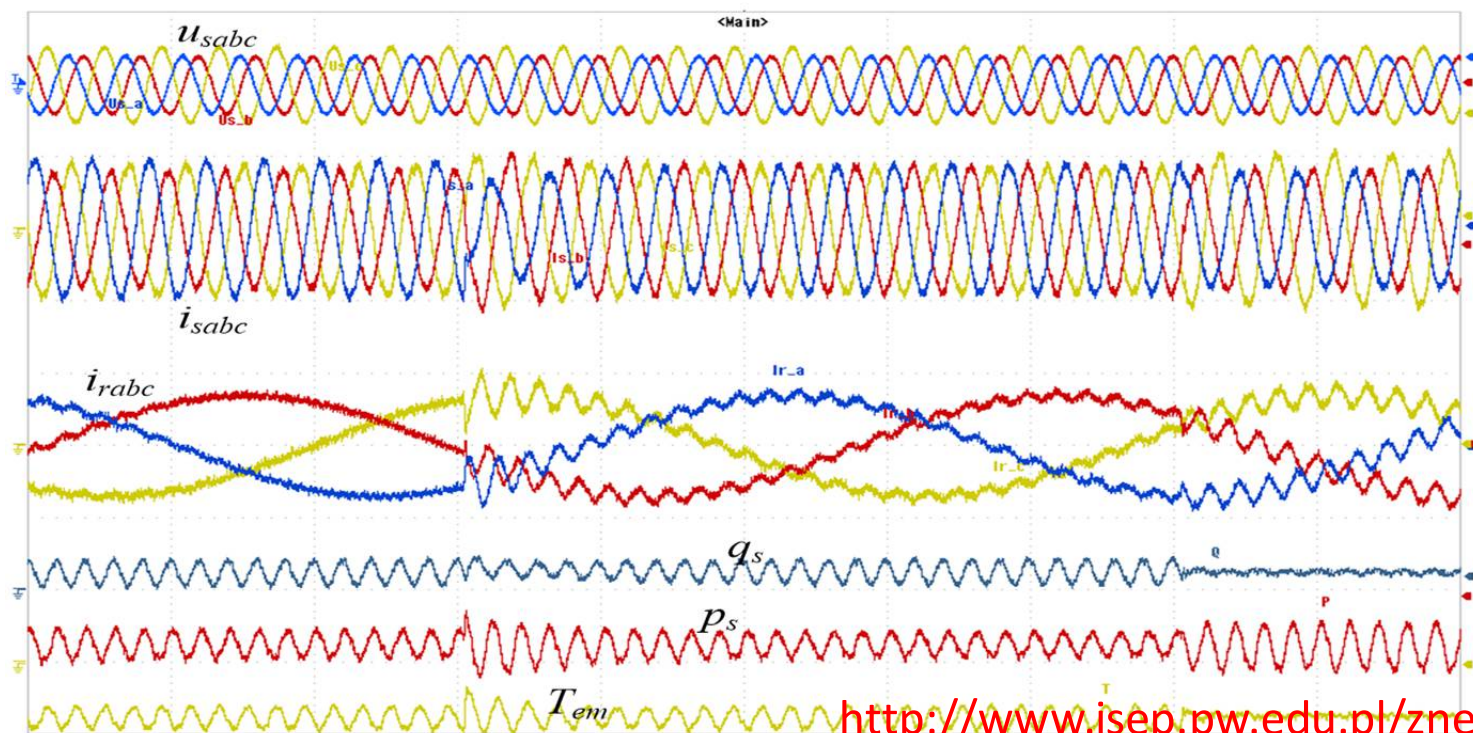
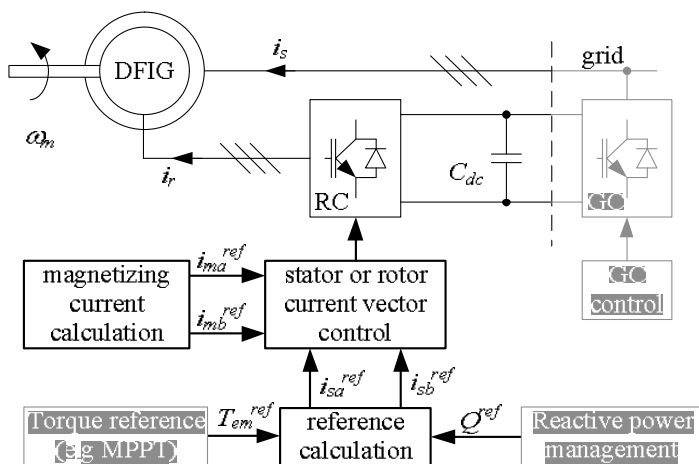


## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Kompleksowe sterowanie prądnicą dwustronnie zasilaną dla pracy sieciowej i autonomicznej

Praca z asymetryczną siecią elektroenergetyczną. Proponowane sterowanie prądem zakłada kilka niezależnych wariantów:

1. sinusoidalny prąd wirnika
2. symetryczny prąd stojana
3. eliminacja tętnień momentu







POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

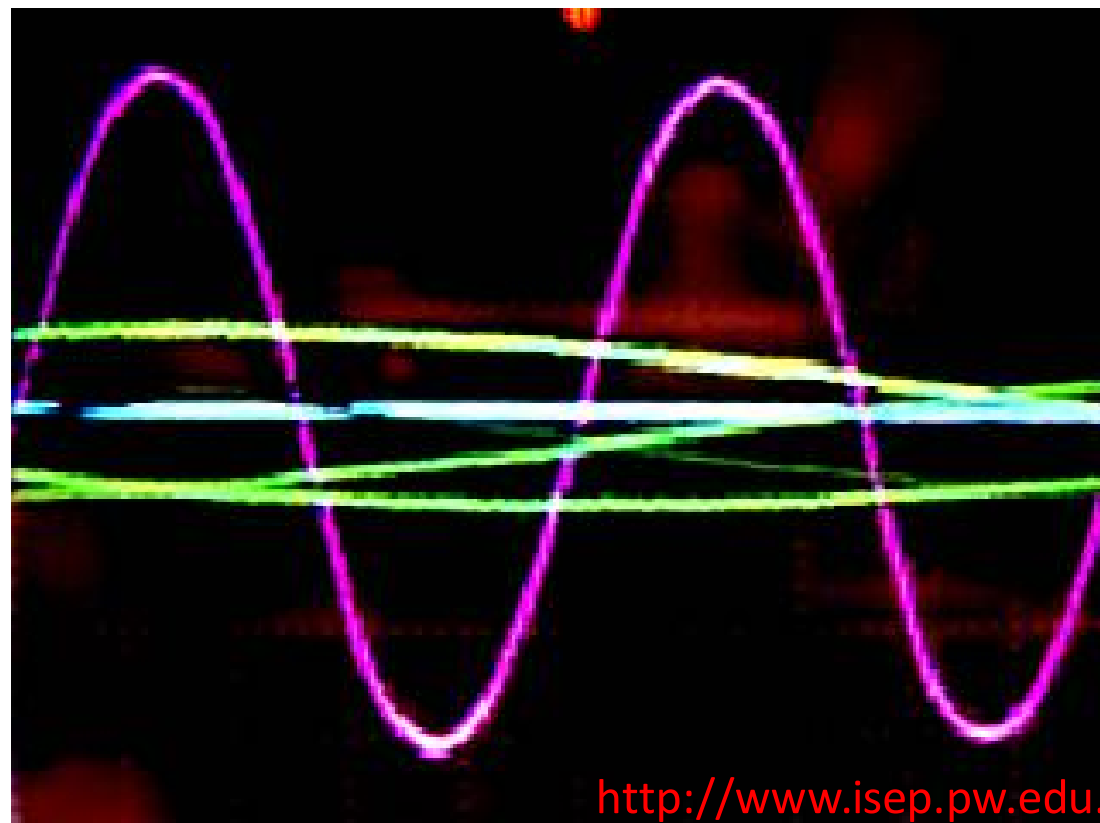


## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Kompleksowe sterowanie prądnicą dwustronnie zasilaną dla pracy sieciowej i autonomicznej

Nadrzędne sterowanie pozwala na wybór trybu pracy, tj. tryb pracy autonomicznej bądź praca na sieć elektroenergetyczną.

Zmiana trybu pracy wymaga synchronizacji napięć przed dołączeniem prądnicy do sieci, oraz identyfikacji zaników napięcia sieciowego przed przejściem na pracę wyspową



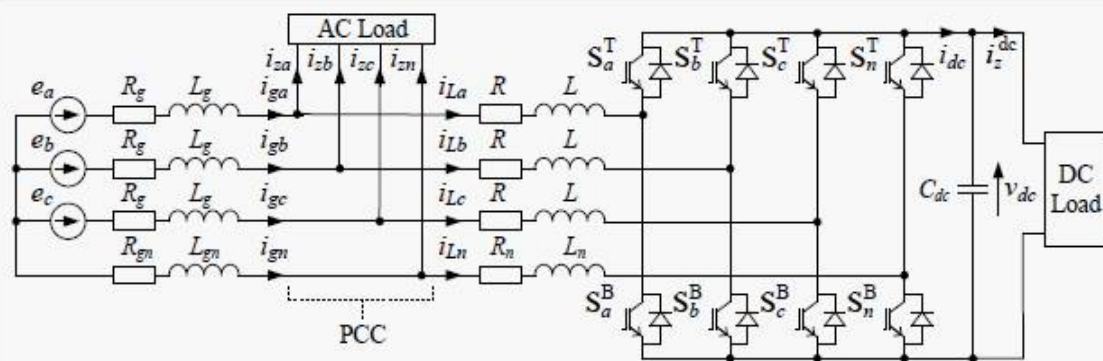
<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



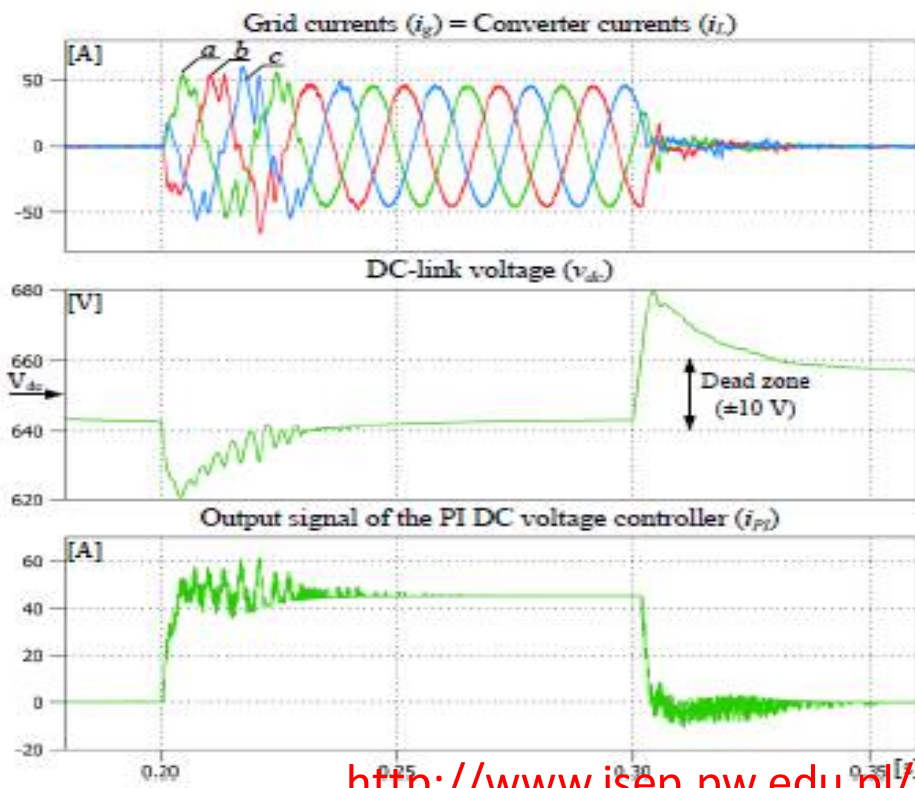
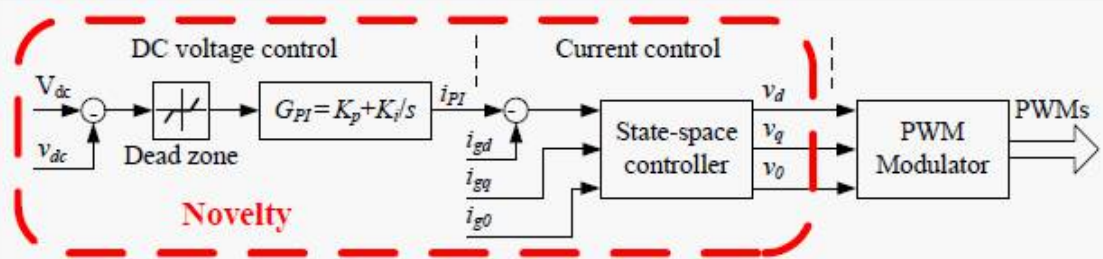
## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Przestawnik aktywny z funkcją filtra aktywnego z wykorzystaniem regulatora stanu

### Electric circuit



### Control structure

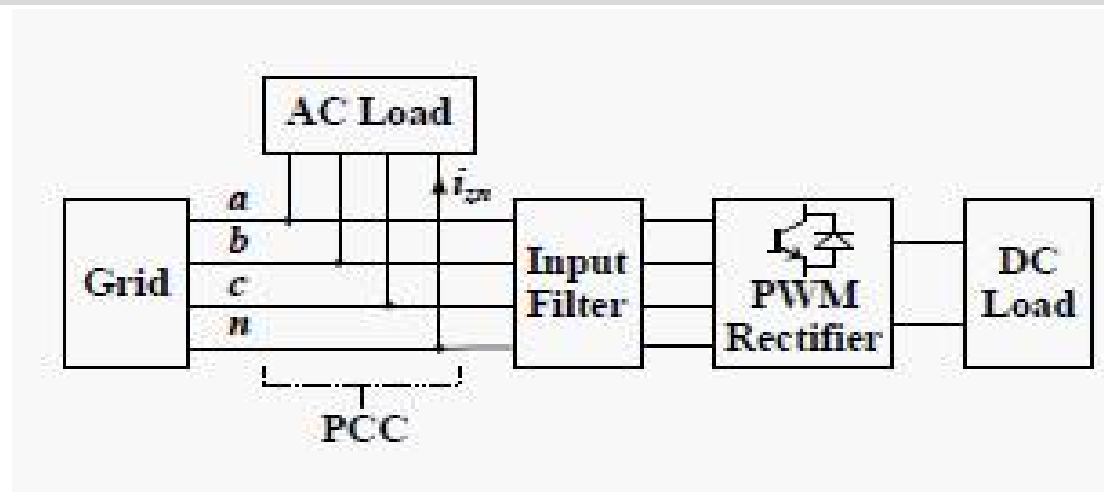
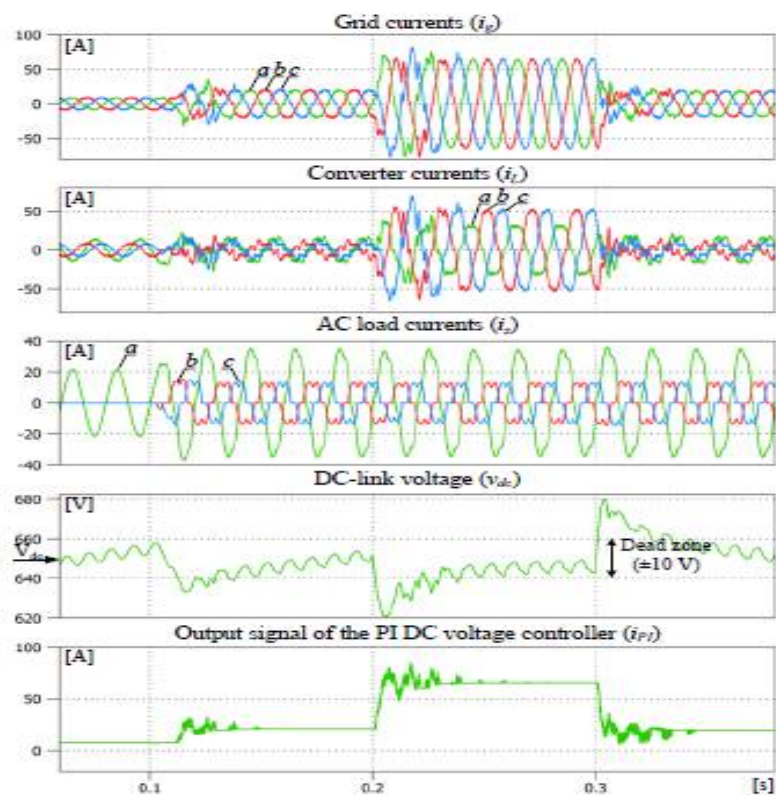






## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Prostownik aktywny z funkcją filtru aktywnego z wykorzystaniem regulatora stanu



Obciążenia zasilane w układzie:

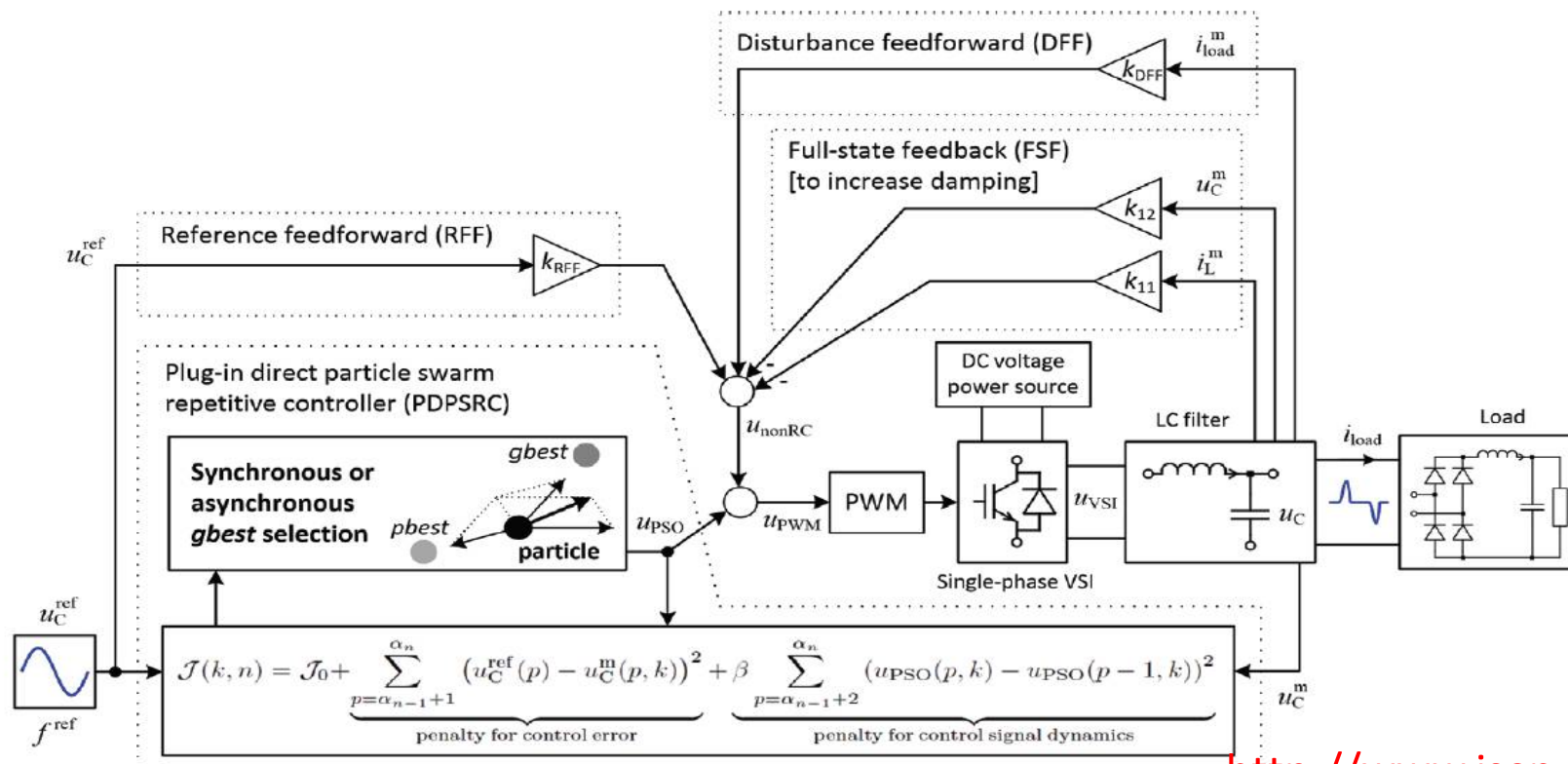
- Od 0s liniowe obciążenie jednofazowe ok. 3.5kVA
- Od 0.1s sześciopulsowy prostownik diodowy ok. 6kW
- Od 0.2s do 0.3s obciążenie obwodu DC ok. 20kW

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

### Rojowy regulator powtarzalny napięcia wyjściowego falownika z filtrem LC

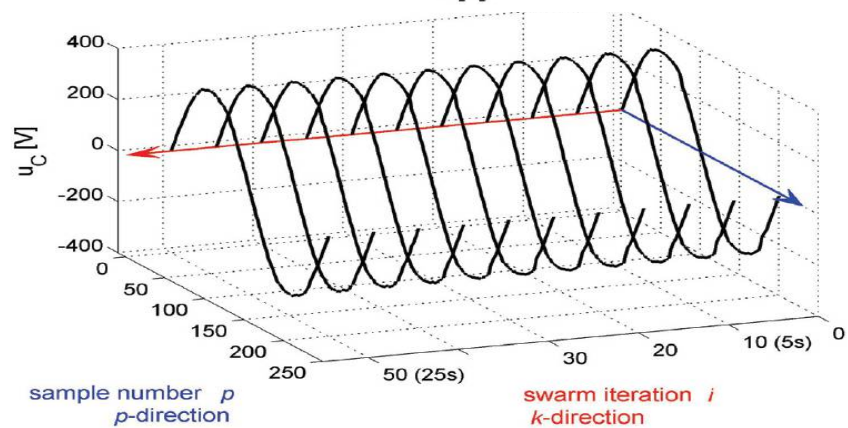
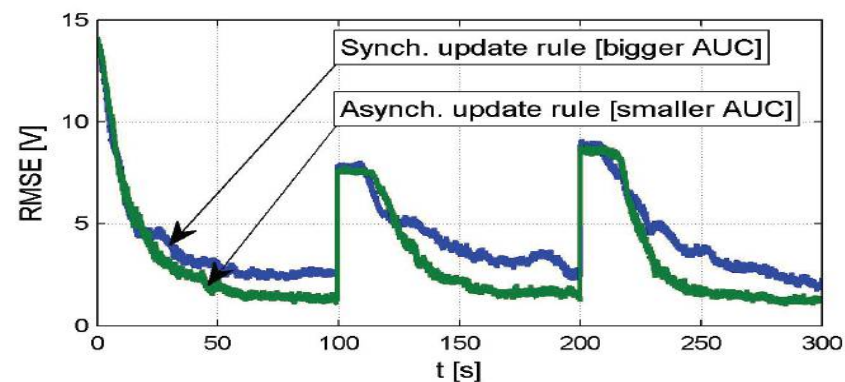






## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

### Rojowy regulator powtarzalny napięcia wyjściowego falownika z filtrem LC



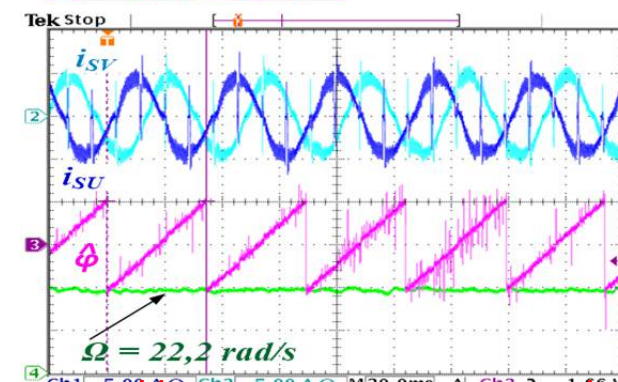
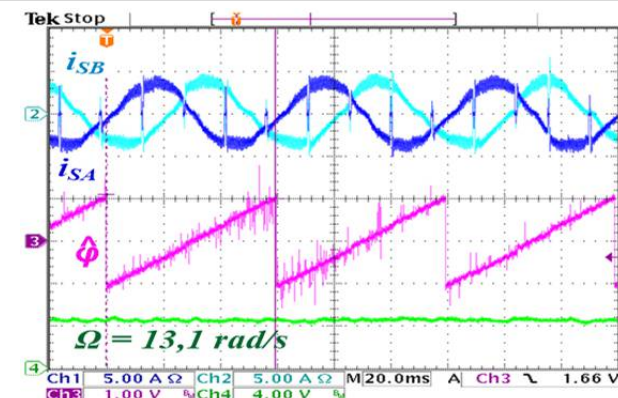
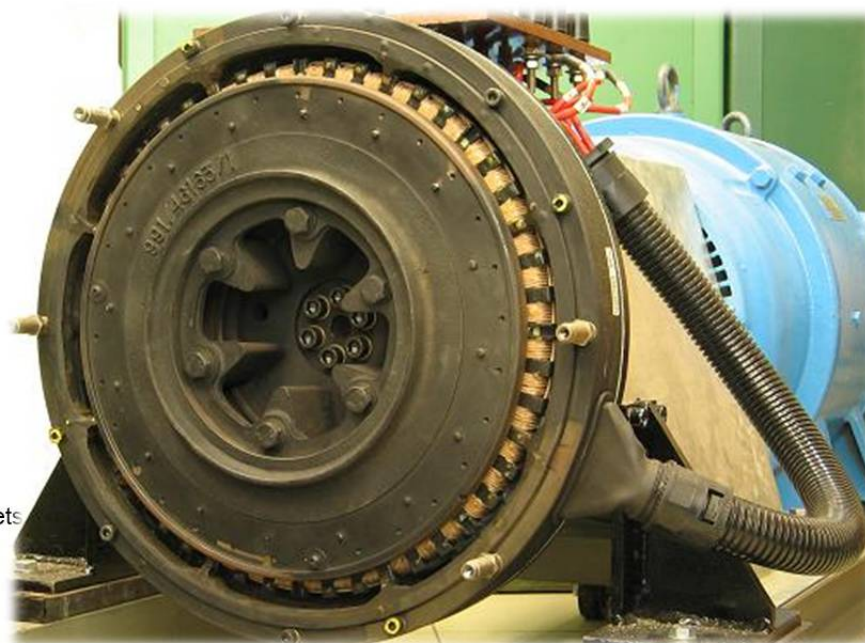
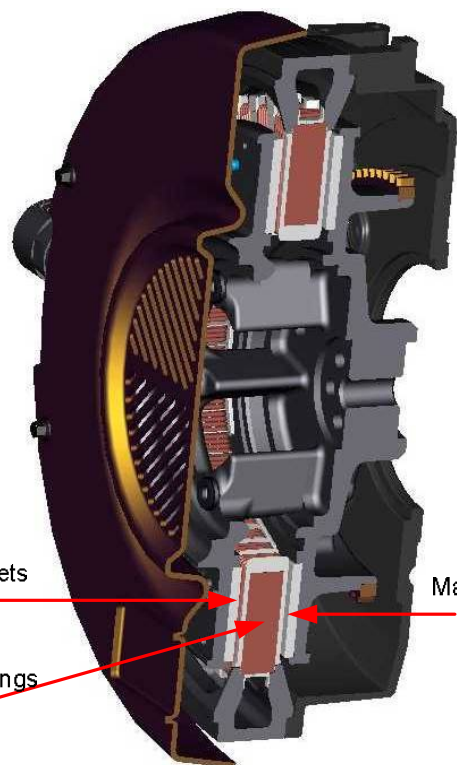


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE ZAKŁADU NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

Identyfikacja położenia maszyny PMSM przy niskich prędkościach z użyciem sieci neuronowej



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

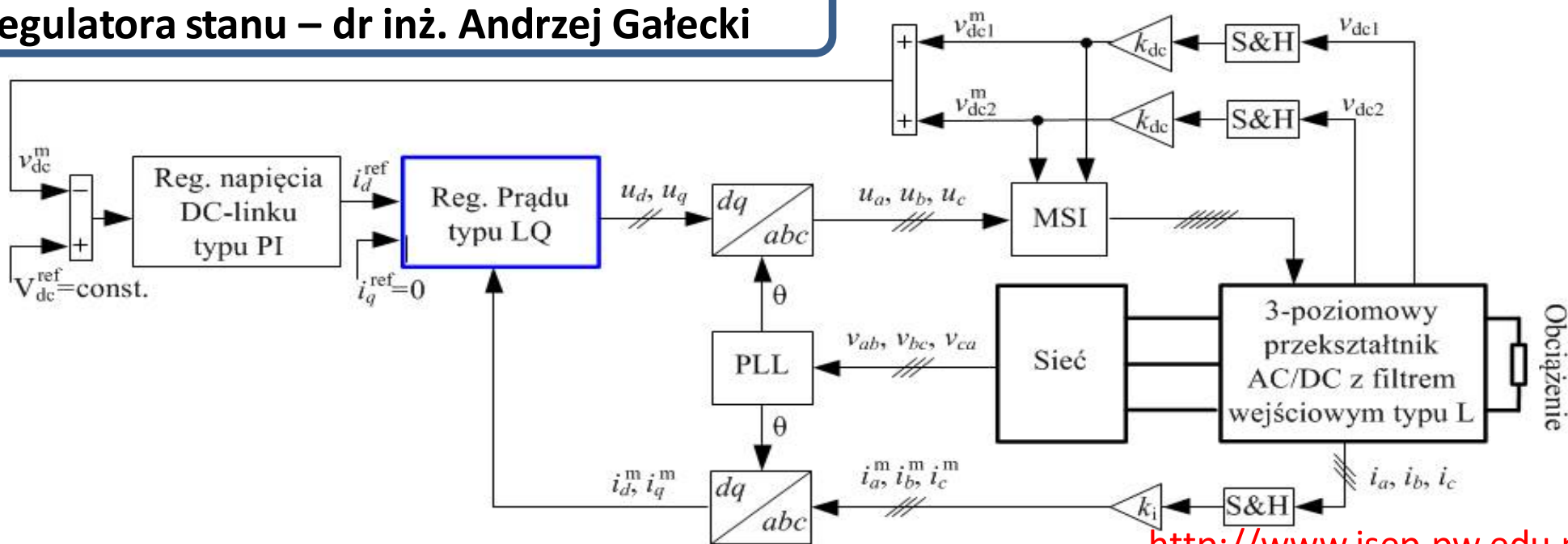




## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

**Sterowanie 3-fazowym przekształtnikiem AC/DC przy zasilaniu napięciem odkształconym z wykorzystaniem liniowo-kwadratowego regulatora stanu – dr inż. Andrzej Gałdecki**

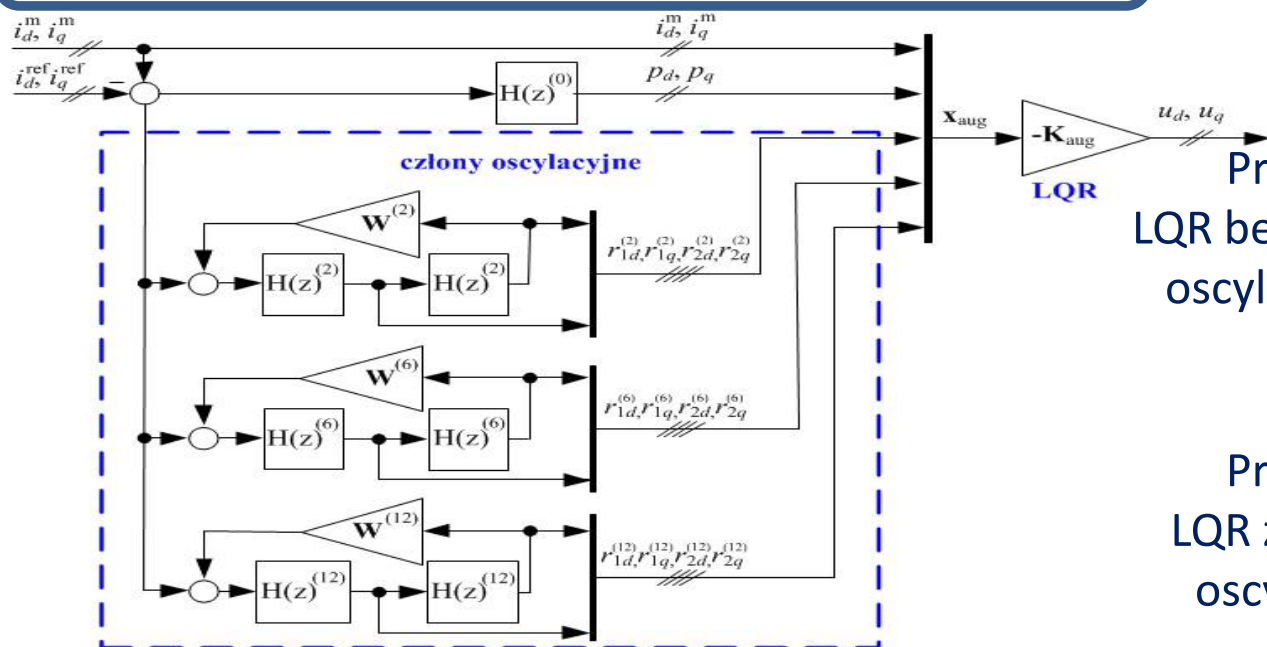
Cel - sinusoidalne symetryczne prądy przekształtnika przy asymetrycznym i odkształconym napięciu sieci



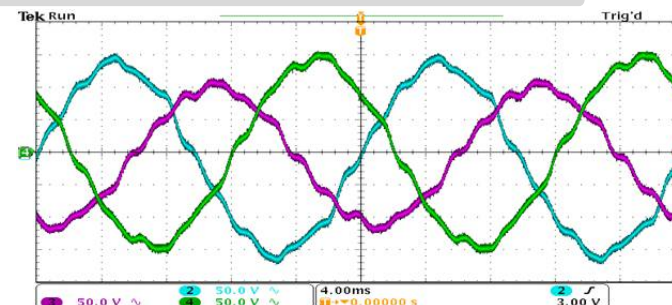


## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

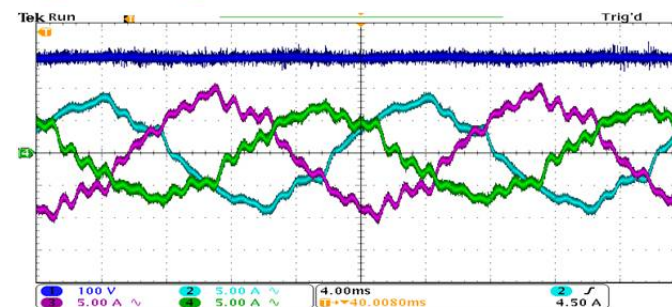
**Sterowanie 3-fazowym przekształtnikiem AC/DC przy zasilaniu napięciem odkształconym z wykorzystaniem liniowo-kwadratowego regulatora stanu – dr inż. Andrzej Gałęcki**



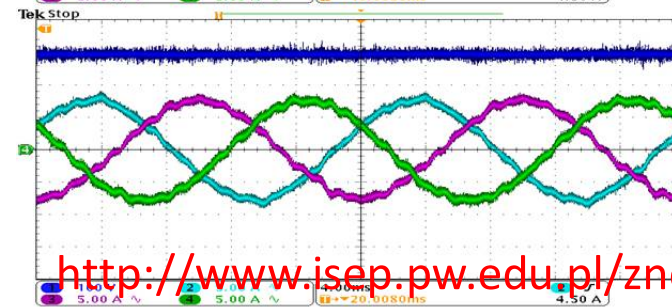
Napięcia sieci



Prądy sieci – LQR bez członów oscylacyjnych 1



Prądy sieci – LQR z członami oscylacyjnymi







## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

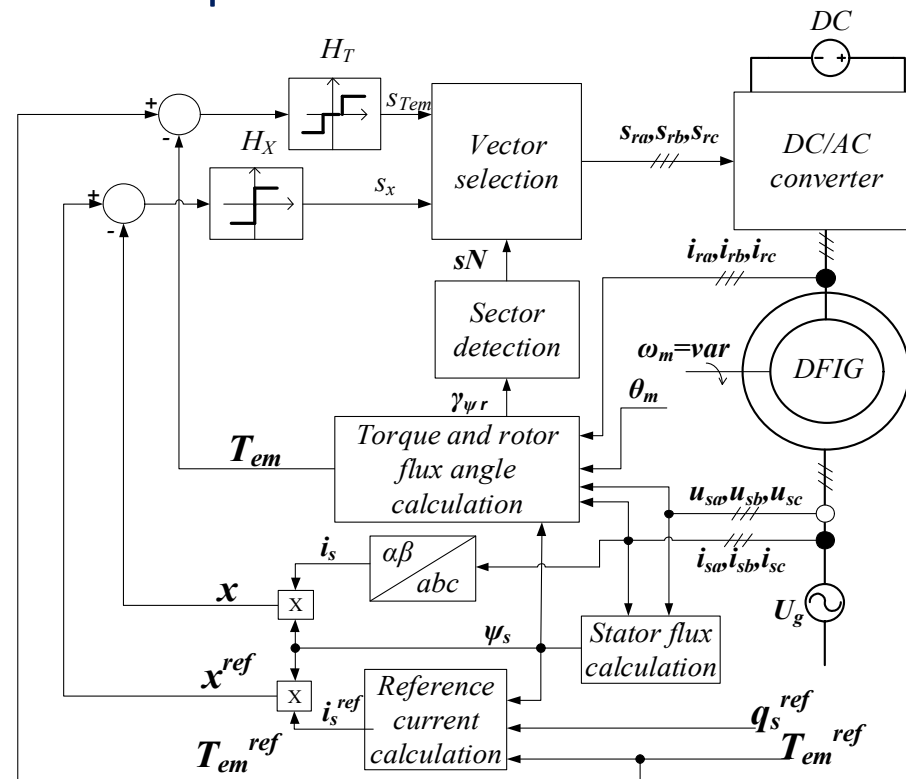
**Bezpośrednie sterowanie mocą i momentem maszyny dwustronnie zasilanej w warunkach asymetrii sieci – dr inż. Piotr Pura**

$$i_{s\alpha}^{ref} = \frac{2}{3} \frac{q_s^{ref} \psi_{s\alpha} + \frac{T^{ref} u_{s\alpha}}{p_b}}{u_{s\beta} \psi_{s\alpha} - u_{s\alpha} \psi_{s\beta}} \quad i_{s\beta}^{ref} = \frac{2}{3} \frac{q_s^{ref} \psi_{s\beta} + \frac{T^{ref} u_{s\beta}}{p_b}}{u_{s\beta} \psi_{s\alpha} - u_{s\alpha} \psi_{s\beta}}$$

$$x^{ref} = \frac{3}{2} (\psi_{s\alpha} i_{s\alpha}^{ref} + \psi_{s\beta} i_{s\beta}^{ref})$$

$$q_s^{ref} \approx \text{avg}(x^{ref})$$

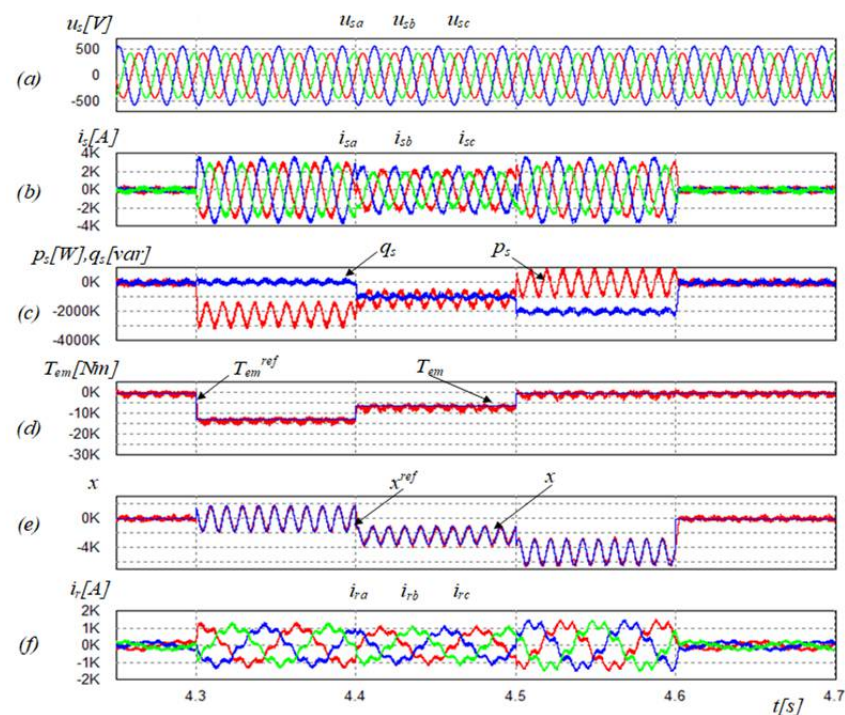
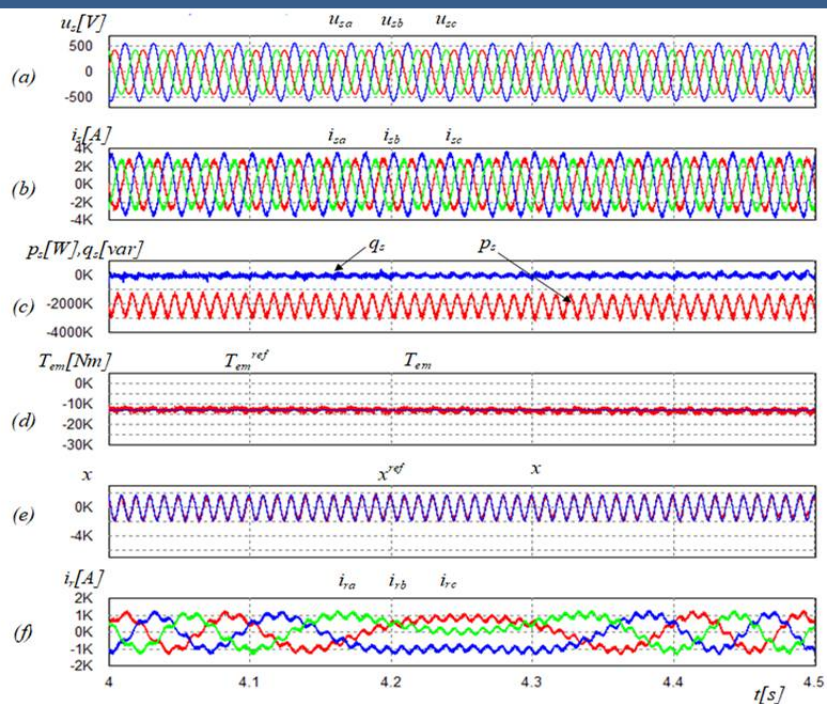
### Proponowane sterowanie DTC





## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

**Bezpośrednie sterowanie mocą i momentem  
maszyny dwustronnie zasilanej w warunkach  
asymetrii sieci – dr inż. Piotr Pura**



odpowiedzi przy skokach wartości zadanych  
<< odpowiedź przy zmianie prędkości mechanicznej

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

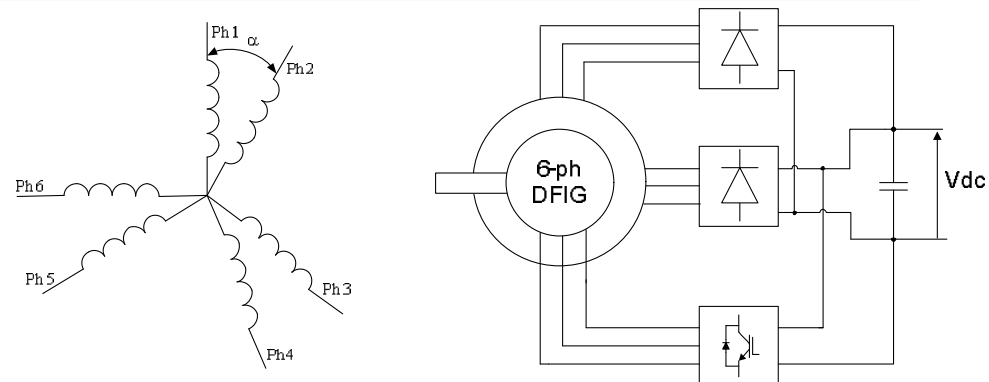
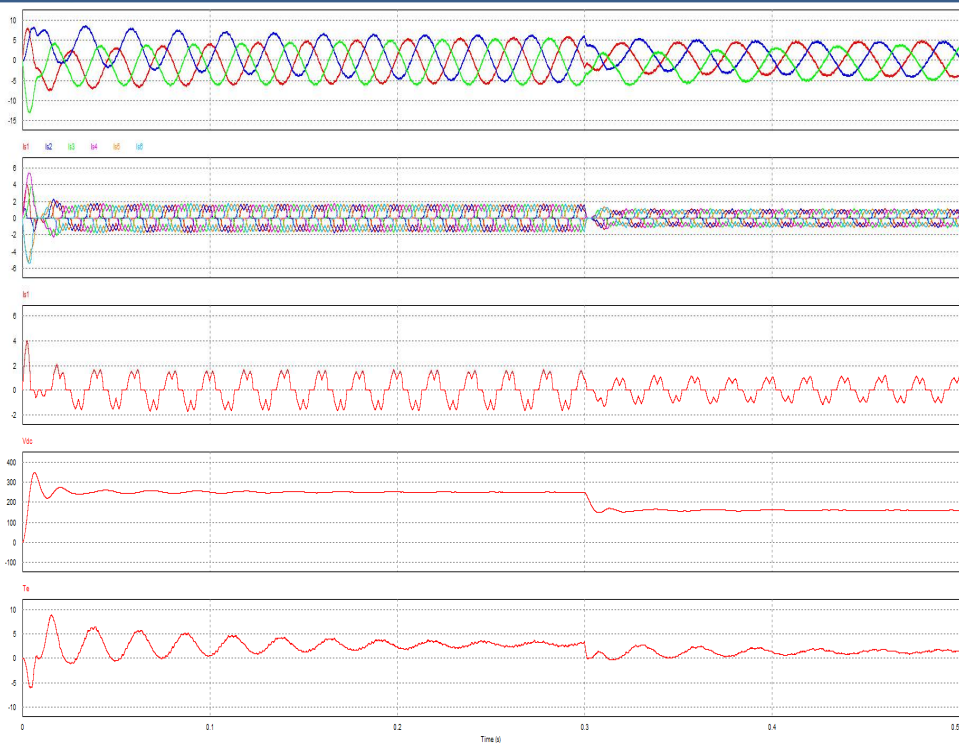




