

**Program studiów**

# **Elektrotechnika**

**drugiego stopnia**

Cykl kształcenia: 2019/2020

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Elektrotechnika</b>
Poziom studiów	<b>drugiego stopnia</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
<b>automatyka elektronika i elektrotechnika</b>	<b>90 %</b>

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
<b>informatyka techniczna i telekomunikacja</b>	<b>10 %</b>

Liczba semestrów	<b>3</b>
Specjalności realizowane na kierunku	studia stacjonarne: Odnawialne źródła energii Przetwarzanie energii elektrycznej studia niestacjonarne: Przetwarzanie energii elektrycznej
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>90</b>
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: Odnawialne źródła energii: <b>1085</b> Przetwarzanie energii elektrycznej : <b>1035</b> studia niestacjonarne: Przetwarzanie energii elektrycznej : <b>635</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określane przez Senat PRZ
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	Studia dają poszerzoną wiedzę i umiejętności w zakresie elektrotechniki. Absolwent uzyskuje wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w elektrotechnice. Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami badawczymi, właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, umożliwiającymi projektowanie i oprogramowanie zaawansowanych urządzeń lub systemów elektrycznych. Ma wiedzę na temat wykorzystywania odnawialnych źródeł energii, w tym energii słonecznej, wiatrowej i geotermalnej. Studenci mają możliwość uczestniczenia w pracach badawczych i rozwojowych w obszarze elektrotechniki, w badaniach zjawisk związanych z przetwarzaniem energii elektrycznej. Absolwenci są przygotowani do wdrażania nowych technologii, projektowania innowacyjnych urządzeń elektrycznych. Dzięki tym umiejętnościom znajdują zatrudnienie w firmach badawczo-rozwojowych. Studia drugiego stopnia przybliżają do kierowniczych stanowisk w działach elektrycznych i energetycznych wielu przedsiębiorstw.

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Ma poszerzoną wiedzę w zakresie matematyki, wykorzystywaną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	<b>P7S_WG</b>
K_W02	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w elektrotechnice i pokrewnych dyscyplinach naukowych.	<b>P7S_WK</b>
K_W03	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z elektrotechniki.	<b>P7S_WG</b>
K_W04	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę na temat występowania i ograniczania zakłóceń w urządzeniach i układach elektroenergetycznych.	<b>P7S_WG</b>
K_W05	Ma podstawową wiedzę w zakresie formułowania problemów decyzyjnych oraz komputerowego wspomaganie decyzji.	<b>P7S_WG</b>
K_W06	Ma podstawową wiedzę w zakresie pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.	<b>P7S_WG</b>
K_W07	Ma wiedzę w zakresie wybranych pakietów oprogramowania oraz doboru odpowiednich narzędzi informatycznych do określonych zadań.	<b>P7S_WG</b>
K_W08	Ma wiedzę w zakresie podstawowych metod, wybranych technik oraz narzędzi przetwarzania i analizy sygnałów.	<b>P7S_WG</b>
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji oraz krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	<b>P7S_WK</b> <b>P7S_UU</b>
K_U02	Potrafi używać języka specjalistycznego i porozumiewać się przy użyciu różnych form przekazu informacji (także w języku angielskim) ze specjalistami w zakresie elektrotechniki oraz z osobami spoza grona specjalistów.	<b>P7S_UK</b>
K_U03	Potrafi przygotować, w języku polskim, opracowanie naukowe oraz, w języku obcym, doniesienie naukowe poświęcone wynikom realizacji prostego zadania badawczego.	<b>P7S_UK</b> <b>P7S_UU</b>
K_U04	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną, poświęconą wynikom realizacji prostego zadania badawczego.	<b>P7S_UK</b> <b>P7S_UU</b>
K_U05	Ma umiejętność porozumiewania się w języku obcym na poziomie B2+ ESOKJ oraz czytania ze zrozumieniem: kart katalogowych, not aplikacyjnych, instrukcji obsługi urządzeń i narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów.	<b>P7S_UK</b>

K_U06	Potrafi formułować oraz testować hipotezy związane z modelowaniem i projektowaniem prostych urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UK P7S_UU
K_U07	Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie elementów, urządzeń lub systemów elektrycznych - ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technik i technologii oraz rozwiązań o charakterze innowacyjnym.	P7S_WK P7S_UW
K_U08	Potrafi wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne do rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	P7S_UW
K_U09	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami badawczymi, umożliwiającymi pomiary podstawowych wielkości charakteryzujących zaawansowane urządzenia lub systemy elektryczne.	P7S_UW P7S_UO
K_U10	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, umożliwiającymi projektowanie i oprogramowanie zaawansowanych urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UW
K_U11	Potrafi przeanalizować sposób funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UW
K_U12	Potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań technicznych urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UW P7S_UO
K_U13	Potrafi sformułować specyfikację złożonych oraz nietypowych zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	P7S_UK
K_U14	Potrafi ocenić przydatność oraz dostrzec ograniczenia właściwych metod i narzędzi, służących do rozwiązywania charakterystycznych zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	P7S_UW
K_U15	Potrafi - uwzględniając aspekty środowiskowe i ekonomiczne - zaprojektować i zrealizować (w całości lub części) złożone urządzenie lub system elektryczny, wykorzystując istniejące lub opracowując nowe metody i narzędzia.	P7S_UW P7S_UU
K_U16	Potrafi/posiada umiejętność analizy układów w dziedzinie operatorowej, częstotliwościowej i czasowej.	P7S_UW
K_U17	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami badawczymi umożliwiającymi pomiary podstawowych wielkości nieelektrycznych.	P7S_UW
K_K01	Jest odpowiedzialny za pracę własną i skutki podejmowanych decyzji; potrafi podporządkować się zasadom pracy w grupie w roli lidera i członka zespołu; jest odpowiedzialny za wspólnie realizowane zadania.	P7S_UO P7S_KO
K_K02	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_WK P7S_KK P7S_KO
K_K03	Potrafi zadbać o jakość i staranność wykonywanych zadań.	P7S_KR
K_K04	Potrafi zadbać o poprawność językową formułowanych wniosków i opinii.	P7S_KK
K_K05	Rozumie potrzebę praktycznego stosowania nabytej wiedzy.	P7S_KO P7S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

### 3. Plany studiów, ich parametry, metody weryfikacji oraz treści kształcenia

#### 3.1. Odnawialne źródła energii, stacjonarne

##### 3.1.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	58 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	71 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwiniecie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=E&TK=html&S=1515&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

##### 3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ED	Eksploatacja generatorów synchronicznych	20	0	20	0	40	3	N	
1	ES	Historia idei i odkryć naukowych	15	15	0	0	30	2	N	
1	DJ	Język obcy w nauce i technice	0	30	0	0	30	2	N	

1	ET	Metody numeryczne w zastosowaniach energetycznych	30	15	30	0	75	5	T	
1	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	30	15	30	0	75	5	T	
1	EE	Statystyczne przetwarzanie danych w energetyce	30	15	20	0	65	5	T	
1	ED	Sterowanie napędami w energetyce	30	0	30	0	60	4	N	
1	ET	Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej	15	0	15	0	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>170</b>	<b>90</b>	<b>145</b>	<b>0</b>	<b>405</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	EE	Logiczne sterowanie procesami energetycznymi	30	0	20	0	50	3	N	
2	ED	Modelowanie układów energetyki odnawialnej	30	0	30	15	75	5	T	
2	EX	Moduł wybierany I	15	0	15	0	30	2	N	
2	EX	Moduł wybierany II	15	0	15	0	30	2	N	
2	EE	Niekonwencjonalne źródła energii	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Układy elektromagnetyczne w energoelektronice	30	15	30	0	75	5	T	
2	ET	Współczesne problemy energetyki jądrowej	30	0	0	20	50	4	T	
2	EU	Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	10	0	0	20	30	3	N	
2	EE	Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej	30	0	20	0	50	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>205</b>	<b>15</b>	<b>130</b>	<b>70</b>	<b>420</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	EE	Kogeneracja i systemy rozproszone	20	0	0	20	40	4	N	
3	EX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	12	N	
3	EX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	2	N	
3	ES	Sieci złożone	20	0	0	15	35	2	N	
3	EX	Wspólny rynek energii Unii Europejskiej	20	0	0	20	40	3	N	
3	EX	Wykład monograficzny	30	0	0	0	30	2	N	
3	EE	Zaawansowane układy przekształcania energii	20	0	30	0	50	4	T	
3	ET	Zarządzanie energetyką prosumencką	30	0	0	20	50	4	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>140</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>75</b>	<b>260</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>515</b>	<b>120</b>	<b>305</b>	<b>145</b>	<b>1085</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.1.3. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.1.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/ścieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	ET	Kondycjonowanie energii elektrycznej	15	0	15	0	30	2	N	
2	ET	Modelowanie i analiza turbin wiatrowych	15	0	15	0	30	2	N	
2	ET	Ochrona odgromowa i przepięciowa	15	0	15	0	30	2	N	
2	EE	Ochrona przeciwprzepięciowa urządzeń elektrycznych i elektronicznych	15	0	0	15	30	2	N	
2	ED	Projektowanie inżynierskie wspomagane komputerowo	15	0	15	0	30	2	N	
2	EM	Systemy pomiarowe i diagnostyczne w energetyce	15	0	15	0	30	2	N	
2	BD	Technologie oczyszczania spalin	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Układy programowalne w energetyce	15	0	15	0	30	2	N	
2	ED	Wybrane zagadnienia elektrodynamiki	15	0	15	0	30	2	N	

### 3.1.4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	1
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	2 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	79 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	16 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	12 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	6 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	13
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	39 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	60 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	58 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=E&TK=html&S=1515&C=2019>

### 3.1.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=E&TK=html&S=1515&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Eksploatacja generatorów synchronicznych	K_W03, K_W06, K_U09, K_U11, K_K05
• Turbogenerator jako element systemu elektroenergetycznego • Konstrukcje turbogeneratorów • Stany nieustalone i niesymetryczne turbogeneratorów • Parametry charakterystyczne turbogenerators • Kołysania i stabilność pracy równoległej • Perspektywy wzrostu mocy granicznych • Uszkodzenia eksploatacyjne • Straty i sprawność generatorów synchronicznych • Nietypowe stany pracy turbogeneratorów	
Historia idei i odkryć naukowych	K_W02, K_U15, K_K05
• Koncepcja ewolucji paradygmatów. Thomas Kuhn. Struktura rewolucji naukowych. • System: definicja, podział, cechy charakterystyczne, przykłady. Podejście systemowe. • Determinizm i mechanistyczny obraz świata. • Losowość. Termodynamika. Entropia. Ekstensywność. • Fraktale, chaos deterministyczny. Samopodobieństwo. Zależności długoterminowe. • Teoretyczne podstawy informatyki (wybrane zagadnienia). Algorytmy. • Grafy – podstawowe parametry. Sieci proste i złożone	
Język obcy w nauce i technice	K_U05
• Pojęcia elektryki, użyteczne słownictwo związane z tym zagadnieniem • Zasada przyciągania i odpychania się ciał • Międzynarodowy układ jednostek miar • Przewody elektryczne i ich typologia • Pojęcie prądu stałego i zmiennego • Przekaz prądu zmiennego i systemy dystrybucji • Charakterystyka słupów wysokiego napięcia • Typologia transformatorów • Typy generatorów • Charakterystyka turbogeneratorów • Silniki elektryczne • Montaż komutatorów • Przekaz wysokiego napięcia prądu stałego	
Kogeneracja i systemy rozproszone	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_U01
• Definicja poligeneracji, definicja generacji rozproszonej, przyczyny rozwoju wytwarzania rozproszonego, technologia wytwarzania energii w jednostkach generacji rozproszonej • Energetyka rozproszona z wykorzystaniem silników tłokowych, turbin i mikro turbin gazowych oraz silników Stirlinga. Ognia paliwowe w źródłach energii elektrycznej i ciepła. • Wykorzystanie odnawialnych zasobów energii w energetyce rozproszonej • Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w źródłach rozproszonych, Hybrydowe układy poligeneracji • Sterowanie i nadzór w energetyce rozproszonej • Aspekty ekonomiczne rozproszonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła • Wybrane zagadnienia pracy rozproszonych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym • Przyłączanie rozproszonych źródeł energii do systemu elektroenergetycznego • Techniczno-ekonomiczna kalkulacja eksploatacji elektrowni (rozproszonych źródeł energii) • Optymalny rozdział obciążeń na jednostki wytwórcze energetyczne	
Logiczne sterowanie procesami energetycznymi	K_W01, K_U01, K_K01
• Wprowadzenie, Literatura przedmiotu. Ogólna charakterystyka systemów cyfrowych. • Kodowanie liczb, Arytmetyka stałopozycyjna, Arytmetyka zmiennopozycyjna, Algebra Boole'a, Minimalizacja form Boole'owskich, Bramki logiczne, Układy kombinacyjne i bloki funkcjonalne, Kombinacyjne układy arytmetyczne, Układy sekwencyjne, Automaty cyfrowe • sieci przekaźnikowe • Języki programowania sterowników cyfrowych. Uruchamianie i diagnostyka systemów ze sterownikami cyfrowymi. Sterowania pracą napędu elektrycznego za pomocą sterownika cyfrowego. • Moduły rozszerzeń wejść i wyjść cyfrowych i analogowych. Bezprzewodowe przesyłanie danych w zastosowaniach przemysłowych – przegląd. Sterowanie pracą napędu elektrycznego za pomocą sterownika cyfrowego. Zabezpieczenie obwodów wyjść binarnych sterownika cyfrowego • Standardowe łącza przemysłowe. Przykłady wybranych rozwiązań cyfrowych systemów sterowania procesami technologicznymi. Zabezpieczenie obwodów wyjść binarnych sterownika cyfrowego. Kolokwia i sprawdziany	
Modelowanie układów energetyki odnawialnej	K_W01, K_W07
• Problematyka modelowania układów elektromechanicznych . Podstawy teorii elektromechanicznego przetwarzania energii, analogie elektromechaniczne, równania Hamiltona i Lagrange'a • Formułowanie równań modeli matematycznych układów elektromechanicznych. Identyfikacja parametrów, obliczanie rozkładu pola magnetycznego, obliczanie współczynników indukcyjności • Zarys teorii transformacji współrzędnych, warunków niezmienniczości mocy. Metody rozwiązywania równań układów elektromechanicznych. • Narzędzia komputerowe	

wspomagania prac inżynierskich, budowa modelu symulacyjnego układu elektromechanicznego. Przykłady symulacji w pakiecie Matlab/Simulink. • Modelowanie matematyczne transformatorów, maszyn elektrycznych indukcyjnych i synchronicznych. • Modelowanie matematyczne maszyn elektrycznych z komutatorem elektronicznym typu: maszyny reluktancyjne przełączalne (SRM), maszyny z magnesami trwałymi (PMSM i BLDC) • Energetyka wodna, modelowanie zespołu turbina - generator synchroniczny. • Energetyka wiatrowa, modelowanie elektrowni wiatrowych i farm wiatrowych. • Energetyka słoneczna, modelowanie kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych.	
Niekonwencjonalne źródła energii	K_W02, K_W03
• energia geotermalna, energia z biomasy i biogazu, biopaliwa, energia odpadowa, pompy ciepła • 1. Zadanie projektowe z obliczenia zapotrzebowania mocy i energii do ogrzewania wybranego obiektu budowlanego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. 2. Zadanie z energetyki wiatrowej (obliczenie możliwej do uzyskania w ciągu roku energii z elektrowni wiatrowej na podstawie danego rocznego rozkładu prędkości wiatru, wysokości zainstalowanej turbiny oraz średnicy łopaty). • proste pasywne systemy słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne, moduły fotowoltaiczne, proste systemy fotowoltaiczne, proste systemy kolektorów słonecznych. Turbiny wiatrowe. Proste farmy wiatrowe. Energia wody. Elektrownie wodne.	
Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	K_W01, K_W06, K_U09, K_U17, K_K01, K_K03, K_K05
• Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów. Metody zmniejszania błędów pomiarów. • Obliczenia podstawowych charakterystyk metrologicznych przetworników i torów pomiarowych. Podstawy projektowania układów pomiarowych. Linearyzacja statycznych funkcji przetwarzania. Korekcja charakterystyk dynamicznych. Mostek niezrównoważony prądu stałego. Kompensacja wpływu zmian temperatury swobodnych końców termoelementów. Wzmacniacz pomiarowy różnicowy. Wybór częstotliwości próbkowania sygnałów.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U03, K_U11, K_U12, K_U15
• Dyskusje na temat realizowanej pracy dyplomowej.	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały. • Zasady tworzenia części teoretycznej i praktycznej pracy. • Prezentacja części teoretycznej i praktycznej pracy. Dopracowanie spisu treści, tezy, celu, zakresu.	
Statystyczne przetwarzanie danych w energetyce	K_W01, K_U01, K_K05
• Statystyczne przetwarzanie danych dla danych z TGE, URE i KSE, a w szczególności danych dla RDN, RB, raportów URE i KSE. • Statystyczne przetwarzanie danych dla danych z TGE, URE i KSE, a w szczególności danych dla RDN, RB, raportów URE i KSE z wykorzystaniem DATA MINING i modułu STATYSTYKA.	
Sterowanie napędami w energetyce	K_W01
• Regulacja wielkości wyjściowych maszyn prądu stałego, przekształtniki sieciowe i impulsowe, wpływ sposobu regulacji na charakterystyki statyczne. Modele matematyczne maszyn prądu stałego i analiza stanów dynamicznych napędów. Układy automatycznej regulacji. Maszyny prądu przemiennego - modele matematyczne, analiza stanów dynamicznych napędów. Wektorowe sterowania silników indukcyjnych. Skalarne metody sterowania silników indukcyjnych. • Badanie właściwości napędowych silników prądu stałego, indukcyjnych i synchronicznych w różnych stanach pracy Metody rozruchu, regulacji prędkości i hamowania silników elektrycznych. Badania symulacyjne charakterystyk dynamicznych wybranych układów napędowych.	
Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	K_W02, K_U02, K_K04
• Wybrane zagadnienia dotyczące elektrotechniki oraz elektroniki • Wybrane zagadnienia związane z architekturą komputerów oraz ich działaniem	
Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej	K_W03, K_W04, K_W06
• Jakość energii elektrycznej, parametry jakości • Rodzaje zaburzeń i zakłóceń elektromagnetycznych, Normy i rozporządzenia związane z jakością energii elektrycznej i kompatybilnością elektromagnetyczną • Napięcie jako parametr jakości energii elektrycznej, odchylenia i wahania napięcia, sposoby regulacji, asymetria napięć w układach trójfazowych • Odształcenia napięć i prądów - składowe harmoniczne przebiegów • Niezawodność zasilania • Wyznaczenie podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej • Wpływ parametrów jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników i na sieć zasilającą • Kolokwium zaliczeniowe	
Wykład monograficzny	K_W02, K_W03, K_U08, K_K05
• Zasady konstruowania modeli matematycznych napędu elektrycznego ze sprzężystościami, jako obiektu regulacji. Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością skręcania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością rozciągania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością zginania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Synteza regulatorów rzędu całkowitego i ułamkowego stosowane do hamowania drgań sprzężystych układu elektromechanicznego. • Analiza charakterystyk statycznych syntezowanych systemów regulacji automatycznej ze sprzężystością. • Pojęcia podstawowe dotyczące obserwatora stanu. Synteza obserwatora stanu systemu elektromechanicznego ze sprzężystością. • Konstruowanie schematu blokowego syntezowanego układu regulacji automatycznej ze sprzężystością zawierający obserwator stanu.	
Zaawansowane układy przekształcania energii	K_W02, K_W03
• Wprowadzenie, Literatura przedmiotu. Nowoczesne przyrządy półprzewodnikowe mocy: rodzaje, zasady działania, zastosowania, statyczne chki napięciowo-prądowe, przebiegi dynamiczne - straty mocy, modele, schematy zastępcze, konstrukcja, technologia. Badanie tyrystora, tranzystora BJT, IGBT oraz MOSFET. • Rodzaje przekształtników energoelektrycznych. Podział: ze względu na sposób przekształcania energii elektrycznej, ze względu na budowę, ze względu na kierunek przepływu prądu i energii, zwrot napięcia. Przetworniki (AC/DC), Przetworniki prądu stałego (DC/DC). Falowniki (DC/AC), Przekształtniki prądu przemiennego (AC/AC). Badanie przekształtników AC/DC zasilanych jednofazowo, badanie przekształtników DC/DC obniżających napięcie jedno i dwukwadrantowych. Badanie przekształtnika obniżającego -podwyższającego napięcie. Badanie falowników jednofazowych i trójfazowych • Moduły składowe przekształtników energoelektrycznych w zakresie systemów fotowoltaicznych, elektrowni wiatrowych. Zastosowania przekształtników energoelektrycznych w zakresie zasilania urządzeń oświetlenia elektrycznego. Badania statecznika elektronicznego do lampy fluorescencyjnej. Badanie regulatora ładowania akumulatora dla źródeł energii odnawialnej • Zastosowania przekształtników energoelektrycznych w zakresie zasilania urządzeń trakcji elektrycznej, układów rezerwowego zasilania prądu przemiennego 50 Hz stosowane w sieciach komputerowych, w telekomunikacji i w medycynie, stabilizowane źródła napięcia i prądu. Badanie zasilaczy UPS dla systemu komputerowego.	
Zarządzanie energetyką prosumencką	
• Mikroinstalacje jako kluczowy kierunek rozwoju technologii prosumenckich. Mechanizmy wsparcia inwestycji w OZE i ekonomiczna efektywność inwestycji. podstawowe uwarunkowania wykorzystania OZE w gminie; założenia i cele nowej ustawy o odnawialnych źródłach energii; prosumpcja energii odnawialnej; fotowoltaika w gminie – oświetlenie fotowoltaiczne, farmy fotowoltaiczne, produkcja energii na własne potrzeby; MEW-y (małe elektrownie wodne i wiatrowe); podłączanie prosumentów do sieci – aspekty techniczne i organizacyjne; rozwój sieci instalacji fotowoltaicznych na budynkach komunalnych; kolorowe certyfikaty; Krajowy Plan Działań w zakresie OZE. • Wykorzystanie analizy fraktalnej do przewidywania mocy generacji wiatrowej w instalacjach prosumenckich • Rozwój energetyki prosumenckiej a bezpieczeństwo energetyczne. Efektywność energetyczna w domu i na co dzień, jak policzyć zużycie energii przez elektroprzetwy?; etykieta energetyczna – jak czytać; certyfikat energetyczny budynku; inteligentny dom; inteligentna sieć domowa; pasywne rozwiązania architektoniczne; Inteligentna energia – w domu i w Sieci. • Wirtualne Sieci Referencyjnych Prosumenckich Mikroinstalacji Energetycznych. produkcja – konsumpcja – prosumpcja – zielona gospodarka; niekoncesjonowane mikroinstalacje OZE; tworzenie grup przyłączeniowych do sieci – rozkład kosztów; dołączanie się do grona prosumentów – aspekty techniczne,	

organizacyjne i proceduralne aspekty proceduralne i podatkowe (VAT); aktywny udział odbiorcy końcowego w wytwarzaniu i zużyciu energii (aktualne sygnały cenowe); mała fotowoltaika – perspektywy inwestowania i wsparcia; małe turbiny gazowe, małe instalacje CHP, ogniwa paliwowe, mała energetyka wiatrowa i wodna MEW, pompy ciepła. • Symulacje komputerowe systemu zarządzania mocą i energią w mikro sieci. Inteligentne Sieci Energetyczne ISE. definicja i rola inteligentnych sieci energetycznych; rynek e-energii; Smart Metering - pomiary i Smart Grid – zarządzanie; infrastruktura ISE – teleinformatyka, magazynowanie energii; kompleksowe pomiary zużycia mediów energetycznych i zapewnienie dostępności wyników; współpraca z dostawcami energii w zakresie wykorzystywania wyników pomiarów; koncepcja Smart City, Smart Gminy i Smart Regionu; wsparcie teleinformatyki dla procesów efektywności energetycznej; komputerowe systemy monitorowania i zarządzania mediami energetycznymi; ryzyka związane z zakupem technologii Smart Grids; ryzyko opłacalności inwestycji w inteligentne sieci - modele biznesowe; ryzyko cyberataku i manipulacji taryfami energii – możliwości zabezpieczeń; ryzyko związane z integrowaniem i synchronizacją zaawansowanej Infrastruktury Pomiarowej AMI – integracja systemów zarządzających pomiarami firm energetycznych z urządzeniami teletransmisyjnymi i nowymi licznikami; ryzyko przejęcia, przekroczenia rezerwy mocy i awarii sieci – metody szacowania, pilotaż, dotychczasowe doświadczenia; ryzyko nieuczciwej konkurencji firm energetycznych - identyfikacja i przeciwdziałanie. • Klasyfikacja i charakterystyka narzędzi wykorzystywanych w procesie prognozowania zapotrzebowania na energię. DSM jest efektywne wykorzystanie energii oraz sterowanie obciążeniem, czyli zmniejszenie obciążenia lub przesunięcie obciążenia na okres poza szczytem • Samochód jako źródło i zasobnik dla PME. Prosumencka mikroinstalacja fotowoltaiczna na przykładzie domu jednorodzinnego. Wnioskowanie rozmyte w układzie sterowania prosumenckiej mikroinstalacji energetycznej PME.

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Modelowanie i analiza turbin wiatrowych	
<p>• 1. ENERGIA ODNAWIALNA (ROZPROSZONA, ZDECENTRALIZOWANA) 1.1. Gospodarka energetyczna jako dominujący czynnik wzrostu gospodarczego (wpływ cen energii na wzrost gospodarczy) 1.2. Bezpieczeństwo energetyczne krajów Unii Europejskiej 1.3. Prawne aspekty energii odnawialnej 1.4. Rozwój polskiej energetyki 1.5. Energia odnawialna 1.6. Wnioski patentowe z zakresu wybranych technologii związanych z energią 1.7. Integracja technologii magazynowania energii wiatrowej z systemem elektroenergetycznym • 2. WIATR JAKO ŹRÓDŁO ENERGII – TEORIA, PROJEKTOWANIE, ZASTOSOWANIE 2.1. Rozwój energetyki wiatrowej 2.2. Podział turbin wiatrowych ze względu na generowaną moc 2.3. Podział turbin wiatrowych ze względu na położenie osi obrotu wirnika 2.4. Podział turbin wiatrowych ze względu na wielkość 2.5. Podział turbin wiatrowych ze względu na inne kryteria 2.6. Sterowanie i regulacja turbin wiatrowych 2.7. Napędy stosowane w turbinach wiatrowych z przekładnikami i bezprzekładniowe 2.8. Obciążenia aerodynamiczne 2.9. Obliczenia turbin wiatrowych z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego Qblade 2.10. Obliczenia turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu przy zastosowaniu oprogramowania Qblade metodą DMS 2.11. Obliczenia turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu przy zastosowaniu oprogramowania Qblade metodą BEM oraz porównanie jej osiągnięć z turbiną o pionowej osi obrotu 2.12. Turbina wiatrowa średniej mocy • 3. NUMERYCZNA MECHANIKA PŁYNÓW – COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) 3.2. Filozofia CFD 3.3. Modele turbulencji RANS 3.4. Metoda dużych wirów – LES 3.5. Metoda bezsiatkowa – DVM 3.6. Metoda objętości skończonej 3.7. Opis procesu przygotowania do obliczeń CFD 3.8. Analiza turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu typu H z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów 3.9. Porównanie wyników z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów z metodą DMS 3.10. Analiza wpływu podstawowych parametrów turbiny na jej wytworzoną moc oraz moment 3.11. Analiza turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów • 4. PROJEKTOWANIE, MODELOWANIE GENERATORÓW WYKORZYSTYWANYCH W ELEKTROWNIACH WIATROWYCH 4.2. Badanie pól elektromagnetycznych generatorów wolnoobrotowych wielobiegunowych przeznaczonych do elektrowni wiatrowych z zastosowaniem metody MES 4.3. Przeprowadzenie badań na stanowisku badawczym generatora 2 kW 4.4. Przeprowadzenie badań na stanowisku badawczym generatora 3,6 kW 4.5. Podsumowanie wyników badań na stanowisku badawczym z analizami elektromagnetycznymi (MES) 4.6. Diagnostyka oraz uszkodzenia maszyn elektrycznych • 5. WYKORZYSTANIE METODY NUMERYCZNEJ MECHANIKI PŁYNÓW ORAZ METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH W ANALIZIE TERMICZNEJ, STATYCZNEJ I DYNAMICZNEJ GENERATORÓW ORAZ TURBIN WIATROWYCH 5.1. Analiza termiczna generatorów z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów 5.2. Analiza termomechaniczna oraz analiza drgań wolnoobrotowych wielobiegunowych generatorów 5.3. Wyznaczanie obciążeń wirnika turbiny Darrieusa z wykorzystaniem metod numerycznej mechaniki płynów 5.4. Wyznaczanie drgań własnych wirnika turbiny Darrieusa • 6. STEROWANIE TRÓJ- I WIELOFAZOWYM SILNIKIEM/GENERATOREM SYNCHRONICZNYM Z ZEWNĘTRZNYMI MAGNESAMI STAŁYMI (INSET SPMSM) 6.1. Wstęp 6.2. Metoda sterowania 6.3. Model analizy silników z magnesami trwałymi umieszczonymi powierzchniowo służący do obliczenia współczynników indukcyjności 6.4. Sterowanie maszynami PMSM 6.5. Sterowanie momentem (DTC) dla maszyn SPMSM 6.6. Silnik inset SPMSM i ograniczenia jego sterowania 6.7. Określenie położenia początkowego wirnika silnika inset SPMSM 6.8. Sterowanie silnikiem inset SPMSM 6.9. Symulacje obliczeniowe 6.10. Uwagi odnośnie sterowania silnikiem inset SPMSM 6.11. Wielofazowe zasilanie urządzeń elektrycznych • 7. Regulacja napięcia i mocy biernej w systemie elektroenergetycznym, Regulacja częstotliwości i mocy czynnej w systemie elektroenergetycznym (pierwotna i wtórna), Automatyka zabezpieczeń elektrowni i farm wiatrowych</p>	
Ochrona odgromowa i przepięciowa	K_W01, K_W02, K_U01, K_U04, K_K05
<p>• Klasyfikacja zaburzeń elektromagnetycznych. • Wyładowania atmosferyczne doziemne i piorunowy impuls elektromagnetyczny. • Przepięcia indukowane wyładowaniami atmosferycznymi. • Strefowa koncepcja ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej. • Modelowanie matematyczne, fizyczne i symulacje komputerowe oddziaływań piorunowych • Środki ograniczające zaburzenia elektromagnetyczne, uziemienia, masy, ekwipotentjalizacja, filtry, ograniczniki przepięć, ekranowanie, topologia instalacji. • Przykładowe rozwiązania nowoczesnej ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej inteligentne domy, systemy automatyki przemysłowej, ochrona anten i innych urządzeń pracujących na zewnątrz budynku</p>	
Ochrona przeciwprzepięciowa urządzeń elektrycznych i elektronicznych	K_W03, K_W04, K_U08
<p>• Źródła narażeń przepięciowych w instalacjach elektrycznych obiektów budowlanych. Odporność urządzeń elektrycznych i elektronicznych na udary napięciowe i prądowe. • Ochrona odgromowa obiektów budowlanych, zewnętrzna i wewnętrzna. Wewnętrzna ochrona przeciwprzepięciowa. Koncepcja strefowej ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej obiektów budowlanych. • Ograniczanie przepięć w instalacjach elektrycznych obiektów budowlanych. • Ograniczanie przepięć w systemach przesyłu sygnałów. Przykłady rozwiązań ochrony przeciwprzepięciowej urządzeń elektrycznych i elektronicznych w obiektach budowlanych. • Wykonanie indywidualnych projektów ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej wybranych obiektów budowlanych.</p>	
Projektowanie inżynierskie wspomagane komputerowo	K_W03
<p>• Omówienie zagadnień związanych z projektowaniem inżynierskim . Przegląd oprogramowania CAx. • Modelowanie parametryczne w procesie projektowania inżynierskiego • Wspomaganie procesu projektowania wybranego przetwornika elektromechanicznego systemem CAD oraz FEM • Obliczanie naprężeń wybranych elementów przetworników elektromechanicznych • Projekt zaliczeniowy</p>	
Systemy pomiarowe i diagnostyczne w energetyce	
<p>• Zaawansowane pojęcia metrologii. • Współczesne przyrządy pomiarowe. • Zaawansowane metody pomiarowe. • Zaawansowana ocena dokładności pomiarów. • Statystyczne opracowanie wyników pomiaru. • Pomiary rezystancji nieliniowych. • Programowanie aparatury pomiarowej • Reflektometria impulsowa.</p>	
Technologie oczyszczania spalin	K_W02, K_U15, K_K01, K_K04, K_K05
<p>• Podstawy technologii przemysłowych, źródła energii i surowców. • Podstawowe procesy technologiczne • Analiza wybranych technologii uciążliwych dla środowiska • Główne źródła zanieczyszczeń powietrza • Pierwotne i wtórne metody zapobiegania zanieczyszczeniu atmosfery • Ograniczanie emisji zanieczyszczeń. • Charakterystyka procesów stosowanych w ochronie powietrza (absorpcja, adsorpcja, spalanie). • Technologie oczyszczania spalin z zanieczyszczeń gazowych i pyłowych. • Odpylanie spalin • Odsiarczanie spalin • Zasada działania, obliczanie i dobór urządzeń do usuwania zanieczyszczeń gazowych i zanieczyszczeń pyłowych.</p>	
Układy programowalne w energetyce	K_W01, K_U01, K_K01
<p>• rys historyczny, terminologia • Podstawowe definicje i charakterystyka mikrokontrolerów. • Współpraca mikrokontrolera z urządzeniami zewnętrznymi • Układy elektroniczne o programowalnej strukturze, ich rozwój i stan obecny • Struktura i cechy układów PAL i PLA. Przykłady realizacji wybranych układów cyfrowych • Układy CPLD (Complex Programmable Logic Device). Struktura wewnętrzna makrokomórek logicznych, bloków funkcjonalnych, zdolności łączeniowe macryz łączeniowych kluczy • Układy programowalne FPGA (Field Programmable Gate Array). Omówienie struktury i możliwości podstawowych rodzin układów FPGA. Realizacja układów mikroprogramowalnych • Wykorzystanie struktur</p>	

programowalnych do sterowania i modelowania obiektów w czasie rzeczywistym. • Koncepcja układów elektronicznych typu ASIC • Podstawy języka opisu sprzętu VHDL	
Wybrane zagadnienia elektrodynamiki	K_W03, K_U08, K_K05
• Podstawowe definicje i prawa teorii pola elektromagnetycznego • Klasyczne warunki brzegowe elektrodynamiki • Pola harmoniczne. Równania Maxwella w postaci zespolonej. • Teoria potencjałów elektrodynamicznych. • Pole elektromagnetyczne w układach poruszających się. Transformacje Lorentza. • Zależności energetyczne w polu elektromagnetycznym, twierdzenie Poyntinga. • Podstawowe rozwiązania równań elektrodynamiki. Potencjały warstwy pojedynczej i podwójnej, potencjał objętościowy, prawo Biota-Savarta, potencjały przesunięte, potencjały Lienarda-Wiecherta, dipol Hertza	

### 3.2. Przetwarzanie energii elektrycznej , stacjonarne

#### 3.2.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	50 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	67 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	46 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

- związku efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwińcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=E&TK=html&S=308&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ES	Historia idei i odkryć naukowych	15	15	0	0	30	2	N	
1	DJ	Język obcy w nauce i technice	0	30	0	0	30	2	N	
1	ED	Metody analityczne w elektrotechnice	30	0	15	0	45	3	N	
1	ET	Metody numeryczne w technice	30	0	30	0	60	5	T	
1	EE	Oświetlenie drogowe	15	0	0	15	30	2	N	
1	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	30	15	30	0	75	5	T	
1	ED	Projektowanie inżynierskie wspomagane komputerowo	15	0	15	0	30	3	N	
1	ED	Projektowanie układów napędowych w energetyce	30	0	0	15	45	3	N	
1	ET	Wybrane zagadnienia teorii obwodów	30	15	30	0	75	5	T	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>195</b>	<b>75</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
2	EA	Metody obliczeniowe optymalizacji	30	15	15	0	60	4	T	
2	ED	Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych	30	0	30	15	75	5	T	
2	EX	Moduł wybierany I	15	0	15	0	30	2	N	
2	EX	Moduł wybierany II	15	0	15	0	30	2	N	
2	ED	Sygnały diagnostyczne w układach napędowych	30	0	25	0	55	3	N	
2	ET	Układy impulsowe wielkich mocy	30	0	15	0	45	3	N	
2	EU	Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	10	0	0	20	30	3	N	
2	EE	Zakłócenia w układach elektroenergetycznych	30	0	0	30	60	5	T	
2	EU	Zarządzanie jakością	15	0	15	0	30	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>205</b>	<b>15</b>	<b>130</b>	<b>65</b>	<b>415</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	EM	Graficzne środowiska projektowania systemów pomiarowych	15	0	20	0	35	4	N	
3	EX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	12	N	



3	EX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	2	N	
3	EE	Układy programowalne	30	0	30	0	60	4	N	
3	ET	Urządzenia logiczne i protokoły w sieciach energetycznych	30	0	15	15	60	6	T	
3	EX	Wykład monograficzny	30	0	0	0	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>105</b>	<b>15</b>	<b>65</b>	<b>15</b>	<b>200</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>505</b>	<b>105</b>	<b>315</b>	<b>110</b>	<b>1035</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.2.3. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.2.2. Mogą być wybierane przez studentów niezależnie od wyborów specjalności/ścieżki kształcenia.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	ED	Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami elektrycznymi	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Cyfrowe sterowanie układów energoelektronicznych	15	0	15	0	30	2	N	
2	ED	Eksploatacja generatorów	15	0	15	0	30	2	N	
2	ED	Elektryczność i magnetyzm w technice	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Jakość energii elektrycznej	15	0	15	0	30	2	N	
2	ET	Metody numeryczne w energoelektronice	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Modelowanie cyfrowe układów świetlnooptycznych	15	0	0	15	30	2	N	
2	ED	Modelowanie i wizualizacja obiektów 3D	15	0	15	0	30	2	N	
2	ET	Modelowanie i analiza turbin wiatrowych	15	0	15	0	30	2	N	
2	ED	Napędy potrzeb własnych w energetyce	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Niekonwencjonalne źródła energii	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Nowoczesne przekształtniki energoelektroniczne	15	0	15	0	30	2	N	
2	EE	Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych	15	0	0	15	30	2	N	
2	EA	Systemy sterowania w elektroenergetyce	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Urządzenia FACTS	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej	15	0	15	0	30	2	N	

### 3.2.4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	19 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	8 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	136 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	17
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	24 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	19 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	16 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	15
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	53 godz.
	6

Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	63 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	56 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=E&K=E&TK=html&S=308&C=2019>

