

# I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **MASZYNY I NAPĘDY ELEKTRYCZNE**
2. Kod przedmiotu: **Emn**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Automatyka i Robotyka**
5. Specjalność: **Komputerowe wspomaganie automatyki i robotyki**
6. Moduł: **Moduł kierunkowy**
7. Poziom studiów: **I stopnia**
8. Forma studiów: **niestacjonarne**
9. Semestr studiów: **III, IV**
10. Profil: **ogólnoakademicki**
11. Prowadzący: **dr inż. Adam Polak**

## CEL PRZEDMIOTU

|            |  |
|------------|--|
| <b>C1</b>  | Zapoznanie studentów z zasadami elektromechanicznego przetwarzania energii                         |
| <b>C2</b>  | Zapoznanie studentów z zasadą działania i budową transformatorów jednofazowych i trójfazowych      |
| <b>C3</b>  | Poznanie zasady działania, budowa i charakterystyki prądnicy synchronicznej.                       |
| <b>C4</b>  | Poznanie zasady działania i budowy silnika asynchronicznego trójfazowego.                          |
| <b>C5</b>  | Poznanie podstawowych właściwości ruchowych silnika asynchronicznego klatkowego i pierścieniowego. |
| <b>C6</b>  | Poznanie budowy i zasady działania prądnicy i silnika prądu stałego.                               |
| <b>C7</b>  | Zapoznanie studentów z elektrycznym układem napędowym.   |
| <b>C8</b>  | Poznanie zasad rozruchu i hamowania elektrycznego silników prądu stałego i prądu przemiennego      |
| <b>C9</b>  | Poznanie metod regulacji prędkości obrotowej silników prądu stałego i silników asynchronicznych.   |
| <b>C10</b> | Poznanie zasad doboru mocy silnika do napędu maszyny roboczej.                                     |

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

|          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | Znajomość podstaw elektrotechniki i elektroniki.                              |
| <b>2</b> | Znajomość mechaniki technicznej w zakresie statyki i dynamiki ciała stałego.  |
| <b>3</b> | Znajomość matematyki w zakresie analizy zespolonej oraz równań różniczkowych. |

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

|             |   |
|-------------|---|
| <b>EK1</b>  | Student zna podstawowe prawa i zasady elektromechanicznego przetwarzania energii  |
| <b>EK2</b>  | Student zna zasadę działania i budowę transformatora elektrycznego i potrafi wyjaśnić charakterystykę zewnętrzną transformatora.  |
| <b>EK3</b>  | Student zna budowę i zasadę działania prądnicy synchronicznej, potrafi wyjaśnić różnicę między pracą samotną a pracą prądnicy w sieci elektroenergetycznej, zna charakterystykę zewnętrzną.                         |
| <b>EK4</b>  | Student zna zasadę działania silnika asynchronicznego trójfazowego, potrafi wyjaśnić zasadę wytworzenie pola magnetycznego wirującego zna różnicę w budowie między silnikiem klatkowym a silnikiem pierścieniowym.. |
| <b>EK5</b>  | Student potrafi narysować i uzasadnić charakterystyki mechaniczne silnika asynchronicznego klatkowego i pierścieniowego.  |
| <b>EK6</b>  | Student zna budowę maszyn prądu stałego, potrafi wyjaśnić zasadę działania silnika i prądnicy zna rodzaje maszyn prądu stałego potrafi narysować i uzasadnić charakterystyki zewnętrzne.                            |
| <b>EK7</b>  | Student zna klasyfikację napędu elektrycznego , potrafi zdefiniować stan dynamiczny i napisać równanie równowagi układu napędowego.   |
| <b>EK8</b>  | Student zna zasady i sposoby rozruch silników elektrycznych oraz rodzaje hamowania elektrycznego silników prądu stałego i silników asynchronicznych.  |
| <b>EK9</b>  | Student zna metody regulacji prędkości obrotowej silników prądu stałego i silników asynchronicznych pierścieniowych i klatkowych.   |
| <b>EK10</b> | Student potrafi dokonać doboru mocy silnika do napędu maszyny roboczej..  |

|             |   |
|-------------|---|
| <b>EK11</b> | Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.  |
| <b>EK12</b> | Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.  |
| <b>EK13</b> | Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium. |
| <b>EK14</b> | Student potrafi rozróżnić silniki elektryczne stosowane w przemyśle.  |

## TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY               |   | Liczba godzin |
|-----------------------|---|---------------|
| <b>W1</b>             | Pojęcia podstawowe z zakresu elektromechanicznego przetwarzania energii .   | <b>2</b>      |
| <b>W2</b>             | Budowa i zasada działania transformatorów jednofazowych i trójfazowych . Charakterystyka zewnętrzna. Układy połączeń i praca równoległa transformatorów trójfazowych. | <b>2</b>      |
| <b>W3</b>             | Maszyny synchroniczne-budowa i zasada działania. Charakterystyki ruchowe . Praca samotna i praca w sieci elektroenergetycznej prądnicy synchronicznej.                | <b>2</b>      |
| <b>W4</b>             | Maszyny asynchroniczne - Zasada działania silnika asynchronicznego trójfazowego. Budowa silnika asynchronicznego klatkowego i pierścieniowego.                        | <b>2</b>      |
| <b>W5</b>             | Maszyny prądu stałego - Budowa i zasada działania prądnicy i silnika .Charakterystyki mechaniczne i właściwości ruchowe silników.                                     | <b>2</b>      |
| <b>W6</b>             | Podstawowe pojęcia i zależności w napędzie elektrycznym. Równanie równowagi układu napędowego. Zasada redukcji momentów oporowych.                                    | <b>1</b>      |
| <b>W7</b>             | Rozruch i hamowanie elektryczne silników prądu stałego i silników asynchronicznych.   | <b>2</b>      |
| <b>W8</b>             | Napędy przekształtnikowe prądu stałego . Napędy asynchroniczne regulowane częstotliwościowo .   | <b>2</b>      |
| <b>W9</b>             | Zasada obliczania mocy i dobór silnika do napędu mechanizmu.  | <b>1</b>      |
| <b>Razem</b>          |   | <b>16</b>     |
| ĆWICZENIA             |   |               |
| <b>Ć1</b>             | Kolokwium   | <b>2</b>      |
| <b>Razem</b>          |   | <b>2</b>      |
| ZAJĘCIA LABORATORYJNE |   |               |
| <b>L1</b>             | Badanie podstawowe transformatorów.   | <b>2</b>      |
| <b>L2</b>             | Badanie prądnicy synchronicznej w pracy samotnej. Podstawowe charakterystyki.   | <b>2</b>      |
| <b>L3</b>             | Badanie silnika klatkowego połączonego w gwiazdę i trójkąt.   | <b>2</b>      |
| <b>L4</b>             | Badanie silnika asynchronicznego pierścieniowego.   | <b>2</b>      |
| <b>L5</b>             | Rozruch i hamowanie silnika asynchronicznego pierścieniowego.   | <b>2</b>      |
| <b>L6</b>             | Rozruch i hamowanie silnika asynchronicznego klatkowego.  | <b>2</b>      |
| <b>L7</b>             | Badanie właściwości ruchowych napędu z silnikiem obcowzbudnym prądu stałego zasilanego z przekształtnika.   | <b>2</b>      |
| <b>L8</b>             | Badanie właściwości ruchowych napędu z silnikiem asynchronicznym klatkowym zasilanego z przemiennika częstotliwości.  | <b>2</b>      |
| <b>L9</b>             | Badanie wybranego silnika elektrycznego   | <b>2</b>      |
| <b>Razem</b>          |   | <b>18</b>     |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|          |                             |
|----------|-----------------------------|
| <b>1</b> | Notebook z projektorem      |
| <b>2</b> | Tablica i kolorowe pisaki   |
| <b>3</b> | Modele maszyn elektrycznych |

**SPOSOBY OCENY**

## FORMUJĄCA

|           |  |                    |
|-----------|--|--------------------|
| <b>F1</b> | Wykonanie sprawozdania z zajęć laboratoryjnych | EK1-EK9, EK11-EK13 |
| <b>F2</b> | Wykonanie zadania problemowego                 | EK10               |

## PODSUMOWUJĄCA

|           |           |          |
|-----------|-----------|----------|
| <b>P1</b> | Kolokwium | EK1-EK13 |
|-----------|-----------|----------|

**OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA**

| Forma aktywności                      | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |           |           |            |
|---------------------------------------|---|-----------|-----------|------------|
|                                       | semestr   | III       | IV        | razem      |
| Godziny kontaktowe z nauczycielem     |   | 18        | 18        | 36         |
| Konsultacje                           |   | 5         | 5         | 10         |
| Czytanie wskazanej literatury         |   | 10        | 10        | 20         |
| Przygotowanie się do laboratorium     |   | 13        | 13        | 26         |
| Opracowanie sprawozdań z laboratorium |   | 14        | 14        | 28         |
| <b>SUMA GODZIN W SEMESTRZE</b>        |   | <b>60</b> | <b>60</b> | <b>120</b> |
| <b>PUNKTY ECTS W SEMESTRZE</b>        |   | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>4</b>   |

**LITERATURA**

## PODSTAWOWA

|          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | J.Witkowski: Maszyny i napędy elektryczne cz.I - Maszyny elektryczne. AMW Gdynia          |
| <b>2</b> | A.Plamitzer : Maszyny elektryczne. WNT Warszawa 2001.                                     |
| <b>3</b> | R.Kostyszyn:Laboratorium maszyn elektrycznych.wyd. AM Gdynia                              |
| <b>4</b> | R. Sochocki, Mikromaszyny elektryczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1996 |

## UZUPEŁNIAJĄCA

|          |  |
|----------|--|
| <b>5</b> | Podstawy elektrotechniki, Roman Kurdziel, WNT, Warszawa 1973 |
|----------|--|

**PROWADZĄCY PRZEDMIOT**

|          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | dr inż. Adam Polak, a.polak@amw.gdynia.pl |
|----------|---|

## Formy oceny

| Efekt | Na ocenę 2   | Na ocenę 3  | Na ocenę 4   | Na ocenę 5  |
|-------|--|---|--|---|
| EK1   | <i>Student zna podstawowe prawa i zasady elektromechanicznego przetwarzania energii</i>  |   |  |   |
|       | Student wie na czym polega elektromechaniczne przetwarzanie energii lecz nie potrafi zdefiniować maszyny elektrycznej jako elektromechanicznego przetwornika energii.                              | Student wie na czym polega elektromechaniczne przetwarzanie energii, umie zdefiniować maszynę elektryczną jako elektromechaniczny przetwornik energii oraz zna zasadę odwracalności pracy maszyn elektrycznych. | Student wie na czym polega elektromechaniczne przetwarzanie energii, umie zdefiniować maszynę elektryczną jako elektromechaniczny przetwornik energii oraz zna zasadę odwracalności pracy maszyn elektrycznych. Potrafi wyjaśnić związek między parametrami znamionowymi maszyny a rodzajem pracy. | Student wie na czym polega elektromechaniczne przetwarzanie energii, umie zdefiniować maszynę elektryczną jako elektromechaniczny przetwornik energii oraz zna zasadę odwracalności pracy maszyn elektrycznych. Potrafi wyjaśnić i uzasadnić związek między parametrami znamionowymi maszyny a danym rodzajem pracy.      |
| EK2   | <i>Student zna zasadę działania i budowę transformatora elektrycznego i potrafi wyjaśnić charakterystykę zewnętrzną transformatora.</i>  |   |  |   |
|       | Student zna zasadę działania transformatora jednofazowego lecz nie potrafi zdefiniować przekładni napięciowej.   | Student zna zasadę działania transformatora jednofazowego, potrafi zdefiniować przekładnię napięciową i zwojową, zna budowę transformatora trójfazowego.  | Student zna zasadę działania transformatora jednofazowego, potrafi zdefiniować przekładnię napięciową i zwojową, zna budowę transformatora trójfazowego zna warunki pracy równoległej transformatorów trójfazowych.  | Student zna zasadę działania transformatora jednofazowego, potrafi zdefiniować przekładnię napięciową i zwojową, zna budowę transformatora trójfazowego zna warunki pracy równoległej transformatorów trójfazowych. Potrafi narysować schematy połączeń transformatorów trójfazowych należących do różnych grup połączeń. |
| EK3   | <i>Student zna budowę i zasadę działania prądnicy synchronicznej, potrafi wyjaśnić różnicę między pracą samotną a pracą prądnicy w sieci elektroenergetycznej, zna charakterystykę zewnętrzną.</i> |   |  |   |
|       | Student zna budowę prą synchronicznej lecz nie potrafi wyjaśnić warunków indukowania napięcia na zaciskach prądnicy.   | Student zna budowę prą synchronicznej, potrafi wyjaśnić warunki indukowania napięcia na zaciskach prądnicy i podać wzór analityczny tego napięcia.  | Student zna budowę prą synchronicznej, potrafi wyjaśnić warunki indukowania napięcia na zaciskach prądnicy i podać wzór analityczny tego napięcia, otfaci narysować i uzasadnić charakterystykę zewnętrzną prądnicy.   | Student zna budowę prą synchronicznej, potrafi wyjaśnić warunki indukowania napięcia na zaciskach prądnicy i podać wzór analityczny tego napięcia, potrafi narysować i uzasadnić charakterystykę zewnętrzną prądnicy, zna właściwości pracy samotnej i pracy równoległej.   |

|  |   |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
| <i>Student zna zasadę działania silnika asynchronicznego trójfazowego, potrafi wyjaśnić zasadę wytworzenia pola magnetycznego wirującego zna różnicę w budowie między silnikiem klatkowym a silnikiem pierścieniowym..</i> |   |   |  |   |
| <b>EK4</b>   | Student zna budowę silnika asynchronicznego lecz nie potrafi wyjaśnić warunki dla wytworzenia pola elektromagnetycznego wirującego. | Student zna budowę silnika asynchronicznego, potrafi wyjaśnić warunki dla wytworzenia pola elektromagnetycznego wirującego.   | Student zna budowę silnika asynchronicznego, potrafi wyjaśnić warunki dla wytworzenia pola elektromagnetycznego wirującego. Zna różnice w budowie między silnikiem klatkowym a silnikiem pierścieniowym.             | Student zna budowę silnika asynchronicznego, potrafi wyjaśnić warunki dla wytworzenia pola elektromagnetycznego wirującego. Zna różnice w budowie między silnikiem klatkowym a silnikiem pierścieniowym oraz zna właściwości ruchowe tych silników.   |
| <i>Student potrafi narysować i uzasadnić charakterystyki mechaniczne silnika asynchronicznego klatkowego i pierścieniowego.</i>  |   |   |  |   |
| <b>EK5</b>   | Student potrafi narysować charakterystykę mechaniczną silnika klatkowego lecz nie potrafi jej zinterpretować.                       | Student potrafi narysować charakterystykę mechaniczną silnika klatkowego i silnika pierścieniowego, potrafi jej zinterpretować.   | Student potrafi narysować charakterystykę mechaniczną silnika klatkowego i silnika pierścieniowego, potrafi jej zinterpretować. Zna wzór Klossa.   | Student potrafi narysować charakterystykę mechaniczną silnika klatkowego i silnika pierścieniowego, potrafi jej zinterpretować. Zna wzór Klossa i potrafi wyjaśnić jego praktyczne zastosowanie.  |
| <i>Student zna budowę maszyn prądu stałego, potrafi wyjaśnić zasadę działania silnika i prądnicy zna rodzaje maszyn prądu stałego potrafi narysować i uzasadnić charakterystyki zewnętrzne.</i>                            |   |   |  |   |
| <b>EK6</b>   | Student zna budowę maszyny prądu stałego lecz nie rozróżnia klasyfikację maszyn prądu stałego ze względu na sposób wzbudzenia.      | Student zna budowę maszyny prądu stałego, rozróżnia klasyfikację maszyn prądu stałego ze względu na sposób wzbudzenia. Zna zasadę działania silnika i prądnicy potrafi narysować i objaśnić charakterystyki ruchowe silnika i prądnicy. | Student zna budowę maszyny prądu stałego, rozróżnia klasyfikację maszyn prądu stałego ze względu na sposób wzbudzenia. Zna zasadę działania silnika i prądnicy potrafi narysować i objaśnić charakterystyki ruchowe. | Student zna budowę maszyny prądu stałego, rozróżnia klasyfikację maszyn prądu stałego ze względu na sposób wzbudzenia. Zna zasadę działania silnika i prądnicy potrafi narysować i objaśnić charakterystyki ruchowe. Zna układy połączeń i znormalizowane oznaczenia końcówek uzwojeń maszyn prądu stałego. |
| <i>Student zna klasyfikację napędu elektrycznego , potrafi zdefiniować stan dynamiczny i napisać równanie równowagi układu napędowego.</i>   |   |   |  |   |
| <b>EK7</b>   | Student zna pojęcie układu napędowego lecz nie umie go sklasyfikować.   | Student zna pojęcie układu napędowego umie go sklasyfikować, zna i prawidłowo definiuje równanie równowagi układu napędowego.   | Student zna pojęcie układu napędowego umie go sklasyfikować, zna i prawidłowo definiuje równanie równowagi układu napędowego. Zna zasadę wyznaczania wartości zastępczych momentów.                                  | Student zna pojęcie układu napędowego umie go sklasyfikować, zna i prawidłowo definiuje równanie równowagi układu napędowego. Zna zasadę wyznaczania wartości zastępczych momentów oporowych i momentów bezwładności.   |