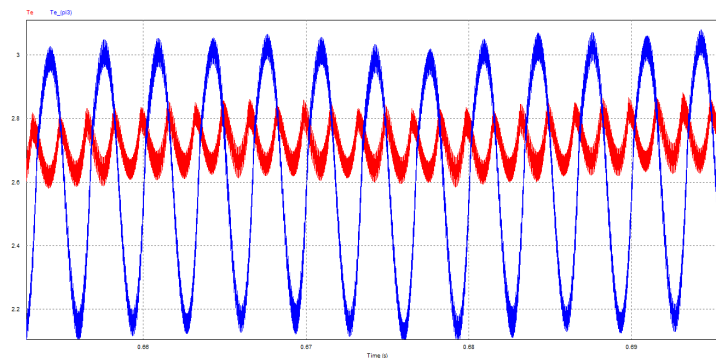


## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

### Sterowanie maszyny pierścieniowej pracującej jako prądnica DC – dr inż. Paweł Maciejewski



Układ z prądnicą o sześciofazowym stojanie



Porównanie tętnień momentu prądnicy 3-fazowej i 6-fazowej w tych samych warunkach





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

**Projekt monitoringu danych z eksperymentu  
ALICE w CERN – dr inż. Monika Jakubowska**

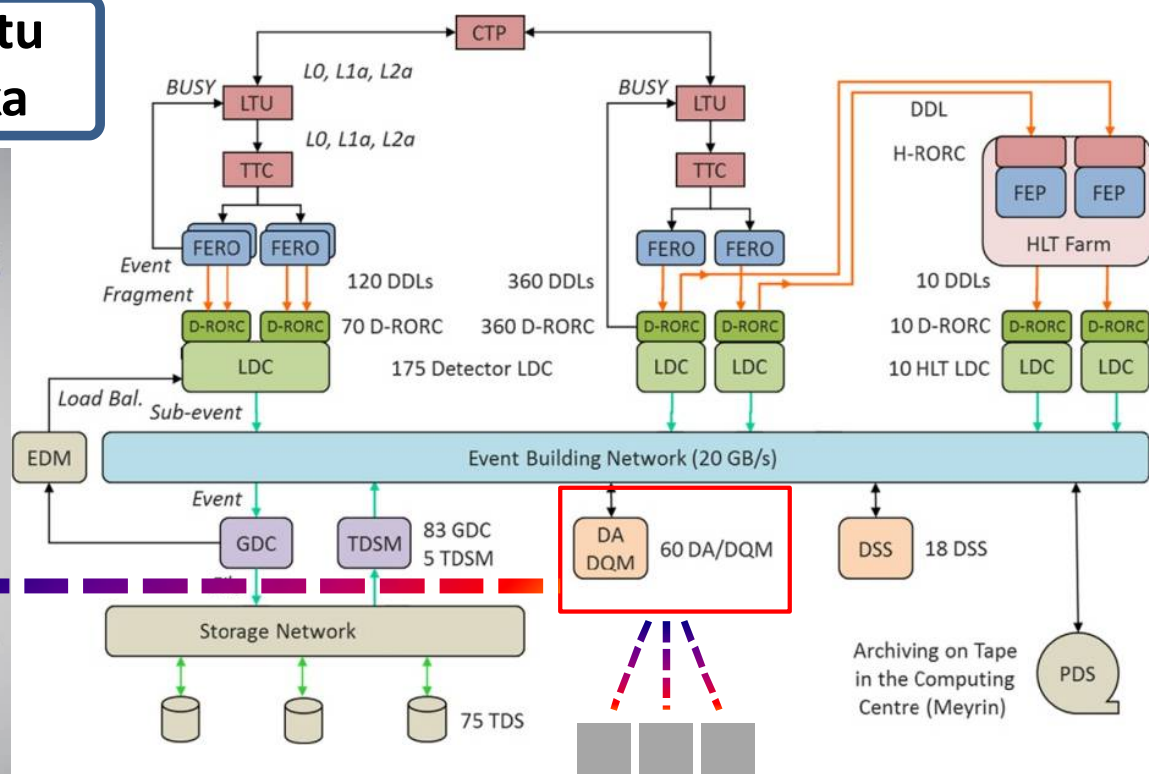
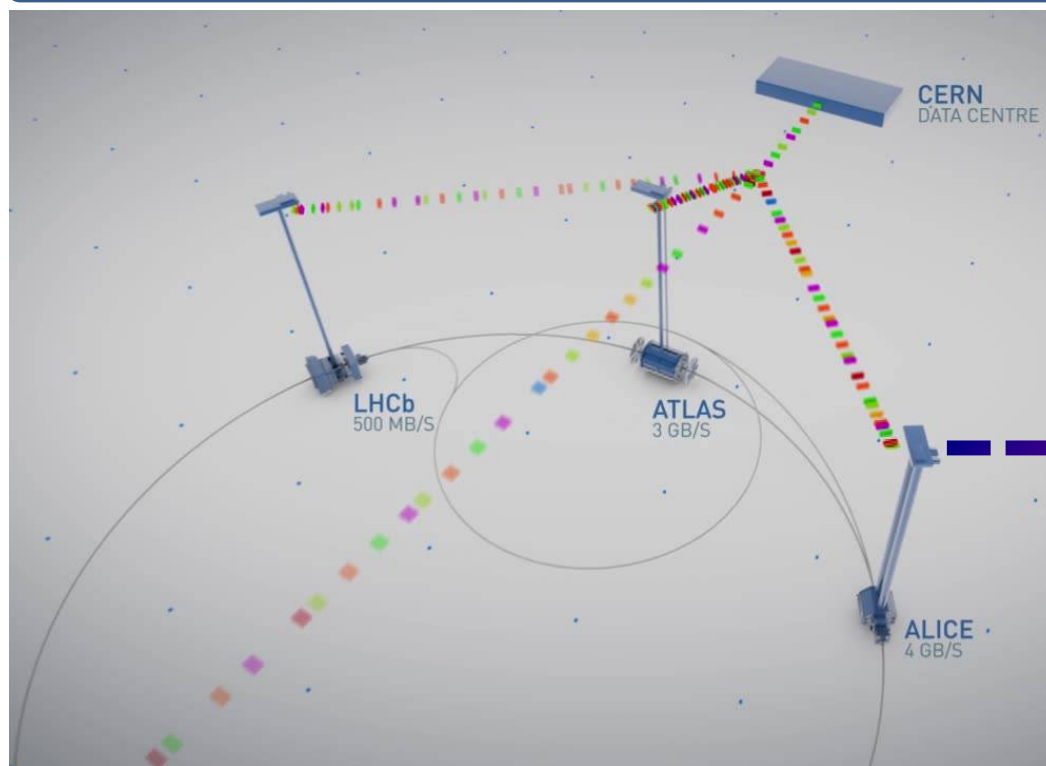


<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ŻNE

### Projekt monitoringu danych z eksperymentu ALICE w CERN – dr inż. Monika Jakubowska



Dane są kopiowane w celu przekazywania ich „na żywo” zainteresowanym użytkownikom.



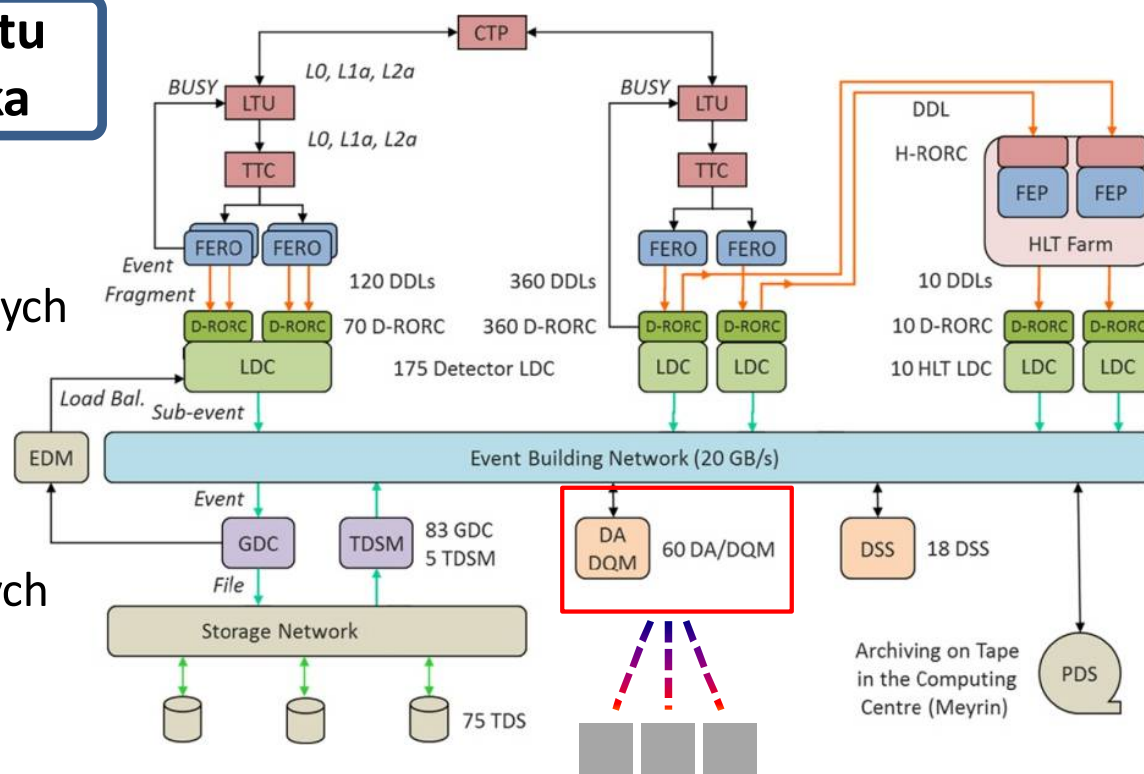


## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

### Projekt monitoringu danych z eksperymentu ALICE w CERN – dr inż. Monika Jakubowska

#### Cel pracy:

- Przekształcenie biblioteki do monitorowania danych na projekt bazujący na serwerach proxy
- Przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym – przesyłanie interesujących pakietów i usuwanie reszty bez zatrzymywania pracy kolektorów danych
- Realizacja połączeń klientów z serwerami proxy,
- Identyfikacja klientów i zabezpieczenie przed wysyłaniem zdublowanych pakietów

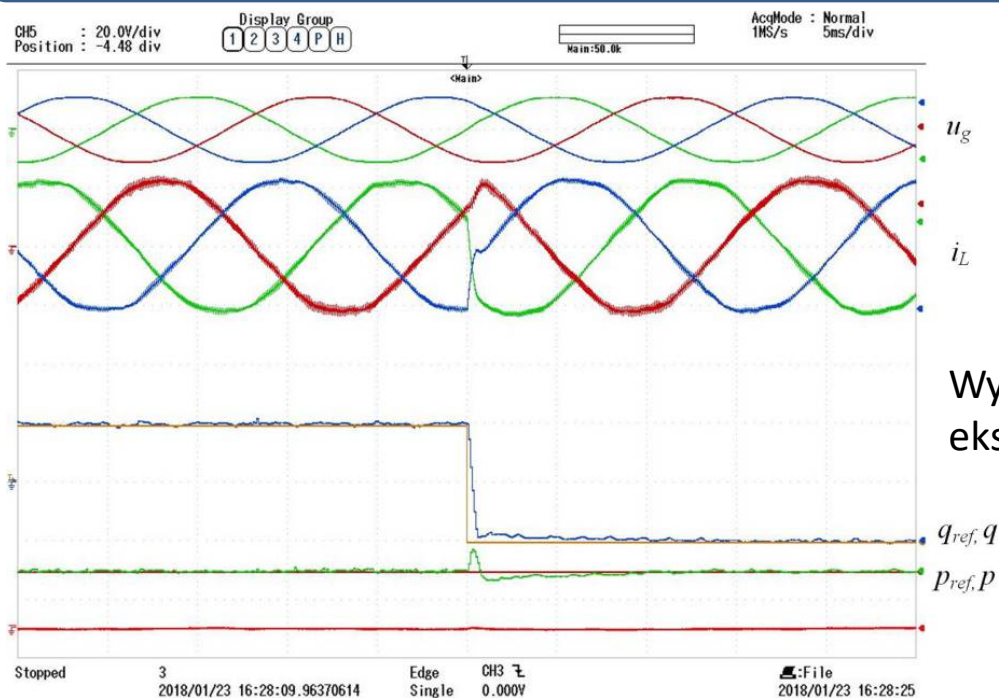


Dane są kopiowane w celu przekazywania ich „na żywo” zainteresowanym użytkownikom.

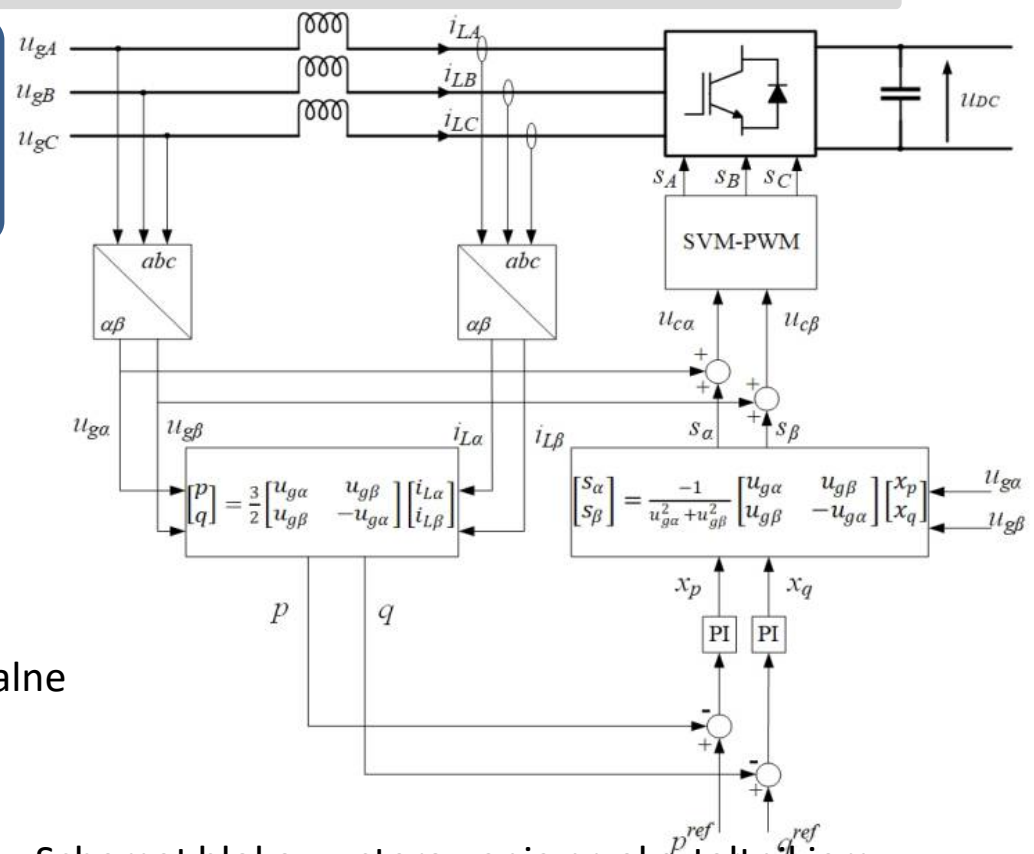


## TEMATYKA ROZPRAW DOKTORSKICH REALIZOWANYCH W ZNE

**Sterowanie trójfazowym przekształtnikiem sieciowym z regulatorami mocy we współrzędnych stacjonarnych – mgr inż. Sebastian Wodyk**



Wyniki  
eksperymentalne



Schemat blokowy sterowania przekształtnikiem

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## MODELE SYMULACYJNE NA MATLAB CENTRAL

<p>Speed-sensorless induction motor drive ★★★★★ 94 downloads 4 months ago</p>	<p>Speed and position controllers tuning using PSO ★★★★★ 63 downloads 6 months ago</p>	<p>Photovoltaic module explicit neural model ★★★★★ 45 downloads 1 year ago</p>	<p>Plug-in Direct Particle Swarm Repetitive Controller ★★★★★ 20 downloads 4 months ago</p>	<p>B-spline based repetitive neurocontroller ★★★★★ 10 downloads 6 months ago</p>	<p>DSFOC drive modulus and symmetric(al) optimization ★★★★★ 20 downloads 7 months ago</p>
<p>Foster and Cauer equivalent networks ★★★★★ 22 downloads 1 year ago</p>	<p>Induction motor parameter estimation and tracking ★★★★★ 42 downloads 1 year ago</p>	<p>Evolutionary curve fitting ★★★★★ 19 downloads 1 year ago</p>	<p>Multiresonant versus iterative learning control ★★★★★ 17 downloads 5 months ago</p>	<p>DRFOC drive modulus and symmetric(al) optimization ★★★★★ 17 downloads 7 months ago</p>	<p>Speed estimation in rotating reference frame ★★★★★ 17 downloads 1 year ago</p>

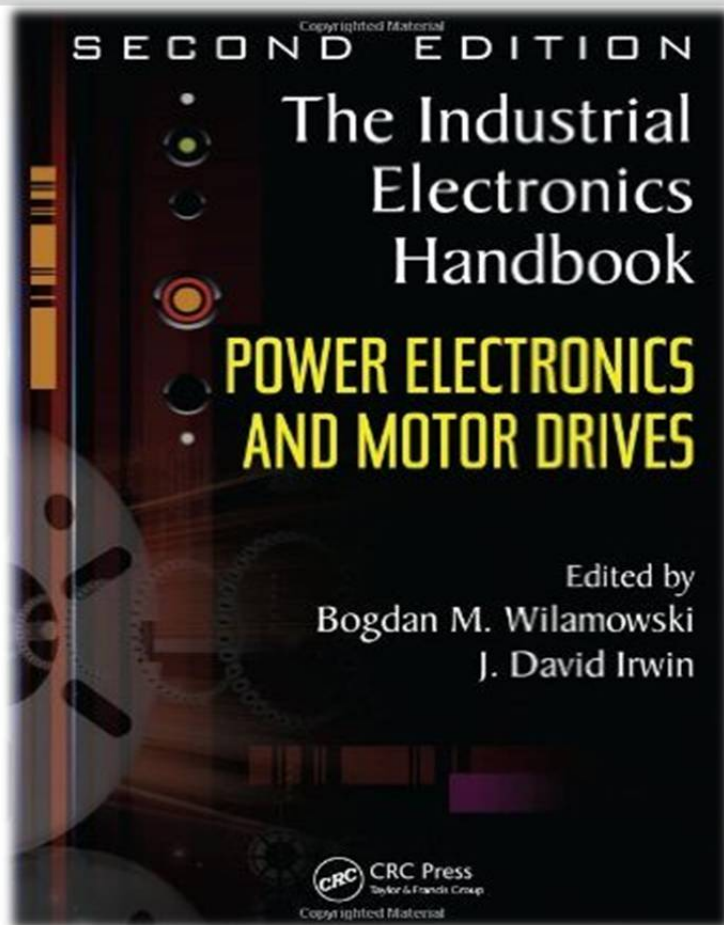
Wygoogluj nas, np. Ufnalski MATLAB, Michalczuk MATLAB lub Gałeccki MATLAB

<p>Designing motion control system with SYSTUNE ★★★★★ 37 downloads 10 months ago</p>	<p>Optimal multiresonant controller in dq0 ★★★★★ 30 downloads 1 month ago</p>	<p>Adaptive optimal control for repetitive processes ★★★★★ 25 downloads 5 months ago</p>	<p>DRFOC drive with flux neuroestimator ★★★★★ 15 downloads 9 months ago</p>	<p>Gradient-free parameter identification in repetitive processes ★★★★★ 13 downloads 5 months ago</p>	<p>How to keep your swarms diversified ★★★★★ 12 downloads 1 month ago</p>
<p>Iterative learning motion control ★★★★★ 25 downloads 1 year ago</p>	<p>Plug-in direct multi-swarm repetitive control (PDMSRC) algorithm with time-distributed calculations for real-time implementation in an... ★★★★★ 22 downloads 4 months ago</p>	<p>Programmable linear-quadratic regulator ★★★★★ 21 downloads 1 year ago</p>	<p>Repetitive Neurocontroller with Disturbance Feedforward ★★★★★ 12 downloads 1 year ago</p>	<p>Repetitive neurocontroller training algorithms ★★★★★ 11 downloads 6 months ago</p>	<p>B-spline network based repetitive motion control ★★★★★ 8 downloads 6 months ago</p>

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI



# 23

## Standalone Double-Fed Induction Generator

Grzegorz Iwański  
*Warsaw University  
of Technology*

Włodzimierz  
Koczara  
*Warsaw University  
of Technology*

23.1	Introduction .....	23-1
23.2	Standalone DFIG Topology.....	23-2
	Model of Standalone DFIG • Selection of the Filtering Capacitors • Initial Excitation of Standalone DFIG • Stator Configurations	
23.3	Control Method .....	23-8
	Sensorless Control of the Stator Voltage Vector	
	References.....	23-14

### 23.1 Introduction

Standalone, AC voltage, power generation systems with conversion of mechanical energy mainly use wound rotor synchronous generators (WRSGs) operated with fixed speed, related to the reference frequency, e.g., 50 or 60 Hz. Power systems, like wind turbines or water plants, in which fixed speed is difficult to obtain, can be adopted to standalone variable-speed operation and provide standard fixed frequency AC voltage. Normalized voltage can be obtained by the use of full-range power electronics converter, as a coupler interface between variable-speed generator and an isolated load (Figure 23.1). WRSG or permanent magnet synchronous generator (PMSG) based systems can be equipped with an AC/DC diode rectifier with an optional DC/DC converter and a DC/AC converter (Figure 23.1a). In case of cage induction generator (CIG) (Figure 23.1b), back-to-back converter is necessary (controlled AC/DC and DC/AC). Power inverter, responsible for generation of standard AC voltage, in standalone mode requires an output  $L_r$ - $C_f$  filter, to obtain high-quality generated voltage [1–3].

Other variable-speed power generation system, which is recently often applied in grid-connected wind turbines, consists of doubly fed induction generator (DFIG) and rotor-connected power electronics converter (Figure 23.2) [4–6]. The typical speed range of DFIG generation system equals  $\pm 33\%$  around synchronous speed. For that speed range, the power electronics converter is limited to 33% of DFIG rated power.

