

LV5

Pomiary przemiennych napięć i prądów w obwodach jednofazowych

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z problematyką wyznaczania wartości napięcia i prądu z próbek sygnału zebranych w obwodzie pomiarowym napięcia przemiennego.

1. Wprowadzenie

Dla przebiegów ciągłych wartość skuteczną napięcia określamy z zależności:

$$U_{sk} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u(t)^2 dt} \quad (1)$$

a wartość skuteczną prądu:

$$I_{sk} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i(t)^2 dt} \quad (2)$$

gdzie:

$u(t), i(t)$ - wartości chwilowe napięcia i prądu
 T - okres napięcia i prądu.

Założmy, że w określonych chwilach czasowych dokonaliśmy zebrania próbek napięcia i prądu. Odstęp pomiędzy kolejnymi próbkami T_p jest stały i określony w następujący sposób:

$$T_p = t_{j+1} - t_j \quad (3)$$

W takim przypadku wartości chwilowe napięcia i prądu będą reprezentowane przez kody cyfrowe odpowiednio dla napięcia:

$$u(t_j) \rightarrow N_u(t_j) \quad (4)$$

oraz prądu:

$$i(t_j) \rightarrow N_i(t_j) \quad (5)$$

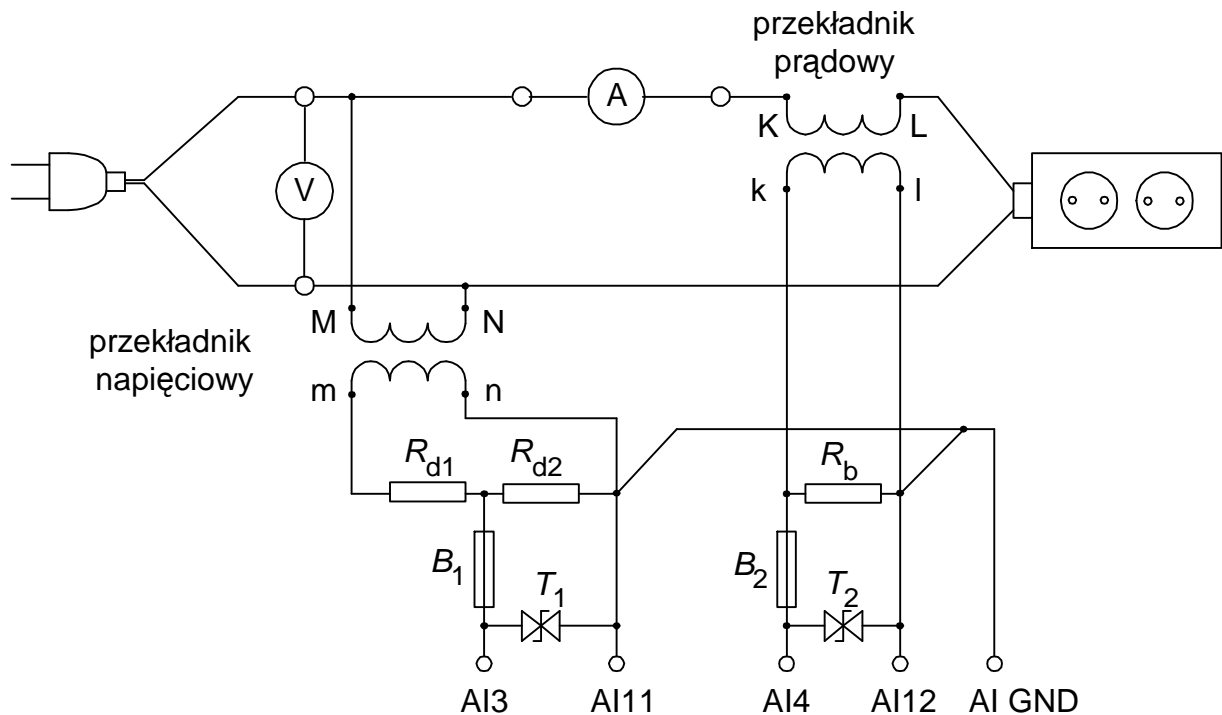
Kiedy liczba próbek n jest duża to nasze zależności przyjmują następującą postać:

$$U_{sk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n N_u^2(t_j)} \quad (6)$$

$$I_{sk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n N_i^2(t_j)} \quad (7)$$

2. Opis stanowiska ćwiczeniowego

Stanowisko pomiarowe zostało zbudowane w oparciu komputer wraz kartą pomiarową z odpowiednim programem sterującym. Doprowadzenie sygnałów pomiarowych do wejść karty pomiarowej wymaga dostosowania ich rodzaju i poziomu. Schemat układu pomiarowego został przedstawiony na rysunku 1.



