

# **AUTOMATYKA I ROBOTYKA**

Studia niestacjonarne

Treści programowe obowiązujące od  
roku akademickiego 2013-2014

Przedmioty obieralne  
wspólne dla specjalności

|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Sterowanie układów napędowych</b>  |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>   |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_10</b>                |
|  |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr inż. Andrzej Jąderko</b>                                |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>dr inż. Andrzej Jąderko</b>   |  |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### CEL PRZEDMIOTU

C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu struktury, zasad działania, zastosowań, właściwości statycznych i dynamicznych oraz eksploatacji przekształtnikowych napędów elektrycznych prądu stałego i przemiennego

C2. Zapoznanie studentów z metodami sterowania przekształtnikowych napędów prądu stałego i przemiennego oraz z zasadami wykonywania pomiarów z wykorzystaniem tych napędów

C3. Nabycie przez studentów praktycznej umiejętności w zakresie łączenia obwodów elektrycznych zawierających napędy elektryczne, jak również umiejętności w zakresie wykonywania pomiarów i formułowania wniosków dotyczących właściwości ruchowych napędów

C4. Nabycie przez studentów umiejętności w zakresie stosowania układów przekształtnikowych do zasilania silników elektrycznych

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie
- Posiadanie wiedzy i umiejętności z przedmiotów: maszyny elektryczne, energoelektronika, podstawy automatyki, napęd elektryczny

### EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 1 – Student potrafi sklasyfikować różnego rodzaju silniki elektryczne, posiada wiadomości z zakresu właściwości ruchowych i eksploatacyjnych silników elektrycznych.

EK 2 – Student zna struktury układów sterowania oraz układów przekształtnikowych zasilających silniki w napędach elektrycznych.

EK 3 – Student zna modele matematyczne oraz metody sterowania silników w napędach elektrycznych

EK 4 – Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badań układów napędowych i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz sformułować wnioski na podstawie

pomiarów.

EK 5 - Student potrafi zaimplementować układy napędowe do różnego rodzaju procesów przemysłowych

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1</b> – Właściwości napędowe silników prądu stałego; właściwości napędowe silników asynchronicznych; właściwości napędowe silników specjalnego wykonania: PMSM, BLDC, SRM;   | 2             |
| <b>W 2</b> - Model matematyczny silnika prądu stałego; Model matematyczny silnika asynchronicznego; podstawowe struktury układów regulacji z silnikiem prądu stałego; podstawowe struktury układów regulacji z silnikiem asynchronicznym; | 2             |
| <b>W 3</b> – Metoda wektorów przestrzennych w zastosowaniu do opisu układów trójfazowych, zmiana układów współrzędnych;   | 2             |
| <b>W 4</b> – Regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą skalarną $U/f=const$ ; regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą orientacji względem wektora pola (FOC)                                    | 2             |
| <b>W 5</b> - zastosowanie metody wektora wirującego do generacji napięcia wyjściowego trójfazowego falownika tranzystorowego;   | 2             |
| <b>W 6</b> – Regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą bezpośredniego sterowania momentem (DTC); multiskalarny model matematyczny silnika asynchronicznego;   | 2             |
| <b>W 7</b> – Odtwarzanie parametrów i zmiennych stanu w układach napędowych z silnikiem asynchronicznym;  | 2             |
| <b>W 8</b> – Przetworniki A/C i C/A, przetworniki pomiarowe, układy separacji galwanicznej, cyfrowe urządzenia kontroli prędkości i położenia, sterowanie kluczy półprzewodnikowych;  | 2             |
| <b>W 9</b> – Perspektywy rozwoju współczesnych układów sterowania napędów elektrycznych;  | 2             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>L 1</b> – Wprowadzenie teoretyczne, BHP w laboratorium  | 2             |
| <b>L 2</b> – Regulacja przepływu płynu z napędem prądu przemiennego i sterownikiem PLC                 | 2             |
| <b>L 3</b> – Układ sterowania silnika indukcyjnego z orientacją względem wektora pola                  | 2             |
| <b>L 4</b> – Model napędu windy ze sterowaniem wektorowym i sterownikiem PLC                           | 2             |
| <b>L 5</b> – Napęd prądu przemiennego bez pomiaru prędkości obrotowej                                  | 2             |
| <b>L 6</b> – Wielofunkcyjny przekaźnik zabezpieczający silnik asynchroniczny                           | 2             |
| <b>L 7</b> – Elektrownia wiatrowa AC   | 2             |
| <b>L 8</b> – Badanie właściwości napędu prądu przemiennego dużej mocy z przełącznikiem gwiazda/trójkąt | 2             |
| <b>L 9</b> - Test zaliczeniowy   | 2             |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b>     |

## METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny |
| 2. Laboratorium – praca w zespołach kilkuosobowych            |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne                               |
| 2. Instrukcje do wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych |
| 3. Wprowadzenie teoretyczne                           |
| 4. Laboratorium sterowania układów napędowych         |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|                                       |
|---------------------------------------|
| Z1. Wykład – zaliczenie z oceną       |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie z oceną |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna  |
| F2. Ocena poprawnego wykonania zadania postawionego podczas zajęć   |
| F3. Ocena poprawnego wykonania sprawozdania z ćwiczenia laboratoryjnego   |
| P1. Wykład – zaliczenie (100% oceny z wykładu)  |
| P2. Ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji (100% oceny zaliczeniowej z laboratorium) |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           |   |           |          |
| wykład  | 18  |           |          |
| laboratorium  | 18  | 36        | 2        |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 18  | 36        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 18  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>72</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Udział w laboratorium                                       | 18  | 36        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 18  |           |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 1. Kaźmierkowski M., Tunia H.: Automatic Control of Converter - Fed Drives. PWN, Warszawa 1994          |
| 2. Kozioł R., Sawicki J., Szklarski L.: Digital Control of Electric Drives. PWN-ELSEVIER, Warszawa 1992 |
| 3. Krzemiński Z.: Cyfrowe sterowanie maszynami asynchronicznymi, Wydawnictwo PG, Gdańsk 2000            |
| 4. Szklarski L., Jaracz K., Horodecki A.: Electric Drive Systems Dynamics. PWN, Warszawa 1990           |
| 5. Szklarski L., Kozioł R.: Cyfrowe sterowanie w układach napędów elektrycznych. PWN, Warszawa 1986     |
| 6. Zawirski K.: Sterowanie silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych, Wydawnictwo PP, Poznań 2005   |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Wójciak A.: Mikroprocesory w układach przekształtnikowych. WNT, Warszawa 1992                       |
| 2. Hejmo W., Kozioł R.: Systemy mikroprocesorowe w automatyce napędu elektrycznego. WNT, Warszawa 1994 |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|-------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KAR1A_W13   | T1A_W03<br>T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07  | C1              | wykład      | 1                  | P1           |

|     |           |  |    |              |   |    |
|-----|-----------|--|----|--------------|---|----|
| EK2 | KAR1A_W12 | T1A_W02<br>T1A_W04<br>T1A_W07            | C2 | wykład       | 1 | P1 |
| EK3 | KAR1A_W14 | T1A_W04<br>T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07 | C2 | wykład       | 1 | P1 |
| EK4 | KAR1A_U16 | T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09<br>T1A_U15 | C3 | laboratorium | 2 | P2 |
| EK5 | KAR1A_U17 | T1A_U12<br>T1A_U16                       | C4 | laboratorium | 2 | P2 |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student potrafi sklasyfikować różnego rodzaju silniki elektryczne, posiada wiadomości z zakresu właściwości ruchowych i eksploatacyjnych silników elektrycznych.</b>       |
| 2          | Student nie potrafi wymienić typów silników elektrycznych   |
| 3          | Student potrafi wymienić podstawowe typy silników elektrycznych oraz opisać ich podstawowe właściwości ruchowe  |
| 3.5        | Student posiada podstawowe wiadomości z zakresu eksploatacji silników elektrycznych   |
| 4          | Student potrafi wykreślić podstawowe charakterystyki silników elektrycznych   |
| 4.5        | Student potrafi interpretować charakterystyki silników elektrycznych  |
| 5          | Student zna metody sterowania prędkością obrotową silników elektrycznych  |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna struktury układów sterowania oraz układów przekształtnikowych zasilających silniki w napędach elektrycznych.</b>   |
| 2          | Student nie zna struktur układów sterowania oraz układów przekształtnikowych  |
| 3          | Student zna podstawowe struktury układów przekształtnikowych w układach napędowych  |
| 3.5        | Student potrafi narysować struktury układów przekształtnikowych   |
| 4          | Student potrafi narysować i opisać zasady działania układów przekształtnikowych wraz z układami sterowania  |
| 4.5        | Student zna przebiegi czasowe prądu i napięcia na wejściu i wyjściu układów przekształtnikowych   |
| 5          | Student zna metody formowania przebiegu napięcia i prądu w układach przekształtnikowych AC i DC oraz potrafi je opisać matematycznie  |
| <b>EK3</b> | <b>Student zna modele matematyczne oraz metody sterowania silników w napędach elektrycznych</b>   |
| 2          | Student nie zna modeli matematycznych silników elektrycznych  |
| 3          | Student potrafi nazwać modele matematyczne silników elektrycznych   |
| 3.5        | Student potrafi narysować schematy blokowe silników elektrycznych jako obiektów sterowania  |
| 4          | Student zna modele matematyczne silników elektryczny w postaci równań różniczkowych   |
| 4.5        | Student zna metody sterowania silników elektrycznych  |
| 5          | Student potrafi korzystać z modeli matematycznych silników elektrycznych do sterowania silnikami  |
| <b>EK4</b> | <b>Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badań układów napędowych i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz sformułować wnioski na podstawie pomiarów.</b> |
| 2          | Student nie potrafi połączyć układów laboratoryjnych  |
| 3          | Student potrafi połączyć układy laboratoryjne   |
| 3.5        | Student potrafi obsługiwać podstawowe przyrządy pomiarowe   |
| 4          | Student potrafi obsługiwać cyfrowe przyrządy pomiarowe: oscyloskop cyfrowy, analizator widma, miernik jakości energii   |
| 4.5        | Student potrafi przeprowadzić pomiary na stanowisku laboratoryjnym oraz zarejestrować ich wyniki  |
| 5          | Student potrafi zinterpretować wyniki pomiarów oraz sformułować wnioski   |
| <b>EK5</b> | <b>Student potrafi zaimplementować układy napędowe do różnego rodzaju procesów przemysłowych</b>  |
| 2          | Student nie zna zastosowań układów napędowych w procesach przemysłowych   |

|     |  |
|-----|--|
| 3   | Student potrafi zastosować silnik elektryczny do prostego układu napędowego                        |
| 3.5 | Student potrafi połączyć silnik elektryczny z przekształtnikiem i uruchomić układ                  |
| 4   | Student potrafi zmieniać nastawy układu regulacji przekształtnika                                  |
| 4.5 | Student potrafi dobrać nastawy układy regulacji przekształtnika                                    |
| 5   | Student potrafi dobrać układ przekształtnikowy wraz z silnikiem do wybranego procesu przemysłowego |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp. – na wykładzie, na stronie www Zakładu Sterowania i Odnawialnych Źródeł Energii
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć - na planie zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień/godzina) – na planie zajęć
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce) – na stronie www Zakładu Sterowania i Odnawialnych Źródeł Energii

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Maszyny elektryczne z komutacją elektroniczną</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>                            |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_20</b>                |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr inż. Krzysztof Szewczyk</b>  |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>dr inż. Krzysztof Szewczyk</b>   |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu budowy, właściwości, charakterystyk elektromechanicznych silników, źródeł ich zasilania oraz obciążeń.
- C2. Zapoznanie studentów z budową silników, sprzęgieł oraz obciążeń.
- C3. Nabycie przez studentów teoretycznej i praktycznej wiedzy w zakresie stosowania przekształtników do zasilania silników elektrycznych.

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
2. Znajomość podstaw maszyn elektrycznych, energoelektroniki, teorii sterowania.

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student zna rodzaje silników elektrycznych oraz zna zasady ich komutacji elektronicznej.
- EK 2 – Student zna sposoby regulacji prędkości silników z komutacją elektroniczną w układzie otwartym,
- EK 3 – Student zna statyczne charakterystyki elektromechaniczne silników z komutacją elektroniczną
- EK 4 – Student zna opisy procesów zachodzących w maszynach z komutacją elektroniczną
- EK 5 - Student zna zasady doboru silnika oraz układu zasilającego z komutacją elektroniczną według potrzeb użytkownika

EK 6 - Student zna opis matematyczny dynamiki układu napędowego po stronie elektrycznej oraz mechanicznej przy komutacji elektronicznej silnika.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1</b> – Wprowadzenie do przedmiotu.  | 1             |
| <b>W 2</b> – Podziały silników, specyfika charakterystyk elektromechanicznych                     | 1             |
| <b>W 3</b> – Charakterystyki elektromechaniczne silników z komutacją elektroniczną                | 1             |
| <b>W 4</b> – Przekształtniki statyczne stosowane w napędach z komutacją elektroniczną             | 1             |
| <b>W 5</b> – Silniki elektryczne pracujące z przekształtnikami                                    | 1             |
| <b>W 6</b> – Silniki z magnesami stałymi  | 1             |
| <b>W 7</b> – Silniki z zimnym wirnikiem   | 1             |
| <b>W 8</b> – Silniki prądu przemiennego oraz przekształtniki do ich zasilania                     | 1             |
| <b>W 9</b> – Silniki prądu przemiennego, regulacja prędkości obrotowej, źródła zasilania          | 1             |
| <b>W 10</b> – Zastosowanie silników z komutacją elektroniczną do pracy w układach pozycjonujących | 1             |
| <b>W 11</b> – Silniki krokowe, krokowe hybrydowe  | 1             |
| <b>W 12</b> Pojęcie momentu zaczepowego w silnikach z magnesami stałymi                           | 1             |
| <b>W 13</b> – Silniki samohamowne z magnesami stałymi   | 1             |
| <b>W 14</b> – Zastosowania silników z komutacją elektroniczną                                     | 2             |
| <b>W 15</b> – Wpływ wyższych harmonicznych na pracę silników z komutacją elektroniczną            | 2             |
| <b>Test zaliczeniowy</b>  | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>L 1</b> , – BHP, Zakres i tematyka ćwiczeń laboratoryjnych   | 1             |
| <b>L 2</b> – Wprowadzenie teoretyczne   | 1             |
| <b>L 3</b> – Zasilacze prądu stałego, przerywacz, zasada modulacji szerokości impulsu   | 1             |
| <b>L 4</b> – Falownik w otwartym układzie regulacji, badanie poślizgu przy różnych częstotliwościach zasilania.                     | 1             |
| <b>L 5</b> – Prostownik nawrotny w zamkniętym układzie regulacji  | 1             |
| <b>L 6</b> – Pomiar momentu hamowania silnika z użyciem metody bezpośredniej pomiaru.   | 1             |
| <b>L 7</b> – Test – zakończenie I serii   | 1             |
| <b>L 8</b> – Wpływ ograniczenia prądowego w przekształtniku na charakterystyki hamowania silnika.                                   | 1             |
| <b>L 9</b> - Badanie prądu rozruchowego napędu przy dużym momencie bezwładności.  | 1             |
| <b>L10</b> – Krytyczne parametry zasilaczy z ujemną rezystancją   | 1             |
| <b>L11</b> - Identyfikacja parametrów mechanicznych napędów.  | 1             |
| <b>L12</b> – Badanie wpływu wyższych harmonicznych generowanych przez przekształtnik na charakterystyki elektromechaniczne silnika. | 1             |
| <b>L13</b> – Test – Zakończenie II serii  | 2             |
| <b>L14</b> - Termin na odrabianie ćwiczeń   | 2             |
| <b>L15</b> -Test zaliczeniowy   | 2             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

## METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną               |
| 2. Laboratorium – praca w zespołach pięcioosobowych |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne   |
| 2. Instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych, wprowadzenie teoretyczne w tematykę ćwiczeń laboratoryjnych.  |
| 3. Laboratorium zestawów układów napędowych, oraz przyrządów pomiarowych przystosowanych do tematyki laboratorium |



## SPOSÓB ZALICZENIA

|   |
|---|
| Z1. Wykład - Zaliczenie   |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie teoretyczne oraz sprawozdania z pomiarów na ocenę |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna  |
| F2. ocena poprawnego wykonania zadania postawionego w trakcie zajęć   |
| F3. ocena poprawnego wykonania sprawozdania z ćwiczenia laboratoryjnego.  |
| P1. wykład – test (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)  |
| P2. ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji (100% oceny zaliczeniowej z laboratorium) |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |            |          |
|---|---|-------|------------|----------|
|   | [h]   | Σ [h] | ECTS       |          |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           | wykład  | 18    | 36         | 2        |
|   | laboratorium  | 18    |            |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 30  | 70    | 2          |          |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 40  |       |            |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   |       | <b>106</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             |   | [h]   | Σ [h]      | ECTS     |
| Udział w laboratorium                                       |   | 18    | 58         | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      |   | 40    |            |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Skwarczyński J., Tertil Z., Elektromechaniczne przetwarzanie energii AGF skrypt   |
| 2. Grzbiela Cz., Machowski A., Maszyny, urządzenia elektryczne i automatyka w przemyśle. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 2001. |
| 3. Gogolewski Z., Kuczewski Z., Napęd elektryczny  |
| 4. Gogolewski Z., Napęd elektryczny NT   |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|   |
|---|
| 1. Praca zbiorowa : Elektryczne maszynowe elementy automatyki, WNT, Warszawa 1983 |
|---|

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KAR1A_W13   | T1A_W03<br>T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07  | C1              | wykład       | 1,2                | P1           |
| EK2               | KAR1A_W05   | T1A_W02<br>T1A_W07  | C2              | wykład       | 1,2                | P1           |
| EK3               | KAR1A_W13   | T1A_W03   | C2              | laboratorium | 2,3                | P2,F1,F2,F3  |

|     |           |  |    |              |     |             |
|-----|-----------|--|----|--------------|-----|-------------|
|     |           | T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07            |    |              |     |             |
| EK4 | KAR1A_W12 | T1A_W02<br>T1A_W04<br>T1A_W07            | C3 | laboratorium | 2,3 | P2,F1,F2,F3 |
| EK5 | KAR1A_W11 | T1A_W03<br>T1A_W04<br>T1A_W05<br>T1A_W07 | C3 | laboratorium | 3   | P3,F3       |
| EK6 | KAR1A_W14 | T1A_W04<br>T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07 | C3 | laboratorium | 3   | P3,F3       |

