

# I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **ELEKTROTECHNIKA**
2. Kod przedmiotu: **Ea**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechatronika**
5. Specjalność: **Techniki Komputerowe w Mechatronice**
6. Moduł: **treści kierunkowych**
7. Poziom studiów: **I stopnia**
8. Forma studiów: **stacjonarne**
9. Semestr studiów: **I, II**
10. Profil: **praktyczny**
11. Prowadzący: **prof. dr hab. inż. Zygmunt Kitowski**

## CEL PRZEDMIOTU

<b>C1</b>	Zapoznanie studentów z teorią pola elektrycznego.
<b>C2</b>	Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami teorii obwodów elektrycznych.
<b>C3</b>	Zapoznanie studentów z metodami analizy obwodów elektrycznych prądu stałego. Wyrobienie inżynierskich umiejętności analizy obwodów prądu stałego.
<b>C4</b>	Zapoznanie studentów z nieliniowymi obwodami elektrycznymi prądu stałego.
<b>C5</b>	Zapoznanie studentów z teorią pola magnetycznego.
<b>C6</b>	Zapoznanie studentów z teorią pola elektromagnetycznego.
<b>C7</b>	Metoda oczkowa rozwiązywania obwodów prądu zmiennego.
<b>C8</b>	Metoda węzłowa rozwiązywania obwodów prądu zmiennego.

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

<b>1</b>	Znajomość fizyki na poziomie szkoły średniej.
<b>2</b>	W zakresie matematyki znajomość rachunku różniczkowego, całkowego i operatorowego.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

<b>EK1</b>	Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektrycznego. Rozumie pojęcia pola elektrycznego, ładunku elektrycznego, natężenia pola, linii sił pola i strumienia pola elektrycznego. Potrafi zdefiniować prawa Coulomba i Gaussa. Zna istotę potencjału i napięcia elektrycznego.
<b>EK2</b>	Student zna podstawowe pojęcia teorii pola magnetycznego. Rozumie istotę pola magnetycznego. Zna pojęcie siły magnetycznej, linii sił pola i kierunku pola oraz zasady ruchu naładowanych cząstek w polu magnetycznym. Potrafi omówić działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem. Potrafi zdefiniować i omówić prawo Ampera'a oraz wzajemne oddziaływanie równoległych przewodników z prądem.
<b>EK3</b>	Student potrafi zdefiniować pojęcie rozgałęzionego obwodu prądu stałego. Zna metody obliczania obwodów: metodę układania równań z praw Kirchhoffa, metodę przekształcania obwodu, metodę oczkową, metodę węzłową, metodę superpozycji oraz twierdzenia Thevenina i Nortona.
<b>EK4</b>	Student potrafi zdefiniować pojęcie prądu elektrycznego, natężenia prądu, gęstości i kierunku umownego przepływu prądu. Zna podstawowe pojęcia elektrotechniki, prawo Ohma i Kirchhoffa. Potrafi zdefiniować i omówić pojęcia idealnego i rzeczywistego źródła energii elektrycznej, liniowości obwodu i zasadę superpozycji. Potrafi dopasować energetycznie odbiornik do źródła.
<b>EK5</b>	Student potrafi zdefiniować pojęcie nieliniowego obwodu prądu stałego oraz omówić pojęcia rezystancji statycznej i dynamicznej. Zna metodę analityczną, graficzną i graficzno-analityczną analizy obwodów.
<b>EK6</b>	Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektromagnetycznego. Rozumie istotę indukcji elektromagnetycznej. Potrafi zdefiniować prawo indukcji Faradaya, wyjaśnić pojęcie indukcyjności własnej oraz prawo Gaussa dla pola magnetycznego. Zna istotę indukowanego pola elektrycznego i indukowanego pola magnetycznego.
<b>EK7</b>	Student zna podział prądów zmiennych oraz parametry opisujące prąd sinusoidalnie zmienny. Umie zinterpretować pojęcia wartości skutecznej i średniej prądu, wskazu, impedancji i kąta fazowego. Zna związki między wskazami prądu i napięcia na elementach RLC.

<b>EK8</b>	Student zna metodę symboliczną analizy obwodów prądu sinusoidalnego. Zna i umie posługiwać się zapisem trygonometrycznym i wykładniczym liczby zespolonej. Zna przedstawianie przebiegów sinusoidalnych za pomocą wirującego wektora (wskazu, fazora). Opanował operację przejścia od fazora do wartości chwilowej. Umie wyznaczyć fazor pochodnej i całki.
<b>EK9</b>	Student zna fazorowe prawo Ohma dla rezystora, cewki i kondensatora. Umie zapisać pierwsze i drugie prawo Kirchhoffa dla fazorów. Zna postać impedancji zespolonej, modułu i kąta fazowego impedancji oraz admitancji zespolonej. Umie wyznaczać Impedancję zastępczą połączenia szeregowego i równoległego.

## TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		Liczba godzin
<b>W1</b>	Pole elektryczne.	<b>2</b>
<b>W2</b>	Elementarne pojęcia teorii obwodów elektrycznych.	<b>1</b>
<b>W3</b>	Obwód elektryczny nierozgałęziony.	<b>1</b>
<b>W4</b>	Obwody rozgałęzione prądu. Wiadomości podstawowe. Przekształcanie obwodów.	<b>2</b>
<b>W5</b>	Metoda oczkowa.	<b>1</b>
<b>W6</b>	Metoda węzłowa.	<b>1</b>
<b>W7</b>	Metoda superpozycji.	<b>2</b>
<b>W8</b>	Twierdzenie Thevenina.	<b>2</b>
<b>W9</b>	Twierdzenie Nortona.	<b>1</b>
<b>W10</b>	Obwody nieliniowe prądu stałego. Elementy nieliniowe. Metoda analityczna.	<b>1</b>
<b>W11</b>	Metoda graficzna.	<b>1</b>
<b>W12</b>	Metoda graficzno-analityczna.	<b>1</b>
<b>W13</b>	Pole magnetyczne.	<b>2</b>
<b>W14</b>	Pole elektromagnetyczne.	<b>2</b>
<b>W15</b>	Parametry prądu zmiennego sinusoidalnego. Wartość średnia i skuteczna prądu.	<b>2</b>
<b>W16</b>	Metoda symboliczna analizy obwodów prądu zmiennego sinusoidalnego.	<b>2</b>
<b>W17</b>	Prawo Ohma i Kirchhoffa w obwodach prądu zmiennego sinusoidalnego.	<b>2</b>
<b>W18</b>	Rezonans szeregowy i równoległy układów RLC.	<b>2</b>
<b>W19</b>	Układ trójfazowy prądu zmiennego.	<b>2</b>
<b>Razem</b>		<b>30</b>
ĆWICZENIA		
<b>Ć1</b>	Metoda oczkowa rozwiązywania obwodów	<b>4</b>
<b>Ć2</b>	Metoda węzłowa rozwiązywania obwodów.	<b>4</b>
<b>Ć3</b>	Rozwiązywanie obwodów metodą superpozycji.	<b>4</b>
<b>Ć4</b>	Rozwiązywanie obwodów za pomocą twierdzenia Thevenina..	<b>4</b>
<b>Ć5</b>	Obliczanie obwodów nieliniowych.	<b>4</b>
<b>Ć6</b>	Metoda oczkowa rozwiązywania obwodów	<b>4</b>
<b>Ć7</b>	Metoda węzłowa rozwiązywania obwodów.	<b>4</b>
<b>Ć8</b>	Badanie obwodu szeregowego RLC prądu sinusoidalnie zmiennego.	<b>2</b>
<b>Razem</b>		<b>30</b>
ZAJĘCIA LABORATORYJNE		
<b>L1</b>	Badanie nierozgałęzionego obwodu elektrycznego.	<b>4</b>
<b>L2</b>	Badanie rozgałęzionych obwodów elektrycznych .	<b>4</b>
<b>L3</b>	Badanie nieliniowego obwodu prądu stałego.	<b>4</b>
<b>L4</b>	Badanie obwodu magnetycznego.	<b>4</b>
<b>L5</b>	Podstawowe prawa elektromagnetyzmu.	<b>4</b>
<b>L6</b>	Badanie obwodu szeregowego RLC prądu sinusoidalnie zmiennego.	<b>4</b>

L7	Badanie obwodu równoległego RLC prądu sinusoidalnie zmiennego.	4
L8	Poprawa współczynnika mocy $\cos\phi$ .	2
Razem		30

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1	Notebook z projektorem
2	Tablica i kolorowe pisaki
3	Internet (filmy z ćwiczeń laboratoryjnych)
4	Stanowiska dydaktyczne laboratorium elektrotechniki

### SPOSOBY OCENY

#### FORMUJĄCA

F1	Sprawdzian	EK1, EK7
F2	Odpowiedź ustna	EK1-EK9
F3	Wykonanie zadanie obliczeniowego	EK3-EK5, EK8-EK9
F4	Zaliczenie przedmiotu	EK1-EK9

#### PODSUMOWUJĄCA

P1	Kolokwium nr 1	EK1-EK6
P2	Egzamin pisemny 1	EK1-EK6
P3	Kolokwium nr 2	EK7-EK9
P4	Egzamin pisemny 2	EK7-EK9

### OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności			
	semestr	I	II	razem
udział w wykładach		20	10	30
udział w ćwiczeniach		20	10	30
udział w zajęciach laboratoryjnych		20	10	30
Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń		30	5	35
Konsultacje		10	5	15
Przygotowanie się do ćwiczeń laboratoryjnych		30	10	40
Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych		30	10	40
<b>SUMA GODZIN W SEMESTRZE</b>		<b>160</b>	<b>60</b>	<b>220</b>
<b>PUNKTY ECTS W SEMESTRZE</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

### LITERATURA

#### PODSTAWOWA

1	Bolkowski S.: Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa 2005.
2	Osowski S., Siwek K., Śmiałek M.: Teoria obwodów. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2006.
3	Piotrowski T.: Elektrotechnika teoretyczna. Obwody prądu stałego. WAM Gdynia 2004
4	Praca zbiorowa pod redakcją J. SZABATINA i E. ŚLIWY.: Zbiór zadań z teorii obwodów. Część I i II, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2003.

#### UZUPEŁNIAJĄCA

5	Griffiths D.: Podstawy elektrodynamiki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005,
---	---

### PROWADZĄCY PRZEDMIOT



## Formy oceny

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
EK1	<i>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektrycznego. Rozumie pojęcia pola elektrycznego, ładunku elektrycznego, natężenia pola, linii sił pola i strumienia pola elektrycznego. Potrafi zdefiniować prawa Coulomba i Gaussa. Zna istotę potencjału i napięcia elektrycznego.</i>			
	Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektrycznego, nie potrafi ich jednak zdefiniować.	Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektrycznego. Definiuje niektóre podstawowe pojęcia nie potrafi ich jednak zinterpretować i wyjaśnić ich istoty.	Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektrycznego, magnetycznego. Definiuje je i rozumie jego istoty. Potrafi wyjaśnić i zinterpretować przebieg większości zjawisk.	Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektrycznego. Rozumie pojęcia pola elektrycznego, ładunku elektrycznego, natężenia pola, linii sił pola i strumienia pola elektrycznego. Potrafi zdefiniować prawa Coulomba i Gaussa. Zna istotę potencjału i napięcia elektrycznego.
EK3	<i>Student potrafi zdefiniować pojęcie rozgałęzionego obwodu prądu stałego. Zna metody obliczania obwodów: metodę układania równań z praw Kirchhoffa, metodę przekształcania obwodu, metodę oczkową, metodę węzłową, metodę superpozycji oraz twierdzenia Thevenina i Nortona.</i>			
	Student nie potrafi zdefiniować pojęcie rozgałęzionego obwodu prądu stałego. Nie zna metod obliczania obwodów prądu stałego.	Student potrafi zdefiniować pojęcie obwodu rozgałęzionego prądu stałego. Zna podstawowe metody obliczania obwodów. Nie potrafi jednak samodzielnie rozwiązywać obwodów przy wykorzystaniu tych metod.	Student zna metody rozwiązywania obwodów rozgałęzionych prądu stałego. Posiada praktyczne umiejętności rozwiązywania obwodów rozgałęzionych przy wykorzystaniu większości z tych metod.	Student potrafi zdefiniować pojęcie rozgałęzionego obwodu prądu stałego. Zna metody obliczania obwodów: metodę układania równań z praw Kirchhoffa, metodę przekształcania obwodu, metodę oczkową, metodę węzłową, metodę superpozycji oraz twierdzenia Thevenina i Nortona. posiada praktyczne umiejętności rozwiązywania obwodów rozgałęzionych prądu stałego.

