



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Elektromechaniczne systemy napędowe [N2Eltech2>ESN1]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektrotechnika

Rok/Semestr  
1/2

Studia w zakresie (specjalność)  
Inżynieria wysokich napięć

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
niestacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
20

Laboratorium  
0

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
10

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Cezary Jędrzycka prof. PP  
cezary.jedryczka@put.poznan.pl

dr hab. inż. Dorota Stachowiak  
dorota.stachowiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z zakresu obwodów magnetycznych, zasad działania i metod symulacji pracy przetworników elektromechanicznych, w szczególności maszyn elektrycznych. Rachunek różniczkowy i całkowy na poziomie ogólnym. Umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów. Ma świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji oraz gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie z metodami wyznaczania parametrów całkowitych układów elektromagnetycznych oraz zdobycie umiejętności analizy stanów pracy i projektowania elektrycznych układów napędowych. Praktyczne opanowanie zasad formułowania i rozwiązywania równań dynamiki systemów elektromechanicznych. Utrwalenie umiejętności doboru elementów układów napędowych pracujących w różnych reżimach pracy. Poznanie współczesnych układów sterowania napędami elektrycznymi. Zdobycie praktycznych umiejętności w zakresie doboru i parametryzacji przemysłowych falowników napędowych.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza:

1. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w zakresie inżynierii elektrycznej oraz w mniejszym stopniu z elektroniki, informatyki i energetyki.
2. Ma wiedzę na temat formułowania równań opisujących proste systemy napędowe, stosowania zasad identyfikacji, korzystania z oprogramowania do analizy wyników symulacji komputerowych; ma wiedzę z zakresu projektowania prostych systemów napędowych.
3. Ma wiedzę w zakresie możliwości i ograniczeń stosowanych metod wykorzystywanych w komputerowym wspomaganie projektowania w elektrotechnice.

### Umiejętności:

1. Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując do analizy i projektowania elementów, urządzeń i układów elektrycznych.
2. Potrafi ocenić i porównać rozwiązania projektowe oraz procesy wytwarzania elementów i układów elektrycznych, ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne takie jak: parametry elektryczne, wiarygodność, czasochłonność, koszt, itp.
3. Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć technicznych i technologicznych do projektowania i wytwarzania układów i urządzeń elektrycznych, zawierających rozwiązania o charakterze innowacyjnym.
4. Potrafi zaplanować proces testowania złożonych urządzeń i układów elektrycznych.

### Kompetencje społeczne:

1. Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć w obszarze elektrotechniki i innych aspektów działalności inżyniera elektryka; podejmuje starania, aby przekazać informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

### Wykład:

- ocenianie ciągle na każdym zajęciach (premiowanie aktywności i jakości percepcji).
- ocena wiedzy i umiejętności, wystawianie ocen studentom.

### Ćwiczenia:

- sprawdzian i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań teoretycznych,
  - ocenianie ciągle, na każdym zajęciach - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,
- Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:
- proponowanie omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia;
  - efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu;
  - uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych;
  - opracowywanie indywidualnych zadań testowych i projektowych.

## Treści programowe

Obwody nieliniowe i niestacjonarne. Siły i momenty pochodzenia magnetycznego. Klasyfikacja napędów elektrycznych. Dynamika układów elektromechanicznych. Acykliczne przetworniki elektromechaniczne. Silnik jako człon układu automatycznej regulacji. Ogólna struktura napędowego układu automatycznej regulacji. Algorytmy sterowania przemysłowych falowników napędowych. Zagospodarowanie energii hamowania w napędach elektrycznych.

## Tematyka zajęć

### Wykład:

Obwody nieliniowe i niestacjonarne. Koncepcja Sommerfelda: energia i koenergia. Układy elektromagnetyczne i mechaniczne - analogie. Siły i momenty pochodzenia magnetycznego. Zasada pracy wirtualnej. Dynamika układów elektromechanicznych - zasada Hamiltona i równania Lagrange'a. Acykliczne przetworniki elektromechaniczne: podstawowe struktury, charakterystyki statyczne, stany dynamiczne. Przetworniki o ruchu obrotowym. Nagrzewanie się urządzeń elektrycznych. Rodzaje pracy silników elektrycznych. Dobór silnika i przeliczanie mocy znamionowej przy zmianie rodzaju pracy.

Przekładnie redukcyjne. Silnik jako człon układu automatycznej regulacji. Klasyfikacja napędów elektrycznych. Ogólna struktura napędowego układu automatycznej regulacji. Podstawowe algorytmy sterowania implementowane w przemysłowych falownikach napędowych. Zagospodarowanie energii hamowania.

Ćwiczenia:

Proste i rozgałęzione obwody magnetyczne. Permeancja zastępcza układu. Indukcyjność układu. Energia zgromadzona w polu magnetycznym. Siły magnetyczne w liniowych i nieliniowych obwodach magnetycznych. Praca silnika indukcyjnego i silnika prądu stałego w różnych warunkach zasilania i obciążenia. Dobór elementów układu napędowego dla przykładowych aplikacji przemysłowych.

## Metody dydaktyczne

Wykład:

- wykład z prezentacją multimedialną uzupełniany przykładami podawanymi na tablicy,
- wykład prowadzony w sposób interaktywny z formułowaniem pytań do grupy studentów,
- uwzględnienie aktywności studentów w czasie zajęć przy wystawianiu oceny końcowej.

Ćwiczenia:

- rozwiązywanie przykładowych zadań na tablicy,
- szczegółowe recenzowanie rozwiązań zadań przez prowadzącego, dyskusja,
- inicjowanie dyskusji nad rozwiązaniami.

## Literatura

Podstawowa:

1. Wykłady z elektromechanicznych przemian energii, Sobczyk T., Węgiel T., Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2014
2. Zasady elektromechanicznego przetwarzania energii (tłum. z angielskiego), Meisel J., Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa, 1970.
3. Napęd elektryczny i jego sterowanie, Sidorowicz J., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1994.
4. Wprowadzenie do napędu elektrycznego, Koczara W., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
5. Automatyka napędu elektrycznego, Deskur J., Kaczmarek T., Zawirski K., Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012.

Uzupełniająca:

1. Sterowanie silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych, K. Zawirski, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2005.
2. Bezczylnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi, Orłowska-Kowalska T., Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2003.
3. Torque Ripple Minimization of the Permanent Magnet Synchronous Machine by Modulation of the Phase Currents, Jędrzycka C, Danielczyk D, Szelaż W., Sensors. 2020; 20(8):2406. <https://doi.org/10.3390/s20082406>.
4. Finite element analysis and experimental verification of high reliability synchronous reluctance machine, Łyskawiński W., Jędrzycka C., Dorota Stachowiak D., Łukaszewicz P., Czarnecki M., Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2022, vol. 24, no. 2, s. 386-393

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	80	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	50	2,00