

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

| | |
|-----------------------------------|--|
| Nazwa w języku polskim: | Dynamika i sterowanie napędami prądu stałego i przemiennego |
| Nazwa w języku angielskim: | Dynamics and Control of AC and DC Drives |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | Elektrotechnika |
| Specjalność (jeżeli dotyczy): | Renewable Energy Systems |
| Stopień studiów i forma: | II stopień, stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy |
| Kod przedmiotu: | ELR053225 |
| Grupa kursów: | NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|--|---------|-----------|---------------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU): | 30 | | 15 | 15 | |
| Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS): | 120 | | 30 | 30 | |
| Forma zaliczenia: | egzamin | | zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X): | | | | | |
| Liczba punktów ECTS: | 4 | | 1 | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P): | | | 1 | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK): | 2.80 | | 0.70 | 0.70 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Posiada wiedzę z podstaw automatyki, informatyki i podstaw napędu elektrycznego.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Ugruntowanie i/lub uzupełnienie wiedzy z zakresu sterowania momentem i prędkością silników prądu stałego i przemiennego (indukcyjnych i synchronicznych z magnesami trwałymi) w zautomatyzowanych układach napędowych.
- C2. Zdobycie poszerzonej wiedzy z zakresu zastosowania zaawansowanych metod teorii sterowania w automatyce napędu elektrycznego, w tym: sterowania adaptacyjnego i bezczujnikowego.
- C3. Zdobycie umiejętności z zakresu badania oraz analizy zaawansowanych struktur sterowania silnikami prądu stałego i przemiennego, w tym bezczujnikowych.
- C4. Zdobycie umiejętności jakościowego rozumienia, interpretacji oraz analizy stanów ustalonych i dynamicznych w wybranych zautomatyzowanych układach napędowych z silnikami prądu stałego i przemiennego.
- C5. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów; odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu, przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie metod sterowania momentem i prędkością przekształtnikowych układów napędowych z silnikami prądu stałego, w tym układów adaptacyjnych.
- PEU_W02 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą metod sterowania momentem i prędkością przekształtnikowych układów napędowych z silnikami indukcyjnymi (w tym: sterowanie skalarnie, wektorowe, sterowanie bezczujnikowe).
- PEU_W03 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą metod sterowania momentem i prędkością przekształtnikowych układów napędowych z silnikami synchronicznymi wzбудzonymi magnesami trwałymi (w tym: sterowanie wektorowe i sterowanie bezczujnikowe).

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Potrafi wykonać badania symulacyjne wybranego układu napędowego w środowisku Matlab/Simulink na podstawie dostarczonego oprogramowania użytkowego i przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.
- PEU_U02 Potrafi wykonać badania eksperymentalne wybranego układu sterowania napędem elektrycznym na stanowisku laboratoryjnym i przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.
- PEU_U03 Potrafi zaprojektować i przebadать symulacyjnie wybraną strukturę sterowania prędkością lub położeniem napędu elektrycznego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane działania.

| TREŚCI PROGRAMOWE | | |
|----------------------|--|----------------|
| Forma zajęć - wykład | | liczba godzin: |
| Wy1 | Zapoznanie z tematyką wykładu, wymaganiami i sposobem zaliczenia. Podstawy syntezy układów sterowania dla napędów przekształtnikowych; wskaźniki jakości sterowania dla napędów elektrycznych. | 2 |
| Wy2 | Wskaźniki optymalizacji statycznej i dynamicznej napędów elektrycznych. Struktury układów regulacji momentu w napędach elektrycznych: rodzaje, cechy i właściwości | 2 |
| Wy3 | Kryteria optymalnych nastaw regulatorów liniowych, kryteria całkowite, kryteria modułu i symetrycznego optimum, metoda lokowania biegunów transmitancji. | 2 |
| Wy4 | Możliwości realizacji optymalizacji statycznej w napędzie prądu stałego; sterowanie ze stałym i zmiennym strumieniem wzbudzenia, wpływ zmian strumienia na właściwości dynamiczne silnika. | 2 |
| Wy5 | Metody regulacji prędkości przekształtnikowych napędów prądu stałego: struktura szeregową i równoległą; porównanie właściwości dynamicznych. | 2 |
| Wy6 | Wpływ przekształtnika sterowanego na właściwości dynamiczne napędu z silnikiem prądu stałego, adaptacyjne struktury sterowania. | 2 |
| Wy7 | Silnik indukcyjny - model matematyczny w reprezentacji wektorowej, równania stanu. | 2 |
| Wy8 | Napędy indukcyjne ze sterowaniem częstotliwościowym - warunki optymalizacji statycznej. Metody sterowania momentem silnika indukcyjnego. | 2 |
| Wy9 | Wpływ rodzaju sterowania na postać charakterystyki mechanicznej napędu indukcyjnego. Wpływ orientacji sterowania na właściwości dynamiczne napędu z silnikiem indukcyjnym. | 2 |
| Wy10 | Skalarne metody sterowania w napędach z silnikiem indukcyjnym; metody ze stałym strumieniem i ze stałą pulsacją poślizgu. | 2 |
| Wy11 | Metody i struktury sterowania połowo-zorientowanego silnikiem indukcyjnym - część 1. | 2 |
| Wy12 | Metody i struktury sterowania połowo-zorientowanego silnikiem indukcyjnym - część 2. | 2 |
| Wy13 | Bezpośrednie sterowanie momentem silnika indukcyjnego - metody i struktury. | 2 |
| Wy14 | Sterowanie silnikami bezszczotkowymi prądu stałego i przemiennego. Metoda połowo-zorientowana i bezpośrednie sterowanie momentem. | 2 |
| Wy15 | Napędy bezczujnikowe, metody i układy odtwarzania zmiennych stanu dla napędów prądu przemiennego. | 2 |
| suma godzin: | | 30 |

