

Ćwiczenie: "Pomiary mocy w układach trójfazowych dla różnych charakterów obciążenia"

Opracowane w ramach projektu: "Wirtualne Laboratoria Fizyczne nowoczesną metodą nauczania" realizowanego przez Warszawską Wyższą Szkołę Informatyki.

Zakres ćwiczenia:

1. Pomiary wykorzystujące jeden watomierz.
2. Pomiary wykorzystujące dwa watomierze.
3. Pomiary wykorzystujące trzy watomierze.
4. Wykresy wektorowe prądów i napięć.
5. Kompensacja mocy biernej.



The screenshot shows a window titled "Pomiary mocy w układach 3-f". The main content is a promotional graphic for "WIRTUALNE LABORATORIA FIZYCZNE NOWOCZESNĄ METODĄ NAUCZANIA". The graphic features a red background with white and yellow text and illustrations of a flask, a brain profile, and a molecular structure. Text on the graphic includes: "Pomiary" (Measurement), "WIRTUALNE LABORATORIA FIZYCZNE NOWOCZESNĄ METODĄ NAUCZANIA", "Innowacyjny program nauczania fizyki w szkołach ponadgimnazjalnych", "Projekt jest realizowany przez Warszawską Wyższą Szkołę Informatyki", and "Człowiek – najlepsza inwestycja". Logos for "KAPITAŁ LUDZKI", "WARSZAWSKA WYŻSZA SZKOŁA INFORMATYKI", and "EUROPEJSKI FUNDUSZ SPOŁECZNY" are at the bottom. On the right side of the window, there are three buttons: "Informacje o programie" and "ZAMKNIJ".