Rys.1. Schemat układu pomiarowego

W układzie kondycjonującym sygnały zostały użyte odpowiednio przekładniki napięciowy i prądowy. Zastosowany przekładnik napięciowy ma standardowe napięcie wyjściowe 100V co uniemożliwia bezpośrednie dołączenie do wejść karty pomiarowej o zakresie wejściowym $\pm 10V$. Dostosowanie poziomu sygnału wymagało zastosowania dodatkowego dzielnika napięcia zbudowanego z użyciem rezystorów R_{d1} i R_{d2} . Dodatkowo dla zapewnienia bezpieczeństwa karty pomiarowej zastosowany został transil T_1 zabezpieczający przez pojawieniem się zbyt dużej wartości napięcia.


W torze prądowym potrzebna jest konwersja prądu w napięcie. Dokonywane jest to na rezystorze R_b stanowiącym obciążenie strony wtórnej przekładnika prądowego. Podobnie jak w torze napięciowym tu także zostało zastosowane zabezpieczenie w postaci transila T_2 .

Panel przyrządu pomiarowego zrealizowanego z użyciem komputera i odpowiedniego oprogramowania został przedstawiony na rysunku 2.

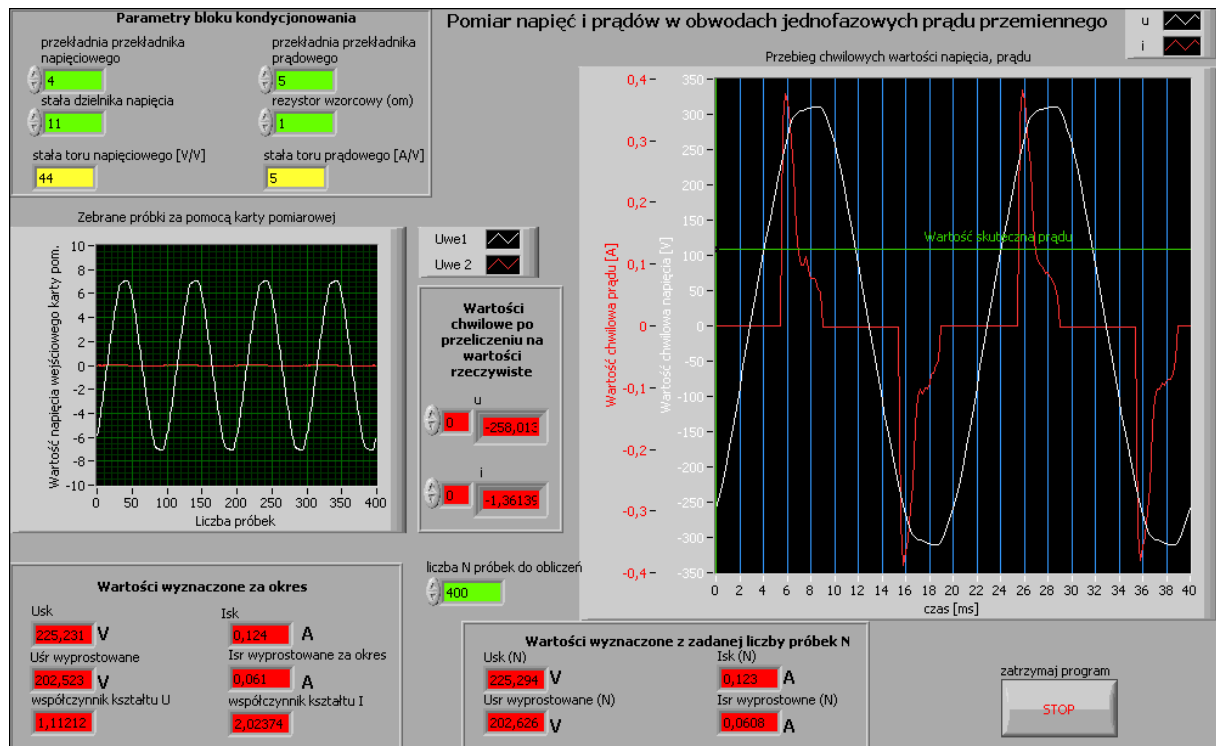
W górnym, lewym rogu jest możliwość wpisania wartości stałych układu kondycjonowania sygnału, poniżej znajduje się wykres pokazujący przebiegi zarejestrowane na wejściu karty pomiarowej zgodnie z nastawionymi zakresami pomiarowymi. Po prawej stronie od tego wykresu znajdują się tablice próbek napięć i prądów przeliczone zgodnie ze stałymi układu kondycjonowania.

