



### KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

|                                  |                                                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Kod modułu                       |                                                                   |
| Nazwa modułu                     | <b>Komputerowe Wspomaganie Projektowania Maszyn Elektrycznych</b> |
| Nazwa modułu w języku angielskim | <b>Computer Aided Design of Electrical Machines</b>               |
| Obowiązuje od roku akademickiego | <b>2012/2013</b>                                                  |

### A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                  |                                                                 |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>Elektrotechnika</b>                                          |
| Poziom kształcenia               | <b>II stopień</b><br>(I stopień / II stopień)                   |
| Profil studiów                   | <b>ogólno akademicki</b><br>(ogólno akademicki / praktyczny)    |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>stacjonarne</b><br>(stacjonarne / niestacjonarne)            |
| Specjalność                      | <b>PiUEE</b>                                                    |
| Jednostka prowadząca moduł       | <b>Katedra maszyn Elektrycznych i Systemów Mechatronicznych</b> |
| Koordynator modułu               | <b>Dr hab. inż. Jan Staszak</b>                                 |
| Zatwierdził:                     |                                                                 |

### B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                                                      |                                                           |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów             | <b>kierunkowy</b><br>(podstawowy / kierunkowy / inny HES) |
| Status modułu                                        | <b>nieobowiązkowy</b><br>(obowiązkowy / nieobowiązkowy)   |
| Język prowadzenia zajęć                              | <b>język polski</b>                                       |
| Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr        | <b>III</b>                                                |
| Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim | <b>semestr letni</b><br>(semestr zimowy / letni)          |
| Wymagania wstępne                                    | <b>Teoria obwodów 1,2 ; Maszyny elektryczne 1, 2</b>      |
| Egzamin                                              | <b>nie</b>                                                |
| Liczba punktów ECTS                                  | <b>3</b>                                                  |

| Forma prowadzenia zajęć | wykład | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|-------------------------|--------|-----------|--------------|---------|------|
| w semestrze             | 15     |           | 30           |         |      |



### C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

|                   |                                                                                                              |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cel modułu</b> | Zapoznanie studentów z zasadami projektowania maszyn elektrycznych wspomaganego komputerowo<br>(3-4 linijki) |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Symbol efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                                                                                           | Forma prowadzenia zajęć<br>(w/ć/l/p/inne) | odniesienie do efektów kierunkowych | odniesienie do efektów obszarowych |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| W_01          | ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki oraz fizyki przydatną do rozwiązywania złożonych zadań z zakresu, pola magnetycznego oraz obwodów elektrycznych                                      | wykład                                    | K_W01<br>K_W02                      | T2A_W01                            |
| W_02          | ma szczegółową wiedzę w zakresie własności materiałów magnetycznych i elektrycznych stosowanych w maszynach elektrycznych, w zakresie analizy liniowych i nieliniowych obwodów elektrycznych i magnetycznych | wykład                                    | K_W01<br>K_W02                      | T2A_W01<br>T2A_W02                 |
| W_03          | ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie projektowania obwodów magnetycznych i elektrycznych maszyn elektrycznych                                                                 | wykład                                    | K_W03                               | T2A_W03                            |
| W_04          | ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wykorzystaniem programów komputerowych wspomagających projektowanie maszyn elektrycznych                                                           | wykład                                    | K_W10                               | T2A_W04                            |
| U_01          | potrafi planować i przeprowadzać symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski z zaprojektowanej maszyny elektrycznej                                                              | lab.                                      | K_U07                               | T2A_U08                            |
| U_02          | potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne do projektowania maszyn elektrycznych.                                                                                                                   | lab.                                      | K_U08                               | T2A_U09                            |
| K_01          | Potrafi współdziałać i pracować w grupie                                                                                                                                                                     | lab.                                      | K_K02                               | T2A_K03                            |

### Treści kształcenia:

#### 1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

| Nr wykładu | Treści kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1, 2       | Struktura obwodów magnetycznych i elektrycznych, zasada działania oraz sterowania silnika bezszczotkowego o magnesach trwałych z komutacją elektroniczną                                                                                                                                                                                                                                              | W_01,<br>W_02                                 |
| 3, 4       | Zastosowanie metody elementów skończonych oraz programu Matlab/Simulink do komputerowego wspomaganie projektowania maszyn elektrycznych                                                                                                                                                                                                                                                               | W_01,<br>W_02,<br>W_04                        |
| 5, 6       | Zasady projektowania silników bezszczotkowych o magnesach trwałych z komutacją elektroniczną. Przegląd materiałów magnetycznych oraz materiałów stosowanych na uzwojenia. Projektowanie obwodu elektrycznego oraz obwodu magnetycznego. Dobór wymiarów obwodu magnetycznego oraz struktury i parametrów uzwojeń. Wyznaczanie rozkładu pola magnetycznego oraz parametrów elektromagnetycznych silnika | W_01,<br>W_02,<br>W_03,<br>W_04               |



|   |                                                                                                                                          |                                 |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 7 | Obliczanie charakterystyk statycznych silnika bezszczotkowego o magnesach trwałych. Symulacja pracy silnika w środowisku Matlab/Simulink | W_01,<br>W_02,<br>W_04          |
| 8 | Kolokwium pisemne z wykładów                                                                                                             | W_01,<br>W_02,<br>W_03,<br>W_04 |

