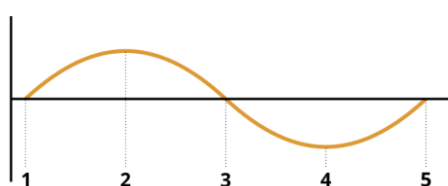




Nr ćw.	Układy napędowe elektryczne i hybrydowe
5	Przesunięcia fazowe w układach zasilania silników elektrycznych

1. Wprowadzenie teoretyczne

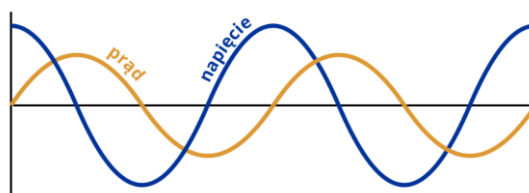
Słowo faza wykorzystuje się do opisu fal. Faza to fachowe określenie dowolnie wybranego punktu na sinusoidzie (rys.1).



Rys.1. Fazy fali sinusoidalnej [1]

Przesunięcie fazowe to niewielka różnica między dwiema falami (φ). W matematyce i elektronice jest to opóźnienie między dwiema falami o tym samym okresie lub częstotliwości. Zazwyczaj przesunięcie fazowe jest wyrażane w postaci kąta, który można zmierzyć w stopniach lub radianach, a kąt może być dodatni lub ujemny. Na przykład przesunięcie fazowe o $+90$ stopni to jedna czwarta pełnego cyklu; w tym przypadku druga fala prowadzi pierwszą o 90 stopni.

W przypadku zasilania występują dwie fale – prąd i napięcie (rys. 2).



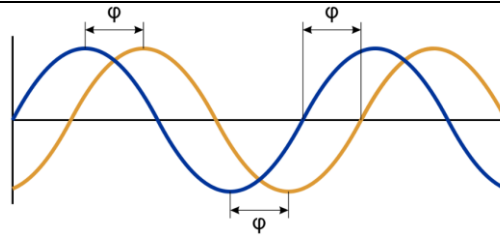
Rys.2. Fale prądu i napięcia [1]

Kolejne fazy sinusoidy możemy powiązać z kątem obrotu generatora, uzyskując w ten sposób kolejne kąty fazowe.

Kiedy te same fazy dwóch sygnałów się nie pokrywają, wówczas mamy do czynienia z przesunięciem fazowym (rys. 3).

Za przesunięcie fazowe odpowiadają indukcyjność i pojemność.

Przesunięcie fazowe ma negatywny wpływ na pobieraną moc elektryczną [1].



Rys. 3. Przesunięcie fazowe [1]

Zakres zagadnień do własnego opracowania :

1. Parametry mierzone za pomocą miernika LRC. Znaczenie, jednostki, opis itp.

2.2.5 Main parameters

Parameter and symbol

R: resistance C: capacitance L: inductance Z: impedance

Select the type of measurement parameter, then select the main parameter.

Press [AUTO/R/L/C/Z] key to switch the main parameters(R, L, C, Z and AUTO) in sequence.

When AUTO is selected for the main parameter, the main parameter font is shown in red.

2.2.6 Secondary parameters

Parameter and symbol

X: reactance D: dissipation factor Q: quality factor θ : phase angle

ESR: equivalent series resistance

If necessary, press [X/D/Q/ θ /ESR] key to select the secondary parameter.

If the main parameter select as Auto, this key will not work.

