

## WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	<b>Obwody elektryczne i magnetyczne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Electrical and Magnetic Circuits</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Automatyka i Robotyka</b>
Specjalność (jeżeli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>I stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ARR041304</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	45	15			
Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):	150	60			
Forma zaliczenia:	egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):					
Liczba punktów ECTS:	5	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK):	3.50	1.40			

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

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie analizy matematycznej funkcji jednej i wielu zmiennych. Zna rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej i wielu zmiennych, niezbędny do zrozumienia zagadnień matematycznych w naukach o charakterze inżynierskim.
2. Zna podstawy teorii obwodów elektrycznych liniowych.
3. Ma podstawową wiedzę w zakresie fizyki (elektrostatyka, prąd elektryczny, indukcja elektromagnetyczna).
4. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę analizy matematycznej do zagadnień matematycznych powiązanych ze studiowaną dyscypliną inżynierską.
5. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować poznane zasady i prawa fizyki do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień fizycznych o charakterze inżynierskim.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Znajomość analizy stanów przejściowych w obwodach elektrycznych metodą czasową. Poznanie sposobów opisu transmisji sygnału przez układ z elementami splotu i dystrybucji. Znajomość analizy stanów przejściowych w obwodach elektrycznych metodą operatorową (przekształcenie Laplace'a).
- C2. Nabycie umiejętności reprezentacji sygnałów odkształconych od sinusoidy z wykorzystaniem aparatu szeregu Fouriera.
- C3. Znajomość zjawisk falowych. Umiejętność analizy pól elektrycznych i magnetycznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

## Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia pracy obwodu w stanach nieustalonych oraz elementów teorii sygnałów, zna podstawowe metody i techniki rozwiązywania obwodów elektrycznych w stanach nieustalonych w tym z zastosowaniem metody operatorowej
- PEK\_W02 Posiada wiedzę w dziedzinie wykorzystania szeregu Fouriera oraz analizy widmowej w analizie obwodów elektrycznych przy wymuszeniu okresowym niesinusoidalnym
- PEK\_W03 Ma wiedzę ogólną obejmującą teorię zjawisk falowych, praw związanych z polem magnetycznym i elektromagnetycznym, a także na temat oddziaływania pola magnetycznego na materię

## Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Umie poprawnie korzystać z metody czasowej i operatorowej rozwiązywania liniowych obwodów elektrycznych w stanie nieustalonym. Potrafi wykorzystać transmitancję operatorową oraz odpowiedź impulsową i skokową układu elektrycznego w ocenie stanu przejściowego.
- PEK\_U02 Potrafi wykorzystać współczynniki szeregu Fouriera do oceny odkształceń sygnału od sinusoidy

## Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, wykazuje dbałość o wykonanie powierzonych zadań, potrafi współdziałać i pracować w grupie