EK4	<p><i>Student potrafi zdefiniować pojęcie prądu elektrycznego, natężenia prądu, gęstości i kierunku umownego przepływu prądu. Zna podstawowe pojęcia elektrotechniki, prawo Ohma i Kirchhoffa. Potrafi zdefiniować i omówić pojęcia idealnego i rzeczywistego źródła energii elektrycznej, liniowości obwodu i zasadę superpozycji. Potrafi dopasować energetycznie odbiornik do źródła.</i></p>			
	<p>Student nie potrafi zdefiniować podstawowych pojęć związanych z prądem elektrycznym. Nie umie zinterpretować prawa Ohma i praw Kirchhoffa. Nie potrafi zdefiniować i omówić pojęcia idealnego i rzeczywistego źródła energii elektrycznej, liniowości obwodu i zasady superpozycji. Nie umie dopasować energetycznie odbiornika do źródła.</p>	<p>Student potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia związane z prądem elektrycznym. Zna teoretycznie prawa Ohma i Kirchhoffa. Rozróżnia pojęcia idealnego i rzeczywistego źródła energii elektrycznej. Zna pojęcie liniowości obwodu i zasadę superpozycji. Nie potrafi dopasować energetycznie odbiornika do źródła. Nie potrafi wyjaśnić zależności jakie występują między poszczególnymi pojęciami.</p>	<p>Student oprócz teoretycznej znajomości podstawowych definicji, pojęć i praw związanych z prądem elektrycznym, potrafi kojarzyć i wyjaśnić większość zależności występujących między nimi. Umie samodzielnie rozwiązywać podstawowe proste zadania związane z obwodem nierozgałęzionym prądu stałego.</p>	<p>Student potrafi zdefiniować pojęcie prądu elektrycznego, natężenia prądu, gęstości i kierunku umownego przepływu prądu. Zna podstawowe pojęcia elektrotechniki, prawo Ohma i Kirchhoffa. Potrafi zdefiniować i omówić pojęcia idealnego i rzeczywistego źródła energii elektrycznej, liniowości obwodu i zasadę superpozycji. Potrafi dopasować energetycznie odbiornik do źródła. Posiada praktyczne umiejętności rozwiązywania obwodów nierozgałęzionych prądu stałego.</p>
EK2	<p><i>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola magnetycznego. Rozumie istotę pola magnetycznego. Zna pojęcie siły magnetycznej, linii sił pola i kierunku pola oraz zasady ruchu naładowanych cząstek w polu magnetycznym. Potrafi omówić działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem. Potrafi zdefiniować i omówić prawo Ampere'a oraz wzajemne oddziaływanie równoległych przewodników z prądem.</i></p>			
	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola magnetycznego, nie potrafi go jednak zdefiniować.</p>	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola magnetycznego. Definiuje niektóre podstawowe pojęcia nie potrafi ich jednak zinterpretować i wyjaśnić ich istoty.</p>	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola magnetycznego. Definiuje je i rozumie ich istotę. Potrafi wyjaśnić i zinterpretować przebieg większości zjawisk.</p>	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola magnetycznego. Rozumie istotę pola magnetycznego. Zna pojęcie siły magnetycznej, linii sił pola i kierunku pola oraz zasady ruchu naładowanych cząstek w polu magnetycznym. Potrafi omówić działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem. Potrafi zdefiniować i omówić prawo Ampere'a oraz wzajemne oddziaływanie równoległych przewodników z prądem.</p>
EK5	<p><i>Student potrafi zdefiniować pojęcie nieliniowego obwodu prądu stałego oraz omówić pojęcia rezystancji statycznej i dynamicznej. Zna metodę analityczną, graficzną i graficzno-analityczną analizy obwodów.</i></p>			
	<p>Student nie potrafi zdefiniować nieliniowego obwodu prądu stałego oraz omówić pojęć związanych z tym obwodem. Nie zna metod analizy obwodów nieliniowych.</p>	<p>Student ma podstawowe wiadomości związane z nieliniowymi obwodami prądu stałego. Nie zna metod analizy tych obwodów.</p>	<p>Student ma podstawowe wiadomości związane z nieliniowymi obwodami prądu stałego i zna metody analizy tych obwodów. Nie potrafi praktycznie rozwiązywać nieliniowych obwodów prądu stałego.</p>	<p>Student potrafi zdefiniować pojęcie nieliniowego obwodu prądu stałego oraz omówić pojęcia rezystancji statycznej i dynamicznej. Zna metodę analityczną, graficzną i graficzno-analityczną analizy obwodów. Potrafi praktycznie rozwiązywać proste nieliniowe obwody prądu stałego.</p>