Autor: Marcin Godziemba-Maliszewski

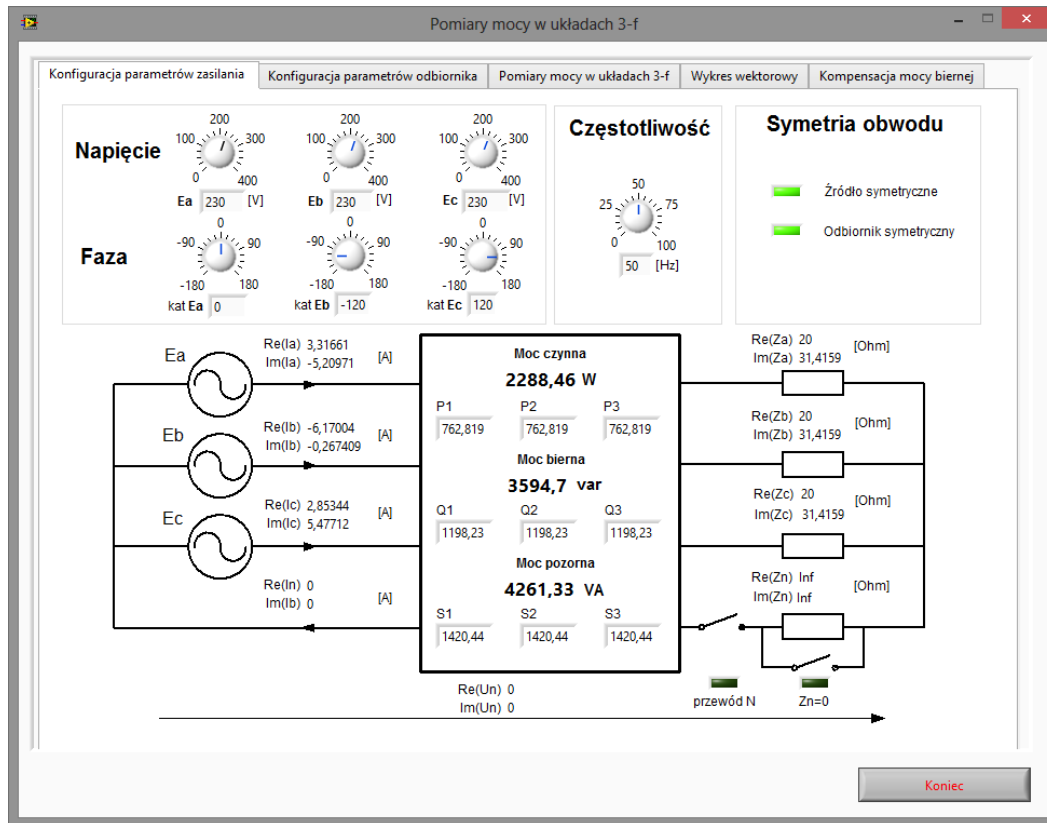
Radom 2013



Scenariusz prowadzenia ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie metod pomiaru mocy w układach trójfazowych dla różnych charakterów obciążeń. Symulator odwzorowuje watomierze jednostrojowe wraz z ich niepewnościami pomiarowymi.

Konfiguracja symulatora.

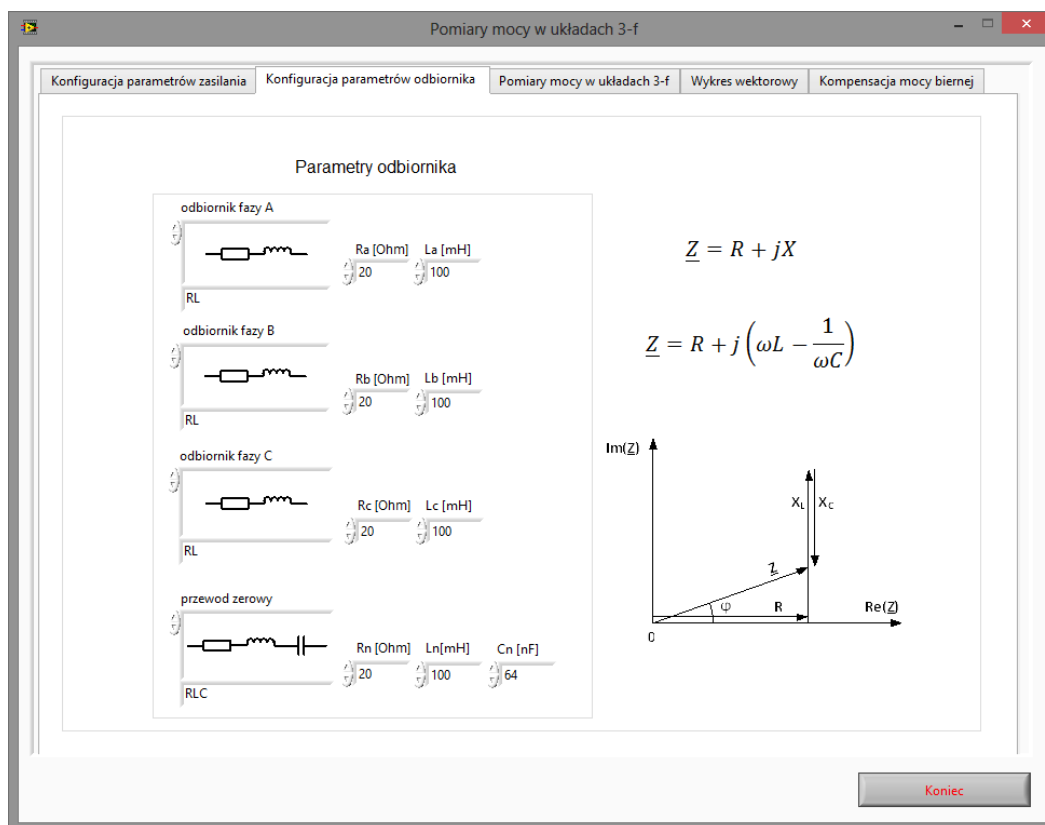


Rys. 1. Konfiguracja parametrów zasilania symulatora do badania pomiarów mocy w układach trójfazowych.

