

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2012/2013

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

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	
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ELEKTROTECH oIIS PW18 12/13
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	2

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
2	10	0	10	0	10	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstawowych zagadnień związanych z diagnostyką 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

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	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
<b>W2</b>	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
<b>W3</b>	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

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W4</b>	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
<b>W5</b>	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

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Zajęcia projektowe polegające na rozwiązywaniu oryginalnych problemów z zakresu diagnostyki wibroakustycznej maszyn.	10

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L1</b>	Układy akwizycji do pomiaru drgań i hałasu.	2
<b>L2</b>	Diagnozowanie stanu łożysk tocznych w silnikach indukcyjnych.	2
<b>L3</b>	Diagnostyka wibroakustyczna maszyn wirujących w oparciu o normy ISO.	2
<b>L4</b>	Metody czasowe i częstotliwościowe oceny poziomu drgań i hałasu maszyn wirujących.	2
<b>L5</b>	Przemysłowe systemy do pomiarów wibroakustycznych.	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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	9
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>30</b>
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 doksztalcania 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 doksztalcania 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 doksztalcania 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 doksztalcania 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 doksztalcania 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 doksztalcania 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	K_W05, K_W10	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 W2 W3 W4 W5 P1 L1 L2 L3 L4 L5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK2	K_W05, K_W10	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 W2 W3 W4 W5 P1 L1 L2 L3 L4 L5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK3	K_U09, K_U11	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 W2 W3 W4 W5 P1 L1 L2 L3 L4 L5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK4	K_U09, K_U11	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 W2 W3 W4 W5 P1 L1 L2 L3 L4 L5	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 P1
EK5	K_K03	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 W2 W3 W4 W5 P1 L1 L2 L3 L4 L5	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 nadrzędne 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](mailto:msulowicz@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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





## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....