In comparison to the total system power, the DFIG corresponds to 75% and converter corresponds to 25% of maximum produced power, due to the fact, that during over-synchronous speed operation, power is delivered via stator side as well as rotor and power electronics converter. The variable-speed systems with DFIG, driven by wind turbines, are dedicated only to grid-connected systems, which are supported by energy storage or other power source.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI

VSWT BASED ON DFIM MANUFACTURERS

65

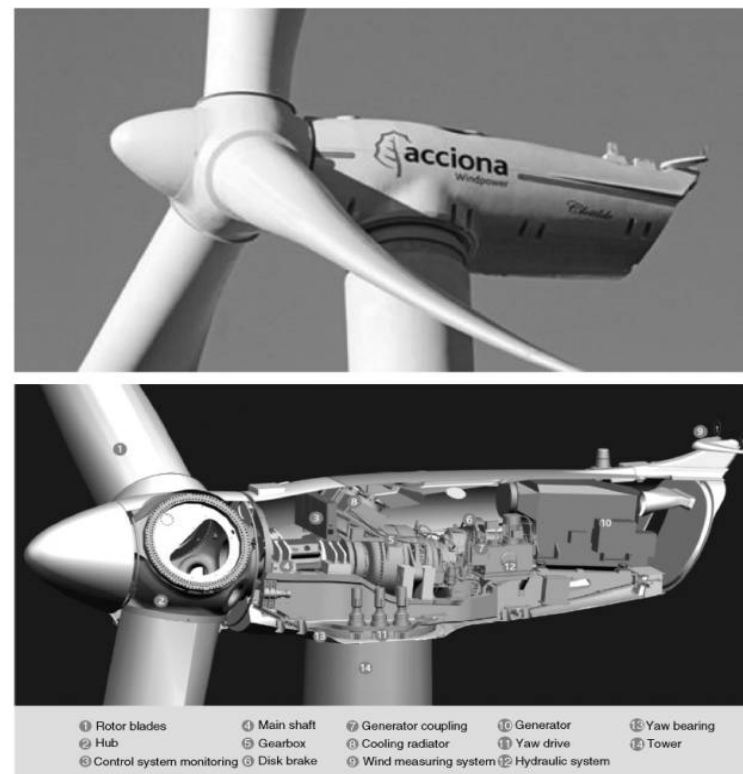
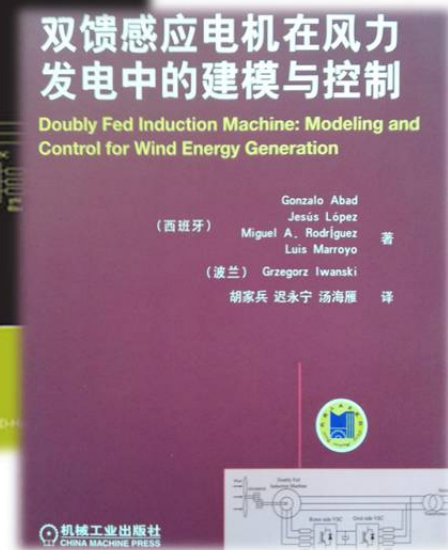
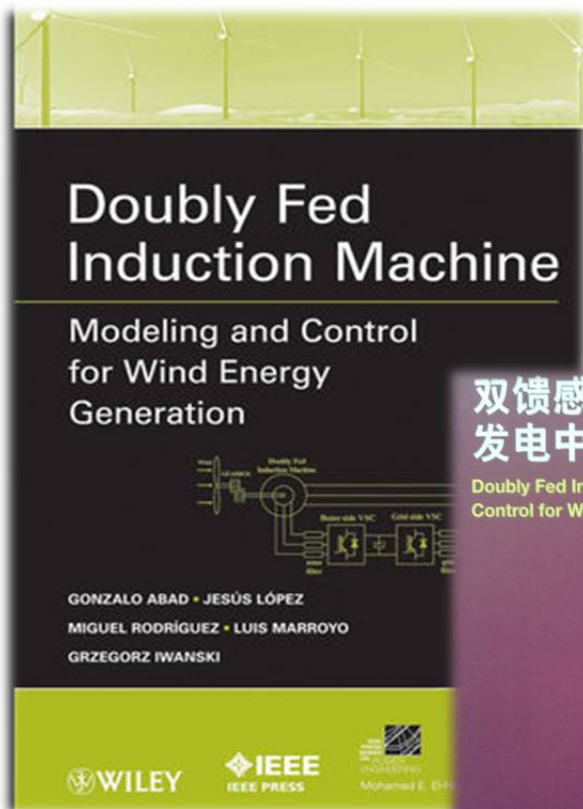


Figure 1.49 Main components of an AW 3000 nacelle. (Source: Acciona.)

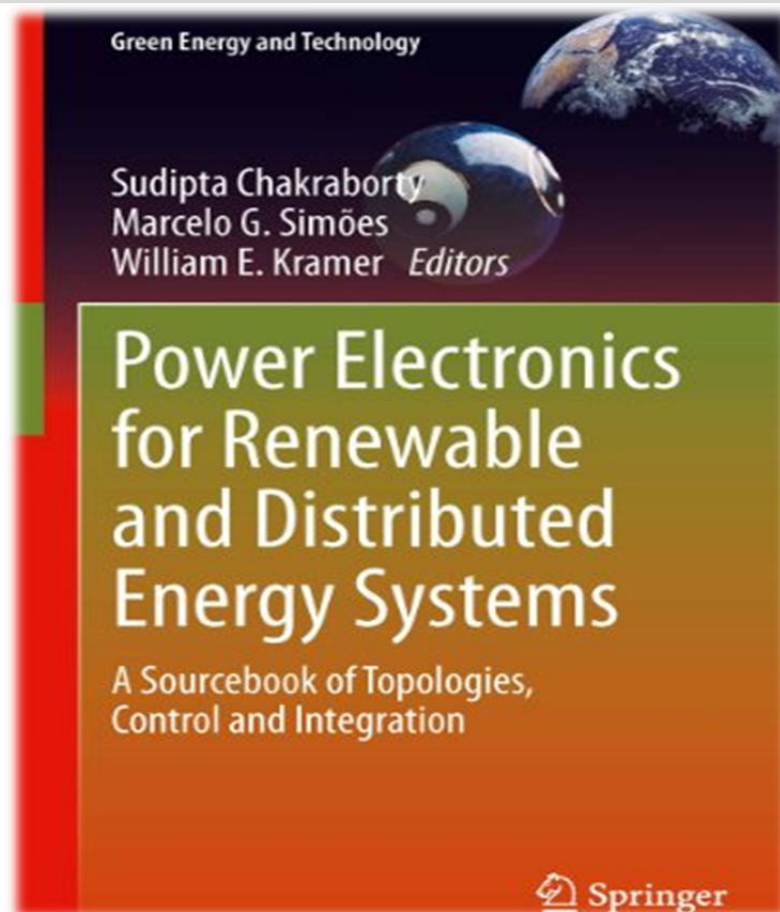
<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI



### Chapter 7 Variable-Speed Power Generation

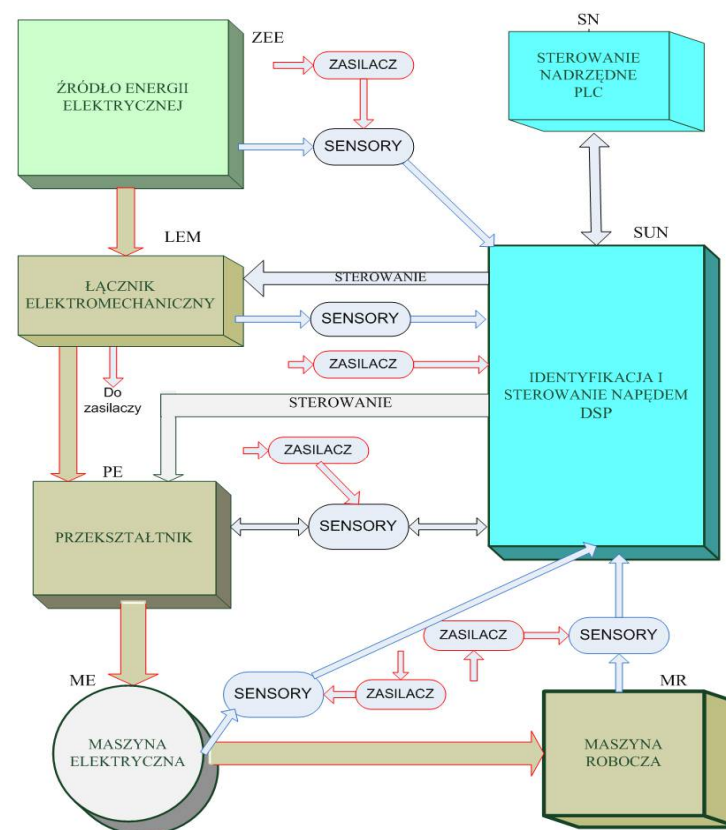
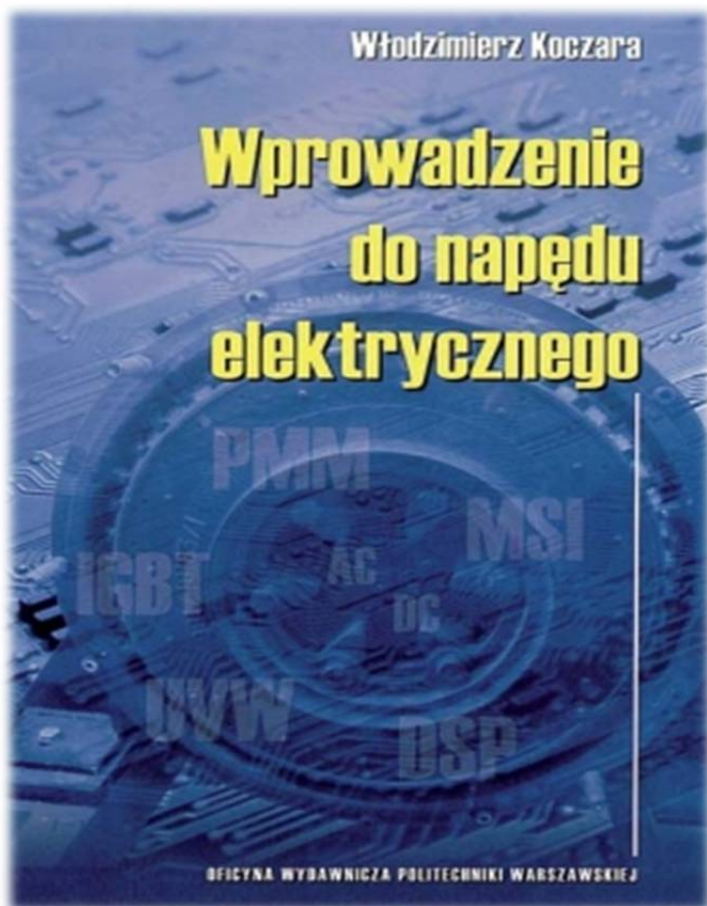
Włodzimierz Koczara and Grzegorz Iwanski

**Abstract** Theory of the variable (adjustable) speed generation systems is described. The main part is related to island (autonomous) operation. Variable speed means an additional degree of freedom of the generation system. Moreover, it provides higher speed than conventional system based on wound rotor synchronous generator. The higher speed results in higher power of driving engine. Adjustable speed provides reduction of fuel consumption. To reduce the engine fuel use, its speed is adjusted to areas of low specific fuel consumption. Two basic topologies are presented. First topology is based on application of the permanent magnet generator, whereas second on the slip-ring induction machine. Power flow drawn from the engine via generator is controlled by power electronic converters. In case of use of permanent magnet generator, the applied power electronic converter is built on the basis of the intermediate DC link voltage. The generator voltage of variable frequency and amplitude is rectified and then converted to the AC voltage. This concept is realized by application of several different rectifier and inverter topologies. The power electronics converter controls the rectified current and in this way adjusts the load torque produced by the generator. Speed control systems of the driving engine are presented. The variable speed power generation with slip-ring induction machine system uses a control method based on space vector theory. According the reference stator voltage vector, the rotor current amplitude, frequency, and phase are adjusted to provide sinusoidal three-phase stator voltage.





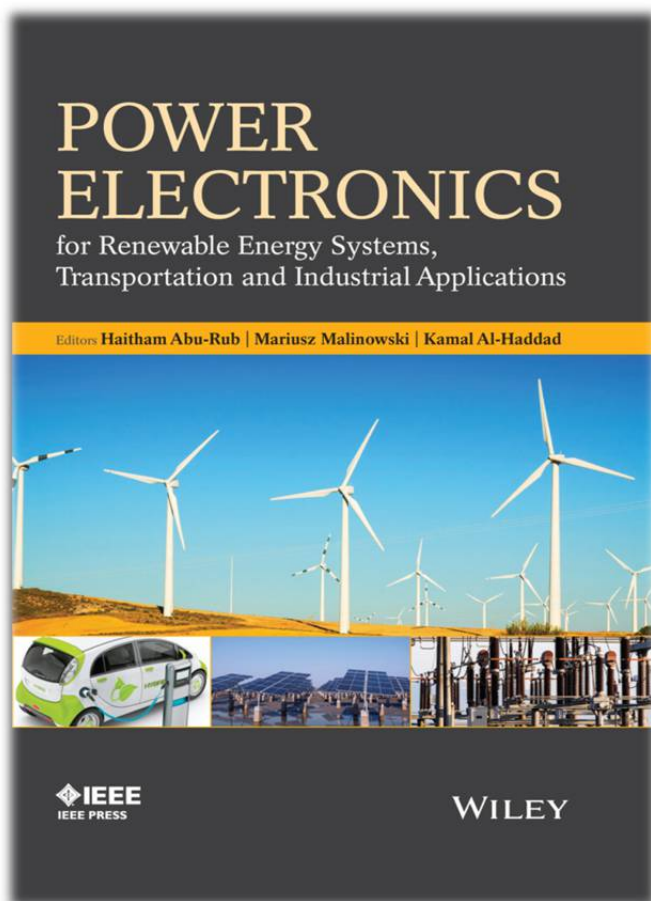
## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI



Rys. 8.2.1. Schemat podstawowy elektrycznego układu napędowego



## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI



### Properties and Control of a Doubly Fed Induction Machine

Gonzalo Abad<sup>1</sup> and Grzegorz Iwanski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Electronics and Computing Department, Mondragon University, Mondragon, Spain

<sup>2</sup>Institute of Control and Industrial Electronics, Warsaw University of Technology, Warszawa, Poland

#### 10.1 Introduction. Basic principles of DFIM

##### 10.1.1 Structure of the Machine and Electric Configuration

The doubly fed induction machine (DFIM) or wound rotor induction machine (WRIM) are terms commonly used to describe an electrical machine, which has been used over many decades in various applications, often in the range of megawatts of power and also less commonly in the range of a few kilowatts. This concept of the machine is as an alternative to more common asynchronous and synchronous machines. It can be advantageous in applications that have a limited speed range, allowing a reduction in the size of the supplying power electronic converter as, for instance, in variable-speed generation, water pumping and so on.

The typical supply configuration of the DFIM is shown in Figure 10.1. The stator is supplied by three-phase voltages directly from the grid at constant amplitude and frequency, creating the stator magnetic field [1, 2]. The rotor is also supplied by three-phase voltages that take a different amplitude and frequency at steady state in order to reach different operating conditions of the machine (speed, torque, etc.). This is achieved by using a back-to-back three-phase converter, as represented in the simple schematic in the figure. This converter, together with the appropriate control strategy, is in charge of imposing the required rotor AC voltages to control the overall DFIM operating point and to perform the power exchange through the rotor to the grid. Although a voltage source converter is shown, different configurations or converter topologies could be utilized. Further details regarding the operation of the machine are described in subsequent sections.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI



### Chapter 9 Advanced Control and Optimization Techniques in AC Drives and DC/AC Sine Wave Voltage Inverters: Selected Problems

Barłomiej Ufnalski, Lech M. Grzesiak and Arkadiusz Kaszewski

**Abstract** This chapter presents the application of a particle swarm optimization (PSO) to a controller tuning in selected power electronic and drive systems. The chapter starts with a relatively simple tuning of a cascaded PI speed and position control system for a BLDC servo drive. This example serves as the background for a discussion on selecting the objective function for the PSO. Then the PSO is used in two challenging controller tuning tasks. This includes optimizing selected learning parameters in the adaptive artificial neural network (ANN) based online trained speed controller for an urban vehicle (3D problem) and selecting penalty factors in the LQR with augmented state (i.e. with oscillatory terms) for a three-phase four-leg sine wave inverter (15D problem). It is demonstrated with the help of these case studies why and where the PSO, or any other similar population based stochastic search algorithm, can be beneficial. Engineers encounter many non-straightforward controller tuning problems in power electronic systems and this chapter illustrates that in some cases it is relatively easy to reduce these tasks into the objective function selection problem. The relevant controller parameters are then determined automatically by the PSO.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO

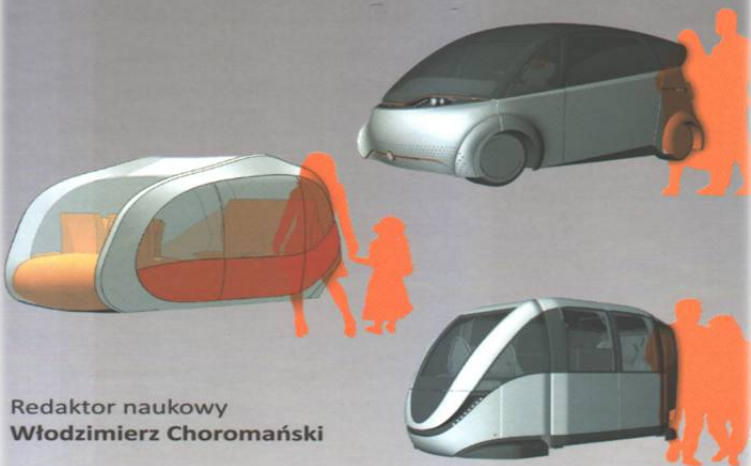


## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI

### EKOMOBILNOŚĆ

Tom I

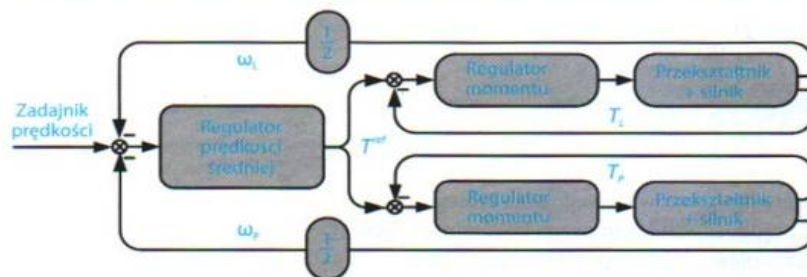
Innowacyjne i ekologiczne  
środki transportu



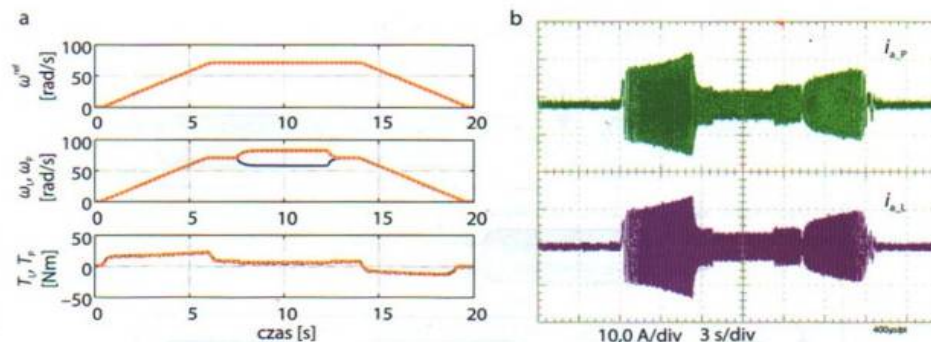
Redaktor naukowy  
Włodzimierz Choromański



Przełącznikowy układ napędowy dla dwusilnikowego pojazdu elektrycznego



Rys. 11.50. Schemat blokowy elektronicznego układu różnicowego z regulatorem średniej wartości prędkości



Rys. 11.51. Przebiegi prędkości zadanej, prędkości kątowych i momentów elektromagnetycznych (a) oraz prądów jednej fazy (b) silników napędowych kół lewego i prawego w układzie z regulatorem średniej wartości prędkości podczas pokonywania zakrętu

mgr inż. Piotr Biernat

11.10

mgr inż. Andrzej Gałęcki

11.10

prof. dr. hab. inż. Lech  
Grzesiak

12.1 - 12.6

dr. inż. Bartłomiej Kamiński

6.8 - 6.11

dr. Inż. Arkadiusz Kaszewski

11.10

mgr inż. Marek Michalczuk

3, 12.1 - 12.6

mgr inż. Marcin Nikoniuk

6.8 - 6.11

mgr inż. Piotr Rumniak

11.10

dr. inż. Bartłomiej Ufnalski

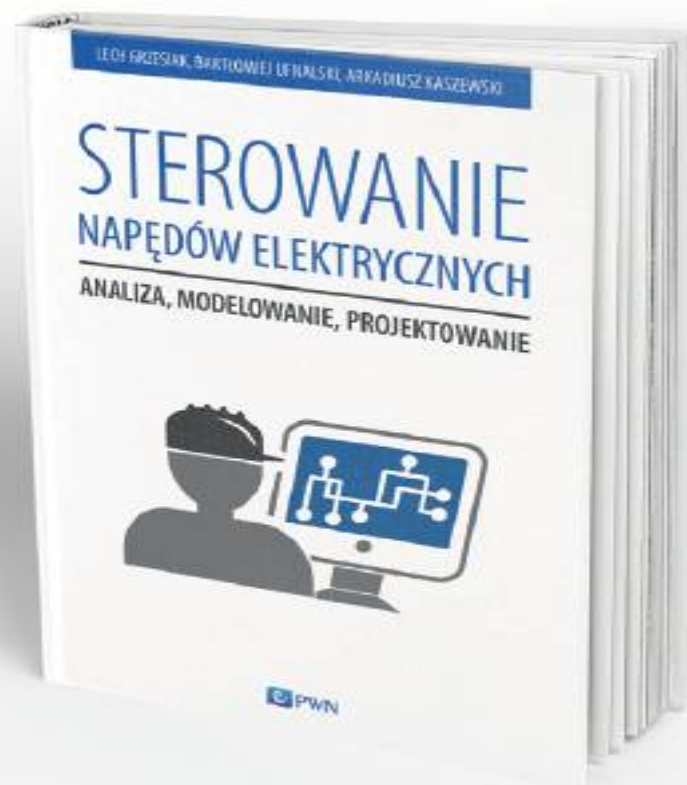
12.1 - 12.6

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





## MONOGRAFIE NAUKOWE I PODRĘCZNIKI



W książce przedstawiono najczęściej wykorzystywane w zastosowaniach przemysłowych układy napędowe prądu stałego oraz prądu przemiennego z silnikami indukcyjnymi i silnikami synchronicznymi o magnesach trwałych.

Zaprezentowano kompleksowe omówienie następujących zagadnień:

- układy przekształtnikowe,
- sposoby identyfikacji parametrów maszyny elektrycznej,
- synteza regulatorów dla różnorodnych struktur sterowania.

Opisane zostały również wybrane metody optymalizacji regulatorów, zarówno algorytmiczne, jak i wykorzystujące metody sztucznej inteligencji.

Materiał zawarty w opracowaniu pozwala na projektowanie, analizowanie i porównywanie właściwości różnych struktur napędowych.