Z poziomu zakładki „konfiguracja parametrów zasilania” przedstawionej na rysunku nr 1 użytkownik za pomocą pokręteł ustawia parametry napięć zasilających, takich jak wartość napięcia i przesunięcie fazowe w poszczególnych fazach. Na ekranie wypisane są informacje dotyczące nastawionego obciążenia i jego charakteru. Wewnątrz schematu obwodu umieszczony został blok symbolizujący układ pomiarowy mocy w poszczególnych fazach odbiornika. Zawarte są w nim obliczone moce czynne, bierna i pozorne wszystkich obwodów fazowych, zsumowane składające się na moce całkowite. Wyniki wyświetlane w tym miejscu stanowią bazę dla porównania rezultatów symulacji układów i metod pomiarowych dostępnych w następujących zakładkach.



Parametry odbiornika.



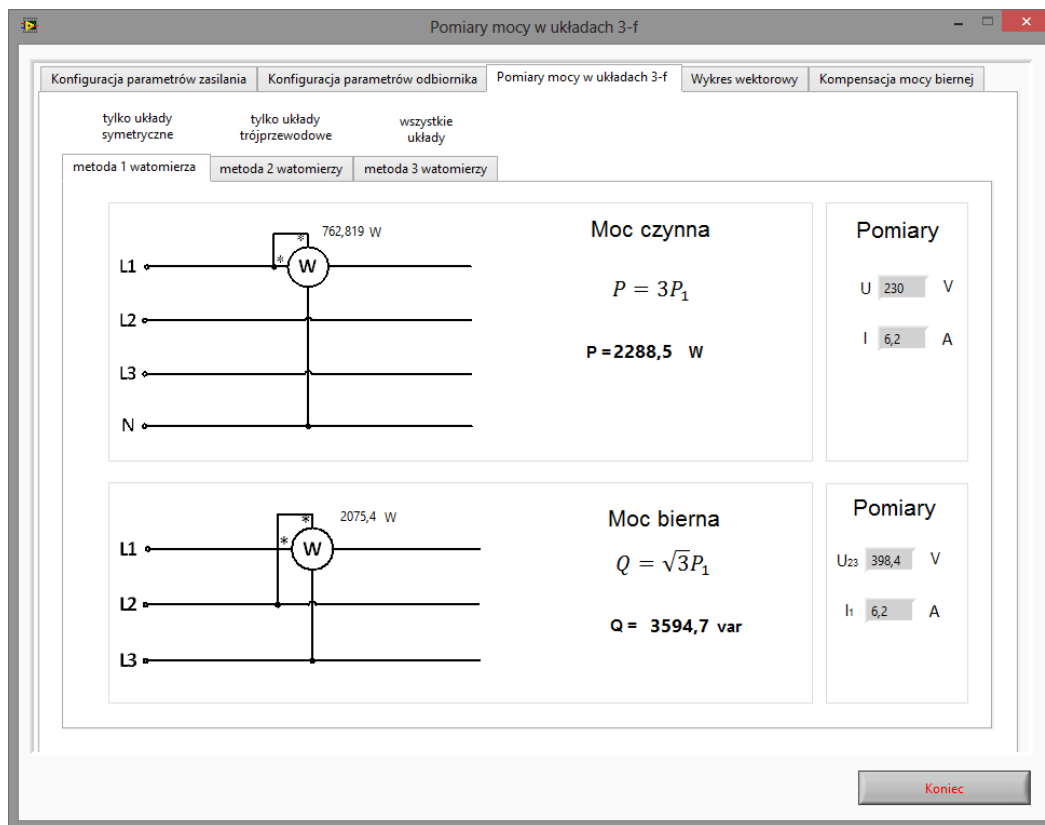
Rys. 2. Konfiguracja parametrów odbiornika symulatora do badania pomiarów mocy w układach trójfazowych.

