

**Wydział ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Automatyka napędu elektrycznego - podstawy**Nazwa w języku angielskim: **Controlled Electrical Drives - fundamentals**Kierunek studiów: **Automatyka i Robotyka**

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**Kod przedmiotu: **ARR023212**Grupa kursów: **NIE**

|   | Wykład         | Ćwiczenia | Laboratorium               | Projekt | Seminarium |
|---|----------------|-----------|----------------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)                                 | <b>30</b>      |           | <b>15</b>                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)                             | <b>90</b>      |           | <b>30</b>                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | <b>Egzamin</b> |           | <b>Zaliczenie na ocenę</b> |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | <b>3</b>       |           | <b>1</b>                   |         |            |
| Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)                 | <b>0</b>       |           | <b>1</b>                   |         |            |
| Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | <b>2</b>       |           | <b>1</b>                   |         |            |

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI****WIEDZA:**

1. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych układów napędowych prądu stałego i przemiennego i metod sterowania prędkością w tych napędach.
2. Ma podstawową wiedzę o metodach opisu matematycznego i analizy złożonych układów napędowych.
3. Ma podstawową wiedzę w zakresie opisu liniowych układów regulacji automatycznej, ich właściwości oraz analizy.

**UMIEJĘTNOŚCI:**

1. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych powiązanych ze studiowaną dyscypliną inżynierską.
2. Potrafi poprawnie i efektywnie rozwiązać zadania z zakresu analizy liniowych układów regulacji automatycznej. Potrafi zastosować odpowiedni aparat matematyczny do analizy obiektów regulacji w dziedzinie czasu.
3. Potrafi wykorzystać środowisko programowe Matlab/Simulink w obliczeniach inżynierskich.

**KOMPETENCJE SPOŁECZNE:**

1. Rozumie potrzebę uczestniczenia w zajęciach w celu podnoszenia swoich umiejętności i zdobywania nowej wiedzy.
2. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy), podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 - Zapoznanie studenta z podstawowymi metodami i strukturami sterowania przekształtnikowych napędów prądu stałego i ich realizacją praktyczną.
- C2 - Zapoznanie studenta z podstawowymi metodami i strukturami sterowania skalarne i wektorowe przekształtnikowych napędów prądu przemiennego i ich realizacją praktyczną.
- C3 - Zapoznanie studenta z tendencjami rozwoju współczesnych zautomatyzowanych napędów elektrycznych.
- C4 - Nabycie praktycznej wiedzy i umiejętności badania oraz analizy działania wybranych zautomatyzowanych układów napędowych z silnikami prądu stałego i przemiennego.
- C5 - Doskonalenie umiejętności rejestrowania i opracowywania w formie liczbowej i graficznej otrzymanych wyników badań oraz interpretowania i wyciągania odpowiednich wniosków.
- C6 - 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 KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - Ma wiedzę o podstawowych strukturach i zasadach działania zautomatyzowanych przekształtnikowych układów napędowych z silnikiem obcowzbudnym prądu stałego.
- PEK\_W02 - Ma wiedzę o podstawowych strukturach i zasadach działania zautomatyzowanych przekształtnikowych układów napędowych z silnikiem indukcyjnym.
- PEK\_W03 - Ma wiedzę o podstawowych strukturach i zasadach działania zautomatyzowanych przekształtnikowych układów napędowych z silnikiem synchronicznym PMSM i BLDC.

#### Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - Potrafi wykonać badania symulacyjne wybranego układu napędowego w środowisku Matlab/Simulink na podstawie dostarczonego oprogramowania użytkowego.
- PEK\_U02 - Potrafi wykonać badania eksperymentalne wybranego układu napędowego na stanowisku laboratoryjnym.
- PEK\_U03 - Potrafi wykonać analizę otrzymanych wyników badań symulacyjnych i eksperymentalnych wybranych układów napędowych prądu stałego i przemiennego sterowanych w układach zamkniętych.

#### Z zakresu kompetencji społecznych: Nabywanie i utrwalanie kompetencji w zakresie:

- PEK\_K01 – zespołowej pracy dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów,
- PEK\_K02 – myślenia niezależnego i twórczego.
- PEK\_K03 – rozumienia konieczności samokształcenia (w tym na studiach II i III stopnia).

### TREŚCI PROGRAMOWE

| TREŚCI PROGRAMOWE    |   |               |
|----------------------|---|---------------|
| Forma zajęć - wykład |   | Liczba godzin |
| Wy1                  | Zapoznanie z tematyką wykładu, wymaganiami i sposobem zaliczenia.   | 1             |
| Wy1-2                | Klasyfikacja układów sterowania napędami elektrycznymi. Struktury układów regulacji momentu w napędach elektrycznych.             | 3             |
| Wy3                  | Kryteria optymalnych nastaw regulatorów liniowych, kryteria całkowite, kryteria modułu i symetrycznego optimum.                   | 2             |
| Wy4                  | Wpływ rodzaju sterowania na właściwości dynamiczne silnika prądu stałego. Sterowanie ze stałym i zmiennym strumieniem wzbudzenia. | 2             |
| Wy5-6                | Szeregowa i równoległa struktura sterowania prędkością napędu przekształtnikowego z silnikiem obcowzbudnym prądu stałego.         | 4             |

|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
|               | Projektowanie regulatorów, właściwości dynamiczne.  |           |
| Wy7           | Silnik indukcyjny - model matematyczny w reprezentacji wektorowej, równania stanu; schemat zastępczy w ujęciu wektorowym.                               | 2         |
| Wy8           | Wpływ rodzaju sterowania na postać charakterystyki mechanicznej napędu indukcyjnego.  | 2         |
| Wy9           | Napędy indukcyjne ze sterowaniem częstotliwościowym - metody sterowania momentem silnika indukcyjnego.  | 2         |
| Wy10-<br>Wy11 | Metody i struktury sterowania wektorowego w napędach indukcyjnych (metody polowo zorientowane FOC, DTC); podstawowe zagadnienia realizacji praktycznej. | 4         |
| Wy12          | Metody sterowania skalarne ze stałym strumieniem oraz stałą pulsacją poślizgu.  | 2         |
| Wy13-<br>Wy14 | Regulacja częstotliwościowa prędkości silników synchronicznych z magnesami trwałymi. Zastosowanie silników prądu przemiennego w serwonapędach.          | 4         |
| Wy15          | Tendencje rozwojowe w automatyce napędu; napędy bezczujnikowe, sterowanie inteligentne.   | 2         |
|               | Suma godzin   | <b>30</b> |

| Forma zajęć - laboratorium |   | Liczba godzin |
|----------------------------|---|---------------|
| La1                        | Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Zapoznanie się ze stanowiskami laboratoryjnymi. Powtórzenie zasad modelowania układów dynamicznych przy wykorzystaniu środowiska Matlab/Simulink. | 2             |
| La2                        | Synteza sterowania obiektem dynamicznym 2-go rzędu przy wykorzystaniu kryterium modułu i symetrii.  | 2             |
| La3- La4                   | Sterowanie silnikiem prądu stałego w strukturze kaskadowej cz.1 (badania symulacyjne) i 2 (badania eksperymentalne)   | 4             |
| La5-La6                    | Sterowanie polowo-zorientowane silnikiem indukcyjnym cz.1 (badania symulacyjne) i 2 (badania eksperymentalne)   | 4             |
| La7                        | Sterowanie silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych (PMSM)   | 2             |
| La8                        | Zaliczenie  | 1             |
|                            | Suma godzin   | 15            |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE   |
|---|
| <p>N1 - Wykład multimedialny z elementami wykładu tradycyjnego i problemowego</p> <p>N2 - Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu</p> <p>N3 - Konsultacje</p> <p>N4 - Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych</p> <p>N5 - Sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkich sprawdzianów (wejściówki).</p> <p>N6 – Ćwiczenia laboratoryjne - dyskusja otrzymanych wyników zawartych w sprawozdaniach.</p> |

