



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Układy przetwarzania energii w systemach OZE i pojazdach elektrycznych [N1Eltech1>F-UPEwOZE]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektrotechnika

Rok/Semestr  
5/9

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
niestacjonarne

Wymagalność  
obieralny

### Liczba godzin

Wykład  
10

Laboratorium  
10

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
10

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Paweł Idziak  
pawel.idziak@put.poznan.pl

dr hab. inż. Rafał Wojciechowski prof. PP  
rafal.wojciechowski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza - Podstawowe wiadomości z zakresu elektrotechniki, elektroniki i energoelektroniki oraz maszyn elektrycznych Umiejętności - Umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów; umiejętność podejmowania właściwych decyzji przy rozwiązywaniu prostych zadań oraz formułowaniu problemów z zakresu szerokokrojonej elektrotechniki Kompetencje - Student ma świadomość poszerzania swoich kompetencji, wykazuje gotowość do pracy w zespole, zdolność do podporządkowania się regułom obowiązującym podczas zajęć wykładowych, projektowych i laboratoryjnych.

### Cel przedmiotu

Omówienie najnowszych osiągnięć i rozwiązań aplikacyjnych układów przetwarzania energii elektrycznej w systemach Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) oraz w szeroko pojmowanej elektromobilności, w tym w układach stosowanych w pojazdach elektrycznych

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

1. Student posiada podstawową wiedzę z zakresu odnawialnych źródeł energii oraz elektromobilności
2. Student posiada uporządkowaną wiedzę na temat budowy, zasady działania i eksploatacji statycznych i kinetycznych, elektromagnetycznych przetworników energii oraz układów technicznych stosowanych w systemach OZE i w mobilnych systemach elektroenergetycznych (elektromobilności).
3. Student posiada wiedzę z zakresu budowy oraz zasad działania układów elektronicznych i energo-elektronicznych stosowanych w systemach OZE i elektromobilności.
4. Student posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu stosowanych magazynów energii.
5. Student posiada podstawową wiedzę z zakresu systemów monitorujących stan naładowania chemicznych magazynów energii.
6. Student posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu systemów kontrolujących proces ładowania i rozładowania chemicznych magazynów energii.
7. Student posiada podstawową wiedzę z zakresu automatyki (układy regulacji zamkniętej)

#### Umiejętności:

1. Student potrafi zaprojektować, zbudować, uruchomić oraz przetestować wybrane układy przetwarzania energii elektrycznej stosowane w OZE i mobilnych systemach elektrycznych
2. Student potrafi wykorzystać profesjonalne środowiska programistyczne i symulacyjne w procesie projektowania wybranych układów przetwarzania energii.

#### Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów i podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych
2. Student ma świadomość, że w technice wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykład:

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych w rozwiązywanym teście pisemnym o charakterze problemowym,
- ocenie ciągle - na każdych zajęciach - premiowanie aktywności i merytorycznych treści wypowiedzi).

#### Laboratorium:

- sprawdzian i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych,
- ocenie ciągle - na każdych zajęciach - aktywności studenta i poziomu jego wiedzy oraz umiejętności, a także kompetencji społecznych związanych z pracą w zespole,
- ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych, ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.

#### Zajęcia projektowe:

- ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych,
- ocenie ciągle aktywności studenta i poziomu jego wiedzy oraz umiejętności.

Uzyskiwanie ocen częściowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- przygotowywanie odpowiedzi na pytania i zadania problemowe podawane przez prowadzącego,
- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania problemu badawczego,
- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium.

### Treści programowe

#### Wykład:

Układy przetwarzania różnych form energii na energię elektryczną. Źródła energii pierwotnej i systemy jej przetwarzania. Koncepcja Sommerfelda: energia i koenergia. Układy elektromagnetyczne i mechaniczne - analogie. Zasada pracy wirtualnej. Dynamika układów elektromechanicznych - zasada Hamiltona i równania Lagrange'a. Elektrownie wiatrowe, wodne, fotowoltaiczne i ogniwa paliwowe. Rodzaje i charakterystyki elektrowni: wodnych, wiatrowych i fotowoltaicznych. Elektromechaniczne źródła energii; generatory o ruchu obrotowym i liniowym - budowa zasada działania, podstawowe charakterystyki użytkowe. Fotowoltaiczne i chemiczne źródła energii elektrycznej: panele fotowoltaiczne i ogniwa paliwowe. Zasobniki energii elektrycznej. Mobilne układy napędowe stosowane w szeroko pojętej trakcji. Układy przekształtnikowe sprzęgające źródła i odbiorniki wymagające energii elektrycznej o zróżnicowanych parametrach - wybrane struktury i ich zasada działania. Wybrane algorytmy

sterowania przekształtnikami energoelektronicznymi uwzględniające m.in. MPPT (Maximum Power Point Tracking). Problem synchronizacji sygnałów w przekształtnikach energoelektronicznych dedykowanych do przetwarzania energii w systemach OZE. Metody sterowania przekształtnikami energoelektronicznymi umożliwiające zwiększenie efektywności przetwarzania energii elektrycznej.