## **II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | Student wyróżnia rodzaje silników elektrycznych oraz zna zasady ich komutacji elektronicznej   |
| 2          | Student nie wyróżnia rodzajów silników, nie rozumie zasady komutacji elektronicznej.   |
| 3          | Student zna właściwości wszystkich rodzajów silników oraz sposoby ich zasilania  |
| 3.5        | Student zna właściwości zasilaczy elektronicznych do zasilania silników  |
| 4          | Student zna wpływ zasilania silników poprzez zasilacze elektroniczne   |
| 4.5        | Student potrafi ocenić wpływ komutacji elektronicznej silników na odbiornik  |
| 5          | Student potrafi przyporządkować rodzaj silnika oraz zasilacza energoelektronicznego do konkretnych potrzeb.  |
| <b>EK2</b> | Student zna sposoby regulacji prędkości silników przy regulacji przy pomocy przekształtników energoelektronicznych w układach otwartych  |
| 2          | Student nie zna sposobów regulacji prędkości silników elektrycznych  |
| 3          | Student zna sposoby regulacji prędkości silników elektrycznych z komutacją elektroniczną   |
| 3.5        | Student potrafi interpretować regulację prędkości silników elektrycznych w oparciu o właściwą charakterystykę elektromechaniczną oraz o właściwy schemat aplikacyjny regulacji |
| 4          | Student zna zasady projektowania rozruszników oraz układów hamowania silników elektrycznych  |
| 4.5        | Student potrafi opisać matematycznie układ rozruchu i hamowania statycznego  |
| 5          | Student potrafi opisać matematycznie układ rozruchu i hamowania dynamicznego   |
| <b>EK3</b> | Student zna statyczne charakterystyki elektromechaniczne silników z komutacją elektroniczną  |
| 2          | Student nie potrafi posługiwać się charakterystykami elektromechanicznymi silników.  |
| 3          | Student zna charakterystyki elektromechaniczne silników z komutacją elektroniczną  |
| 3.5        | Student potrafi posługiwać się charakterystykami elektromechanicznymi silników z komutacją elektroniczną.  |
| 4          | Student zna opis matematyczny mechanicznej części silników z komutacją elektroniczną   |
| 4.5        | Student potrafi wyliczyć parametry statyczne silnika   |
| 5          | Student potrafi opisać dynamikę pracy silnika z komutacją elektroniczną  |
| <b>EK4</b> | Student potrafi opisać procesy zachodzące w maszynach z komutacją elektroniczną  |
| 2          | Student nie zna procesów zachodzących w silnikach z komutacją elektroniczną  |
| 3          | Student zna procesy zachodzące w silnikach z komutacją elektroniczną   |
| 3.5        | Student potrafi opisać matematycznie przebiegi w silnikach z komutacją elektroniczną   |
| 4          | Student zna przebiegi dynamiczne pracy napędu elektrycznego  |
| 4.5        | Student potrafi opisać wpływ zasilaczy elektronicznych na charakterystyki silników.  |
| 5          | Student potrafi opisać matematycznie dynamikę komutacji w silnikach komutowanych elektronicznie.   |
| <b>EK5</b> | Student zna zasady doboru układu napędowego (silnika oraz układu zasilającego z komutacją elektroniczną) według potrzeb użytkownika  |
| 2          | Student nie zna zasad doboru silników z komutacją elektroniczną do napędu.   |
| 3          | Student zna zasady doboru silników z komutacją elektroniczną do napędu.  |
| 3.5        | Student zna zasady oceny charakterystyk mechanicznych odbiornika do oceny zapotrzebowania w energię układu odbiorczego układu napędowego.                                      |

|            |   |
|------------|---|
| 4          | Student zna zasady doboru rodzaju silnika do odbiornika mechanicznego   |
| 4.5        | Student zna zasady obliczania i doboru układu komutacji do silnika.   |
| 5          | Student potrafi wyliczyć parametry statyczne napędu oraz przebiegi dynamiczne prądów i napięć przy zasilaniu obiektu narzuconego przez użytkownika przy użyciu silników z komutacją elektroniczną |
| <b>EK6</b> | <b>Student zna opis matematyczny dynamiki układu napędowego po stronie elektrycznej oraz mechanicznej przy komutacji elektronicznej silnika</b>   |
| 2          | Student nie zna opisu matematycznego układu napędowego, silnika z komutacją elektroniczną   |
| 3          | Student zna schematy aplikacyjne układów napędowych zasilanych w energię mechaniczną z silników z komutacją elektroniczną   |
| 3.5        | Student zna opis matematyczny silników z komutacją elektroniczną w zakresie opisu statycznego napędu  |
| 4          | Student zna zasady opisu matematycznego silnika z komutacją elektroniczną oraz odbiornika przy regulacji prędkości, hamowania i rozruchu układu napędowego  |
| 4.5        | Student potrafi opisać matematycznie dynamikę ruchu silnika z komutacją elektroniczną   |
| 5          | Student zna zasady opisu matematycznego silnika z komutacją elektroniczną z uwzględnieniem momentu czynnego i biernego, szczeliny w układzie sprzęgającym silnik i odbiornik                      |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Instrukcje do zajęć laboratoryjnych będą umieszczane na wskazanej przez prowadzącego stronie www. Przeczytanie instrukcji wymaga zainstalowania oprogramowania do odczytu plików w formacie pdf.
2. Zajęcia laboratoryjne będą odbywać się w sali D011 Wydziału Elektrycznego lub równoważnej.
3. Termin i miejsce zajęć laboratoryjnych oraz wykładów zostaną ogłoszone na początku semestru, na planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl) oraz tablicy ogłoszeniowej w budynku Wydziału Elektrycznego.
4. Konsultacje będą odbywać się w pomieszczeniu B017 lub równoważnym w terminach ogłoszonych na początku semestru na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).

|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Układy energooszczędne</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>   |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_30</b>                |
|  |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>             | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr inż. Janusz Flaszka</b>                                 |  |  |
| Osoby prowadzące zajęcia: <b>Zakład Sterowania i OZE</b>   |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu tematyki strat występujących w maszynach i układach napędowych.
- C2. Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi określania sprawności silników elektrycznych.
- C3. Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi budowy silników i układów energooszczędnych.
- C4. Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi bazy danych europejskich silników energooszczędnych - zwaną EuroDEEM (European Database of Energy Efficient Motors).
- C5. Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi kierunków badań energooszczędności w układach napędowych.
- C6. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie analizy możliwości zmniejszenia strat w maszynach i układach napędowych, jak również umiejętności w zakresie wykonywania pomiarów laboratoryjnych i formułowania wniosków dotyczących właściwości eksploatacyjnych maszyn w aspekcie energooszczędności.

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Wiedza z fizyki w zakresie mechaniki.
2. Wiedza z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego.
3. Wiedza z elektrotechniki w zakresie teorii obwodów.
4. Umiejętności pracy samodzielnej oraz w grupie.

5. Umiejętność łączenia obwodów elektrycznych.
6. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz internetowych.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – Student potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, zna ich budowę, zasadę działania i metody ich badania, posiada wiadomości z zakresu badania i analizy właściwości eksploatacyjnych maszyn elektrycznych.
- EK 2 – Student rozwiązuje problemy dotyczące zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn elektrycznych potrafi wskazać czynniki wpływające na zmniejszenie zużycia energii.
- EK 3 – Student potrafi wyprowadzić równania ruchu, momentu, zna sposoby rozruchu silników indukcyjnych, potrafi dokonywać analizy charakterystyk, potrafi łączyć układy laboratoryjne i poprawnie wykonuje ćwiczenie.
- EK 4 – Student potrafi formułować wnioski dotyczące stanu maszyn elektrycznych i układów napędowych na podstawie przeprowadzonych pomiarów i dokumentacji techniczno ruchowej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1,2</b> – Metody badań maszyn elektrycznych, Przyrządy i metody pomiarowe stosowane w badaniach maszyn elektrycznych   | 2             |
| <b>W 3,4</b> – Podstawowe cechy napędu elektrycznego oraz struktura układów napędowych, Definicje klasyfikacje układów napędowych   | 2             |
| <b>W 5,6</b> – Charakterystyki rozruchowe maszyn, Charakterystyki mechaniczne maszyn roboczych silników   | 2             |
| <b>W 7</b> – Próba nagrzewania maszyn   | 2             |
| <b>W 8</b> – Wyznaczanie sprawności maszyn  | 2             |
| <b>W 9</b> – Podstawy dynamiki układów napędowych   | 2             |
| <b>W 10,11</b> – Pomiar przekładni transformatora, Sposoby rozruchu oraz regulacja prędkości układów napędowych z silnikami asynchronicznymi klatkowymi oraz asynchronicznymi pierścieniowymi | 2             |
| <b>W 12,13</b> – Hamowanie dynamiczne, przeciwwłączeniem oraz odzyskowe układów napędowych z silnikami prądu przemiennego, Stany przejściowe w układach napędowych                            | 2             |
| <b>W 14,15</b> – Wyznaczanie strat poszczególnych maszyny indukcyjnej, wyznaczenie strat mechanicznych, Wyznaczanie sprawności według norm. Baza danych EuroDEEM                              | 2             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Wprowadzenie: szkolenie w zakresie BHP oraz postępowania przeciwpożarowego, regulamin zajęć w laboratorium, przygotowanie się do ćwiczenia, technika wykonywania ćwiczeń, sprawozdanie z ćwiczenia | 1             |
| <b>L 1</b> – Podział strat w silniku indukcyjnym. Wyznaczanie strat w silniku indukcyjnym  | 2             |
| <b>L 2</b> – Charakterystyki rozruchowe maszyn prądu przemiennego, Charakterystyka   | 2             |

|   |           |
|---|-----------|
| elektromechaniczna silnika indukcyjnego   |           |
| <b>L 3</b> – Hamowanie dynamiczne silnika pierścieniowego, Pomiar i rejestracja prędkości obrotowej i momentu obrotowego w układach napędowych                            | <b>2</b>  |
| <b>L 4</b> – Badanie silnika indukcyjnego klatkowego zasilanego z przemiennika częstotliwości, Identyfikacja parametrów energooszczędnych dla silników prądu przemiennego | <b>2</b>  |
| <b>L 5</b> – Pomiar charakterystyk obciążenia silnika indukcyjnego pierścieniowego.   | <b>2</b>  |
| <b>L 6</b> – Badania symulacyjne skalarne układu sterowania silnikiem asynchronicznym   | <b>2</b>  |
| <b>L 7</b> - Badanie układu napędowego silnika klatkowego z bezpośrednią regulacją momentu  | <b>2</b>  |
| <b>Odróbki</b>  | <b>2</b>  |
| Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych  | <b>1</b>  |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b> |

## **METODY DYDAKTYCZNE**

|   |
|---|
| 1. Wykład   |
| 2. Zajęcia laboratoryjne – łączenie obwodów na stanowiskach laboratoryjnych i pomiary w zespołach kilkusobowych |

## **NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

|   |
|---|
| 1. Rzutnik multimedialny, komputer, prezentacja   |
| 2. Stanowiska laboratoryjne zawierające zespoły elektromaszynowe, program TCaD                    |
| 3. Podręczniki akademickie, skrypty, materiały dydaktyczne, instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych |

## **SPOSÓB ZALICZENIA**

|  |
|--|
| Z1. Wykład – egzamin                   |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę |

## **SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)**

|   |
|---|
| <b>F1.</b> Ocena aktywności na wykładzie na podstawie kontroli bieżących notatek (za zgodą studenta) lub/i na podstawie zainteresowania studentów zagadnieniami poruszonymi podczas wykładu, przejawiającego się np. pytaniami zadawanymi przez studentów podczas wykładów  |
| <b>F2.</b> Sprawdzenie przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych (wynik pozytywny = dopuszczenie do wykonywania ćwiczenia)   |
| <b>F3.</b> Sprawdzenie kompletności wykonanego ćwiczenia zgodnie z programem w instrukcji na podstawie protokołu (niekompletny protokół = odrobienie brakujących punktów ćwiczenia)   |
| <b>F4.</b> Ocena systematyczności studentów na podstawie np. bieżących konsultacji dotyczących poprawności wykonanych pomiarów lub/i sposobu wykonania sprawozdania   |
| <b>F5.</b> Bieżąca ocena aktywności studentów na zajęciach laboratoryjnych oraz informowanie studentów na bieżąco o spostrzeżeniach prowadzącego dotyczących aktywności w celu jej zintensyfikowania  |
| <b>P1.</b> Ogólna ocena aktywności na wykładzie i na zajęciach laboratoryjnych na podstawie ocen bieżących (F1 i F5)  |
| <b>P2.</b> Sprawdzenie ilości, kompletności oraz poprawności wykonanych pomiarów na podstawie protokołów  |
| <b>P3.</b> Sprawdzenie poprawności wykonanych obliczeń, opracowanych wyników oraz sformułowanych wniosków na podstawie sprawozdań   |
| <b>P4.</b> Ocena opanowania materiału nauczania z zakresu: (a) wykładu na podstawie oceny przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych oraz (b) wykładu i zajęć laboratoryjnych na podstawie dyskusji otrzymanych wyników pomiarów laboratoryjnych, ew. odpowiedzi ustnej (pisemnej) z zakresu tematyki wykładu oraz wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  |              | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|--------------|---|-----------|----------|
|   |              | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           | wykład       | 18  | 36        | 2        |
|   | laboratorium | 18  |           |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       |              | 10  | 40        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      |              | 10  |           |          |
| Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych          |              | 10  |           |          |
| Przygotowanie do odpowiedzi ustnej (pisemnej)               |              | 10  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |              |   | <b>76</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             |              | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Laboratorium  |              | 18  | 38        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      |              | 10  |           |          |
| Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych          |              | 10  |           |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 1. Plamitzer A.M., Maszyny elektryczne, WNT Warszawa, 1986  |
| 2. Bajorek Z., Teoria maszyn elektrycznych, PWN Warszawa, 1982  |
| 3. Latek W., Teoria maszyn elektrycznych, WNT Warszawa 1987   |
| 4. Glinka T., Badania diagnostyczne maszyn Elektrycznych w przemyśle, Wydawnictwo BOBRME KOMEL, Katowice 2009   |
| 5. Latek W., Badanie Maszyn WNT Warszawa 1987   |
| 6. Dąbrowski M., Projektowanie maszyn elektrycznych prądu przemiennego, WNT Warszawa, 1988  |
| 7. Krzemiński Z.: Cyfrowe sterowanie maszynami asynchronicznymi. Gdańsk, Wyd. PG 2001.  |
| 8. Zwierchanowski: R., Kaźmierkowski M.P., Kalus M.: Polski program efektywnego wykorzystania energii w napędach elektrycznych PEMP. Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., Warszawa 2004. Rozdział II: Nowoczesne energooszczędne układy sterowania i regulacji napędów z silnikami indukcyjnymi klatkowymi. Wersja elektroniczna dostępna na stronie stroni Polskiego Programu Efektywnego Wykorzystania Energii w Napędach Elektrycznych PEMP: <a href="http://www.centrum.pemp.pl/">http://www.centrum.pemp.pl/</a> |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Turowski J., Teoria maszyn elektrycznych. Maszyny prądu przemiennego, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1984  |
| 2. Praca zbiorowa, Zadania z maszyn elektrycznych, WNT Warszawa, 1976  |
| 3. Drozdowski P.: <i>Wprowadzenie do napędów elektrycznych</i> . Kraków PK 1998.   |
| 4. Kuczewski Z.: <i>Zbiór zadań z napędu elektrycznego</i> . Warszawa WNT 1986   |
| 5. Świątkowski E.: Silniki energooszczędne wg przepisów amerykańskich NEMA i kanadyjskich CSA. Zeszyty Problemowe 46/1993.   |
| 6. P. Buysee (Wielka Brytania). Silniki elektryczne i napędy - wyzwania dla działań globalnych, (Electric engines and drives - challenge for global workings), 2002. |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu   | Forma Zajęć | Metody dydaktyczne | Sposób oceny  |
|-------------------|---|---|-------------------|-------------|--------------------|---------------|
| EK1               | KAR1A_W02<br>KAR1A_W04  | T1A_W01<br>T1A_W04<br>T1A_W07   | C2, C3, C4,<br>C5 | wykład      | 1                  | F1, P1,<br>P4 |
| EK2               | KAR1A_W04<br>KAR1A_U01  | T1A_W01<br>T1A_W04  | C2, C3, C4,<br>C5 | wykład      | 1                  | F1, P1,<br>P4 |

|     |                        |  |        |              |   |                                     |
|-----|------------------------|--|--------|--------------|---|-------------------------------------|
|     |                        | T1A_W07<br>T1A_U01                       |        |              |   |                                     |
| EK3 | KAR1A_U07              | T1A_U08<br>T1A_U09                       | C1, C6 | laboratorium | 2 | F2, F3,<br>F4, F5,<br>P2, P3,<br>P4 |
| EK4 | KAR1A_U01<br>KAR1A_U08 | T1A_U01<br>T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09 | C1, C6 | laboratorium | 2 | F2, F3,<br>F4, F5,<br>P2, P3,<br>P4 |

## **II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | Student potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, zna ich budowę, zasadę działania, posiada wiadomości z zakresu badania i analizy właściwości eksploatacyjnych maszyn elektrycznych oraz zna ich charakterystyki  |
| 2          | Student nie potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, nie zna ich budowy i zasady działania, nie posiada wiadomości z zakresu właściwości eksploatacyjnych maszyn elektrycznych oraz zna ich charakterystyki   |
| 3          | Student potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, nie zna ich budowy i zasady działania, posiada niepełne wiadomości z zakresu badania i analizy właściwości eksploatacyjnych maszyn elektrycznych oraz nie zna ich charakterystyk   |
| 3,5        | Student potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, zna ich budowę, zasadę działania   |
| 4          | Student potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, zna ich budowę, zasadę działania, posiada wiadomości z zakresu badania i analizy właściwości eksploatacyjnych maszyn elektrycznych oraz nie zna ich charakterystyk   |
| 4,5        | Student potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, zna ich budowę, zasadę działania, posiada wiadomości z zakresu badania i analizy właściwości eksploatacyjnych maszyn   |
| 5          | Student potrafi dokonać podziału maszyn elektrycznych, zna ich budowę, zasadę działania, posiada wiadomości z zakresu badania i analizy właściwości eksploatacyjnych maszyn elektrycznych oraz zna ich charakterystyki  |
| <b>EK2</b> | Student rozwiązuje problemy dotyczące zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn elektrycznych potrafi wskazać czynniki wpływające na zmniejszenie zużycia energii   |
| 2          | Student nie rozwiązuje podstawowych problemów dotyczących zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn elektrycznych   |
| 3          | Student rozwiązuje podstawowe problemy dotyczące zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn elektrycznych, nie daje sobie rady z pracą samodzielną   |
| 3,5        | Student rozwiązuje podstawowe problemy dotyczące zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn elektrycznych  |
| 4          | Student rozwiązuje złożone problemy dotyczące zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn elektrycznych, nie daje sobie rady z pracą samodzielną  |
| 4,5        | Student rozwiązuje samodzielnie złożone problemy dotyczące zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn  |
| 5          | Student rozwiązuje samodzielnie złożone problemy dotyczące zakresu badań właściwości eksploatacyjnych wybranych maszyn elektrycznych potrafi wskazać czynniki wpływające na zmniejszenie zużycia energii  |
| <b>EK3</b> | Student potrafi wyprowadzić równania ruchu, momentu, zna sposoby rozruchu silników indukcyjnych, potrafi dokonywać analizy charakterystyk   |
| 2          | Student przychodzi nieprzygotowany na zajęcia laboratoryjne, przeszkadza innym uczestnikom zespołu, nie potrafi lub nie chce łączyć układów laboratoryjnych, nie uczestniczy w realizacji pomiarów. Również student, który nie został dopuszczony lub nie odrobił co najmniej połowy ćwiczeń przewidzianych harmonogramem zajęć laboratoryjnych na skutek nieprzygotowania, spóźnienia lub nieobecności |
| 3          | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów   |
| 3,5        | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów  |
| 4          | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów  |
| 4,5        | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, potrafi dokonać łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów,   |



|            |   |
|------------|---|
| 5          | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów,                                   |
| <b>EK4</b> | Student potrafi formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów w aspekcie stanu maszyn i DTR-ki  |
| 2          | Student nie potrafi formułować wniosków na podstawie przeprowadzonych pomiarów  |
| 3          | Student potrafi formułować proste wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów korzystając z pomocy   |
| 3,5        | Student potrafi formułować proste wnioski na podstawie przeprowadzonych   |
| 4          | Student potrafi formułować proste wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów i w sposób poprawny analizuje dokumentację techniczno - ruchową  |
| 4,5        | Student potrafi samodzielnie sformułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów i logicznie wnioskuje dane z DTR-ki oraz potrafi analizować  |
| 5          | Student potrafi samodzielnie sformułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów i logicznie wnioskuje dane z DTR-ki oraz potrafi analizować je i porównywać w otrzymanymi wynikami pomiarowymi |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja dostępna na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl) oraz przekazywana na nośnikach elektronicznych starostom poszczególnych grup.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć - strona [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl)
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina) - strona [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce) - strona [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl)

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Diagnostyka techniczna systemów automatyki</b>  |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>                                |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_40</b>                |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>             | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji<br><b>I stopnia</b>      | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/zjazd:<br><b>1, 0, 2, 0, 1</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny,<br/>Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>Dr inż. Marek Kurkowski</b>   |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Dr inż. Marek Kurkowski, Dr inż. Janusz Flaszka</b>  |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu rodzajów zagrożeń oraz oceny ryzyka technicznego systemów automatyki.
- C2. Zapoznanie studentów z procedurami oceny ryzyka technicznego systemów automatyki.

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Wiedza z maszyn elektrycznych.
2. Wiedza z napędu elektrycznego.
3. Wiedza z matematyki z zakresu równań różniczkowych, całek oraz rachunku operatorowego.
4. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
5. Umiejętność sporządzenia karty ocen z przebiegu realizacji oceny ryzyka maszyn.
6. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące klasyfikacji maszyn i systemów automatyki oraz stanów pracy
- EK 2 – Student rozróżnia struktury układów zasilania i sterowania na podstawie ich schematów zastępczych;
- EK 3 – Student stosuje uniwersalne środowisko obliczeniowe do wykonania komputerowego modelu układu oceny ryzyka i przeprowadza symulacje;
- EK 4 – Student interpretuje wyniki oceny ryzyka i na ich podstawie dokonuje analizy karty ryzyka dla poszczególnych rodzajów maszyn i systemów automatyki.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>W 1</b> – Klasyfikacja maszyn elektrycznych i systemów automatyki. Klasyfikacja uszkodzeń maszyn i systemów automatyki. | 1             |
| <b>W 2</b> – Podstawy eksploatacji maszyn i systemów automatyki.   | 1             |
| <b>W 3</b> – Bezpieczeństwo pracy maszyn i systemów automatyki.  | 1             |
| <b>W 4</b> – Normy prawne związane z oceną bezpieczeństwa i oceny ryzyka maszyn i systemów automatyki.                     | 1             |
| <b>W 5</b> - Wymagania minimalne i zasadnicze  | 1             |
| <b>W 6</b> – Dyrektywa Maszynowa MAD 2006/42/WE i normy : PN-EN ISO 12100:2011   | 1             |
| <b>W 7</b> – Przegląd programów do oceny ryzyka  | 1             |
| <b>W 8</b> – Lista kontrolna oceny ryzyka technicznego   | 1             |
| <b>Test zaliczeniowy</b>   | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>9</b>      |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>L 1</b> – Analiza danych maszyn i systemów automatyki  | 1             |
| <b>L 2 3</b> – Analiza dokumentacji firmowej (w tym Dokumentacji Techniczno Ruchowych i BHP)                      | 2             |
| <b>L 4 5</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka maszyn według MAD 2006/42/WE                        | 2             |
| <b>L 6 7</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka systemów automatyki według MAD 2006/42/WE           | 2             |
| <b>L 8</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka maszyn według PN-EN 60204-1:2010                      | 1             |
| <b>L 9</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka systemów automatyki według PN-EN 60204-1:2010         | 1             |
| <b>L 10 11</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka maszyn według PN-EN ISO 12100:2011                | 2             |
| <b>L 12 13</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka systemów automatyki według PN-EN ISO 12100:2011   | 2             |
| <b>L 14 15</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka maszyn według PN-EN ISO 13849-1:2008              | 2             |
| <b>L 16 17</b> – Ocenić zagrożenia i przeprowadzić ocenę ryzyka systemów automatyki według PN-EN ISO 13849-1:2008 | 2             |
| <b>L 18</b> – opracowanie i wykonanie sprawozdania końcowego  | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – PROJEKT

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>P 1</b> – Wprowadzenie   | 1             |
| <b>P 2 – 8</b> – Samodzielna realizacja oceny ryzyka wybranych maszyn i systemów automatyki | 7             |
| <b>P 9</b> – Omówienie i podsumowanie projektów   | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>9</b>      |

## METODY DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną            |
| 2. Dyskusja                                      |
| 3. Laboratorium – praca w zespołach dwuosobowych |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne                                     |
| 2. Instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych          |
| 3. Dyrektywa MAD 2006/42/WE oraz normy przedmiotowe         |
| 4. Laboratorium zestawów komputerowych                      |
| 5. Oprogramowanie „Dokumentacja ryzyka technicznego maszyn” |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę       |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę |
| Z3. Projekt – zaliczenie na ocenę      |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|  |
|--|
| F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna   |
| F2. Ocena poprawnego i terminowego przygotowania sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i zajęć projektowych  |
| P1. Wykład – test (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)   |
| P2. Ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych i zajęć projektowych – raport indywidualny (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium)                            |
| P3. Ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji – zadanie problemowe (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium i zajęć projektowych) |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |            |          |
|---|---|------------|----------|
|   | [h]   | Σ [h]      | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:   |   |            |          |
| wykład  | 9   |            |          |
| laboratorium  | 18  | 36         | 3        |
| projekt   | 9   |            |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą   | 16  | 74         | 1        |
| Zapoznanie się ze specjalistycznym oprogramowaniem (poza zajęciami laboratoryjnymi) | 14  |            |          |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i projektowych                               | 22  |            |          |
| Przygotowanie sprawozdań z laboratorium i raportu z zajęć projektowych              | 22  |            |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>                         |   | <b>110</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>   | [h]   | Σ [h]      | ECTS     |
| Udział w zajęciach laboratoryjnych  | 18  |            |          |
| Udział w zajęciach projektowych   | 9   |            |          |
| Zapoznanie się ze specjalistycznym oprogramowaniem (poza zajęciami laboratoryjnymi) | 14  |            |          |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i projektowych                               | 22  | 85         | 3        |
| Przygotowanie sprawozdań z laboratorium i raportu z zajęć projektowych              | 22  |            |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Dyrektywa maszynowa 2006/42/WE  |
| 2. PN-EN ISO 13849-1:2008 Bezpieczeństwo maszyn -- Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem -- Część 1: Ogólne zasady projektowania |
| 3. PN-EN ISO 13849-2:2008 Bezpieczeństwo maszyn -- Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem -- Część 2: Walidacja                   |
| 4. PN-EN ISO 12100:2011 Bezpieczeństwo maszyn -- Ogólne zasady projektowania -- Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka                                 |
| 5. PN-EN 60204-1:2010 Bezpieczeństwo maszyn -- Wyposażenie elektryczne maszyn -- Część 1: Wymaga-  |

|  |
|--|
| nia ogólne   |
| 6. Sucheck M.: Ocena ryzyka zawodowego: wykorzystanie systemu STER. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2008.   |
| 7. Obuchowska A.: Czynniki biologiczne na stanowisku pracy: ocena ryzyka, instruktaż, dokumentacja, przykłady oceny na różnych stanowiskach, Gdańsk, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, 2007 |

## B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|   |
|---|
| 1. Poradnik inżyniera elektryka. / T. 1, 2, 3. Warszawa, WNT, 1994.   |
| 2. Jankowska E., Jankowski T.: Ocena zagrożenia pyłami emitowanymi z maszyn do pomieszczeń pracy, Warszawa : Centralny Instytut Ochrony Pracy, 2006 |
| 3. Czasopisma : Przegląd Elektrotechniczny, ElektrolInfo, Elektroinstalator   |
| 4. Strony www : CIOP , PKN , firmy  |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć             | Metody dydaktyczne | Sposób oceny   |
|-------------------|---|---|-----------------|-------------------------|--------------------|----------------|
| EK1               | KAR1A_W15<br>KAR1A_W16  | T1A_W05<br>T1A_W06  | C1              | wykład                  | 1,2                | P1             |
| EK2               | KAR1A_U19   | T1A_U08<br>T1A_U09  | C1              | wykład                  | 1,2                | P1             |
| EK3               | KAR1A_U08<br>KAR1A_U13  | T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09   | C2,C3           | laboratorium<br>projekt | 2,3                | F1, F2,<br>P2, |
| EK4               | KAR1A_U23<br>KAR1A_U25<br>KAR1A_K02   | T1A_U11<br>T1A_U13<br>T1A_U14<br>T1A_U15<br>T1A_K02                               | C3              | laboratorium<br>projekt | 2,3                | F2, P2,<br>P3  |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena       | Efekt  |
|-------------|--|
| <b>EK 1</b> | <b>Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące klasyfikacji maszyn i systemów automatyki oraz stanów pracy.</b>  |
| 2           | Student nie potrafi przedstawić klasyfikacji maszyn i systemów automatyki oraz stanów pracy  |
| 3           | Student potrafi sklasyfikować maszyny i systemów automatyki oraz stany pracy   |
| 3.5         | Student potrafi sklasyfikować maszyny i systemów automatyki, stany pracy oraz potrafi je scharakteryzować  |
| 4           | Student potrafi sklasyfikować maszyny i systemów automatyki, stany pracy oraz scharakteryzować je, a także opisać etapy i cele oceny ryzyka na podstawie norm i dyrektyw UE  |
| 4.5         | Student potrafi przedstawić klasyfikację maszyn i systemów automatyki, stanów pracy, scharakteryzować je oraz podać przykłady, a także opisać etapy i cele oceny ryzyka na podstawie norm i dyrektyw UE                              |
| 5           | Student potrafi przedstawić klasyfikację maszyn i systemów automatyki, stanów pracy, scharakteryzować je oraz podać przykłady, a także wyjaśnić, jakie są cele i na czym polegają etapy oceny ryzyka na podstawie norm i dyrektyw UE |
| <b>EK 2</b> | <b>Student rozróżnia struktury układów zasilania i sterowania na podstawie ich schematów zastępczych.</b>  |
| 2           | Student nie potrafi wymienić struktury układów zasilania i sterowania  |
| 3           | Student potrafi wymienić struktury schematów połączeń oraz kilka podstawowych konfiguracji zasilania przykładowymi charakterystykami   |
| 3.5         | Student potrafi wymienić i opisać struktury schematów zastępczych, scharakteryzować podstawowe wielkości elektryczne i mechaniczne   |
| 4           | Student potrafi wymienić i opisać struktury układów sterowania i oszacować podstawowe ryzyko   |

|             |  |
|-------------|--|
|             | zagrożeń   |
| 4.5         | Student potrafi w oparciu o normy i dyrektywy przygotować klasyfikację ryzyka maszyn i systemów automatyki   |
| 5           | Student potrafi w oparciu o normy i dyrektywy przygotować klasyfikację ryzyka maszyn i systemów automatyki oraz wyciągnąć wnioski i wskazać możliwe rozwiązania minimalizujące ryzyko  |
| <b>EK 3</b> | <b>Student stosuje uniwersalne środowisko obliczeniowe do wykonania komputerowego modelu układu oceny ryzyka i przeprowadza symulacje.</b>   |
| 2           | Student nie potrafi dobrać środowiska obliczeniowego   |
| 3           | Student potrafi dobrać środowiska obliczeniowego do oceny ryzyka technicznego  |
| 3.5         | Student potrafi dobrać środowiska obliczeniowego do oceny ryzyka technicznego i przeprowadza ocenę   |
| 4           | Student potrafi dobrać środowiska obliczeniowego do oceny ryzyka technicznego i przeprowadza ocenę i ją określa  |
| 4.5         | Student potrafi dobrać środowiska obliczeniowego do oceny ryzyka technicznego i przeprowadza ocenę i ją określa dla wybranych maszyn lub układów automatyki  |
| 5           | Student stosuje uniwersalne środowisko obliczeniowe do wykonania komputerowego modelu układu oceny ryzyka i przeprowadza symulacje oraz potrafi wystawić ocenę zgodności   |
| <b>EK 4</b> | <b>Student interpretuje wyniki oceny ryzyka i na ich podstawie dokonuje analizy karty ryzyka dla poszczególnych rodzajów maszyn i urządzeń</b>   |
| 2           | Student nie potrafi interpretować wyników oceny ryzyka   |
| 3           | Student potrafi interpretować wyniki oceny ryzyka  |
| 3.5         | Student potrafi interpretować wyniki oceny ryzyka i na ich podstawie dokonuje analizy karty ryzyka   |
| 4           | Student potrafi interpretować wyniki oceny ryzyka i na ich podstawie dokonuje analizy karty ryzyka dla poszczególnych rodzajów maszyn i urządzeń   |
| 4.5         | Student potrafi interpretować wyniki oceny ryzyka i na ich podstawie dokonuje analizy karty ryzyka dla poszczególnych rodzajów maszyn i urządzeń, potrafi wskazać kolejne punkty do kontroli układu  |
| 5           | Student potrafi interpretować wyniki oceny ryzyka i na ich podstawie dokonuje analizy karty ryzyka dla poszczególnych rodzajów maszyn i urządzeń, potrafi wskazać kolejne punkty do kontroli układu określa plany dostosowawcze i wytyczne do zmniejszenia ryzyka technicznego |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Materiały pomocnicze do zajęć będą umieszczane na wskazanej przez prowadzącego stronie www lub będą przekazywane na nośniku elektronicznym.
2. Termin i miejsce zajęć zostaną ogłoszone na początku semestru, na planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).
3. Terminy i miejsce konsultacji zostaną ogłoszone na początku semestru, na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Kompatybilność elektromagnetyczna</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>                            |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_50</b>                |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr inż. Zdzisław Posyłek</b>  |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>dr inż. Zdzisław Posyłek</b>   |  |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### CEL PRZEDMIOTU

- C1.** Poznanie podstawowych źródeł zaburzeń oraz mechanizmów generowania zakłóceń elektromagnetycznych w układach elektronicznych oraz energoelektronicznych. Nabycie umiejętności identyfikacji dróg przenoszenia się zakłóceń w ich układach sterowania.
- C2.** Zapoznanie studentów z wymaganiami normatywnymi ograniczającymi występujące zaburzenia do poziomów dopuszczalnych. Poznanie praktycznych sposobów określania poziomów zakłóceń zgodnie z zasadami kompatybilności elektromagnetycznej, oraz przedstawienie metod testowania wybranych urządzeń na określone testy odpornościowe.
- C3.** Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie stosowania metod badania zakłóceń pod kątem zapewnienia wymagań kompatybilności elektromagnetycznej. Poznanie zasad i metod ochrony urządzeń i systemów elektronicznych i elektrycznych przed negatywnym wpływem zakłóceń na układy sterowania.

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z matematyki z zakresu równań różniczkowych oraz rachunku całkowego.
2. Wiedza z elektrotechniki z zakresu teorii obwodów i teorii pola.
3. Wiedza z zakresu elektroniki, energoelektroniki, techniki wysokich napięć, materiałoznawstwa elektrycznego.
4. Umiejętność współpracy zespołowej i pracy samodzielnej w trakcie realizacji postawio-

nych zadań.