|             |  |  |   |   |
|-------------|--|--|---|---|
|             | <i>Student zna zasady i sposoby rozruch silników elektrycznych oraz rodzaje hamowania elektrycznego silników prądu stałego i silników asynchronicznych.</i>  |  |   |   |
| <b>EK8</b>  | Student zna pojęcie rozruchu i hamowania elektrycznego lecz nie rozumie i nie umie wyjaśnić ograniczenia jakie występują w tych procesach.   | Student zna pojęcie rozruchu i hamowania elektrycznego rozumie i umie wyjaśnić ograniczenia jakie występują w tych procesach.                          | Student zna pojęcie rozruchu i hamowania elektrycznego rozumie i umie wyjaśnić ograniczenia jakie występują w tych procesach. Potrafi narysować charakterystyki mechaniczne silnika asynchronicznego i obcowzbudnego podczas hamowania dynamicznego.              | Student zna pojęcie rozruchu i hamowania elektrycznego rozumie i umie wyjaśnić ograniczenia jakie występują w tych procesach. Potrafi narysować charakterystyki mechaniczne silnika asynchronicznego i obcowzbudnego podczas różnych rodzajów hamowania.  |
|             | <i>Student zna metody regulacji prędkości obrotowej silników prądu stałego i silników asynchronicznych pierścieniowych i klatkowych.</i>   |  |   |   |
| <b>EK9</b>  | Student wie na czym polega regulacja prędkości obrotowej lecz nie zna metod jej regulacji.   | Student wie na czym polega regulacja prędkości obrotowej i zna sposoby regulacji prędkości obrotowej silnika prądu stałego i silnika asynchronicznego. | Student wie na czym polega regulacja prędkości obrotowej i zna sposoby regulacji prędkości obrotowej silnika prądu stałego i silnika asynchronicznego. Potrafi narysować i objaśnić charakterystyki mechaniczne dla danego sposobu regulacji prędkości obrotowej. | Student wie na czym polega regulacja prędkości obrotowej i zna sposoby regulacji prędkości obrotowej silnika prądu stałego i silnika asynchronicznego. Potrafi narysować i objaśnić charakterystyki mechaniczne dla danego sposobu regulacji prędkości obrotowej. Zna i potrafi uzasadnić regulację częstotliwościową silnika asynchronicznego. |
|             | <i>Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.</i>  |  |   |   |
| <b>EK11</b> | Nie słucha uważnie treści wykładu, nie zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem   | Słucha uważnie treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem   | dyskutuje trudniejsze fragmenty zajęć w celu lepszego zrozumienia   | wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł  |
|             | <i>Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.</i>  |  |   |   |
| <b>EK12</b> | Student nie przestrzega zasad obowiązujących na wykładach  | Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach  | student dba o przestrzeganie zasad obowiązujących na wykładach przez innych studentów   | student wskazuje możliwe modyfikacje zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów   |
|             | <i>Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.</i> |  |   |   |
| <b>EK13</b> | Biernie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i nie zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści   | Aktywnie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści              | zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium   | dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium   |

|             |   |   |   |  |
|-------------|---|---|---|--|
|             | <i>Student potrafi dokonać doboru mocy silnika do napędu maszyny roboczej..</i>           |   |   |  |
| <b>EK10</b> | Student zna ogólnie dobór silnika do maszyny roboczej lecz nie zna kryteriów tego doboru. | Student zna zasady doboru mocy silnika i kryteria doboru silnika do napędu maszyny roboczej w określonych warunkach środowiskowych. | Student zna zasady doboru mocy silnika i kryteria doboru silnika do napędu maszyny roboczej w określonych warunkach środowiskowych, potrafi obliczyć moc silnika do obciążenia stałego. | Student zna zasady doboru mocy silnika i kryteria doboru silnika do napędu maszyny roboczej w określonych warunkach środowiskowych, potrafi obliczyć moc silnika do obciążenia stałego i obciążenia zmiennego w pracy okresowej. |
|             | <i>Student potrafi rozróżnić silniki elektryczne stosowane w przemyśle.</i>               |   |   |  |
| <b>EK14</b> |   |   |   |  |