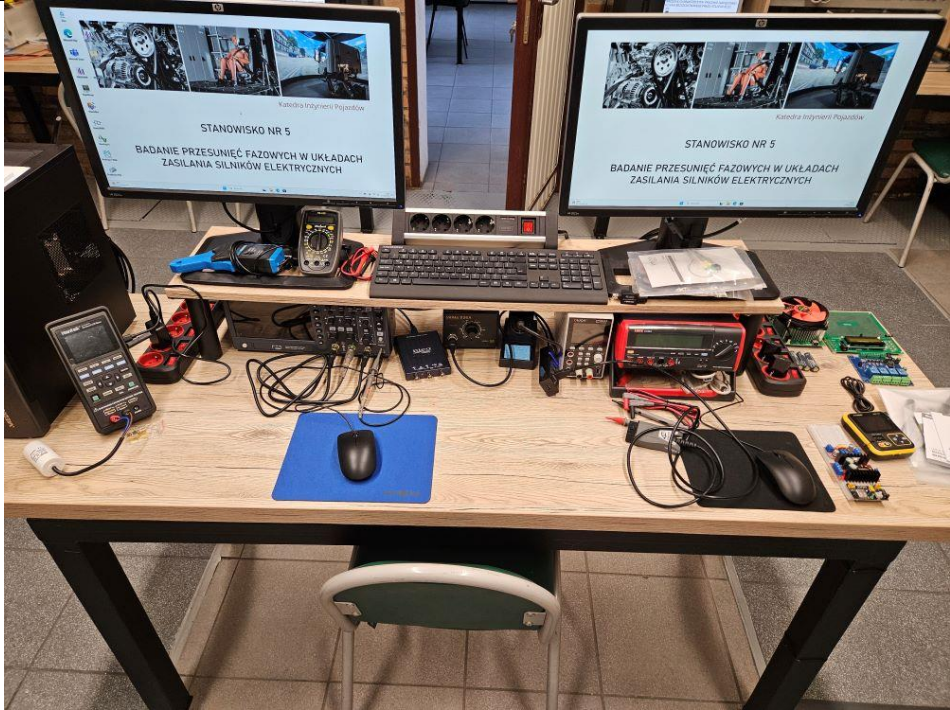
2. Zakres wiedzy z instrukcji do miernika Hantek 1833C.
3. Wykres Lissajous i jego wyświetlenie w oprogramowaniu PICO SCOPE 7 (Wersja demo dostępna do pracy bez oscyloskopu)
4. Wykres Nyquista

Przydatna literatura:

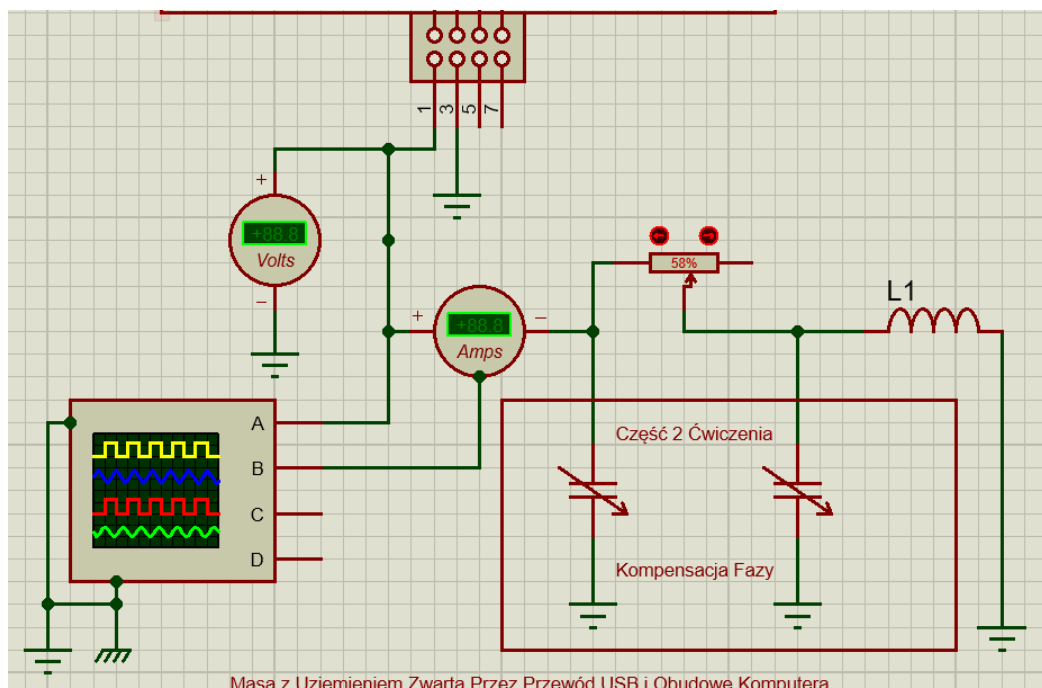
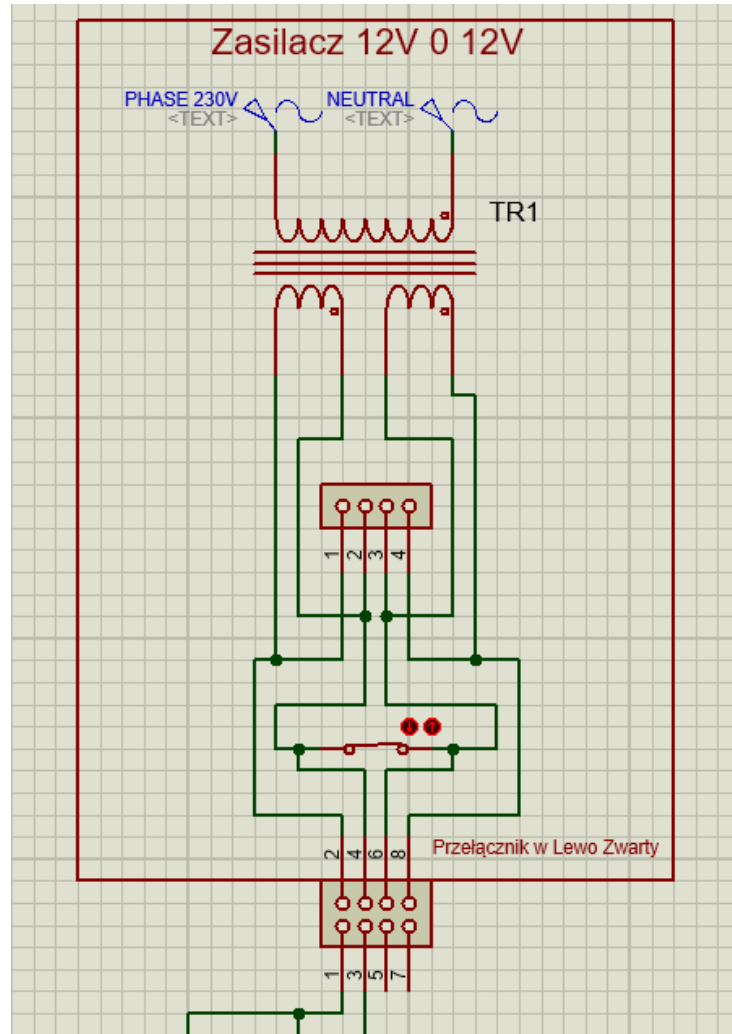
1. Gajda J., Sroka R.: Pomiary kąta fazowego: metody, układy, algorytmy. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica, Kraków 2000.
2. Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków, Praca zbiorowa, WNT, Warszawa 2006
3. Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: Metrologia elektryczna. WNT, Warszawa 1994.