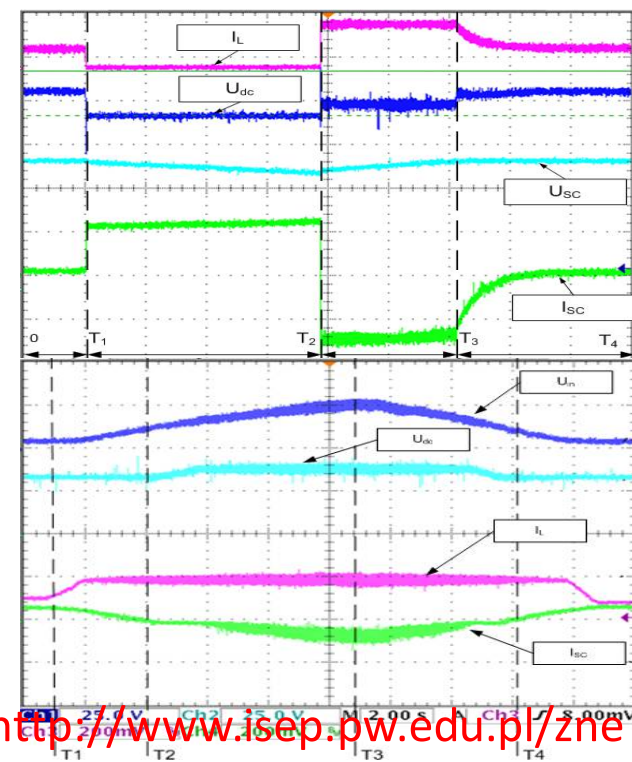
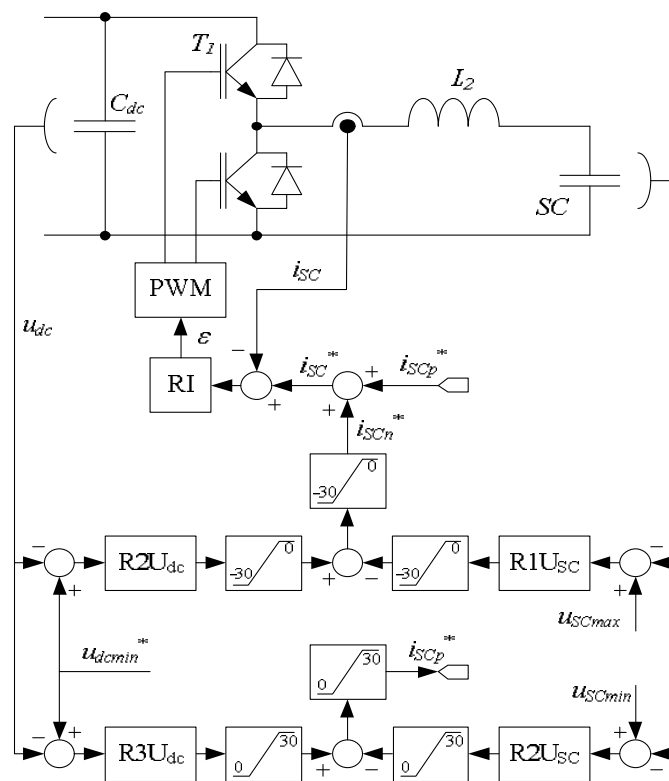
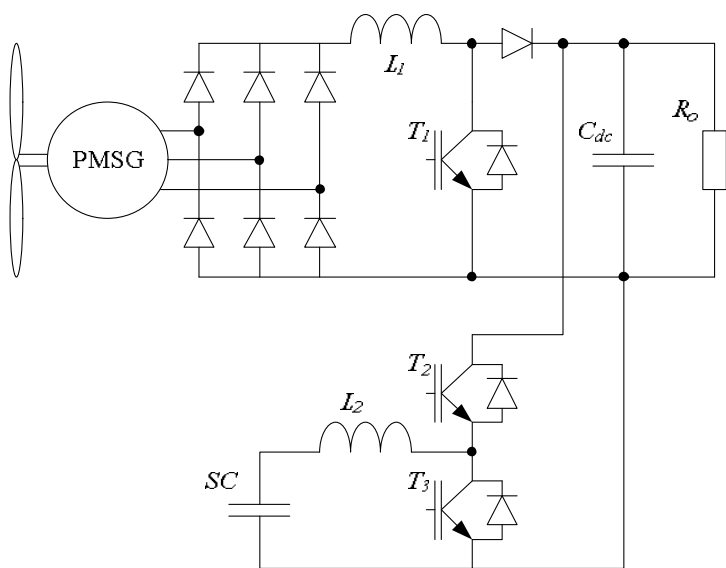
Książka adresowana jest dla każdego, komu zależy na uporządkowaniu wiedzy na temat podstawowych układów regulacji oraz poszerzeniu zakresu swoich umiejętności o nowoczesne układy sterowania. Skorzystają z niej w szczególności inżynierowie oraz studenci elektrotechniki, automatyki i robotyki oraz mechatroniki.

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Tomasz Krzysztoń, Paweł Staniak, „Realizacja układu zarządzania rozpięciem energii dla źródła wspomaganego zasobnikiem”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr inż. Grzegorz Iwański



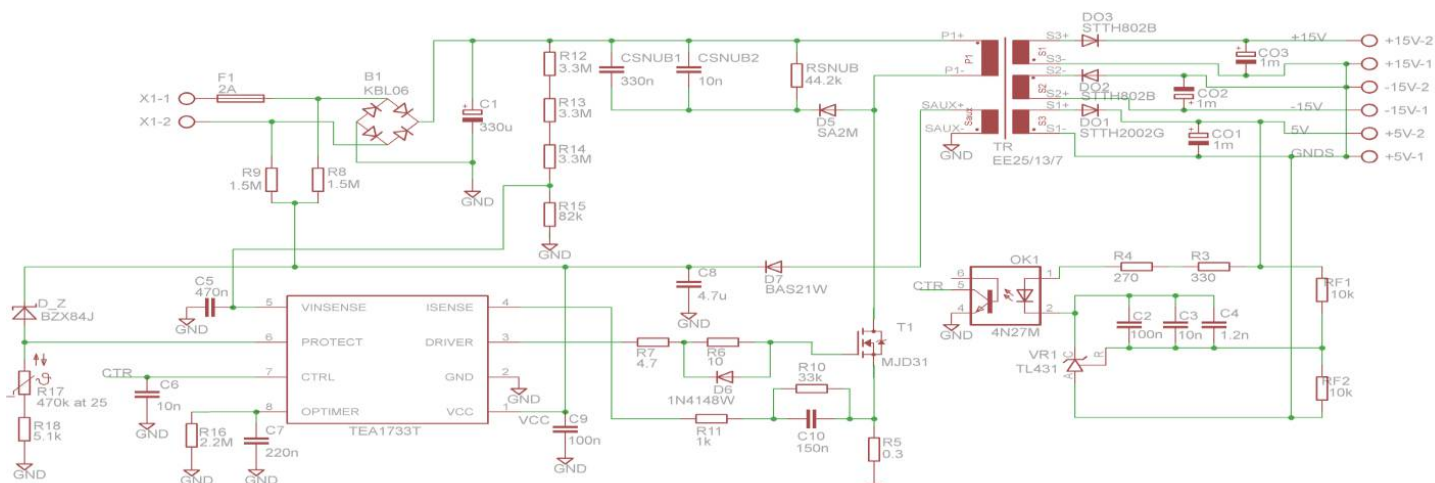
Wyniki pracy opublikowano w materiałach konferencyjnych:  
G. Iwański, P. Staniak, W. Koczara „Power Management in a DC Microgrid Supported by Energy Storage”,  
20th IEEE International Symposium on Industrial Electronics,  
27-30 June 2011, pp. 347-352, Gdańsk.





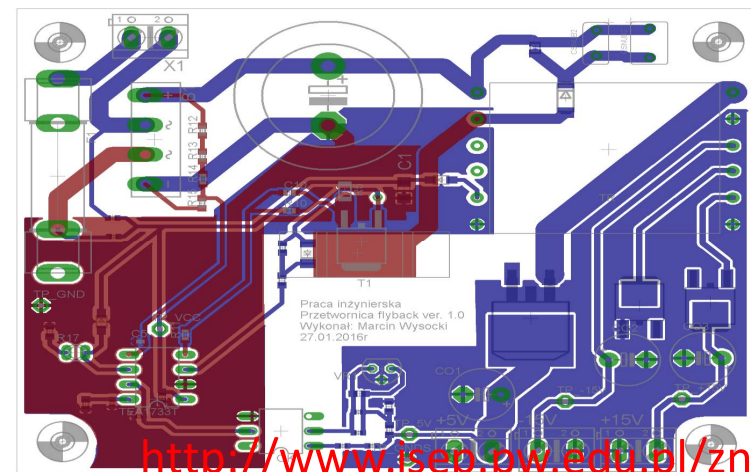
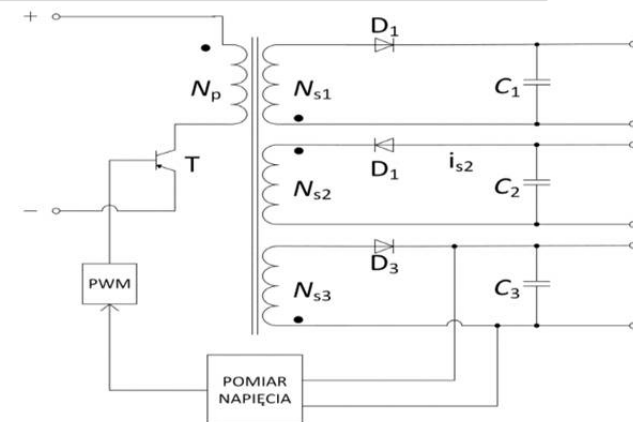
## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Marcin Wysocki, „Zasilacz impulsowy dedykowany do układów sterowania przekształtnikami energoelektronicznymi”, praca dyplomowa inżynierska, opiekun: mgr inż. Marek Michalczuk



### Zakres pracy:

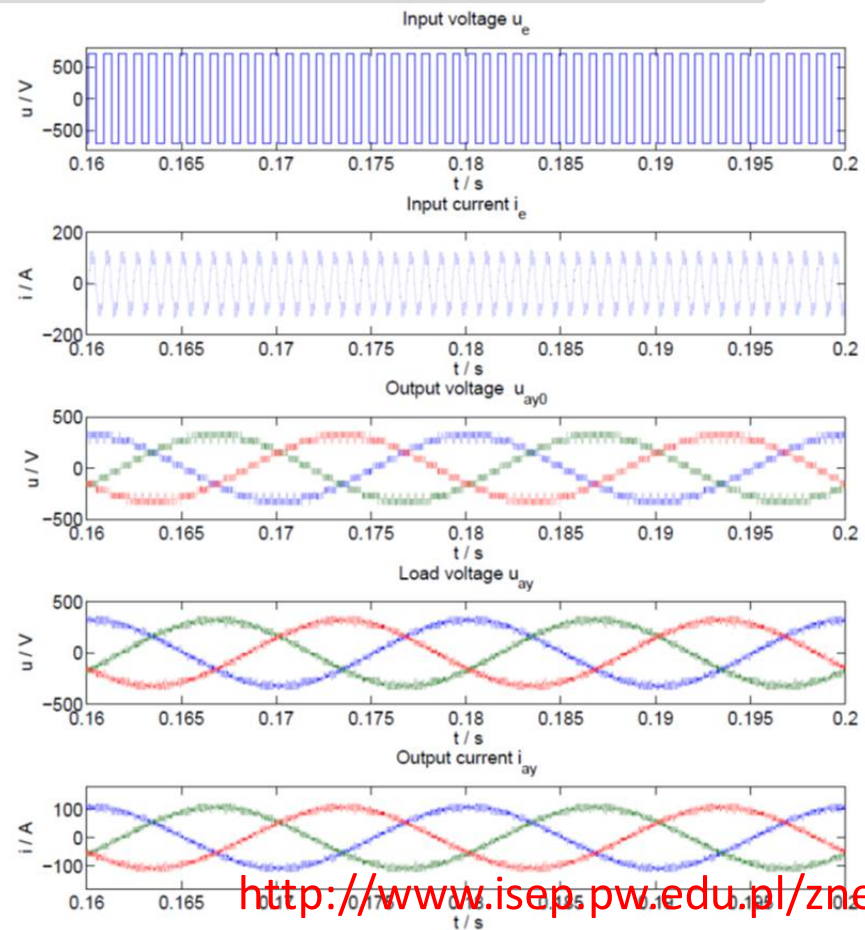
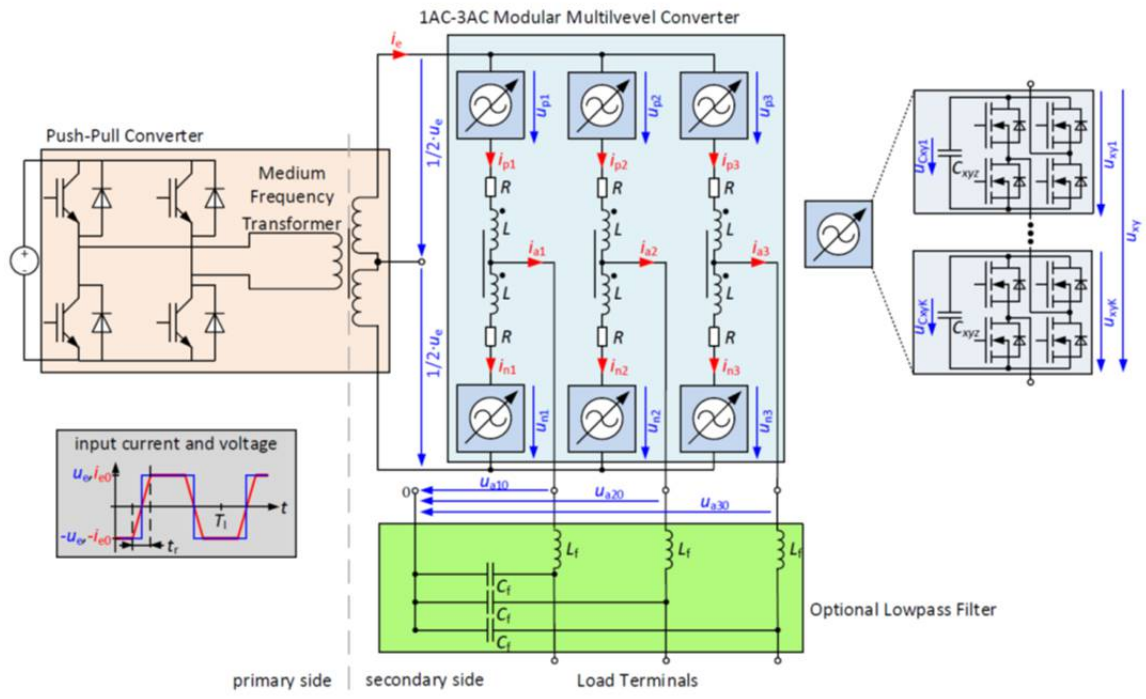
1. Projekt zasilacza opartego na przetwornicy typu flyback.
2. Analityczny dobór podstawowych komponentów przetwornicy typu flyback.
3. Wykonanie modelu zasilacza impulsowego i symulacji w programie PLECS.
4. Opracowanie projektu wykonawczego zasilacza.





# WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Andrzej Straś, „Control of a modular multilevel converter over the entire operating range”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Arkadiusz Kaszewski



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

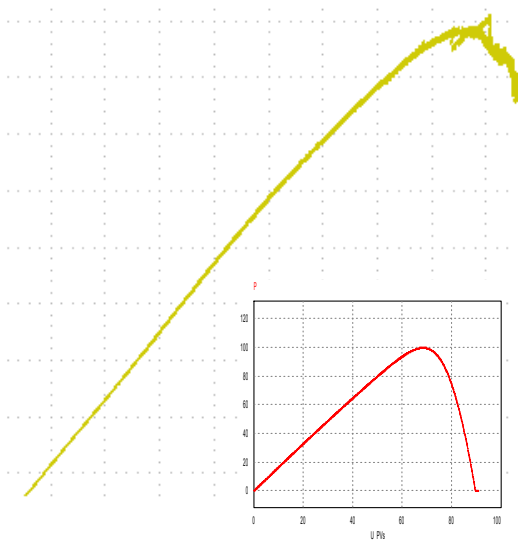




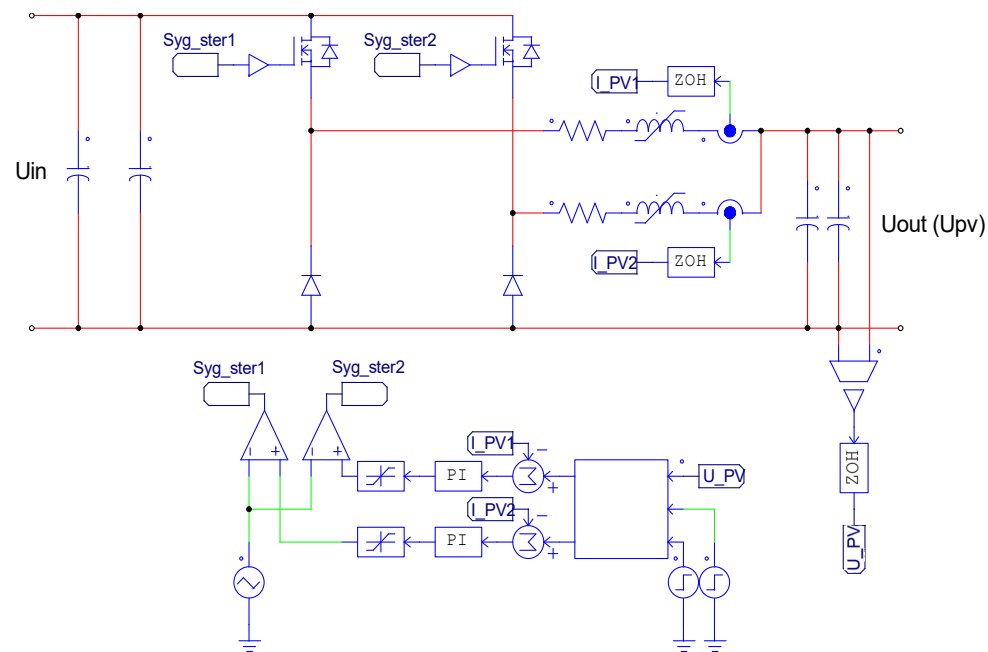
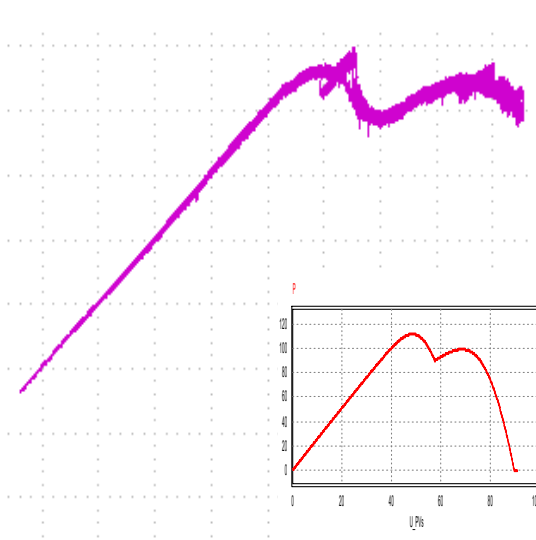
## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Maciej Gańczak, Przemysław Kowalczyk, „Projekt i realizacja symulatora paneli fotowoltaicznych i przekształtnika obsługującego panel”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański

Charakterystyka mocowo-napięciowa w układzie rzeczywistym i symulacyjnym



Charakterystyka mocowo-napięciowa w układzie rzeczywistym i symulacyjnym dla nierównomiernego nasłonecznienia



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



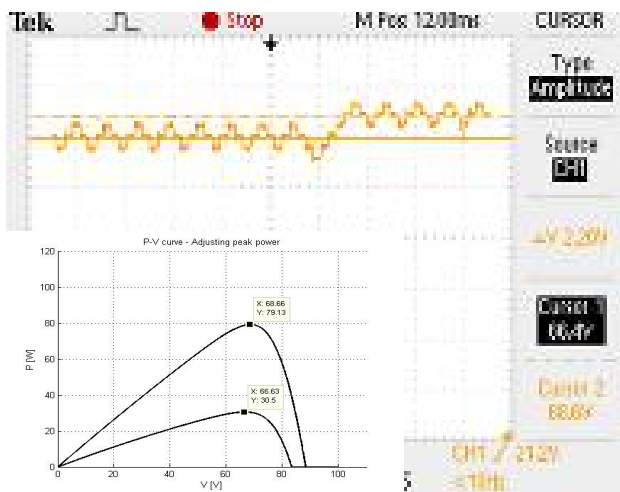
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



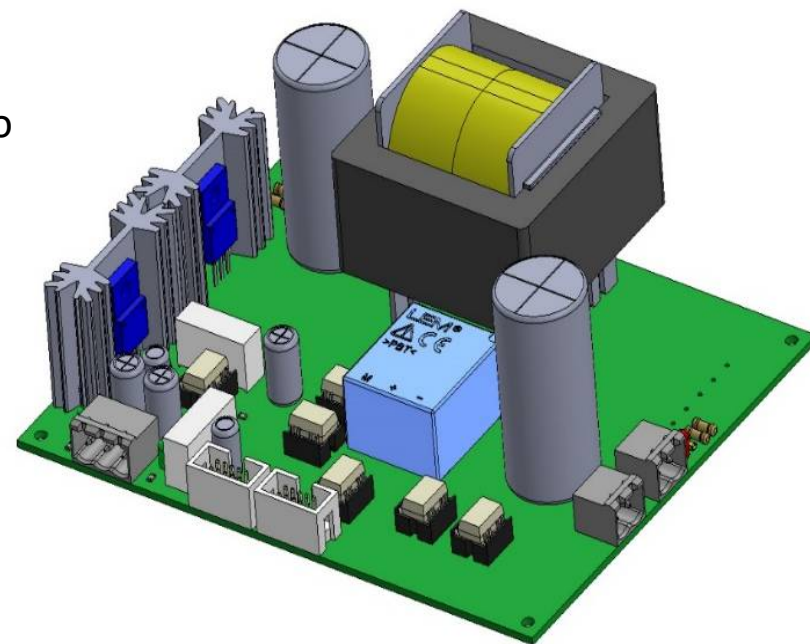
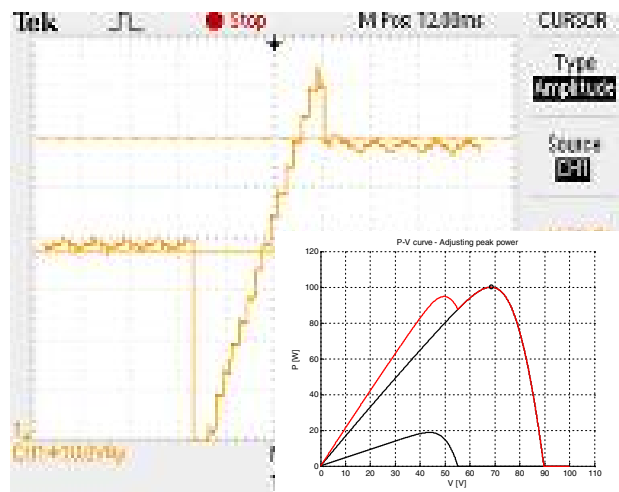
## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Maciej Gańczak, Przemysław Kowalczyk, „Projekt i realizacja symulatora paneli fotowoltaicznych i przekształtnika obsługującego panel”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański

Regulacja napięcia panelu podczas zmiany nasłonecznienia



Przeskanowanie charakterystyki w poszukiwaniu maksimum globalnego



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

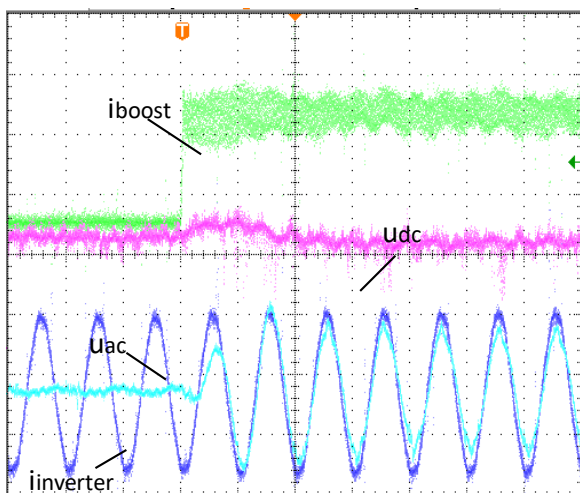




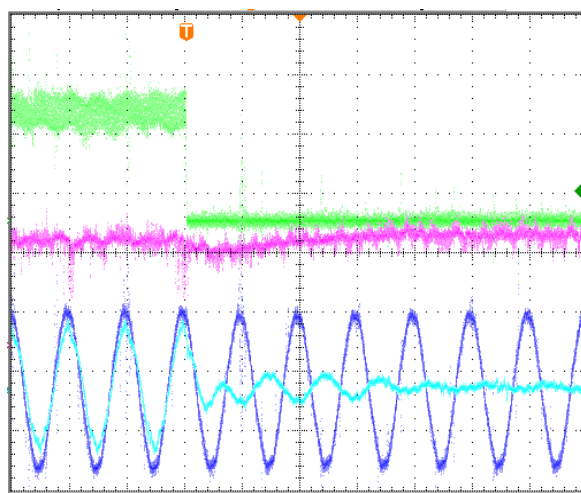


## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

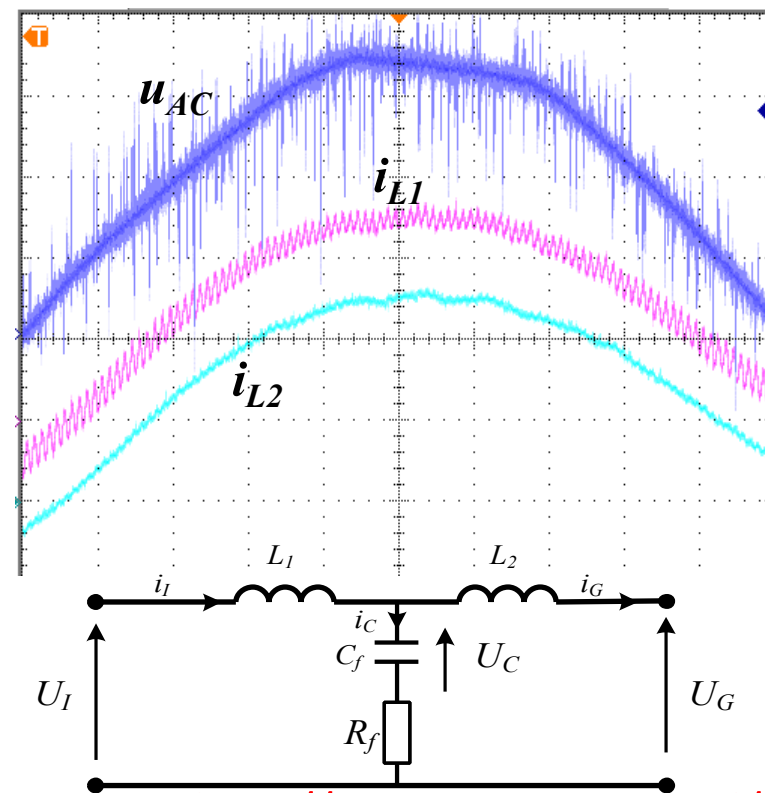
Konrad Bugalski, Patryk Siłkowski, „Projekt i realizacja układu przekształcania energii między turbiną wiatrową a siecią zasilającą”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański



Włączenie przekształtników



Wyłączenie przekształtników

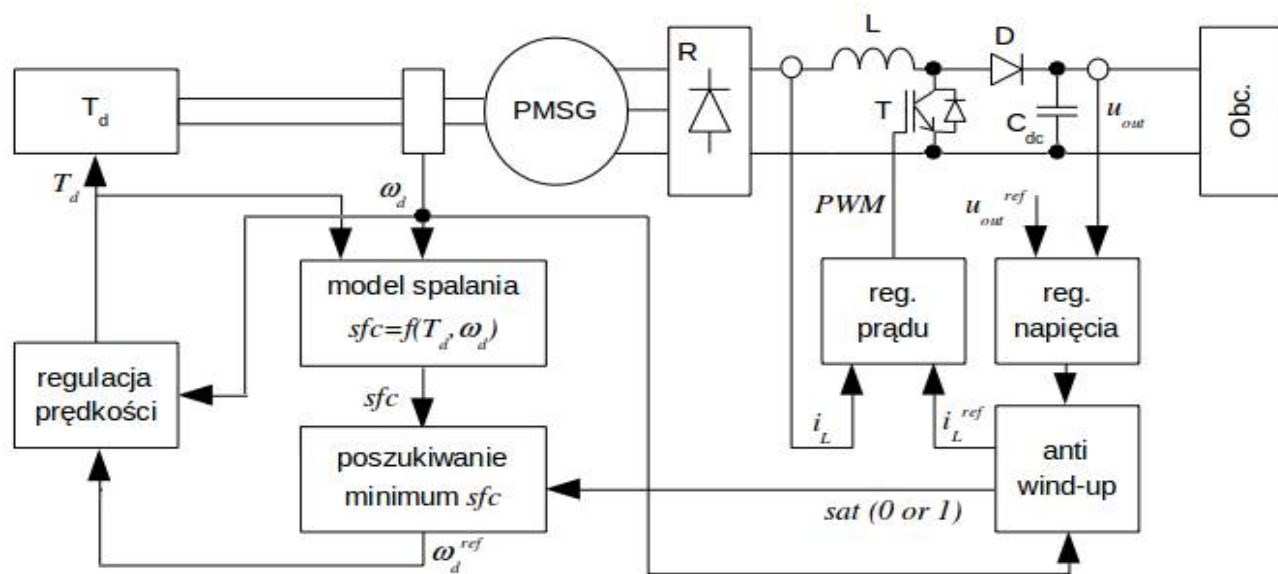




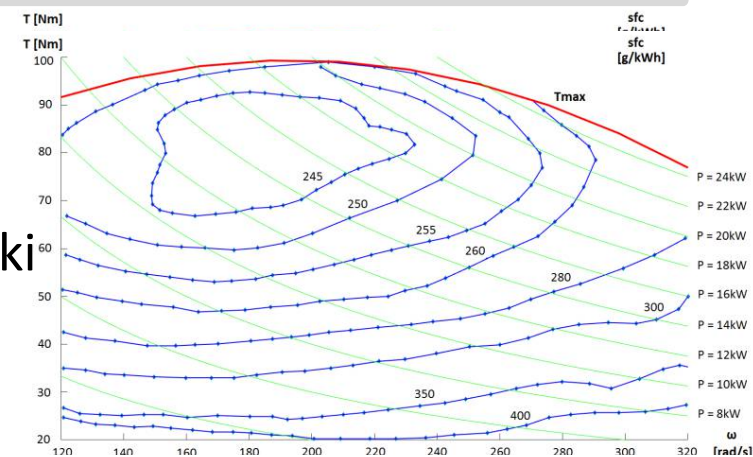


## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

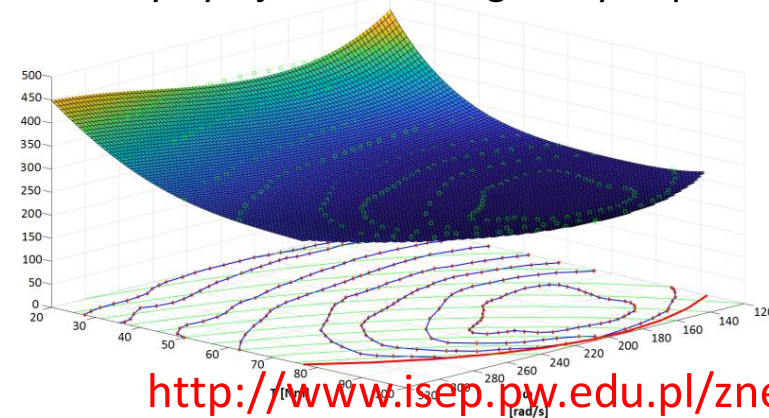
Łukasz Bigorajski, „Metody poszukiwania punktu pracy o minimalnym jednostkowym zużyciu paliwa w spalinowym zespole prądotwórczym o zmiennej prędkości”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański



Schemat sterowania układem przekształtnikowym i silnikiem spalinowym



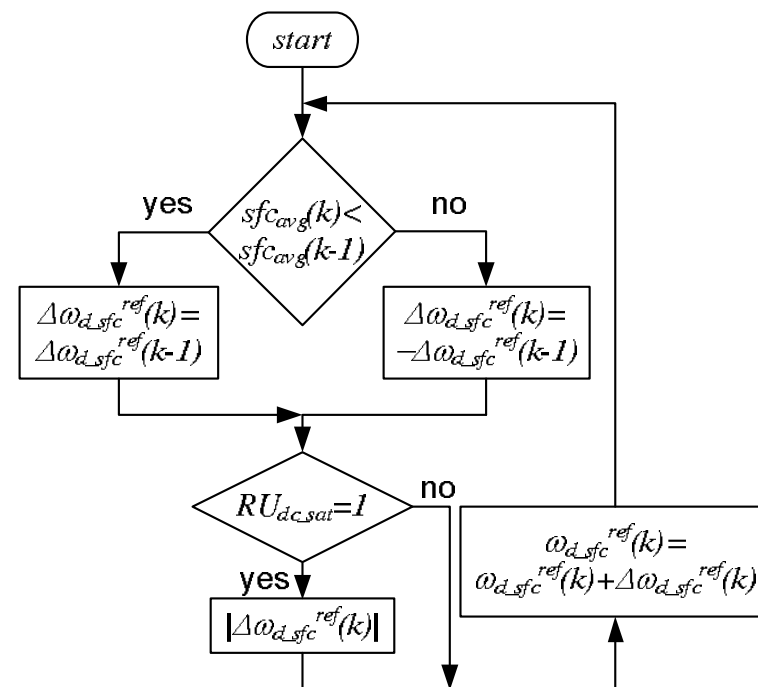
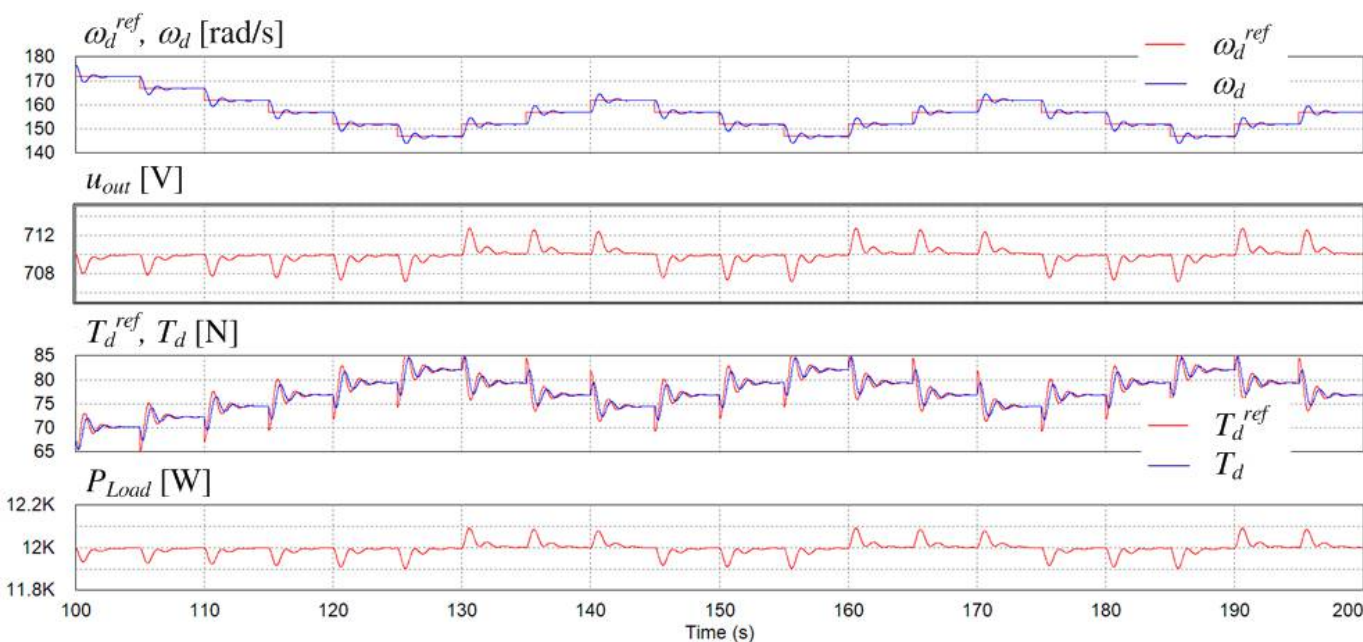
Charakterystyki jednostkowego zużycia paliwa





## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Łukasz Bigorajski, „Metody poszukiwania punktu pracy o minimalnym jednostkowym zużyciu paliwa w spalinowym zespole prądotwórczym o zmiennej prędkości”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz



Wyniki pracy wykorzystano w publikacji w czasopiśmie:

G. Iwanski, Ł. Bigorajski, W. Koczara, „Speed control with incremental algorithm of minimum fuel consumption tracking for variable speed diesel generator”, **Energy Conversion and Management**, vol. 161, pp. 182-192, April 2018

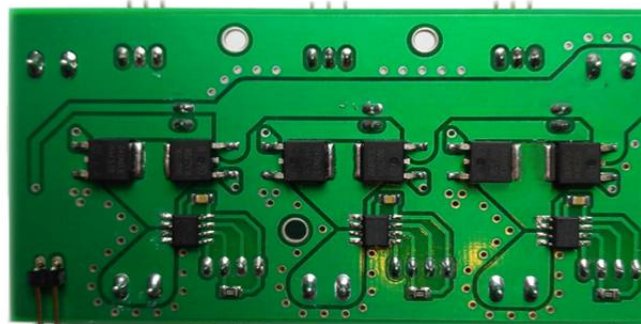
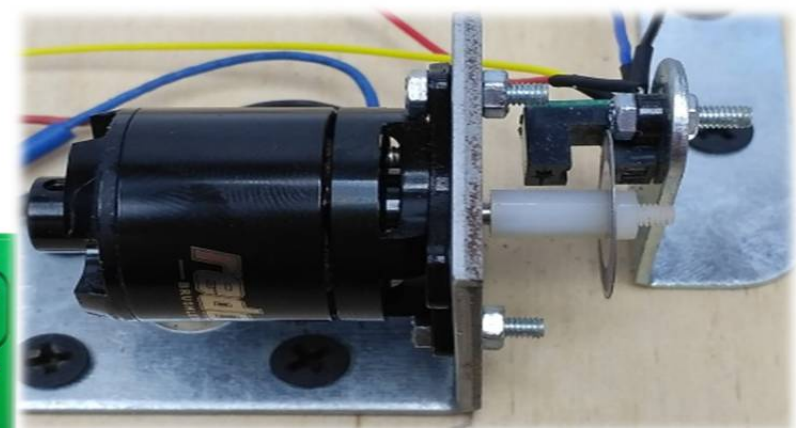
<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



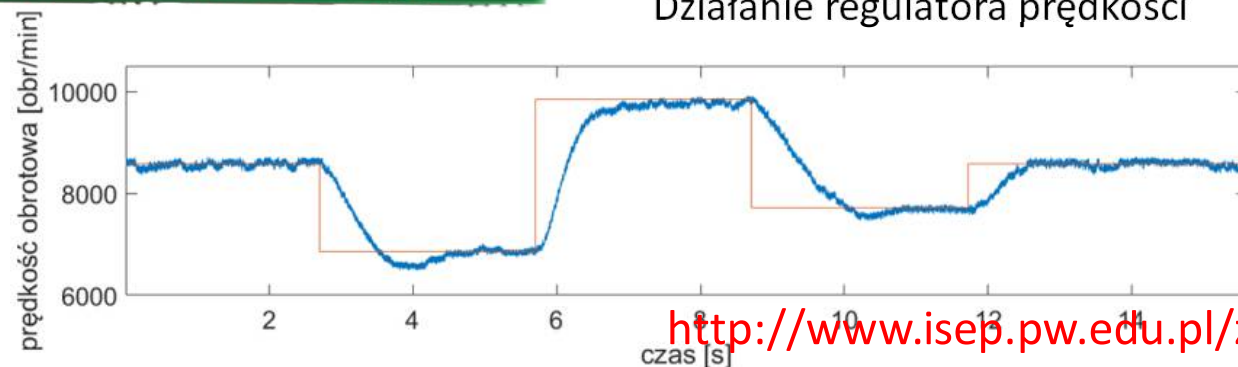


## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

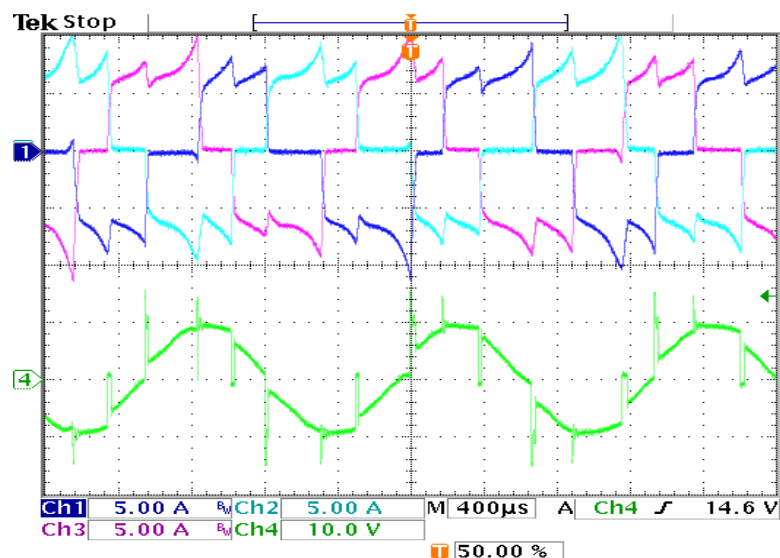
Wojciech Bytof, „Projekt falownika napięcia do zasilania wysokoobrotowego silnika BLDC małej mocy”, praca dyplomowa inżynierska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański



Działanie regulatora prędkości



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

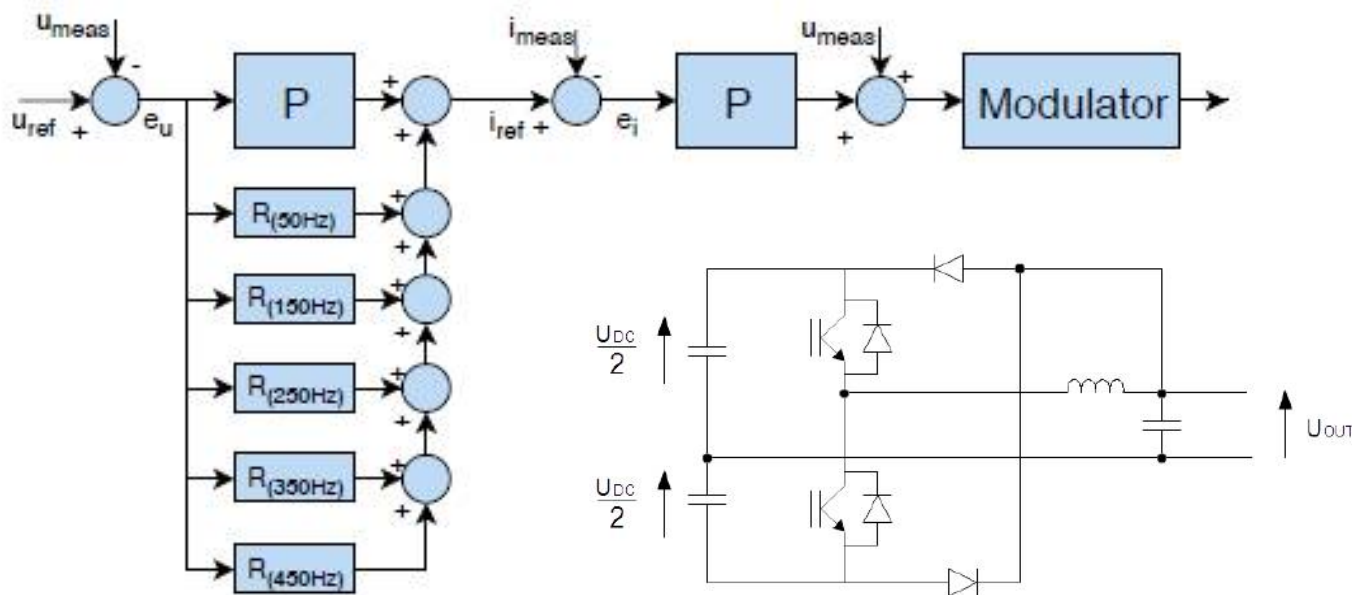


Przebiegi prądów fazowych i napięcia stojana



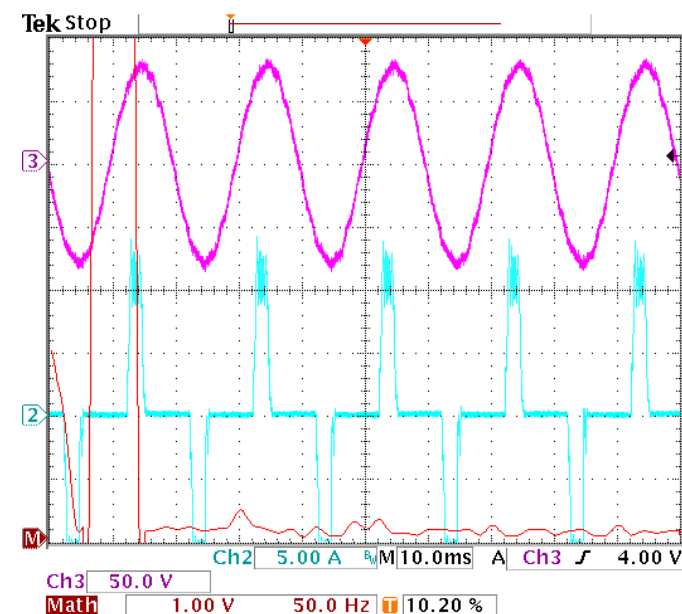
## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Alicja Lubińska, „Sterowanie jednofazowym falownikiem napięcia z wyjściowym filtrem LC”,  
praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański



Struktura układu regulacji z wielorezonansowym regulatorem napięcia

Schemat badanego jednofazowego falownika napięcia z filtrem LC



Przebiegi sinusoidalnego napięcia wyjściowego filtru LC oraz prądu obciążenia nieliniowego

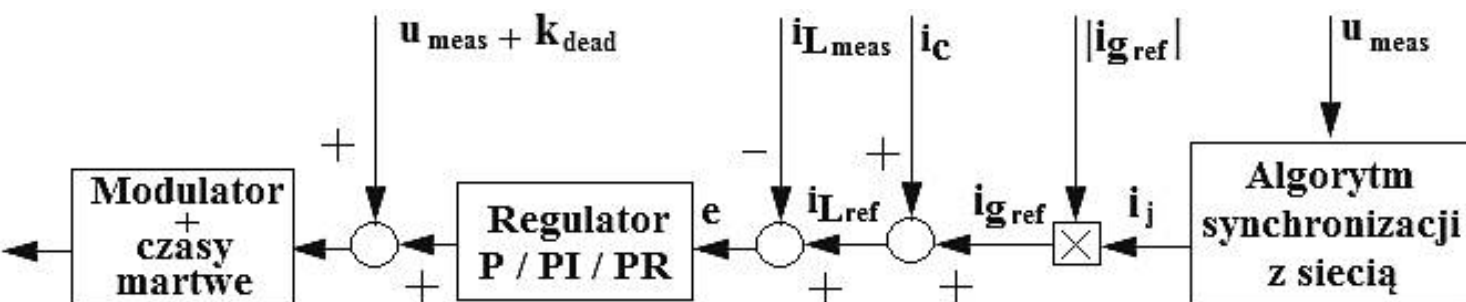
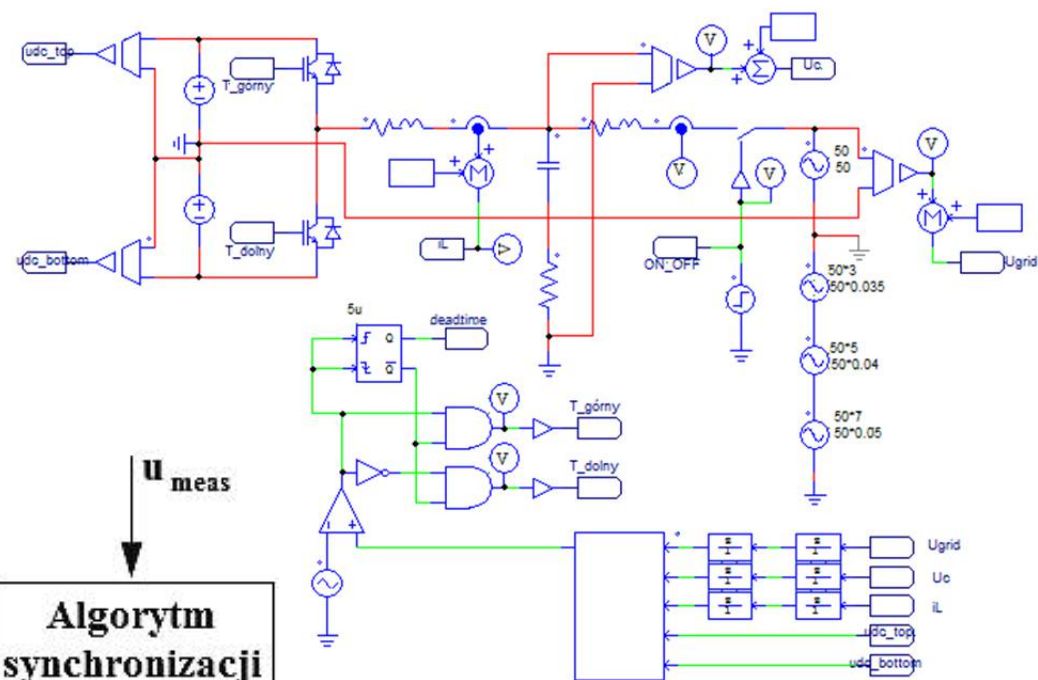
<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Aleksandra Bojara, „**Sterowanie jednofazowym przekształtnikiem sieciowym z filtrem LCL**”,  
praca dyplomowa magisterska,  
opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański



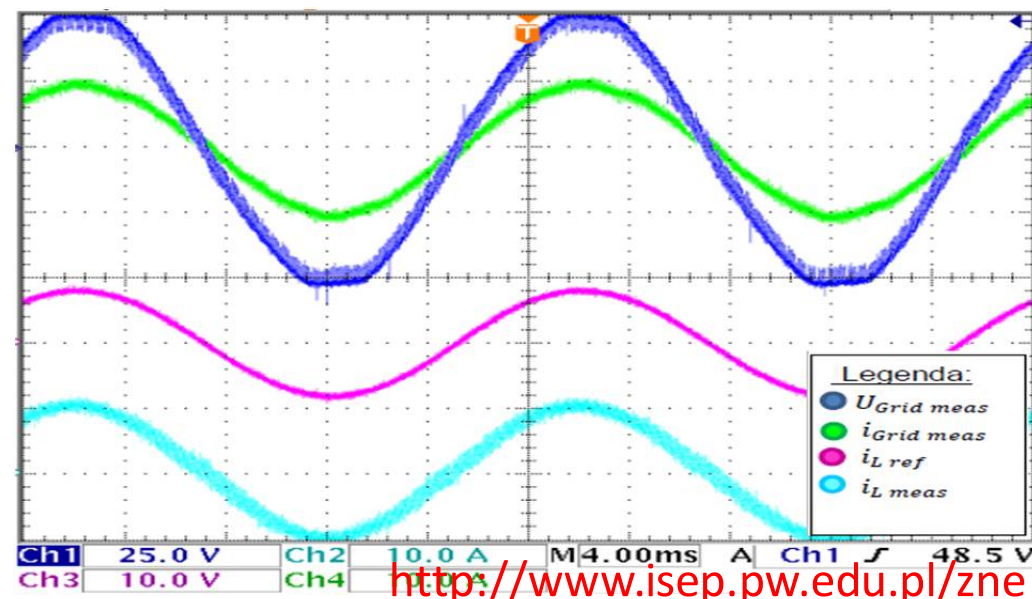
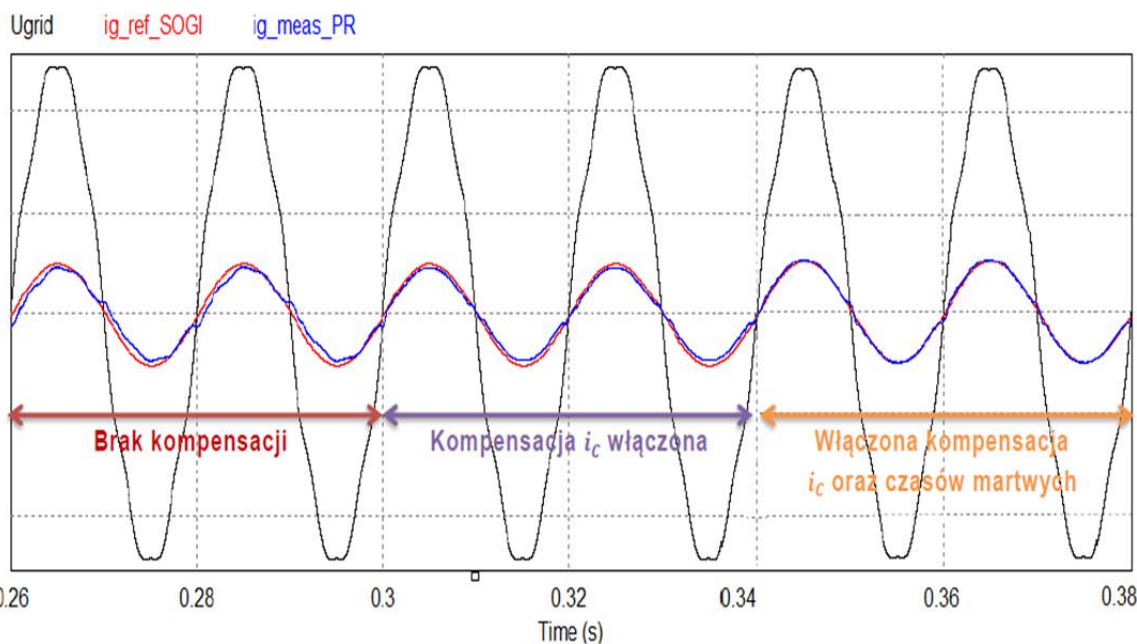
Ogólny schemat układu sterowania



## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Aleksandra Bojara, „**Sterowanie jednofazowym przekształtnikiem sieciowym z filtrem LCL**”,  
praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański

Porównanie wyników symulacji i badań na stanowisku laboratoryjnym dla synchronizacji poprzez algorytm SOGI-OSG





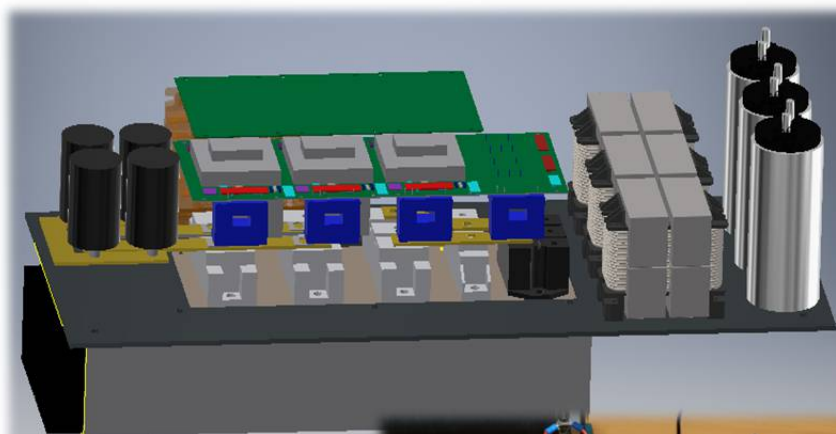
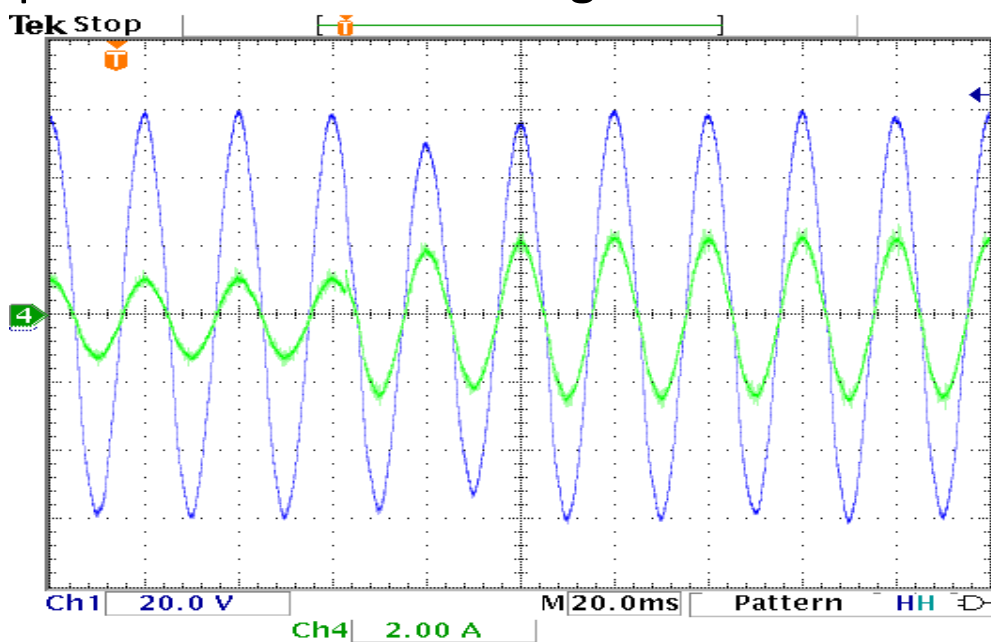


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Marcin Woźniak, „Projekt jednofazowego przekształtnika z filtrem LC i łącznikiem stanu neutralnego”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański

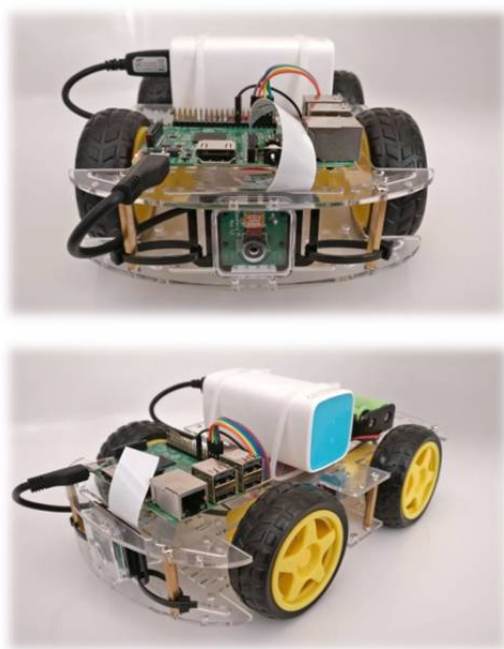




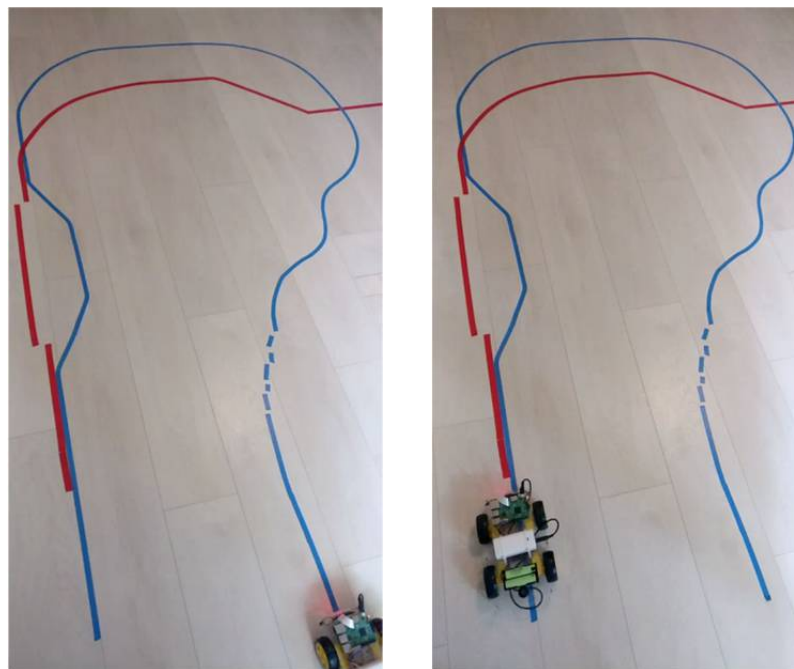
## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Michał Reguła, „Sterowanie pojazdem elektrycznym z zastosowaniem układu wizyjnego”,  
praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr inż. Remigiusz Olesiński

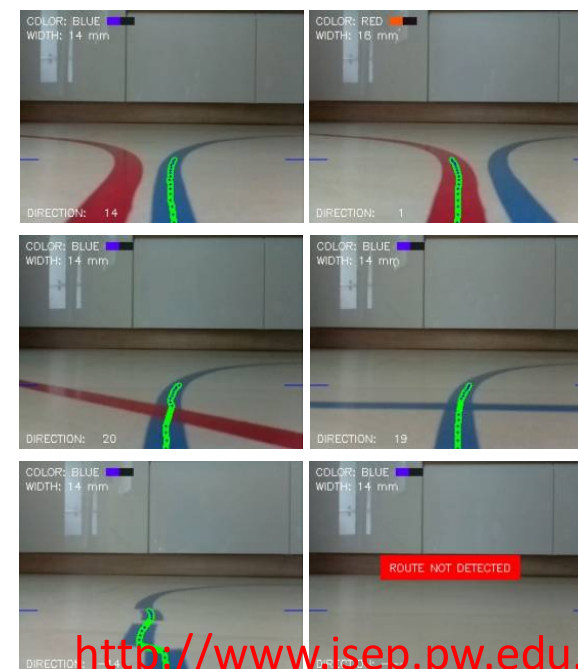
Model pojazdu elektrycznego



Samodzielna jazda



Wykrywanie tras



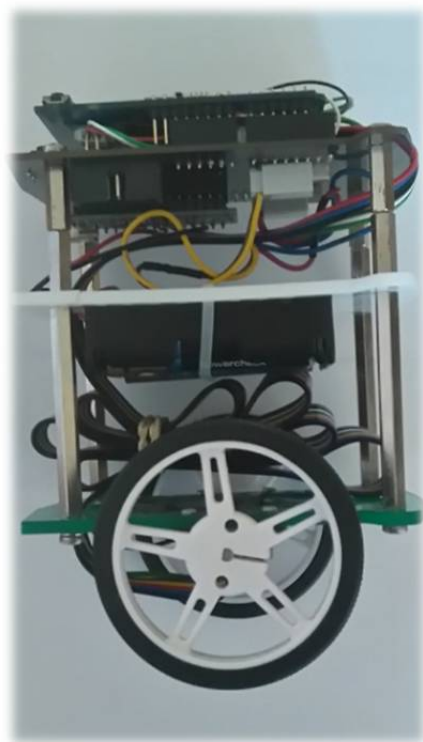
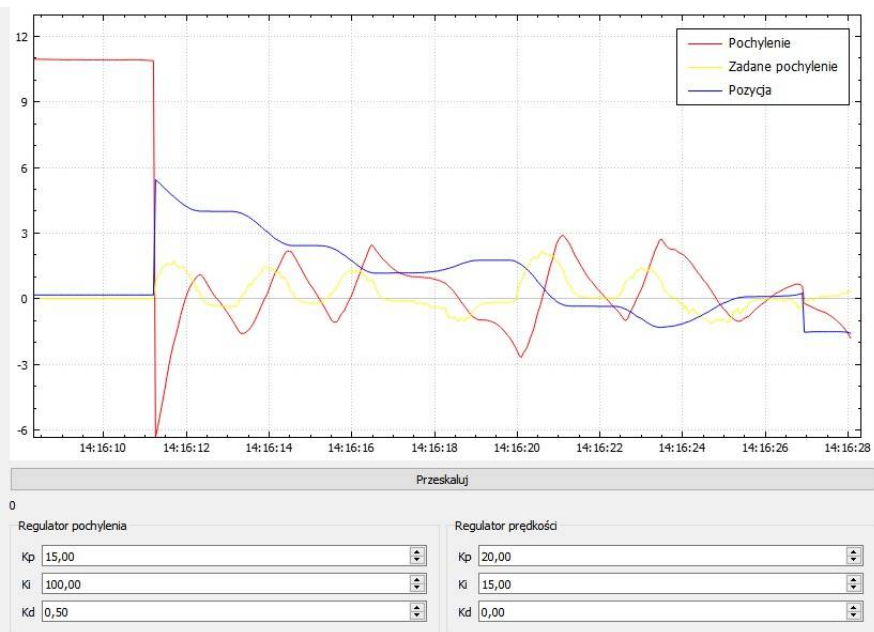




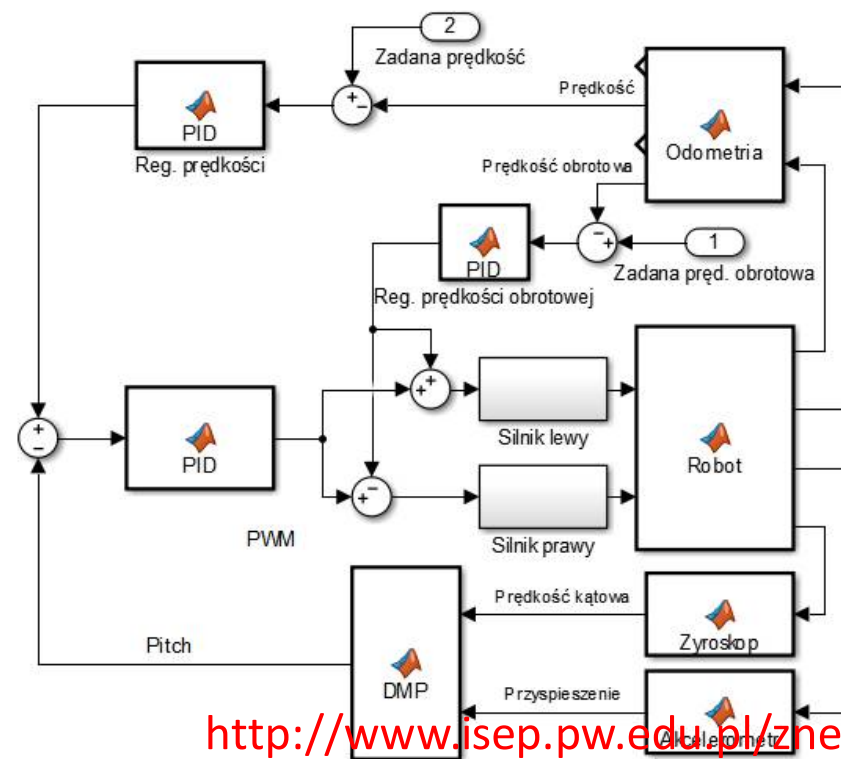
## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Krystian Witkowski, „**Sterowanie dwukołowym robotem balansującym**”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański

### Aplikacja do strojenia regulatorów



### Struktura układu regulacji





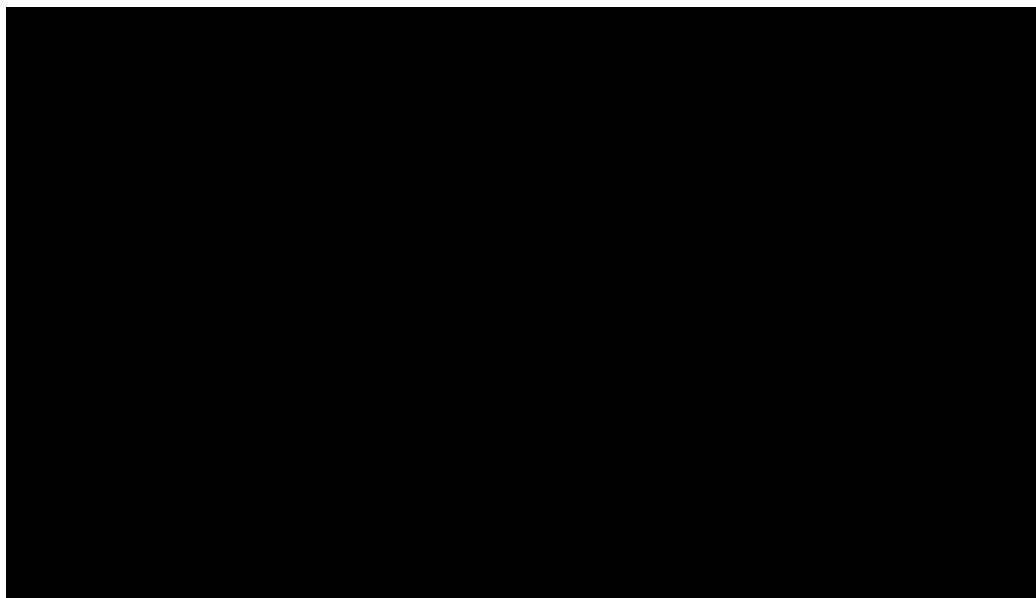
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## WYBRANE PRACE DYPLOMOWE OBRONIONE W ZNE

Krystian Witkowski, „**Sterowanie dwukołowym robotem balansującym**”, praca dyplomowa magisterska, opiekun: dr hab. inż. Grzegorz Iwański

Testy stabilności robota



Sterowanie zdalne przez bluetooth



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

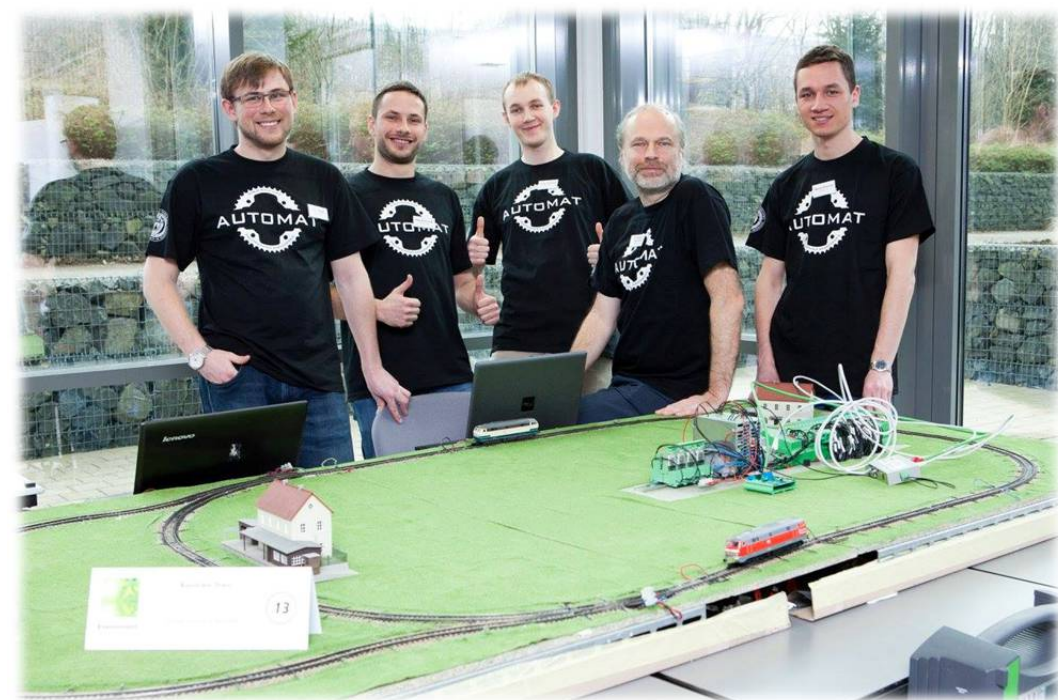




POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## KOŁO NAUKOWE „AUTOMAT” OPIEKUN – DR. INŻ. REMIGIUSZ OLESIŃSKI



[www.knautomat.wordpress.com](http://www.knautomat.wordpress.com)

[www.facebook.com/KNAutomat](http://www.facebook.com/KNAutomat)

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## KOŁO NAUKOWE „AUTOMAT” OPIEKUN – DR. INŻ. REMIGIUSZ OLESIŃSKI

Gra zręcznościowa zbudowana w oparciu o sterowniki i elementy pneumatyki firmy FESTO  
Praca dyplomowa magisterska zrealizowana pod opieką dr inż. Remigiusza Olesińskiego w ramach działalności koła naukowego

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



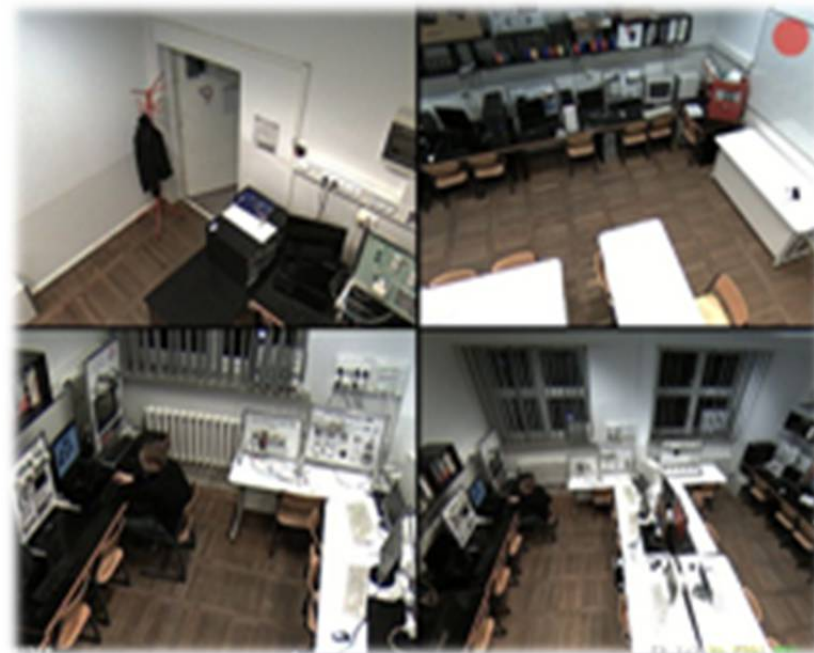


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## KOŁO NAUKOWE „SYSTEMY INTELIGENTNYCH BUDYNKÓW” OPIEKUN – DR INŻ. MONIKA JAKUBOWSKA

W ramach działalności Koła, członkowie korzystają z licznych stanowisk laboratoryjnych zlokalizowanych w „Laboratorium Systemów Inteligentnych Budynków”, zdobywając i poszerzając wiedzę z zakresu **najnowocześniejszych, światowych technologii informatycznych** wykorzystywanych w sterowaniu, monitoringu i wizualizacji inteligentnych systemów budynkowych.