W odpowiednio oznaczonych oknach znajdują się wyznaczone z próbek wartości skuteczne napięcia i prądu, wartości średnie wyprostowane napięcia i prądu oraz współczynników kształtu napięcia i prądu. Wartości wyznaczone po lewej stronie wyznaczone są za okres, natomiast wartości w oknie środkowym wyznaczone są ze wszystkich zadanych próbek N .

Wykres po prawej stronie pokazuje przebiegi wartości chwilowych napięć i prądów przeliczonych poprzez stałe układu kondycjonowania. Pokazywana jest na nim także linia odpowiadająca wartości skutecznej prądu obliczonej za okres.

Program pracuje w pętli, dlatego należy uruchamiać go za pomocą przycisku . Wyniki są odświeżane co 1 sekundę. Wykresy pokazują wartości zebrane od początku cyklu

pomiarowego i ponieważ nie została zastosowana synchronizacja z siecią energetyczną mogą ulegać przesunięciu po każdym odświeżeniu.



Rys.2. Wygląd Panelu programu wykorzystywanego w ćwiczeniu


3. Wykonanie ćwiczenia

3.1. Uruchomienie stanowiska i zapoznanie się z programem

Sprawdzić czy odłączony jest obwód pomiarowy od zasilania oraz czy odłączone są obciążenia. Włączyć komputer i poczekać na uruchomienie systemu operacyjnego. Uruchomić środowisko LabView.

W oknie **Getting Started** wybrać opcję **Open/Browse..**, przejść do katalogu **C:/Laboratorium_ME_LabView/Labor_LV_5** i otworzyć plik przyrzędu wirtualnego **Lab_ME_LV_5.vi**. Kombinacją klawiszy **CTRL+E** przełączyć okno programu pomiędzy Panelem a Diagramem. Zapoznać się z budową Panelu i Diagramu. Zwrócić uwagę na pętle na Diagramie programu, ich rodzaje i liczbę.

3.2. Analiza Diagramu połączeń przyrzędu wirtualnego

Przełączyć okno programu na Diagram. Przyciskiem  włączyć okno pomocy kontekstowej **Context Help**. Odszukać fragment realizujący obliczanie wartości skutecznej za okres, skutecznej ze wszystkich próbek, średniej za okres, średniej ze wszystkich próbek. **Przerysować odpowiedni fragment diagramu połączeń do protokołu**. Korzystając z okna pomocy kontekstowej opisać na przerysowanym fragmencie diagramu wykorzystane w nim obiekty. Odnaleźć na diagramie miejsca gdzie są tablice próbek napięcia i prądu wykorzystywane do obliczeń. W sprawozdaniu zaznaczyć je na diagramie.

3.3. Wydruk dokumentacji programu

Utworzyć na dysku twardym komputera pliki z dokumentacją wykorzystywanego w ćwiczeniu przyrządu wirtualnego. Pliki będą zawierać obraz Panelu oraz Diagramu i należy je zapisać do katalogu: **C:/student/LCRRRR_nazwisko** gdzie **L** oznacza literę identyfikującą grupę laboratoryjną, **C** oznacza numer zespołu w grupie, **RRRR** oznacza aktualny rok, **nazwisko** jest nazwiskiem osoby wykonującej sprawozdanie. Kolejność postępowania została opisana w instrukcji do ćwiczenia **LV1**.

Odszukać zapisane pliki na dysku i sprawdzić ich zawartość.

Zanotować w protokole nazwę utworzonego katalogu i nazwy zapisanych w nim plików z opisem zawartości.

3.4. Procedura uruchamiania stanowiska pomiarowego



Ze względu na bezpieczeństwo osób wykonujących pomiary oraz karty pomiarowej należy przestrzegać procedury uruchamiania i wyłączenia stanowiska. Nie dopuszczać do sytuacji gdy zasilany jest obwód pomiarowy a nie jest zasilana karta pomiarowa (wyłączony komputer).

