

## WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	<b>Teoria obwodów 2</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Circuits Theory 2</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Elektrotechnika</b>
Specjalność (jeżeli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>I stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ELR041303</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	30	30	30		
Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):	90	60	30		
Forma zaliczenia:	egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):					
Liczba punktów ECTS:	3	2	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):		2	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK):	2.10	1.40	0.70		

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

1. Ma wiedzę z zakresu podstaw teorii obwodów elektrycznych.
2. Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą elementów obwodów elektrycznych oraz zagadnień związanych z topologią obwodów elektrycznych.
3. Umie poprawnie wykorzystywać różne metody rozwiązywania obwodów elektrycznych w analizie liniowych obwodów elektrycznych przy wymuszeniu sinusoidalnym.

## 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 opisu zjawisk falowych
- C4. Nabycie praktycznej wiedzy i umiejętności łączenia obwodów elektrycznych, wykonywania pomiarów napięcia i prądu oraz mocy i energii elektrycznej, w tym zagadnień przebiegów odkształconych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

## Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia pracy obwodu w stanach nieustalonych oraz zagadnienia dotyczące teorii sygnałów. Zna podstawowe metody i techniki rozwiązywania obwodów elektrycznych w stanach nieustalonych. Zna metody ogólnego opisu transmisji sygnału przez układ oraz zastosowania metody operatorowej. Zna transformację Laplace'a i potrafi wykorzystać metodę operatorową do reprezentacji obwodu elektrycznego.
- PEK\_W02 Posiada wiedzę w dziedzinie wykorzystania szeregu Fouriera w analizie obwodów elektrycznych przy wymuszeniu okresowym niesinusoidalnym.
- PEK\_W03 Ma wiedzę ogólną obejmującą teorię zjawisk falowych.

## Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Umie poprawnie korzystać z metody czasowej i operatorowej rozwiązywania liniowych obwodów elektrycznych w stanie nieustalonym. Potrafi wykorzystać transmutację 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
- PEK\_U03 Potrafi dokonywać pomiarów w szeregowo-równoległych obwodach RLC oraz interpretować uzyskane wyniki w aspekcie stanów przejściowych lub odkształceń 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.	2
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.	2
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.	2
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.	2
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.	2
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.	2
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.	2
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.	2
suma godzin:		30

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 oraz dwoma elementami biernymi przy wymuszeniach stałych oraz sinusoidalnych.	2
Ćw2	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach elektrycznych z jednym elementem zachowawczym przy wymuszeniach stałych.	2
Ćw3	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach elektrycznych z jednym elementem zachowawczym przy wymuszeniach sinusoidalnych.	2
Ćw4	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach elektrycznych z dwoma elementami zachowawczymi przy wymuszeniach stałych oraz sinusoidalnych.	2
Ćw5	Stany nieustalone w obwodach liniowych-stacjonarnych – metoda klasyczna. Wyznaczanie stanu przejściowego w obwodach elektrycznych z dwoma elementami zachowawczymi przy wymuszeniach sinusoidalnych.	2
Ćw6	Elementy teorii funkcji uogólnionych. Wykorzystanie funkcji skoku jednostkowego oraz funkcji delta Diraca do zapisu wybranych sygnałów.	2
Ćw7	Elementy teorii funkcji uogólnionych. Własności splotu funkcji. Obliczanie odpowiedzi układów za pomocą całki Duhamela.	2
Ćw8	Kolokwium 1. Przykładowe rozwiązania i dyskusja zadań problemowych.	2
Ćw9	Przekształcenie Laplace’a. Obliczanie transformaty Laplace’a przy wykorzystaniu własności przekształcenia. Wyznaczanie oryginałów transformaty Laplace’a na podstawie własności przekształcenia oraz metody rozkładu na ułamki proste.	2
Ćw10	Przekształcenie Laplace’a. Zastosowanie przekształcenia Laplace’a do obliczania stanu przejściowego w obwodach elektrycznych. Metoda równań Kirchhoffa, metoda potencjałów węzłowych.	2
Ćw11	Przekształcenie Laplace’a. Zastosowanie przekształcenia Laplace’a do obliczania stanu przejściowego w obwodach elektrycznych. Metoda Thevenina.	2
Ćw12	Przekształcenie Laplace’a. Transmitancja operatorowa. Związek transmitancji operatorowej z odpowiedzią impulsową układów.	2
Ćw13	Sygnały okresowe niesinusoidalne. Szereg Fouriera funkcji okresowych. Wyznaczenie współczynników szeregu Fouriera funkcji podstawowych.	2
Ćw14	Sygnały okresowe niesinusoidalne. Szereg Fouriera funkcji okresowych. Zastosowanie współczynników szeregu Fouriera funkcji podstawowych.	2
Ćw15	Kolokwium 2. Przykładowe rozwiązania i dyskusja zadań problemowych.	2
suma godzin:		<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		liczba godzin:
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Ogólne zapoznanie się ze stanowiskiem laboratoryjnym. Omówienie zasad wykonywania pomiarów wielkości elektrycznych przyrządami analogowymi i cyfrowymi.	2
La2	Badanie dwójników o parametrach skupionych RLC	2
La3	Badanie szeregowego układu RLC przy wymuszeniu sinusoidalnym	2
La4	Badanie równoległego i szeregowo-równoległego układu RLC przy wymuszeniu sinusoidalnym	2
La5	Badanie układu cewek sprzężonych magnetycznie	2
La6	Badanie układów trójfazowych	2
La7	Filtry z elementami pasywnymi	2
La8	Omówienie, podsumowanie wyników laboratoryjnych cz. 1. Badania uzupełniające.	2
La9	Badanie czwórników	2
La10	Model dwuprzewodowej linii długiej	2
La11	Wzmacniacz magnetyczny	2
La12	Badanie stanu przejściowego w obwodzie RLC	2
La13	Badanie przebiegów okresowych	2
La14	Przebiegi niesinusoidalne-szereg Fouriera	2
La15	Omówienie, podsumowanie wyników laboratoryjnych cz. 2. Badania uzupełniające, oceny końcowe.	2
suma godzin:		<b>30</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.
N3. Laboratorium 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	Kolokwium
P(C)	P=F1	
F1(L)	PEK_U03 PEK_K01	Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
P(L)	P=F1	

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. <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  
**ELR041303 - Teoria obwodów 2**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Elektrotechnika**

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	K1ETK_W16 K1ETK_W17	C.1	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 Wy5 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9	N.1
PEK_W02	K1ETK_W16 K1ETK_W17	C.2	Wy10 Wy11 Wy12 Wy13	N.1
PEK_W03	K1ETK_W16 K1ETK_W17	C.3	Wy14 Wy15	N.1
PEK_U01	K1ETK_U14	C.1	Ćw1 Ćw2 Ćw3 Ćw4 Ćw5 Ćw6 Ćw7 Ćw8 Ćw9 Ćw10 Ćw11 Ćw12	N.2
PEK_U02	K1ETK_U14	C.2	Ćw13 Ćw14	N.2
PEK_U03	K1ETK_U19	C.4	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8 La9 La10 La11 La12 La13 La14	N.3
PEK_K01	K1ETK_K05	C.1 C.2 C.3 C.4	Ćw1 Ćw2 Ćw3 Ćw4 Ćw5 Ćw6 Ćw7 Ćw8 Ćw9 Ćw10 Ćw11 Ćw12 Ćw13 Ćw14 Ćw15 La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8 La9 La10 La11 La12 La13 La14 La15	N.2 N.3