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## KOŁO NAUKOWE „SYSTEMY INTELIGENTNYCH BUDYNKÓW” OPIEKUN – DR INŻ. MONIKA JAKUBOWSKA

Współpracujemy z wieloma firmami z branży inteligentnych budynków organizując szkolenia oraz spotkania przedstawicielami firm.

Ponad to w każdym semestrze przewidziane są dwa **bezpłatne** miejsca dla członków koła w **szkoleniach** przeprowadzanych przez firmę **DeltaControls**.



**Delta**<sup>TM</sup>  
CONTROLS

**LCN**  
Local Control Network

**Xcomfort**

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

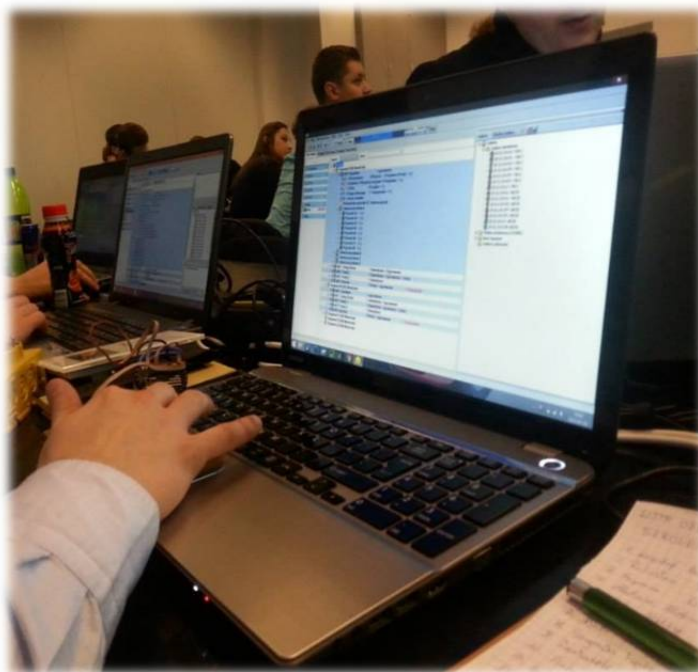




POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## KOŁO NAUKOWE „SYSTEMY INTELIGENTNYCH BUDYNKÓW” OPIEKUN – DR INŻ. MONIKA JAKUBOWSKA



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



# KOŁO NAUKOWE ROBOTÓW MOBILNYCH „RAR” OPIEKUN – MGR INŻ. KRZYSZTOF JACKIEWICZ



[www.knrm.ee.pw.edu.pl](http://www.knrm.ee.pw.edu.pl) [www.facebook.com/KNRobotowMobilnych](https://www.facebook.com/KNRobotowMobilnych)





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



## KOŁO NAUKOWE ROBOTÓW MOBILNYCH „RAR” OPIEKUN – MGR INŻ. KRZYSZTOF JACKIEWICZ

Koło Naukowe Robotów Mobilnych zrzesza studentów chętnych do pogłębiania wiedzy z zakresu szeroko pojętej robotyki, dotykając przy tym niemal każdej dziedziny inżynierii - od technik programistycznych czy układów mikroprocesorowych, po mechanikę i graficzny zapis konstrukcji. **Zapraszamy do współpracy wszystkich zainteresowanych tematyką robotyki - nawet jeśli nie macie wystarczającej wiedzy, ale czujecie chęć poszerzania swoich umiejętności i rozpoczęcia nowej przygody.**



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



DYDAKTYKA PROWADZONA W  
ZAKŁADZIE NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO  
DLA KIERUNKÓW AUTOMATYKA I ROBOTYKA ORAZ  
ELEKTROTECHNIKA (SPEC. ELEKTRONIKA PRZEMYSŁOWA)  
- WYBRANE ZAGADNIENIA

<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

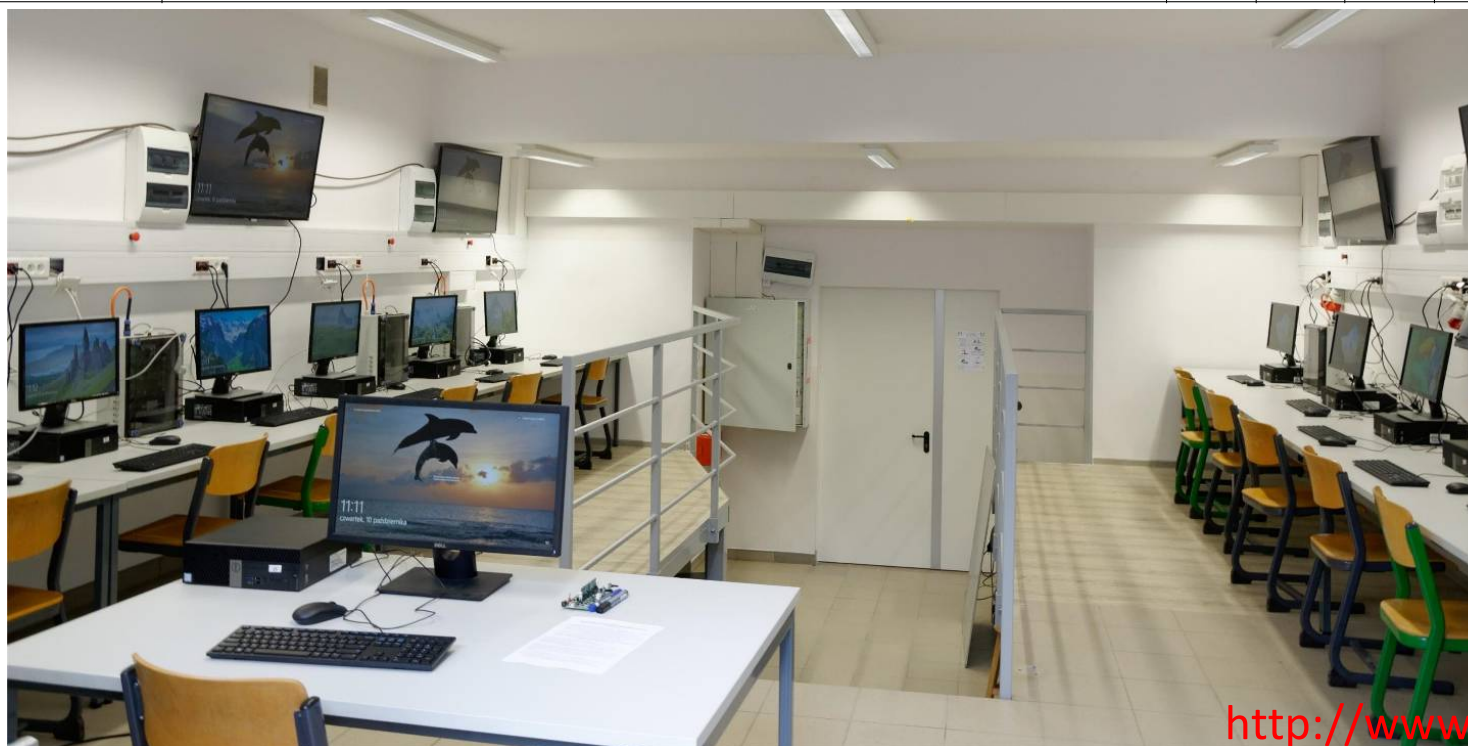




POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



	Przedmioty Kierunkowe	w	zk	lab	proj	E
AiR	Podstawy Napędów Przekształtnikowych	15		15		E
EE stac.	Napęd Elektryczny	30		15		E
EE nstac.	Napęd Elektryczny	18		9		E
EA	Converter Drives Control	15		15		E



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



	Przedmioty Kierunkowe	w	zk	lab	proj	E
AiR	Sterowniki Przemysłowe PLC	15		30		
EE stac.	Programowalne układy automatyki	15		15		
EE nstac.	Programowalne układy automatyki	9		9		



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



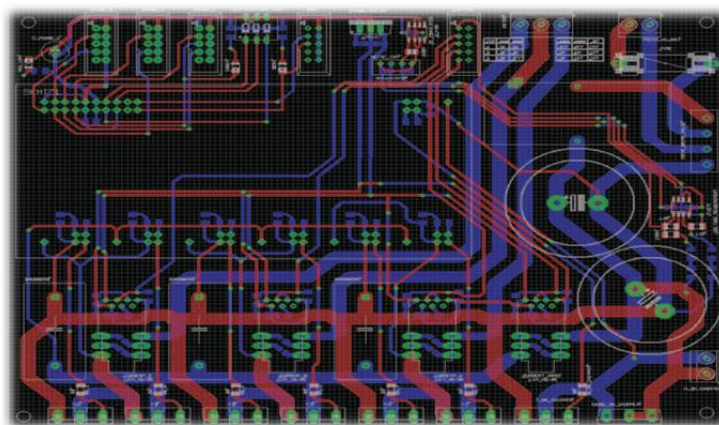
Podstawowe narzędzia inżynierskie w zakresie projektowania układów energoelektronicznych.  
Nabycie podstawowej wiedzy o zasadach doboru komponentów układów elektronicznych.

	Nazwa przedmiotu	w	zk	lab	proj	E
EE (EP)	Projektowanie układów elektronicznych				15	

sensors



drivers



passives



power modules



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



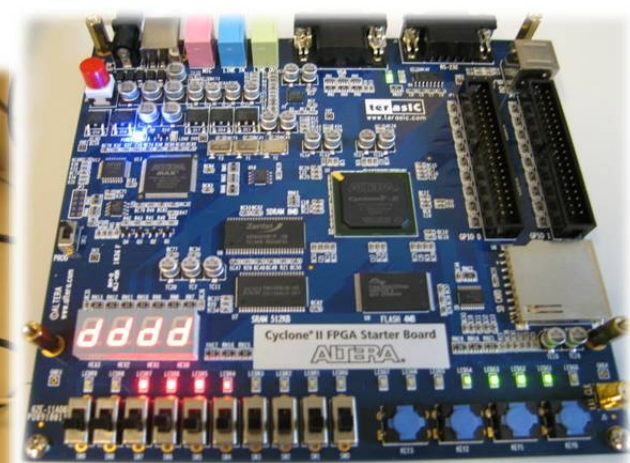
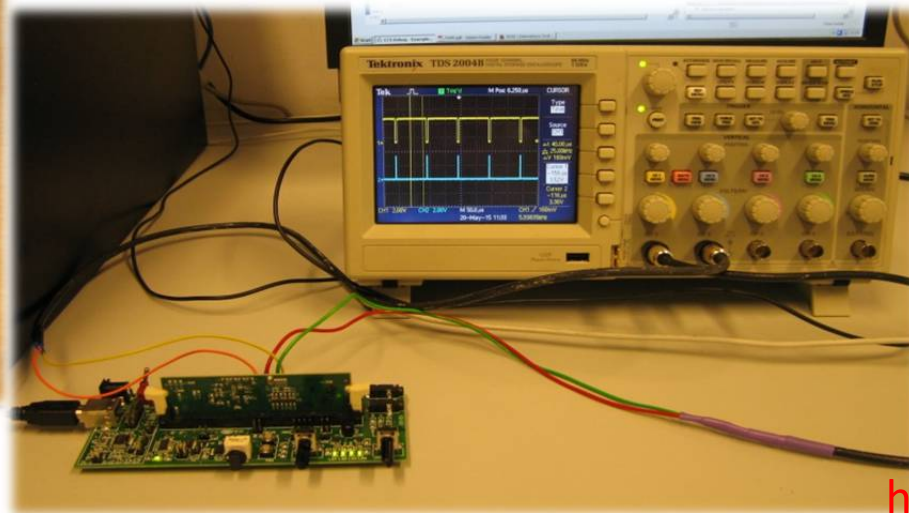
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



Laboratorium Procesorów Sygnałowych w Energoelektronice – opanowanie umiejętności programowania procesorów DSP jako podstawowego narzędzia do sterowania przekształtnikami.

	Nazwa przedmiotu	w	zk	lab	proj	E
EE (EP)	Procesory sygnałowe w energoelektronice			30		

Używane starter-kity oparte są na procesorach sygnałowych m.in. TMS320F28335, ARM Cortex



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



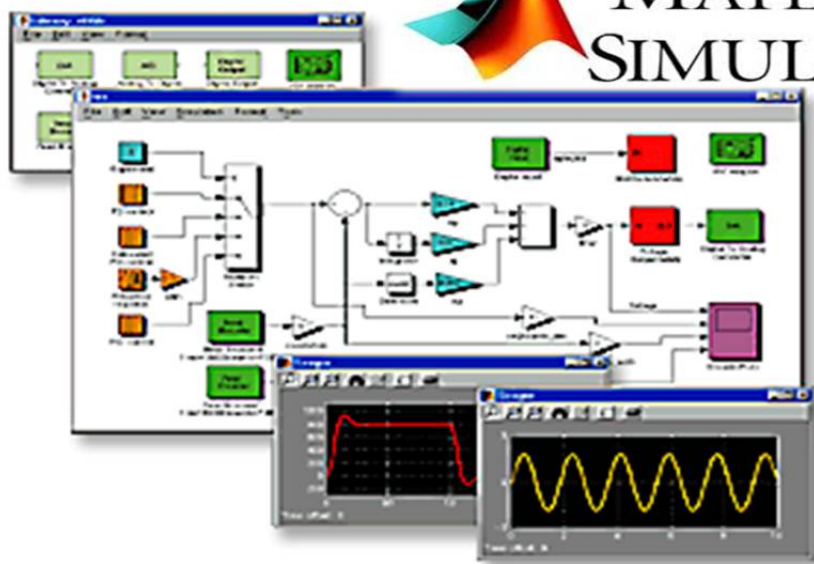


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



Automatyka Napędu – Przygotowanie teoretyczne i praktyczne w zakresie sterowania układów napędowych i kryteriów doboru parametrów układów regulacji w napędzie elektrycznym.

	Nazwa przedmiotu	w	zk	lab	proj	E
AiR	Sterowanie Napędów	15		30		E
EE (EP) stac	Automatyka napędu elektrycznego	15	15	30		E
EE (AP) nstac	Automatyka napędu elektrycznego	9		18		E



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>

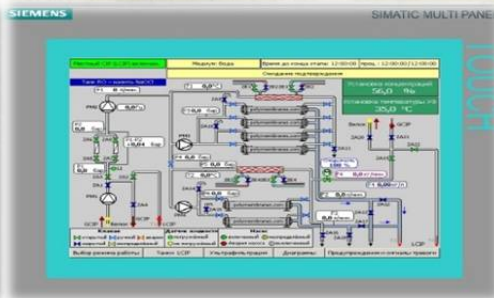
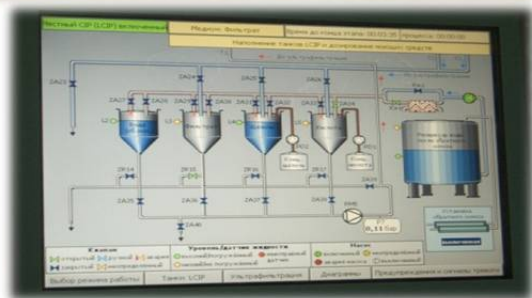
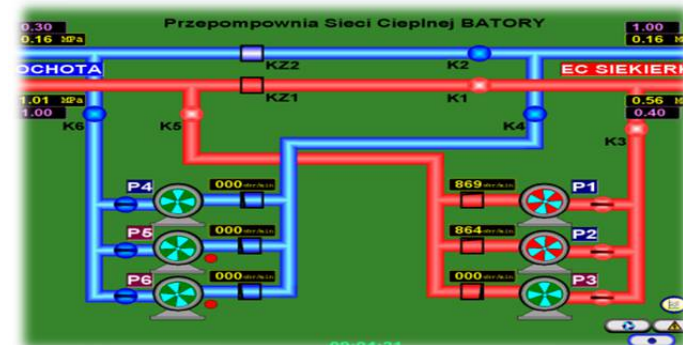


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



Zagadnienia akwizycji danych pomiarowych, komunikacji systemów, oraz sterowania w obiektach i procesach przemysłowych. Wizualizacja obiektów i procesów automatyki przemysłowej.

	Nazwa przedmiotu	w	zk	lab	proj	E
EE (EP)	Sterowniki przemysłowe	15		15		
AiR	Systemy komunikacyjne w rozproszonych układach automatyki	15		15		
EE (EP)	Systemy komunikacyjne w automatyce przemysłowej	15		15		



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



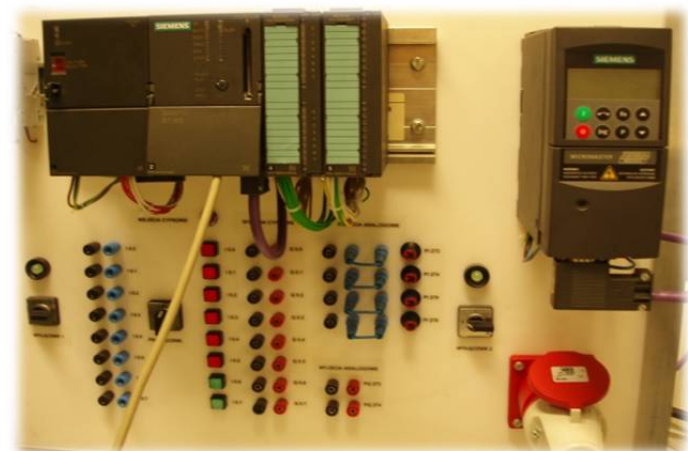
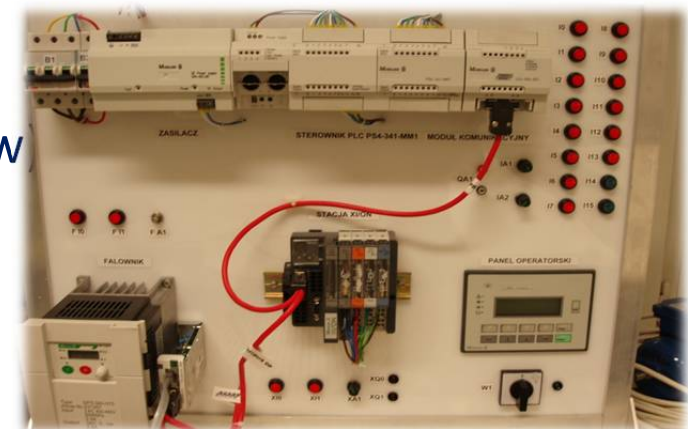
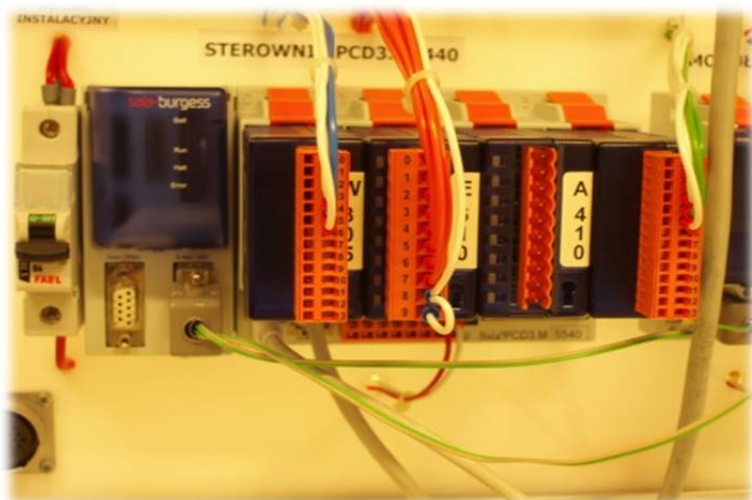


POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



Laboratorium PLC wyposażone w systemy kilku firm m.in.

- Eaton (Moeller) (16 modułów podstawowych i 4 rozszerzone)
- SAIA (do dyspozycji 6 indywidualnie skonfigurowanych sterowników)
- Siemens S7-1500 z panelem HMI (kilka stanowiska z falownikiem)
- Indywidualne systemy ze sterownikami PLC innych producentów



[www.knautomat.wordpress.com](http://www.knautomat.wordpress.com)  
[www.facebook.com/KNAutomat](http://www.facebook.com/KNAutomat)



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



Laboratorium systemów Intelligent Building wyposażone jest w zestawy prezentujące większość rozwiązań obecnych na rynku, m.in.: EIB, BACnet, LONWORKS, LCN, Xcomfort, CAREL

	Nazwa przedmiotu	w	zk	lab	proj	E
AiR	Automatyka budynkowa	15		15		
AiR	Systemy inteligentnego budynku	15		15		
EE (EP)	Systemy inteligentnych budynków	15		15		



<http://www.isep.pw.edu.pl/zne>





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY - ISEP  
ZAKŁAD NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO



Wybrane polskie i międzynarodowe firmy z branży energoelektroniki i automatyki przemysłowej, z którymi bezpośrednio współpracujemy, i w których nasi absolwenci znajdowali w ostatnich latach zatrudnienie. Pełny katalog firm z branży na stronie <http://www.energoelektronika.pl>