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		liczba godzin:
Wy1	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Klasyfikacja obwodów (układów) - liniowość, stacjonarność, stabilność, pasywność, przyczynowość. Klasyfikacja sygnałów - sygnały analogowe, impulsowe, cyfrowe, sygnały okresowe i nieokresowe. Związki prądowo - napięciowe podstawowych elementów obwodów. Prawa komutacji w obwodach elektrycznych. Zasada zachowania strumienia w oczku. Zasada zachowania ładunku w węźle. Prawa Kirchhoffa. Wyznaczanie rozwiązania równania różniczkowego liniowego o stałych współczynnikach I- i II- rzędu. Wstęp do analizy wektorowej. Podstawowe prawa pola elektrostatycznego. Pole magnetyczne. Pole magnetyczne jako zjawisko elektrokinetyczne.	4
Wy2	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Składowa przejściowa i ustalona rozwiązania dla wymuszeń stałych oraz sinusoidalnych. Obwód z jednym elementem biernym. Załączanie obwodu RL i RC na napięcie stałe i sinusoidalne. Zwarcie gałęzi RL, RC. Stała czasowa obwodów RL i RC.	2
Wy3	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Załączanie obwodu RLC na napięcie stałe. Rozwiązanie aperiodyczne oraz oscylacyjne. Rozwiązania graniczne dla R równego 0 przy wymuszeniu stałym. Wzór Lorentz'a. Wektor indukcji magnetycznej. Strumień magnetyczny, jednostki indukcji i strumienia (tesla i weber).	4
Wy4	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Załączanie obwodu RLC na napięcie sinusoidalne. Rozwiązanie aperiodyczne oraz oscylacyjne. Rozwiązania graniczne dla R równego 0 przy wymuszeniu sinusoidalnym.	2
Wy5	Elementy teorii funkcji uogólnionych. Skok jednostkowy oraz impuls Diraca. Splot funkcji. Własności splotu. Ogólny opis układu liniowego - stacjonarnego. Odpowiedź układu na wymuszenie skokiem jednostkowym. Całka Duhamela układu przyczynowego. Przykłady obliczania odpowiedzi jednostkowej oraz wyznaczenie na tej podstawie odpowiedzi układu na zadane wymuszenie. Moment magnetyczny obwodu prądowego, moment warstwy dipolowej. Potencjał wektorowy. Efekt Halla. Wzór Biot-Savarta-Laplace'a. Prawo Ampera (przepływu) w próżni.	4
Wy6	Przekształcenie Laplace'a. Obszar zbieżności, właściwości transformaty, wyznaczanie transformat zadanych funkcji, wyznaczanie funkcji oryginalnych transformat.	2
Wy7	Przekształcenia Laplace'a. Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach SLS metodą operatorową. Operatorowe zależności opisujące elementy obwodów - schematy operatorowe. Wirowość i beżródłowość pola magnetycznego w próżni. Siły oddziaływania dla przewodników z prądem odcinków prostoliniowych i zamkniętych krzywych. Pole magnetyczne w ośrodkach materialnych, wektor magnetyzacji. Wektor natężenia pola magnetycznego.	4
Wy8	Przekształcenia Laplace'a. Impedancja, admitancja operatorowa. Prawa Kirchhoffa w ujęciu operatorowym. Twierdzenia Teorii Obwodów w zapisie operatorowym: metoda potencjałów węzłowych, metoda prądów oczkowych, twierdzenie Thevenina.	2
Wy9	Przekształcenia Laplace'a. Transmitancja operatorowa układu SLS. Odpowiedź impulsowa. Związek odpowiedzi impulsowej z odpowiedzią jednostkową. Transmitancja operatorowa układu SLS. Wyznaczanie odpowiedzi układu na dowolne wymuszenie z wykorzystaniem transmitancji. Stabilność układów. Prawo Ampera (przepływu) w ośrodku materialnym Klasyfikacja materiałów magnetycznych. Charakterystyki magnesowania, pętla histerezy, nasycenie, remanent, koercja .Obwody magnetyczne (magnetowody).	4
Wy10	Sygnały okresowe niesinusoidalne. Parametry charakteryzujące przebiegi okresowe - współczynnik kształtu, współczynnik szczytu. Szereg Fouriera - współczynniki rzeczywiste i zespolone. Widmo amplitudowe i fazowe.	2
Wy11	Sygnały okresowe niesinusoidalne. Równość Parsevala. Wartość skuteczna przebiegu odkształconego. Metoda superpozycji składowych harmonicznym w rozwiązywaniu obwodów elektrycznych z niesinusoidalnymi przebiegami napięć i prądów. Prawa obwodów magnetycznych. Prawo Ohma dla odcinka obwodu. Równania obwodów rozgałęzionych. Obliczanie obwodów z wzbudzeniem prądowym. Obwody z magnesem trwałym( minimalne wymiary magnesu). Równania cewek sprzężonych, transformator bezrdzeniowy, strumienie rozproszenia, współczynnik sprzężenia. Energia pola magnetycznego cewki i cewek sprzężonych. Gęstość energii. Energia w rdzeniu nieliniowym, straty na histerezę i prądy wirowe.	4