Przydatne materiały:

1. Measuring inductance with an oscilloscope and signal generator Scott Marley
<https://www.youtube.com/watch?v=iQQe8uSZ8xc>
2. The Most Confusing Part of the Power Grid Practical Engineering
<https://www.youtube.com/watch?v=ZwkNTwWJP5k&t=467s>
3. Understanding the Smith Chart Rohde Schwarz
<https://www.youtube.com/watch?v=rUDMo7hwihs>
4. Metrologia: Co to jest moc bierna, pomiar mocy, współczynnik mocy i kompensacja mocy? Piotr Burnos <https://www.youtube.com/watch?v=GnGLKBFcxMQ>
5. Metrologia - Pomiary mocy prądu przemiennego - moc bierna Piotr Burnos
<https://www.youtube.com/watch?v=0JT8s4wbwww>
6. Moce [RS Elektronika] #110 RS Elektronika
<https://www.youtube.com/watch?v=y29u8CKocao>

	<p>Bibliografia: [1] https://teoriaelektryki.pl/prad-przemienno-od-podstaw/</p>
2. Aparatura pomiarowa i przyrządy	
	<ol style="list-style-type: none">1. Oscyloskop stacjonarny2. Przystawka pomiarowa3. Wentylator4. Miernik rezystancji5. Miernik LCR Hantek 1833C6. Sonda cęgowa – prądowa7. Rezystor regulowany8. Cewka9. Rdzenie ferrytowe10. Adapter11. Sonda różnicowa
3. Stanowisko pomiarowe/badawcze	
	
4. Przebieg ćwiczenia	
	<ol style="list-style-type: none">1. Skompletowanie elementów stanowiska niezbędnych do wykonania pomiarów2. Uruchomienie oprogramowania na komputerach:<ul style="list-style-type: none">- stanowiska – PicoScope73. Poprzez podłączenie rezystora regulowanego do multimetru wybór trybu pracy multimetru4. Sprawdzenie poprawności funkcjonowania rezystora regulowanego i wybór wartości oporu