### 3.2.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=E&K=E&TK=html&S=308&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Graficzne środowiska projektowania systemów pomiarowych	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U10, K_K01
• Wprowadzenie do przyrządów wirtualnych. Wprowadzenie do użytkowania środowiska DASYLab. Współpraca DASYLab z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska VEE. Współpraca VEE z wybranymi przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska TestPoint. Przykłady zastosowania wybranych środowisk do analizy sygnałów pomiarowych.	
Historia idei i odkryć naukowych	K_W02, K_U15, K_K05
• Koncepcja ewolucji paradygmatów. Thomas Kuhn. Struktura rewolucji naukowych. • System: definicja, podział, cechy charakterystyczne, przykłady. Podejście systemowe. • Determinizm i mechanistyczny obraz świata. • Losowość. Termodynamika. Entropia. Ekstensywność. • Fraktale, chaos deterministyczny. Samopodobieństwo. Zależności długoterminowe. • Teoretyczne podstawy informatyki (wybrane zagadnienia). Algorytmy. • Grafy – podstawowe parametry. Sieci proste i złożone	
Język obcy w nauce i technice	K_U05
• Pojęcia elektryki, użyteczne słownictwo związane z tym zagadnieniem • Zasada przyciągania i odpychania się ciał • Międzynarodowy układ jednostek miar • Przewody elektryczne i ich typologia • Pojęcie prądu stałego i zmiennego • Przekaz prądu zmiennego i systemy dystrybucji • Charakterystyka słupów wysokiego napięcia • Typologia transformatorów • Typy generatorów • Charakterystyka turbogeneratorów • Silniki elektryczne • Montaż komutatorów • Przekaz wysokiego napięcia prądu stałego	
Metody analityczne w elektrotechnice	K_W01, K_W03, K_U08, K_U10, K_U13, K_K03
• Szeregi funkcji ortogonalnych, analiza harmoniczna Fouriera • Funkcja (dystrybucja) delta Diraca • Transformaty Fouriera • Transformaty Laplace'a • Równania różniczkowe liniowe o stałych i zmiennych współczynnikach • Układy równań różniczkowych • Całki funkcji wielu zmiennych • Elementy analizy wektorowej • Równania różniczkowe cząstkowe - klasyfikacja i przykłady zastosowania w elektrotechnice • Metody rozwiązywania różniczkowych zagadnień granicznych elektrotechniki	
Metody numeryczne w technice	K_W01, K_W03, K_W08, K_U08, K_U10, K_U13, K_K03
• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych • Metoda elementów skończonych	
Metody obliczeniowe optymalizacji	K_W01, K_W05, K_U08, K_U10, K_U12, K_K01, K_K03
• Formułowanie zadań optymalizacji. • Programowanie liniowe: sformułowanie problemu, graficzna interpretacja rozwiązania, szkic metody simpleks, wykorzystanie przyborników MATLAB-a i Excel-a • Typowe przykłady zastosowania programowania liniowego: wybór asortymentu produkcji, przydział maszyn, zadanie transportowe, optymalizacja na sieciach - zadanie maksymalnego przepływu, zadanie najtańszego przepływu, zadanie najkrótszej drogi, wyznaczenie ścieżki krytycznej • Programowanie w liczbach całkowitych: sformułowanie, metoda podziału i oszacowań, wykorzystanie przyborników MATLAB-a i Excel-a, typowe przykłady - plecak przemysłowy, aukcja kombinatoryczna, harmonogramowanie zadań wykorzystujących ograniczone zasoby, wyznaczenie ścieżki krytycznej • Podstawy teoretyczne optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń • Najważniejsze metody numeryczne optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń, funkcje MATLAB-a i Excel-a • Podstawy teoretyczne optymalizacji statycznej z ograniczeniami • Metody obliczeniowe optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami, funkcje MATLAB-a i Excel-a • Problem optymalizacji globalnej i złożoności obliczeniowej, algorytm genetyczny: podstawowe operacje, zastosowanie przyborników MATLAB-a i Excel-a, typowe przykłady, inne ważne metody inteligencji obliczeniowej • wieloetapowe problemy decyzyjne, metoda programowania dynamicznego • Wprowadzenie do optymalizacji wielokryterialnej: sformułowanie, optymalność w sensie Pareto, wybrane sposoby skalaryzacji, przykład-wielokryterialne zadanie najkrótszej drogi. Metoda AHP	
Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08
• Problematyka modelowania układów elektromechanicznych i złożonych układów napędowych. Podstawy teorii elektromechanicznego przetwarzania energii, analogie elektromechaniczne, równania Hamiltona i Lagrange'a • Formułowanie równań modeli matematycznych układów elektromechanicznych o ruchu liniowym i obrotowym. Identyfikacja parametrów, obliczanie rozkładu pola magnetycznego, obliczanie współczynników indukcyjności • Zarys teorii transformacji współrzędnych, warunek niezmienniczości mocy • Metody rozwiązywania równań układów elektromechanicznych dla analizy stanów nieustalonych, stanów ustalonych, analizy pól i momentów • Narzędzia komputerowego wspomagania prac inżynierskich, budowa modelu symulacyjnego układu napędowego, przykłady symulacji w pakiecie Matlab/Simulink • Podstawy modelowania układów zasilających przetworniki elektromechaniczne. Modelowanie matematyczne i badania symulacyjne maszyn elektrycznych: indukcyjnej, synchronicznej, maszyn komutatorowych • Modele matematyczne i symulacyjne maszyn elektrycznych z komutatorem elektronicznym typu: maszyny reluktancyjne przełączalne (SRM), maszyny z magnesami trwałymi (PMSM i BLDC) • Modelowanie złożonych systemów napędu elektrycznego	
Oświetlenie drogowe	K_W02, K_W05, K_U01, K_U06, K_K01, K_K03
• Omówienie zagadnień związanych z nocnymi aspektami psychofizjologicznymi widzenia. • Omówienie podstawowych źródeł światła stosowanych w oświetleniu drogowym. • Omówienie rodzajów opraw oświetleniowych stosowanych w oświetleniu drogowym. • Omówienie wymagań normatywnych dotyczących oświetlenia drogowego. • Omówienia zasad efektywnego doboru oraz rozmieszczenia opraw oświetleniowych. • Omówienie metod pomiarowych związanych z jakością oświetlenia drogowego. • Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania oświetlenia drogowego. • Projektowanie oświetlenia drogowego w klasie ME z zastosowaniem metalohalogenkowych, sodowych oraz LEDowych źródeł światła • Projektowanie oświetlenia drogowego w klasie MEW z zastosowaniem metalohalogenkowych, sodowych oraz LEDowych źródeł światła • Projektowanie oświetlenia drogowego w klasie S z zastosowaniem metalohalogenkowych, sodowych oraz LEDowych źródeł światła	
Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	K_W01, K_W06, K_U09, K_U17, K_K01, K_K03, K_K05
• Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy	

komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów. Metody zmniejszania błędów pomiarów. • Obliczenia podstawowych charakterystyk metrologicznych przetworników i torów pomiarowych. Podstawy projektowania układów pomiarowych. Linearyzacja statycznych funkcji przetwarzania. Korekcja charakterystyk dynamicznych. Mostek niezrównoważony prądu stałego. Kompensacja wpływu zmian temperatury swobodnych końców termoelementów. Wzmacniacz pomiarowy różnicowy. Wybór częstotliwości próbkowania sygnałów.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U03, K_U11, K_U12, K_U15
• Dyskusje na temat realizowanej pracy dyplomowej.	
Projektowanie inżynierskie wspomagane komputerowo	K_W03, K_U02, K_K05
• Omówienie zagadnień związanych z projektowaniem inżynierskim . Przegląd oprogramowania CAx. • Modelowanie parametryczne w procesie projektowania inżynierskiego • Wspomaganie procesu projektowania wybranego przetwornika elektromechanicznego systemem CAD oraz FEM • Obliczanie naprężeń wybranych elementów przetworników elektromechanicznych • Projekt zaliczeniowy	
Projektowanie układów napędowych w energetyce	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K03, K_K05
• Urządzenia i układy potrzeb własnych w energetyce konwencjonalnej. • Klasyfikacja układów napędowych potrzeb własnych. Specyfika pracy w elektrowniach konwencjonalnych • Wymagania stawiane silnikom w napędach potrzeb własnych. Trwałość silników indukcyjnych w napędach elektrycznych występujących w energetyce • Dobór silników do układów napędowych - wymagania podstawowe oraz dodatkowe zgodnie z WTO • Problemy obniżania energochłonności w eksploatacji układów napędowych • Koszty przetwarzania energii przez silniki indukcyjne. Korzyści z wdrażania układów napędowych z silnikami energooszczędnymi • Napędy potrzeb własnych elektrowni wodnych • Alternatywne źródła energii - napędy potrzeb własnych w procesie wytwarzania energii elektrycznej	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały. • Zasady tworzenia części teoretycznej i praktycznej pracy. • Prezentacja części teoretycznej i praktycznej pracy. Dopracowanie spisu treści, tezy, celu, zakresu.	
Sygnały diagnostyczne w układach napędowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_K05
• Specyfika remontów układów napędowych uwarunkowanych stanem maszyny. • Podstawy pozyskiwania i analizy sygnałów diagnostycznych. • Tor przetwarzania sygnałów podczas analizy widmowej. • Praktyczne aspekty analizy częstotliwościowej • Specyfika przetworników wielkości pomiarowych: prądu, drgań, temperatury, tensometrycznych • Filtry składowych symetrycznych • Wyważanie zespołów wirujących • Zaawansowane metody analizy sygnałów- analiza falkowa • Osiowanie układów elektromaszynowych • Problemy wibroizolacji oraz eliminatorów drgań • Metody diagnozowania uzwojeń klatkowych • Metody diagnozowania łożysk • zjawiska akustyczne w układach napędowych	
Układy impulsowe wielkiej mocy	K_W02, K_W04, K_U07, K_U11, K_K05
• Impulsowe systemy wielkiej mocy. Podstawy fizyczne transformacji energii z jednej formy do drugiej. Metody generacji oraz techniki pomiarowe impulsów elektrycznych wielkiej mocy. • Zastosowanie impulsowych układów wielkiej mocy w przemyśle oraz w badaniach naukowych • Zastosowanie impulsowych układów wielkiej mocy w wojsku oraz w realizacji projektu syntezy termojądrowej.	
Układy programowalne	K_W02, K_W03, K_U14, K_K01
• rys historyczny, terminologia • Środowiska wspierające komputerowo konfigurację układów programowalnych • Struktura układów arytmetycznych • Układy elektroniczne o programowalnej strukturze, ich rozwój i stan obecny • Struktura i cechy układów PAL i PLA. Przykłady realizacji wybranych układów cyfrowych • Układy CPLD (Complex Programmable Logic Device). Struktura wewnętrzna makrokomórek logicznych, bloków funkcjonalnych, zdolności łączeniowe matryc łączeniowych kluczy • Układy programowalne FPGA (Field Programmable Gate Array). Omówienie struktury i możliwości podstawowych rodzin układów FPGA. Realizacja układów mikroprogramowalnych • Wykorzystanie struktur programowalnych do sterowania i modelowania obiektów w czasie rzeczywistym. • Koncepcja układów elektronicznych typu ASIC • Podstawy języka opisu sprzętu VHDL	
Urządzenia logiczne i protokoły w sieciach energetycznych	K_W02, K_W03, K_U07, K_U14, K_K02
• Urządzenia wejściowe i wyjściowe dla PLC, przetworniki pomiarowe, elementy wykonawcze. Języki programowania sterowników PLC - norma PN-EN-61131. Tworzenie algorytmu sterowania procesem. Sterowanie procesami ciągłymi – algorytmy, konfiguracja i autostrojenie regulatorów • budowa i właściwości funkcjonalne sterowników przemysłowych na bazie wybranej rodziny sterowników PLC • podstawy komunikacji PROFINET I/O, podstawy programowania PLCnext Technology z wykorzystaniem PC Worx Engineer • komunikacja w układach sterowania z użyciem wybranych sieci przemysłowych. • wizualizacje i sterowanie nadrzędne procesów przemysłowych w systemie SCADA • systemy kontroli i sterowania z wykorzystaniem sterowników PLC firmy Phoenix Contact • ZAAWANSOWANE PROGRAMOWANIE STEROWNIKÓW LOGICZNYCH • systemy sterowania i nadzoru w stacjach elektroenergetycznych, normy IEC 61850, która określa zasady automatyzacji podstacji energetycznych • • infrastruktura AMI dla sieci SN i NN: urządzenia pomiarowe (czujniki, inteligentne liczniki) i kontrolne (wyłączniki z samoczynnym ponownym zamykaniem, bezpieczniki), także na poziomie urządzeń domowych • automatyzacja podstacji: systemy zarządzania energią i systemy w podstacjach, które monitorują zdarzenia i jakość dostaw energii, a także przełączniki kontrolne przepływu energii • • automatyzacja dystrybucji: komponenty i aplikacje sieci Smart Grid zwiększające niezawodność sieci dystrybucyjnej • aplikacje Smart Grid (rozszerzone funkcje zarządzania awariami, systemy zarządzania aktywami itp.) w połączeniu ze sztuczną inteligencją ułatwiające eksploatację i utrzymanie sieci energetycznej.	
Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	K_W02, K_U02, K_K04
• Wybrane zagadnienia dotyczące elektrotechniki oraz elektroniki • Wybrane zagadnienia związane z architekturą komputerów oraz ich działaniem	
Wybrane zagadnienia teorii obwodów	K_W02, K_W03, K_U01, K_U16, K_K04, K_K05
• Metody analizy macierzowej obwodów elektrycznych • Metody analizy linii transmisyjnych • Metody ciągłego, dyskretnego i szybkiego przekształcenia Fouriera w zastosowaniach	
Wykład monograficzny	K_W02, K_W03, K_U08, K_K05
• Zasady konstruowania modeli matematycznych napędu elektrycznego ze sprzężystościami, jako obiektu regulacji. Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością skręcania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością rozciągania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością zginania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Synteza regulatorów rzędu całkowitego i ułamkowego stosowane do hamowania drgań sprzężystych układu elektromechanicznego • Analiza charakterystyk statycznych syntezy systemów regulacji automatycznej ze sprzężystością. • Pojęcia podstawowe dotyczące obserwatora stanu. Synteza obserwatora stanu systemu elektromechanicznego ze sprzężystością. • Konstruowanie schematu blokowego syntezy układu regulacji automatycznej ze sprzężystością zawierający obserwator stanu.	
Zakłócenia w układach elektroenergetycznych	K_W02, K_W04, K_U01, K_U13
• Zwarcia; przyczyny i skutki; metody obliczania przebiegów prądu zwarciovego w układach elektroenergetycznych. Ograniczanie skutków zwarć. • Przepięcia wewnętrzne i zewnętrzne w sieciach elektroenergetycznych; rozchodzenie się przepięć. Ochrona przeciwprzepięciowa urządzeń elektrycznych. • Wahania napięcia i odchylenia częstotliwości, spowodowane zmianami obciążenia sieci. Powstawanie wyższych harmonicznych w sieci, spowodowane dużymi odbiornikami nieliniowymi. Sposoby ograniczania wahań napięcia i wyższych harmonicznych. • Stabilność systemu elektroenergetycznego; stabilność lokalna i globalna, środki poprawy stabilności. Podstawy matematyczne badania stabilności; zastosowanie programów komputerowych. • Wykonanie projektu obejmującego symulację wybranych zakłóceń w zadanym układzie elektroenergetycznym.	
Zarządzanie jakością	K_W02, K_W05, K_U15, K_K02