Wy12	Sygnały okresowe niesinusoidalne. Zagadnienia mocy w obwodach elektrycznych z przebiegami odkształconymi. Przebiegi odkształcone w obwodach trójfazowych.	2
Wy13	Sygnały okresowe niesinusoidalne. Pokaz pomiaru i wizualizacji przebiegów odkształconych napięć i prądów na przykładzie układu zasilania odbiornika nieliniowego. Równanie ciągłości prądu całkowitego. Postulat Maxwella. Prąd przesunięcia, prąd polaryzacji. Równania Maxwella. Warunki graniczne dla wektorów pola elektromagnetycznego. Gęstość energii pola elektromagnetycznego.	4
Wy14	Linia długa: Równania telegrafistów. Parametry jednostkowe linii -podłużne i poprzeczne. Stan ustalony linii przy zasilaniu sinusoidalnym. Równania linii w zapisie symbolicznym. Impedancja falowa. Tłumienność, przesuwność oraz tamowność falowa. Rozkład napięcia i prądu w linii - fala pierwotna i fala odbita. Fale stojące w linii długiej.	2
Wy15	Linia długa: Rozkład napięcia i prądu w linii - fala pierwotna i fala odbita. Fale stojące w linii długiej. Straty energii w polu elektromagnetycznym. Transport energii, wektor Poytinga. Równania falowe pola elektromagnetycznego. Fala płaska.	3
suma godzin:		<b>45</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		liczba godzin:
Ćw1	Zapoznanie z przedmiotem, wymaganiami i sposobem zaliczenia. Warunki początkowe w obwodach elektrycznych. Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach elektrycznych z jednym elementem zachowawczym z wykorzystaniem metody klasycznej.	2
Ćw2	Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach elektrycznych z jednym elementem zachowawczym przy wymuszeniu sinusoidalnym z wykorzystaniem metody klasycznej.	2
Ćw3	Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach elektrycznych z dwoma elementami zachowawczymi przy wymuszeniu stałym lub sinusoidalnym z wykorzystaniem metody klasycznej.	2
Ćw4	Wykorzystanie funkcji skoku jednostkowego oraz funkcji delta Diraca do zapisu wybranych sygnałów. Własności spłotu funkcji. Obliczanie odpowiedzi układów za pomocą całki Duhamela.	2
Ćw5	Zastosowanie przekształcenia Laplace'a do obliczania stanu przejściowego w obwodach elektrycznych.	2
Ćw6	Transmitancja operatorowa. Związek transmitancji operatorowej z odpowiedzią impulsową układów. Elementy stabilności układów.	2
Ćw7	Szereg Fouriera funkcji okresowych. Wykorzystanie współczynników szeregu Fouriera.	2
Ćw8	Kolokwium	1
suma godzin:		<b>15</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z użyciem prezentacji multimedialnych, uzupełniony o formy tradycyjne i pokaz praktyczny.
N2. Ćwiczenia prowadzone w sposób tradycyjny w ćwiczeniowych grupach studenckich.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny <i>F - formująca w trakcie semestru P - podsumowująca na koniec semestru</i>	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1(w)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Egzamin
P(w)	P=F1	
F1(c)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Kartkówki
F2(c)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Kolokwium
P(c)	P=0,2*F1+0,8*F2	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b> [1] S. Osowski, K. Siwek, M. Śmiałek - Teoria Obwodów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2006. [2] S. Bolkowski - Teoria Obwodów Elektrycznych - WNT 1995. [3] R. Kurdziel - Podstawy Elektrotechniki - WNT 1972. [4] T. Łobos, M. Łukaniszyn, B. Jaszczyk - Teoria Pola dla Elektryków, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2004.
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b> [1] M. Uruski, W. Wolski - Teoria Obwodów t. I, II - skrypt PWr. [2] K. Mikołajuk, Z. Trzaska - Elektrotechnika Teoretyczna - PWN 1984. [3] J. Osiowski, J. Szabatin - Podstawy Teorii Obwodów t. I, II, III - WNT 1992 - 1998. [4] A. Papoulis - Obwody i Układy - WKŁ 1988.

OPIEKUN PRZEDMIOTU
Tomasz Sikorski, tomasz.sikorski@pwr.edu.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**ARR041304 - Obwody elektryczne i magnetyczne**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K1AiR_W16 K1AiR_W17 K1AiR_W18	C.1	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 Wy5 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9	N.1
PEK_W02	K1AiR_W16 K1AiR_W17 K1AiR_W18	C.2	Wy10 Wy11 Wy12 Wy13	N.1
PEK_W03	K1AiR_W16 K1AiR_W17 K1AiR_W18	C.3	Wy1 Wy3 Wy5 Wy7 Wy11 Wy13 Wy14 Wy15	N.1
PEK_U01	K1AiR_U15 K1AiR_U16	C.1 C.2	Ćw1 Ćw2 Ćw3 Ćw4 Ćw5 Ćw6	N.2
PEK_U02	K1AiR_U15 K1AiR_U16	C.2	Ćw7	N.2
PEK_K01	K1AiR_K03	C.1 C.2 C.3	Ćw1 Ćw2 Ćw3 Ćw4 Ćw5 Ćw6 Ćw7 Ćw8	N.2