2. Treści kształcenia w zakresie ćwiczeń
3. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych

| Nr lab.           | Treści kształcenia                                                                                                                                                                                            | Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu  |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1                 | Organizacja i regulamin zajęć w laboratorium, BHP, zapoznanie się ze środowiskiem programowym stosowanym do projektowania maszyn elektrycznych                                                                | K_01                                           |
| 2, 3, 4, 5        | Dobór wymiarów obwodu magnetycznego silnika bezszczotkowego o magnesach trwałych, dobór struktury oraz parametrów elektromagnetycznych uzwojeń silnika                                                        | W_01,<br>W_02,<br>W_03, U_02                   |
| 6, 5, 7, 8, 9, 10 | Budowa modelu silnika w programie FEM, analiza rozkładu pola magnetycznego, wyznaczanie parametrów uzwojenia stojana                                                                                          | W_01,<br>W_02,<br>W_03,<br>W_04,<br>U_01, U_02 |
| 11, 12, 13, 14    | Wyznaczanie parametrów elektromechanicznych silnika bezszczotkowego o magnesach trwałych, obliczanie charakterystyk statycznych silnika, symulacja pracy bezszczotkowego silnika w środowisku Matlab/Simulink | W_01,<br>W_02,<br>W_03,<br>U_01, U_02          |
| 15                | Kolokwium pisemne w zakresie zadań laboratoryjnych                                                                                                                                                            | W_01,<br>W_02,<br>W_03,<br>W_04,<br>U_01, U_02 |

4. Charakterystyka zadań projektowych
5. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

### Metody sprawdzania efektów kształcenia

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia<br>(sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| W_01          | Kolokwium pisemne w zakresie zadań laboratoryjnych i wykładów                                                                                               |
| W_02          | Kolokwium pisemne w zakresie zadań laboratoryjnych i wykładów                                                                                               |
| W_03          | Kolokwium pisemne w zakresie zadań laboratoryjnych i wykładów                                                                                               |
| W_04          | Kolokwium pisemne w zakresie zadań laboratoryjnych i wykładów                                                                                               |
| U_01          | Kolokwium pisemne w zakresie zadań laboratoryjnych                                                                                                          |
| U_02          | Kolokwium pisemne w zakresie zadań laboratoryjnych                                                                                                          |



### D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS |                                                                                                                                                                                  |                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                     | Rodzaj aktywności                                                                                                                                                                | obciążenie studenta |
| 1                   | Udział w wykładach                                                                                                                                                               | 15                  |
| 2                   | Udział w ćwiczeniach                                                                                                                                                             |                     |
| 3                   | Udział w laboratoriach                                                                                                                                                           | 30                  |
| 4                   | Udział w konsultacjach (2-4 razy w semestrze)                                                                                                                                    | 5                   |
| 5                   | Udział w zajęciach projektowych                                                                                                                                                  |                     |
| 6                   | Konsultacje projektowe                                                                                                                                                           |                     |
| 7                   | Udział w egzaminie                                                                                                                                                               |                     |
| 8                   |                                                                                                                                                                                  |                     |
| 9                   | Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego                                                                                                  | 50<br>(suma)        |
| 10                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego<br><i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i> | 2                   |
| 11                  | Samodzielne studiowanie tematyki wykładów                                                                                                                                        | 6                   |
| 12                  | Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń                                                                                                                                         |                     |
| 13                  | Samodzielne przygotowanie się do kolokwium                                                                                                                                       | 5                   |
| 14                  | Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów                                                                                                                                    | 5                   |
| 15                  | Wykonanie sprawozdań                                                                                                                                                             | 5                   |
| 15                  | Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium                                                                                                                              | 4                   |
| 17                  | Wykonanie projektu lub dokumentacji                                                                                                                                              |                     |
| 18                  | Przygotowanie do egzaminu                                                                                                                                                        |                     |
| 19                  |                                                                                                                                                                                  |                     |
| 20                  | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta                                                                                                                                        | 25<br>(suma)        |
| 21                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy<br><i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>                                                | 1                   |
| 22                  | Sumaryczne obciążenie pracą studenta                                                                                                                                             | 75                  |
| 23                  | Punkty ECTS za moduł<br><i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>                                                                                                     | 3                   |
| 24                  | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym<br><i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>                                                            | 30                  |
| 25                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym<br><i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>                                     | 2,2                 |



### E. LITERATURA

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wykaz literatury              | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dąbrowski M.: Projektowanie maszyn elektrycznych prądu przemiennego. WNT, W-wa 1994.</li><li>2. Gieras J. F., Wing M.: Permanent Magnet Motor Technology. Design and Application. MD, Inc. New York 2002.</li><li>3. Hendershot J. R., Miller TJE.: Design of Brushless Permanent magnet Motor. Claredon Press, Oxford 1994.</li><li>4. Głowacki A.: Obliczenia elektromagnetyczne silników indukcyjnych. WNT, W-wa 1993.</li><li>5. Osowski S.: Modelowanie <i>układów dynamicznych z zastosowaniem języka SIMULINK</i>, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999</li><li>6. Osowski S., Toboła A.: <i>Analiza i projektowanie komputerowe obwodów z zastosowaniem języków MATLAB i PCNAP</i>, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997</li><li>7. Demenko A.: <i>Symulacja dynamicznych stanów pracy maszyn elektrycznych w ujęciu polowym</i>, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1997</li><li>8. SimPowerSystem. User's Guide, Math Works 2007.</li><li>9. <a href="http://www.femm.info">http://www.femm.info</a>.</li></ol> |
| Witryna WWW modułu/przedmiotu |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |