Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne | Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: II

Specjalności: Monitoring i diagnostyka układów elektrycznych

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Diagnostyka wibroakustyczna maszyn
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Vibroacoustic Diagnostic
Kod przedmiotu	WIEiK ELEKTROTECH oIIN PW19 14/15
Kategoria przedmiotu	Przedmioty specjalnościowe
Liczba punktów ECTS	2.00
Semestry	3

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykłady	Ćwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekty	
3	10	0	5	0	5	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Poznanie podstawowych zagadnień związanych z diagnostyka wibroakustyczną maszyn wirujących.

Cel 2 Zapoznanie się ze zjawiskami generowania drgań i hałasów w maszynach i konstrukcjach.

Cel 3 Poznanie wybranych sygnałów i symptomów diagnostycznych oraz kryteriów oceny poziomów drgań i hałasów.

Cel 4 Poznanie narzędzi i urządzeń do pomiarów wibroakustycznych.

Cel 5 Zapoznanie się z wybranymi metodami diagnozowania stanu łożysk tocznych w maszynach elektrycznych.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Podstawowa wiedza na temat pomiarów wielkości nieelektrycznych.

2 Podstawowa wiedza na temat cyfrowego przetwarzania sygnałów.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Posiada wiedzę na temat wybranych problemów związanych z diagnostyką wibroakustyczną maszyn.

EK2 Wiedza Posiada wiedzę na temat środków, narzędzi i metod pozwalających przeprowadzić badania wibroakustyczne.

EK3 Umiejętności Umie dobrać odpowiednią metodę do diagnozowania maszyn na podstawie symptomów wibroakustycznych.

EK4 Umiejętności Umie wykonać analizy sygnałów wibroakustycznych oraz potrafi dokonać oceny stanu technicznego wybranych elementów maszyn wirujących na podstawie symptomów zawartych w tych sygnałach.

EK5 Kompetencje społeczne Potrafi rozwiązać złożone zadanie związane z diagnostyką wibroakustyczną maszyn wirujących, potrafi zaplanować proces testów i uruchomienia układu diagnostycznego.

6 Treści programowe

Projekty		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
P1	Zajęcia projektowe polegające na rozwiązywaniu oryginalnych problemów z zakresu diagnostyki wibroakustycznej maszyn.	5

Laboratoria		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Układy akwizycji do pomiaru drgań i hałasu.	1
L2	Diagnozowanie stanu łożysk tocznych w silnikach indukcyjnych.	1
L3	Diagnostyka wibroakustyczna maszyn wirujących w oparciu o normy ISO.	1
L4	Metody czasowe i częstotliwościowe oceny poziomu drgań i hałasu maszyn wirujących.	1
L5	Przemysłowe systemy do pomiarów wibroakustycznych.	1

Wykłady		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Geneza diagnostyki maszyn i diagnostyki wibroakustycznej. Diagnostyka wibroakustyczna. Możliwości badań stanu maszyn a diagnostyka wibroakustyczna. Miejsce diagnostyki wibroakustycznej w życiu maszyny. Zagadnienia ekonomiczno-niezawodnościowa diagnostyki wibroakustycznej maszyn. Źródła procesów wibroakustycznych w maszynach.	2
W2	Mechanizmy generowania drgań i hałasów. Diagnostyka drganiowa maszyn elektrycznych. Drgania mechaniczne. Czynniki powodujące ich powstawanie. Parametry fizyczne drgań i ich jednostki. Czym są drganiowe pomiary diagnostyczne. Diagnostyka akustyczna maszyn elektrycznych. Emisja akustyczna. Dopuszczalne poziomy drgań i hałasów w silnikach elektrycznych. Zakres zjawisk wibroakustycznych w maszynach i konstrukcjach.	2
W3	Model obserwacji diagnostycznej obiektu sygnałów wibroakustycznych. Miary sygnałów wibroakustycznych, symptomy, dyskryminanty. Przestrzeń obserwacji procesów wibroakustycznych w diagnostyce maszyn. Wybór procesu wibroakustycznego przydatnego diagnostycznie. Generacja sygnałów diagnostycznych. Selekcja sygnałów wibroakustycznych. Diagnostyczne miary sygnałów WA i ich zastosowania. Karty diagnostyczne maszyn wirujących.	2
W4	Czujniki i urządzenia do pomiaru drgań i hałasu. Pomiary wibroakustyczne. Pomiary drgań maszyn i urządzeń. Pomiary hałasów maszyn i urządzeń. Rozwiązania systemów do pomiarów wibroakustycznych.	2
W5	Diagnostyka łożysk tocznych w silnikach indukcyjnych. Uszkodzenia łożysk tocznych. Przyczyny uszkodzeń łożysk tocznych. Symptomy wadliwie pracującego łożyska. Metody diagnostyki łożysk tocznych: Wykorzystanie ustaleń normowych PN i ISO; Wykorzystanie amplitudowych dyskryminant bezwymiarowych procesów wibroakustycznych; Metoda SPM (Shock Puls Method); Metoda analizy częstotliwościowej; Metoda detekcji obwiedni; Metoda wykorzystująca sygnał prądowy; Metoda emisji akustycznej EA; Metody oceny stanu smarowania; Metoda SPA (Shock Profile Area); Metoda energii impulsowej SE (Spike Energy); Metoda firmy Schenck BCU (Bearing Condition Unit; Metoda Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach; Metoda SEE (Spectral Emitted Energy); Metoda REBAM (Rolling Element Active Monitor).	2

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Ćwiczenia projektowe

N2 Wykłady

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Konsultacje

N5 Dyskusja

N6 Ćwiczenia laboratoryjne

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	20
Konsultacje przedmiotowe	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	9
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**50**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Odpowiedź ustna

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Projekt zespołowy

Ocena podsumowująca

P1 Średnia ważona ocen formujących

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Projekt zespołowy

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Nie ma podstawowej wiedzy na temat treści programowych wyszczególnionych w EK1 i omawianych zagadnień. Nie potrafi przedstawić podstawowych pojęć i zagadnień związanych z EK1.

Na ocenę 3.0	Ma podstawową wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK1 i omawianych zagadnień. Potrafi przedstawić i omówić podstawowe pojęć i zagadnień związane z EK1.
Na ocenę 3.5	Ma dość dobrą wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK1 i omawianych zagadnień. Potrafi dość dobrze przedstawić i omówić pojęć i zagadnień związane z EK1.
Na ocenę 4.0	Ma dobrą wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK1 i omawianych zagadnień. Potrafi dobrze przedstawić i omówić pojęć i zagadnień związane z EK1.
Na ocenę 4.5	Ma dobrą i uporządkowaną wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK1 i omawianych zagadnień. Potrafi dobrze przedstawić i posługiwać się pojęciami i zagadnieniami związanymi z EK1.
Na ocenę 5.0	Ma bardzo dobrą i uporządkowaną wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK1 i omawianych zagadnień. Potrafi bardzo dobrze przedstawić i posługiwać się pojęciami i zagadnieniami związanymi z EK1.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Nie ma podstawowej wiedzy na temat treści programowych wyszczególnionych w EK2 i omawianych zagadnień. Nie potrafi przedstawić podstawowych pojęć i zagadnień związanych z EK2.
Na ocenę 3.0	Ma podstawową wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK2 i omawianych zagadnień. Potrafi przedstawić i omówić podstawowe pojęć i zagadnień związane z EK2.
Na ocenę 3.5	Ma dość dobrą wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK2 i omawianych zagadnień. Potrafi dość dobrze przedstawić i omówić pojęć i zagadnień związane z EK2.
Na ocenę 4.0	Ma dobrą wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK2 i omawianych zagadnień. Potrafi dobrze przedstawić i omówić pojęć i zagadnień związane z EK2.
Na ocenę 4.5	Ma dobrą i uporządkowaną wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK2 i omawianych zagadnień. Potrafi dobrze przedstawić i posługiwać się pojęciami i zagadnieniami związanymi z EK2.
Na ocenę 5.0	Ma bardzo dobrą i uporządkowaną wiedzę na temat treści programowych wyszczególnionych w EK2 i omawianych zagadnień. Potrafi bardzo dobrze przedstawić i posługiwać się pojęciami i zagadnieniami związanymi z EK2.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Nie potrafi zrealizować zdania określonego w EK3. Nie umie zaplanować i przeprowadzić prostego zadania projektowego określonego w EK3.
Na ocenę 3.0	Potrafi zrealizować proste zdania określone w EK3. W stopniu dostatecznym umie zaplanować i przeprowadzić proste zadanie projektowe określone w EK3.

Na ocenę 3.5	Dość dobrze potrafi zrealizować proste zdania określone w EK3. W stopniu dość dobrym umie zaplanować i przeprowadzić proste zadanie projektowe określone w EK3.
Na ocenę 4.0	Dobrze potrafi zrealizować dość złożone zdania określone w EK3. Umie dobrze zaplanować i przeprowadzić dość złożone zadanie projektowe określone w EK3.
Na ocenę 4.5	Dobrze potrafi zrealizować złożone zdania projektowe określone w EK3. Umie dobrze zaplanować i przeprowadzić złożone zadanie projektowe określone w EK3.
Na ocenę 5.0	Bardzo dobrze potrafi zrealizować złożone zdania projektowe określone w EK3. Umie bardzo dobrze zaplanować i przeprowadzić złożone zadanie projektowe określone w EK3. Przy realizacji zadania potrafi twórczo wykorzystywać zdobytą wiedzę i umiejętności.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Nie umie posługiwać się narzędziami pozwalającymi przeprowadzić modelowanie urządzeń i układów elektrycznych w zakresie określonym dla EK4. Nie potrafi przeprowadzić symulacji komputerowej działania prostych układów oraz nie potrafi przeprowadzić analizy i nie potrafi dokonać oceny działania tych układów określonych w EK4.
Na ocenę 3.0	W stopniu podstawowym umie posługiwać się narzędziami pozwalającymi przeprowadzić modelowanie urządzeń i układów elektrycznych w zakresie określonym dla EK4. Umie w stopniu podstawowym przeprowadzić proste symulacje komputerowe działania prostych układów oraz potrafi przeprowadzić proste analizy i ocenę działania tych układów określonych w EK4.
Na ocenę 3.5	Dość dobrze umie posługiwać się narzędziami pozwalającymi przeprowadzić modelowanie urządzeń i układów elektrycznych w zakresie określonym dla EK4. Dość dobrze umie przeprowadzić proste symulacje komputerowe działania prostych układów oraz potrafi przeprowadzić proste analizy i ocenę działania tych układów określonych w EK4.
Na ocenę 4.0	Dobrze umie posługiwać się narzędziami pozwalającymi przeprowadzić modelowanie urządzeń i układów elektrycznych w zakresie określonym dla EK4 o średnim stopniu złożoności. Dobrze umie przeprowadzić symulacje komputerowe działania układów o średnim stopniu złożoności oraz potrafi przeprowadzić analizy i ocenę działania tych układów określonych w EK4.
Na ocenę 4.5	Dobrze umie posługiwać się narzędziami pozwalającymi przeprowadzić modelowanie urządzeń i układów elektrycznych w zakresie określonym dla EK4 o dużym stopniu złożoności. Dobrze umie przeprowadzić symulacje komputerowe działania układów o dużym stopniu złożoności oraz potrafi przeprowadzić analizy i ocenę działania tych układów określonych w EK4.
Na ocenę 5.0	Bardzo dobrze umie posługiwać się narzędziami pozwalającymi przeprowadzić modelowanie urządzeń i układów elektrycznych w zakresie określonym dla EK4 o dużym stopniu złożoności. Bardzo dobrze umie przeprowadzić symulacje komputerowe działania układów o dużym stopniu złożoności oraz potrafi przeprowadzić zaawansowane analizy i oceny działania tych układów określonych w EK4.
Efekt kształcenia 5	

Na ocenę 2.0	Nie rozumie potrzeby ciągłego dokształcania się, nie potrafi znaleźć w literaturze i w dostępnych zasobach wiedzy informacji na temat realizowanego zdania i treści programowych omawianych na przedmiocie. Nie umie współpracować w grupie i nie uczestniczy w dyskusji. Nie potrafi się kontaktować się z osobami, z którymi realizuje określone zadanie.
Na ocenę 3.0	W stopniu podstawowym rozumie potrzeby ciągłego dokształcania się. Potrafi znaleźć w literaturze i w dostępnych zasobach wiedzy wystarczające informacje na temat realizowanego zdania i treści programowych omawianych na przedmiocie. W stopniu wystarczającym umie współpracować w grupie oraz uczestniczy w dyskusji. Umie kontaktować się z osobami, z którymi realizuje określone zadanie.
Na ocenę 3.5	Dość dobrze rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się. Potrafi znaleźć w literaturze i w dostępnych zasobach wiedzy większość informacji na temat realizowanego zdania i treści programowych omawianych na przedmiocie. Dość dobrze umie współpracować w grupie oraz uczestniczy w dyskusji. Dość dobrze umie kontaktować się z osobami, z którymi realizuje określone zadanie.
Na ocenę 4.0	Dobrze rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się. Potrafi znaleźć w literaturze i w dostępnych zasobach wiedzy większość informacji na temat realizowanego zdania i treści programowych omawianych na przedmiocie. Dobrze umie współpracować w grupie oraz uczestniczy w dyskusji. Jest zdolny podzielić realizację określonych zadań oraz dobrze umie kontaktować się z osobami, z którymi realizuje określone zadanie.
Na ocenę 4.5	Dobrze rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się. Potrafi znaleźć w literaturze i w dostępnych zasobach wiedzy wszystkie informacje na temat realizowanego zdania i treści programowych omawianych na przedmiocie. Umie przejąć inicjatywę przy realizacji określonego zadania, umie współpracować w grupie oraz aktywnie uczestniczy w dyskusji. Jest zdolny dobrze podzielić realizację określonych zadań oraz dobrze umie kontaktować się z osobami, z którymi realizuje określone zadanie.
Na ocenę 5.0	Bardzo dobrze rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się. Potrafi znaleźć w literaturze i w dostępnych zasobach wiedzy wszystkie informacje na temat realizowanego zdania i treści programowych omawianych na przedmiocie. Umie przejąć inicjatywę przy realizacji określonego zadania, bardzo dobrze umie współpracować w grupie oraz aktywnie uczestniczy w dyskusji. Jest zdolny bardzo dobrze podzielić realizację określonych zadań oraz bardzo dobrze umie kontaktować się z osobami, z którymi realizuje określone zadanie.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	P1 L1 L2 L3 L4 L5 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK2		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	P1 L1 L2 L3 L4 L5 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK3		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	P1 L1 L2 L3 L4 L5 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK4		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	P1 L1 L2 L3 L4 L5 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK5		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	P1 L1 L2 L3 L4 L5 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Cempel C. — *Diagnostyka wibroakustyczna maszyn*, Warszawa, 1989, PWN

Literatura uzupełniająca

[1] J. Korbicz, J.M. Koscielny — *Modelowanie, diagnostyka i sterowanie nadrzedne procesami. Implementacja w systemie DiaSter.*, Warszawa, 2009, PWN

[2] Swędrowski L. — *Nowa metoda diagnostyki łożysk silnika indukcyjnego oparta na pomiarze i analizie widmowej prądu zasilającego*, Gdańsk, 2005, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej

[3] Karkosiński D. — *Zjawiska wibroakustyczne w asynchronicznych silnikach klatkowych*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2006, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr hab. inż. Prof PK Maciej Sułowicz (kontakt: `msulowicz@pk.edu.pl`)

Osoby prowadzące przedmiot

1 dr inż. Maciej Sułowicz (kontakt: `pesulowi@cyf-kr.edu.pl`)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....