5. Umiejętność obsługi sprzętu pomiarowego współpracującego z komputerem (np. analizatorów widma, oscyloskopów i mierników cyfrowych).
6. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych, znajomość norm przedmiotowych, udostępnionych instrukcji oraz związanych z tematyką zajęć dydaktycznych zasobów internetowych.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1** – Student potrafi zdefiniować pojęcia: zaburzenie sieciowe i zakłócenie elektromagnetyczne. Rozumie ważność znaczenia zasad kompatybilności elektromagnetycznej dla układów sterowania urządzeń o różnych poziomach mocy. Potrafi scharakteryzować podstawowe zasady kompatybilności elektromagnetycznej.
- EK 2** – Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Potrafi przeprowadzić ich dokładną klasyfikację oraz określić ich wpływ na układy sterowania.
- EK3** – W zależności od występujących zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych student potrafi zastosować dla układu mocy jak i układu sterowania odpowiednie metody i środki ochrony przed tymi zagrożeniami. Wie jak analizować wpływ poszczególnych elementów składowych na niezakłóconą pracę całego układu sterowania.
- EK 4** – Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe w zakresie określenia rodzaju zaburzeń. Wie jak prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki i dokonać właściwej oceny zjawisk i stanów występujących w testowanym układzie sterowania.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>W 1</b> – Wprowadzenie do zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej. Źródła zaburzeń, naturalne i sztuczne  | 2             |
| <b>W 2</b> – Wielkości i jednostki stosowane w kompatybilności elektromagnetycznej. Właściwości rzeczywistych elementów obwodów elektrycznych w zakresie wyższych częstotliwości | 2             |
| <b>W 3</b> – Charakterystyka zakłóceń promieniowanych, strefa bliska, strefa daleka wokół źródła promieniowania pola elektromagnetycznego  | 2             |
| <b>W 4</b> – Zakłócenia przewodzone, podział i charakterystyka   | 2             |
| <b>W 5</b> – Zakłócenia przenoszone przez sieć zasilającą i sposoby ich ograniczania, wymagania dotyczące jakości energii dostarczanych przez sieć zasilającą                    | 2             |
| <b>W 6</b> – Charakterystyka sprzężeń pasożytniczych występujących w liniach sygnałowych i układach zasilania.   | 2             |
| <b>W 7</b> – Metody minimalizacji zaburzeń elektromagnetycznych w liniach i w układach sterowania  | 2             |
| <b>W 8</b> – Wyładowania elektrostatyczne (ESD) i ich charakterystyka. Badanie poziomu odporności na typowe impulsy zakłócające typu: Burst, Surge i ESD.                        | 2             |
| <b>W 9</b> – Badanie poziomu emisji pola elektromagnetycznego przez urządzenia elektroniczne i energoelektroniczne, klatka ekranowana, komora GTEM.                              | 2             |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM ZJAWISKOWE

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Wprowadzenie, Regulamin Laboratorium, zagadnienia BHP | 2             |



|  |           |
|--|-----------|
| L 1 – Zakłócenia promieniowane   | 2         |
| L 2 – Dopasowanie antenowe   | 2         |
| L 3 – Badanie skuteczności ekranowania   | 2         |
| L 4 – Badanie filtrów przeciwzakłóceń  | 2         |
| L 5 – Zakłócenia przewodzone   | 2         |
| L 6 – Badanie charakterystyk elementów pasywnych przy wyższych częstotliwościach     | 2         |
| L 7 – Kompensacja mocy biernej przy obciążeniu odbiornikami liniowymi i nieliniowymi | 2         |
| Zaliczenie końcowe   | 2         |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b> |

### **METODY DYDAKTYCZNE**

|  |
|--|
| 1. – wykład z prezentacją multimedialną            |
| 2. – dyskusja w czasie wykładu                     |
| 3. - laboratorium – praca w zespołach dwuosobowych |

### **NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

|   |
|---|
| 1. – środki audiowizualne   |
| 2. - instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych oraz skrócone instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego |
| 3. – zestawy dydaktyczne do ćwiczeń laboratoryjnych   |
| 4. – literatura i portale internetowe   |

### **SPOSÓB ZALICZENIA**

|                                      |
|--------------------------------------|
| Z1. wykład –zaliczenie z oceną       |
| Z2. laboratorium- zaliczenie z oceną |

### **SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)**

|   |
|---|
| F1. - ocena poziomu przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna  |
| F2. - ocena poprawnego i terminowego przygotowania indywidualnych sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych wraz z oceną prawidłowej interpretacji otrzymanych wyników i wniosków końcowych |
| P1. – wykład, zaliczenie na ocenę w formie pracy pisemnej (częściowo testu) w formie odpowiedzi na zestaw pytań z tematyki wykładu (100% oceny)   |
| P2. – laboratorium, zaliczenie na ocenę (50% ocena z przygotowania do ćwiczenia wraz z oceną sprawozdania i 50% z kolokwium zaliczeniowego)   |

### **OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA**

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |      |
|---|---|-------|------|
|   | [h]   | Σ [h] | ECTS |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:    wykład<br>laboratorium | 18  | 36    | 3    |
|   | 18  |       |      |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 2   | 27    | 1    |

|  |     |              |          |
|--|-----|--------------|----------|
| Zapoznanie się z instrukcjami do ćwiczeń laboratoryjnych (poza zajęciami laboratoryjnymi)  | 3   |              |          |
| Przygotowanie protokołów do zajęć laboratoryjnych, Przygotowanie sprawozdań z laboratorium | 20  |              |          |
| Przygotowanie do kolokwium z laboratorium  | 2   |              |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>                                |     | <b>63</b>    | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>  | [h] | $\Sigma$ [h] | ECTS     |
| Udział w zajęciach laboratoryjnych   | 18  |              |          |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, Przygotowanie sprawozdań z laboratorium            | 20  | 38           | 2        |

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Charoy C.: Zakłócenia w układach elektronicznych, tom: 1, 2, 3,4, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa,2000.                                    |
| 2. Machczyński W.: Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.                             |
| 3. Ruszel P.: Kompatybilność elektromagnetyczna w układach elektronicznych urządzeń pomiarowych, Ofic. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2008.  |
| 4. Więckowski T.: Badanie kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 2001 r, |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|   |
|---|
| 1. Clayton P.: Introduction to Electromagnetic Compatibility 2-nd Edition, Wiley Interscience,2006.                             |
| 2. Lutz M., Nedtwig J.: Certyfikat CE z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej . Poradnik praktyczny, Wyd. ALFA-WEKA,1999. |

### MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KAR1A_W01   | T1A_W01<br>T1A_W07  | C1              | wykład       | 1                  | P1           |
| EK2               | KAR1A_W02   | T1A_W01   | C1,C2           | wykład       | 1,2                | P1           |
| EK3               | KAR1A_W08   | T1A_W03<br>T1A_W04<br>T1A_W07   | C2              | laboratorium | 3                  | F1,F2,<br>P2 |
| EK4               | KAR1A_W12<br>KAR1A_W18<br>KAR1A_U10   | T1A_W02<br>T1A_W04<br>T1A_W07<br>T1A_W08<br>T1A_U08<br>T1A_U09                    | C3              | laboratorium | 3                  | F1,F2,<br>P2 |

### II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena | Efekt   |
|-------|---|
| EK1   | EK1 – Student potrafi zdefiniować pojęcia: zaburzenie sieciowe i zakłócenie elektromagnetyczne. Rozumie ważność znaczenia zasad kompatybilności elektromagnetycznej |

|            |   |
|------------|---|
|            | <b>dla układów sterowania urządzeń o różnych poziomach mocy. Potrafi scharakteryzować podstawowe zasady kompatybilności elektromagnetycznej.</b>  |
| 2          | Student nie potrafi zdefiniować pojęć: zaburzenie sieciowe, zakłócenie elektromagnetyczne, nie potrafi scharakteryzować zasad kompatybilności elektromagnetycznej, nie rozumie wpływu zaburzeń na pracę układów sterowania  |
| 3          | Student zna pojęcia związane z zaburzeniami, ale nie potrafi podać zasady kompatybilności elektromagnetycznej i nie wie jak je odnieść do rzeczywistych układów sterowania  |
| 3,5        | Student zna pojęcia związane z zaburzeniami, nie w pełni potrafi podać zasady kompatybilności elektromagnetycznej oraz nie wie jak je odnieść do rzeczywistych układów sterowania   |
| 4          | Student zna pojęcia związane z zaburzeniami, potrafi podać zasady kompatybilności elektromagnetycznej, ale nie wie jak je odnieść do rzeczywistych układów sterowania   |
| 4,5        | Student zna pojęcia związane z zaburzeniami, potrafi podać zasady kompatybilności elektromagnetycznej nie w pełni wie jak je odnieść do rzeczywistych układów sterowania  |
| 5          | Student zna pojęcia związane z zaburzeniami, potrafi podać zasady kompatybilności elektromagnetycznej wie jak je odnieść do rzeczywistych układów sterowania  |
| <b>EK2</b> | <b>Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Potrafi przeprowadzić ich dokładną klasyfikację oraz określić ich wpływ na układy sterowania</b>  |
| 2          | Student nie potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Nie umie przeprowadzić ich dokładnej klasyfikacji oraz nie jest w stanie określić ich wpływu na układy sterowania  |
| 3          | Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Nie potrafi przeprowadzić ich dokładnej klasyfikacji oraz określić ich wpływu na układy sterowania   |
| 3,5        | Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Nie w pełni potrafi przeprowadzić ich dokładną klasyfikację oraz określić ich wpływu na układy sterowania  |
| 4          | Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Potrafi przeprowadzić ich dokładną klasyfikację oraz określić ich wpływ na układy sterowania   |
| 4,5        | Student wie jak zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Potrafi przeprowadzić ich dokładną klasyfikację oraz określić ich wpływ na układy sterowania, identyfikuje mechanizmy ich powstawania  |
| 5          | Student wie jak zidentyfikować rodzaj występujących zakłóceń przewodzonych oraz promieniowanych. Potrafi przeprowadzić ich dokładną klasyfikację oraz określić ich wpływ na układy sterowania, ma problemy z identyfikacją mechanizmów ich powstawania  |
| <b>EK3</b> | <b>W zależności od występujących zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych student potrafi zastosować dla układu mocy oraz układów sterowania odpowiednie metody i środki ochrony przed tymi zagrożeniami. Wie jak analizować wpływ poszczególnych elementów składowych zabezpieczeń na niezakłóconą pracę całego układu.</b> |
| 2          | Student nie umie dobrać i zastosować metod i środków ochrony przed zaburzeniami sieciowymi i zakłóceniami elektromagnetycznymi  |
| 3          | Student potrafi zastosować dla obwodów mocy odpowiednie metody i środki zabezpieczające przed przenikaniem zaburzeń sieciowych  |
| 3,5        | Student potrafi określić źródła zaburzeń ale nie do końca wie jakie dobrać środki dla zabezpieczenia przed nimi układów mocy i układów sterowania   |
| 4          | Student potrafi określić źródła zaburzeń oraz dobrać odpowiednie środki dla zabezpieczenia przed nimi układy mocy i układy sterowania   |
| 4,5        | Student wie jak dobrać odpowiednie środki dla zabezpieczenia układy mocy i układy sterowania przed przenikaniem zaburzeń, ale nie w pełni potrafi analizować wpływ poszczególnych zabezpieczeń na niezakłóconą pracę całego układu  |
| 5          | Student wie jak dobrać odpowiednie środki dla zabezpieczenia układy mocy i układy sterowania przed przenikaniem zaburzeń, potrafi analizować wpływ poszczególnych zabezpieczeń na niezakłóconą pracę całego układu  |
| <b>EK4</b> | <b>Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe w zakresie określenia rodzaju zaburzeń. Wie jak prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki i dokonać właściwej oceny zjawisk i stanów występujących w układzie sterowania.</b>   |
| 2          | Student nie wie jak wykonać identyfikację pomiarową w celu określenia rodzaju zaburzeń  |
| 3          | Student potrafi poprawnie pomierzyć i określić charakter zaburzeń w układzie sterowania   |
| 3,5        | Student potrafi dokonać poprawnej pomiarowej identyfikacji zaburzeń oraz nie potrafi poprawnie określić zachodzących zjawisk w układzie sterowania.   |

|     |   |
|-----|---|
| 4   | Student potrafi dokonać poprawnej pomiarowej identyfikacji zaburzeń oraz poprawnie określić zachodzące zjawiska w układzie sterowania.  |
| 4,5 | Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe w zakresie określenia rodzaju zaburzeń. Wie jak prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki i nie jest w stanie dokonać pełnej oceny zjawisk i stanów występujących w układzie sterowania. |
| 5   | Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe w zakresie określenia rodzaju zaburzeń. Wie jak prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki i dokonać właściwej oceny zjawisk i stanów występujących w układzie sterowania.                |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Każda grupa studencka posiada swój adres E-mail pod który wysyłane są przez prowadzących materiały dydaktyczne: materiały z wykładów, instrukcje do laboratorium oraz materiały związane z projektem. W przypadku wątpliwości jest bezpośredni kontakt z prowadzącymi. Przy każdym stanowisku laboratoryjnym dostępna jest instrukcja do ćwiczenia.
2. Wykłady odbywają się w jednej z sal Wydziału Elektrycznego, zajęcia laboratoryjne w salach: B233, B234 i D115.
3. Plan zajęć wywieszony jest w ogólnie dostępnym miejscu w budynku WE oraz umieszczony na stronie internetowej wydziału.
4. Konsultacje dla studentów odbywają się w trakcie zajęć dydaktycznych, przerw w zajęciach oraz w godzinach konsultacji podanych na stronie internetowej WE w grafiku tygodniowym prowadzącego zajęcia.

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Modelowanie rozmyte</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>                            |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_60</b>                |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr inż. Krzysztof Olesiak</b>   |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>dr inż. Krzysztof Olesiak</b>  |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu teorii zbiorów rozmytych, rodzajów modeli rozmytych oraz podstawowych zasad ich projektowania.
- C2. Zapoznanie studentów z metodyką realizacji podstawowych operacji na zbiorach rozmytych z zastosowaniem wybranego oprogramowania.
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie realizacji i badania modeli rozmytych.

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Wiedza z matematyki z zakresu rachunku różniczkowego, całkowego oraz teorii zbiorów.
2. Wiedza z fizyki w zakresie elektrodynamiki.
3. Wiedza z elektrotechniki z zakresu teorii obwodów.
4. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych i internetowych.
5. Umiejętność sporządzania sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych.
6. Umiejętność pracy samodzielnej oraz w grupie.

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące logiki rozmytej, rodzajów i parametrów zbiorów rozmytych, rodzajów funkcji przynależności, operatorów parametrycznych i nieparametrycznych.
- EK 2 – Student rozróżnia podstawowe rodzaje i struktury modeli rozmytych oraz opisuje zasady dotyczące ich projektowania.

EK 3 – Student pisze skrypty do obliczania i prezentacji graficznej oraz przeprowadza interpretację uzyskanych rezultatów.

EK 4 – Student stosuje wybrane oprogramowanie do realizacji zadanych modeli rozmytych.

EK 5 – Student interpretuje wyniki symulacji komputerowych zrealizowanych modeli rozmytych oraz dokonuje analizy możliwości kształtowania ich powierzchni odwzorowania.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>W 1</b> – Podstawowe pojęcia teorii zbiorów rozmytych. Logika rozmyta. Rodzaje funkcji przynależności zbiorów rozmytych. Trójkątne i trapezowe funkcje przynależności.              | 2             |
| <b>W 2</b> – Sigmoidalne i harmoniczne funkcje przynależności. Funkcje przynależności Gaussa. Podstawowe zalecenia dotyczące doboru funkcji przynależności.                            | 2             |
| <b>W 3</b> – Parametry charakterystyczne zbiorów rozmytych. Wysokość, jądro i nośnik zbioru rozmytego. Przekrój, wartość modalna i moc zbioru rozmytego.                               | 2             |
| <b>W 4</b> – Dopełnienie zbioru rozmytego. Iloczyn zbiorów rozmytych. Podstawowe operatory T-normy. Iloczyn algebraiczny i drastyczny. Iloczyn Łukasiewicza, Einsteina oraz Hamachera. | 2             |
| <b>W 5</b> – Suma zbiorów rozmytych. Podstawowe operatory S-normy. Suma probabilistyczna i drastyczna. Suma Einsteina oraz Hamachera.  | 2             |
| <b>W 6</b> – Operatory parametryczne T-normy oraz S-normy. Formy reprezentacji bazy wiedzy.  | 2             |
| <b>W 7</b> – Struktura modelu rozmytego. Operacje fuzyfikacji, wnioskowania oraz defuzyfikacji. Modele rozmyte Mamdaniego.   | 2             |
| <b>W 8</b> – Kompletność modelu rozmytego oraz metody tworzenia bazy reguł. Modele Takagi-Sugeno-Kanga. Projektowanie modelu rozmytego na bazie wiedzy eksperta.                       | 2             |
| <b>W 9</b> – Strojenie parametrów modelu rozmytego z wykorzystaniem metody poszukiwań. Wybrane zagadnienia sztucznej inteligencji.   | 1             |
| Kolokwium zaliczeniowe z wykładów.   | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>L 1</b> – Wprowadzenie do programu Matlab oraz zapoznanie się z przybornikiem Fuzzy Logic Toolbox .           | 1             |
| <b>L 2</b> – Funkcje przynależności zbiorów rozmytych: trójkątne, trapezowe i Gaussa.                            | 2             |
| <b>L 3</b> – Funkcje przynależności zbiorów rozmytych: sigmoidalne, harmoniczne i wielomianowe.                  | 2             |
| <b>L 4</b> – Parametry charakterystyczne zbiorów rozmytych: wysokość, nośnik, jądro, przekrój i wartość modalna. | 2             |
| <b>L 5</b> – Zastosowanie wybranych operatorów do obliczania sumy oraz iloczynu zbiorów rozmytych.               | 2             |
| <b>L 6</b> – Podstawowe operatory T-normy oraz S-normy.  | 2             |
| <b>L 7</b> – Normalizacja wejść i denormalizacja wyjść modelu rozmytego.   | 2             |
| <b>L 8</b> – Modele rozmyte Mamdaniego. Metody defuzyfikacji.  | 2             |
| <b>L 9</b> – Modele rozmyte Takagi-Sugeno-Kanga. Strojenie parametrów modelu.                                    | 2             |
| Kolokwium zaliczeniowe z laboratoriów.   | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b>     |

## METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną                             |
| 2. Wykład konwersatoryjny   |
| 3. Laboratorium – praca indywidualna przy stanowisku komputerowym |
| 4. Laboratorium – konwersacja dotycząca realizowanych ćwiczeń     |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Przekaz słowny z wykorzystaniem tablicy konwencjonalnej      |
| 2. Prezentacja multimedialna                                    |
| 3. Instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych              |
| 4. Laboratorium ze stanowiskami komputerowymi                   |
| 5. Oprogramowanie Matlab wraz przybornikiem Fuzzy Logic Toolbox |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę       |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna  |
| F2. Ocena poprawnego i terminowego przygotowania sprawozdań z wykonania ćwiczeń laboratoryjnych   |
| P1. Wykład – ocena opanowania przedstawionych zagadnień – dwa kolokwia (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)   |
| P2. Ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych – dwa kolokwia zaliczeniowe (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium)  |
| P3. Ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji – zagadnienia realizowane podczas laboratorium (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium) |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           |   |           |          |
| wykład  | 18  | 36        | 2        |
| laboratorium  | 18  |           |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 6   | 54        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 16  |           |          |
| Opracowanie sprawozdań z laboratorium                       | 16  |           |          |
| Przygotowanie do kolokwiów z wykładu i laboratorium         | 16  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>90</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Udział w zajęciach laboratoryjnych                          | 18  | 50        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 16  |           |          |
| Opracowanie sprawozdań z laboratorium                       | 16  |           |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Driankov D., Hellendoorn H., Reinfrank M.: Wprowadzenie do sterowania rozmytego. WNT, Warszawa, 1996. |
| 2. Kacprzyk J.: Wieloetapowe sterowanie rozmyte. WNT, Warszawa, 2001.                                    |
| 3. Piegat A.: Modelowanie i sterowanie rozmyte. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2003.      |
| 4. The Math Works: Fuzzy Logic Toolbox for use with Matlab - User's Guide, Version 2.2.8 (R2008b), 2008. |
| 5. Yager R. R., Filev D. P.: Podstawy modelowania i sterowania rozmytego. WNT, Warszawa, 1995.           |
| 6. Witryna internetowa: <a href="http://www.mathworks.com">www.mathworks.com</a>                         |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Jantzen J.: Foundations of Fuzzy Control. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, 2007.                  |
| 2. Sivanandam S.N., Sumathi S., Deepa S. N.: Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB, Berlin, Springer-Verlag 2006. |
| 3. Pedrycz W.: Fuzzy Control and Fuzzy Systems. John Wiley and Sons, New York, 1993.                                 |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny      |
|-------------------|---|---|-----------------|--------------|--------------------|-------------------|
| EK1               | KAR1A_W05   | T1A_W02<br>T1A_W07  | C1              | Wykład       | 1,2                | P1                |
| EK2               | KAR1A_W05   | T1A_W02<br>T1A_W07  | C1              | Wykład       | 1,2                | P1                |
| EK3               | KAR1A_U08   | T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09   | C2, C3          | Laboratorium | 3,4                | F1, F2,<br>P2, P3 |
| EK4               | KAR1A_U08   | T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09   | C2, C3          | Laboratorium | 3,4                | F1, F2,<br>P2     |
| EK5               | KAR1A_U09   | T1A_U08   | C3              | Laboratorium | 3,4                | F1, F2,<br>P2, P3 |

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące logiki rozmytej, rodzajów i parametrów zbiorów rozmytych, rodzajów funkcji przynależności, operatorów parametrycznych i nieparametrycznych</b>  |
| 2          | Student nie potrafi scharakteryzować podstawowych pojęć dotyczących logiki rozmytej oraz przedstawić parametrów zbiorów rozmytych, nie zna funkcji przynależności oraz typów operatorów  |
| 3          | Student potrafi scharakteryzować podstawowe pojęcia logiki rozmytej  |
| 3.5        | Student potrafi scharakteryzować podstawowe pojęcia logiki rozmytej oraz podać rodzaje zbiorów rozmytych   |
| 4          | Student potrafi scharakteryzować podstawowe pojęcia logiki rozmytej, podać rodzaje oraz parametry zbiorów rozmytych  |
| 4.5        | Student potrafi scharakteryzować podstawowe pojęcia logiki rozmytej, podać rodzaje i parametry zbiorów rozmytych, przedstawić funkcje przynależności   |
| 5          | Student potrafi scharakteryzować podstawowe pojęcia logiki rozmytej, podać rodzaje i parametry zbiorów rozmytych, przedstawić funkcje przynależności oraz operatory parametryczne i nieparametryczne   |
| <b>EK2</b> | <b>Student rozróżnia podstawowe rodzaje i struktury modeli rozmytych oraz opisuje zasady dotyczące ich projektowania</b>   |
| 2          | Student nie potrafi rozróżnić podstawowych rodzajów i struktur modeli rozmytych oraz nie zna zasad dotyczących ich projektowania   |
| 3          | Student potrafi scharakteryzować ogólną strukturę modelu rozmytego   |
| 3.5        | Student potrafi scharakteryzować ogólną strukturę modelu rozmytego oraz wymienić podstawowe rodzaje modeli rozmytych   |
| 4          | Student potrafi scharakteryzować ogólną strukturę modelu rozmytego, wymienić podstawowe rodzaje modeli rozmytych, przedstawić funkcjonowanie modelu rozmytego Mamdaniego   |
| 4.5        | Student potrafi scharakteryzować ogólną strukturę modelu rozmytego, wymienić podstawowe rodzaje modeli rozmytych, przedstawić funkcjonowanie modeli rozmytych Mamdaniego oraz Takagi-Sugeno-Kanga  |
| 5          | Student potrafi scharakteryzować ogólną strukturę modelu rozmytego, wymienić podstawowe rodzaje modeli rozmytych, przedstawić funkcjonowanie modeli rozmytych Mamdaniego oraz Takagi-Sugeno-Kanga, zaprezentować zasady projektowania modeli rozmytych |
| <b>EK3</b> | <b>Student pisze skrypty do obliczania i prezentacji graficznej oraz przeprowadza interpretację</b>  |



|            |   |
|------------|---|
|            | <b>uzyskanych rezultatów</b>  |
| 2          | Student nie potrafi napisać skryptów do obliczania i prezentacji graficznej   |
| 3          | Student potrafi napisać skrypty do obliczania i prezentacji graficznej dwóch funkcji przynależności oraz operatora minimum  |
| 3.5        | Student potrafi napisać skrypty do obliczania i prezentacji graficznej czterech funkcji przynależności oraz operatora minimum i maksimum  |
| 4          | Student potrafi napisać skrypty do obliczania i prezentacji graficznej czterech funkcji przynależności, operatora minimum i maksimum oraz dwóch operatorów T-normy  |
| 4.5        | Student potrafi napisać skrypty do obliczania i prezentacji graficznej czterech funkcji przynależności, operatora minimum i maksimum, dwóch operatorów T-normy i dwóch operatorów S-normy oraz umie przeprowadzić interpretację uzyskanych rezultatów   |
| 5          | Student potrafi napisać skrypty do obliczania i prezentacji graficznej czterech funkcji przynależności, operatora minimum i maksimum, czterech operatorów T-normy i czterech operatorów S-normy oraz umie przeprowadzić interpretację uzyskanych rezultatów   |
| <b>EK4</b> | <b>Student stosuje wybrane oprogramowanie do realizacji zadanych modeli rozmytych</b>   |
| 2          | Student nie potrafi zastosować wybranego oprogramowania do realizacji modeli rozmytych  |
| 3          | Student potrafi zastosować wybrane oprogramowanie do zdefiniowania parametrów wejściowych funkcji przynależności  |
| 3.5        | Student potrafi zastosować wybrane oprogramowanie do zdefiniowania parametrów wejściowych i wyjściowych funkcji przynależności  |
| 4          | Student potrafi zastosować wybrane oprogramowanie do zdefiniowania parametrów wejściowych i wyjściowych funkcji przynależności oraz wpisania bazy reguł   |
| 4.5        | Student potrafi zastosować wybrane oprogramowanie do zdefiniowania parametrów wejściowych i wyjściowych funkcji przynależności, wpisania bazy reguł oraz realizacji modelu rozmytego Mamdaniego   |
| 5          | Student potrafi zastosować wybrane oprogramowanie do zdefiniowania parametrów wejściowych i wyjściowych funkcji przynależności, wpisania bazy reguł oraz realizacji modeli rozmytych Mamdaniego i Takagi-Sugeno-Kanga   |
| <b>EK5</b> | <b>Student interpretuje wyniki symulacji komputerowych zrealizowanych modeli rozmytych oraz dokonuje analizy możliwości kształtowania ich powierzchni odwzorowania</b>  |
| 2          | Student nie potrafi dokonać interpretacji wyników symulacji komputerowych zrealizowanych modeli rozmytych   |
| 3          | Student potrafi interpretować wyniki symulacji komputerowej zrealizowanego modelu rozmytego Mamdaniego  |
| 3.5        | Student potrafi interpretować wyniki symulacji komputerowej zrealizowanego modelu rozmytego Mamdaniego, umie określić wpływ bazy reguł na powierzchnię odwzorowania opracowanego modelu   |
| 4          | Student potrafi interpretować wyniki symulacji komputerowej zrealizowanych modeli rozmytych Mamdaniego i Takagi-Sugeno-Kanga, umie określić wpływ bazy reguł na powierzchnię odwzorowania opracowanych modeli   |
| 4.5        | Student potrafi interpretować wyniki symulacji komputerowej zrealizowanych modeli rozmytych Mamdaniego i Takagi-Sugeno-Kanga, umie określić wpływ bazy reguł oraz wejściowych i wyjściowych funkcji przynależności na powierzchnię odwzorowania opracowanych modeli   |
| 5          | Student potrafi interpretować wyniki symulacji komputerowej zrealizowanych modeli rozmytych Mamdaniego i Takagi-Sugeno-Kanga, umie określić wpływ bazy reguł oraz wejściowych i wyjściowych funkcji przynależności na powierzchnię odwzorowania opracowanych modeli, potrafi dokonać analizy możliwości kształtowania powierzchnią odwzorowania |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Instrukcje do zajęć laboratoryjnych będą umieszczane na wskazanej przez prowadzącego stronie www. Przeczytanie instrukcji wymaga zainstalowania oprogramowania do odczytu plików w formacie pdf.
2. Zajęcia laboratoryjne będą odbywać się w sali D014 Wydziału Elektrycznego lub równoważnej.
3. Termin i miejsce zajęć laboratoryjnych oraz wykładów zostaną ogłoszone na początku semestru, na planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl) oraz tablicy ogłoszeniowej w budynku Wydziału Elektrycznego.
4. Konsultacje będą odbywać się w pomieszczeniu C016 lub równoważnym w terminach ogłoszonych na początku semestru na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Sterowanie oświetleniem</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>                                |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_70</b>                |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji<br><b>I stopnia</b>      | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny,<br/>Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>Dr inż. Marek Kurkowski</b>   |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Dr inż. Marek Kurkowski</b>  |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu techniki świetlnej.  
C2. Opanowanie przez studentów umiejętności projektowania oświetlenia wewnętrznego i zewnętrznego.

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Wiedza z fizyki w zakresie optyki.
2. Wiedza z teorii obwodów i urządzeń elektrycznych w zakresie doboru UE do warunków pracy.
3. Wiedza z zakresu bezpieczeństwa użytkowania urządzeń elektrycznych.
4. Umiejętność projektowania w programie AUTOCAD.
5. Umiejętność sporządzenia dokumentacji projektu.
6. Umiejętność korzystania z katalogów i dokumentacji technicznej.

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – posiada wiedzę teoretyczną z techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych,  
EK 2 – potrafi opracować model obiektu wraz z wykonaniem symulacji i oceną jej efektów,  
EK 3 – potrafi samodzielnie wykonać pomiary i sporządzić dokumentację pomiarową  
EK 4 – posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania,

### **TREŚCI PROGRAMOWE**

#### **Forma zajęć – WYKŁADY**

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1</b> – Podstawowe zagadnienia techniki oświetleniowej | <b>1</b>      |
| <b>W 2</b> – Elektryczne źródła światła                     | <b>1</b>      |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>W 3</b> – Oprawy oświetleniowe   | <b>1</b>  |
| <b>W 4</b> – Podstawy projektowania oświetlenia   | <b>1</b>  |
| <b>W 5</b> – Stosowane oprogramowanie (m.in. DIALUX, CADLUX)  | <b>1</b>  |
| <b>W 6</b> – Wymagania oświetleniowe wewnątrz pomieszczeń – warunki pracy i stany awaryjne                                      | <b>1</b>  |
| <b>W 7</b> – Wymagania oświetleniowe na zewnątrz pomieszczeń – warunki pracy  | <b>1</b>  |
| <b>W 8</b> – Wymagania oświetleniowe dla obiektów drogowych   | <b>1</b>  |
| <b>W 9 10</b> – Oszczędność energii   | <b>2</b>  |
| <b>W 11 12</b> – Systemy sterowania oświetleniem wbudowanym   | <b>2</b>  |
| <b>W 13 14</b> – Systemy sterowania oświetleniem zewnętrznym  | <b>2</b>  |
| <b>W 15 16</b> – Ocena wydajności energetycznej oświetlenia   | <b>2</b>  |
| <b>W 17 18</b> – Procedura opracowania raportu końcowego i jego przedstawienia oraz procedura weryfikacji wyników projektowania | <b>2</b>  |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b> |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| <b>Treść zajęć</b>  | <b>Liczba godzin</b> |
|---|----------------------|
| <b>L 1</b> – zapoznanie się z programem Cadlux  | <b>1</b>             |
| <b>L 2</b> – opracowanie modelu obiektu (wnętrze pomieszczeń Cadlux)                            | <b>1</b>             |
| <b>L 3</b> – wykonanie i weryfikacja wyników symulacji (wnętrze pomieszczeń Cadlux)             | <b>1</b>             |
| <b>L 4</b> – zapoznanie się z programem Dialux  | <b>1</b>             |
| <b>L 5</b> – opracowanie modelu obiektu (wnętrze pomieszczeń Dialux)                            | <b>1</b>             |
| <b>L 6</b> – wykonanie i weryfikacja wyników symulacji (wnętrze pomieszczeń Dialux)             | <b>1</b>             |
| <b>L 7 8</b> – opracowanie modelu obiektu (zewnątrze pomieszczeń Dialux)                        | <b>2</b>             |
| <b>L 9 10</b> – wykonanie i weryfikacja wyników symulacji (zewnątrze pomieszczeń Dialux)        | <b>2</b>             |
| <b>L 11 12</b> – pomiary parametrów sterowania oświetlenia wbudowanego                          | <b>2</b>             |
| <b>L 13 14</b> – pomiary parametrów sterowania oświetlenia drogowego                            | <b>2</b>             |
| <b>L 15 16</b> – implementacja modelu obiektu wykonanego w programie Autocad do programu Dialux | <b>2</b>             |
| <b>L 17 18</b> – opracowanie i wykonanie projektu końcowego (Dialux) (2-3 osoby)                | <b>2</b>             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>            |

### METODY DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. – wykład z zastosowaniem środków audiowizualnych  |
| 2. – ćwiczenia laboratoryjne – wykonywanie symulacji oświetlenia obiektów oraz pomiary w systemach sterowania oświetleniem |

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. – przykładowe źródła światła i oprawy oświetleniowe             |
| 2. – 15 zestawów komputerowych                                     |
| 3. – oprogramowanie Autocad , Cadlux , Dialux                      |
| 4. – normy dotyczące opraw, instalacji i projektowania oświetlenia |
| 5. – katalogi firm oświetleniowych                                 |

### SPOSÓB ZALICZENIA

|                                     |
|-------------------------------------|
| Z1. wykład zaliczenie z oceną       |
| Z2. laboratorium zaliczenie z oceną |

### SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|  |
|--|
| F1. – ocena samodzielnego przygotowania do zajęć laboratoryjnych       |
| F2. – ocena analizy i weryfikacji projektowania i symulacji            |
| P1. – ocena przyswojenia wiedzy przekazywanej na wykładzie – kolokwium |
| P2. – ocena wykonania raportu końcowego                                |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności   | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |            |          |
|--|---|------------|----------|
|  | [h]   | Σ [h]      | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:      wykład<br>laboratorium                                    | 18  | 36         | 2        |
|  | 18  |            |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą  | 27  | 79         | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych   | 15  |            |          |
| Wykonanie projektów cząstkowych, uruchomienie, weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi) | 16  |            |          |
| Wykonanie projektu końcowego, uruchomienie, weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)    | 16  |            |          |
| Przygotowanie raportu  | 5   |            |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS<br/>DLA PRZEDMIOTU</b>                                  |   | <b>115</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>  | [h]   | Σ [h]      | ECTS     |
| Laboratorium   | 18  | 70         | 3        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych   | 15  |            |          |
| Wykonanie projektów cząstkowych, uruchomienie, weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi) | 16  |            |          |
| Wykonanie projektu końcowego, uruchomienie, weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)    | 16  |            |          |
| Przygotowanie raportu  | 5   |            |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Bąk J.: Technika oświetlania, PWN, Warszawa 1981  |
| 2. Bąk J., Pabjańczyk W.: Podstawy techniki świetlnej, Wyd. Politechniki Łódzkiej PWN, Łódź 1994   |
| 3. Żagan W.: Podstawy techniki świetlnej, OW Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005  |
| 4. Bąk J.: Komentarz do Normy PN-EN-12464-1 Światło i oświetlenie miejsc pracy. Część 1. Miejsca pracy we wnętrzach. Wyd. COSIW SEP 2006 |
| 5. Bąk J.: Komentarz do raportu technicznego PKN-CEN/TR 13201-1 oraz do normy PN-EN 13201-2. Oświetlenie dróg. Wyd. COSIW SEP 2007       |
| 6. Żagan W.: Podstawy techniki świetlnej, OW Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005  |
| 7. Żagan W.: Podstawy techniki świetlnej, OW Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005  |
| 8. Wiśniewski A.: Elektryczne źródła światła, OW Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011  |
| 9. Pracki P.: Projektowanie oświetlenia wnętrz, OW Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011  |
| 10. Praca zbiorowa Polskiego Komitetu Oświetleniowego - Technika Świetlna 2006 - poradnik informator                                     |
| 11. Grzonkowski J., Pracki P.: Oświetlenie elektryczne. Podręcznik INPE dla Elektryków. Zeszyt 9. Wyd. COSIW SEP 2008.                   |
| 12. Wiatr J.: Oświetlenie awaryjne w budynkach - wymagania i zasady zasilania, Wyd. DW MEDIUM 2007.                                      |
| 13. Wolska A., Pawlak A.: Oświetlenie stanowisk pracy, Wyd. CIOP 2007.   |
| 14. PN-EN 12464-1:2011 Światło i oświetlenie. : Oświetlenie miejsc pracy Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach. PKN Warszawa 2011          |
| 15. PN-EN 12464-2:2008 Światło i oświetlenie. Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz. PKN Warszawa 2008                                      |
| 16. PN-EN 1838:2005 Zastosowania oświetlenia -- Oświetlenie awaryjne. PKN Warszawa 2005  |
| 17. PN-EN 13201: -- Oświetlenie dróg, PKN Warszawa <i>norma wieloarkuszowa</i>   |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|   |
|---|
| 1. Katalogi sprzętu oświetleniowego firm OSRAM, Philips, Elgo BRILUX, LUG, DISANO                             |
| 2. Czasopisma : Przegląd Elektrotechniczny, ElektrolInfo, Elektroinstalator, Widzieć Więcej, Oświetlenie Info |
| 3. Strony www : CIOP , PKN , firmy oświetleniowe  |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć            | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|------------------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KAR1A_W16   | T1A_W06   | C1 , C2         | wykład<br>laboratorium | 1,2                | P1           |
| EK2               | KAR1A_U09<br>KAR1A_K06  | T1A_U08<br>T1A_K06  | C1 , C2         | wykład<br>laboratorium | 1,2                | F2           |
| EK3               | KAR1A_U15<br>KAR1A_U03<br>KAR1A_K03   | T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09<br>T1A_U15<br>T1A_U03<br>T1A_K03                    | C2 , C3         | laboratorium           | 2                  | F2           |
| EK4               | KAR1A_U01   | T1A_U01   | C1 , C2         | wykład<br>laboratorium | 1,2                | F1, F2       |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>posiada wiedzę teoretyczną z techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych</b>  |
| 2          | Student nie posiada wiedzy teoretycznej z techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych.   |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych.   |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego obiektu określić warunki projektowania.                                       |
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące techniki świetlnej oraz instalacji oświetleniowych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego obiektu określić warunki projektowania i porównać z zalecanymi w literaturze. |
| <b>EK2</b> | <b>potrafi opracować model obiektu wraz z wykonaniem symulacji i oceną jej efektów</b>  |
| 2          | Student nie umie opracować modeli obiektów.   |
| 3          | Student umie opracować uproszczone modele obiektów wraz z symulacją.  |
| 3.5        | Student umie opracować zaawansowane modele obiektów wraz z symulacją.   |
| 4          | Student umie opracować zaawansowane modele obiektów wraz z symulacją oraz dokonać analizy.  |
| 4.5        | Student umie opracować zaawansowane modele obiektów wraz z symulacją oraz dokonać analizy. Umie porównać otrzymane wyniki.  |
| 5          | Student umie opracować zaawansowane modele obiektów wraz z symulacją oraz dokonać analizy. Umie porównać otrzymane wyniki i dokonać korekty.  |
| <b>EK3</b> | <b>potrafi samodzielnie wykonać pomiary i sporządzić dokumentację pomiarową</b>   |
| 2          | Student nie umie zrealizować pomiarów i sporządzić dokumentacji.  |
| 3          | Student umie przeprowadzić pomiary z pomocą prowadzącego.   |
| 3.5        | Student umie samodzielnie przeprowadzić pomiary i sporządzić dokumentację.  |
| 4          | Student umie samodzielnie przeprowadzić pomiary i sporządzić dokumentację oraz dokonać analizy wyników.   |
| 4.5        | Student umie samodzielnie przeprowadzić pomiary i sporządzić dokumentację. Umie porównać otrzymane wyniki z danymi literaturowymi.  |
| 5          | Student umie samodzielnie przeprowadzić pomiary i sporządzić dokumentację. Umie porównać otrzymane wyniki z danymi literaturowymi i dokonać ich weryfikacji.  |
| <b>EK4</b> | <b>posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania</b>   |
| 2          | Student nie umie korzystać ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych.   |
| 3          | Student umie korzystać z zasobów internetowych.   |
| 3.5        | Student umie korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.  |
| 4          | Student umie wyszukiwać i korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.   |
| 4.5        | Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.   |

|   |  |
|---|--|
| 5 | Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych i stosować optymalne rozwiązania. |
|---|--|

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Materiały pomocnicze do zajęć będą umieszczane na wskazanej przez prowadzącego stronie www lub będą przekazywane na nośniku elektronicznym.
2. Termin i miejsce zajęć zostaną ogłoszone na początku semestru, na planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).
3. Terminy i miejsce konsultacji zostaną ogłoszone na początku semestru, na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).

|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Układy automatycznego sterowania</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>                     |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_80</b>                |
|  |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny, Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): prof. PCz. dr hab. inż. Kazimierz Jagieła                                       |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: dr inż. Beata Jakubiec, mgr inż. Marian Kępiński   |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu wybranych układów automatycznego sterowania pod kątem zastosowań przemysłowych.
- C2. Zapoznanie studentów z urządzeniami automatycznej regulacji stosowanymi w obiektach przemysłowych.
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie działania i możliwości regulacyjnych wybranych układów automatycznej regulacji.