Kolejna zakładka przedstawiona na rysunku numer 2 umożliwi konfigurację parametrów i charakteru obciążenia. Do każdego obwodu fazowego możemy dołączyć oddzielną kombinację szeregowo połączonych elementów pasywnych, takich jak rezystor, cewka czy kondensator oraz ustawić ich parametry. Pozwala to na skonfigurowanie praktycznie dowolnej konfiguracji charakteru obciążenia. Dodatkowo zakładka wyboru parametrów odbiornika umożliwia wybór opcji dotyczących przewodu łączącego punkty neutralne sieci trójfazowej i odbiornika. Umożliwia ona symulowanie układu trójprzewodowego poprzez wybór opcji „rozwarcie”, możliwe jest też umieszczenie wszystkich elementów pasywnych i ustalenie ich parametrów tak jak dla odbiorników fazowych.



1. Pomiary wykorzystujące jeden watomierz.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodą pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej w układach symetrycznych za pomocą jednego watomierza.



Rys.3. Symulator pomiaru wykorzystującego jeden watomierz.

Zakładka z metodą pomiarową wykorzystującą jeden watomierz jest aktywna dla przypadku sieci o symetrycznym zasilaniu i symetrycznym odbiorniku. Metoda pomiaru jest dostępna dla układu czteroprzewodowego, lecz po zastosowaniu tzw. „sztucznego zera” lub naturalnego punktu neutralnego odbiornika możliwe jest jej wykorzystanie w układach bez przewodu zerowego.

Zadanie 1.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 3 należy dokonać pomiaru mocy czynnej i biernej z wykorzystaniem metody jednego watomierza dla parametrów obwodu zadanych przez osobę prowadzącą ćwiczenia. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli pomiarowej numer 1 i następnie porównać z danymi pokazanymi w pierwszej zakładce. Zaobserwować wykresy wektorowe prądów i napięć.

Tab. 1. Pomiar metodą jednego watomierza

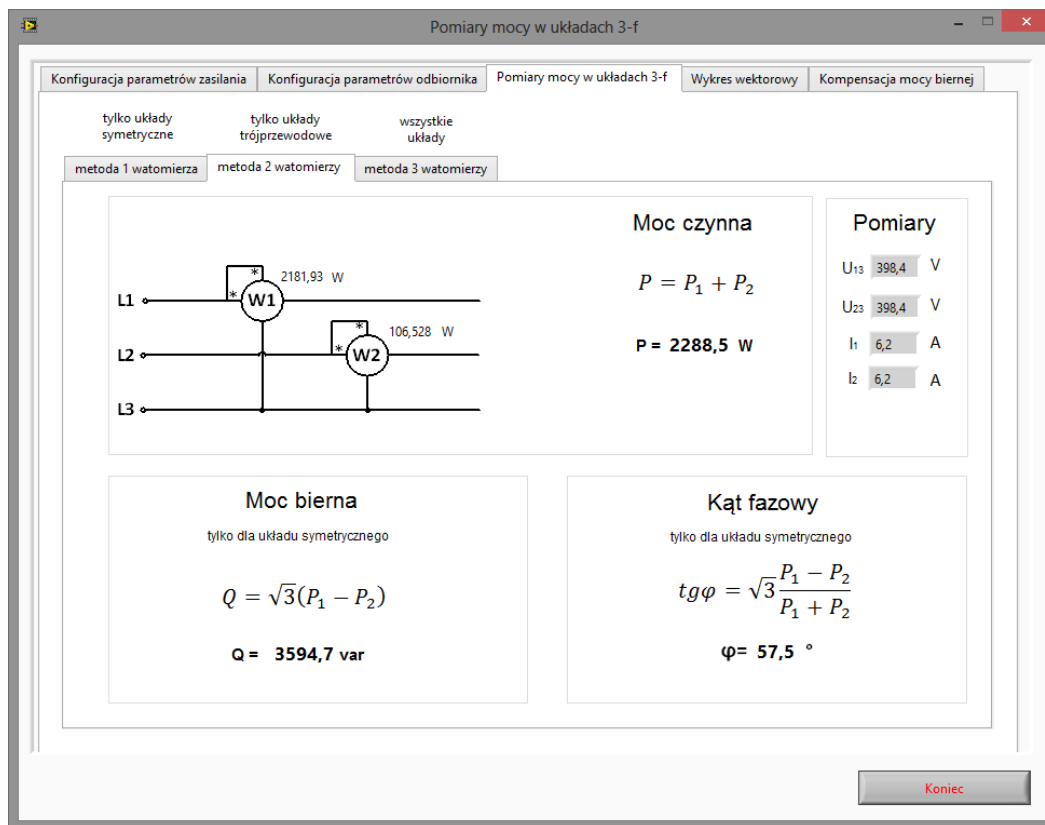
Lp	Parametry odbiornika				Napięcia i prądy			Wartości zmierzone				Wartości obliczone			
	Z_A	Z_B	Z_C	P_Z	U	U_{23}	$I = I_1$	P	Q	S	$\cos \varphi$	P	Q	S	$\cos \varphi$
	-	-	-	-	V	V	A	W	var	VA	-	W	var	VA	-

Zadanie 2.

Znając nastawione parametry obciążenia i zasilania odbiornika (Zadanie 1) należy obliczyć moc czynną i bierną pobieraną przez odbiornik. Wyniki obliczeń należy zapisać w tabeli pomiarowej nr 1. Porównać otrzymane wyniki z wynikami otrzymanymi z symulatora z zadania 1.

2. Pomiary wykorzystujące dwa watomierze.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodą pomiarową wykorzystującą dwa watomierze, zwana pomiarem mocy w układzie Arona, pozwalającą na pomiar w układach symetrycznych i niesymetrycznych bez przewodu zerowego.



Rys. 4. Symulator pomiaru wykorzystującego dwa watomierze.

Zaprezentowana metoda pozwala wyznaczyć za pomocą jednego typu połączeń, moc czynną dowolnego obciążenia oraz dodatkowo moc bierną i współczynnik mocy układu symetrycznego. Układ ten charakteryzuje się użyciem tylko dwóch watomierzy.

Zadanie 3.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 4 należy dokonać pomiaru mocy czynnej i biernej z wykorzystaniem metody dwóch watomierzy dla parametrów obwodu zadanych przez osobę prowadzącą ćwiczenia. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli pomiarowej numer 2. Otrzymane wyniki porównać z danymi pokazanymi w pierwszej zakładce. Zaobserwować wykresy wektorowe prądów i napięć.

Tab. 2. Pomiar metodą dwóch watomierzy.

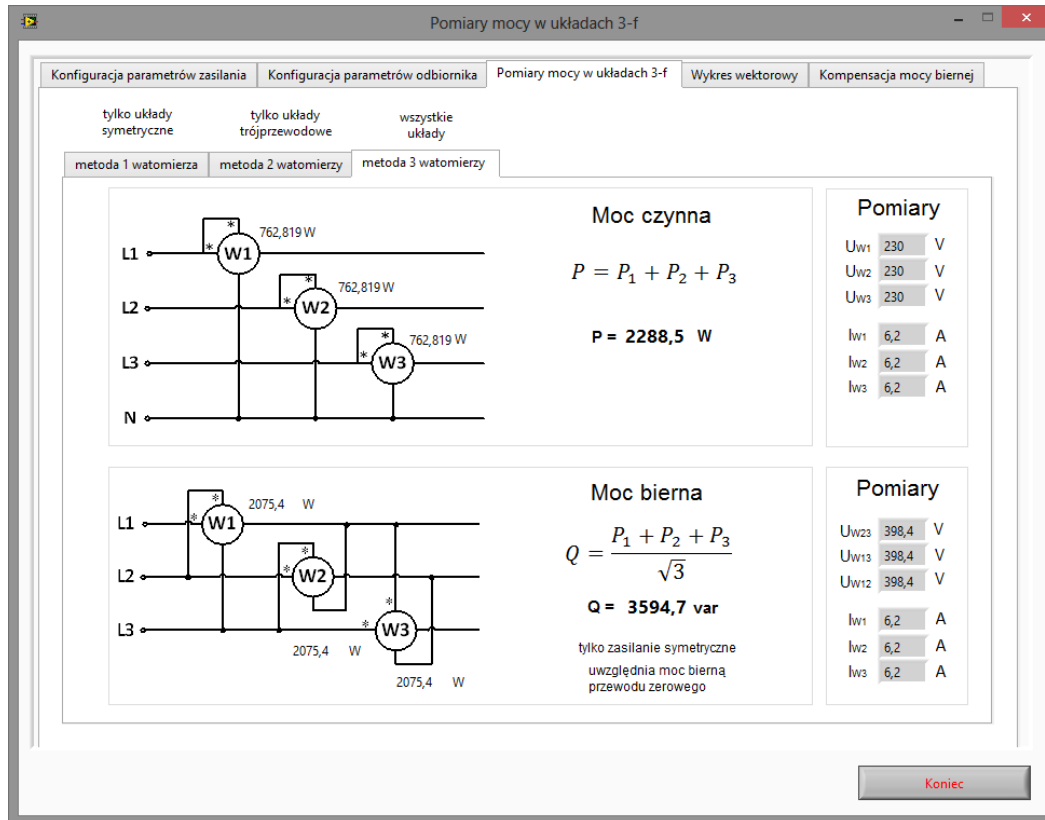
Lp	Parametry odbiornika				Pomiary				Wartości zmierzone				Wartości obliczone			
	Z _A	Z _B	Z _C	Z _Z	U ₁₃	U ₂₃	I ₁	I ₂	P	Q	S	cos φ	P	Q	S	cos φ
	-	-	-	-	V	V	A	A	W	var	VA	-	W	var	VA	-

Zadanie 4.

Znając nastawione parametry obciążenia i zasilania odbiornika (Zadanie 3) należy obliczyć moc czynną i bierną pobieraną przez odbiornik. Wyniki obliczeń należy zapisać w tabeli pomiarowej nr 2. Porównać otrzymane wyniki z wynikami otrzymanymi z symulatora z zadania 3.

3. Pomiary wykorzystujące trzy watomierze.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z pomiarem mocy czynnej w układzie pomiarowym z użyciem 3 watomierzy dla układów symetrycznych i niesymetrycznych. Moc bierna mierzona metodą trzech watomierzy jest prawdziwa jedynie w przypadku symetrycznego zasilania.



Rys. 5. Symulator pomiaru wykorzystującego trzy watomierze.

Zadanie 5.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 5 należy dokonać pomiaru mocy czynnej z wykorzystaniem metody trzech watomierzy dla parametrów obwodu zadanych przez osobę prowadzącą ćwiczenia. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli pomiarowej numer 3. Obliczyć wartość mocy czynnej. Otrzymane wyniki porównać z danymi pokazanymi w pierwszej zakładce. Zaobserwować wykresy wektorowe prądów i napięć.

Tab. 3. Pomiar metodą trzech watomierzy.