Bezpieczne wykonanie pomiaru powinno odbywać się w kolejności:

- połączenie obwodu pomiarowego (o ile wcześniej nie został już połączony) i podłączenie go do odpowiednich wejść karty pomiarowej,
- załączenie zasilania stanowiska,
- załączenie komputera i uruchomienie programu obsługi,
- podłączenie zasilania odbiornika w układzie pomiarowym,
- podłączenie obwodu pomiarowego do zasilania.



Wyłączenia stanowiska pomiarowego dokonujemy w kolejności odwrotnej pamiętając o konieczności wyłączenia obwodu pomiarowego przed wyłączeniem komputera.

3.5. Badanie wpływu ilości próbek na wartości wyznaczanych parametrów

Jako obciążenie podłączyć żarówkę. Wpisać wartości stałych bloku kondycjonowania sygnału i zanotować je do tabeli 1. Uruchomić program przyciskiem  (zwrócić uwagę, czy zmienił się on do postaci ). Zwrócić uwagę czy wyznaczone wartości skuteczne napięcia i prądu odpowiadają wartościom mierzonym przez przyrządy analogowe. Jeżeli wartości są prawidłowe przystąpić do badania wpływu ilości próbek na wyznaczone wartości zgodnie z tabelą 2.



Jeżeli okaże się, że wartość zmienia się w sposób znaczący do tabeli zanotować najmniejszą i największą zaobserwowaną wartość wyznaczanego parametru. Zwrócić uwagę co powoduje taką zmienność.



Które wartości zależą od liczby próbek i w jaki sposób? Zanotować wniosek do protokołu.

W sprawozdaniu należy określić jaką wartość możemy przyjąć za odniesienie i względem tej wartości obliczyć błędy pomiaru dla innej ilości próbek. Jeżeli wyniki zawierały najmniejszą i największą i najmniejszą wartość należy obie z tych wartości nanieść na wykres i oznaczyć ją na wykresie nie jako krzywą ale jako przedział wartości. Po zakończeniu pomiarów zatrzymać program klawiszem STOP. Odczekać, aż program dokończy wszystkie rozpoczęte pętle pomiarów (przycisk  powróci do postaci ).



3.6. Wyznaczanie wartości dla różnych typowych obciążeń spotykanych w sieci energetycznej



3.6.1. Obciążenie rezystancyjne

Podłączyć obciążenie w postaci żarówki. Uruchomić program przyciskiem  (zwrócić uwagę, czy zmienił się on do postaci ). Zanotować zmierzone wartości do tabeli 2. Przebiegi wartości chwilowych prądu i napięcia zapisać do pliku zgodnie z instrukcją do ćwiczenia LV1.

Po zakończeniu pomiarów zatrzymać program klawiszem STOP. Oczekać, aż program dokończy wszystkie rozpoczęte pętle pomiarów (przycisk  powróci do postaci ). Przeszukać tablicę próbek napięcia i prądu - zanotować wartości maksymalne odszukane w tablicach.



3.6.2. Obciążenie pojemnościowe



Podłączyć obciążenie w postaci kondensatora. Uruchomić program przyciskiem  (zwrócić uwagę, czy zmienił się on do postaci ). Zanotować zmierzone wartości do tabeli 3. Przebiegi wartości chwilowych prądu i napięcia zapisać do pliku zgodnie z instrukcją do ćwiczenia LV1. Określić z wykresu wartość przesunięcia fazowego i zanotować ją do protokołu. Spróbować wytłumaczyć kształt przebiegu i zanotować ten wniosek do protokołu.

Po zakończeniu pomiarów zatrzymać program klawiszem STOP. Oczekać, aż program dokończy wszystkie rozpoczęte pętle pomiarów (przycisk  powróci do postaci ). Przeszukać tablicę próbek napięcia i prądu - zanotować wartości maksymalne odszukane w tablicach.



Na podstawie wyznaczonych parametrów określić impedancję kondensatora oraz jego pojemność i porównać z wartością podaną przez producenta.



3.6.3. Obciążenie rezystancyjno-indukcyjne

Podłączyć obciążenie w postaci nieobciążonego autotransformatora. Uruchomić program przyciskiem  (zwrócić uwagę, czy zmienił się on do postaci ). Zanotować zmierzone wartości do tabeli 3. Przebiegi wartości chwilowych prądu i napięcia zapisać do pliku zgodnie z instrukcją do ćwiczenia LV1. Określić z wykresu wartość przesunięcia fazowego i zanotować ją do protokołu. Spróbować wytłumaczyć kształt przebiegu i zanotować ten wniosek do protokołu.