EK6	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektromagnetycznego, nie potrafi ich jednak zdefiniować.</p>	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektromagnetycznego. Definiuje niektóre podstawowe pojęcia, nie potrafi ich jednak zinterpretować i wyjaśnić ich istoty.</p>	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektromagnetycznego. Definiuje je i rozumie ich istotę. Potrafi wyjaśnić i zinterpretować przebieg większości zjawisk.</p>	<p>Student zna podstawowe pojęcia teorii pola elektromagnetycznego. Rozumie istotę indukcji elektromagnetycznej. Potrafi zdefiniować prawo indukcji Faradaya, wyjaśnić pojęcie indukcyjności własnej oraz prawo Gaussa dla pola magnetycznego. Zna istotę indukowanego pola elektrycznego i indukowanego pola magnetycznego.</p>
<p><i>Student zna podział prądów zmiennych oraz parametry opisujące prąd sinusoidalnie zmienny. Umie zinterpretować pojęcia wartości skutecznej i średniej prądu, wskazu, impedancji i kąta fazowego. Zna związki między wskazami prądu i napięcia na elementach RLC.</i></p>				
EK7	<p>Student nie zna podziału prądów zmiennych oraz parametrów opisujących prąd sinusoidalnie zmienny. Nie umie zinterpretować pojęć wartości skutecznej i średniej prądu, wskazu, impedancji i kąta fazowego. Nie zna związku między wskazami prądu i napięcia na elementach RLC.</p>	<p>Student zna podział prądów zmiennych i umie podać ich przykłady. Zna parametry opisujące prąd sinusoidalnie zmienny. Praktycznie potrafi obliczyć wartość średnią i skuteczną prądu zmiennego. Nie potrafi jednak zdefiniować i wyjaśnić istoty wprowadzenia tych wielkości do opisu prądu zmiennego. Ma trudności z opisem zjawisk występujących na idealnych elementach RLC.</p>	<p>Student zna podział prądów zmiennych i umie podać ich przykłady. Zna parametry opisujące prąd sinusoidalnie zmienny. Praktycznie potrafi obliczyć wartość średnią i skuteczną prądu zmiennego. Potrafi zdefiniować i wyjaśnić istotę wprowadzenia tych wielkości do opisu prądu zmiennego. Ma trudności z opisem zjawisk występujących na idealnych elementach RLC.</p>	<p>Student zna podział prądów zmiennych oraz parametry opisujące prąd sinusoidalnie zmienny. Umie zinterpretować pojęcia wartości skutecznej i średniej prądu, wskazu, impedancji i kąta fazowego. Zna związki między wskazami prądu i napięcia na elementach RLC.</p>
<p><i>Student zna metodę symboliczną analizy obwodów prądu sinusoidalnego. Zna i umie posługiwać się zapisem trygonometrycznym i wykładniczym liczby zespolonej. Zna przedstawianie przebiegów sinusoidalnych za pomocą wirującego wektora (wskazu, fazora). Opanował operację przejścia od fazora do wartości chwilowej. Umie wyznaczyć fazor pochodnej i całki.</i></p>				
EK8	<p>Student nie zna metody symbolicznej analizy obwodów prądu zmiennego sinusoidalnego.</p>	<p>Student zna i umie posługiwać się zapisem trygonometrycznym i wykładniczym liczby zespolonej. Nie potrafi wyjaśnić istoty przedstawiania przebiegów sinusoidalnych za pomocą wirującego wektora (wskazu, fazora). Nie umie wyznaczyć fazora pochodnej i całki.</p>	<p>Student zna i umie posługiwać się zapisem trygonometrycznym i wykładniczym liczby zespolonej. Potrafi wyjaśnić istotę przedstawiania przebiegów sinusoidalnych za pomocą wirującego wektora (wskazu, fazora). Nie umie wyznaczyć fazora pochodnej i całki.</p>	<p>Student zna metodę symboliczną analizy obwodów prądu zmiennego sinusoidalnego. Zna i umie posługiwać się zapisem trygonometrycznym i wykładniczym liczby zespolonej. Zna przedstawianie przebiegów sinusoidalnych za pomocą wirującego wektora (wskazu, fazora). Opanował operację przejścia od fazora do wartości chwilowej. Umie wyznaczyć fazor pochodnej i całki.</p>