• Wprowadzenie do teorii jakości Współczesne postrzeganie i koncepcja jakości. Klasy jakości, zagadnienie niezawodności. Ewolucyjne zmiany w podejściu do zagadnień jakości. Podstawy filozofii zarządzania przez jakość (Total Quality Management – TQM) • Zarządzanie jakością poprzez przestrzeganie uznanych standardów Wymagane właściwości wyrobu. Normalizacja i cele norm. Organizacje normalizacyjne. Normy z rodziny PN-EN ISO 9000; Model systemu zarządzania jakością. Dokumentacja systemu zarządzania jakością. Audyt wewnętrzny i zewnętrzny. Procesy certyfikacji. • Zarządzanie bezpieczeństwem produktów Ocena zgodności wyrobów – znak CE. Dyrektywa LVD i EMC • Narzędzia wspomagające zarządzanie jakością Narzędzia jakościowe opisowe: schemat blokowy, plan działania, sieć działań. Narzędzia jakościowe kreatywne: diagram Ishikawy, diagram podobieństwa, diagram relacji, diagram systematyki, macierzowa analiza danych, burza mózgów. Narzędzia ilościowe: arkusz kontroli, diagram Pareto. Narzędzia statystyczne: zbieranie danych, histogram, analiza wariancji, analiza regresji karty kontrolne, SPC, zdolność jakościowa procesu. • Metody wspomagające zarządzanie jakością Analiza przyczyn i skutków wad FMEA. Rozwinięcie funkcji jakości QFD Planowanie eksperymentów DOE, Koncepcja Six Sigma.

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami elektrycznymi	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_U13, K_K04, K_K05
• Metody sterowania bezczujnikowego silników asynchronicznych. Metody sterowania bezczujnikowego silników bezszczotkowych. Metody sterowania bezczujnikowego silników reluktancyjnych. • Analiza bezczujnikowego układu sterowania silnika elektrycznego przy użyciu środowiska matlab simulink	
Cyfrowe sterowanie układów energoelektronicznych	K_W03, K_U04, K_U11, K_U14, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05
• Układy cyfrowe w sterowaniu – wprowadzenie • Elementy i równania układów cyfrowych • Cyfrowa symulacja układów analogowych • Środowisko symulacyjne PSIM : komponenty układów mocy i układów sterowania • Mikroprocesorowe układy sterujące • Sterowanie i regulacja przekształtnika DC/AC • Sterowanie i regulacja przekształtnika AC/DC • Sterowanie DTC	
Eksploatacja generatorów	K_W03, K_W04, K_U01, K_U09, K_K01
• Turbogenerator jako element systemu elektroenergetycznego • Konstrukcje turbogeneratorów • Stany nieustalone i niesymetryczne turbogeneratorów • Parametry charakterystyczne turbogeneraora • Kołysania i stabilność pracy równoległej • Perspektywy wzrostu mocy granicznych • Uszkodzenia eksploatacyjne • Straty i sprawność generatorów synchronicznych • Nietypowe stany pracy turbogeneratorów	
Elektryczność i magnetyzm w technice	K_W03, K_U08, K_K05
• Wielkości skalarnie i wektorowe w fizyce, działania na wektorach, pola wektorowe i skalarnie, podstawowe operacje różniczkowe i całkowe (gradient, dywergencja, rotacja, laplasjan, strumień, cyrkulacja). • Podstawowe pojęcia fizyczne i prawa elektromagnetyzmu (ładunek i prąd elektryczny, gęstość ładunku i prądu, natężenia i indukcja pola elektrycznego i magnetycznego, siła Lorentza, prawa Maxwella) • Obliczanie torów cząstek naładowanych w polu elektromagnetycznym • Rozwiązywanie statycznych zagadnień elektrodynamiki technicznej, obliczanie pojemności i indukcyjności. • Rozwiązywanie quasi-stacjonarnych zagadnień elektrodynamiki technicznej, obliczanie prądów wirowych, ekranowanie zmiennych pól elektromagnetycznych • Emisja i propagacja fal elektromagnetycznych	
Jakość energii elektrycznej	K_W03, K_W04, K_U07, K_U12, K_K01, K_K03
• Jakość energii elektrycznej, parametry jakości • Rodzaje zaburzeń i zakłóceń elektromagnetycznych, Normy i rozporządzenia związane z jakością energii elektrycznej i kompatybilnością elektromagnetyczną • Napięcie jako parametr jakości energii elektrycznej, odchylenia i wahanía napięcia, sposoby regulacji, asymetria napięć w układach trójfazowych • Odkształcenia napięć i prądów - składowe harmoniczne przebiegów • Niezawodność zasilania • Wyznaczanie podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej • Wpływ parametrów jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników i na sieć zasilającą • Kolokwium zaliczeniowe	
Metody numeryczne w energoelektronice	K_W03, K_U08, K_K03, K_K04
• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów prostowniczych z autotransformatorem • Modele matematyczne silnika asynchronicznego ze sterowaniem	
Modelowanie cyfrowe układów świetlnno-optycznych	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U13, K_K01, K_K03
• Omówienie podstawowych zagadnień związanych z rolą odbłyśników w kształtowaniu biegu promieni świetlnych. Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania opraw oświetleniowych. • Omówienie sposobu doboru formy geometrycznej odbłyśników opraw oświetleniowych. Projektowanie odbłyśnika z punktowym źródłem światła • Omówienie sposobu doboru powłoki odbłyśnika oprawy oświetleniowej. Projektowanie odbłyśnika z liniowym źródłem światła • Omówienie doboru odbłyśników do źródeł LED, Projektowanie odbłyśnika do źródła LED	
Modelowanie i wizualizacja obiektów 3D	K_W03, K_U07, K_K05
• Przedmiot, cel i zakres modelowania, wizualizacji i animacji. Wprowadzenie do programu Autodesk Design, jego funkcjami oraz dopasowywanie interfejsu do potrzeb użytkownika. • Modelowanie parametryczne, zastosowanie modyfikatorów • Modelowanie typu Mesh, Poly, Patch oraz NURBS. • Modelowanie 3D w oparciu o obiekty płaskie. • Praca z materiałami, teksturowanie i mapowanie. • Praca z światłami, renderowanie. • Podstawy animacji. • Projekt zaliczeniowy	
Modelowanie i analiza turbin wiatrowych	K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U07, K_U13, K_K05
• 1. ENERGIA ODNAWIALNA (ROZPROSZONA, ZDECENTRALIZOWANA) 1.1. Gospodarka energetyczna jako dominujący czynnik wzrostu gospodarczego (wpływ cen energii na wzrost gospodarczy) 1.2. Bezpieczeństwo energetyczne krajów Unii Europejskiej 1.3. Prawne aspekty energii odnawialnej 1.4. Rozwój polskiej energetyki 1.5. Energia odnawialna 1.6. Wnioski patentowe z zakresu wybranych technologii związanych z energią 1.7. Integracja technologii magazynowania energii wiatrowej z systemem elektroenergetycznym • 2. WIATR JAKO ŹRÓDŁO ENERGII – TEORIA, PROJEKTOWANIE, ZASTOSOWANIE 2.1. Rozwój energetyki wiatrowej 2.2. Podział turbin wiatrowych ze względu na generowaną moc 2.3. Podział turbin wiatrowych ze względu na położenie osi obrotu wirnika 2.4. Podział turbin wiatrowych ze względu na wielkość 2.5. Podział turbin wiatrowych ze względu na inne kryteria 2.6. Sterowanie i regulacja turbin wiatrowych 2.7. Napędy stosowane w turbinach wiatrowych z przekładniami i bezprzekładniowe 2.8. Obciążenia aerodynamiczne 2.9. Obliczenia turbin wiatrowych z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego Qblade 2.10. Obliczenia turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu przy zastosowaniu oprogramowania Qblade metodą DMS 2.11. Obliczenia turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu przy zastosowaniu oprogramowania Qblade metodą BEM oraz porównanie jej osiągnięć z turbiną o pionowej osi obrotu 2.12. Turbina wiatrowa średniej mocy • 3. NUMERYCZNA MECHANIKA PŁYNÓW – COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) 3.2. Filozofia CFD 3.3. Modele turbulencji RANS 3.4. Metoda dużych wirów – LES 3.5. Metoda bezsiatkowa – DVM 3.6. Metoda objętości skończonej 3.7. Opis procesu przygotowania do obliczeń CFD 3.8. Analiza turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu typu H z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów 3.9. Porównanie wyników z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów z metodą DMS 3.10. Analiza wpływu podstawowych parametrów turbiny na jej wytworzoną moc oraz moment 3.11. Analiza turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów • 4. PROJEKTOWANIE, MODELOWANIE GENERATORÓW WYKORZYSTYWANYCH W ELEKTROWNIACH WIATROWYCH 4.2. Badanie pól elektromagnetycznych generatorów wolnoobrotowych wielobiegunowych przeznaczonych do elektrowni wiatrowych z zastosowaniem metody MES 4.3. Przeprowadzenie badań na stanowisku badawczym generatora 2 kW 4.4. Przeprowadzenie badań na stanowisku badawczym generatora 3,6 kW 4.5. Podsumowanie wyników badań na stanowisku badawczym z analizami elektromagnetycznymi (MES) 4.6. Diagnostyka oraz uszkodzenia maszyn elektrycznych • 5. WYKORZYSTANIE METODY NUMERYCZNEJ MECHANIKI PŁYNÓW ORAZ METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH W ANALIZIE TERMICZNEJ, STATYCZNEJ I DYNAMICZNEJ GENERATORÓW ORAZ TURBIN WIATROWYCH 5.1. Analiza termiczna generatorów z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów 5.2. Analiza termomechaniczna oraz analiza drgań wolnoobrotowych wielobiegunowych generatorów 5.3. Wyznaczanie obciążeń wirnika turbiny Darrieusa z wykorzystaniem metod numerycznej mechaniki płynów 5.4. Wyznaczanie drgań własnych wirnika turbiny Darrieusa • 6. STEROWANIA TRÓJ- I WIELOFAZOWYM SILNIKIEM/GENERATOREM SYNCHRONICZNYM Z ZEWNĘTRZNYMI MAGNESAMI STAŁYMI (INSET SPMSM) 6.1. Wstęp 6.2. Metoda sterowania 6.3. Model analityczny silników z magnesami stałymi umieszczonymi powierzchniowo służący do obliczania współczynników indukcyjności 6.4. Sterowanie maszynami PMSM 6.5. Sterowanie momentem (DTC) dla maszyn SPMSM 6.6. Silnik inset SPMSM i ograniczenia jego sterowania 6.7. Określenie położenia początkowego wirnika silnika inset SPMSM 6.8. Sterowanie silnikiem inset SPMSM 6.9. Symulacje obliczeniowe 6.10. Uwagi odnośnie sterowania silnikiem inset SPMSM 6.11. Wielofazowe zasilanie	