Laboratorium:

- Dobór elementów dla fotowoltaicznego źródła energii elektrycznej sprzężonego z siecią elektroenergetyczną, badanie kształtu krzywej napięcia i prądu na wyjściu inwertera, problem harmonicznych prądu i napięcia, skuteczne sposoby eliminacji zaburzeń
- Praca generatorowa maszyny asynchronicznej: praca autonomiczna - dobór kondensatora, warunki samowzbudzenia maszyny; praca na sieć wydzieloną (praca wyspowa) - problem niedostatku mocy biernej indukcyjnej
- Praca generatorowa maszyny synchronicznej: praca autonomiczna, praca na sieć
- Ogniwo Peltiera - źródło chłodu i energii elektrycznej; testy dopuszczalnych różnic temperatury,
- Mikro-ogniwo paliwowe - produkcja "paliwa" poprzez destylację wody (fotowoltaiczne źródło energii); próby obciążeniowe; pomiary emitowanych "zanieczyszczeń"
- Zespół napędowy o regulowanej prędkości obrotowej z silnikiem synchronicznym pracujący w warunkach dynamicznie zmieniającego się obciążenia; wyznaczenie podstawowych właściwości użytkowych
- Przekształtnik impulsowy DC/DC współpracujący z panelem fotowoltaicznym realizujący algorytm MPPT
- Niezależny falownik napięcia jako sterowane źródło napięciowe w systemach OZE
- Falownik sieciowy jako sterowane źródło prądowe umożliwiające zwrot energii do sieci napięcia przemiennego
- System monitorowania stanu naładowania wybranych typów baterii akumulatorowych
- Systemy ładowania baterii akumulatorowej pracujące w trybie CV oraz CC
- System przekształtnikowy dedykowany do współpracy z generatorem synchronicznym umożliwiający zwiększenie efektywności przetwarzania energii

Zajęcia projektowe:

- Analiza kosztów wynikających z korzystania z ogólnodostępnego systemu elektroenergetycznego - analiza informacji zawartych w fakturach otrzymywanych przez zbiorowego i indywidualnego odbiorcę energii elektrycznej
- Bilans uzasadniający efektywność ekonomiczną budowy mikro-elektrowni wodnej
- Projekt systemu fotowoltaicznego małej mocy współpracującego z ogólnodostępną siecią dystrybucyjną.
- Projekt układu przydomowej elektrowni wiatrowej małej mocy pracującego autonomicznie,
- Implementacja opracowanych algorytmów monitorowania stanów naładowania baterii akumulatorowych
- Opracowanie struktury i algorytmów sterowania balanserów pasywnych oraz aktywnych dedykowanych dla baterii akumulatorowych wybranego typu
- Regulacja kaskadowa w złożonych systemach przekształtnikowych dedykowanych dla OZE (m.in. dobór struktury i parametrów systemu sterowania)
- Dobór struktur i metod sterowania umożliwiających ograniczenie prądu upływu w systemach bazujących na ogniwach PV
- Projekt systemu przekształtnikowego współpracującego z generatorem synchronicznym umożliwiającym zwrot energii do sieci napięcia przemiennego

## Metody dydaktyczne

Wykłady - prezentacja zagadnień z wykorzystaniem środków multimedialnych, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, dyskusja nad zagadnieniami problemowymi;

Laboratorium – realizacja badań symulacyjnych i laboratoryjnych wybranych układów przetwarzania energii elektrycznej w systemach OZE i elektromobilności.

Zajęcia projektowe - realizacja projektów, wizyty studyjne w wybranych obiektach OZE

## Literatura

Podstawowa

1. Mikielcz J., Cieśliński J.T.: Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii. Maszyny Przepływowe pod red. E.S. Burki. Tom 24. IMP PAN, Ossolineum Wrocław 1999.

2. Cieśliński J.T.: Niekonwencjonalne urządzenia i układy energetyczne. Przykłady obliczeń. Wyd. PG 1997.

3. Romański L. 2013. Odnawialne źródła energii. Oficyna wydawnicza ATUT
4. Nowak W., Stachel A.A., Borsukiewicz-Gozdur A.: Zastosowania odnawialnych źródeł energii, Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 2008.
5. Lewandowski W.M.: Proekologiczne źródła energii odnawialnej. WNT W-wa, 2001.
6. Griffiths D.J. : Podstawy elektrodynamiki. PWN W-wa 2001
7. Turowski J.: Elektrodynamika techniczna. WNT W-wa 1993
8. Dmowski A., Energoelektroniczne układy zasilania prądem stałym, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, (1998)
9. T. Kaczorek, Control and systems theory (in polish), Wyd. Naukowe PWN, W-wa , 1999.
10. R. Strzelecki and H. Supronowicz, "The power factor of AC circuits and correction method" (in polish), OWPW, Warszawa, 120–135 (2000)

Uzupełniająca

1. Piotrowski J., Starzomska M., Sobierajski J. „ Odnawialne źródła energii”Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, 2009
2. Twidell J.W., A.D Weir: Renewable energy sources. London: Chapman and Hall 1990.
3. Bogdanienko J.: Odnawialne źródła energii, PWN, Warszawa 1991.
4. Jastrzębska G., Energia ze źródeł odnawialnych i jej wykorzystanie, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, 2017
5. Sibiński M., Znajdek K., Przyrządy i instalacje fotowoltaiczne, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	80	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	35	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	45	2,00