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu kształcenia | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia |
|--|--------------------------|---|
| Wykład   |                          |   |
| P1   | PEK_W01 ÷ PEK_W03        | Egzamin pisemno-ustny                       |
| <b>P=P1</b>  |                          |   |

| LABORATORIUM   |  |  |
|--|--|--|
| F1   | PEK_U01 ÷ PEK_U03                      | Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych |
| F2   | PEK_U01 ÷ PEK_U03<br>PEK_K01 ÷ PEK_K03 | Aktywność na zajęciach laboratoryjnych         |
| F3   | PEK_U01 ÷ PEK_U03                      | Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń          |
| <b><math>P = 0,2 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,4 \cdot F3</math></b> |  |  |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA   |
|---|
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kaźmierkowski M.P., Tunia H., <i>Automatyka napędu przekształtnikowego</i>. PWN, 1987</li> <li>2. Orlowska-Kowalska T., <i>Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi</i>. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, 2003</li> <li>3. Orlowska-Kowalska T., <i>Automatyka napędu elektrycznego</i>. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, w druku</li> </ol>                               |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Napęd elektryczny, praca zbiorowa pod red. Z. Grunwalda, WNT, 1987</li> <li>2. P.Vas, <i>Sensorless Vector and Direct Torque Control</i>, Oxford University Press, 1998</li> <li>3. J.M.D.Murphy, F.G.Turnbull, <i>Power Electronic Control of AC Drives</i>, Pergamon Press, Oxford, 1988</li> <li>4. W. Leonhard, <i>Control of Electrical Drives</i>, Springer Verlag, 1990</li> </ol> |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |
| <b>Teresa Orlowska-Kowalska, <a href="mailto:teresa.orlowska-kowalska@pwr.wroc.pl">teresa.orlowska-kowalska@pwr.wroc.pl</a></b>   |

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Automatyka napędu elektrycznego - podstawy**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI .....**

| <b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b> | <b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)</b> | <b>Cele przedmiotu</b> | <b>Treści programowe</b> | <b>Numer narzędzia dydaktycznego</b> |
|---------------------------------------|--|------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| <b>PEK_W01</b>                        | K1AIR_AMPU_W05   | C1, C3                 | Wy1 ÷ Wy6                | N1 ÷ N3                              |
| <b>PEK_W02</b>                        | K1AIR_AMPU_W05   | C2, C3                 | Wy2, Wy3,<br>Wy7 ÷ Wy12  | N1 ÷ N3                              |
| <b>PEK_W03</b>                        | K1AIR_AMPU_W05   | C2, C3                 | Wy2, Wy3,<br>Wy13 ÷ Wy15 | N1 ÷ N3                              |
| <b>PEK_U01</b>                        | K1AIR_AMPU_U05   | C4, C5                 | La1 ÷ La8                | N4 ÷ N6                              |
| <b>PEK_U02</b>                        | K1AIR_AMPU_U05   | C4, C5                 | La1 ÷ La8                | N4 ÷ N6                              |
| <b>PEK_U03</b>                        | K1AIR_AMPU_U05   | C4, C5                 | La1 ÷ La8                | N4 ÷ N6                              |
| <b>PEK_K01</b>                        | K1AiR_K02 ÷ K1AiR_K04,<br>K1AIR_AMPU_K01   | C6                     | La1 ÷ La8                | N1 ÷ N6                              |
| <b>PEK_K02</b>                        | K1AiR_K02 ÷ K1AiR_K04,<br>K1AIR_AMPU_K01   | C6                     | La1 ÷ La8                | N1 ÷ N6                              |
| <b>PEK_K03</b>                        | K1AiR_K01<br>K1AIR_AMPU_K01  | C6                     | La1 ÷ La8<br>Wy2 ÷ Wy15  | N1 ÷ N6                              |