Po zakończeniu pomiarów zatrzymać program klawiszem STOP. Oczekać, aż program dokończy wszystkie rozpoczęte pętle pomiarów (przycisk  powróci do postaci ). Przeszukać tablicę próbek napięcia i prądu - zanotować wartości maksymalne odszukane w tablicach.



3.6.4. Obciążenie w postaci nowoczesnego źródła światła

Podłączyć obciążenie w postaci świetlówki kompaktowej. Uruchomić program przyciskiem  (zwrócić uwagę, czy zmienił się on do postaci ). Zanotować zmierzone wartości do tabeli 3. Przebiegi wartości chwilowych prądu i napięcia zapisać do pliku zgodnie z instrukcją do ćwiczenia LV1. Spróbować określić z wykresu wartość przesunięcia fazowego i zanotować ją do protokołu. Wytłumaczyć kształt przebiegu i zanotować ten wniosek do protokołu.

Po zakończeniu pomiarów zatrzymać program klawiszem STOP. Oczekać, aż program dokończy wszystkie rozpoczęte pętle pomiarów (przycisk  powróci do postaci ). Przeszukać tablicę próbek napięcia i prądu - zanotować wartości maksymalne odszukane w tablicach.

3.6.5. Obciążenie w postaci zestawu komputerowego

Wyłączyć zestaw komputerowy, przełączyć go jako obciążenie obwodu pomiarowego. Uruchomić ponownie komputer i obwód pomiarowy. Po załadowaniu systemu uruchomić środowisko LabView i otworzyć odpowiedni program. Wpisać stałe układu kondycjonowania sygnału po czym uruchomić program przyciskiem  (zwrócić uwagę, czy zmienił się on do postaci ). Zanotować zmierzone wartości do tabeli 3. Przebiegi wartości chwilowych prądu i napięcia zapisać do pliku zgodnie z instrukcją do ćwiczenia LV1. Spróbować określić z wykresu wartość przesunięcia fazowego i zanotować ją do protokołu. Wytłumaczyć kształt przebiegu i zanotować ten wniosek do protokołu.

Po zakończeniu pomiarów zatrzymać program klawiszem STOP. Oczekać, aż program dokończy wszystkie rozpoczęte pętle pomiarów (przycisk  powróci do postaci ). Przeszukać tablicę próbek napięcia i prądu - zanotować wartości maksymalne odszukane w tablicach.

4. Wykonanie sprawozdania

W sprawozdaniu należy przedstawić kolejno dla każdego punktu uzyskane rezultaty w postaci: zapisanych plików graficznych, tabel z wynikami badań i obliczeń, wzory użyte do obliczeń, wykresy, wnioski itp. We wnioskach końcowych podsumować wyniki badań, określić czy ma znaczenie sposób i ilość branych próbek do obliczeń wartości charakteryzujących przebiegi napięć i prądów w obwodach sinusoidalnych.

5. Tabelki

Tabela 1. Parametry układu kondycjonowania sygnału

Tor napięciowy		Tor prądowy	
przekładnia przekładnika	stała dzielnika napięcia	przekładnia przekładnika	rezystancja bocznika

Tabela 2. Badanie wpływu ilości próbek na wyznaczenie wartości

liczba próbek N	przyrządy analogowe		wartości wyznaczone za okres				wartości wyznaczone ze wszystkich próbek			
	U	I	U_{sk}	$U_{\acute{s}rwyp}$	I_{sk}	$I_{\acute{s}rwyp}$	U_{sk}	$U_{\acute{s}rwyp}$	I_{sk}	$I_{\acute{s}rwyp}$
-	V	A	V	V	A	A	V	V	A	A
400										
300										
200										
150										
100										
80										
60										
50										
40										
30										
20										
10										

Tabela 3. Uzyskane wartości dla poszczególnych typów obciążeń (osobna tabela dla każdego typu badanego obciążenia)

przyrządy analogowe		wartości wyznaczone za okres						wartości wyznaczone ze wszystkich próbek			
U	I	U_{sk}	$U_{\acute{s}rwyp}$	k_{ku}	I_{sk}	$I_{\acute{s}rwyp}$	k_{ki}	U_{sk}	$U_{\acute{s}rwyp}$	I_{sk}	$I_{\acute{s}rwyp}$
V	A	V	V	-	A	A	-	V	V	A	A
wartość maksymalna $U=$						wartość maksymalna $I=$					
V						A					