5. Podłączenie przewodów i przyrządów wg schematu

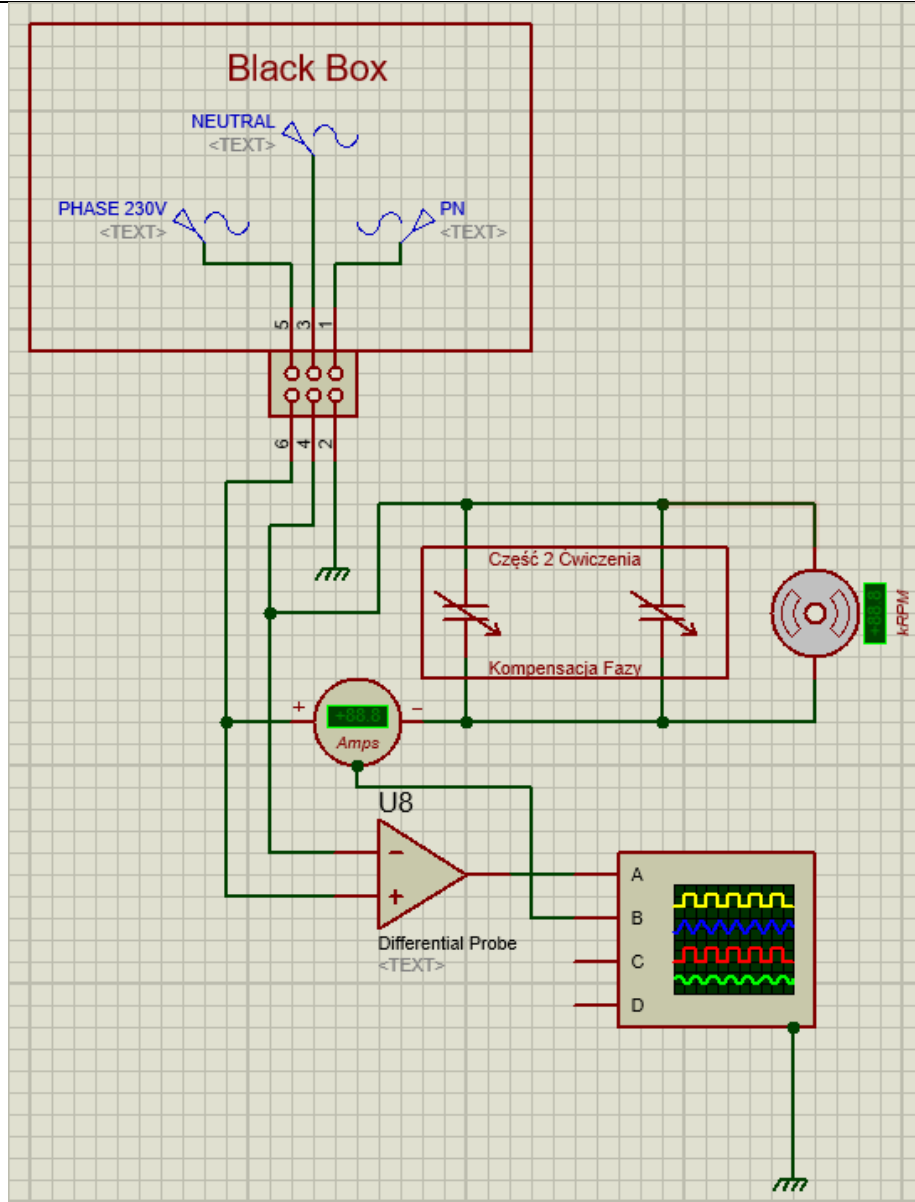


Masa z Uziemieniem Zwarta Przez Przewód USB i Obudowę Komputera

6. Weryfikacja połączeń przez prowadzącego (!)
7. Przy użyciu oprogramowania ustalenie zakresów:
 - natężenia prądu (sonda B),
 - napięcia (sonda A).
8. Włączenie multimetru kontrolnego do obwodu i wybranie prawidłowego zakresu pomiarowego.
9. Wykonanie pomiarów zgodnie z protokołem (pkt. 5. część A). Dla 2 wartości oporów.
10. Wyłączenie napięcia
11. Podłączenie cewki do układu
12. Włączenie napięcia
13. Ustawienie wartości prądu na 1,2 – 1,4 A
14. Weryfikacja wpływu rdzenia ferrytowego na pracę cewki (bez rdzenia, rdzeń ferrytowy 1, rdzeń ferrytowy 2)
15. Wykonanie zrzutów ekranów przebiegów napięcia / prądu w domenie czasu
16. Wykonanie zrzutu ekranu wykresu Lissajous dla maksymalnego przesunięcia fazy
17. Wykonanie pomiarów zgodnie z protokołem (pkt. 5. część B)
18. Wyjęcie rdzenia ferrytowego z cewki
19. W obecności prowadzącego ! zwiększenie maksymalne prądu w obwodzie poprzez zwarcie rezystora suwakowego (Czas zwarcia nie dłuższy jak 15 sek, ze względu na grzanie cewki)
20. Próba włożenia rdzenia ferrytowego do cewki
21. Pozostawienie rdzenia ferrytowego w cewce i zmniejszenie prądu do wartości 1,2 – 1,4 A
22. Dobór i wpięcie do układu kondensatora kompensującego przesunięcie fazowe cewki
23. Pomiar wybranego kondensatora kompensującego na mierniku LCR w zakresie częstotliwości od 100 Hz do 100 kHz. Mierzone parametry: Z, Cp, Rp, Lp, X, D, Q, Fi (przekreślone kółko), ESR
24. Wykonanie zrzutów ekranów przebiegów napięcia / prądu w domenie czasu
25. Wykonanie zrzutu ekranu wykresu Lissajous przesunięcia fazy po kompensacji
26. Zakończenie pomiarów i wyłączenie przyrządów w odwrotnej kolejności do włączania.
27. Wykonanie wykresów zmierzonych zależności w domenie częstotliwości.
28. Dla chętnych, możliwość powtórzenia pomiarów dla zmienionych wartości amplitud np. 300 mV, 600 mV, 1V i porównanie różnic.

Dla chętnych:

29. Podłączenie przewodów i przyrządów wg schematu:



30. Podpięcie adaptera 230V do wentylatora i sieci
31. Podłączanie sondy różnicowej
32. Podłączenie sondy cęgowo – prądowej
33. Wykonanie pomiarów zgodnie z protokołem, mając na celu poprawę współczynnika mocy Power Factor (pkt. 5. część C). 2 pomiary: 1 – początkowy; 2 – dobór kondensatora
34. Zakończenie pomiarów i wyłączenie przyrządów w odwrotnej kolejności do włączania.

5. Protokół pomiarowy									
Część A									
Opór $\Omega =$									
Lp.	Napięcie RMS (sonda A)	Wartość RMS prądu (sonda B)	Opór	Faza	Moc pozorna	Moc prawdziwa	Moc bierna	Power Factor	
	V	A	Ω	stopnie	VA	W	VAr		
1.									
2.									
Część B									
Lp.		Napięcie RMS (sonda A)	Wartość RMS prądu (sonda B)	Opór	Faza	Moc pozorna	Moc prawdziwa	Moc bierna	Power Factor
		V	A	Ω	stopnie	VA	W	VAr	
1.	Bez rdzenia ferrytowego								
2.	Rdzeń ferrytowy 1								
3.	Rdzeń ferrytowy 2								
Część C									
Lp.	Napięcie RMS (sonda A)	Wartość RMS prądu (sonda B)	Opór	Faza	Moc pozorna	Moc prawdziwa	Moc bierna	Power Factor	
	V	A	Ω	stopnie	VA	W	VAr		
1.									
2.									
6. Opracowanie wyników									
<p>Opracowanie wyników polega na:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wykonaniu wykresów z zapisanych danych - Wykonaniu niezbędnych obliczeń - Zapis zrzutów ekranów 									
7. Wymagania do sprawozdania									
<p>Sprawozdanie z laboratorium w formie papierowej zawierającej:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tytuł laboratorium, - imiona i nazwiska osób realizujących pomiary, - protokół (tabela) z wynikami, - wykresy z komentarzami, (dla części B i C wykresy przed i po kompensacji – wykres Lissajous) - wnioski 									

Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych z <nazwa przedmiotu> nr <nr ćwiczenia> pt. <tytuł ćwiczenia>

Prowadzący kurs	Lista prowadzących dany kurs Monika Andrych-Zalewska Adam Kamiński	Maile do prowadzących monika.andrych@pwr.edu.pl adam.kaminski@pwr.edu.pl
Data aktualizacji instrukcji	20.10.2024	