urządzeń elektrycznych • 7. Regulacja napięcia i mocy biernej w systemie elektroenergetycznym, Regulacja częstotliwości i mocy czynnej w systemie elektroenergetycznym (pierwotna i wtórna), Automatyka zabezpieczeń elektrowni i farm wiatrowych	
Napędy potrzeb własnych w energetyce	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_U12, K_K03, K_K05
• Klasyfikacja układów napędowych potrzeb własnych w energetyce • Charakterystyka i parametry silników indukcyjnych napędów potrzeb własnych energetyki. Właściwości silników dla energetyki. Podstawowe dane techniczne napędów potrzeb własnych wybranych bloków energetycznych. • Stany nieustalone w silnikach indukcyjnych podczas SZR. Równania stanu elektrodynamicznego maszyn indukcyjnych. Model matematyczny silnika głębokożłobkowego. • Wybieg i samorozruch silników napędów potrzeb własnych. • Włączenie silnika dużej mocy do sieci. Dobór silników indukcyjnych do napędów potrzeb własnych zgodnie z wymogami energetyki. • Skutki stanów nieustalonych w silnikach indukcyjnych. Zabezpieczenia, diagnostyka, monitoring napędów potrzeb własnych energetyki.	
Niekonwencjonalne źródła energii	K_W02, K_W03, K_U02, K_U09, K_U11, K_K02, K_K03, K_K05
• energia geotermalna, energia z biomasy i biogazu, biopaliwa, energia odpadowa, pompy ciepła • 1. Zadanie projektowe z obliczenia zapotrzebowania mocy i energii do ogrzewania wybranego obiektu budowlanego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. 2. Zadanie z energetyki wiatrowej (obliczenie możliwej do uzyskania w ciągu roku energii z elektrowni wiatrowej na podstawie danego rocznego rozkładu prędkości wiatru, wysokości zainstalowanej turbiny oraz średnicy łopat ). • proste pasywne systemy słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne, moduły fotowoltaiczne, proste systemy fotowoltaiczne, proste systemy kolektorów słonecznych. Turbiny wiatrowe. Proste farmy wiatrowe. Energia wody. Elektrownie wodne.	
Nowoczesne przekształtniki energoelektroniczne	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01
• Przekształtniki DC/DC: przekształtnik typu H5 i H6 • Przekształtniki AC/AC: przekształtnik matrycowy • Prostowniki: trójfazowy prostownik z modulacją szerokości impulsów PWM, • Falowniki: Falownik z dodatkowym rezonansowym obwodem komutacyjnym • Zastosowanie nowoczesnych przekształtników energoelektronicznych w praktyce inżynierskiej	
Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych	K_W02, K_W03, K_U07, K_U12, K_K01, K_K02, K_K03
• Topologie przekształtników energoelektronicznych dla paneli fotowoltaicznych i ogniw paliwowych • Topologie przekształtników energoelektronicznych dla turbin wiatrowych • Falowniki: Falowniki trójfazowe pracujące na sieć wydzieloną • Falowniki: Falowniki trójfazowe podłączone do linii zasilającej. Praca wyspowa • Modelowanie komputerowe podłączenia źródła OZE z linią zasilającą	
Systemy sterowania w elektroenergetyce	K_W02, K_W03, K_U10, K_U14, K_K03, K_K05
• Architektury systemów DCS w elektroenergetyce. Cechy systemów i zastosowania. Stacje procesowe, operatorskie, inżynierskie i historyjny. Urządzenia obiektowe. Magistrale komunikacyjne. • Zasady sterowania blokiem energetycznym. Technologia prowadzenia bloku. Zespół kocioł-turbina-generator. Stacje redukcyjno-schładzające. Przegląd układów regulacji kotła, turbiny i generatora. Rozruch bloku. • Regulacja poziomu mieszanki parowodnej w walczaku. Model zmian poziomu – dane bloku 380t/h, 125MW. Matlab/Simulink. Zakłócenia przypadkowe – dryfowanie poziomu. Efekt „pęcznienia”. Strojzenie regulatora PID. Badanie układu regulacji. Kompensacja zakłóceń mierzalnych. • Regulacja ciśnienia pary i zawartości tlenu w spalinach. Ciśnienie a dopływ paliwa. Stechiometria paliwo-powietrze. Model obiektu regulacji ciśnienia i zawartości tlenu. Regulacja ciśnienia. Regulacja stosunku paliwo-powietrze. Nadrzędny regulator zawartości tlenu. • Regulacja temperatury pary. Model przegrzewacza dwusekcyjnego. Badanie układu regulacji temperatury. Regulacja prędkości obrotowej turbiny. Symulator całego układu automatyzacji kocioł-turbina-generator. Reakcja na zmianę obciążenia turbiny oraz zmianę wydatku pompy wodnej. • Tendencje rozwojowe systemów DCS w elektroenergetyce. Nowe funkcjonalności stacji procesowych, operatorskich i historyjnych. Bilansowanie i nadzór eksploatacyjny. Obsługa aparatury obiektowej. Techniki www.	
Urządzenia FACTS	K_W02, K_W03, K_U10, K_K03
• Wprowadzenie: koncepcja elastycznej sieci przesyłowej, struktura systemu elektroenergetycznego, wielopoziomowe falowniki napięcia i prądu • Wielopoziomowe falowniki napięcia i prądu • Kompensacja mocy biernej a regulacja napięcia. Boczniowe urządzenia FACTS • Regulacja przepływów w sieciach przesyłowych i kompensacja szeregową. Urządzenia FACTS do kompensacji szeregowej • Statyczne regulatory napięcia i kąta przesunięcia fazowego • Unified Power Flow Controller UPFC • Interline Power Flow Controller IPFC	
Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej	K_W01, K_W03, K_U06, K_U11, K_K02
• Metody analizy i syntezy układów prostowniczych z elementami magnetycznymi • Metody analizy i syntezy układów prostowniczych z dławikami niesprzęgniętymi magnetycznie • Metody badania energetycznych filtrów hybrydowych • Wykorzystanie rozproszonych źródeł energii oraz ich skojarzone wytwarzanie	

### 3.3. Przetwarzanie energii elektrycznej , niestacjonarne

#### 3.3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	28 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	25 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=E&K=E&TK=html&S=310&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
---------	-------	-------------	--------	------------------------	--------------	------------------------	----------------	----------------	---------	--------



1	EE	Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych	10	0	0	10	20	3	N
1	ED	Technologie Web i Java w zastosowaniach elektrotechniki	10	0	10	0	20	3	N
1	ED	Wymiana ciepła w inżynierii elektrycznej	10	0	10	0	20	3	N
2	ET	Modelowanie i analiza turbin wiatrowych	10	0	10	0	20	3	N

### 3.3.4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	4
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	6 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	258 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	17
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	8 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	11 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	26 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	13
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	118 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	75 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=E&TK=html&S=310&C=2019>

### 3.3.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=E&K=E&TK=html&S=310&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Historia idei i odkryć naukowych	K_W02, K_U15, K_K05
• Koncepcja ewolucji paradygmatów. Thomas Kuhn. Struktura rewolucji naukowych. • System: definicja, podział, cechy charakterystyczne, przykłady. Podejście systemowe. • Determinizm i mechanistyczny obraz świata. • Losowość. Termodynamika. Entropia. Ekstensywność. • Fraktale, chaos deterministyczny. Samopodobieństwo. Zależności długoterminowe. • Teoretyczne podstawy informatyki (wybrane zagadnienia). Algorytmy. • Grafy – podstawowe parametry. Sieci proste i złożone	
Język obcy w nauce i technice	K_U05
• Pojęcia elektryki, użyteczne słownictwo związane z tym zagadnieniem • Zasada przyciągania i odpychania się ciał • Międzynarodowy układ jednostek miar • Przewody elektryczne i ich typologia • Pojęcie prądu stałego i zmiennego • Przekaz prądu zmiennego i systemy dystrybucji • Charakterystyka słupów wysokiego napięcia • Typologia transformatorów • Typy generatorów • Charakterystyka turbogeneratorów • Silniki elektryczne • Montaż komutatorów • Przekaz wysokiego napięcia prądu stałego	
Metody numeryczne w technice	K_W01
• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych • Metoda elementów skończonych	
Metody obliczeniowe optymalizacji	K_W01, K_W05, K_U10
• Formułowanie zadań optymalizacji. • Programowanie liniowe: sformułowanie problemu, graficzna interpretacja rozwiązania, szkic metody simpleks, wykorzystanie przyborników MATLAB-a i Excel-a • Typowe przykłady zastosowania programowania liniowego: wybór asortymentu produkcji, przydział maszyn, zadanie transportowe, optymalizacja na sieciach - zadanie maksymalnego przepływu, zadanie najtańszego przepływu, zadanie najkrótszej drogi, wyznaczenie ścieżki krytycznej • Programowanie w liczbach całkowitych: sformułowanie, metoda podziału i oszacowań, wykorzystanie przyborników MATLAB-a i Excel-a, typowe przykłady - plecak przemysłowy, aukcja kombinatoryczna, harmonogramowanie zadań wykorzystujących ograniczone zasoby, wyznaczenie ścieżki krytycznej • Podstawy teoretyczne optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń • Najważniejsze metody numeryczne optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń, funkcje MATLAB-a i Excel-a • Podstawy teoretyczne optymalizacji statycznej z ograniczeniami • Metody obliczeniowe optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami, funkcje MATLAB-a i Excel-a • Problem optymalizacji globalnej i złożoności obliczeniowej, algorytm genetyczny: podstawowe operacje, zastosowanie przyborników MATLAB-	

a i Excel-a, typowe przykłady, inne ważne metody inteligencji obliczeniowej • wieloetapowe problemy decyzyjne, metoda programowania dynamicznego • Wprowadzenie do optymalizacji wielokryterialnej: sformułowanie, optymalność w sensie Pareto, wybrane sposoby skalaryzacji, przykład-wielokryterialne zadanie najkrótszej drogi. Metoda AHP