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Wiedza z elektrotechniki w zakresie teorii obwodów prądu stałego i przemiennego.
2. Wiedza z energoelektroniki i napędów elektrycznych.
3. Wiedza z podstaw automatyki.
4. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie (dotyczy prac laboratoryjnych).
5. Umiejętność sporządzania sprawozdania z przebiegu realizacji ćwiczeń.
6. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące charakterystyk technicznych urządzeń automatycznej regulacji występujących w obiektach przemysłowych;
- EK 2 – Student rozróżnia układy sterowania sekwencyjnego i analogowego w aplikacjach

przemysłowych;

EK 3 – Student dobiera typy urządzeń oraz sposoby automatycznej regulacji wielkości fizycznych dla wybranych obiektów;

EK 4 – Student interpretuje wyniki badań laboratoryjnych i na ich podstawie dokonuje analizy własności urządzeń sterowniczych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>W 1</b> – Ogólna charakterystyka i klasyfikacja struktur układów sterowania.  | <b>2</b>      |
| <b>W2, W3</b> – Sensory (czujniki) stosowane w układach automatycznego sterowania wykorzystywane w obiektach przemysłowych   | <b>3</b>      |
| <b>W 4</b> – Przykładowe układy sterowania rozruchem silników występujących w aplikacjach przemysłowych. Klasyczne metody.   | <b>1</b>      |
| <b>W 5</b> – Przykładowe układy sterowania rozruchem silników występujących w aplikacjach przemysłowych. Metody z wykorzystaniem sterowników programowalnych cz.1. | <b>1</b>      |
| <b>W 6</b> – Przykładowe układy sterowania rozruchem silników występujących w aplikacjach przemysłowych. Metody z wykorzystaniem sterowników programowalnych cz.2. | <b>1</b>      |
| <b>W 7</b> – Układy sterowania pomp i wentylatorów.  | <b>1</b>      |
| <b>W 8</b> – Układy automatycznej regulacji temperatury.   | <b>1</b>      |
| <b>W 9</b> – Układy automatycznego sterowania bram, rolet, parkingów.  | <b>1</b>      |
| <b>W 10, W11, W12</b> – Instalacje i automatyka stosowana w inteligentnym budynku  | <b>4</b>      |
| <b>W 13</b> – Instalacje alarmowe  | <b>1</b>      |
| <b>W 14</b> – Układy automatycznej regulacji oświetlenia obiektów.   | <b>1</b>      |
| <b>W 15</b> – Wykorzystanie GSM do automatyzacji procesów sterowania.  | <b>1</b>      |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

|           | Treść zajęć   | Liczba godzin |
|-----------|---|---------------|
|           | Wprowadzenie  | <b>2</b>      |
| <b>L1</b> | Komputerowe sterowanie karty przekaźników PCLD-785                        | <b>2</b>      |
| <b>L2</b> | Programowanie kanałów cyfrowo-analogowych- karty PLC-726                  | <b>2</b>      |
| <b>L3</b> | Układ regulacji realizowany w oparciu o regulator PSW-8                   | <b>2</b>      |
| <b>L4</b> | Dyskretny układ regulacji   | <b>2</b>      |
| <b>L5</b> | Mikroprocesorowe sterowanie układem napędowym                             | <b>2</b>      |
| <b>L6</b> | Podstawy programowania uniwersalnego regulatora mikroprocesorowego LB-600 | <b>2</b>      |
| <b>L7</b> | Sterowanie sekwencyjne z wykorzystaniem sterownika PLC                    | <b>2</b>      |
|           | Kolokwium zaliczeniowe  | <b>2</b>      |
|           | <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

## METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną.                                |
| 2. Wykład konwersatoryjny   |
| 3. Laboratorium – praca w zespołach przy stanowiskach laboratoryjnych |
| 4. Laboratorium – konwersacja dotycząca realizowanych ćwiczeń         |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. Środki audiowizualne  |
| 2. Katalogi firm produkujących elementy wykonawcze i pomiarowe automatyki budowlanej |
| 3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych   |
| 4. Laboratorium z zestawami ćwiczeń laboratoryjnych                                  |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|                                  |
|----------------------------------|
| Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę |
|----------------------------------|



**Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę****SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)**

F1. ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna

F2. ocena poprawnego i terminowego przygotowania sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych

P1. zaliczenie pisemne - 100 % oceny zaliczeniowej z treści objętych wykładem

P2. ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych – kolokwium zaliczeniowe

**OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA**

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |            |          |   |
|---|---|------------|----------|---|
|   | [h]   | Σ [h]      | ECTS     |   |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:   | wykład  | 18         | 36       | 2 |
|   | Laboratorium  | 18         |          |   |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą   | 15  | 64         | 2        |   |
| Zapoznanie się ze specjalistycznym oprogramowaniem (poza zajęciami laboratoryjnymi) | 15  |            |          |   |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych  | 15  |            |          |   |
| Przygotowanie sprawozdań z laboratorium   | 10  |            |          |   |
| Przygotowanie do kolokwium z laboratorium   | 5   |            |          |   |
| Przygotowanie do zaliczenia z wykładów  | 4   |            |          |   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>                         |   | <b>100</b> | <b>4</b> |   |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>   | [h]   | Σ [h]      | ECTS     |   |
| Udział w zajęciach laboratoryjnych  | 18  | 43         | 2        |   |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych  | 15  |            |          |   |
| Przygotowanie sprawozdań z laboratorium   | 10  |            |          |   |

**WYKAZ LITERATURY****A. LITERATURA PODSTAWOWA**

|  |
|--|
| 1. Grzbiela Cz., Machowski A.: Maszyny, urządzenia elektryczne i automatyka w przemyśle. Wyd. Naukowe Śląsk, Katowice 2010           |
| 2. Kwaśniewski J.: Programowalne sterowniki przemysłowe w systemach sterowania. Wyd. Kraków 1999                                     |
| 3. Kwaśniewski J.: Inteligentny dom i inne systemy sterowania w 100 przykładach . Wyd. BTC, Legionowo 2011                           |
| 4. Seta Z.: Wprowadzenie do zagadnień sterowania. Wykorzystanie programowalnych sterowników logicznych PLC. Wyd. MIKOM Warszawa 2002 |

**B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

|   |
|---|
| 1. Skwarczyński J., Tertil Z...: Elektromechaniczne przetwarzanie energii. Wyd. Nauk.-Dyd. AGH Kraków 2000. |
| 2. Brzózka J.: Regulatory i układy automatyki. Wyd. MIKOM Warszawa 2004.                                    |
| 3. Brzózka J.: Regulatory cyfrowe w automatyce. Wyd. MIKOM Warszawa 2002.                                   |

**MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|-------------|--------------------|--------------|
|                   |   |   |                 |             |                    |              |

|     |                            |  |        |                        |       |                 |
|-----|----------------------------|--|--------|------------------------|-------|-----------------|
| EK1 | KAR1A_W05<br>KAR1A_W15     | T1A_W02<br>T1A_W05<br>T1A_W07                                  | C1     | Wykład                 | 1,2   | P1              |
| EK2 | KAR1A_W05                  | T1A_W02<br>T1A_W05<br>T1A_W07                                  | C1     | Wykład                 | 1,2   | P1              |
| EK3 | KAR1A_W05<br><br>KAR1A_U21 | T1A_W02<br>T1A_W05<br>T1A_W07<br>T1A_U08<br>T1A_U09<br>T1A_U16 | C2, C3 | Wykład<br>Laboratorium | 2,3,4 | P1,<br>F1,F2,P2 |
| EK4 | KAR1A_U09                  | T1A_U08  | C2, C3 | Laboratorium           | 3,4   | F1,F2,P2        |

## **II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące charakterystyk technicznych urządzeń automatycznej regulacji występujących w obiektach przemysłowych</b> |
| 2          | Student nie potrafi scharakteryzować podstawowych pojęć dotyczących układów automatycznej regulacji   |
| 3          | Student potrafi scharakteryzować budowę układu regulacji automatycznej  |
| 3.5        | Student potrafi scharakteryzować budowę oraz elementy układu regulacji automatycznej  |
| 4          | Student potrafi scharakteryzować budowę oraz elementy układu regulacji automatycznej i podać przykłady urządzeń   |
| 4.5        | Student potrafi scharakteryzować rolę, budowę oraz elementy układu regulacji automatycznej i podać przykłady urządzeń   |
| 5          | Student potrafi scharakteryzować rolę, budowę oraz elementy układu regulacji automatycznej i podać przykłady urządzeń i układów                                 |
| <b>EK2</b> | <b>Student rozróżnia układy sterowania sekwencyjnego i analogowego w aplikacjach przemysłowych</b>  |
| 2          | Student nie rozróżnia układów sterowania sekwencyjnego i analogowego w aplikacjach przemysłowych  |
| 3          | Student definiuje układy sterowania sekwencyjnego lub analogowego w aplikacjach przemysłowych   |
| 3.5        | Student definiuje układy sterowania sekwencyjnego i analogowego w aplikacjach przemysłowych   |
| 4          | Student szczegółowo charakteryzuje układy sterowania sekwencyjnego i analogowego w aplikacjach przemysłowych  |
| 4.5        | Student charakteryzuje układy sterowania sekwencyjnego i analogowego w aplikacjach przemysłowych oraz podaje przykłady  |
| 5          | Student charakteryzuje układy sterowania sekwencyjnego i analogowego w aplikacjach przemysłowych, potrafi ocenić ich wady i zalety oraz podaje przykłady        |
| <b>EK3</b> | <b>Student dobiera typy urządzeń oraz sposoby automatycznej regulacji wielkości fizycznych dla wybranych obiektów</b>   |
| 2          | Student nie potrafi dobrać typu urządzeń oraz sposobu automatycznej regulacji wielkości fizycznych dla wybranych obiektów                                       |
| 3          | Student potrafi dobrać typ urządzenia do regulacji wielkości fizycznych dla wybranych obiektów  |
| 3.5        | Student potrafi dobrać sposób automatycznej regulacji wielkości fizycznych dla wybranych obiektów   |
| 4          | Student potrafi dobrać typ urządzenia oraz sposób automatycznej regulacji wielkości fizycznych dla prostych obiektów  |
| 4.5        | Student potrafi dobrać typ urządzenia oraz sposób automatycznej regulacji kilku wielkości fizycznych dla prostych obiektów                                      |
| 5          | Student potrafi dobrać typ urządzenia oraz sposób automatycznej regulacji zadanych wielkości fizycznych dla wybranych obiektów                                  |
| <b>EK4</b> | <b>Student interpretuje wyniki badań laboratoryjnych i na ich podstawie dokonuje analizy własności urządzeń sterowniczych</b>                                   |
| 2          | Student nie potrafi dokonać interpretacji wyników badań laboratoryjnych   |
| 3          | Student potrafi interpretować wyniki badań laboratoryjnych regulatorów specjalizowanych   |
| 3.5        | Student potrafi interpretować wyniki badań laboratoryjnych regulatorów specjalizowanych oraz przeprowadzić analizę ich własności                                |
| 4          | Student potrafi interpretować wyniki badań laboratoryjnych regulatorów wielofunkcyjnych i specjali-   |

|     |   |
|-----|---|
|     | zowanych  |
| 4.5 | Student potrafi interpretować wyniki badań laboratoryjnych regulatorów wielofunkcyjnych i specjalizowanych oraz przeprowadzić analizę ich własności |
| 5   | Student potrafi interpretować wyniki badań laboratoryjnych regulatorów wielofunkcyjnych, specjalizowanych i sterowników PLC                         |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Instrukcje do zajęć laboratoryjnych będą umieszczane na wskazanej przez prowadzącego stronie www. Przejrzenie instrukcji wymaga zainstalowania oprogramowania czytającego pliki PDF.
2. Zajęcia laboratoryjne będą odbywać się w sali C013/C014 Wydziału Elektrycznego.
3. Termin i miejsce zajęć laboratoryjnych oraz wykładów zostaną ogłoszone na początku semestru, na planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl) oraz tablicy ogłoszeniowej w budynku Wydziału Elektrycznego
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce): pokój B019.

|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Programowanie obiektowe</b>  |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b> |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_90</b>                |
|  |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny, Instytut Informatyki                       |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): dr Marek Matusiewicz  |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: dr Marek Matusiewicz   |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu rodzajów i metod tworzenia oprogramowania
- C2. Zapoznanie studentów z technikami budowania oprogramowania w oparciu o wzorce projektowe i język modelowania systemów informatycznych
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w testowania i walidacji oprogramowania

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

- Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
- Znajomość podstaw języków programowania obiektowego – Java, C++

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student charakteryzuje zasady posługiwania się wzorcami projektowymi
- EK 2 – Student zna zasady projektowania oprogramowania zgodnie z metodyką strukturalną lub obiektową, dokonywania przeglądu projektu oprogramowania
- EK 3 – Student wybiera narzędzia wspomagające budowę oprogramowania, doboru modelu procesu wytwarzania oprogramowania do specyfiki przedsięwzięcia
- EK 4 – Student potrafi specyfikować wymagania dotyczące oprogramowania i przeprowadzania ich przeglądu
- EK 5 - Student zna zasady tworzenia, oceny i realizacji planu testowania oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania,

uczestniczenia w inspekcji kodu

EK 6 - Student zna zasady zarządzaniem konfiguracją oprogramowania; opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| W 1 – Wprowadzenie do przedmiotu                                  | 1             |
| W 2 – Przegląd narzędzi i środowisk wytwarzania oprogramowania    | 1             |
| W 3 – Korzystanie z API (Application Programming Interface)       | 1             |
| W 4 – Zasady skutecznego działania                                | 1             |
| W 5 – Wymagania opisujące system informatyczny                    | 1             |
| W 6 – Kontrola jakości wymagań i kodu                             | 1             |
| W 7 – UML – język modelowania systemów informatycznych, koncepcja | 2             |
| W 8 – UML – język modelowania systemów informatycznych, diagramy  | 2             |
| W 9 – Formalne metody opisu systemów informatycznych              | 1             |
| W 10 – Wzorce projektowe  | 1             |
| W 11 – Walidacja i testowanie oprogramowania                      | 1             |
| W 12 - Ewolucja oprogramowania                                    | 1             |
| W 13 - Zarządzanie przedsięwzięciem programistycznym              | 1             |
| W 14 – Automatyzacja testowania oprogramowania                    | 1             |
| W 15 – Metodyka wytwarzania oprogramowania                        | 1             |
| Test zaliczeniowy   | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| L 1,2 – Prezentacja narzędzi programistycznych                        | 2             |
| L 3,4 – Przegląd narzędzi i środowisk wytwarzania oprogramowania      | 2             |
| L 5,6 – Korzystanie z API (Application Programming Interface)         | 2             |
| L 7,8 – Planowanie projektów – zarządzanie projektami                 | 2             |
| L 9,10 – Zasady opisu wymagań   | 2             |
| L 11,12 – Kontrola jakości wymagań i kodu                             | 2             |
| L 13,14 – UML – język modelowania systemów informatycznych, koncepcja | 4             |
| L15 – UML – język modelowania systemów informatycznych, diagramy      | 1             |
| Test zaliczeniowy   | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

## METODY DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną            |
| 2. Laboratorium – praca w zespołach dwuosobowych |
| 3. Projekt - praca w zespołach dwuosobowych      |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne                                       |
| 2. Instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych            |
| 3. Laboratorium zestawów komputerowych wraz z oprogramowaniem |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| Z1. Wykład - Zaliczenie                |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę |
| Z3. Projekt – zaliczenie na ocenę      |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|  |
|--|
| <b>F1.</b> ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna  |
| <b>F2.</b> ocena poprawnego wykonania zadania postawionego w trakcie zajęć   |
| <b>F3.</b> ocena poprawnego wykonania projektu   |
| <b>P1.</b> wykład – test (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)  |
| <b>P2.</b> ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji (100% oceny zaliczeniowej z laboratorium) |
| <b>P3.</b> Ocena udziału w projekcie realizowanym w zespole dwuosobowym  |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |           |          |
|---|---|-------|-----------|----------|
|   | [h]   | Σ [h] | ECTS      |          |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           | wykład  | 18    | 36        | 2        |
|   | laboratorium  | 18    |           |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  | 58    | 2         |          |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 19  |       |           |          |
| Przygotowanie sprawozdania                                  | 29  |       |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   |       | <b>94</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             |   | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Udział w laboratorium                                       |   | 18    | 66        | 3        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      |   | 19    |           |          |
| Przygotowanie sprawozdania                                  |   | 29    |           |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. UML i wzorce projektowe. Analiza i projektowanie obiektowe oraz iteracyjny model wytwarzania, Autor: Craig Larman, Helion 2011/03       |
| 2. Witryna WWW: <a href="http://wazniak.mimuw.edu.pl">wazniak.mimuw.edu.pl</a>   |
| 3. Inżynieria oprogramowania w ujęciu obiektowym. UML, wzorce projektowe i Java<br>Autorzy: Bernd Bruegge, Allen H. Dutoit Helion, 2011/03 |
| 4. Wydajne programowanie – Extreme Programming, Autorzy: K.Beck, A.Cynthia, Mikom, 2005  |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Visual Basic .NET. Wzorce projektowe, Autorzy: Mark Grand, Brad Merrill Helion, 2006/06 |
|--|