| Forma zajęć - laboratorium | | liczba godzin: |
|----------------------------|--|----------------|
| La1 | Sprawy organizacyjne. Modelowanie podstawowych układów w środowisku Matlab-Simulink - powtórzenie. | 1 |
| La2 | Badania symulacyjne kaskadowej struktury regulacji dla wybranego obiektu dynamicznego. Stosowanie różnych metod doboru parametrów regulatorów. Układy anti-windup. | 2 |
| La3 | Badanie kaskadowej struktury sterowania silnikiem prądu stałego; badania symulacyjne i eksperymentalne. | 2 |
| La4 | Badanie układu skalarnego sterowania silnikiem indukcyjnym. | 2 |
| La5 | Badanie układu wektorowego sterowania silnikiem indukcyjnym - metoda FOC. Część 1 -badania symulacyjne. | 2 |
| La6 | Badanie układu wektorowego sterowania silnikiem indukcyjnym - metoda FOC. Część 2 -badania eksperymentalne. | 2 |
| La7 | Badanie struktury bezpośredniego sterowania momentem silnika indukcyjnego. | 2 |
| La8 | Badanie wybranej struktury sterowania bezczujnikowego z silnikiem indukcyjnym. Zaliczenie. | 2 |
| suma godzin: | | 15 |

| Forma zajęć - projekt | | liczba godzin: |
|-----------------------|--|----------------|
| Pr1 | Ustalenie zasad zaliczenia kursu. Zapoznanie z metodyką realizacji projektów. Omówienie i wybór tematów projektowych. | 1 |
| Pr2 | Omówienie metodyki modelowania podstawowych elementów układów napędowych przy wykorzystaniu środowiska Matlab/Simulink. Uruchamianie i analiza modeli matematycznych i symulacyjnych podstawowych elementów układów napędowych (silnik prądu stałego, indukcyjny, przekształtnik AC/DC, DC/AC, modulator). | 2 |
| Pr3 | Realizacja projektów według wyboru. Konsultacje korekty modeli symulacyjnych realizowanych przez studentów. | 10 |
| Pr4 | Prezentacja projektów. Zaliczenie. | 2 |
| suma godzin: | | 15 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | |
|---------------------------------|---|
| N1. | Wykład multimedialny z elementami wykładu tradycyjnego i problemowego. |
| N2. | Konsultacje. |
| N3. | Laboratorium prowadzone w sposób tradycyjny w ćwiczeniowych grupach studenckich; sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkich sprawdzianów (wejściówki). |
| N4. | Ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych. |
| N5. | Prezentacja projektu i jego ocena. |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ | | |
|---|-------------------------------|---|
| Oceny <i>F - formująca w trakcie semestru P - podsumowująca na koniec semestru</i> | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1(W) | PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 | Uczestnictwo w zajęciach. |
| F2(W) | PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 | Egzamin. |
| P(W) | $P=0,1F1+0,9F2$ | |
| F1(L) | PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 | Aktywność na zajęciach (w tym oceny z kartkówek). |
| F2(L) | PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 | Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych. |
| P(L) | $P=0,3F1+0,7F2$ | |
| F1(P) | PEU_U03 PEU_K01 | Ocena aktywności na zajęciach projektowych. |
| F2(P) | PEU_U03 PEU_K01 | Ocena projektu i formy jego prezentacji. |
| P(P) | $P=0,3F1+0,7F2$ | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M.P. Kazmierkowski, F. Blaabjerg, R. Krishnan, Control in Power Electronics - Selected Problems, Academic Press, USA, 2002
- [2] P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press, 1998
- [3] M.D. Murphy, F.G. Turnbull, Power Electronic Control of AC Drives, Pergamon Press, Oxford, 1988
- [4] W. Leonhard, Control of Electrical Drives, Springer Verlag, 1990
- [5] K. Ogata, Modern Control Engineering

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Kaźmierkowski M.P., Tunia H., Automatyka napędu przekształtnikowego. PWN, 1987
- [2] Orłowska-Kowalska T., Bezczytnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, 2003
- [3] Orłowska-Kowalska T., Automatyka napędu elektrycznego - podstawy. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, w druku
- [4] Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T., Automatyka napędu elektrycznego, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2012
- [5] T. Kaczorek, A. Dzieliński, W. Dobrowolski, R. Łopka. Podstawy teorii sterowania, WNT, 2005

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Teresa Orłowska-Kowalska, teresa.orlowska-kowalska@pwr.edu.pl