Lp	Parametry odbiornika				Pomiary napięć i prądów						Wartości zmierzone				Wartości obliczone			
	Z _A	Z _B	Z _C	Z _Z	U _{W1}	U _{W2}	U _{W3}	I _{W1}	I _{W2}	I _{W3}	P	Q	S	cos φ	P	Q	S	cos φ
	-	-	-	-	V	V	V	A	A	A	W	var	VA	-	W	var	VA	-

Zadanie 6.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 5 należy dokonać pomiaru mocy biernej z wykorzystaniem metody trzech watomierzy dla parametrów obwodu zadanych przez osobę prowadzącą ćwiczenia. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli pomiarowej numer 4. Obliczyć wartość mocy czynnej. Otrzymane wyniki porównać z danymi pokazanymi w pierwszej zakładce. Zaobserwować wykresy wektorowe prądów i napięć.

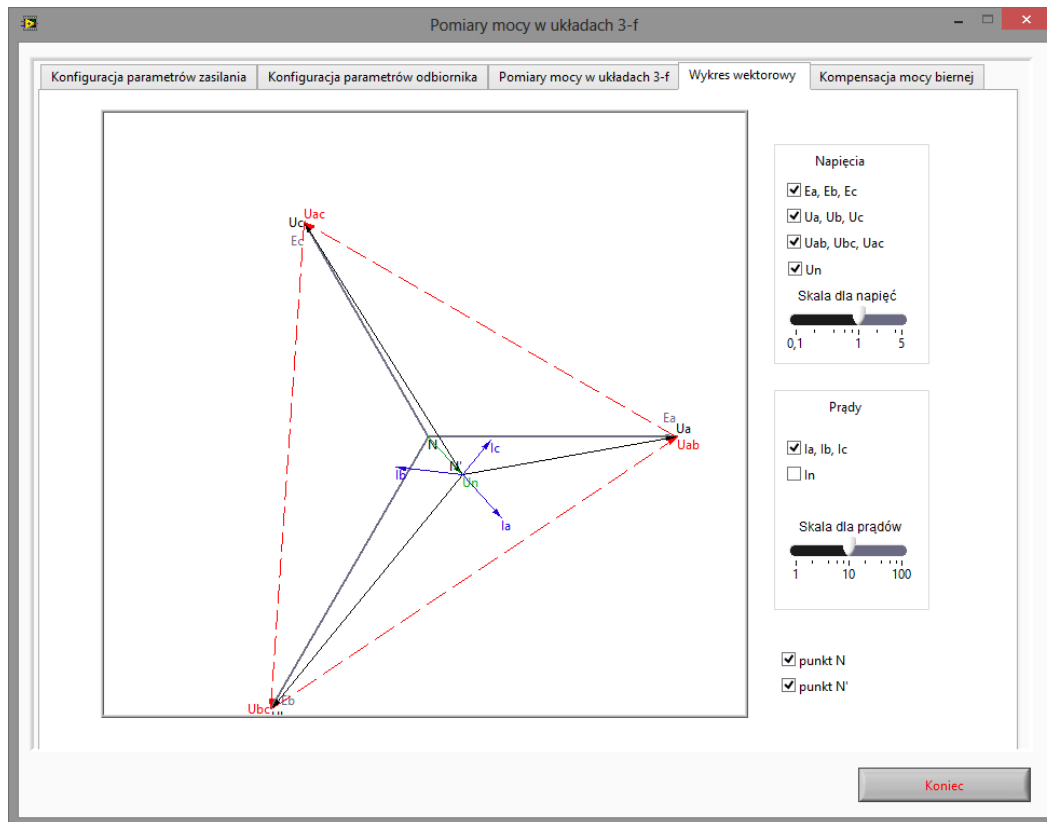
Tab. 4. Pomiar metodą trzech watomierzy.

Lp	Parametry odbiornika				Pomiary napięć i prądów						Wartości zmierzone				Wartości obliczone			
	Z _A	Z _B	Z _C	Z _Z	U _{W13}	U _{W23}	U _{W12}	I _{W1}	I _{W2}	I _{W3}	P	Q	S	cos φ	P	Q	S	cos φ
	-	-	-	-	V	V	V	A	A	A	W	var	VA	-	W	var	VA	-



4. Wykresy wektorowe prądów i napięć.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z wykresem wektorowym prądów i napięć w obwodzie.



Rys. 6. Wirtualny przyrząd pomiarowy do obserwacji wykresu wektorowego prądów i napięć w obwodzie.

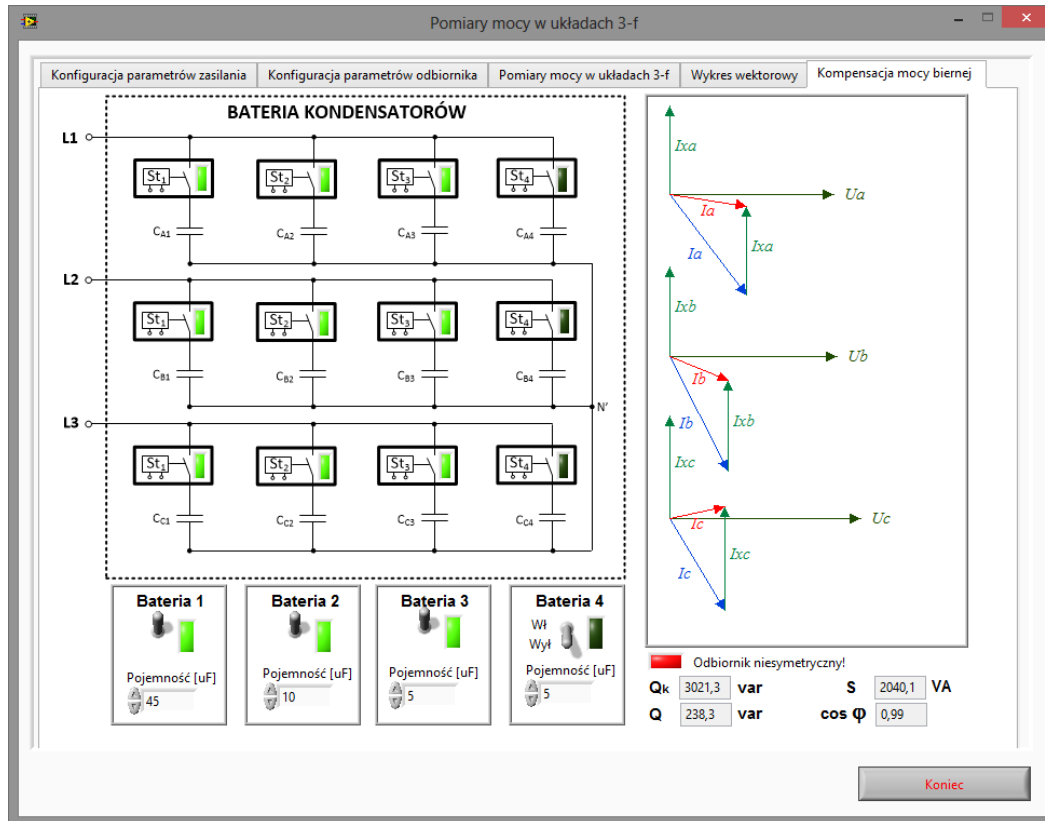
Zadania 7.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 6 dla wartości nastawionych w zadaniach 1,3 i 5, należy zaobserwować wykres wskazowy prądów i napięć.



5. Kompensacja mocy biernej.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodą kompensacji mocy biernej za pomocą baterii kondensatorów często nazywaną poprawą współczynnika mocy przemysłowych urządzeń dużej mocy.



Rys. 7. Wirtualny przyrząd pomiarowy do kompensacji mocy biernej.

Zadanie 8.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 7 dla niesymetrycznego obciążenia o charakterze indukcyjnym, przeprowadzić proces kompensacji mocy biernej tak, aby średni współczynnik mocy zawierał się w przedziale 0.90 – 0.96, co uznaje się za dobrze skompensowany odbiornik indukcyjny.