	<p><i>Student zna fazorowe prawo Ohma dla rezystora, cewki i kondensatora. Umie zapisać pierwsze i drugie prawo Kirchhoffa dla fazorów. Zna postać impedancji zespolonej, modułu i kąta fazowego impedancji oraz admitancji zespolonej. Umie wyznaczać Impedancję zastępczą połączenia szeregowego i równoległego.</i></p>			
<b>EK9</b>	<p>Student nie zna fazorowego prawa Ohma dla rezystora, cewki i kondensatora. Nie potrafi zapisać pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa dla fazorów. Nie zna postaci impedancji zespolonej, modułu i kąta fazowego impedancji oraz admitancji zespolonej. Nie umie wyznaczyć impedancji zastępczej połączenia szeregowego i równoległego.</p>	<p>Student zna fazorowe prawo Ohma dla idealnych elementów R,L,C.. Nie umie zapisać pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa dla fazorów. Nie zna pojęć impedancji zespolonej, modułu i kąta fazowego impedancji oraz admitancji zespolonej. Nie umie praktycznie wyznaczać impedancji zastępczej połączenia szeregowego i równoległego</p>	<p>Student zna fazorowe prawo Ohma dla idealnych elementów R,L,C.. Umie zapisać pierwsze i drugie prawo Kirchhoffa dla fazorów. Zna pojęcia impedancji zespolonej, modułu i kąta fazowego impedancji oraz admitancji zespolonej. Nie umie praktycznie wyznaczać impedancji zastępczej połączenia szeregowego i równoległego</p>	<p>Student zna fazorowe prawo Ohma dla idealnych elementów R,L,C.. Umie zapisać pierwsze i drugie prawo Kirchhoffa dla fazorów. Zna postać impedancji zespolonej, modułu i kąta fazowego impedancji oraz admitancji zespolonej. Umie praktycznie wyznaczać impedancję zastępczą połączenia szeregowego i równoległego.</p>