Metody obliczeniowe w elektrotechnice	K_W01
• Szeregi funkcji ortogonalnych, analiza harmoniczna Fouriera • Funkcja (dystrybucja) delta Diraca • Transformaty Fouriera • Transformaty Laplace'a • Równania różniczkowe liniowe o stałych i zmiennych współczynnikach • Układy równań różniczkowych • Całki funkcji wielu zmiennych • Elementy analizy wektorowej • Równania różniczkowe cząstkowe - klasyfikacja i przykłady zastosowania w elektrotechnice • Metody rozwiązywania różniczkowych zagadnień granicznych elektrotechniki	
Mikrokontrolery i układy programowalne	K_W02, K_W03, K_U14, K_K01
• rys historyczny, terminologia • Podstawowe definicje i charakterystyka układów rekonfigurowalnych. • Współpraca układów programowalnych z urządzeniami zewnętrznymi • Układy elektroniczne o programowalnej strukturze, ich rozwój i stan obecny • Struktura i cechy układów PAL i PLA. Przykłady realizacji wybranych układów cyfrowych • Układy CPLD (Complex Programmable Logic Device). Struktura wewnętrzna makrokomórek logicznych, bloków funkcjonalnych, zdolności łączeniowe matryc łączeniowych kluczy • Układy programowalne FPGA (Field Programmable Gate Array). Omówienie struktury i możliwości podstawowych rodzin układów FPGA. Realizacja układów mikroprogramowalnych • Wykorzystanie struktur programowalnych do sterowania i modelowania obiektów w czasie rzeczywistym. • Koncepcja układów elektronicznych typu ASIC • Podstawy języka opisu sprzętu VHDL	
Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08
• Problematyka modelowania układów elektromechanicznych i złożonych układów napędowych. Podstawy teorii elektromechanicznego przetwarzania energii, analogie elektromechaniczne, równania Hamiltona i Lagrange'a • Formułowanie równań modeli matematycznych układów elektromechanicznych o ruchu liniowym i obrotowym. Identyfikacja parametrów, obliczanie rozkładu pola magnetycznego, obliczanie współczynników indukcyjności • Zarys teorii transformacji współrzędnych, warunek niezmienniczości mocy • Metody rozwiązywania równań układów elektromechanicznych dla analizy stanów niustalonych, stanów ustalonych, analizy pól i momentów • Narzędzia komputerowego wspomagania prac inżynierskich, budowa modelu symulacyjnego układu napędowego, przykłady symulacji w pakiecie Matlab/Simulink • Podstawy modelowania układów zasilających przetworniki elektromechaniczne. Modelowanie matematyczne i badania symulacyjne maszyn elektrycznych: indukcyjnej, synchronicznej, maszyn komutatorowych • Modele matematyczne i symulacyjne maszyn elektrycznych z komutatorem elektronicznym typu: maszyny reluktancyjne przełączalne (SRM), maszyny z magnesami trwałymi (PMSM i BLDC) • Modelowanie złożonych systemów napędu elektrycznego	
Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	K_W01, K_W06, K_U09, K_U17, K_K01, K_K03, K_K05
• Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów. Metody zmniejszania błędów pomiarów.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U03, K_U11, K_U12, K_U15
• Realizacja problemu inżynierskiego, właściwego dla kierunku studiów.	
Projektowanie układów napędowych w energetyce	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K03, K_K05
• Urządzenia i układy potrzeb własnych w energetyce konwencjonalnej. • Klasyfikacja układów napędowych potrzeb własnych. Specyfika pracy w elektrowniach konwencjonalnych • Wymagania stawiane silnikom w napędach potrzeb własnych. Trwałość silników indukcyjnych w napędach elektrycznych występujących w energetyce • Dobór silników do układów napędowych - wymagania podstawowe oraz dodatkowe zgodnie z WTO • Problemy obniżania energochłonności w eksploatacji układów napędowych • Koszty przetwarzania energii przez silniki indukcyjne. Korzyści z wdrażania układów napędowych z silnikami energooszczędnymi • Napędy potrzeb własnych elektrowni wodnych • Alternatywne źródła energii - napędy potrzeb własnych w procesie wytwarzania energii elektrycznej	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały. • Zasady tworzenia części teoretycznej i praktycznej pracy. • Prezentacja części teoretycznej i praktycznej pracy. Dopracowanie spisu treści, tezy, celu, zakresu.	
Sygnały diagnostyczne w układach napędowych	K_W02, K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_K05
• Specyfika remontów układów napędowych uwarunkowanych stanem maszyny. • Podstawy pozyskiwania i analizy sygnałów diagnostycznych. • Tor przetwarzania sygnałów podczas analizy widmowej. • Praktyczne aspekty analizy częstotliwościowej • Specyfika przetworników wielkości pomiarowych: prądu, drgań, temperatury, tensometrycznych • Wyważanie zespołów wirujących • Osiewanie układów elektromaszynowych • Metody diagnozowania uzwojeń klatkowych • Metody diagnozowania łożysk • zjawiska akustyczne w układach napędowych	
Urządzenia logiczne i protokoły w sieciach energetycznych	
• Urządzenia wejściowe i wyjściowe dla PLC, przetworniki pomiarowe, elementy wykonawcze. Języki programowania sterowników PLC - norma PN-EN-61131. Tworzenie algorytmu sterowania procesem. Sterowanie procesami ciągłymi – algorytmy, konfiguracja i autostrojenie regulatorów • budowa i właściwości funkcjonalne sterowników przemysłowych na bazie wybranej rodziny sterowników PLC • podstawy komunikacji PROFINET I/O, podstawy programowania PLCnext Technology z wykorzystaniem PC Worx Engineer • komunikacja w układach sterowania z użyciem wybranych sieci przemysłowych. • wizualizacje i sterowanie nadrzędne procesów przemysłowych w systemie SCADA • systemy kontroli i sterowania z wykorzystaniem sterowników PLC firmy Phoenix Contact • ZAAWANSOWANE PROGRAMOWANIE STEROWNIKÓW LOGICZNYCH • systemy sterowania i nadzoru w stacjach elektroenergetycznych, normy IEC 61850, która określa zasady automatyzacji podstacji energetycznych • • infrastruktura AMI dla sieci SN i NN: urządzenia pomiarowe (czujniki, inteligentne liczniki) i kontrolne (wyłączniki z samoczynnym ponownym zamykaniem, bezpieczniki), także na poziomie urządzeń domowych • automatyzacja podstacji: systemy zarządzania energią i systemy w podstacjach, które monitorują zdarzenia i jakość dostaw energii, a także przełączniki kontrolne przepływu energii • • automatyzacja dystrybucji: komponenty i aplikacje sieci Smart Grid zwiększające niezawodność sieci dystrybucyjnej • aplikacje Smart Grid (rozszerzone funkcje zarządzania awariami, systemy zarządzania aktywami itp.) w połączeniu ze sztuczną inteligencją ułatwiające eksploatację i utrzymanie sieci energetycznej.	
Wybrane układy energoelektroniczne do poprawy jakości energii elektrycznej	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K02
• Jakość energii elektrycznej - definicje, charakterystyczne parametry napięcia zasilającego. • Wskaźniki ilościowe charakteryzujące jakość odbioru energii. • Pojęcia prądu biernego, mocy biernej i współczynnika mocy w niesymetrycznych nieliniowych układach trójfazowych. Metoda Czarneckiego składowych fizycznych prądu. • Oddziaływanie niesymetrycznych nieliniowych i niestacjonarnych obciążeń trójfazowych na linię zasilającą. • Negatywne oddziaływanie przekształtników tyrystorowych na linię zasilającą i sposoby ich ograniczenia. • Wpływ zmiennego obciążenia biernego i harmonicznych prądu na wartość i odkształcenie napięcia w linii. • Statyczna i nadajona symetryzacja obciążeń linii zasilającej i kompensacja podstawowej harmonicznej prądu biernego (poprawa współczynnika mocy). • Statyczna kompensacja równoległa. Kompensatory zmiennie-impedancyjne TSC i FC+TCR. • Pasywna filtracja wyższych harmonicznych prądu Kompensatory hybrydowe. • Kompensatory synchroniczne. Filtry aktywne, kompensatory STATCOM. • Układy z zasobnikami energii, ograniczające zapady napięcia i eliminujące krótkotrwałe przerwy w zasilaniu • Przekształtnikowy kompensator szeregowy DVR jako kondycjoner energii. • Zintegrowana technologia jakości energii elektrycznej (PPP). D-STATCOM, DVR, SSB, SSTS. Kolokwium	
Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroniki (w j. obcym)	K_W02, K_U02, K_K04
• Wybrane zagadnienia dotyczące elektrotechniki oraz elektroniki • Wybrane zagadnienia związane z architekturą komputerów oraz ich działaniem	
Wybrane zagadnienia teorii obwodów	K_W02, K_W03, K_U01, K_U16



• Metody analizy macierzowej obwodów elektrycznych • Metody analizy linii transmisyjnych • Metody ciągłego, dyskretnego i szybkiego przekształcenia Fouriera w zastosowaniach	
Wykład monograficzny	
• Zasady konstruowania modeli matematycznych napędu elektrycznego ze sprzężystościami, jako obiektu regulacji. Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością skręcania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością rozciągania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Konstruowanie modelu napędu elektrycznego ze sprzężystością zginania. Model matematyczny w postaci bezwzględnej i względnej. Konstruowanie schematu blokowego. • Synteza regulatorów rzędu całkowitego i ułamkowego stosowane do hamowania drgań sprzężystych układu elektromechanicznego • Analiza charakterystyk statycznych syntezy systemów regulacji automatycznej ze sprzężystością. • Pojęcia podstawowe dotyczące obserwatora stanu. Synteza obserwatora stanu systemu elektromechanicznego ze sprzężystością. • Konstruowanie schematu blokowego syntezy układu regulacji automatycznej ze sprzężystością zawierający obserwator stanu.	
Zakłócenia w układach elektroenergetycznych	K_W02, K_W04, K_U01, K_U13
• Zwarcia; przyczyny i skutki; metody obliczania przebiegów prądu zwarcowego w układach elektroenergetycznych. Ograniczanie skutków zwarć. • Przepięcia wewnętrzne i zewnętrzne w sieciach elektroenergetycznych; rozchodzenie się przepięć. Ochrona przeciwprzepięciowa urządzeń elektrycznych. • Wahania napięcia i odchylenia częstotliwości, spowodowane zmianami obciążenia sieci. Powstawanie wyższych harmonicznych w sieci, spowodowane dużymi odbiornikami nieliniowymi. Sposoby ograniczania wahań napięcia i wyższych harmonicznych. • Stabilność systemu elektroenergetycznego; stabilność lokalna i globalna, środki poprawy stabilności. Podstawy matematyczne badania stabilności; zastosowanie programów komputerowych. • Wykonanie projektu obejmującego symulację wybranych zakłóceń w zadanym układzie elektroenergetycznym.	
Zarządzanie jakością	K_W02, K_U15, K_K02
• Wprowadzenie do teorii jakości Współczesne postrzeganie i koncepcja jakości. Klasy jakości, zagadnienie niezawodności. Ewolucyjne zmiany w podejściu do zagadnień jakości. Podstawy filozofii zarządzania przez jakość (Total Quality Management – TQM) • Zarządzanie jakością poprzez przestrzeganie uznanych standardów Wymagane właściwości wyrobu. Normalizacja i cele norm. Organizacje normalizacyjne. Normy z rodziny PN-EN ISO 9000; Model systemu zarządzania jakością. Dokumentacja systemu zarządzania jakością. Audyt wewnętrzny i zewnętrzny. Proces certyfikacji. • Zarządzanie bezpieczeństwem produktów Ocena zgodności wyrobów – znak CE. Dyrektywa LVD i EMC • Narzędzia wspomagające zarządzanie jakością Narzędzia jakościowe opisowe: schemat blokowy, plan działania, sieć działań. Narzędzia jakościowe kreatywne: diagram Ishikawy, diagram podobieństwa, diagram relacji, diagram systematyki, macierzowa analiza danych, burza mózgów. Narzędzia ilościowe: arkusz kontrolny, diagram Pareto. Narzędzia statystyczne: zbieranie danych, histogram, analiza wariancji, analiza regresji karty kontrolne, SPC, zdolność jakościowa procesu. • Metody wspomagające zarządzanie jakością Analiza przyczyn i skutków wad FMEA. Rozwinięcie funkcji jakości QFD Planowanie eksperymentów DOE, Koncepcja Six Sigma.	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami elektrycznymi	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_U13, K_K04, K_K05
• Metody sterowania bezczujnikowego silników asynchronicznych. Metody sterowania bezczujnikowego silników bezszczotkowych. Metody sterowania bezczujnikowego silników reluktancyjnych. • Analiza bezczujnikowego układu sterowania silnika elektrycznego przy użyciu środowiska matlab simulink	
Cyfrowe sterowanie układów energoelektronicznych	K_W03, K_U04, K_U11, K_U14, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05
• Układy cyfrowe w sterowaniu – wprowadzenie • Elementy i równania układów cyfrowych • Cyfrowa symulacja układów analogowych • Środowisko symulacyjne PSIM : komponenty układów mocy i układów sterowania • Mikroprocesorowe układy sterujące • Sterowanie i regulacja przekształtnika DC/AC • Sterowanie i regulacja przekształtnika AC/DC	
Eksploatacja generatorów	K_W03, K_W04, K_U01, K_U09, K_K01
• Turbogenerator jako element systemu elektroenergetycznego • Konstrukcje turbogeneratorów • Stany nieustalone i niesymetryczne turbogeneratorów • Parametry charakterystyczne turbogenerators • Kolysania i stabilność pracy równoległej • Perspektywy wzrostu mocy granicznych • Uszkodzenia eksploatacyjne, zabezpieczenia • Straty i sprawność generatorów synchronicznych • Nietypowe stany pracy turbogeneratorów	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa	K_W03, K_W04, K_W08, K_U01, K_U11, K_U17, K_K01, K_K05
• Źródła energii elektrycznej w pojazdach samochodowych • Układy zapłonowe silników spalinowych o zapłonie iskrowym (ZI) • Podzespoły sterujące pracą silników spalinowych • Systemy bezpieczeństwa czynnego • Systemy bezpieczeństwa biernego • Systemy oświetlenia pojazdów samochodowych • Magistrale komunikacyjne w pojazdach samochodowych • Systemy sterowania klimatyzacji • Elektroniczne sterowanie skrzynią przekładniową • Systemy kontrolne i diagnostyczne w pojazdach samochodowych • Pojazdy hybrydowe	
Graficzne środowiska projektowania systemów pomiarowych	K_W02, K_W03, K_U10, K_K01
• Wprowadzenie do przyrządów wirtualnych. Wprowadzenie do użytkowania środowiska DASYLab. Współpraca DASYLab z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska VEE. Współpraca VEE z wybranymi przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska TestPoint. Wprowadzenie do użytkowania środowiska LabVIEW. Współpraca LabVIEW z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Przykłady zastosowania wybranych środowisk do analizy sygnałów pomiarowych. • Wprowadzenie do przyrządów wirtualnych. Wprowadzenie do użytkowania środowiska DASYLab. Współpraca DASYLab z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska VEE. Współpraca VEE z wybranymi przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska TestPoint. Wprowadzenie do użytkowania środowiska LabVIEW. Współpraca LabVIEW z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Przykłady zastosowania wybranych środowisk do analizy sygnałów pomiarowych. • Wprowadzenie do przyrządów wirtualnych. Wprowadzenie do użytkowania środowiska DASYLab. Współpraca DASYLab z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska VEE. Współpraca VEE z wybranymi przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska TestPoint. Wprowadzenie do użytkowania środowiska LabVIEW. Współpraca LabVIEW z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Przykłady zastosowania wybranych środowisk do analizy sygnałów pomiarowych.	
Jakość energii elektrycznej	K_W03, K_W04, K_U07, K_U12, K_K01, K_K03
• Jakość energii elektrycznej, parametry jakości • Rodzaje zaburzeń i zakłóceń elektromagnetycznych, Normy i rozporządzenia związane z jakością energii elektrycznej i kompatybilnością elektromagnetyczną • Napięcie jako parametr jakości energii elektrycznej, odchylenia i wahania napięcia, sposoby regulacji, asymetria napięć w układach trójfazowych • Odształcenia napięć i prądów - składowe harmoniczne przebiegów • Niezawodność zasilania • Wyznaczanie podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej • Wpływ parametrów jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników i na sieć zasilającą • Kolokwium zaliczeniowe	
Metody numeryczne w energoelektronice	K_W03
• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów prostowniczych z autotransformatorem • Modele matematyczne silnika asynchronicznego ze sterowaniem	
Modelowanie cyfrowe układów świetlnooptycznych	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U13, K_K01, K_K03
• Omówienie podstawowych zagadnień związanych z rolą odbłyśników w kształtowaniu biegu promieni świetlnych. Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania opraw oświetleniowych • Omówienie sposobu doboru formy geometrycznej odbłyśników opraw oświetleniowych. Projektowanie odbłyśnika z punktowym źródłem światła • Omówienie sposobu doboru powłoki odbłyśnika oprawy oświetleniowej. Projektowanie odbłyśnika z liniowym źródłem światła • Omówienie doboru odbłyśników do źródeł LED, Projektowanie odbłyśnika do źródła LED • Omówienie	

podstawowych zagadnień związanych z rolą odbłyśników w kształtowaniu biegu promieni świetlnych. Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania opraw oświetleniowych. • Omówienie sposobu doboru formy geometrycznej odbłyśników opraw oświetleniowych. Projektowanie odbłyśnika z punktowym źródłem światła • Omówienie sposobu doboru powłoki odbłyśnika oprawy oświetleniowej. Projektowanie odbłyśnika z liniowym źródłem światła • Omówienie doboru odbłyśników do źródeł LED, Projektowanie odbłyśnika do źródła LED	
Modelowanie i analiza pól elektromagnetycznych maszyn i urządzeń elektrycznych	K_W03, K_U07, K_K05
• Wybrane problemy analizy pól elektromagnetycznych • Przykłady rozwiązań analitycznych • Metody numeryczne rozwiązywania zagadnień pól elektromagnetycznych • Podstawy metody elementów skończonych • Przegląd narzędzi do rozwiązywania numerycznych zagadnień polowych-wprowadzenie do wybranego programu analizy numerycznej • Interfejs użytkownika wybranego programu • Modelowanie zagadnień typu „static” • Modelowanie zagadnień typu „harmonic” • Modelowanie zagadnień typu „transient”	
Modelowanie i analiza turbin wiatrowych	
• 1. ENERGIA ODNAWIALNA (ROZPROSZONA, ZDECENTRALIZOWANA) 1.1. Gospodarka energetyczna jako dominujący czynnik wzrostu gospodarczego (wpływ cen energii na wzrost gospodarczy) 1.2. Bezpieczeństwo energetyczne krajów Unii Europejskiej 1.3. Prawne aspekty energii odnawialnej 1.4. Rozwój polskiej energetyki 1.5. Energia odnawialna 1.6. Wnioski patentowe z zakresu wybranych technologii związanych z energią 1.7. Integracja technologii magazynowania energii wiatrowej z systemem elektroenergetycznym • 2. WIATR JAKO ŹRÓDŁO ENERGII – TEORIA, PROJEKTOWANIE, ZASTOSOWANIE 2.1. Rozwój energetyki wiatrowej 2.2. Podział turbin wiatrowych ze względu na generowaną moc 2.3. Podział turbin wiatrowych ze względu na położenie osi obrotu wirnika 2.4. Podział turbin wiatrowych ze względu na wielkość 2.5. Podział turbin wiatrowych ze względu na inne kryteria 2.6. Sterowanie i regulacja turbin wiatrowych 2.7. Napędy stosowane w turbinach wiatrowych z przekładniami i bezprzekładniowe 2.8. Obciążenia aerodynamiczne 2.9. Obliczenia turbin wiatrowych z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego Qblade 2.10. Obliczenia turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu przy zastosowaniu oprogramowania Qblade metodą DMS 2.11. Obliczenia turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu przy zastosowaniu oprogramowania Qblade metodą BEM oraz porównanie jej osiągnięć z turbiną o pionowej osi obrotu 2.12. Turbina wiatrowa średniej mocy • 3. NUMERYCZNA MECHANIKA PŁYNÓW – COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) 3.2. Filozofia CFD 3.3. Modele turbulencji RANS 3.4. Metoda dużych wirów – LES 3.5. Metoda bezsiatkowa – DVM 3.6. Metoda objętości skończonej 3.7. Opis procesu przygotowania do obliczeń CFD 3.8. Analiza turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu typu H z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów 3.9. Porównanie wyników z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów z metodą DMS 3.10. Analiza wpływu podstawowych parametrów turbiny na jej wytworzona moc oraz moment 3.11. Analiza turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów • 4. PROJEKTOWANIE, MODELOWANIE GENERATORÓW WYKORZYSTYWANYCH W ELEKTROWNIACH WIATROWYCH 4.2. Badanie pól elektromagnetycznych generatorów wolnoobrotowych wielobiegunowych przeznaczonych do elektrowni wiatrowych z zastosowaniem metody MES 4.3. Przeprowadzenie badań na stanowisku badawczym generatora 2 kW 4.4. Przeprowadzenie badań na stanowisku badawczym generatora 3,6 kW 4.5. Podsumowanie wyników badań na stanowisku badawczym z analizami elektromagnetycznymi (MES) 4.6. Diagnostyka oraz uszkodzenia maszyn elektrycznych • 5. WYKORZYSTANIE METODY NUMERYCZNEJ MECHANIKI PŁYNÓW ORAZ METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH W ANALIZIE TERMICZNEJ, STATYCZNEJ I DYNAMICZNEJ GENERATORÓW ORAZ TURBIN WIATROWYCH 5.1. Analiza termiczna generatorów z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów 5.2. Analiza termomechaniczna oraz analiza drgań wolnoobrotowych wielobiegunowych generatorów 5.3. Wyznaczanie obciążeń wirnika turbiny Darrieusa z wykorzystaniem metod numerycznej mechaniki płynów 5.4. Wyznaczanie drgań własnych wirnika turbiny Darrieusa • 6. STEROWANIA TRÓJ- I WIELOFAZOWYM SILNIKIEM/GENERATOREM SYNCHRONICZNYM Z ZEWNĘTRZNYMI MAGNESAMI STAŁYMI (INSET SPMSM) 6.1. Wstęp 6.2. Metoda sterowania 6.3. Model analityczny silników z magnesami trwałymi umieszczonymi powierzchniowo służący do obliczania współczynników indukcyjności 6.4. Sterowanie maszynami PMSM 6.5. Sterowanie momentem (DTC) dla maszyn SPMSM 6.6. Silnik inset SPMSM i ograniczenia jego sterowania 6.7. Określenie położenia początkowego wirnika silnika inset SPMSM 6.8. Sterowanie silnikiem inset SPMSM 6.9. Symulacje obliczeniowe 6.10. Uwagi odnośnie sterowania silnikiem inset SPMSM 6.11. Wielofazowe zasilanie urządzeń elektrycznych • 7. Regulacja napięcia i mocy biernej w systemie elektroenergetycznym, Regulacja częstotliwości i mocy czynnej w systemie elektroenergetycznym (pierwotna i wtórna), Automatyka zabezpieczeń elektrowni i farm wiatrowych	
Modelowanie i wizualizacja obiektów 3D	K_W03, K_K05
• Przedmiot, cel i zakres modelowania, wizualizacji i animacji. Wprowadzenie do programu Autodesk Design, jego funkcjami oraz dopasowywanie interfejsu do potrzeb użytkownika. • Modelowanie parametryczne, zastosowanie modyfikatorów • Modelowanie typu Mesh, Poly, Patch oraz NURBS. • Modelowanie 3D w oparciu o obiekty płaskie. • Praca z materiałami, teksturowanie i mapowanie. • Praca z światłami, renderowanie. • Podstawy animacji. • Projekt zaliczeniowy	
Niekonwencjonalne źródła energii	K_W01, K_W02, K_W03, K_U09, K_K05
• energia geotermalna, energia z biomasy i biogazu, biopaliwa, energia odpadowa, pompy ciepła • 1. Zadanie projektowe z obliczenia zapotrzebowania mocy i energii do ogrzewania wybranego obiektu budowlanego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. 2. Zadanie z energetyki wiatrowej (obliczenie możliwej do uzyskania w ciągu roku energii z elektrowni wiatrowej na podstawie danego rocznego rozkładu prędkości wiatru, wysokości zainstalowanej turbiny oraz średnicy łopaty). • proste pasywne systemy słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne, moduły fotowoltaiczne, proste systemy fotowoltaiczne, proste systemy kolektorów słonecznych. Turbiny wiatrowe. Proste farmy wiatrowe. Energia wody. Elektrownie wodne.	
Nowoczesne przekształtniki energoelektroniczne	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01
• Przekształtniki DC/DC: przekształtnik typu H5 i H6 • Przekształtniki AC/AC: przekształtnik matrycowy • Prostowniki: trójfazowy prostownik z modulacją szerokości impulsów PWM, • Falowniki: Falownik z dodatkowym rezonansowym obwodem komutacyjnym • Zastosowanie nowoczesnych przekształtników energoelektronicznych w praktyce inżynierskiej	
Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych	K_W03, K_U01, K_U11, K_K05
• Wybrane układy przekształtników energoelektronicznych do OZE. • Odnawialne źródła energii (OZE) z wyjściem stałoprądowym (DC). OZE z wyjściem zmiennoprądowym (AC). Parametry i charakterystyki statyczne OZE. Parametry i charakterystyki dynamiczne OZE. Przekształtniki półprzewodnikowe do powiązań OZE z siecią sztywną AC. Przekształtniki półprzewodnikowe do realizacji sieci lokalnej OZE	
Technologie Web i Java w zastosowaniach elektrotechniki	K_W03, K_U10
• Technologie Web, podstawowe architektury aplikacji internetowych. Implementacja interfejsu użytkownika, języki HTML, JavaScript, obiektowy model dokumentu HTML DOM. Języki XML, XSL, XSLT. Technologia AJAX. Technologie PHP. • Technologia Java, platforma JAVA - architektura, podstawowe pojęcia (JVM, Java API, Java SE, Java EE, Java ME). Język programowania JAVA, programowanie obiektowe. Podstawy bibliotek AWT, Swing i JavaFX, budowa graficznego interfejsu użytkownika (GUI), kontenery i komponenty, zarządzanie układem komponentów, programowanie obsługi zdarzeń. • Technologia JavaBeans, serializacja obiektów. Podstawy Java EE, serwlety, obsługa żądań protokołu HTTP. Technologia JSP. Java ME, programowanie urządzeń mobilnych. • Budowa na stronach sieci Web "wirtualnych" laboratoriów z zakresu elektrotechniki i układów elektromechanicznych w oparciu o język Java (ilustracja zasady działania danego układu, symulacja stanów pracy, prezentacje multimedialne). • Budowa aplikacji webowych realizujących określone zadania, np. sterowanie przez Internet pracy układu napędowego z silnikiem elektrycznym, elementy "inteligentnego domu". Technologia Java w układach mechatronicznych. • Zastosowanie technologii Web w monitorowaniu i diagnostyce przez Internet układów przetwarzania energii elektrycznej. • Technologie Web, podstawowe architektury aplikacji internetowych. Implementacja interfejsu użytkownika, języki HTML, JavaScript, obiektowy model dokumentu HTML DOM. Języki XML, XSL, XSLT. Technologia AJAX. Technologie PHP. • Technologia Java, platforma JAVA - architektura, podstawowe pojęcia (JVM, Java API, Java SE, Java EE, Java ME). Język programowania JAVA, programowanie obiektowe. Podstawy bibliotek AWT i Swing, budowa graficznego interfejsu użytkownika (GUI), kontenery i komponenty, zarządzanie układem komponentów, programowanie obsługi zdarzeń. • Technologia JavaBeans, serializacja obiektów. Podstawy Java EE, serwlety, obsługa żądań protokołu HTTP. Technologia JSP. Java ME, programowanie urządzeń mobilnych. • Budowa na stronach sieci Web "wirtualnych" laboratoriów z zakresu elektrotechniki i układów elektromechanicznych w oparciu o język Java (ilustracja zasady działania danego układu, symulacja stanów pracy, prezentacje multimedialne). • Budowa aplikacji webowych realizujących określone zadania, np. sterowanie przez Internet pracy układu napędowego z silnikiem elektrycznym, elementy "inteligentnego domu". Technologia Java w układach mechatronicznych. • Zastosowanie technologii Web w monitorowaniu i diagnostyce przez Internet układów przetwarzania energii elektrycznej.	

• Podstawy teoretyczne opisu pól temperatury, przewodzenie ciepła, konwekcja, promieniowanie, warunki brzegowe i początkowe • Uproszczenia równań przewodzenia ciepła-linearyzacja, przestrzenne uśrednianie • Metody numeryczne rozwiązywania zagadnień przewodzenia ciepła • Nagrzewanie oraz systemy chłodzenia maszyn elektrycznych i transformatorów • Działania cieplne prądów zwarciovych • Obciążalność cieplna przewodów • Podstawowe metody i układy do pomiaru temperatury i wydatku czynnika chłodzącego • Przykłady rozwiązań analitycznych zagadnień wymiany ciepła • Przykłady rozwiązań numerycznych dla stanów ustalonych • Przykłady rozwiązań numerycznych dla stanów nieustalonych • Przykłady rozwiązań numerycznych zjawisk sprzężonych: elektromagnetycznych i termicznych oraz elektromagnetycznych i mechanicznych • Organizacja i interfejs wybranego oprogramowania do obliczeń cieplnych • Etapy rozwiązań numerycznych przewodzenia ciepła