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|-------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KAR1A_W03   | T1A_W02<br>T1A_W04<br>T1A_W05<br>T1A_W07  | C1              | wykład      | 1,2                | P1           |
| EK2               | KAR1A_W03   | T1A_W02<br>T1A_W04<br>T1A_W05<br>T1A_W07  | C2              | wykład      | 1,2                | P1           |

|     |                        |                    |    |              |     |             |
|-----|------------------------|--------------------|----|--------------|-----|-------------|
| EK3 | KAR1A_U09<br>KAR1A_U01 | T1A_U08<br>T1A_U01 | C2 | laboratorium | 2,3 | P2,F1,F2,F3 |
| EK4 | KAR1A_U09<br>KAR1A_U01 | T1A_U08<br>T1A_U01 | C3 | laboratorium | 2,3 | P2,F1,F2,F3 |
| EK5 | KAR1A_U09<br>KAR1A_U01 | T1A_U08<br>T1A_U01 | C3 | laboratorium | 3   | P3,F3       |
| EK6 | KAR1A_U09<br>KAR1A_U01 | T1A_U08<br>T1A_U01 | C3 | laboratorium | 3   | P3,F3       |

## **II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student charakteryzuje zasady posługiwania się stosowanym oprogramowaniem</b>   |
| 2          | Student nie potrafi przedstawić zasad posługiwania się stosowanym oprogramowaniem  |
| 3          | Student potrafi przedstawić zasady stosowania platformy programistycznej   |
| 3.5        | Student potrafi przedstawić zasady stosowania platformy programistycznej, scharakteryzować je i określić etapy oraz cele   |
| 4          | Student potrafi przedstawić zasady stosowania platformy programistycznej, scharakteryzować je, określić etapy, cele i sposoby stosowania   |
| 4.5        | Student potrafi przedstawić zasady stosowania platformy programistycznej, scharakteryzować je, określić etapy, cele i sposoby stosowania platformy i ocenić je   |
| 5          | Student potrafi przedstawić zasady stosowania platformy programistycznej, scharakteryzować je i określić etapy cele i sposoby stosowania platformy oraz porównać ją z innymi platformami programistycznymi           |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna zasady projektowania oprogramowania zgodnie z metodyką obiektową, dokonywania przeglądu projektu oprogramowania</b>   |
| 2          | Student nie zna zasad projektowania oprogramowania   |
| 3          | Student zna zasady projektowania oprogramowania w sposób ogólny  |
| 3.5        | Student zna zasady projektowania oprogramowania w sposób zgodny z ogólną metodyką  |
| 4          | Student zna zasady projektowania oprogramowania a w sposób zgodny z metodyką strukturalną i obiektową  |
| 4.5        | Student zna zasady projektowania oprogramowania w sposób zgodny z metodyką strukturalną i obiektową, dokonywania przeglądu projektu oprogramowania   |
| 5          | Student zna zasady projektowania oprogramowania w Internecie w sposób zgodny z metodyką strukturalną i obiektową, dokonywania przeglądu projektu oprogramowania w w odniesieniu od innych platform programistycznych |
| <b>EK3</b> | <b>Student wybiera narzędzia wspomagające budowę oprogramowania, doboru modelu procesu wytwarzania oprogramowania do specyfiki przedsięwzięcia</b>   |
| 2          | Student nie zna narzędzi wspomagających budowę oprogramowania  |
| 3          | Student zna narzędzia wspomagające budowę oprogramowania w sposób ogólny   |
| 3.5        | Student zna narzędzia wspomagające budowę oprogramowania   |
| 4          | Student zna narzędzia wspomagające budowę oprogramowania w sposób biegły   |
| 4.5        | Student zna narzędzia wspomagające budowę oprogramowania w sposób biegły i dobiera model procesu   |
| 5          | Student zna narzędzia wspomagające budowę oprogramowania w sposób dobry i dobiera model procesu i potrafi ocenić inne narzędzia  |
| <b>EK4</b> | <b>Student potrafi specyfikować wymagania dotyczące oprogramowania i przeprowadzania ich przeglądu</b>   |
| 2          | Student nie potrafi specyfikować wymagań dotyczące oprogramowania  |
| 3          | Student potrafi specyfikować wymagania dotyczące oprogramowania  |
| 3.5        | Student potrafi specyfikować wymagania dotyczące oprogramowania i przeprowadzania ich przeglądu  |
| 4          | Student potrafi specyfikować i scharakteryzować wymagania dotyczące oprogramowania i przeprowadzania ich przeglądu   |
| 4.5        | Student potrafi specyfikować, omawiać szczegółowo wymagania dotyczące oprogramowania i przeprowadzania ich przeglądu   |
| 5          | Student potrafi specyfikować, omawiać szczegółowo i stosować na krótkich przykładach wymagania dotyczące oprogramowania i przeprowadzania ich przeglądu  |
| <b>EK5</b> | <b>Student zna zasady tworzenia, oceny i realizacji planu testowania oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania, uczestniczenia w inspekcji kodu</b>                      |
| 2          | Student nie zna zasad testowania oprogramowania  |

|            |   |
|------------|---|
| 3          | Student zna zasady stosowania testowania oprogramowania   |
| 3.5        | Student zna zasady tworzenia, oceny i realizacji planu testowania oprogramowania  |
| 4          | Student zna zasady tworzenia, oceny i realizacji planu testowania oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania   |
| 4.5        | Student zna zasady tworzenia, oceny i realizacji planu testowania oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania, uczestniczenia w inspekcji kodu  |
| 5          | Student zna zasady tworzenia, oceny i realizacji planu testowania oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania, uczestniczenia w inspekcji kodu w sposób w odniesieniu do różnych platform programistycznych |
| <b>EK6</b> | <b>Student zna zasady zarządzaniem konfiguracją oprogramowania; opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania</b>   |
| 2          | Student nie zna zasad zarządzaniem konfiguracją oprogramowania  |
| 3          | Student zna zasady zarządzaniem konfiguracją oprogramowania   |
| 3.5        | Student zna zasady zarządzaniem konfiguracją oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania  |
| 4          | Student zna zasady zarządzaniem konfiguracją oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania w sposób i potrafi je omówić   |
| 4.5        | Student zna zasady zarządzaniem konfiguracją oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania i potrafi je ocenić  |
| 5          | Student zna zasady zarządzaniem konfiguracją oprogramowania, opracowywania planu przedsięwzięcia dotyczącego budowy oprogramowania i potrafi je omówić i ocenić   |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Materiały pomocnicze do zajęć będą umieszczane na wskazanej przez prowadzącego stronie www lub będą przekazywane na nośniku elektronicznym.
2. Termin i miejsce zajęć zostaną ogłoszone na początku semestru, na planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).
3. Terminy i miejsce konsultacji zostaną ogłoszone na początku semestru, na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).



|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Mikromaszyny</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>   |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_100</b>               |
|  |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr inż. Andrzej Jąderko</b>                                |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>dr inż. Andrzej Jąderko</b>   |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu budowy i zasad działania układów przetworników elektromaszynowych
- C2. Nabycie przez studentów wiedzy w zakresie właściwości dynamicznych i charakterystyk mikromaszyn prądu stałego i przemiennego oraz układów sterowania mikromaszyn
- C3. Nabycie przez studentów umiejętności w zakresie zastosowania przetworników elektromaszynowych
- C4. Nabycie przez studentów umiejętności w zakresie wykorzystania układów elektronicznych zasilających mikromaszyny

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie
2. Posiadanie wiedzy i umiejętności z przedmiotów: maszyny elektryczne, energoelektronika, podstawy automatyki, automatyka napędu elektrycznego

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student posiada wiedzę z zakresu elektromechanicznych przemian energii
- EK 2 – Student zna charakterystyki mikromaszyn prądu stałego i przemiennego.
- EK 3 – Student zna nowoczesne układy elektroniczne zasilające mikromaszyny
- EK 4 – Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badań układów z mikromaszynami i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz sformułować wnioski na podstawie pomiarów.
- EK 5 - Student potrafi zaimplementować układy z mikromaszynami do różnego rodzaju procesów przemysłowych

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1</b> – Podstawy teoretyczne elektromechanicznych przemian energii; ogólna postać równania ruchu napędu – sprowadzenie momentów do prędkości wału silnika; | 2             |
| <b>W 2</b> – Charakterystyki mechaniczne silników elektrycznych   | 2             |
| <b>W 3</b> – Rodzaje pracy silników elektrycznych; podział mikromaszyn i ich charakterystyki;   | 2             |
| <b>W 4</b> – Mikromaszyny ogólnego stosowania i ich sterowanie; silniki komutatorowe jednofazowe i prądu stałego;   | 2             |
| <b>W 5</b> – Układy z bezszczotkowymi maszynami prądu stałego; silniki indukcyjne jednofazowe;  | 2             |
| <b>W 6</b> – Silniki synchroniczne, silniki krokowe; elektryczne maszynowe elementy automatyki i ich sterowanie;  | 2             |
| <b>W 7</b> – Przetworniki położenia, prędkości i przyśpieszenia; silniki wykonawcze, mikromaszyny specjalne: silniki momentowe, silniki liniowe;                | 2             |
| <b>W 8</b> – Elektroniczne układy sterowania mikromaszyn  | 2             |
| <b>W 9</b> – Tendencje rozwojowe mikromaszyn  | 2             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>L 1</b> – Wprowadzenie teoretyczne, BHP w laboratorium                    | 2             |
| <b>L 2</b> – Wyznaczanie charakterystyk prądnicy tachometrycznej DC          | 2             |
| <b>L 3</b> – Badanie przetwornika obrotowo - impulsowego                     | 2             |
| <b>L 4</b> – Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych silnika komutatorowego | 2             |
| <b>L 5</b> – Regulacja prędkości obrotowej silnika krokowego                 | 2             |
| <b>L 6</b> – Badanie wskaźnikowego łącza selsynowego                         | 2             |
| <b>L 7</b> – Badanie układu zasilania mikrosilnika krokowego                 | 2             |
| <b>L 8</b> – Badanie mikrosilnika synchronicznego do napędu serwo            | 2             |
| <b>L 9</b> – Test zaliczeniowy   | 2             |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b>     |

## METODY DYDAKTYCZNE

1. Wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny
2. Laboratorium – praca w zespołach kilkuosobowych

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Środki audiowizualne
2. Instrukcje do wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych
3. Wprowadzenie teoretyczne
4. Laboratorium mikromaszyn

## SPOSÓB ZALICZENIA

- Z1. Wykład – egzamin
- Z2. Laboratorium – zaliczenie z oceną

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

- F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna
  - F2. Ocena poprawnego wykonania zadania postawionego podczas zajęć
  - F3. Ocena poprawnego wykonania sprawozdania z ćwiczenia laboratoryjnego
- 
- P1. Wykład – egzamin pisemny (100% oceny z wykładu)
  - P2. Ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i

przygotowania dokumentacji (100% oceny zaliczeniowej z laboratorium)

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           | wykład<br>laboratorium                                    | 18<br>18  | 36<br>2  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 18  | 36        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 18  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>72</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             |   | [h]       | ECTS     |
| Udział w laboratorium                                       |   | 18        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      |   | 18        |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 1. Sochocki R.: „Mikromaszyny elektryczne”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1999                          |
| 2. Owczarek J., Pochanke A., Sochocki R.: „Elektryczne maszynowe elementy automatyki”, WNT, Warszawa 1983 |
| 3. Sochocki R., Życki Z.: „Maszyny elektryczne małej mocy”, WNT, Warszawa 1978                            |
| 4. Szklarski L., Jaracz K., Horodecki A.: „Electric Drive Systems Dynamice”, PWN, Warszawa 1990           |
| 5. Wróbel T.: „Silniki skokowe”, WNT, Warszawa 1993.  |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Strony www

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KAR1A_W13   | T1A_W03<br>T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07  | C1              | wykład       | 1                  | P1           |
| EK2               | KAR1A_W12   | T1A_W02<br>T1A_W04<br>T1A_W07   | C2              | wykład       | 1                  | P1           |
| EK3               | KAR1A_W14   | T1A_W04<br>T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07  | C2              | wykład       | 1                  | P1           |
| EK4               | KAR1A_U16   | T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09<br>T1A_U15  | C3              | laboratorium | 2                  | P2           |
| EK5               | KAR1A_U17   | T1A_U12<br>T1A_U16  | C4              | laboratorium | 2                  | P2           |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student posiada wiedzę z zakresu elektromechanicznych przemian energii</b>   |
| 2          | Student nie posiada wiedzy z zakresu elektromechanicznych przemian energii  |
| 3          | Student potrafi nazwać przemiany energetyczne w układach elektromaszynowych   |
| 3.5        | Student potrafi opisać przemiany energetyczne w układach elektromaszynowych   |
| 4          | Student potrafi opisać budowę podstawowych elektromechanicznych przetworników energii   |
| 4.5        | Student potrafi opisać zasady działania podstawowych elektromechanicznych przetworników energii   |
| 5          | Student potrafi opisać działanie podstawowych elektromechanicznych przetworników energii za pomocą równań i charakterystyk  |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna charakterystyki mikromaszyn prądu stałego i przemiennego</b>   |
| 2          | Student nie zna charakterystyk mikromaszyn  |
| 3          | Student potrafi nazwać metody regulacji prędkości mikromaszyn   |
| 3.5        | Student potrafi opisać metody regulacji prędkości mikromaszyn   |
| 4          | Student potrafi narysować charakterystyki mikromaszyn   |
| 4.5        | Student potrafi zinterpretować charakterystyki mikromaszyn  |
| 5          | Student potrafi opisać matematycznie metody regulacji prędkości mikromaszyn   |
| <b>EK3</b> | <b>Student zna nowoczesne układy elektroniczne zasilające mikromaszyny</b>  |
| 2          | Student nie zna układów elektronicznych zasilających mikromaszyny   |
| 3          | Student zna elementy elektroniczne w układach zasilających mikromaszyny   |
| 3.5        | Student zna konstrukcje przekształtników zasilających mikromaszyny  |
| 4          | Student zna zasady doboru przekształtników do zasilania mikromaszyny  |
| 4.5        | Student zna zasady obliczania układu komutacji do mikromaszyny  |
| 5          | Student potrafi zdiagnozować mikronapęd w zadanych aplikacjach  |
| <b>EK4</b> | <b>Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badań układów z mikromaszynami i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz sformułować wnioski na podstawie pomiarów.</b> |
| 2          | Student nie potrafi połączyć układów laboratoryjnych  |
| 3          | Student potrafi połączyć układy laboratoryjne   |
| 3.5        | Student potrafi obsługiwać podstawowe przyrządy pomiarowe   |
| 4          | Student potrafi obsługiwać cyfrowe przyrządy pomiarowe: oscyloskop cyfrowy, analizator widma, miernik jakości energii   |
| 4.5        | Student potrafi przeprowadzić pomiary na stanowisku laboratoryjnym oraz zarejestrować ich wyniki  |
| 5          | Student potrafi zinterpretować wyniki pomiarów oraz sformułować wnioski   |
| <b>EK5</b> | <b>Student potrafi zaimplementować układy z mikromaszynami do różnego rodzaju procesów przemysłowych</b>  |
| 2          | Student nie zna zastosowań mikroukładów napędowych w procesach przemysłowych  |
| 3          | Student potrafi zastosować mikromaszynę do prostego układu napędowego   |
| 3.5        | Student potrafi połączyć mikromaszynę z przekształtnikiem i uruchomić układ   |
| 4          | Student potrafi zmieniać nastawy układu regulacji przekształtnika   |
| 4.5        | Student potrafi dobrać nastawy układy regulacji przekształtnika   |
| 5          | Student potrafi dobrać układ przekształtnikowy wraz z mikromaszyną do wybranego procesu przemysłowego   |

## III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp. – **na wykładzie, na stronie www Zakładu Sterowania i Odnawialnych Źródeł Energii**
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć - **na planie zajęć**
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień/godzina) – **na planie zajęć**
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce) – **na stronie www Zakładu Sterowania i Odnawialnych Źródeł Energii**

|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Projektowanie układów napędowych</b>                                       |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>   |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_110</b>               |
|  |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/zjazd:<br><b>1, 0, 2, 0, 1</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr inż. Andrzej Jąderko</b>                                |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>dr inż. Andrzej Jąderko</b>   |  |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu doboru silników elektrycznych do przemysłowych układów napędowych
- C2. Nabycie przez studentów wiedzy z zakresu doboru przewodów, aparatów, zabezpieczeń oraz układów przekształtnikowych do przemysłowych układów napędowych
- C3. Nabycie przez studentów umiejętności w zakresie projektowania układów napędowych wspomaganym komputerowo
- C4. Nabycie przez studentów umiejętności w zakresie konfigurowania przemysłowych układów napędowych

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie
2. Posiadanie wiedzy i umiejętności z przedmiotów: maszyny elektryczne, energoelektronika, podstawy automatyki, automatyka napędu elektrycznego

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student potrafi dobrać silnik elektryczny do wybranego układu napędowego
- EK 2 – Student potrafi dobrać przewody, aparaty, zabezpieczenia oraz układy przekształtnikowe do układów napędowych
- EK 3 – Student posiada umiejętności projektowania układów napędowych za pomocą oprogramowania symulacyjnego
- EK 4 – Student potrafi dobrać nastawy regulatorów oraz inne parametry przemienników częstotliwości
- EK 5 - Student potrafi wykonać projekt układu napędowego wraz z doбором AKPiA, przewodów, aparatów, zabezpieczeń, filtrów, przekształtnika oraz silnika

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1</b> – Właściwości ruchowe silników stosowanych w układach napędowych; dobór silników do przemysłowych układów napędowych;                              | 1             |
| <b>W 2</b> – Dobór elementów pomocniczych: sprzęgła, hamulce, czujniki prędkości, czujniki momentu;   | 1             |
| <b>W 3</b> – Oprogramowanie do symulacji układów napędowych – Tcad7;  | 1             |
| <b>W 4</b> – Zasady doboru przewodów, aparatów, zabezpieczeń oraz filtrów w układach napędowych;  | 1             |
| <b>W 5</b> – Ogólna charakterystyka przemysłowych instalacji niskiego napięcia; rodzaje urządzeń energoelektronicznych w układach napędowych;                 | 1             |
| <b>W 6</b> – Dobór aparatury sterowniczej i kontrolnej; sposoby przyłączania układów napędowych do przemienników częstotliwości;                              | 1             |
| <b>W 7</b> – Ochrona przed zaburzeniami i zakłóceniami elektromagnetycznymi; ochrona przed zwarciami doziemnymi i niesymetrią zasilania;;                     | 1             |
| <b>W 8</b> – Ustawianie zabezpieczeń przemienników częstotliwości; dobór nastaw regulatorów w układach napędowych;  | 1             |
| <b>W 9</b> – Sposoby tworzenia projektów i rysowania schematów automatyki przemysłowej; wykonanie projektu układu napędowego z przemiennikiem częstotliwości; | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>9</b>      |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>L 1</b> – Wprowadzenie teoretyczne, BHP w laboratorium   | 2             |
| <b>L 2</b> – Wyznaczanie charakterystyk przetwornika obrotowo – impulsowego                                 | 2             |
| <b>L 3</b> – Napęd prądu przemiennego ze sterowaniem wektorowym sterowany za pomocą PLC                     | 2             |
| <b>L 4</b> – Cyfrowy napęd prądu stałego sterowany z komputera  | 2             |
| <b>L 5</b> – Napęd prądu przemiennego bez pomiaru prędkości obrotowej sterowany z komputera                 | 2             |
| <b>L 6</b> – Badanie właściwości wielofunkcyjnego przekaźnika zabezpieczającego silnik asynchroniczny       | 2             |
| <b>L 7</b> – Dobór nastaw napędu prądu przemiennego sterowanego metoda skalarną $U/f=const$                 | 2             |
| <b>L 8</b> – Dobór nastaw napędu prądu przemiennego sterowanego metodą orientacji względem wektora pola FOC | 2             |
| <b>L 9</b> – Test zaliczeniowy  | 2             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – PROJEKT

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>P 1</b> – Wprowadzenie teoretyczne do programu Tcad7                                   | 1             |
| <b>P 2</b> – Projektowanie układu napędowego DC- symulacje                                | 1             |
| <b>P 3</b> – Projektowanie układu napędowego AC – symulacje                               | 1             |
| <b>P 4</b> – Projektowanie układu napędowego z silnikiem z magnesami trwałymi – symulacje | 1             |
| <b>P 5</b> – Projektowanie części mechanicznej układu napędowego – symulacje              | 1             |
| <b>P 6</b> - Dobór sprzęgieł oraz przetworników prędkości                                 | 1             |
| <b>P 7</b> – Dobór przewodów oraz zabezpieczeń  | 1             |
| <b>P 8</b> – Dobór układu przekształtnikowego do układu napędowego                        | 1             |
| <b>P 9</b> – Wykonanie projektu układu napędowego   | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>9</b>      |

### METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny |
| 2. Laboratorium – praca w zespołach kilkuosobowych            |
| 3. Projekt – prace indywidualne                               |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne                               |
| 2. Instrukcje do wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych |
| 3. Wprowadzenie teoretyczne                           |
| 4. Laboratorium projektowania układów napędowych      |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|                                       |
|---------------------------------------|
| Z1. Wykład – zaliczenie z oceną       |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie z oceną |
| Z3. Projekt – zaliczenie z oceną      |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|  |
|--|
| F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna   |
| F2. Ocena poprawnego wykonania zadania postawionego podczas zajęć  |
| F3. Ocena poprawnego wykonania sprawozdania z ćwiczenia laboratoryjnego  |
| F4. Ocena poprawnego wykonania projektu  |
| P1. Wykład – ocena z egzaminu (100% oceny z wykładu)   |
| P2. Ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji (100% oceny zaliczeniowej z laboratorium i projektu) |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           |   |           |          |
| Wykład  | 9   | 36        | 2        |
| Laboratorium  | 18  |           |          |
| Projekt   | 9   |           |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 9   | 36        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i projektowych       | 27  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>72</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |
| Udział w laboratorium i projekcie                           | 27  | 27        | 2        |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 1. Kaźmierkowski M., Tunia H.: Automatic Control of Converter - Fed Drives. PWN, Warszawa 1994          |
| 2. Kozioł R., Sawicki J., Szklarski L.: Digital Control of Electric Drives. PWN-ELSEVIER, Warszawa 1992 |
| 3. Krzemiński Z.: Cyfrowe sterowanie maszynami asynchronicznymi, Wydawnictwo PG, Gdańsk 2000            |
| 4. Szklarski L., Jaracz K., Horodecki A.: Electric Drive Systems Dynamics. PWN, Warszawa 1990           |
| 5. Szklarski L., Kozioł R.: Cyfrowe sterowanie w układach napędów elektrycznych. PWN, Warszawa 1986     |
| 6. Zawirski K.: Sterowanie silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych, Wydawnictwo PP, Poznań 2005   |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Z. Krzemiński: Nieliniowe sterowanie maszynami asynchronicznymi", Wydawnictwo PG, Gdańsk 2001 |
|--|

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|---|-----------------|-------------|--------------------|--------------|
|                   |   |   |                 |             |                    |              |

|     |           |  |    |              |   |    |
|-----|-----------|--|----|--------------|---|----|
| EK1 | KAR1A_W13 | T1A_W03<br>T1A_W05<br>T1A_W06<br>T1A_W07 | C1 | wykład       | 1 | P1 |
| EK2 | KAR1A_W12 | T1A_W02<br>T1A_W04<br>T1A_W07            | C2 | wykład       | 1 | P1 |
| EK3 | KAR1A_U11 | T1A_U07<br>T1A_U09<br>T1A_U10            | C3 | projekt      | 3 | P2 |
| EK4 | KAR1A_U15 | T1A_U07<br>T1A_U08<br>T1A_U09<br>T1A_U15 | C4 | laboratorium | 2 | P2 |
| EK5 | KAR1A_U17 | T1A_U12<br>T1A_U16                       | C3 | projekt      | 3 | P2 |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student potrafi dobrać silnik elektryczny do wybranego układu napędowego</b>  |
| 2          | Student nie potrafi dobrać silnika do wybranego układu napędowego  |
| 3          | Student potrafi wybrać typ silnika do układu napędowego  |
| 3.5        | Student potrafi dobrać moc silnika do układu napędowego  |
| 4          | Student potrafi dobrać silnik pod względem właściwości ruchowych do układu napędowego  |
| 4.5        | Student potrafi dobrać silnik do układu napędowego i określić sprawność tego układu  |
| 5          | Student potrafi ocenić jakość dobranego układu napędowego  |
| <b>EK2</b> | <b>Student potrafi dobrać przewody, aparaty, zabezpieczenia oraz układy przekształtnikowe do układów napędowych</b>  |
| 2          | Student nie potrafi dobrać podstawowych aparatów, przewodów i układów przekształtnikowych  |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe warunki dotyczące przewodów, aparatów, i zabezpieczeń  |
| 3.5        | Student potrafi dobrać przewody, aparaty i zabezpieczenia do układów napędowych  |
| 4          | Student potrafi nazwać układy przekształtnikowe do napędów elektrycznych   |
| 4.5        | Student potrafi wybrać spośród ofert rynkowych przekształtnik do wybranego układu napędowego   |
| 5          | Student potrafi ocenić przydatność układu przekształtnikowego do wybranego napędu elektrycznego  |
| <b>EK3</b> | <b>Student posiada umiejętności projektowania układów napędowych za pomocą oprogramowania symulacyjnego</b>  |
| 2          | Student nie posiada umiejętności projektowania układów napędowych  |
| 3          | Student potrafi posługiwać się podstawowymi formułami programu Tcad7   |
| 3.5        | Student potrafi zastosować formuły DEMO programu Tcad7   |
| 4          | Student potrafi przeprowadzić modelowe symulacje programu Tcad7  |
| 4.5        | Student potrafi zamodelować wybrany układ napędowy za pomocą programu Tcad7  |
| 5          | Student potrafi interpretować wyniki symulacji wybranych układów napędowych w programie Tcad7  |
| <b>EK4</b> | <b>Student potrafi dobrać nastawy regulatorów oraz inne parametry przemienników częstotliwości</b>   |
| 2          | Student nie potrafi dobrać nastaw parametrów przemienników częstotliwości  |
| 3          | Student potrafi nazwać podstawowe parametry przemienników częstotliwości   |
| 3.5        | Student potrafi nazwać nastawy regulatorów przemienników częstotliwości  |
| 4          | Student potrafi dobrać nastawy parametrów przemienników częstotliwości   |
| 4.5        | Student potrafi dobrać nastawy regulatorów przemienników częstotliwości  |
| 5          | Student potrafi zinterpretować zjawiska fizyczne dotyczące układów napędowych związane z doborem nastaw parametrów i nastaw regulatorów przemienników częstotliwości |
| <b>EK5</b> | <b>Student potrafi wykonać projekt układu napędowego wraz z doбором AKPiA, przewodów, aparatów, zabezpieczeń, filtrów, przekształtnika oraz silnika</b>              |
| 2          | Student nie potrafi wykonać projektu układu napędowego   |
| 3          | Student potrafi wymienić dane potrzebne do wykonania projektu układu napędowego  |
| 3.5        | Student potrafi określić zapotrzebowanie na elementy układu napędowego   |



|     |   |
|-----|---|
| 4   | Student potrafi dobrać przewody oraz elementy zabezpieczeń do układu napędowego               |
| 4.5 | Student potrafi dobrać wszystkie elementy (AKPiA, filtry i inne aparaty) do układu napędowego |
| 5   | Student potrafi zaprojektować gotowy układ napędowy do zadanego procesu technologicznego      |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp. – **na wykładzie, na stronie www Zakładu Sterowania i Odnawialnych Źródeł Energii**
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć - **na planie zajęć**
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień/godzina) – **na planie zajęć**
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce) – **na stronie www Zakładu Sterowania i Odnawialnych Źródeł Energii**

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Diagnostyka bezinwazyjna</b>  |  |  |
| Kierunek: <b>Automatyka i Robotyka</b><br>Specjalność: <b>wszystkie</b><br>Tryb: <b>niestacjonarny</b>                                |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>AiR_1NS_120</b>               |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>              | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>     | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/zjazd:<br><b>2, 0, 2, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny,<br/>Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej</b> |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>Dr hab. inż. Lech Borowik prof. PCZ</b>   |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Dr hab. inż. Lech Borowik prof. PCZ</b>  |  |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu metod diagnostycznych.  
C2. Zapoznanie z metodami określania bieżącego stanu technicznego i przyczyn zaistnienia obecnego stanu oraz określania horyzontu czasowego przyszłej zmiany stanu technicznego.

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu metrologii.
2. Wiedza z zakresu informatyki.
3. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
4. Umiejętność korzystania z katalogów i dokumentacji technicznej.

### EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – posiada wiedzę z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń,  
EK 2 – posiada wiedzę z zakresu monitorowania stanu obiektów,  
EK 3 – zna wybrane systemy diagnozowania obiektów,  
EK 4 – posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania.

### TREŚCI PROGRAMOWE

#### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>W 1</b> – Procesy resztkowe źródłem wiedzy diagnostycznej                   | <b>1</b>      |
| <b>W 2</b> – Pozyskiwanie wiedzy diagnostycznej z etatowych układów sterowania | <b>1</b>      |
| <b>W 3 4</b> – Modele w diagnostyce bezinwazyjnej                              | <b>2</b>      |
| <b>W 5 6</b> – Modele analityczne  | <b>2</b>      |
| <b>W 7</b> – Diagnostyka na podstawie rozpoznawania obrazów                    | <b>1</b>      |
| <b>W 8 9</b> – Modele sztucznej inteligencji                                   | <b>2</b>      |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>W 10</b> – Sztuczne sieci neuronowe w układach diagnostyki | <b>2</b>  |
| <b>W 11</b> – Metody analizy sygnałów                         | <b>2</b>  |
| <b>W 12 13</b> – Pozyskiwanie wiedzy z baz danych             | <b>2</b>  |
| <b>W 14</b> – Obserwatory stanu w diagnostyce                 | <b>2</b>  |
| <b>W 15</b> – Kolokwium zaliczeniowe                          | <b>1</b>  |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b> |

#### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>L 1</b> – Wprowadzenie. Przepisy BHP   | <b>0,5</b>    |
| <b>L 2</b> – Pomiary termowizyjne układów napędowych (sprzęgło, łożysko)              | <b>2</b>      |
| <b>L 3</b> – Pomiary parametrów drgań urządzeń elektrycznych                          | <b>2</b>      |
| <b>L 4</b> – Pomiary głośności urządzeń elektrycznych symptomem stanu                 | <b>2</b>      |
| <b>L 5</b> – Pomiary przepływu metodami ultradźwiękowymi                              | <b>2</b>      |
| <b>L 6</b> – Kolokwium zaliczeniowe   | <b>0,5</b>    |
| <b>L 7</b> – Pomiary fotoelektryczne w diagnostyce urządzeń oświetleniowych           | <b>2</b>      |
| <b>L 8</b> – Badanie kompatybilności elektromagnetycznej źródeł wiedzy diagnostycznej | <b>2</b>      |
| <b>L 9</b> – Pomiary temperatury powierzchni urządzeń elektrycznych pirometrami       | <b>2</b>      |
| <b>L 10</b> – Bezinwazyjna diagnostyka procesu aktywacji                              | <b>2</b>      |
| <b>L 11</b> – Kolokwium zaliczeniowe  | <b>1</b>      |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

#### METODY DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. – wykład z zastosowaniem środków audiowizualnych              |
| 2. – ćwiczenia laboratoryjne – realizacja pomiarów elektrycznych |

#### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. – stanowiska pomiarowe  |
| 2. – przyrządy pomiarowe   |
| 3. – normy dotyczące czujników, przetworników i systemów pomiarowych |
| 4. – katalogi firm   |
| 5. – instrukcje stanowiskowe   |

#### SPOSÓB ZALICZENIA

|                                     |
|-------------------------------------|
| Z1. wykład zaliczenie z oceną       |
| Z2. laboratorium zaliczenie z oceną |

#### SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|  |
|--|
| F1. – ocena samodzielnego przygotowania do zajęć laboratoryjnych             |
| F2. – ocena realizacji zajęć laboratoryjnych, analizy i weryfikacji pomiarów |
| P1. – ocena przyswojenia wiedzy przekazywanej na wykładzie – kolokwium       |
| P2. – ocena wykonania sprawozdania końcowego                                 |

#### OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |      |
|---|---|-----------|----------|------|
|   | [h]   | Σ [h]     | ECTS     |      |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           | wykład  | 18        | 36       | 2    |
|   | laboratorium  | 18        |          |      |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 15  | 45        | 2        |      |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 15  |           |          |      |
| Przygotowanie sprawozdania                                  | 15  |           |          |      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>81</b> | <b>4</b> |      |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             |   | [h]       | Σ [h]    | ECTS |
| Laboratorium  | 18  | 48        | 2        |      |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 15  |           |          |      |
| Przygotowanie sprawozdania                                  | 15  |           |          |      |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Korbicz J., Kościelny J.M.: Modelowanie, diagnostyka i sterowanie nadrzędne procesami, WNT, Warszawa 2009.  |
| 2. Kościelny J.M.: Diagnostyka zautomatyzowanych procesów przemysłowych, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2001.                             |
| 3. Korbicz J., Kościelny J.M., Kowalczyk Z., Cholewa W.: Diagnostyka procesów. Modele, metody sztucznej inteligencji, zastosowania, WNT, Warszawa, 2002. |
| 4. Cholewa W., Moczulski W.: Diagnostyka techniczna maszyn. Pomiary i analiza sygnałów. Politechnika Śląska, nr 1758.                                    |
| 5. Cholewa W., Kazimierczak J.: Diagnostyka techniczna maszyn. Przetwarzanie cech sygnałów. Politechnika Śląska, nr 1693.                                |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Żółtowski B.: Podstawy diagnostyki maszyn. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 1996. |
| 2. Cempel Cz., Tomaszewski F.: Diagnostyka maszyn. Międzyresortowe Centrum Naukowe Majątku Trwałego, Radom 1992.                 |
| 3. Cempel Cz.: Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn. WNT, Warszawa 1982.   |

### MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla efektów obszarowych (OEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć          | Metody dydaktyczne | Sposób oceny           |
|-------------------|---|---|-----------------|----------------------|--------------------|------------------------|
| EK1               | KAR1A_W16   | T1A_W06   | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |
| EK2               | KAR1A_W11   | T1A_W03<br>T1A_W04<br>T1A_W05<br>T1A_W07  | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |
| EK3               | KAR1A_U09   | T1A_U08   | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |
| EK4               | KAR1A_U01   | T1A_U01   | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |

### II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>posiada wiedzę z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń</b>  |
| 2          | Student nie posiada wiedzy z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń   |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń  |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego zadania określić warunki detekcji i lokalizacji uszkodzeń.                                      |
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego zadania określić warunki detekcji i lokalizacji uszkodzeń i porównać z zalecanymi w literaturze |
| <b>EK2</b> | <b>posiada wiedzę z zakresu monitorowania stanu obiektów</b>  |
| 2          | Student nie posiada wiedzy z zakresu monitorowania stanu obiektów.  |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów.   |

|            |   |
|------------|---|
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego zadania określić warunki monitorowania i porównać z podanymi w przepisach.  |
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego zadania określić warunki monitorowania i porównać z podanymi w przepisach oraz porównać z zalecanymi w literaturze. |
| <b>EK3</b> | <b>zna wybrane systemy diagnozowania obiektów</b>   |
| 2          | Student nie zna systemów diagnozowania obiektów.  |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów.   |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego zadania określić warunki diagnozowania i porównać z podanymi w przepisach.  |
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla zadanego zadania określić warunki diagnozowania i porównać z podanymi w przepisach oraz porównać z zalecanymi w literaturze.       |
| <b>EK4</b> | <b>posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania</b>   |
| 2          | Student nie umie korzystać ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych.   |
| 3          | Student umie korzystać z zasobów internetowych.   |
| 3.5        | Student umie korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.  |
| 4          | Student umie wyszukiwać i korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.   |
| 4.5        | Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.   |
| 5          | Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych i stosować optymalne rozwiązania.  |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Materiały pomocnicze do zajęć będą umieszczane na wskazanej przez prowadzącego stronie www lub będą przekazywane na nośniku elektronicznym.
2. Termin i miejsce zajęć zostaną ogłoszone na początku semestru, na planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).
3. Terminy i miejsce konsultacji zostaną ogłoszone na początku semestru, na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).